報告書

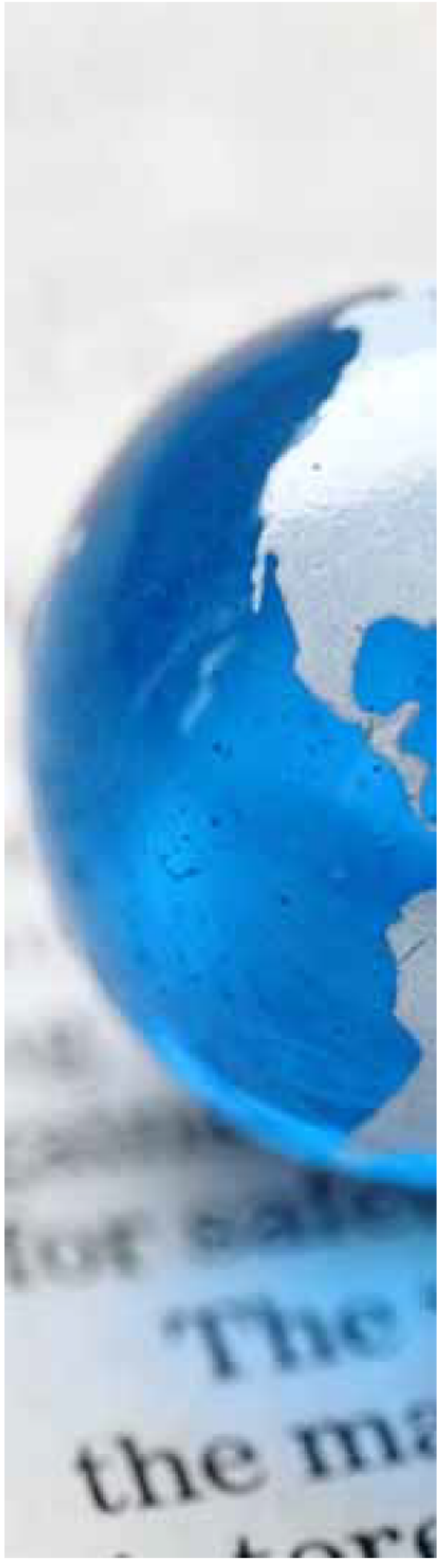
令和３年度重要技術管理体制強化事業（国内半導体製造装置の後工程における産業競争力上重要な要素技術の調査）

株式会社野村総合研究所
コンサルティング事業本部
グローバル製造業コンサルティング部

2022年2月28日

NRI

Share the Next Values!



実施内容
全体フロー

1　半導体後工程の技術トレンドと今後の重要技術

1－1　半導体業界構造の後工程
1－2　技術開発動向と今後の重要技術
1－3　今後の発展が見込まれる重要技術と装置・材料

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材サプライヤ

2－1　後工程装置・材料市場
2－2　主要装置・材料の構成技術
2－3　コア要素部材と主要サプライヤ

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

3－1　装置・材料等の技術革新性・市場成長性
市場の成長性と技術革新の両面から重要性を評価すると同時に、日本の競争力ポジションを比較評価することで、産業としての重要性を評価
3－2　産業競争力上の示唆

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1　半導体後工程の技術トレンドと今後の重要技術

1－1　半導体業界構造と後工程

1）後工程の定義

- 半導体後工程の範囲と主要な工程における装置・材料等などを整理。

2）業界構造と後工程のキープレイヤ

- 半導体後工程の技術・市場動向を取りまとめるにあたり、同分野に影響を及ぼす業界構造とキープレイヤを整理。

1－2　技術開発動向と重要技術

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

- JEITAの実装技術ロードマップをベースに、主要キープレイヤの最先端の開発動向を取りまとめる。
- 2.XD、3 D化するデバイスの実現に向け、Fanoutプロセスの発展と広がりが見込まれ、デバイスの接合は、Bumpによる接合からCuのダイレクトボンディングへとシフトする。デバイスが 3 D化するに従って高集積化すると熱対策が深刻となり、いかにデバイスから熱を逃がすのかが重要となり、TIM（Thermal Interface Materials）の開発が進む。
- 高周波化に対応した層間絶縁膜をはじめ、マテリアルイノベーションが進展する。

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術

- ハイエンドロジックのプロセスをリードするファンドリー最大手TSMC、MPU大手のIntel、メモリ最大手のSamsungなど、各社独自のプロセス開発を行っている。さらに、高速通信分野では、シリコンフォトニクスが注目され、新たな技術チャレンジが行われている。

1－3　今後の発展が見込まれる重要技術と装置・材料

- Fanout　WLPでは、再配線層によるマルチチップパッケージが進められており、サーバー等のハイエンドロジック向けのSoCでは、ハイブリッドボンディングを軸に 3 D化が進展する。これらの技術革新に対応し、製造装置、材料の革新が必要になる。

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

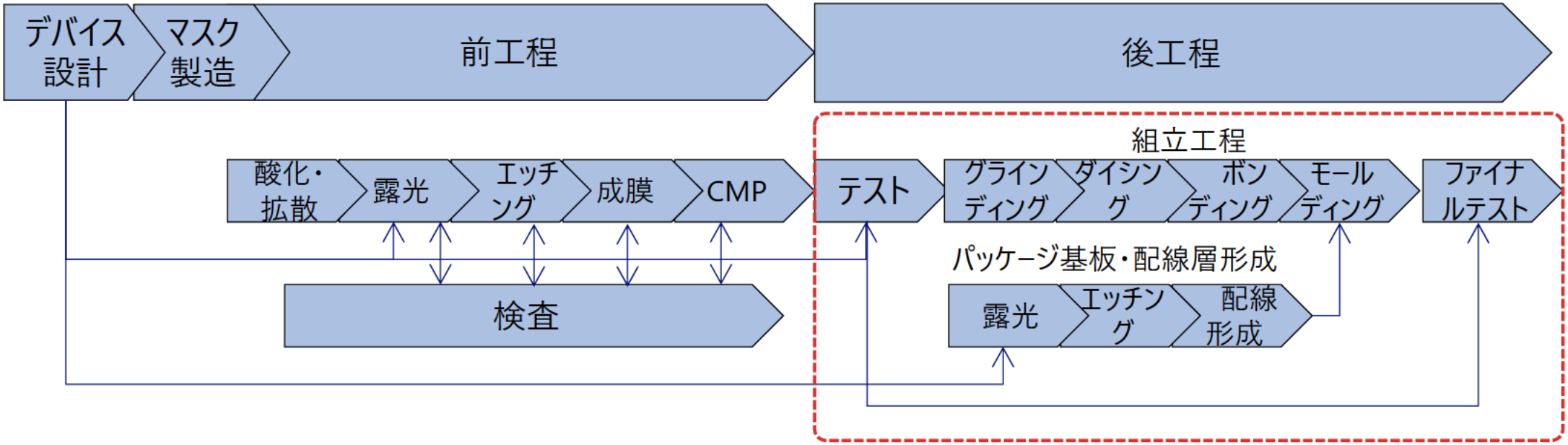
1）後工程の定義

■ 本報告書でカバーする後工程の範囲を定義する。

本報告書でカバーする後工程とは、前工程後のテスト工程、組立工程及びパッケージ基板・配線層形成工程を含む下記の装置と材料を使用する工程を対象とする。

半導体テスタ(メモリ・ロジックテスタ、ICハンドラ、ウエハプローバ)、
ダイシング装置、ボンディング装置、配線用露光装置、配線用エッチング装置、モールディング装置など）
材料（セラミック基板やガラス基板、シリコンインターポーザーの代替材料など）

後工程の定義範囲

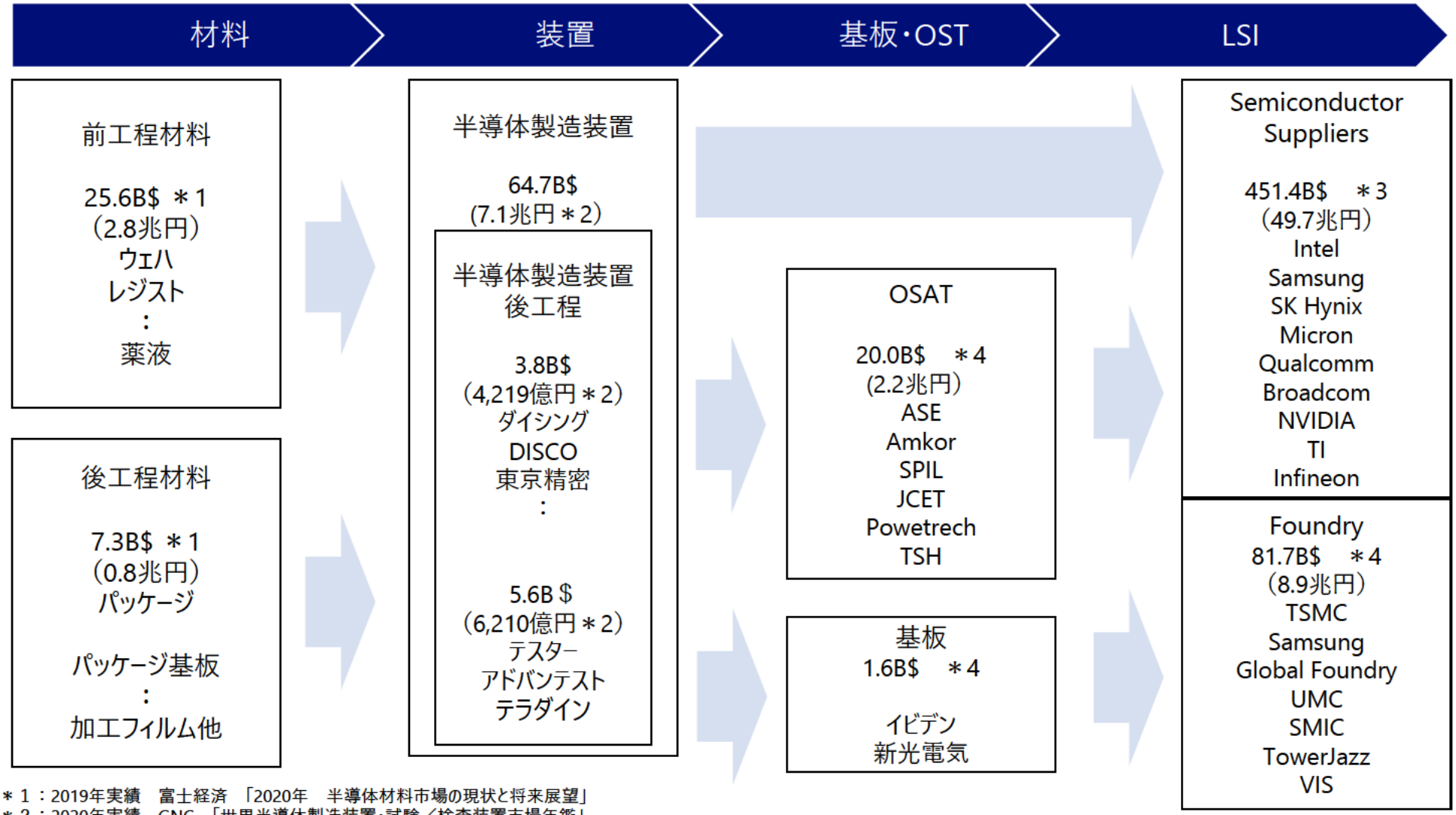


Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）半導体業界構造の概観とキープレイヤ

（1）全体構造

■ 半導体後工程は、半導体製造の重要技術であり、最終工程であるがために、短納期・大量生産が求められる工程である。
市場は、産業構造の影響を受けており、ファンドリー、OSAT、基板メーカ並びに装置・材料など複数のプレイヤが参入をしている。

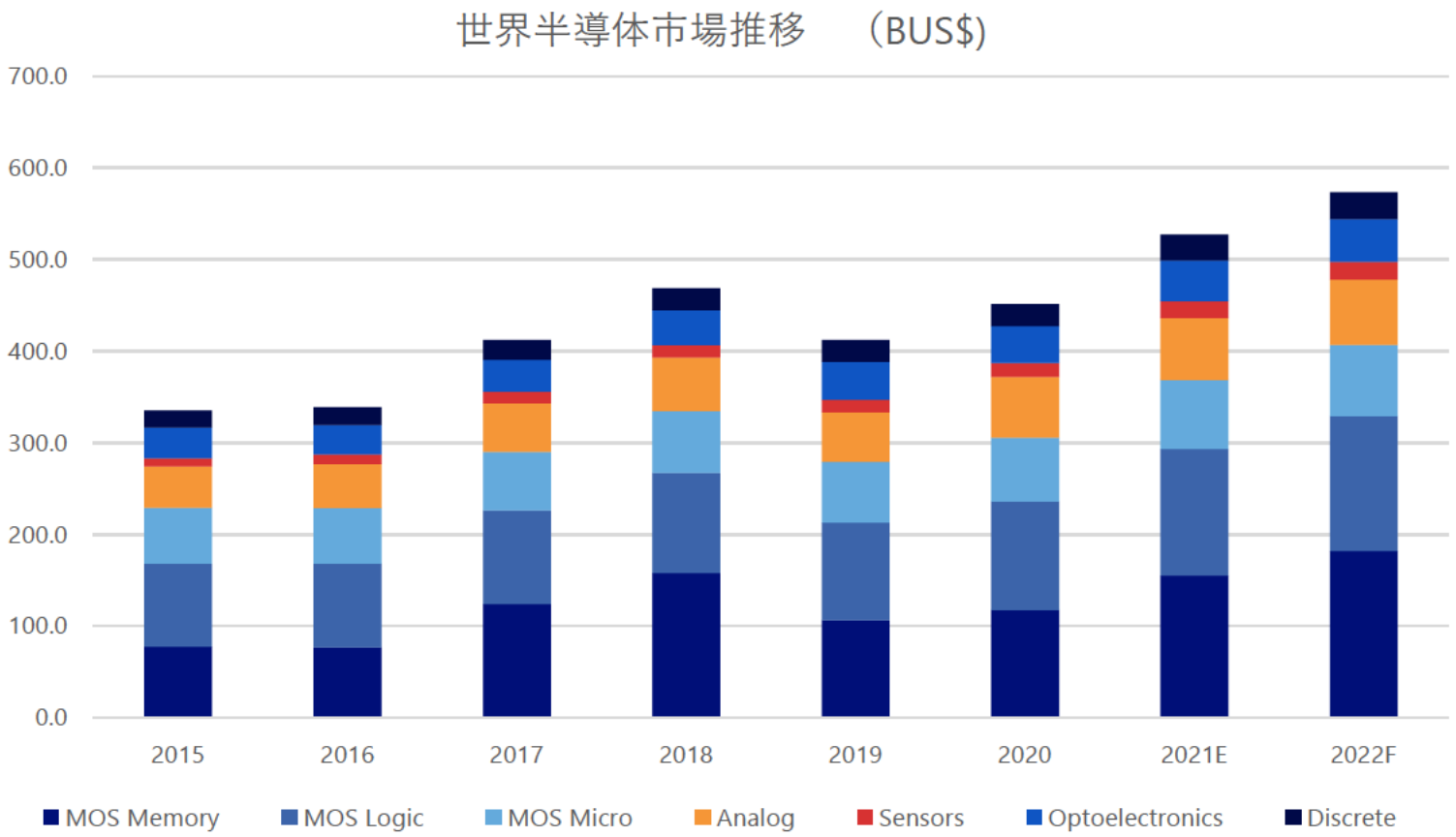


＊1：2019年実績　富士経済　「2020年　半導体材料市場の現状と将来展望」
＊2：2020年実績　GNC　「世界半導体製造装置・試験／検査装置市場年鑑」
＊3：2020年実績　WSTS　2020
＊4：2020年実績　各社公開情報等よりNRI推計

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（1）全体構造　半導体デバイス市場

- 半導体市場は、米中摩擦・コロナショック等の影響で一時的な減速もあったが、2020年には、拡大基調に転じ、世界市場は、2020年451BUS$の規模に拡大している。
- 製品別には、MOS Memoryの成長が著しく、次いでLogicが成長を牽引している。
- 世界半導体市場は高成長を続けている中で、後工程の製造装置は、半導体の単価とそこに投下できるコスト構成並びに短期間での量産が必要な数量などを考慮する必要がある市場である。

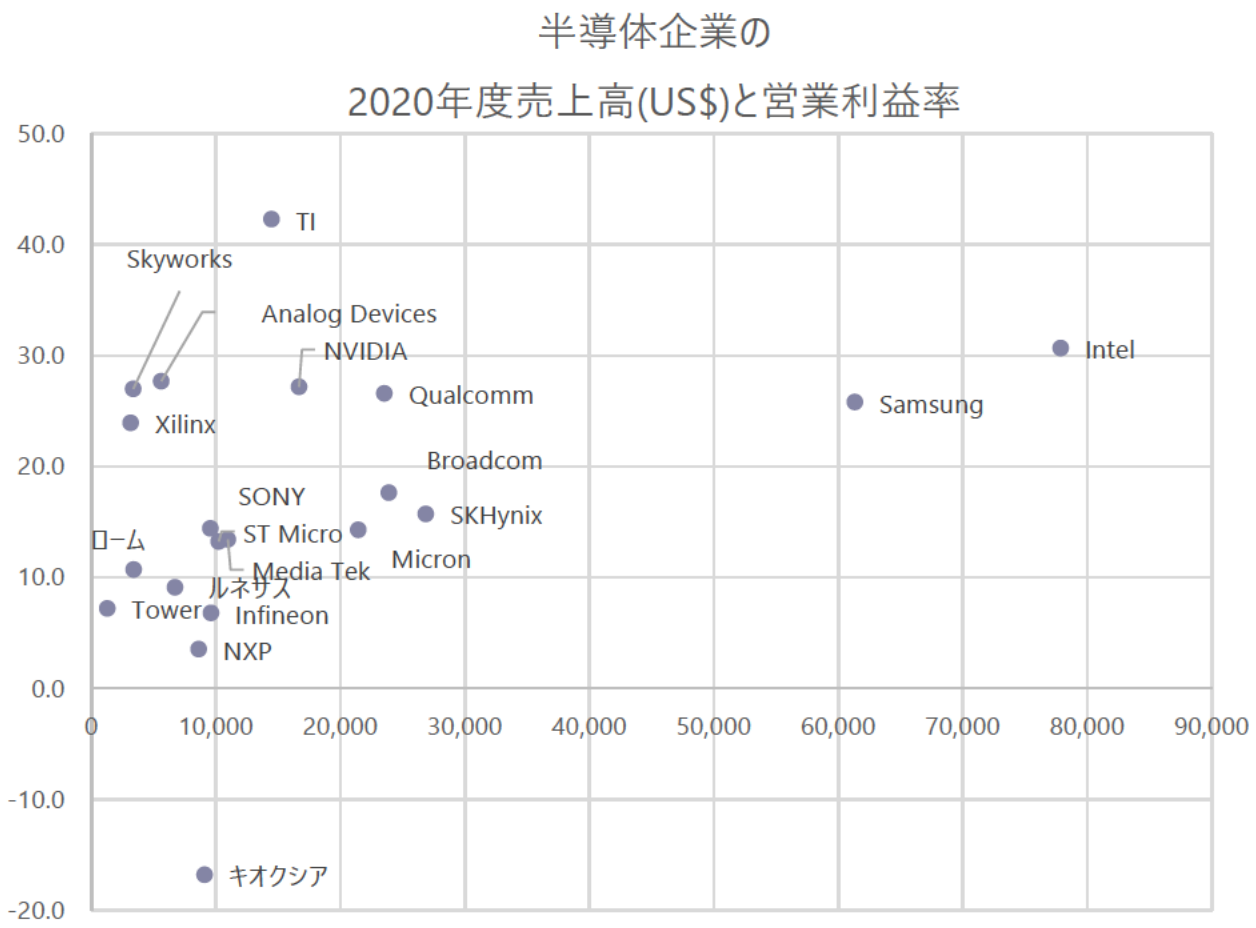


出所）WSTS

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－１　半導体業界構造と後工程
２）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（２）半導体市場と主要企業　：企業動向

- 半導体大手10社で市場の64％を占めており、近年躍進の続くSamsungが、Intelに迫るポジションとなっている。
- 上位10社平均の営業利益は、22.7％と好調であり、なかでも固有市場に特化したTIが利益率で高いポジションとなっている。
- 上位の半数は、ファブレスメーカとなっており、Broadcom、Qualcommなど通信系ファブレス、GPU・AIエンジンで躍進するNVIDIAなどが上位となっている。
- 国内企業は、イメージセンサーをリードしているソニーについで、キオクシア、ルネサスの順となっている。



半導体企業業績データ

	2020年度（直近年）　MUS$	売上高合計	営業利益率
1	Intel	77,867	30.7
2	Samsung Electronics	61,330	25.8
3	SK Hynix	26,853	15.7
4	Broadcom	23,888	17.6
5	Qualcomm	23,531	26.6
6	Micron Technology	21,435	14.3
7	NVIDIA	16,675	27.2
8	Texas Instruments	14,461	42.3
9	Media tek	10,951	13.4
10	STMicroelectronics	10,219	13.2
11	Infineon Technologies	9,597	6.8
12	ソニーグループ	9,545	14.4
13	キオクシアホールディングス	9,084	-16.8
14	NXP Semiconductors NV	8,612	3.5
15	ルネサスエレクトロニクス	6,706	9.1
16	Analog Devices	5,603	27.7
17	ローム	3,393	10.7
18	Skyworks Solutions	3,356	27.0
19	Xilinx	3,148	23.9
20	Tower Semiconductor	1,266	7.2
	Top10 Total	287,209	
	Top10 average	28,721	22.7

出所）各種公開データ等を元にNRI作成

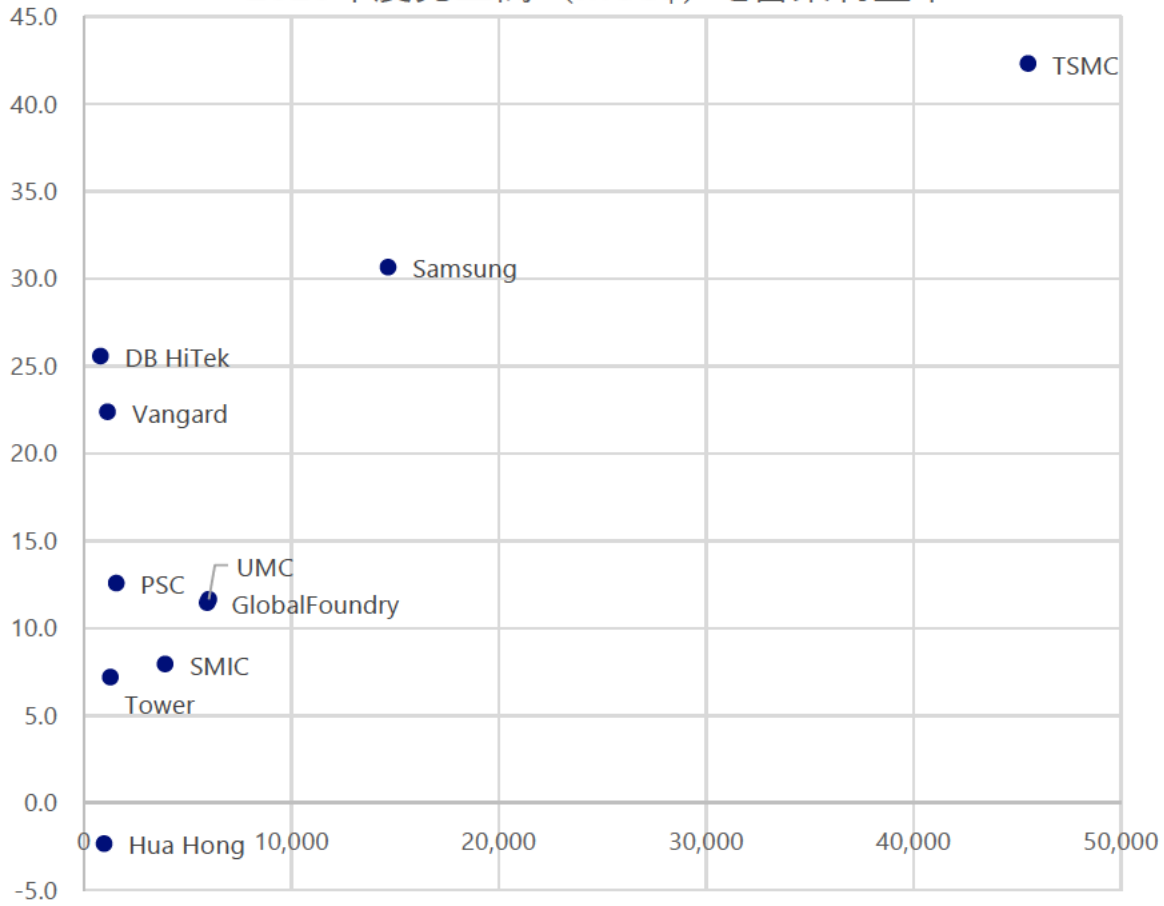
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－１　半導体業界構造と後工程
２）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（３）半導体ファンドリー市場と主要企業　：企業動向

■ 半導体ファンドリーでは、TSMCが市場を圧倒しており、二番手のSamsung、Global Foundriesなどに大きく溝を開けている。

■ トップ10企業の営業利益は、平均で16.9％と総じて高いレベルにある中で、TSMCは、42.3％と圧倒的に高い利益を維持している。

半導体ファンドリー企業の
2020年度売上高（MUS$）と営業利益率



出所）各種公開データ等を元にNRI作成

半導体ファンドリー企業業績データ

	2020年度（直近年） MUS$	売上高合計	営業利益率
1	TSMC	45,524	42.3
2	Samsung	14,660	30.7
3	United Microelectronics Corp.	6,011	11.6
4	GLOBALFOUNDRIES	5,936	11.5
5	SMIC	3,907	7.9
6	Tower Semiconductor	1,266	7.2
7	Powerchip Semiconductor Manufacturing Corp	1,553	12.6
8	Vanguard International Semiconductor Corp	1,126	22.4
9	Hua Hong Semiconductor	961	−2.3
10	DB HiTek Co Ltd	788	25.6
	Top10 Total	81,732	
	Top10 Average	8,173	16.9

出所)各種公開データ等を元にNRI作成

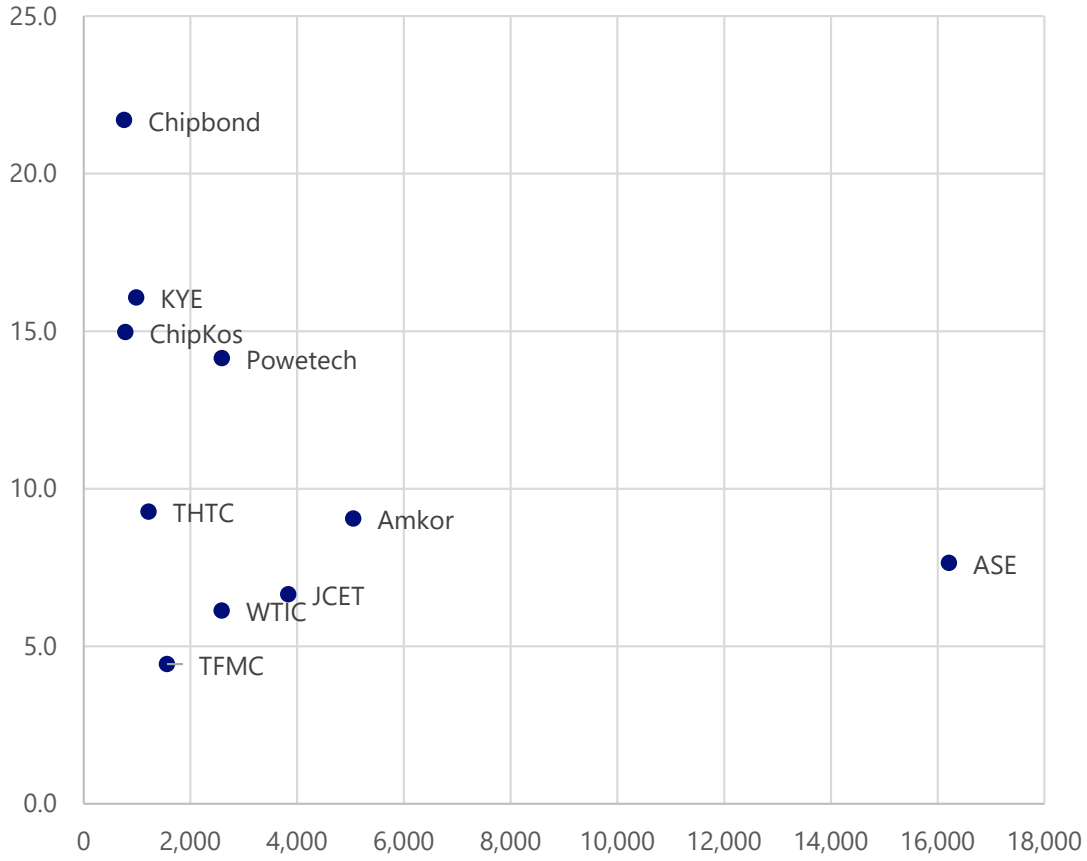
注）GlobalFoundry数値は、2019年度
Samsung 売上高は、各種発表資料より
ファンドリー売上を推計
その他、各社売上は、全社売上

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－１　半導体業界構造と後工程
２）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（４）OSAT市場と主要企業　：企業動向

■ OSAT最大手は、ASE社であり、２番手のAmkorに大きく溝を開けている。OSATの特徴としては、後工程のアウトソースを主たるビジネスとしており、平均営業利益率は、11％と前工程のファンドリーやIDMサプライヤに比べて収益率は高くないものの、他産業に比べて高いパフォーマンスを示している。

OSAT企業の
2020年度売上高（MUS$）と営業利益率



出所)各種公開データ等を元にNRI作成

OSAT企業業績データ

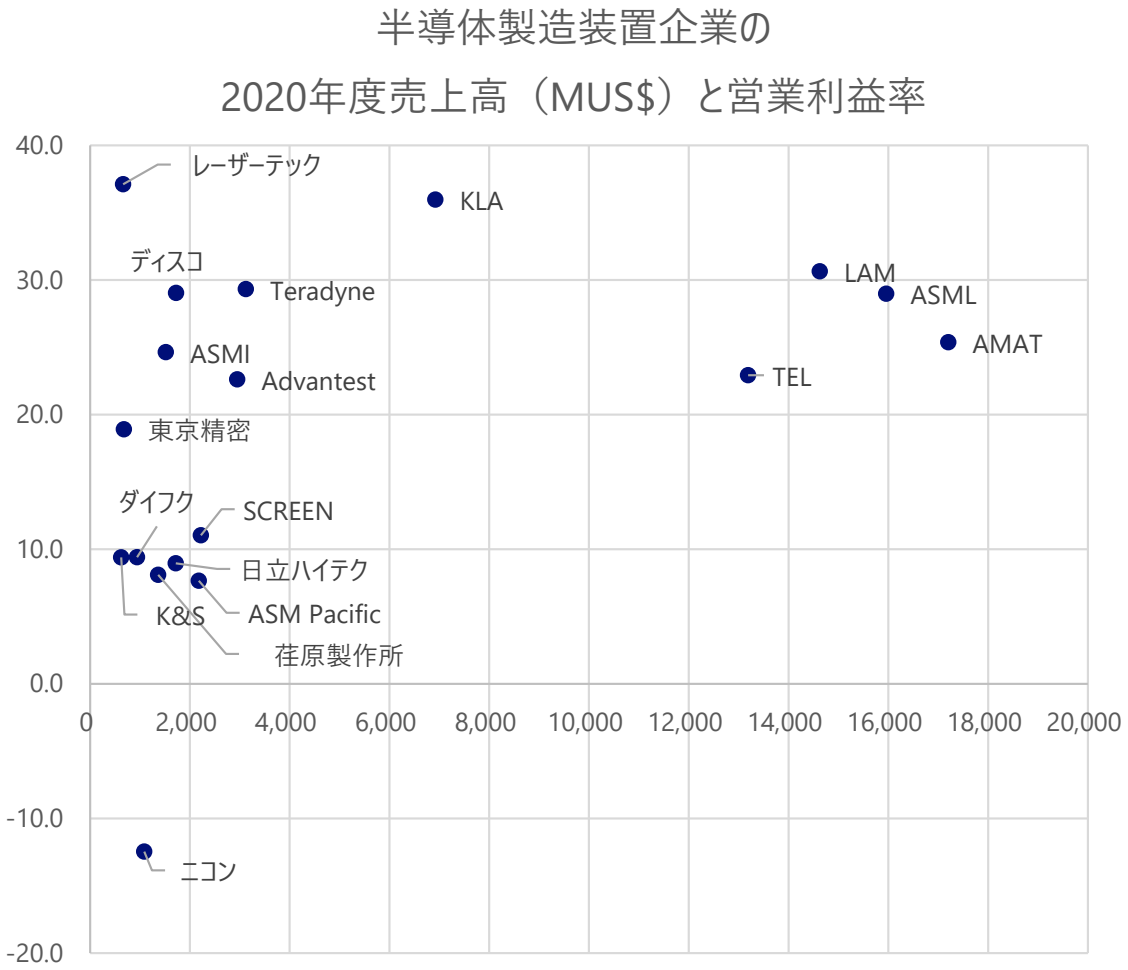
		百万米ドル	%
	2020年度　（MUS$）	売上高合計	営業利益率
1	ASE	16,214	7.6
2	Amkor	5,051	9.1
3	JCET Group	3,834	6.7
4	Powertech Technology	2,590	14.1
5	Wuxi Taiji Industry Co	2,586	6.1
6	TongFu Microelectronics	1,560	4.4
7	Tianshui Huatian Technology	1,214	9.3
8	King Yuan Electronics	984	16.1
9	ChipMos Tehnologies	782	15.0
10	Chipbond Technology	757	21.7
その他	ジェイデバイス	615	NA
	Greatek Electronics	500	22.5
	Advanced Process Systems Corp	498	7.8
	SFA Semicon Co Ltd	482	6.0
	Orient Semiconductor Electronics	471	-1.4
	Hana Micron Inc	454	9.5
	Top10　Total	35,572	
	Top10　Average	3,557	11.0

出所）各種公開データ等を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－１　半導体業界構造と後工程
２）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（５）半導体製造装置市場と主要企業　：企業動向

- 半導体製造装置は、AMAT、ASML、LAM、TELの４社が10BUS$を超える売上を計上し、好業績を続けている。
- 上位10社の営業利益の平均は、24.4%と業界全体で高い水準を維持している。



出所)各種公開データ等を元にNRI作成

半導体製造装置企業業績データ

		売上高合計 百万米ドル	営業利益率 %	
1	Applied Materials	17,202	25.4	＊19年数字
2	ASML Holding	15,959	29.0	
3	Lam Research	14,626	30.6	
4	東京エレクトロン	13,190	22.9	
5	KLA Corp	6,919	36.0	
6	Teradyne Inc	3,121	29.3	
7	アドバンテスト	2,949	22.6	
8	SCREENホールディングス	2,221	11.0	
9	ASM Pacific Technology Ltd	2,177	7.7	
10	ディスコ	1,724	29.0	
11	日立ハイテク	1,717	9.0	VLSI
12	ASM International NV	1,516	24.6	
13	KOKUSAI ELECTRIC	1,455		
14	荏原製作所	1,363	8.1	
15	ニコン	1,085	-12.5	VLSI
16	ダイフク	940	9.4	VLSI
17	東京精密	676	18.9	半導体製造用機器
18	レーザーテック	659	37.1	
19	Kulicke & Soffa Industries	623.2	9.4	＊19年数字
20	平田機工	615	7.7	
21	堀場製作所	534	24.7	
22	ブイ･テクノロジー	520	12.0	
23	Axcelis Technologies	475	12.2	
24	Veeco Instruments	454	5.3	
25	ウシオ電機	368	2.2	光学装置
	Top10　Total	80,088		
	Top10　Average	8,009	24.4	

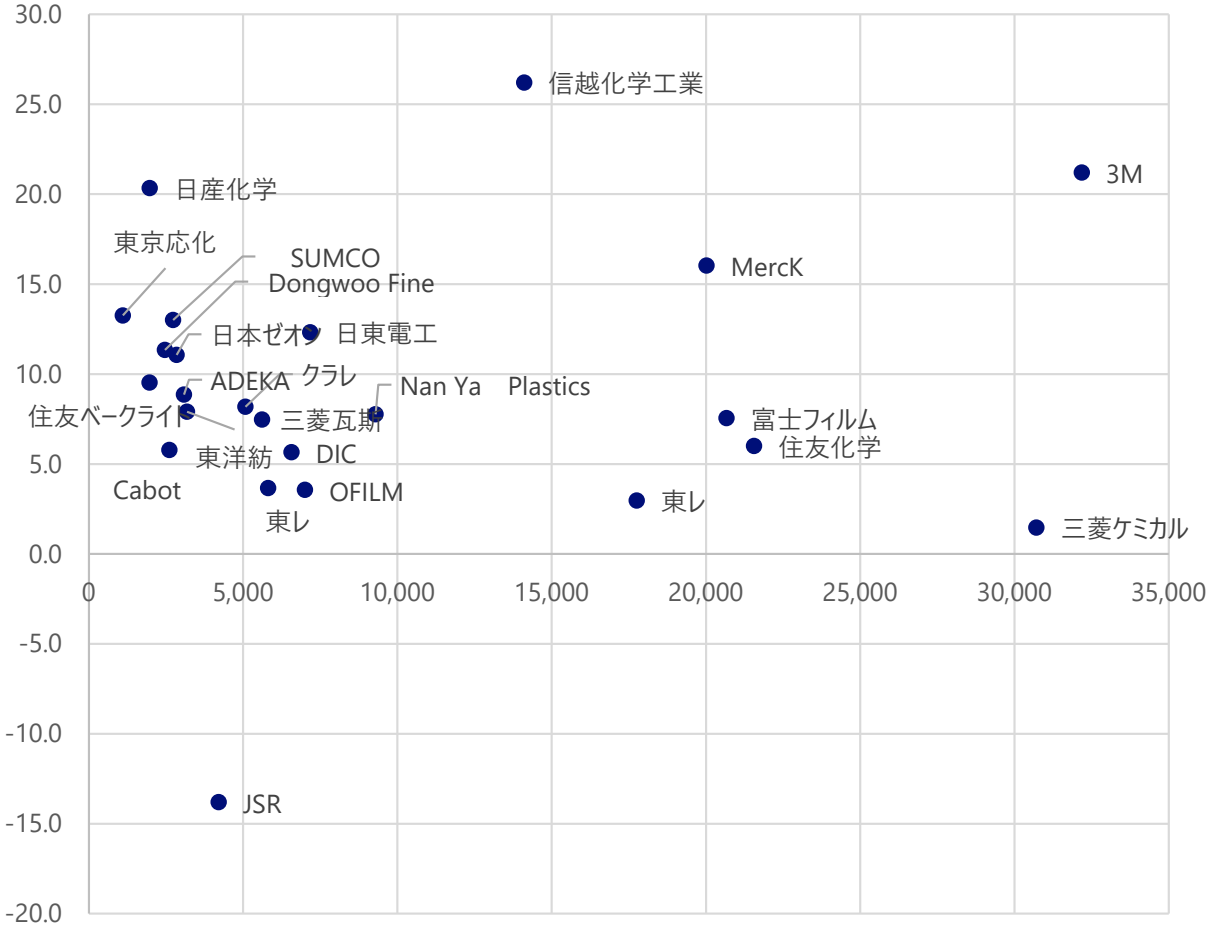
出所)各種公開データ等を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－１　半導体業界構造と後工程
２）半導体業界構造の概観とキープレイヤ
（６）半導体材料市場と主要企業　：企業動向

■ 総合化学メーカなどの一部門として、半導体・電子材料分野へ参入している企業が多い。

半導体・電子材料企業全社売上の
2020年度売上高（MUS$）と営業利益率



出所)各種公開データ等を元にNRI作成

半導体電子材料企業業績データ

		売上高合計 MUS$	営業利益率
1	3M Co	32,184	21.2
2	三菱ケミカルホールディングス	30,710	1.5
3	住友化学	21,560	6.0
4	富士フイルムホールディングス	20,670	7.5
5	Merck KGaA	20,019	16.0
6	東レ	17,757	3.0
7	信越化学工業	14,112	26.2
8	Nan Ya Plastics Corporation	9,292	7.8
9	日東電工	7,177	12.3
10	OFILM Group Co Ltd	7,005	3.6
11	DIC	6,570	5.7
12	昭和電工マテリアルズ(非上場)	5,810	3.7
13	三菱瓦斯化学	5,616	7.5
14	クラレ	5,077	8.2
15	JSR	4,210	-13.8
16	東洋紡	3,181	7.9
17	ADEKA	3,083	8.9
18	日本ゼオン	2,847	11.1
19	SUMCO	2,730	13.0
20	Cabot Corp	2,614	5.8
21	DONGWOO FINE-CHEM CO.,LTD.(非上場)	2,464	11.3
22	日産化学	1,971	20.3
23	住友ベークライト	1,970	9.5
24	東京応化工業	1,102	13.3
	Top10　Total	180,485	
	Top10　Average	18,049	10.5

出所）各種公開データ等を元にNRI作成

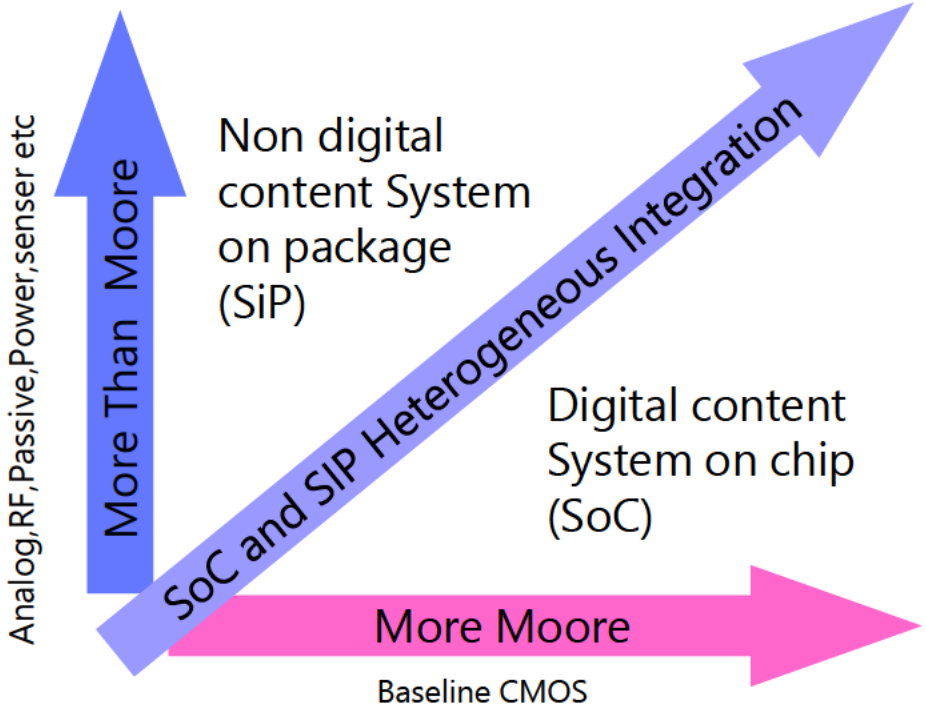
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

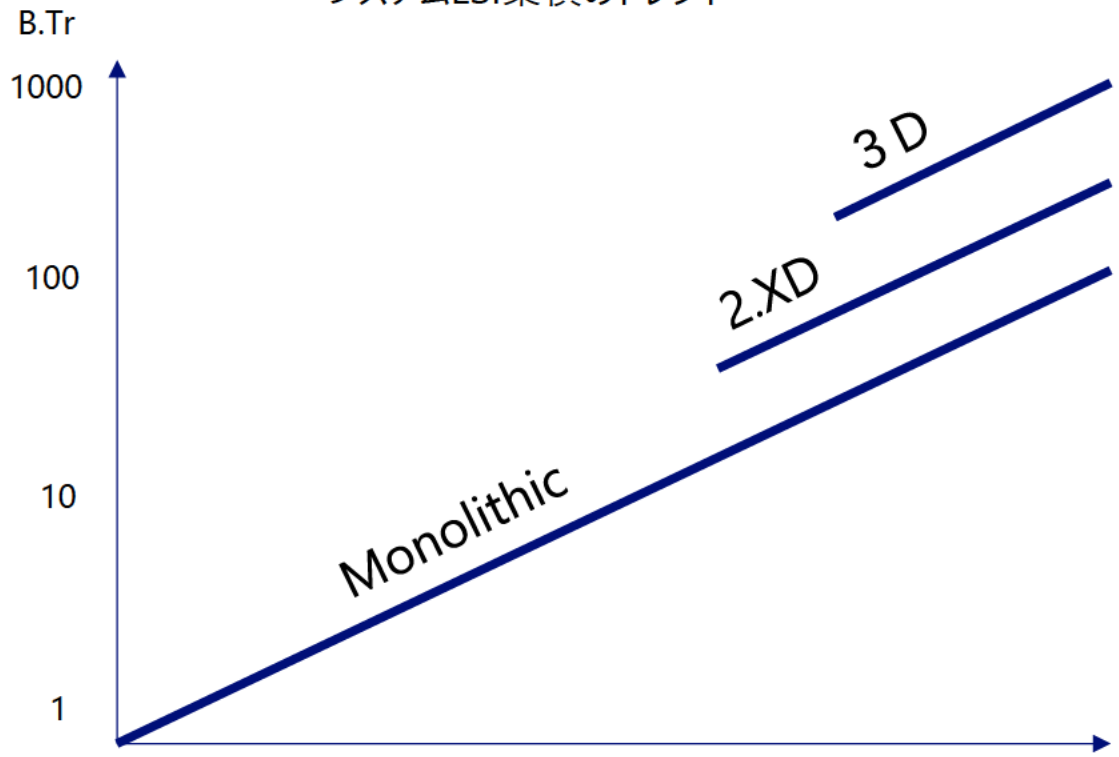
半導体技術は①微細化、②３D構造進化、③2.XDパッケージング高集積化により発展継続。

- 3nmプロセスの量産は2022年に開始、2年で2倍の高集積化が進展している。
  - TSMCは3nmプロセスまで従来のFin FET構造を採用。3nmプロセスは5nm比トランジスタ密度1.7倍、演算速度11％、消費電力27％減を実現。
  - Samsungは、3nmからゲートオールアラウンド(GAA)構造の採用を計画
- さらに、微細化・３次元構造進化と同時に、2.XDパッケージング技術等により、チップ単体レベルの数倍以上の高集積化を実現。
  - モノリシックデバイスレベルで、500億トランジスタをシステムレベルで数倍に高集積化する。

半導体高集積化技術



モノリシックの集積化から2.5、3D化による
システムLSI集積のトレンド



Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
チップレット化により加速する2.XDパッケージング技術

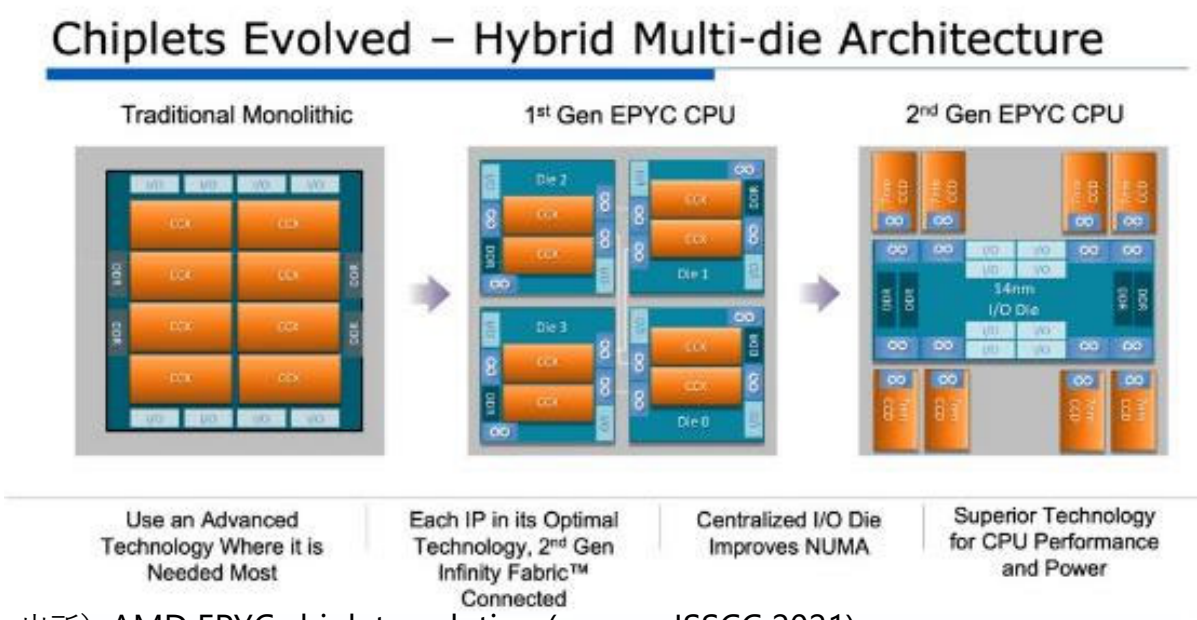
■ Monolithic半導体からChipletへのシフト

- ハイエンドデバイスは、単体で大規模のMonolithicから複数のチップに分割し、基板上で集積させることで、1チップ当りのサイズが小さくなるため、歩留りが飛躍的に向上し、トータルコストを下げるChipletにシフトしている。

■ 2.XDパッケージング技術が高集積化のコア技術に

- チップレット化のコア技術となるパッケージ技術は、シリコンインターポーザを活用した2.5Dパッケージだけでなく、新たなパッケージが誕生しており、チップ間の接続だけをシリコン基板で接続したものやオーガニック基板の再配線層で集積化させたものなど、新たな可能性の追求が進んでいる。

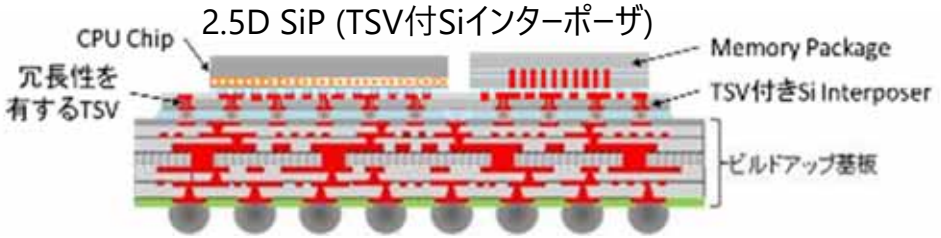
Monolithic半導体からChipletへのシフト



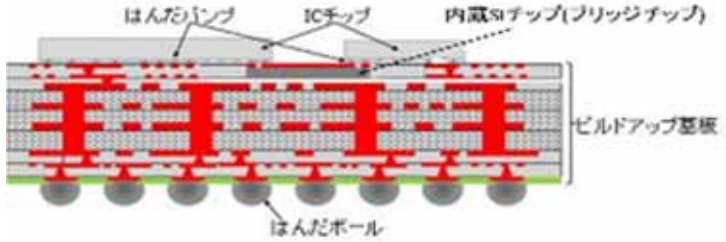
出所）AMD EPYC chiplet evolution (source: ISSCC 2021)

2.XDパッケージング技術動向

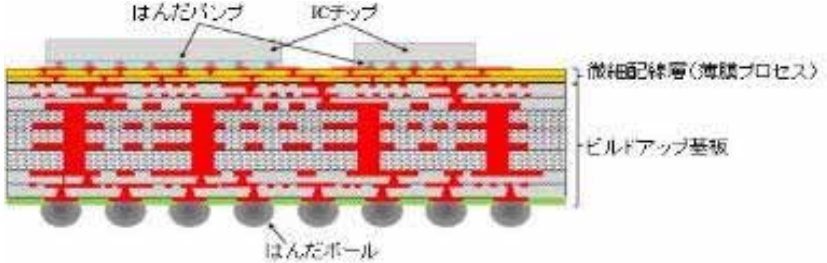
2.5D SiP (TSV付Siインターポーザ)



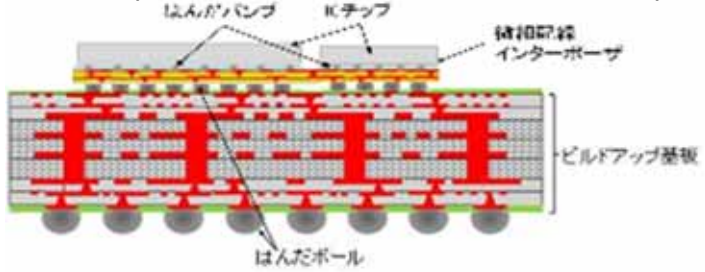
2.5D SiP (シリコンブリッジチップ内蔵)



2.1D SiP (微細配線付き有機基板)



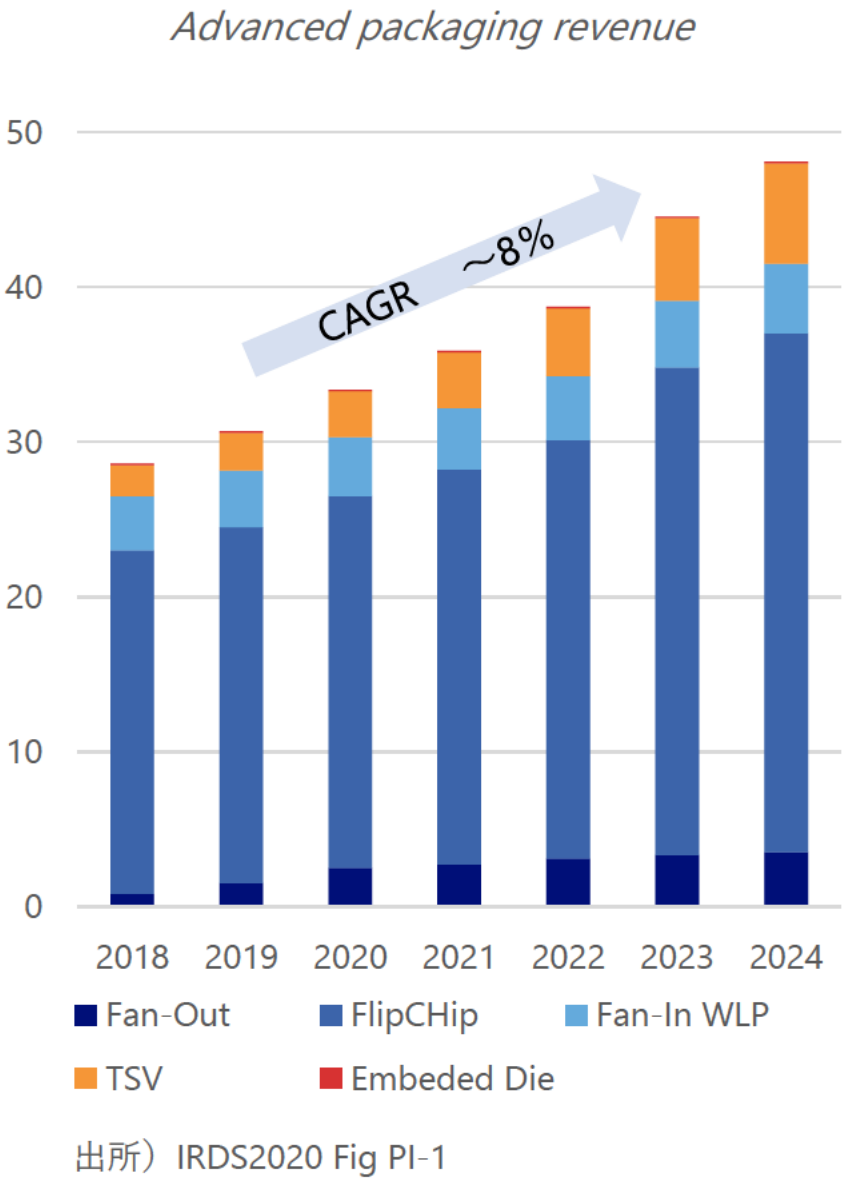
2.3D SiP (微細配線付き有機インターポーザ基板)



出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

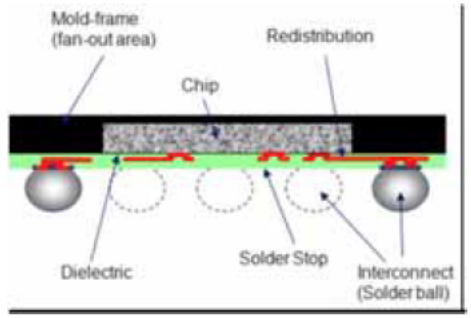
１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
チップレット化が加速する2.XDパッケージング技術



出所）IRDS2020 Fig PI-1

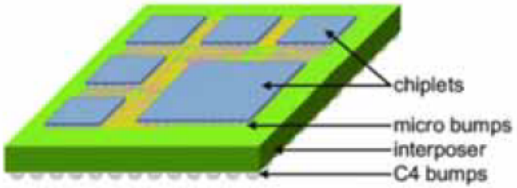
■ Flip Chip

- 2020年、FC　FlipChipメーカは、24BUS$の生産規模となっており、先端パッケージの73％を占める。



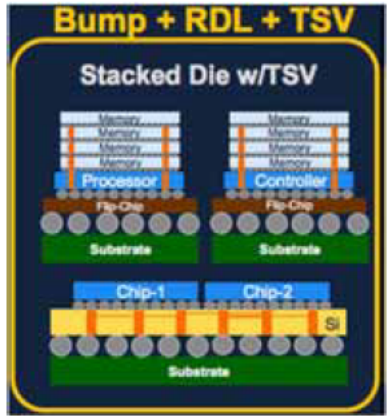
■ Fan Out

- ハイエンドプロセッサの集積化方法として近年成長が著しいのがFan outプロセスである。チップより大きな基板上に、チップレット化したデバイスを実装し、システムとしての高集積化を実現したパッケージである。



■ TSV

- TSVプロセスは、インターポーザの貫通Via形成に使用されている他、メモリの３次元集積化技術に活用されている。
- メモリでは、TSVでメモリを積層させるHigh Bandwidth Memory (HBM)が実用化され、ハイエンドプロセッサに使用されている。プロセッサの開発と同時に、このHBMを増やしていくことがロードマップで計画されている。



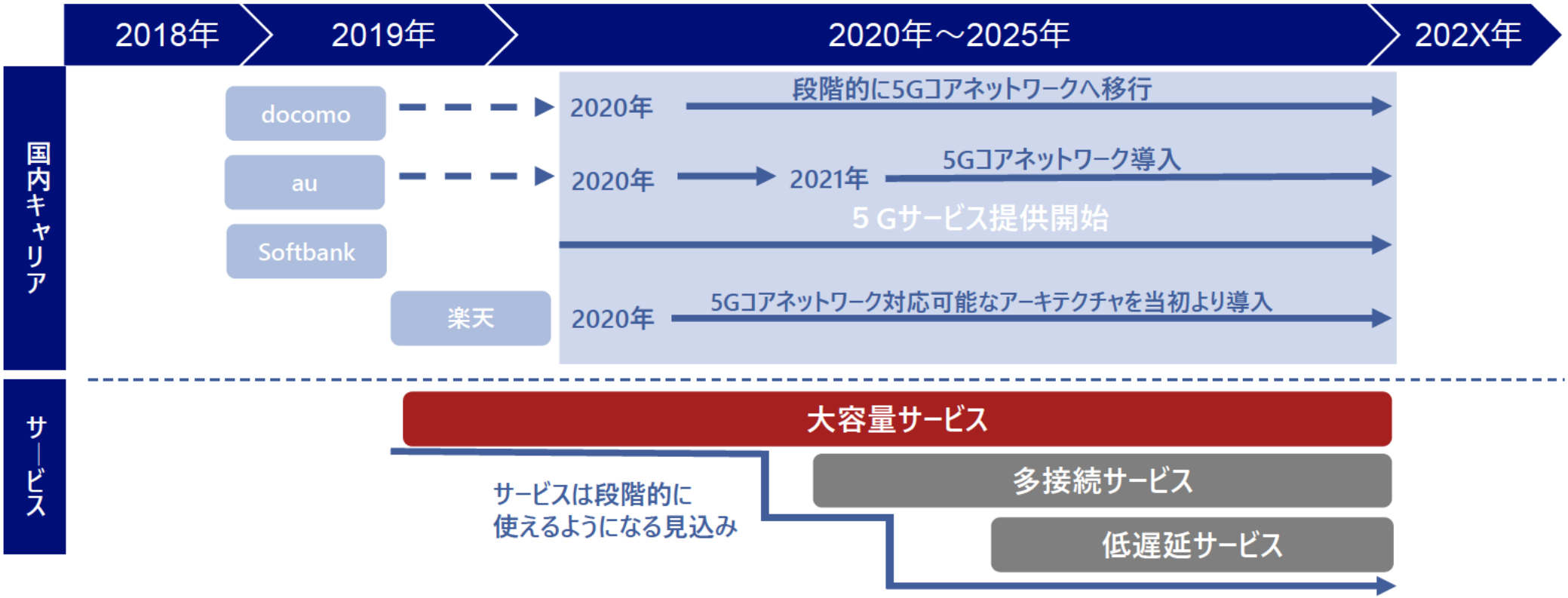
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
2030年に向けた５G／Beyond５Gの動向

■ 2020年以降、まずは都市部中心に大容量サービスが展開される。低遅延サービス、多接続サービスが段階的に導入される。

■ ミリ波帯の通信は、2024－5年以降に拡大するものと予想されている。

国内キャリアの対応スケジュール



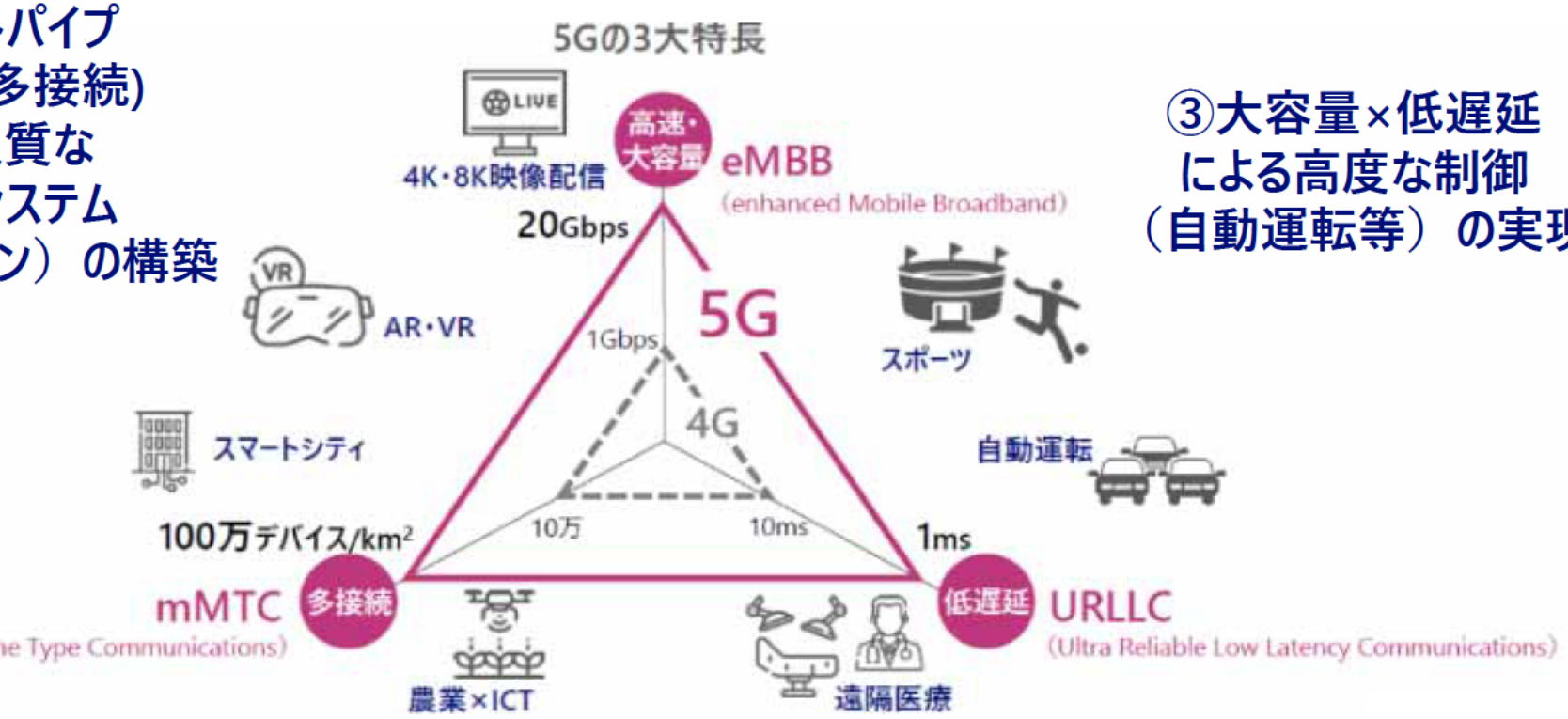
出所）NRI

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
5G／Beyond 5Gによる社会変化

■ スマートパイプによるデジタルツインの構築（リアルアセットのデジタル化）、リアルタイムなカスタマーエクスペリエンス（CX）の理解と自動運転等の高度な制御の実現が可能になる。

①スマートパイプ(大容量×多接続)による良質なサイバーシステム（デジタルツイン）の構築



③大容量×低遅延による高度な制御（自動運転等）の実現

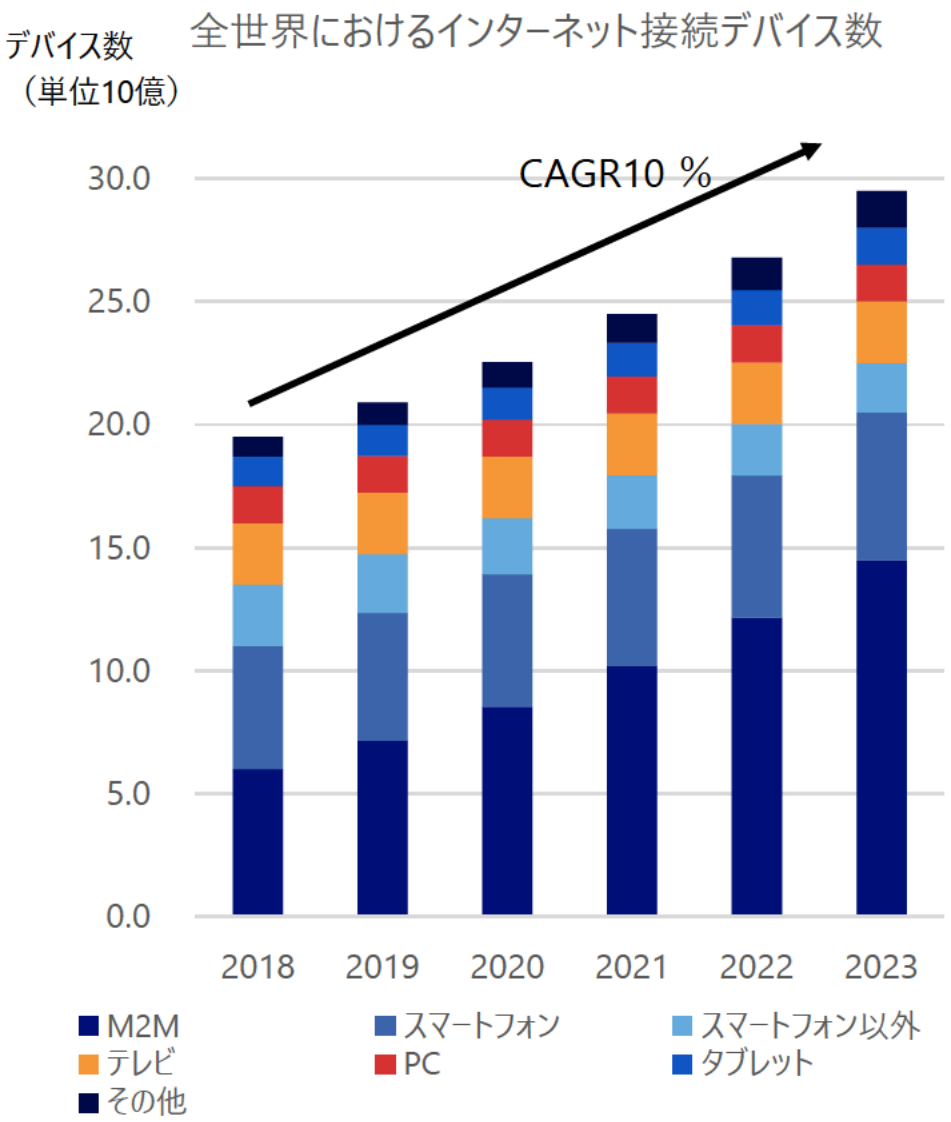
②多接続×低遅延によるリアルタイムなカスタマーエクスペリエンス全体の理解の実現

出所）NRI

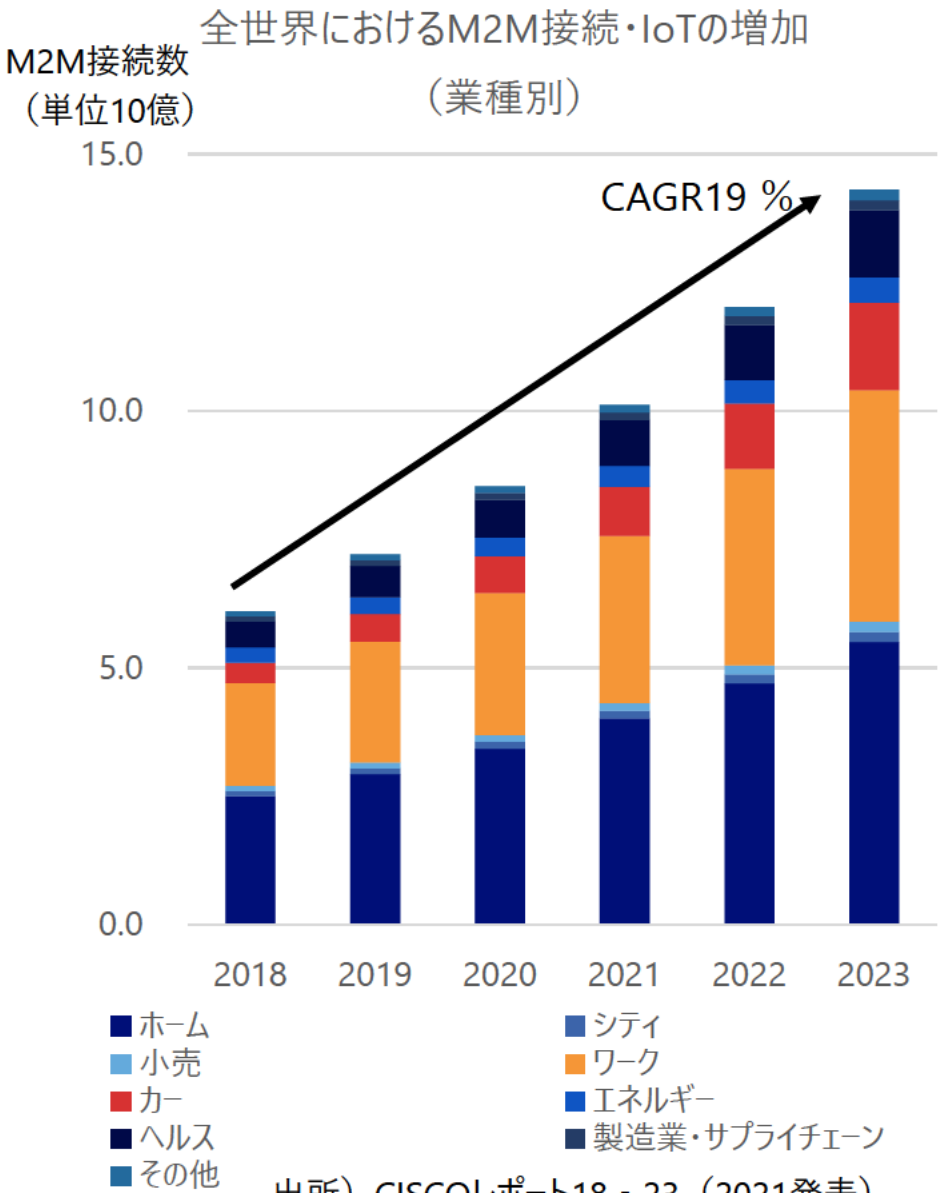
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

５Ｇ／Beyond５Ｇによる社会変化　IP ネットワークに接続されるデバイス数は、2023 年には世界人口の 3 倍を超え、世界人口の70％がネットワークサービスを利用する社会となる。



出所）CISCOレポート18 - 23（2021発表）



出所）CISCOレポート18 - 23（2021発表）

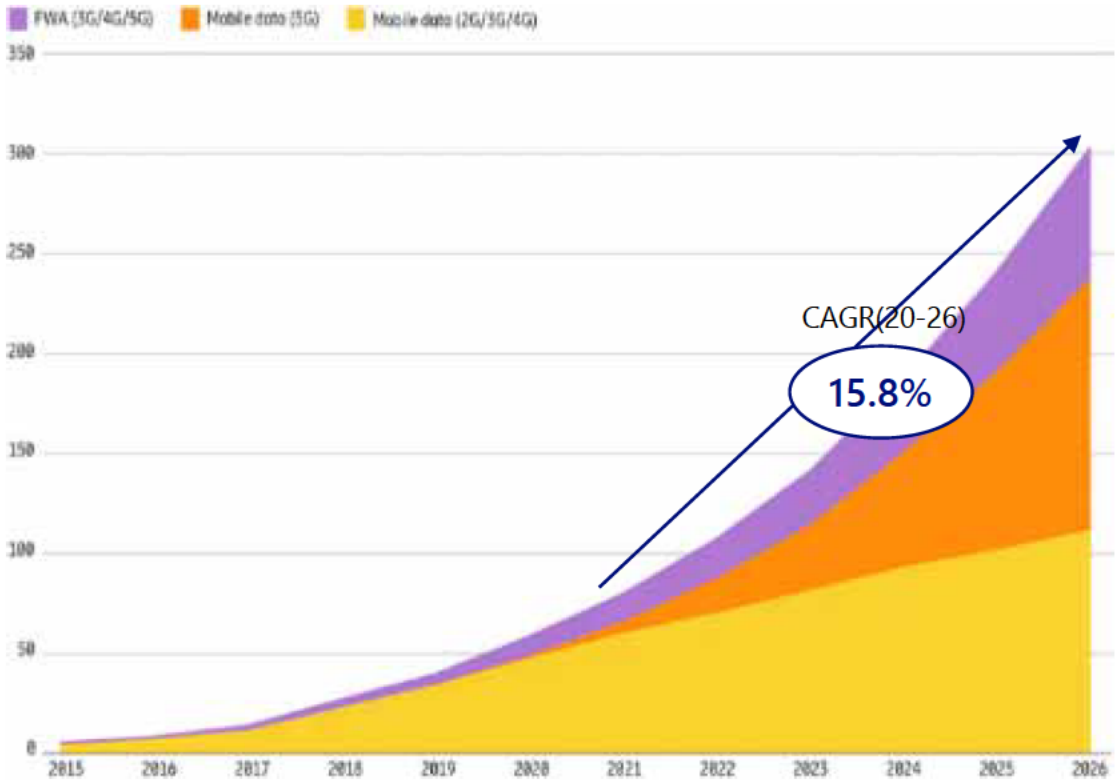
１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

５Ｇ／Beyond５Ｇによる社会変化　モバイルネットワークトラフィックは、2026年にかけてCAGR15.8%で成長、5G通信向け基地局投資も年率10%以上の成長が見込まれる。

■ モバイルネットワークトラフィックの合計は、デバイス機能の向上、データ集約型コンテンツの増加、ネットワークパフォーマンスの継続的な改善を背景に、2026年に月300EBを超える見込み。

- 2026年には、5Gネットワークが世界のスマートフォン・トラフィックの半分以上を占める。
- 世界的にスマートフォン1台あたりの平均通信量は現在10GBを超えており、2026年末までに35GBに達する。
- 動画のトラフィックは現在、全体の66%を占めており、2026年には77%に増加。

Global mobile network data traffic (EB per month)



出所）Ericsson.com

5G通信向け基地局投資

5G通信普及に伴う基地局への投資は年率10%以上の成長が見込まれる。

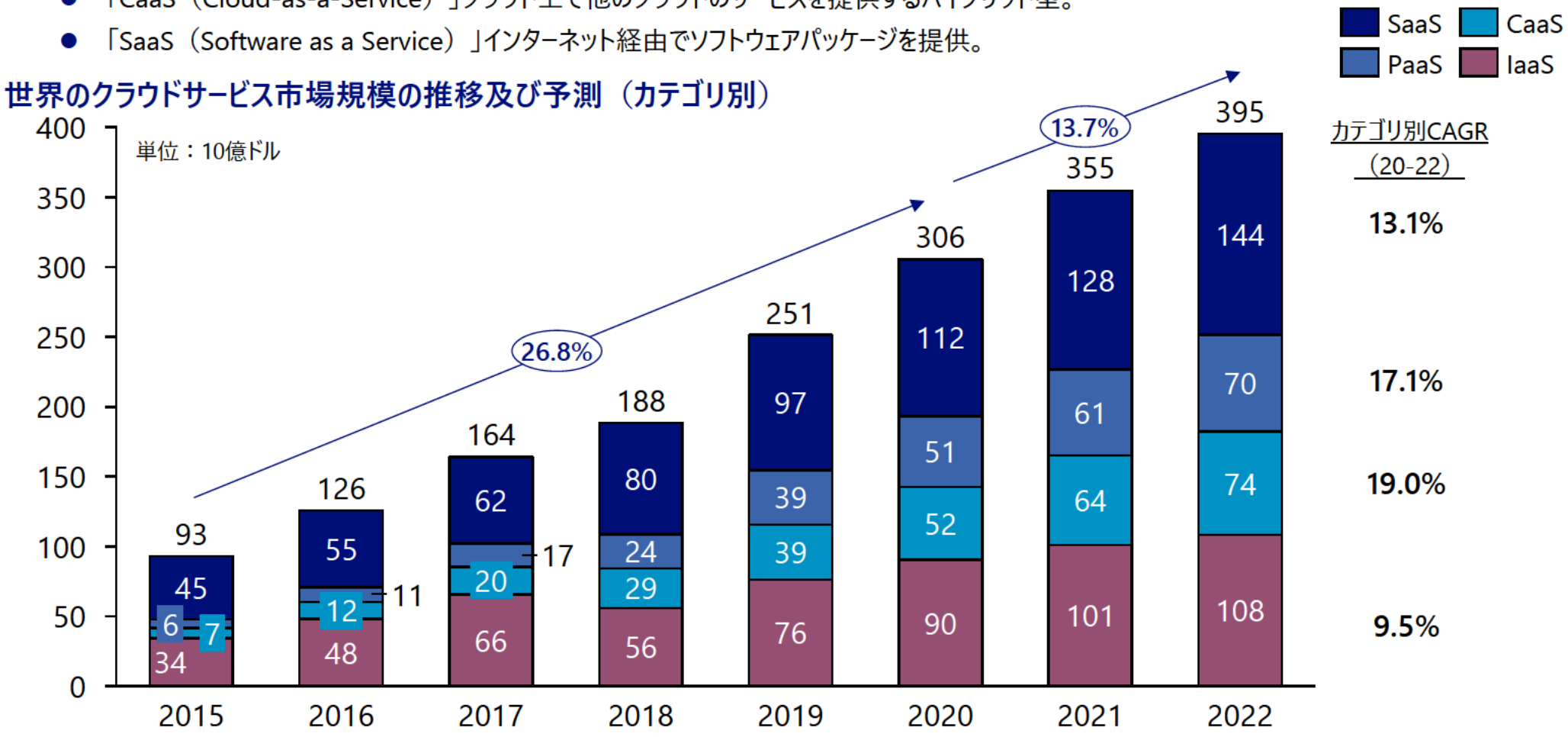
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Ｇによる社会変化
クラウドサービス市場規模は大きく拡大しており、22年にかけてはCAGR13.7%で成長。

■ クラウド関連サービスはCAGR(15-20) 26.8%で成長してきた。今後はCAGR(20-22) 13.7%での成長を見込む。

- 「IaaS（ Infrastructure as a Service）」インターネット経由でハードウェアやICTインフラを提供。
- 「PaaS（Platform as a Service）」SaaSを開発する環境や運用する環境をインターネット経由で提供。
- 「CaaS（Cloud-as-a-Service）」クラウド上で他のクラウドのサービスを提供するハイブリッド型。
- 「SaaS（Software as a Service）」インターネット経由でソフトウェアパッケージを提供。

世界のクラウドサービス市場規模の推移及び予測（カテゴリ別）



出所）総務省(Informa)

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Gによる社会変化　　Big data社会とAIエンジン

■ Intel社は、人類が生み出すデジタルデータ量は、2020年に50ZB（10^{21}B）を超え、2025年には175ZBに急拡大すると予測している。また、このようなビッグデータを処理するために、人工知能（AI）半導体市場も急拡大し、2020年には100億米ドルを超え、10年後には10倍になると予測されている。

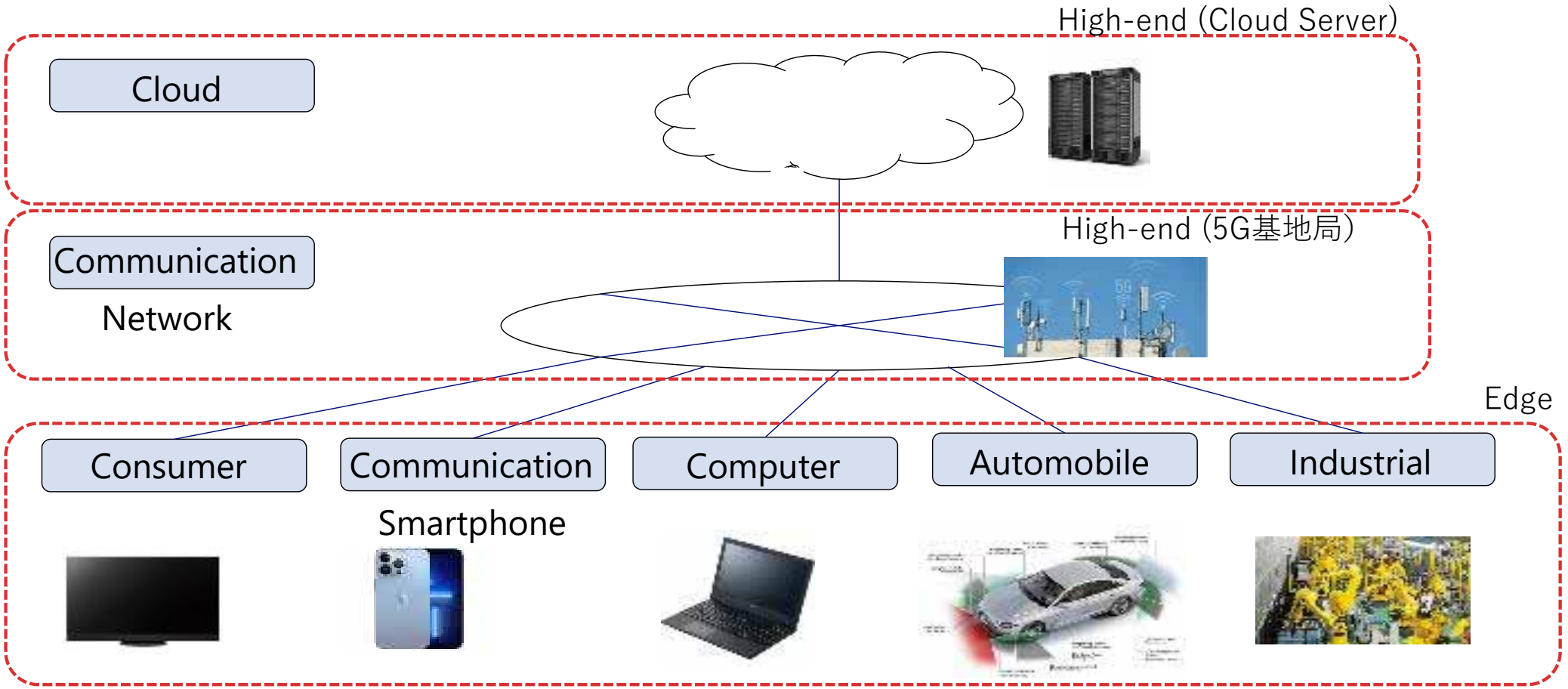
人類が生み出すデジタルデータ

AI半導体市場の推移

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Ｇによる社会変化　　エレクトロニクス

- ５Ｇ普及により、ネットワークはより高速になり、2023年には、全世界人口の70％がネットワークサービスを利用し、ネットワークに繋がる端末は、300億個を超える。爆発的なデータトラフィックの成長が今後も予想され、これを支える通信ネットワークとハイエンドサーバで構成されるデーターセンタで、先端デバイス利用が増加し続ける。
- 膨大なデータを処理するため、Edgeである端末にもAIの搭載が進み、半導体需要を喚起し続けるものと予想される。

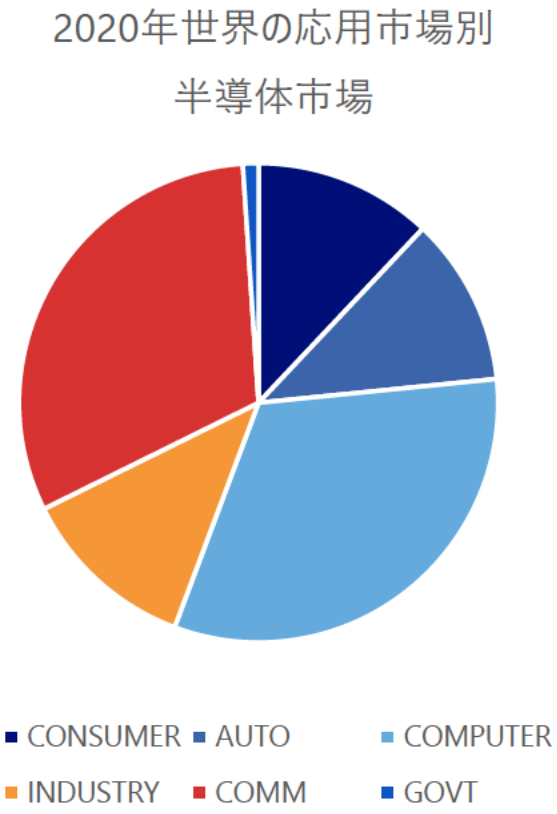


Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

半導体の応用分野別市場

- 半導体市場は、コンピュータとコミュニケーションの２大応用分野に牽引され、成長を遂げている。
- 既に、半導体は、社会のあらゆる分野で使用され、人の社会活動で得られる情報（知識、映像、画像等）を処理し、社会のインフラデバイスとして成長を続けている。
- さらに、AIやBig Data処理などデータ処理が社会のあらゆるシステムで当たり前に使用されるようになり、さらなる拡大が続くものと考えられている。
- 今後は、第３の柱として「自動車分野」が有望視されており、エンジン制御のみならず、自動運転など自動車の知能化・電子制御が進展する。



出所）WSTS

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Ｇのネットワーク構成

■ ５Ｇネットワークは、４Ｇ同様に、コアネットワーク（CN)と無線アクセスネットワーク（RAN)で構成される。

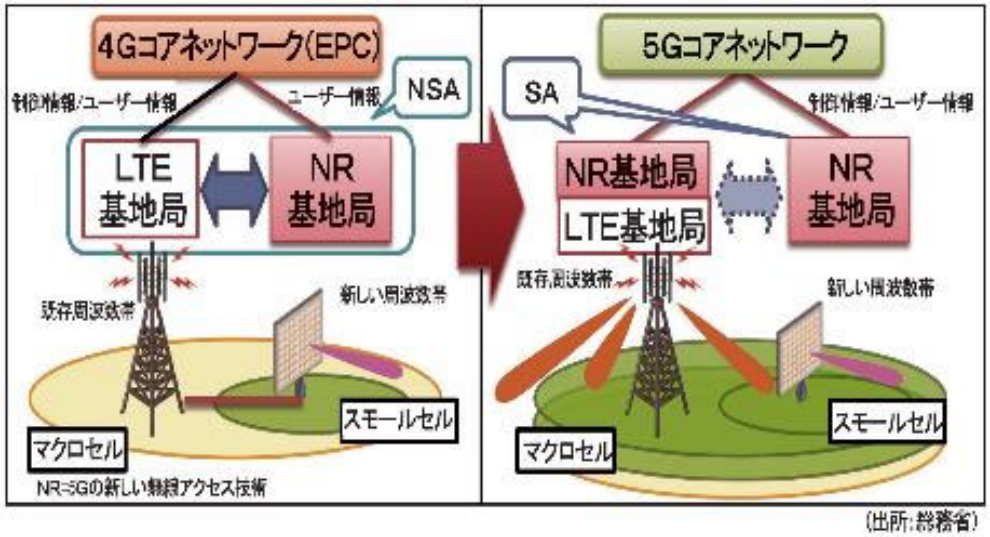
■ 5Gコアネットワークは4Gのコアネットワークに対して以下の特徴がある。

- コアネットワーク内のC/U機能を分離（U：ユーザデータの送受信処理のユーザプレーン 。C：通信の一連の制御処理を指す制御プレーンを分離して制御）
- サービスベースアーキテクチャ（SBA）の採用（５Ｇプラットフォームをサービスごとに分離運用が可能）
- エンド・ツー・エンドネットワークスライスへ対応（ネットワークをサービスレイヤごとにスライスして構成）
- Massive MIMO　（複数のアンテナで、複数に分割された異なるデータを同時に送受信することが可能になる）

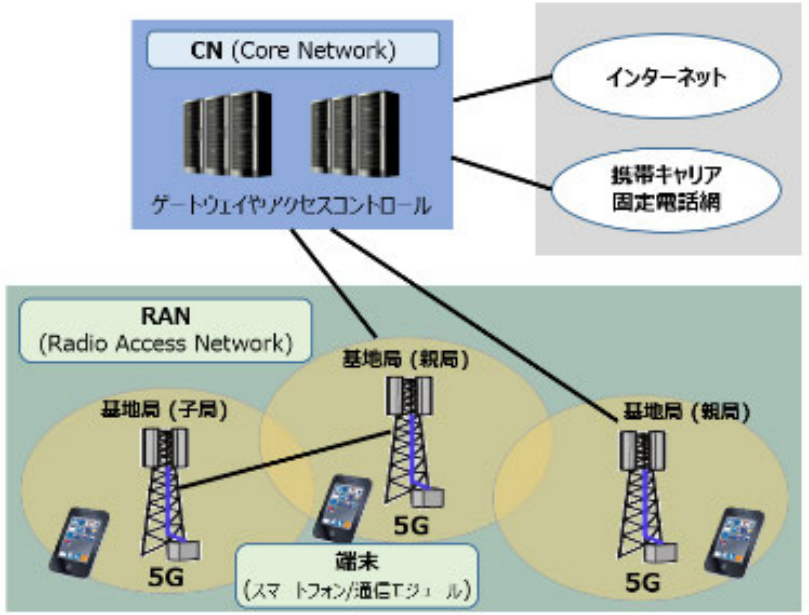
４Ｇと５Ｇのネットワーク構成の比較

最大通信速度	１Gbps	10−20Gbps
通信遅延時間	10ms	1ms
最大同時接続台数	10万台／１Km2	100万台／１Km2
周波数帯	800MHz～3.5GHz	3.7～28GHz（ミリ波帯）

ネットワーク構成



５Ｇネットワークのイメージ



出所）パナソニック

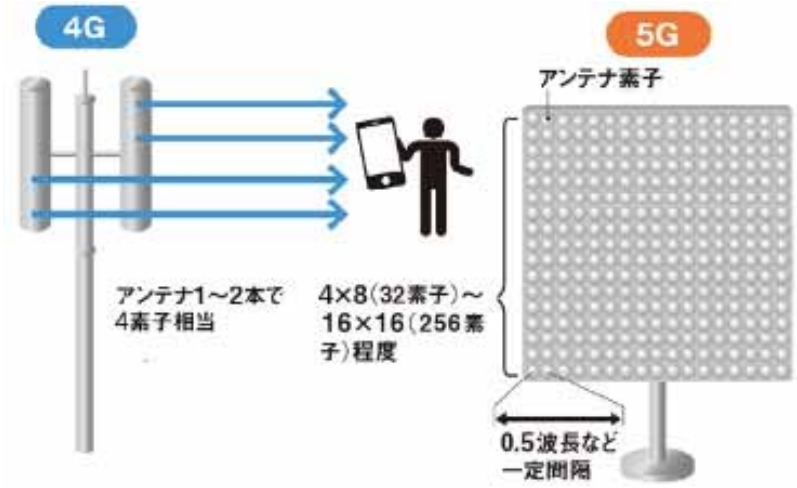
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Gのコア技術　Massive MIMO（Multi-Input Multi-Output）

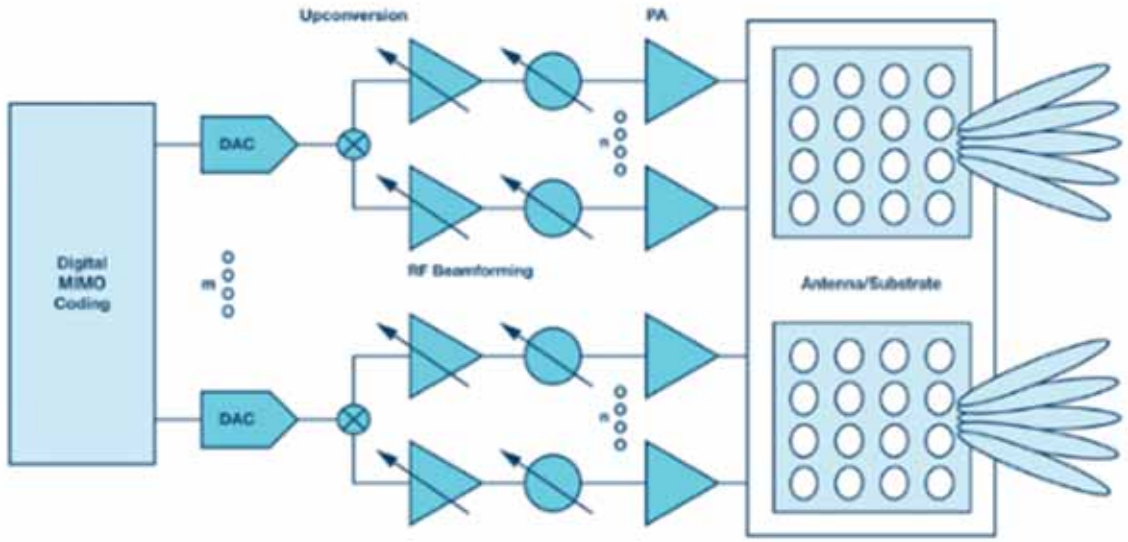
■ Massive MIMO（Multi-Input Multi-Output）

- 5G通信では、多くのユーザが同時にアクセスを可能にする機能MIMO（Multi-Input Multi-Output）機能を拡張したMassive MIMOが採用されている。これにより高度な変調方式を使い、波形が複雑な電波でも確実に伝送でき、伝送途中に生じる信号の減衰や障害物や電波干渉などによる影響が減らせるなどの特徴を実現している。
- 回路構成としては、送信のパワーアンプと複数のアンテナでビームフォーミングをする回路機能と、さらに、送受信のシグナルをコントロールするコントローラーなどで構成されている。

５GのMassive MIMOアンテナ



Massive MIMOの回路構成イメージ

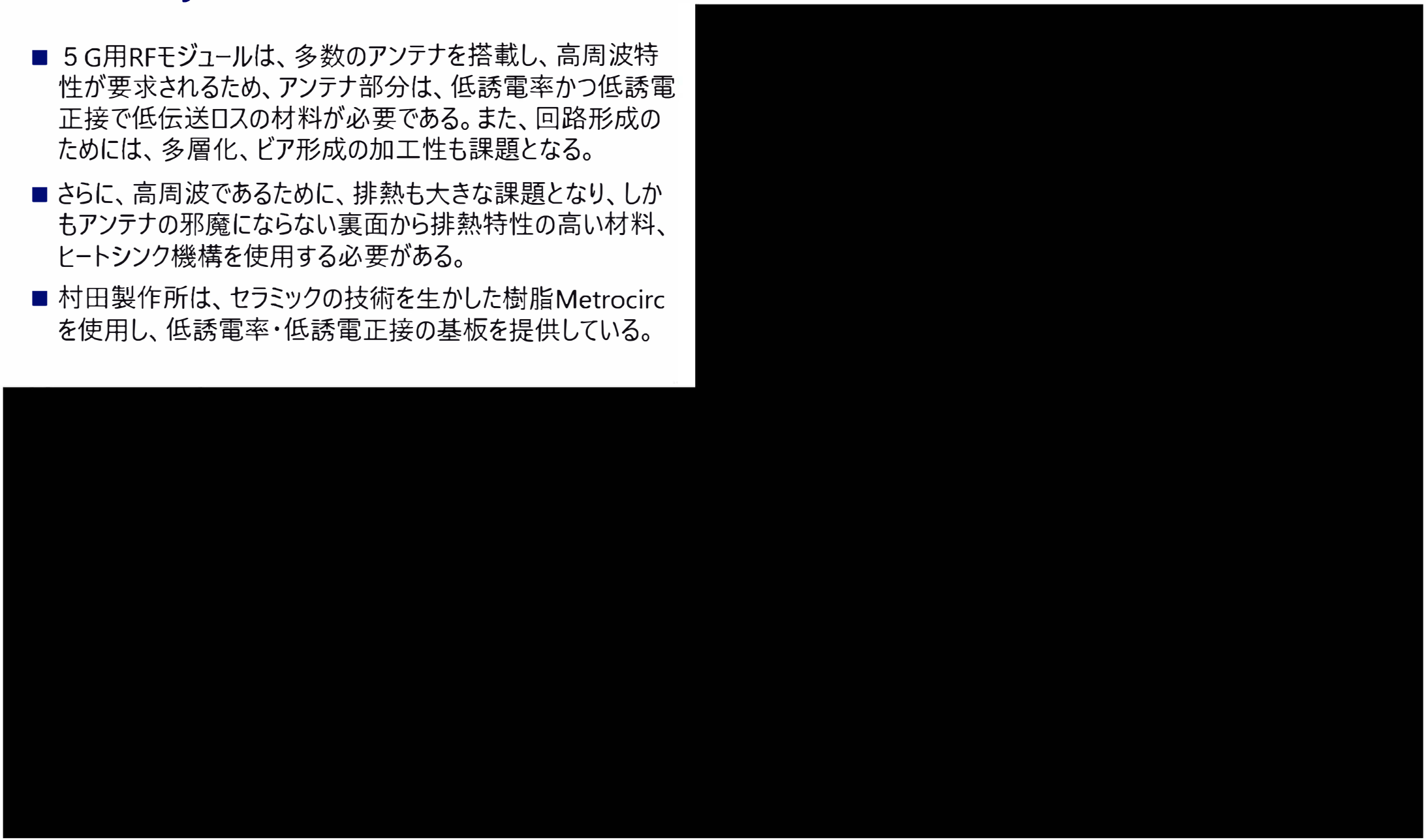


出所）NEC

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
５Ｇ／Beyond５Ｇ向け基地局用デバイス　RFモジュール

- ５Ｇ用RFモジュールは、多数のアンテナを搭載し、高周波特性が要求されるため、アンテナ部分は、低誘電率かつ低誘電正接で低伝送ロスの材料が必要である。また、回路形成のためには、多層化、ビア形成の加工性も課題となる。
- さらに、高周波であるために、排熱も大きな課題となり、しかもアンテナの邪魔にならない裏面から排熱特性の高い材料、ヒートシンク機構を使用する必要がある。
- 村田製作所は、セラミックの技術を生かした樹脂Metrocircを使用し、低誘電率・低誘電正接の基板を提供している。

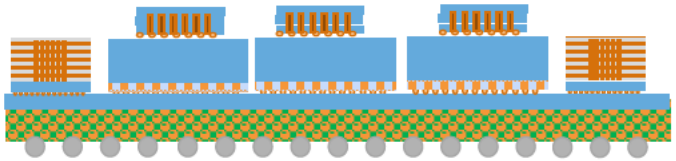


１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
ハイエンドデバイスのパッケージ発展シナリオ

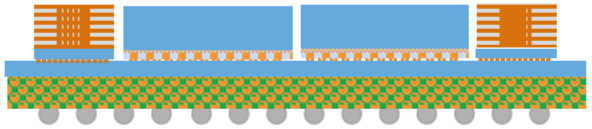
- サーバー、AIエンジンなどのハイエンドデバイスにおいては、モノリシックな高集積化だけではなく、2.XD、3Dの技術をフルに組み合わせた高集積化が図られている。代表的な例としては、Intel Foveros,TSMC CoWoSなどの開発・実用化が進展している。
- 技術的なチャレンジとしては、μBump、TSV、ダイレクトボンディングなどの技術を用いて高速の配線接合による集積化が進められている。

2020年	2024年	2030年

FanOut WLP＋Si Interposer
HBM　12層　TSV＋ダイレクトボンディング
uBump



FanOut WLP＋Si Interposer
HBM　8層　TSV＋uBump

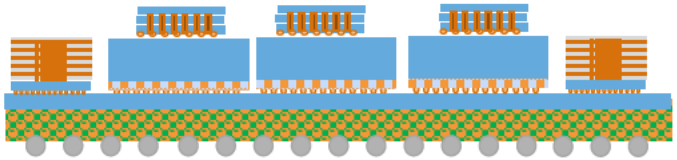


シナリオ2

課題：
・チップレット数増加
・大面積・高密度化

Si Interposer＋TSV、ダイレクトボンディング及びuBump組み合わせによる高集積化

3 DSoC＋Si Interposer　ダイレクトボンディング
HBM　12層　TSV

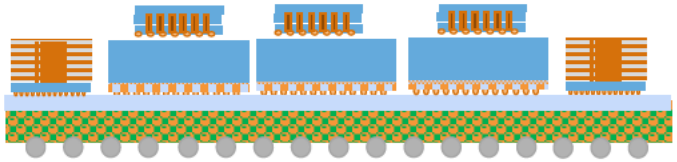


シナリオ 1

課題：
・TSV、ダイレクトボンディングプロセスの確立

Si Interposer＋ダイレクトボンディングによる高集積化

3 DSoC＋Glass Interposer
HBM　12層　uBump



Glass Interposer
Buildup

シナリオ 3

課題：
・Glass Interposerプロセスの確立
・TSV、uBumpプロセスの歩留り向上

Glass Interposerの実用化

出所）各社公開情報、有識者インタビューよりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
ハイエンドデバイスのパッケージ発展シナリオ

- ハイエンドデバイスは、高速データ処理性能が求められ、最大ピン数5300pinにまで高集積化が進む。チップ間のバンド幅は、既に１Tbpsを越え、2031年には、12 Tbpsに達する見込み。
- チップ間の接合にTSV、μBump、ダイレクトボンディングなどの技術を導入することで、多端子化によるバス幅の拡大、配線長縮小による配線遅延の低減とI/Oバッファの軽減を可能にし、高速性能を実現する。
- μBumpやダイレクトボンディングを用いてチップを積層した構造チップオンチップ(Chip on Chip; 以下CoC)構造で統合し、複数のチップのモジュールとして高性能デバイスを実現する3D Chipletが実用化されるようになる。
- 集積の基板となるシリコンインターポーザは、最小TSVピッチ6μ、最小TSV径3μと微細化が進展する。
- さらに、ハイエンドデバイスの実現のためには、材料レベルからの様々な開発が必要となり、サイズの異なるチップを、TSVを用いて積層実装する技術や、発熱密度が高く放熱経路の少ない構造からの放熱技術の開発が必要となる。

高性能用途のSiP

項目	特　性	2021年	2023	2025	2027	2029	2031
最大ピン数	ー	5,100	5,100	5,200	5,200	5,300	5,300
チップ間接続数	FC2次元積層	1,800	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600
チップ間バンド幅 [Gbps]	TSV/CoC 3次元積層	1,000	1,600	6,400	7,500	9,000	12,000
	FC2次元積層	1,000	1,000	1,600	1,600	1,600	1,600
最小チップ厚 [μm]	TSV/CoC 3次元積層	10	10	10	10	10	10
	FC2次元積層	100	100	100	100	100	100
最大積層数	TSV3次元積層	8	16	16	16	16	16

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

シリコンインターポーザ要求仕様ロードマップ

項目	2021	2023	2025	2027	2029	2031
最小TSVピッチ(μm)	20	10	10	6	6	6
最小TSV径(μm)	10	5	5	3	3	3
最大TSVアスペクト比	10	10	20	25	25	25
配線を含む最小Si厚み(μm)	100	50	50	30	30	30
最大 再配線層数：トップ側	4	4	4	4	4	4
最大 再配線層数：ボトム側	2	2	2	2	2	2

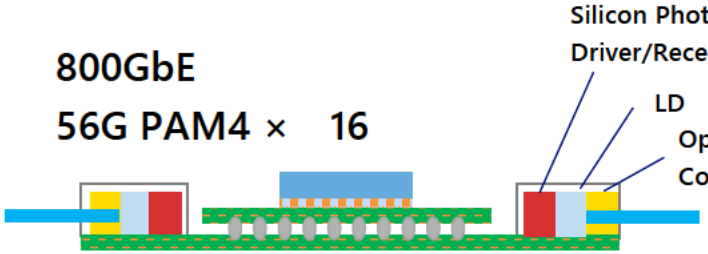
出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－２　技術開発動向と重要技術
１）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
ハイエンドデバイスのパッケージ発展シナリオ　基地局／データセンター用

2020年	2030年

800GbE
56G PAM4 ×　16

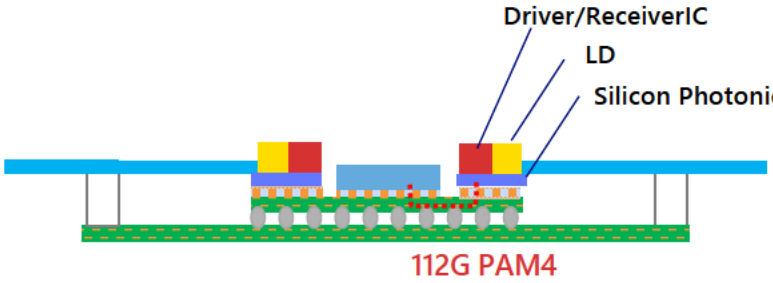


1.6TbE
112G PAM4 ×16

次世代高速通信向けに方式検討が行われている状況で、現時点では未だ方式が定まらない状況であり、あらゆる可能性を検討してゆく必要あり。

シナリオ１　**Co-Package Optics（CPO）**

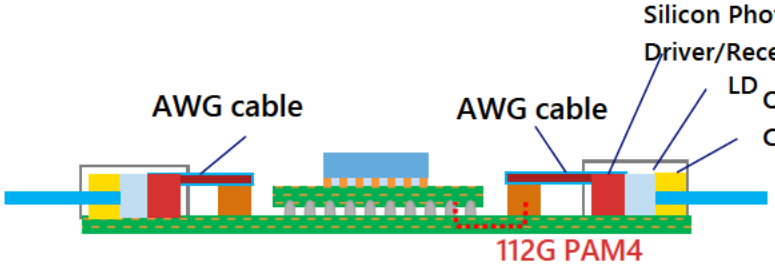
フォトニクス装置電子スイッチを１つのパッケージにまとめ、高速通信を図りつつ、低消費電力化の実現を図る。



課題：
・Silicon Photonicsをどのような技術で実現するのか

シナリオ２　**AWG cable**

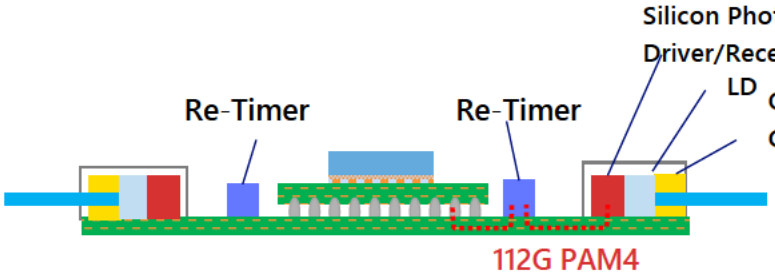
途中までAWG規格のケーブルで接続。



課題：
・FC-BGA
55-70mm
Df 0.009

シナリオ３　**HDI Mega8**

途中でRe-Timerを設け、シグナルの増幅を行う方式。



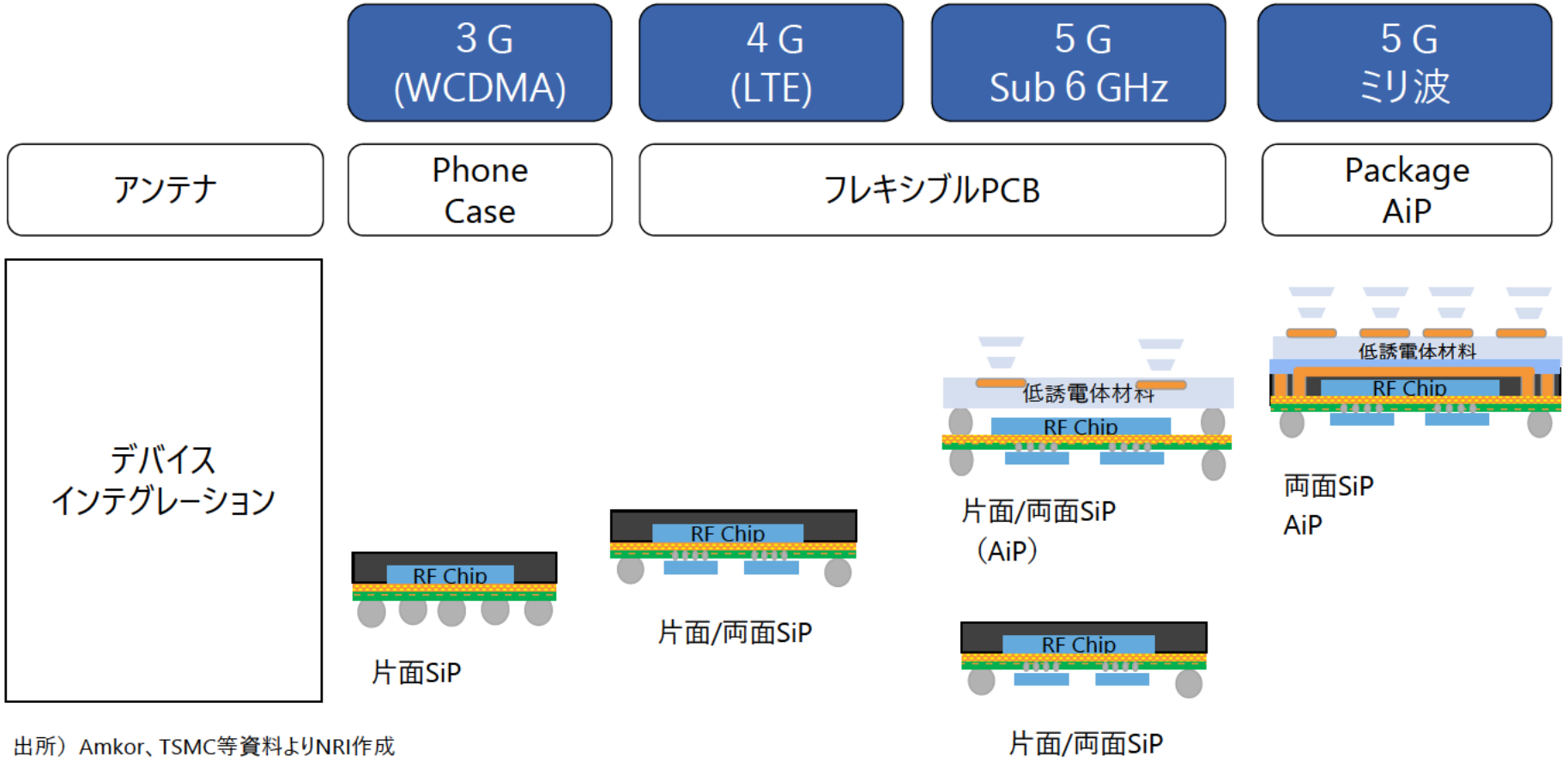
課題：
・FC-BGA
65-80mm
Df 0.004

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－２　技術開発動向と重要技術
２）主要キープレイヤの開発動向と注力技術
ハイエンドデバイスのパッケージにおける先進事例　５Ｇ

- ３Ｇ, ４Ｇは、薄型のスマートフォンの形状に対応して、スマホのケースを活用したものから、フレキシブル基板をベースにしたものへと薄型化が進んだが、５Ｇでは、RFモジュールとアンテナを一体化したAiPが登場する。
- しかも、ミリ波帯域に入り、シグナルの吸収を回避するため、高周波対応の材料・構造のパッケージが必要となる。

スマートフォンの世代交代とアンテナ/RFフロントエンドモジュールの進化



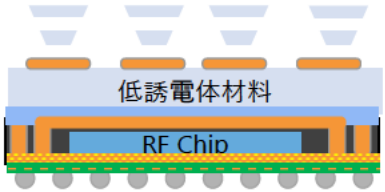
出所）Amkor、TSMC等資料よりNRI作成

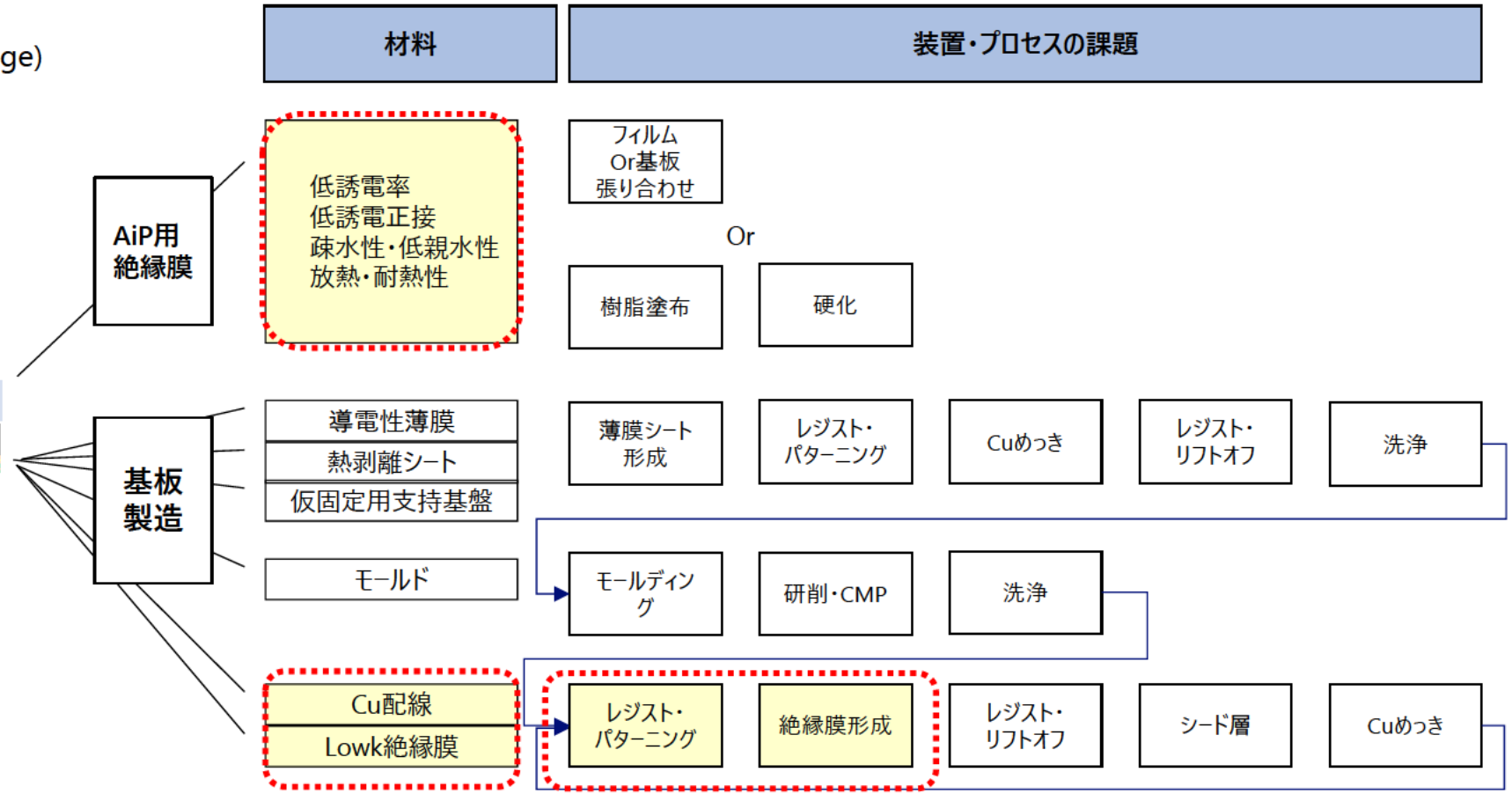
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
ハイエンドデバイスのパッケージにおける先進事例　5G/6G

- AiPは、5G向けパッケージとして実用化が始まっており、TSMCがInFOプロセスをベースで一つのパッケージに統合した製品を開発した他、Amkorなど各社が開発を競っている。
- アンテナ下部の絶縁材には、数多くの課題があり、厚膜でありながら低誘電かつ放熱性が高く、水分を含まないなど厳しい要求を満たす材料が必要とされている。しかも、量産性の高いプロセスである必要があるため、材料のみならず、デバイスメーカ、ファンドリー及びOSAT等とのプロセス開発が重要となる。

5G対応　AiP
(antenna in Package)





注）：技術革新工程　開発済領域（既存技術）　技術革新領域　技術未解決領域

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会協力によりNRI作成

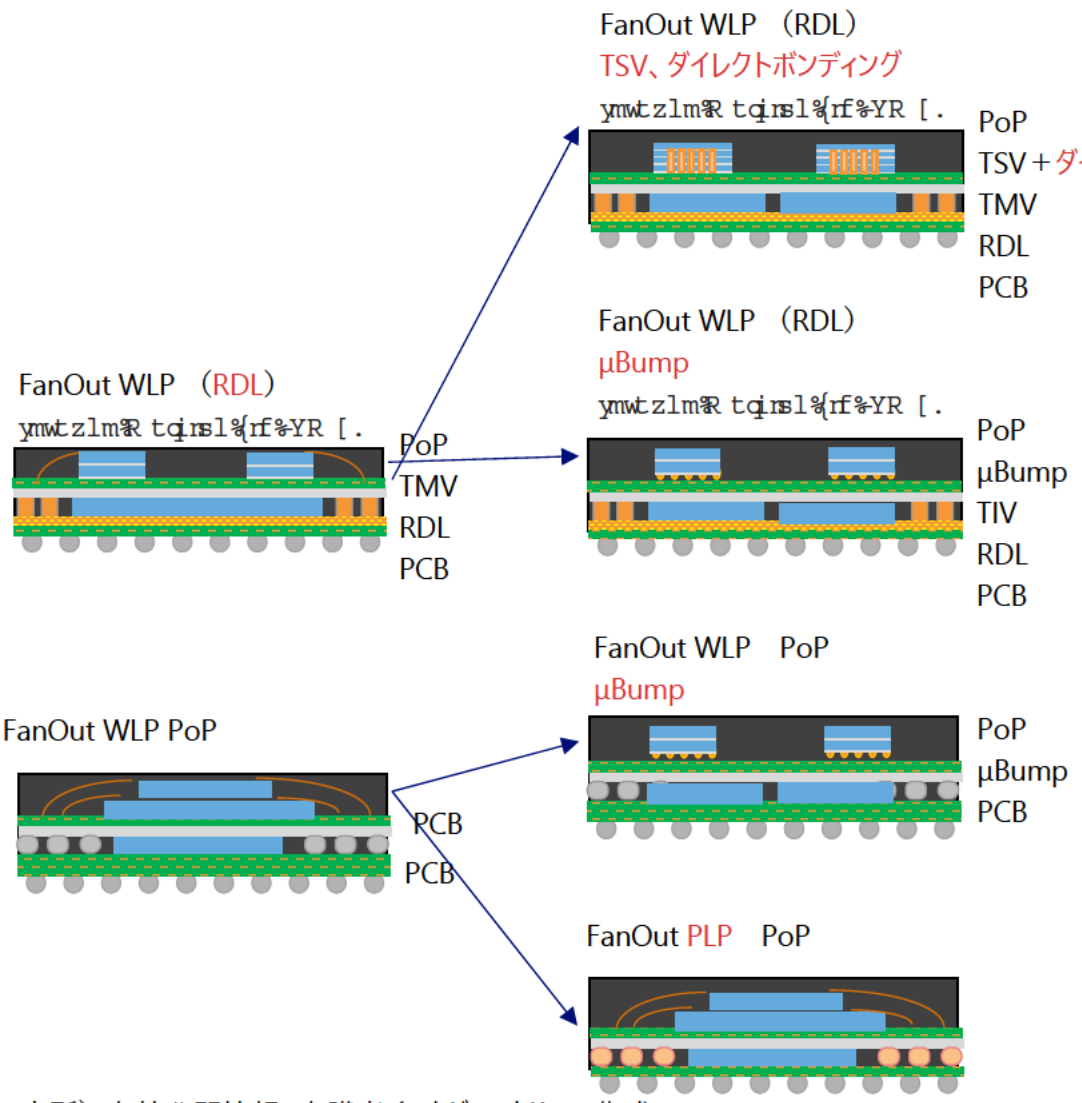
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

モバイル系コンシューマ電子機器のパッケージ発展シナリオ

■ RDL（再配線層）を使用し、3次元的にダイを積層し1チップ化する動きが活発になっており、ダイの接合はμBumpからダイレクトボンディングにシフトしてゆく可能性が高い。一方で、コスト的な面で、大判のパネルベースでの基板製造も進められている。

2020年	2024年	2030年



課題：
・コスト

シナリオ3 → メモリにTSV、ダイレクトボンディング

Wideband I/O

課題：
・どの規格か
・高速通信はSi,有機？

シナリオ2 → WideBand I/Oの利用

課題：
・RDLの加工プロセス
・μBumpの加工プロセス

シナリオ1 → 有機RDLにμ-Bumpを使用

	現状	2030
L/S	5/5um？	2/2
Via	100um	70 or 60
層数	上4/下2	4/2？
μBump		

課題：
・高集積化が進まない
・μBumpの加工プロセス

シナリオ4 → 従来基板にμ-Bumpを使用

	現状	2030
L/S	10/10um	5/5 or 2/2
Via	100um	70 or 60
層数	上4/下2	4/2？
μBump		

課題：
・PLPプロセス歩留り向上

シナリオ5 → PLP技術の実用化

	現状	2030
L/S	10/10um	5/5 or 2/2
Via	100um	70 or 60
層数	上4/下2	4/2？

出所）各社公開情報、有識者インタビューよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新
モバイル系コンシューマ電子機器のパッケージ発展シナリオ

- タブレットPCのようなモバイル端末において高速のMPU/GPUを低消費電力で動作させるには、チップ間接続をTSV＋Bumpでチップの上にチップを３次元的に接合･集積化（CoC）していくことが有効である。μBumpを用いることでチップ間接続によるインダクタンスやインピーダンスを低減できるのでワイドバスに最も適した接合が可能となる。Wide I/Oメモリの第一世代のバス幅は512 bitであるが、将来は4000 bitクラスの導入が検討されており、チップ間バンド幅は1Tbps以上になる見通し。
- チップ間の端子数は増加し続け、2027年に14,000pinに急増していく。導体線幅/間隔は、5/5μにまで縮小する。
- さらに、高速データ転送を可能にするため、ビルドアップ基板の材料革新も進み、少なくとも、Dk/Df＝2.7/0.002クラスが使用されるようになる。

コンシューマ電子機器用途のSiP

項　目	接続方法	2021年	2023	2025	2027	2029	2031
5チップ収納SiP高さ [mm]	–	1	1	0.8	0.8	0.6	0.6
PoP積層高さ(2段) [mm]	–	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
最大ピン数：ロジック	–	1,900	2,000	2,000	2,100	2,100	2,200
最小DAF厚 [μm]	WB	8	8	8	8	8	8
最小基板厚 [μm]	–	200	200	200	200	200	200
チップ間接続数	TSV+μbμmp	8,000	10,000	12,000	14,000	16,000	18,000
チップ間接続数 [pin]	CoC (Face-to-face)	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000
	WB	366	366	366	366	366	366
	PoP	366	366	366	366	366	366
チップ間バンド幅 [Gbps]	TSV+μbμmp	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	CoC (Face-to-face)	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800
	WB	34.1	34.1	34.1	34.1	34.1	34.1
	PoP	51.2	51.2	76	76	100.8	100.8
最小チップ厚 [μm]	TSV	10	10	10	10	10	10
	CoC	20	20	20	20	20	20
最大積層数	WB	18	15	15	15	15	15

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

コンシューマ電子機器用途ビルドアップ基板の要求特性: SiP, PoP

		2021	2023	2025	2027	2029	2031
最小リード（FCバンプ）ピッチ	μm	40	40	30	30	30	30
最小コア基板厚	μm	180	180	180	180	180	180
最小導体幅/間隙	μm	8/8	8/8	5/5	5/5	5/5	5/5
最薄導体厚	μm	8	8	8	8	8	8
最小貫通ビア径（コア層）	μm	80	80	80	80	80	80
最小ビア径（ビルドアップ層）	μm	45	40	30	30	30	20
最小貫通ビアピッチ（コア層）	μm	170	170	170	170	170	170
耐熱温度		150	150	150	150	150	150
ビルドアップ材 Tg <TMA>		180	180	180	180	180	180
ビルドアップ材線膨張率 α1 <X-Y>		12	12	10	9	9	9
ビルドアップ材　ヤング率		12	12	12	12	12	12
ビルドアップ材 Dk@1GHz		3.0	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
ビルドアップ材 Df@1GHz		0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002

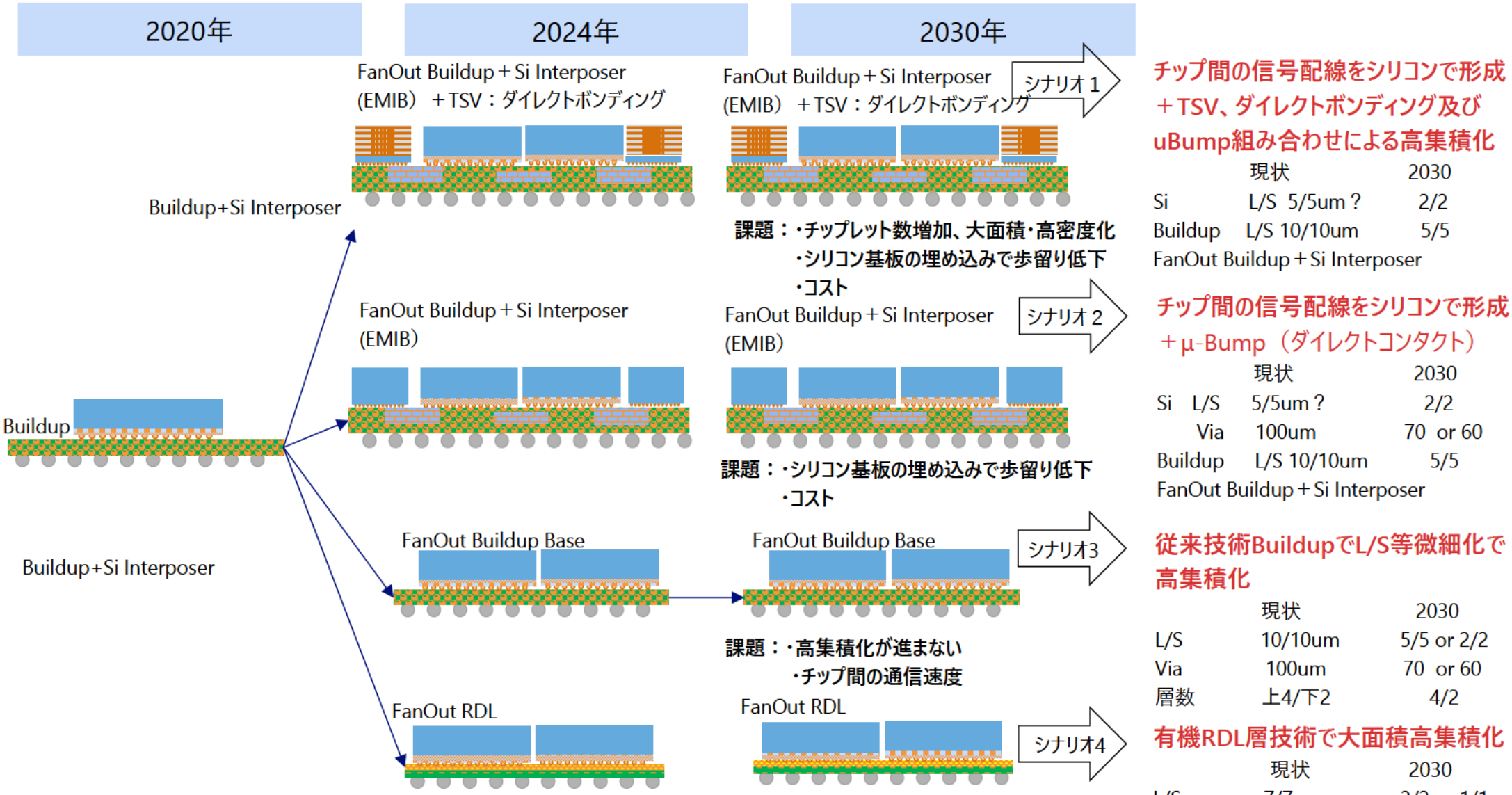
出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1）半導体ロードマップの整理と後工程の技術革新

コンピュータ（PC）のパッケージ発展シナリオ

■ Intelは、チップ間の伝送にシリコンブリッヂを用いて高集積化を図っているが、コスト的には、従来のビルドアップあるいはRDLを組み合わせた製造の可能性もあり、注視が必要である。



出所）各社公開情報、有識者インタビューよりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

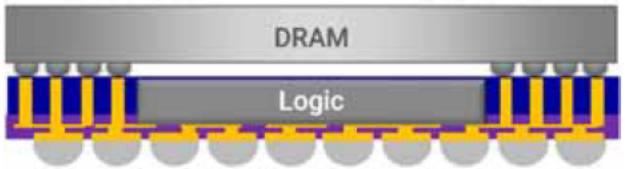
1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： TSMCのファンアウト (FO-WLP)プロセス技術

■ 半導体プロセスをリードするTSMCは、３D Fabricationにおいても市場をリードしている。
■ その技術は、大きく２つの技術に分かれる。シリコンウェハプロセスを利用して製造したインターポーザ上に、複数のチップを集積させるCoWoS (Chip-on-Wafer-on-Substrate）とチップとチップの間を有機の再配線層で接合させるInFO（Integrated Fan-Out）を実用化している。

■ InFO（Integrated Fan-Out）：
- シリコンダイの入出力パッドからパッケージの入出力端子へと入出力信号を再配置。高密度な再配線層(RDL:Re-Distribution Layer)は、薄膜プロセスで形成。

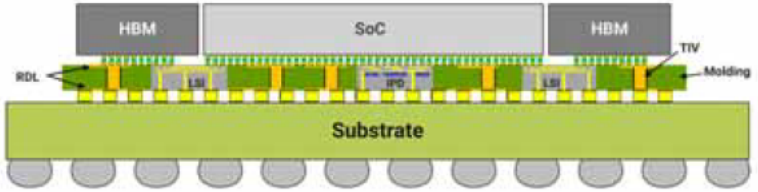
■ CoWoS(Chip-on-Wafer-on-Substrate）：
- 樹脂でできたパッケージ基板の上に、シリコンウェハプロセスで製造したインターポーザを配置し、その上に複数のシリコンダイを実装し、2.5Dパッケージを実現。
- AIエンジンやサーバー用エンジン、ハイエンドFPGAなど数多くの実用事例あり。

InFO PoP



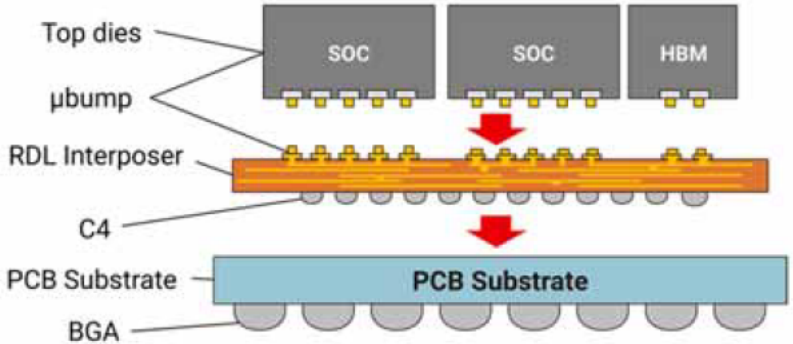
出所）TSMC HP

CoWoS-L



出所）TSMC HP

CoWoS-R

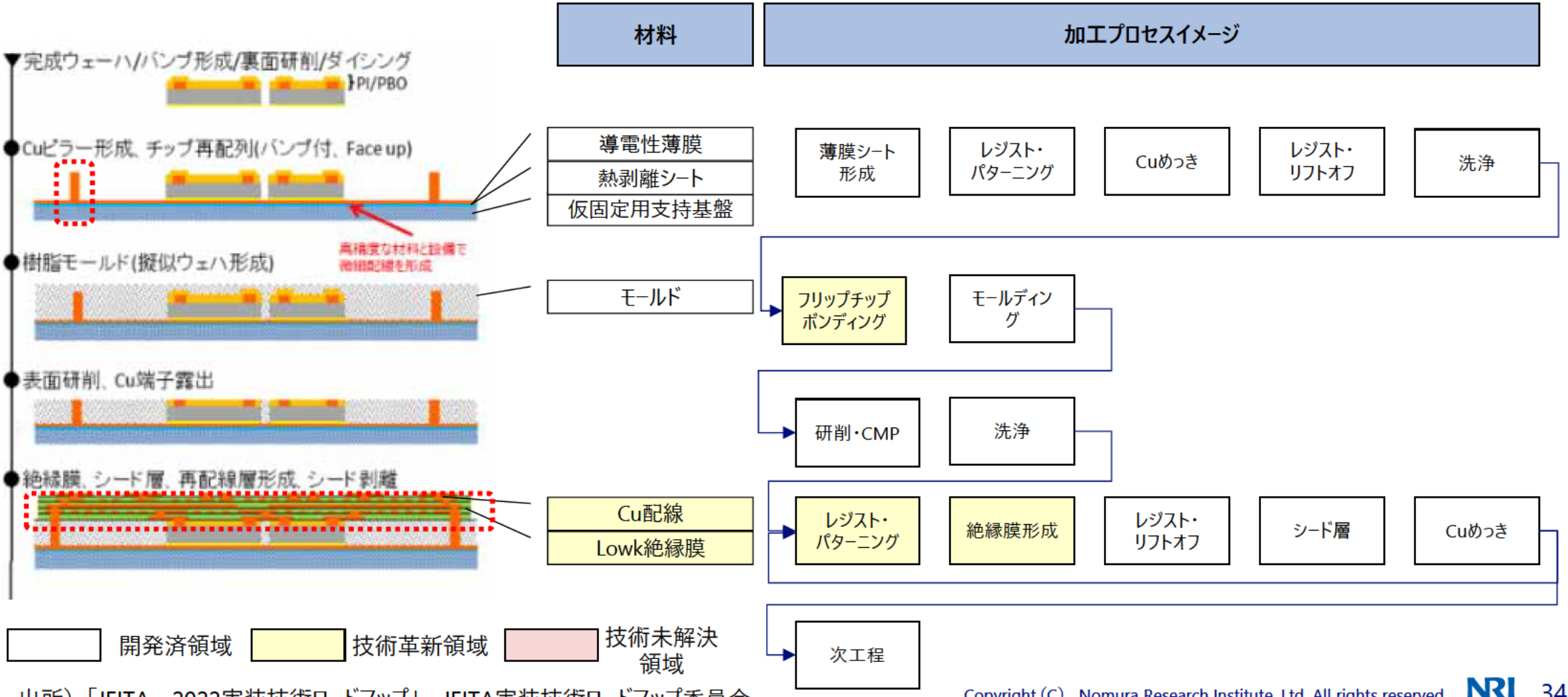


出所）TSMC HP

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： FanOut WLP Process Flow Image（1／2）

- 再配線層付FanOut WLPは、有機の配線層形成技術を活用したプロセス。このプロセスをリードしているのは、TSMCなどがある。
- デバイス形成をした完成ウェハにバンプ形成した後、裏面研磨をして薄化し、ダイシングにより個辺化する。仮固定用支持基盤に熱剥離シート（日東電工・リブアルファなど）と導電性薄膜を付けた後で、レジストパターンニングをし、Cuめっきを行う。レジストをリフトオフしてCuピラーを形成する。
- 個辺化したダイを搭載し、モールドを付け、疑似ウェハを形成。その後、ダイ搭載側のモールドを研削し、Cuの端子が見える状態にする。
- Low-kの絶縁材料を用いて再配線層（RDL）を形成し、配線層を完成させる。



出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： FanOut WLP Process Flow Image （1／2）

パッケージ構造		FO-WLP	FO-PLP	現行材料	新規必要材料(fr日本)	新規必要装置(fr日本)	備考
主要プロセス	重要技術	擬似ウェハ形成 RDL形成	パネル形成 RDL形成				
	現行主要装置						
商標名/代表パッケージ		InFO(tsmc)	FO-PLP(Samsung)				
技術概要		擬似ウェハやパネル基板上に、 バンプレスで再配線とパッドを形成					
Cuバンプ形成(FO-PKGの場合、Cuバンプをウェーに形成)	コータ／ラミネータ	○レジスト スピンコート	○レジスト スリットコート	左記、感光性レジスト	φ10μm 高感度LDI用レジスト	左記対応露光位置補正付き高速LDI	位置補正に時間を要する
	露光・現像	○ φ3~10μm, φ300mm ステッパー, LDI	○φ3~10μm, □500×400mm ステッパー, LDI				
	シード層形成/電解めっき	○	○	Ti/Cuスパッタ, Cu電解めっき	低面内ばらつきめっき液	低面内ばらつき装置(高抵抗めっき液と組み合わせ)	現行めっき液はめっき装置アノード電極からの距離でめっき厚みが変化
	シード層エッチング	○	○	Ti/Cuエッチング液 (アンダーカット; ~0.3μm)	低アンダーカット(~0.1μm)エッチング液	低アンダーカットエッチング装置	φ10μm以下バンプはアンダーカットの強度/信頼性への影響大
	洗浄	-	-	-	-	-	-
Chip搭載	フリップチップボンダー	◎	◎	汎用FO-WLP;仮固定材厚数十μm厚/Glass 、InFO; 仮固定材1μm未満厚+導電性仮固定材	左記InFO向け仮固定材	Fan-out用ICマウンター (±1μm以下, 10cps以上)	
封止(擬似ウェハ/パネル形成含む)	モールド封止	○	-	モールド樹脂	低温硬化, 低圧, 低硬化収縮樹脂	左記対応真空/薄樹脂モールド装置	日本メーカーが強い
	アンダーフィル封止	-	-	-	-	-	-
表面平坦化	グラインダー/CMP	○ CMP	○ CMP	ホイール/スラリー	Cu/誘電体材料/モールド材料用スラリー	低 コストウェハ /パネル用CMP	日本メーカーも参入
誘電体材料/レジスト塗布~パターニング	コータ／ラミネータ	◎誘電体材料 スピンコート	◎内層誘電体材料 スリットコート, 外層ABFラミネート	左記、誘電体材料(感光性/非感光性)、レジスト	φ3μm, L/S=1μm 低 Dk/Df 誘電体材料 (感光性. 非感光レーザ加工)	φ3μm, L/S=1μm Laser Direct Imaging(感光性), 高速/マスクレス Laser Direct Pattering(非感光性)	Dk/Dfと感光材添加剤は相反関係有 感光性溶剤現像は国により制限有(無機アルカリのみ)
	露光・現像	◎; φ5μm, L/S=2μm以下,φ300mm	◎; φ5μm, L/S=2μm以下,□500×400mm				
	レーザドリル	◎; φ20μm, L/S=10μm以下,φ300mm	◎; φ20μm, L/S=10μm以下,□500×400mm				
RDL配線形成	シード層形成/電解めっき	○	○	Ti/Cuスパッタ, Cu電解めっき	低面内ばらつきめっき液	低面内ばらつきめっき液(高抵抗めっき液)	低面内ばらつき； 高抵抗めっき液と設備の組み合わせ
	シード層エッチング/CMP	○	○	Ti/Cuエッチング液, スラリー	低アンダーカットエッチング液	低 コストウェハ /パネル用CMP	L/S=2μm以下;誘電体内埋め込み配線でCMPでCuめっきとシード層除去

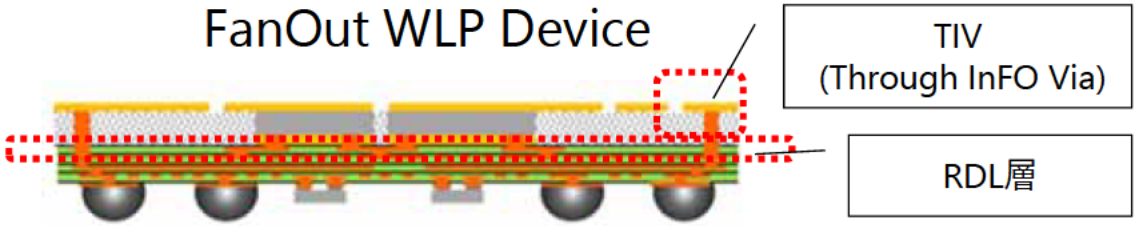
開発済領域　技術革新領域　技術未解決領域

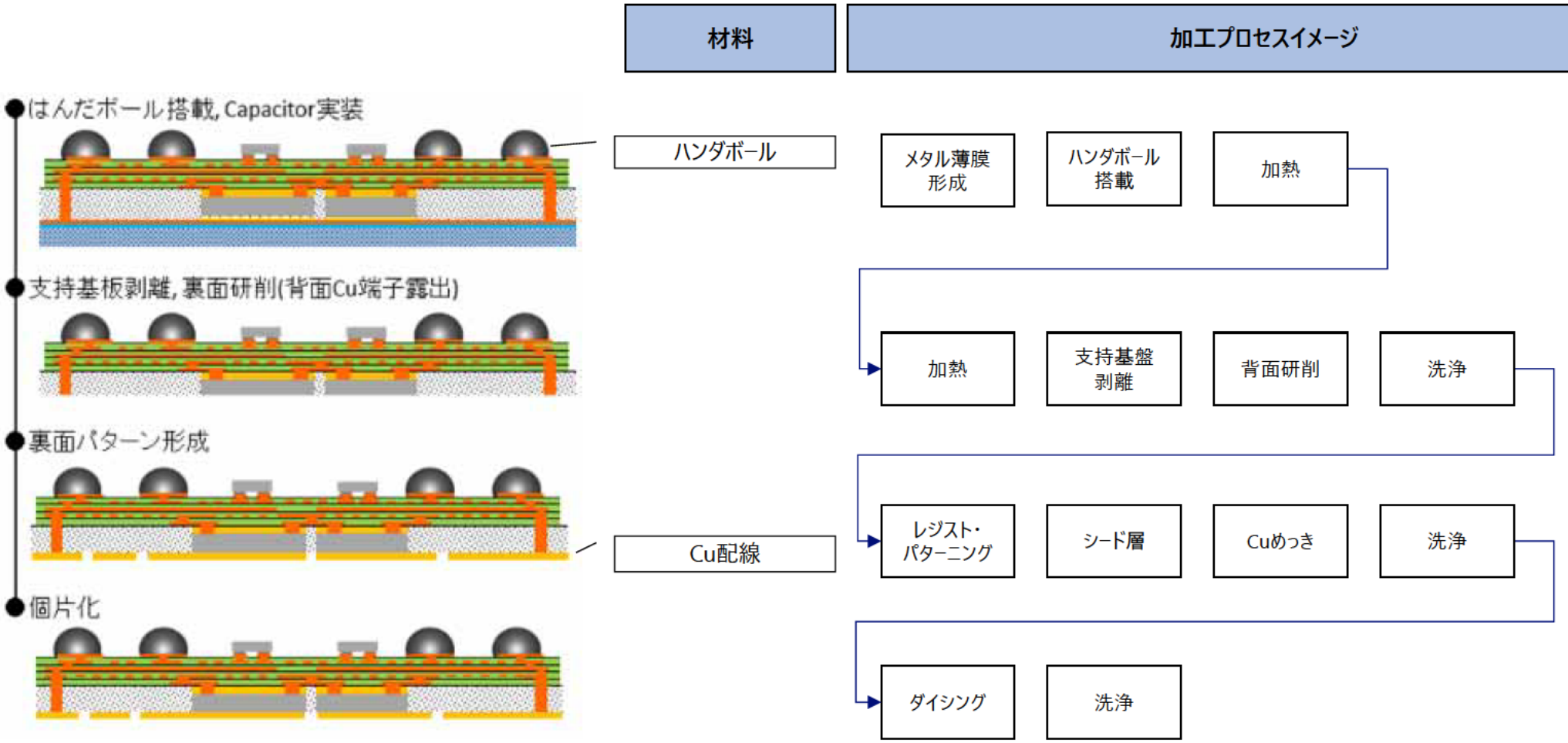
出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」 JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： FanOut WLP Process Flow Image（2／2）

- 配線層の最後の表層レイヤのハンダボール搭載箇所に、ハンダと親和性の高いメタル層を形成し、その上にハンダボールを搭載する。
- ハンダボールを搭載した後、支持基盤を剥離・研削・洗浄を行った上で、裏面に電源系となるCuの配線層を形成する。





出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： FanOut WLP Process Flow Image （2／2）

パッケージ構造		FO-WLP	FO-PLP	現行材料	新規必要材料(fr日本)	新規必要装置(fr日本)	備考
重要技術		擬似ウェハ形成	パネル形成				
主要プロセス	現行主要装置	RDL形成	RDL形成				
商標名/代表パッケージ		InFO(tsmc)	FO-PLP(Samsung)				
技術概要		擬似ウェハやパネル基板上に、バンプレスで再配線とパッドを形成					
Wet洗浄	洗浄器	○	○	有機溶剤洗浄液, 水洗浄液	-	-	有機溶剤洗浄は国により制限有
ハンダボール形成	ボール搭載機	○	○	φ50μm minSACハンダ	φ10μm minSACハンダ 200℃以下低温ハンダ	左記ボール搭載機	日本メーカーが強い
仮固定材剥離	デボンダ	○	○	- (UV, 熱剥離)	短時間剥離材料	低ダメージ剥離装置	USメーカーが強い
リフロー	リフロー炉	○	○	260℃ピークN2リフロー炉, ギ酸リフロー炉	-	-	-
バックグラインド		○	-	バックサイドフィルム	-	-	日本メーカーが強い
ダイシング	ダイサー	○	○	ブレード/レーザ	-	-	日本メーカーが強い

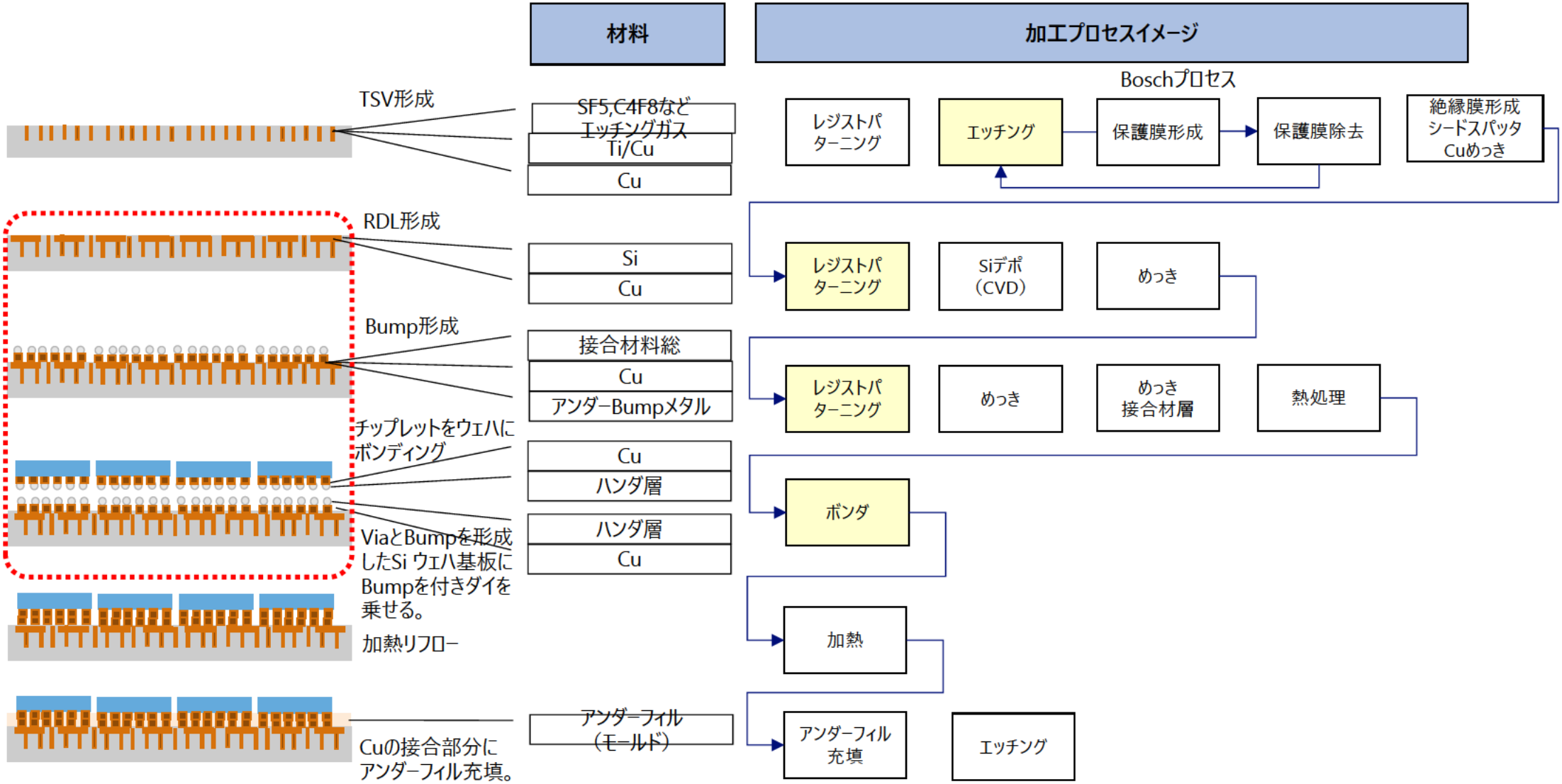
注）　開発済領域（既存技術）　技術革新領域　技術未解決領域

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」 JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： チップ・オン・ウェハSoC（TSVあり）（1/2）

■ パッケージ基板の上にシリコンインターポーザを中間基板として、複数のシリコンダイをマイクロバンプによって接続し、シリコンインターポーザの表面と裏面はTSV(シリコン貫通ビア)によって接続した構造を持つ。TSMCのCoWoS (Chip on Wafer on Substrate)が代表例。



注）　：技術革新工程　開発済領域（既存技術）　技術革新領域　技術未解決領域

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会協力によりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：チップ･オン･ウェハSoC（TSVあり）（1／2）

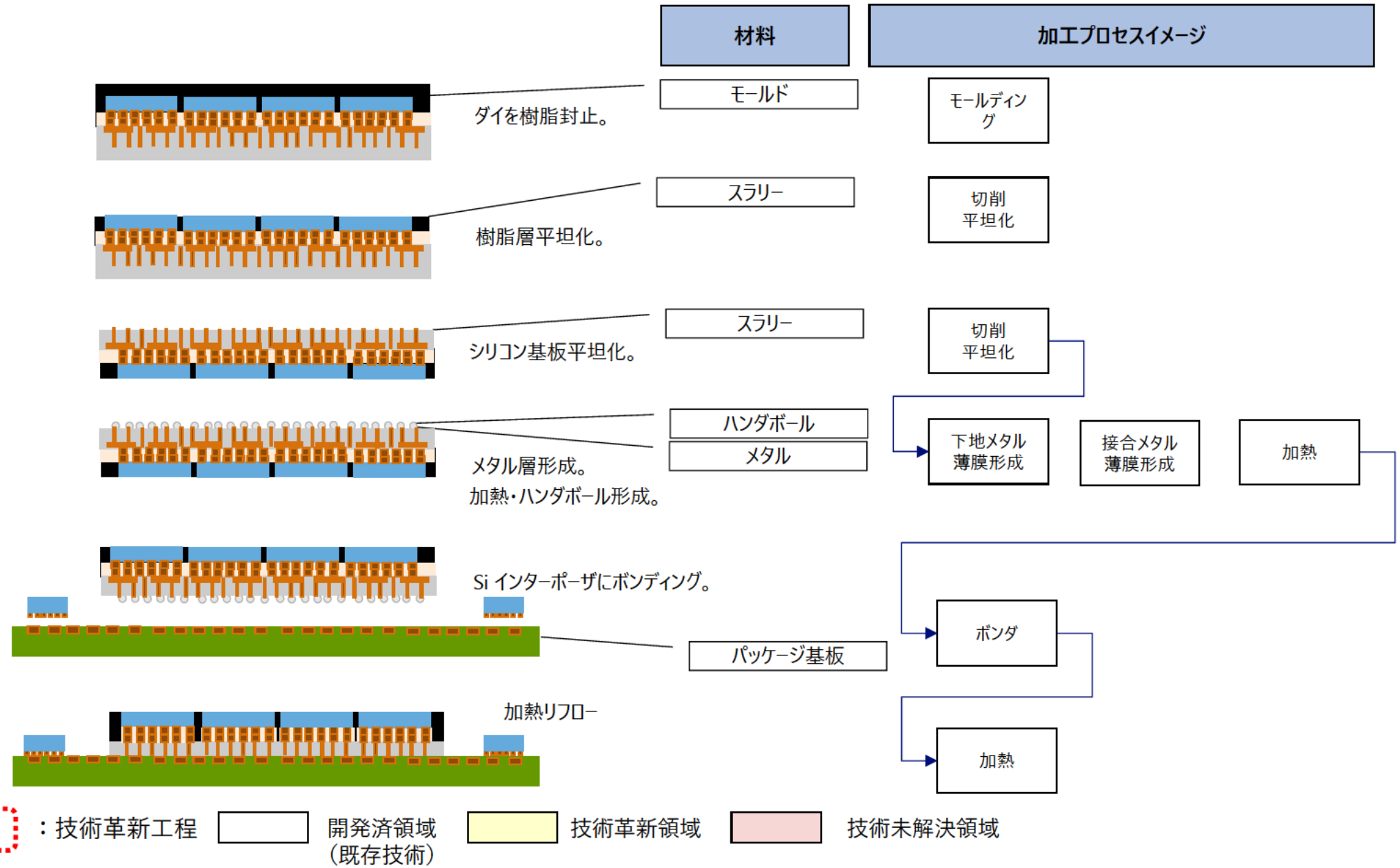
パッケージ構造		2.1D, 2.3D, 2.5D SiP	3D SiP	ハイブリッドボンディング	現行材料	新規必要材料(fr日本)	新規必要装置(fr日本)	備考
	重要技術	μBμmp インターポーザ	TSV 3D積層	ウェハ表面清浄化 ボンディング方法				
主要プロセス	現行装置							
商標名/代表パッケージ		CoWoS/Flip Chip BGA		DBI(SoIC, Foveros含む)				
TSV形成	ウェハ仮固定装置	◎2.5D TSV付きSI インターポーザーに形成	◎実装ICに形成	○BEOL工程で形成	レーザー透過ガラス, 200°C以上耐熱	短時間固定材料	低ダメージ固定装置	日本メーカー弱い/参入 Si Interposer用TSVは安価化または、下記誘電体材料を使用した有機基板への移行が必要
	Si Boschエッチャー				エッチングガス	低コストエッチングガス	左記装置	
	CVD装置				SiO2膜形成ガス	等方性膜成長ガス	左記装置	
	スパッタ装置				Ti/Cu, Niなど	等方性膜成長ガス, シード用無電解めっき液	左記装置	
	めっき装置				電解Cuめっき液	異方性成長めっき液	左記装置	
	CMP				スラリー	低コストスラリー	左記装置	
	ウェハ剥離				- (UV, 熱剥離)	短時間剥離材料	低ダメージ剥離装置	
	露光・現像	◎ φ3~10μm, φ300mm ステッパー, LDI	◎φ3~10μm, □500×400mm ステッパー, LDI					
Chip搭載	ボンダ; ±3μm以下, 5cps以上	-	-	◎; COW用ボンダ ±0.1μm以下(ウェハボンディングはBEOL工程)	ハイブリッドボンディング (真空＋アンモニア系ガス＋プラズマ、プラズマ活性＋DIW＋貼り合わせ；プラズマ種類はAr/N/O?)	新ハイブリッドボンディング技術	新ハイブリッドボンディング技術; ウェハ貼り合わせ 150nm(2021)~50nm(2025) ハイブリッドボンディング用ICボンダ ±0.2μm(Besi, 芝メカ, ASM)	ハイブリッドボンディング技術はXperiライセンス(DBI®)が独占 チップマウンター精度； ±0.2um(ハイブリッド)
	フリップチップボンダ	◎ ±1.5μm, 10sec/chip (プロセス時間含)	◎ ±1.5μm, 10sec/chip (プロセス時間含)	-	-	-	[3D一括ボンディング装置]	チップボンダ精度； ±1.5um(微細フリップチップ), ±5um(リフロー可能フリップチップ)
封止(擬似ウェハ/パネル形成含む)	モールド封止	○	○	○	モールド樹脂/MUF	狭Gap, 低コストMUF,(3D一括モールド材料)	左記対応真空/薄樹脂モールド装置 (3D一括モールド装置)	日本メーカーが強い

注）：技術革新工程　開発済領域（既存技術）　技術革新領域　技術未解決領域

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」 JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：チップ・オン・ウェハSoC（TSVあり）（2/2）



出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」 JEITA実装技術ロードマップ委員会協力によりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：チップ･オン･ウェハSoC（TSVあり）　（2／2）

パッケージ構造		2.1D, 2.3D, 2.5D SiP	3D SiP	ハイブリッドボンディング	現行材料	新規必要材料(fr日本)	新規必要装置(fr日本)	備考
	重要技術	μBμmp インターポーザ	TSV 3D積層	ウェハ表面清浄化 ボンディング方法				
主要プロセス	現行装置							
商標名/代表パッケージ		CoWoS/Flip Chip BGA		DBI(SoIC, Foveros含む)				
表面平坦化	グラインダー/CMP	○	○	○BEOL工程で平坦化	ホイール/スラリー	インターポーザー基板(パネル)用低コストスラリー, Cu凹み無ハイブリッドボンディング用スラリー	左記インターポーザー,ウェハ用CMP	日本メーカーも参入
誘電体材料/レジスト塗布~パターニング	コータ／ラミネータ	○誘電体材料 スリットコート	○誘電体材料 スリットコート	BEOL工程で形成	インターポーザー基板用誘電体材料(感光性/非感光性)、レジスト	φ5μm, L/S=1μm以上/未満に関わらず低Dk/Df誘電体材料 (感光性. 非感光性) 非感光性はDual damascene加工対応	φ5μm, L/S=1μm以上/未満に関わらずLaser Direct Imaging(感光性), Laser Direct Pattering(非感光性) 非感光性はDual damascene加工設備	Dk/Dfと感光材添加剤は相反関係有 感光性溶剤現像は国により制限有(無機アルカリのみ)
	露光・現像	◎ Via φ2~3μm, L/S=1μm未満,φ300mm(1μm未満はBEOLで形成)	◎ Via φ2~3μm, L/S=1μm未満,φ300mm(1μm未満はBEOLで形成)	BEOL工程で形成				
	レーザドリル	◎ φ20μm, L/S=10μm以下,φ300mm	◎ φ20μm, L/S=10μm以下,□500×400mm	BEOL工程で形成				
	シード層エッチング/CMP	○		BEOL工程で形成	Ti/Cuエッチング液, スラリー	低アンダーカットエッチング液	低コストウェハ/パネル用CMP	L/S=2μm以下;誘電体内埋め込み配線でCMPでCuめっきとシード層を除去
個片化	個片化設備	○		◎	ブレード/レーザ	ハイブリッドボンディングチップ対応チッピングレスダイシング材料 (？ガス, etc.)	ハイブリッドボンディングチップ対応チッピングレスダイシング設備 (ドライエッチング/プラズマエッチング)	日本メーカーが強い

注）：技術革新工程　開発済領域（既存技術）　技術革新領域　技術未解決領域

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

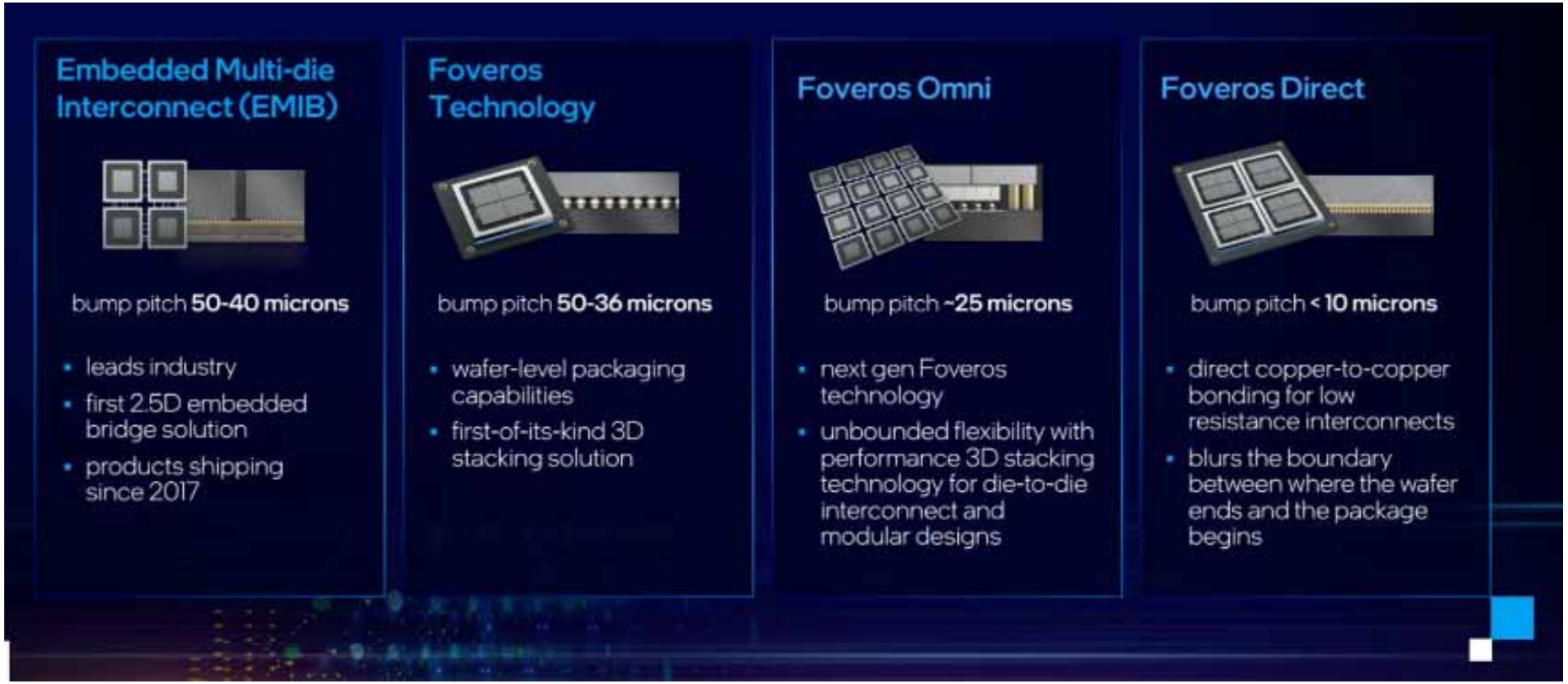
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－２　技術開発動向と重要技術
２）主要キープレイヤの開発動向と注力技術： Intelの3次元パッケージ技術（後工程）

Intelの3次元パッケージ

- EMIB（Embedded Multi-Die Interconnect Bridge）：ビルドアップ基板にSi配線基板を埋め込み集積化
  - デュアルレチクルサイズデバイスで、モノリシック設計とほぼ同じパフォーマンスを実現。
  - 次世代EMIBは現行の55μmのバンプピッチから45μm、そして40μmに集積化予定。
- Foveros：TSVで異なるチップを集積化
  - 36μmのバンプピッチで、複数のテクノロジーノードにまたがるチップレットを同時に実装することで、5～125Wの熱設計範囲で使用できる。Meteor Lakeに適用。
- Foveros Direct：2024年に、ハイブリッドボンディングを量産導入予定。この世代には、Bump世代は10μm以下になる見通し。

Intelの3次元パッケージ（EMIB、Foveros、Co-EMIB）

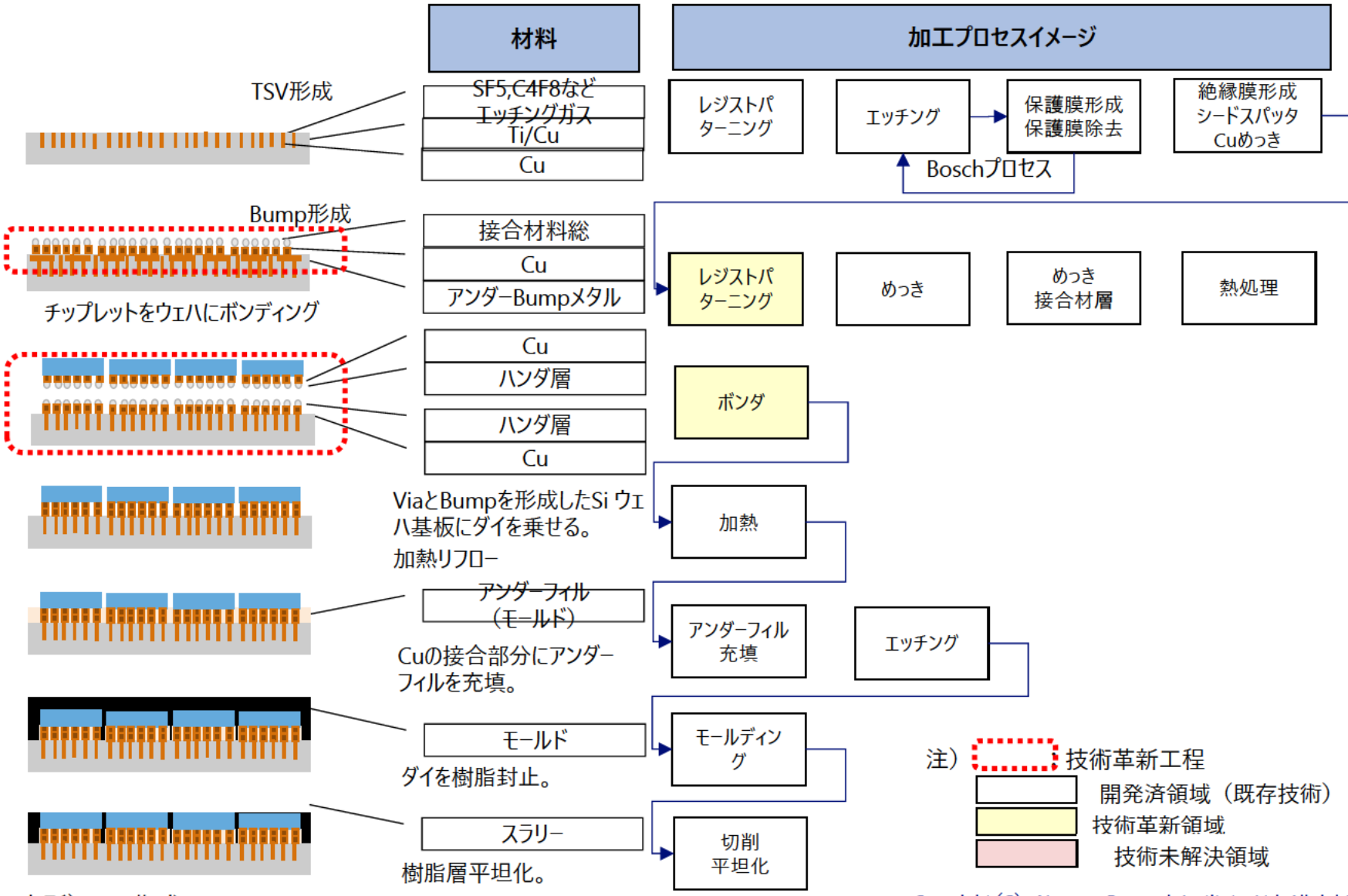


出所）Intel

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：３Dスタッキングプロセス技術イメージ（１）

- シリコンインターポーザをベースとする３Dスタッキング技術では、シリコンにハイアスペクトの穴を開け、そこに、メタルシード層を使て上でCuのめっきをし、その上に、配線・μBumpを形成する。
- そこに、良品チップをボンディング後、アンダーフィルを施し、樹脂でモールドする。さらに、余分な厚みのモールドを研削する。

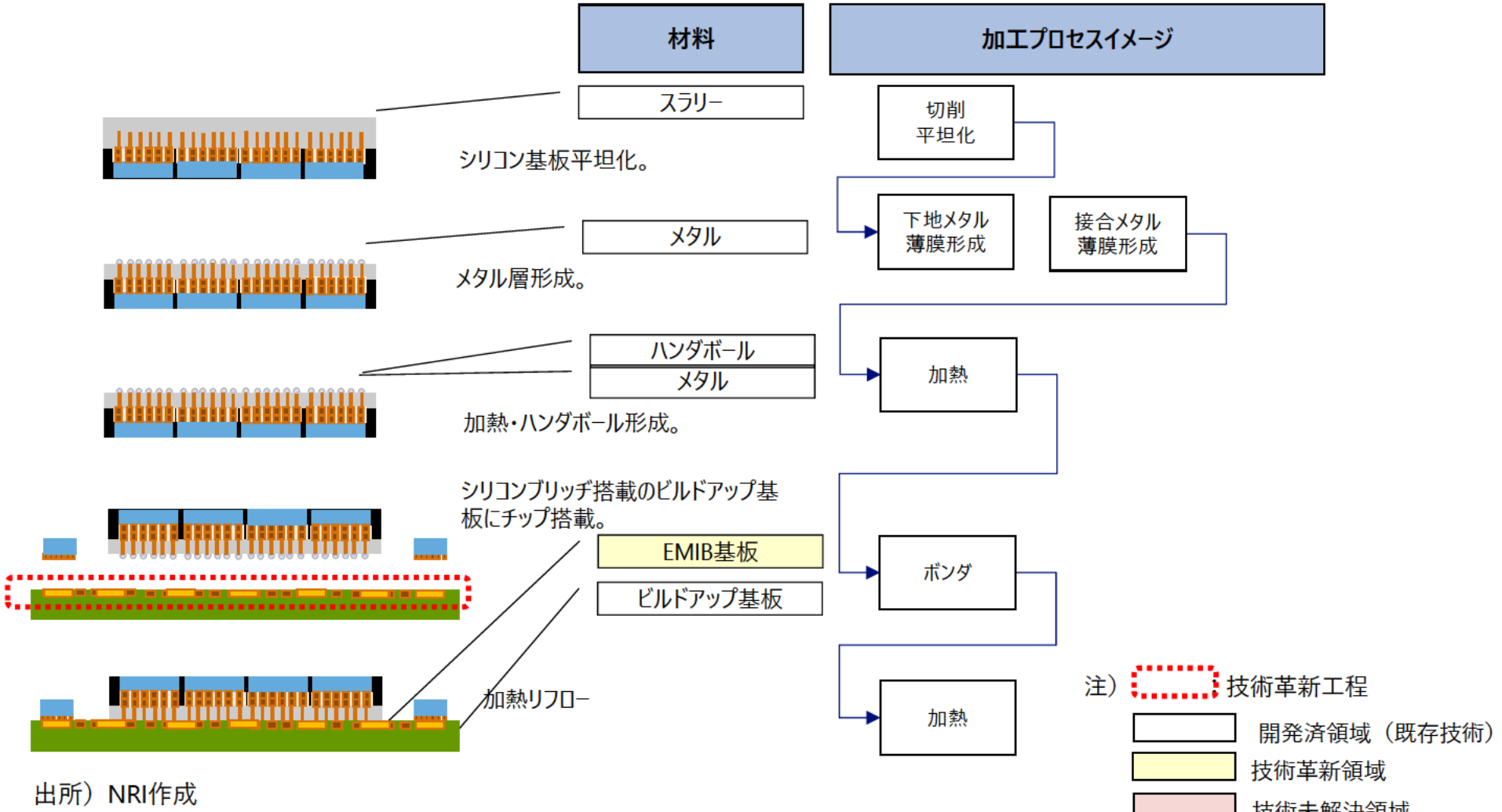


出所）NRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－2　技術開発動向と重要技術
2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：　3Dスタッキングプロセス技術イメージ（2）

■ モールディング・研削を行ったデバイスの 裏面からCuの配線までシリコンを研磨し、TSVのCuの先端を露出させる。その後、Cu上に、下地メタル及びハンダボールを搭載し、シリコンブリッヂを搭載した基板に実装する。



出所）NRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

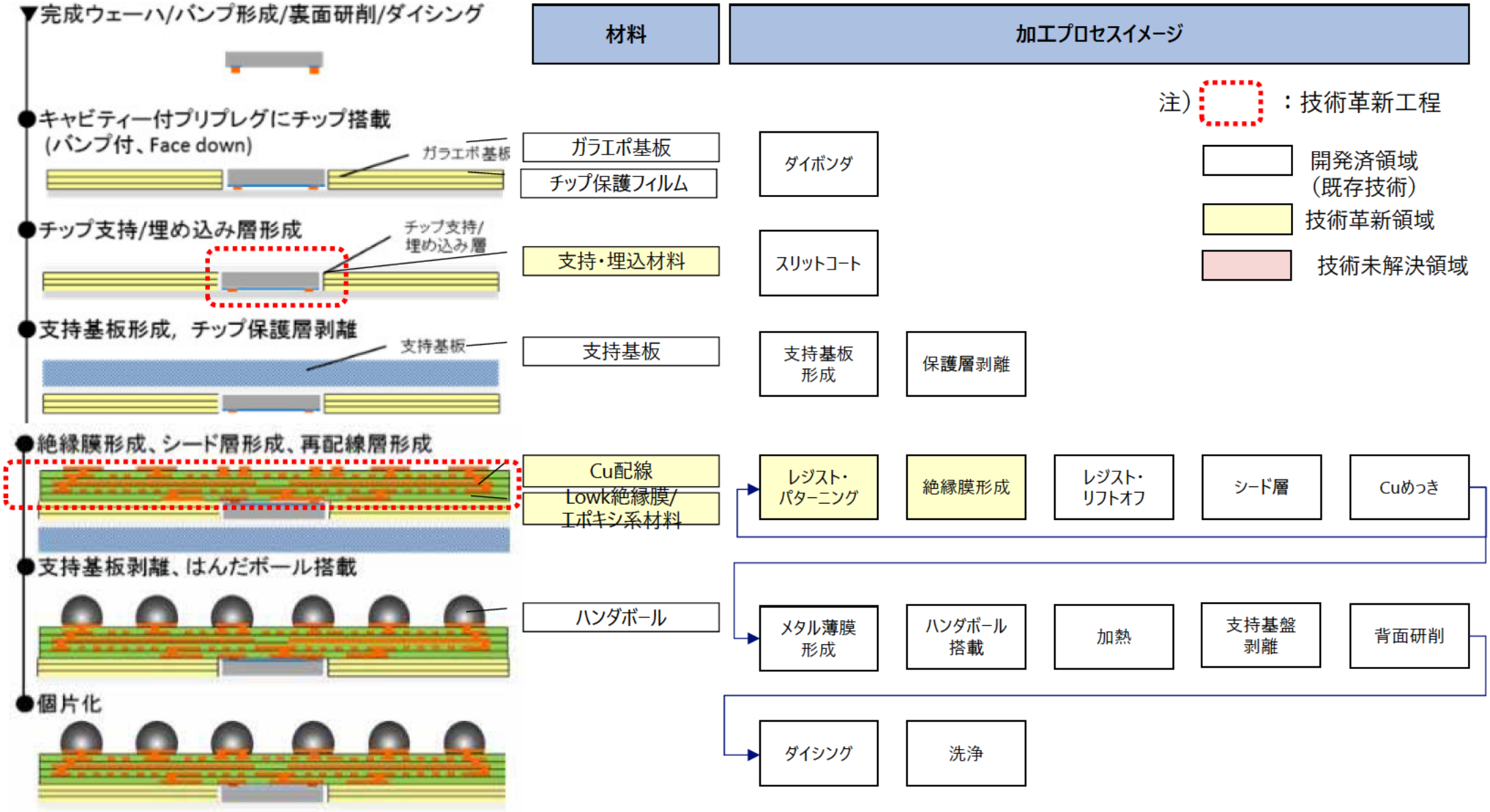
１－２　技術開発動向と重要技術
２）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：イビデン

- 生産能力：2023 年度以降の IC パッケージ基板需要に対応可能な国内生産能力の増強
- スケジュール：2023 年度 新棟竣工及び量産稼働開始
- 投資額　：約 1,800 億円 の大型投資を計画。これにより約 4 割の国内生産能力の増強となる見通し。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2）主要キープレイヤの開発動向と注力技術：
Fan-Out Panel Level Package Process Flow

■ キャビティ付きプリプレグにダイを搭載し、支持基板を装着した上で、配線コンタクトサイドに再配線層を形成する。



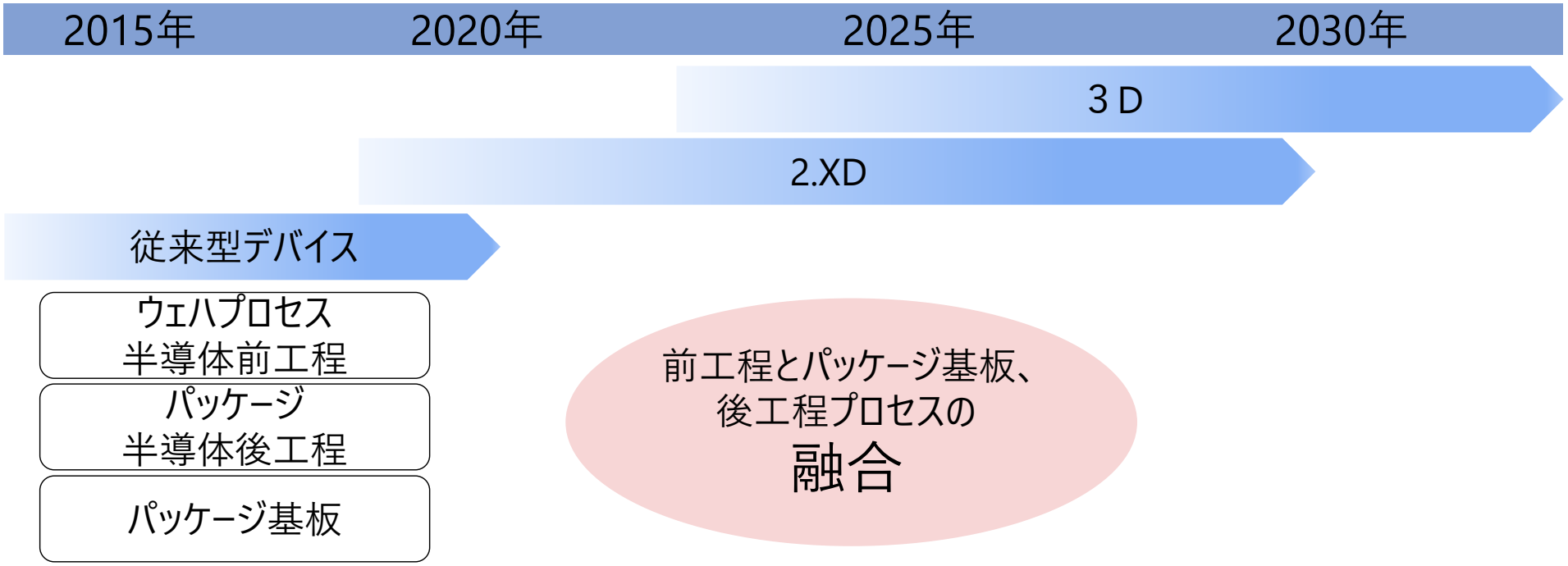
出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会協力の元、NRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1－3 今後の発展が見込まれる注力技術と装置･材料

- 2030年に向けて半導体の製造プロセスは、大きな変革期にある。
- 従来のウェハプロセスの集積化を進める 2 次元的プロセスから高度なパッケージ基板技術を活用した2.XDプロセス、さらに、複数のデバイスのダイを接合し、3 次元的に製造するプロセスへと変化していく。

半導体製造プロセスのキートレンド



装置業界の変化	● 後工程プロセスの前工程への活用 ● 前工程装置の後工程への利用
新技術の導入	● Hybrid Bonding ● Silicon Photonics ● マテリアルイノベーション

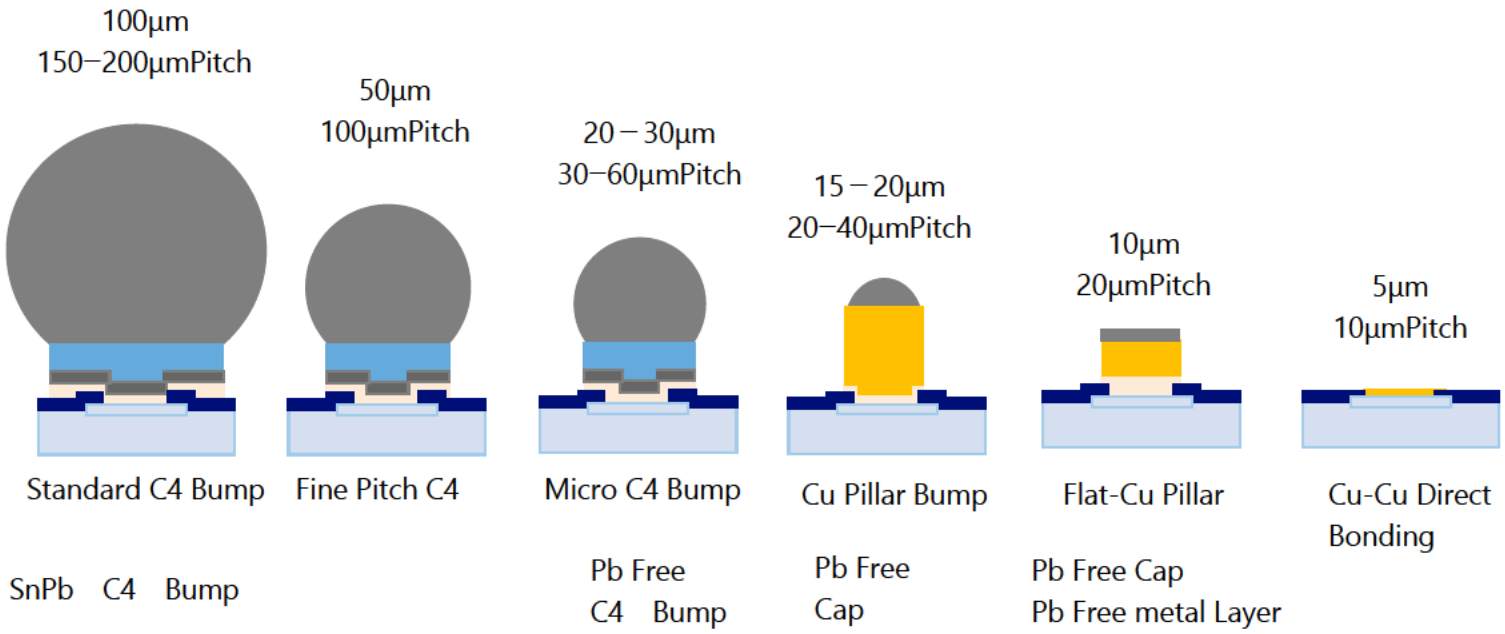
出所）NRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1 － 3 今後の発展が見込まれる注力技術と装置・材料
1）μBumpプロセス

- 接合技術は、微細化とともに進化している。汎用のプリント基板の実装に使用する50μmクラスまでは、ハンダボールを使用しているが、20μm以下ではCuピラーにPbフリーのハンダを付けたμBumpが主流となっている。
- 5－10μmクラスになると、BumplessでCu-Cu Direct Bondingのダイレクトボンディングが主流になると各社予想。微細になるとBump加工工程で発生するアンダーカットなどの形状異常により、Bumpが倒れ、歩留りが低下するためと推計される。

uBumpからCu-Cu Direct Bondingの流れ



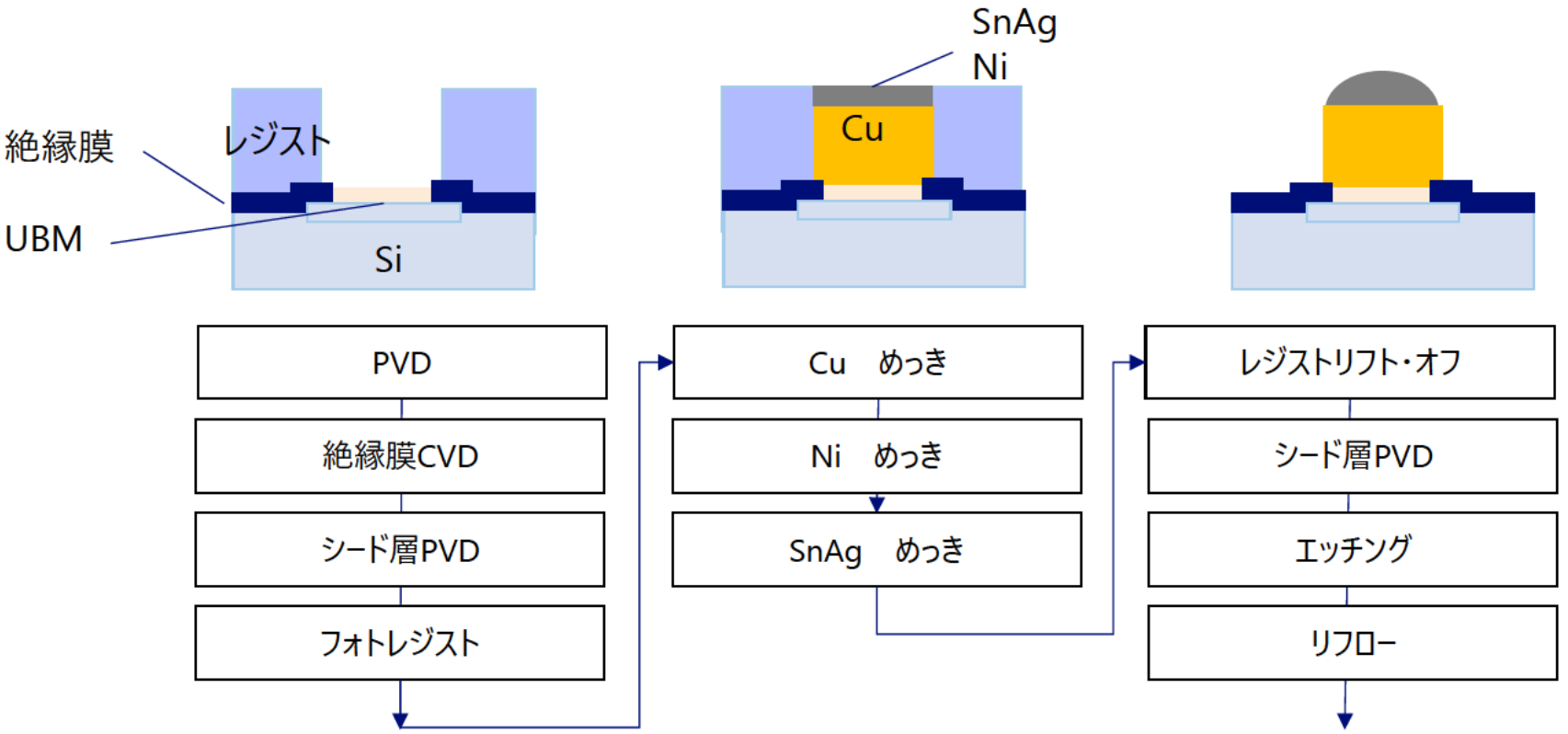
出所）各種資料よりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1 － 3 今後の発展が見込まれる注力技術と装置・材料
1）μBumpプロセス

- uBumpは、Cuのピラー上にSnAgのハンダを付け、ハンダ同士を近接させ、高温にすることで、接合を可能にする。
- 従来型のハンダに比べると、Cu配線技術を利用して微細なものが描けるようになる。
- uBumpは、20 - 30umクラスから使用が始まり、めっきプロセスを利用している。
- 国内のめっき装置メーカとしては、上村工業、荏原製作所などがある。

μBumpプロセスイメージ



出所）NRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1 － 3 今後の発展が見込まれる注力技術と装置・材料
2）ハイブリッドボンディング

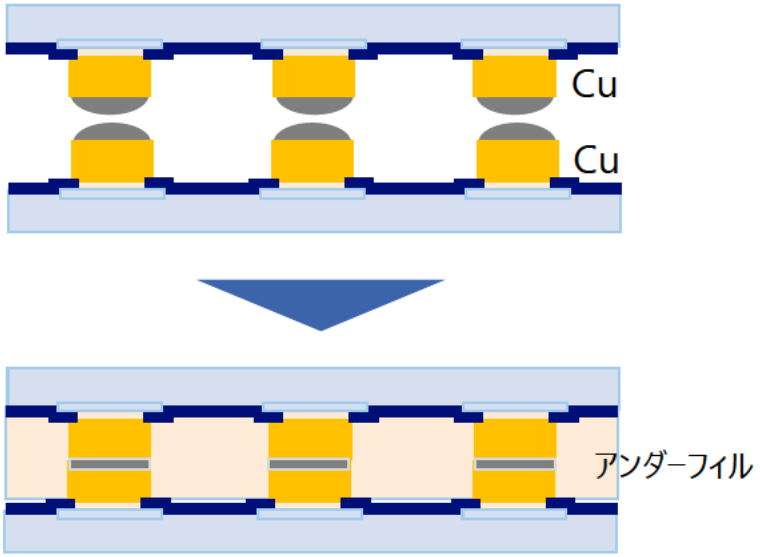
μBump接合

- Cu電極の上に、ハンダ（Solder）を積層させた形状のバンプを形成する。ハンダバンプ同士を対向接触させ、加熱溶融によって接合する。最後に、残った空間に樹脂（アンダーフィル）を充填して接合が完成する。
- 将来的には、ハイブリッドボンディングに移行すると言われているが、ハイブリッドボンディングは、永久接合であり、修復ができないため、修復の可能なμBump接合も残るものと推計される。

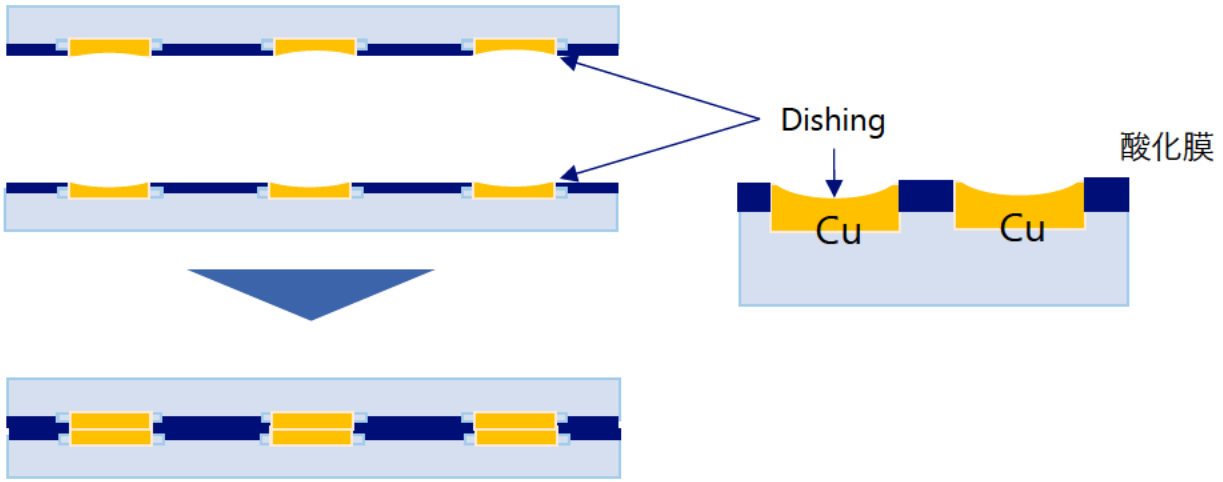
ハイブリッド接合

- Cu電極を埋め込んだSiO2絶縁膜表面を平坦化する。平坦化するとCu電極の表面は皿状、ディッシュ状にわずかにへこんだ構造になる。その後、絶縁膜表面をエッチングした後で、NH4OHなどのアンモニア系のガスで前処理を施した酸化膜SiO2のCu電極側表面同士を対向接触させる。すると活性化された絶縁膜同士が共有結合し、永久接合ができる。
- この時、対向するCu電極間にはわずかな隙間が残るが、シリコン同士を圧着したまま加熱処理すると、対向するCu電極が膨張して接触し、相互拡散によって銅配線の接合を形成する。

μBump接合プロセスイメージ



ハイブリッド接合プロセスイメージ

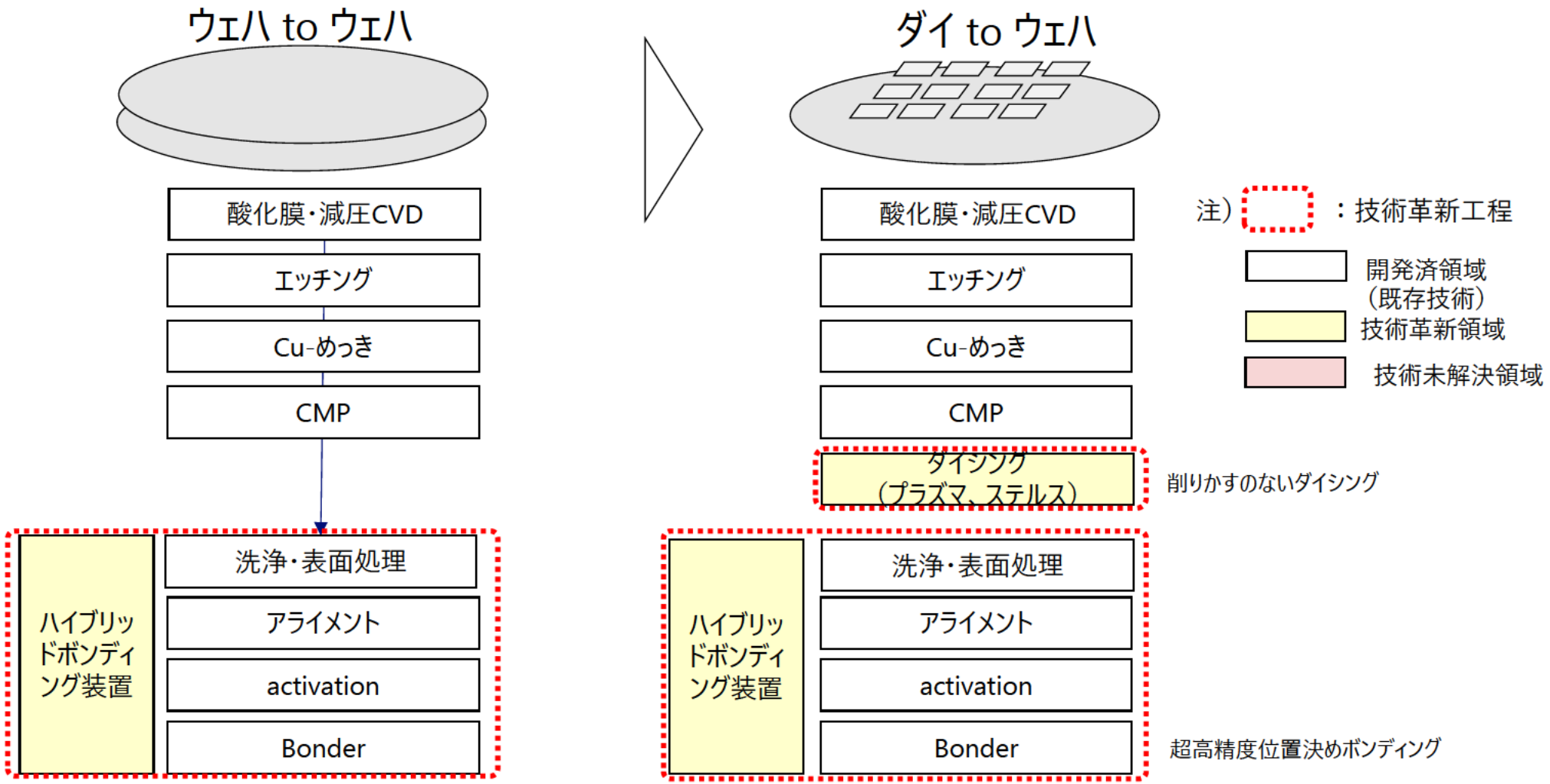


Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

1 － 3 今後の発展が見込まれる注力技術と装置・材料
2）ハイブリッドボンディング　加工プロセス　WtoWからDtoWへ

■ ハイブリッドボンディングは、チップレット化に対応し、ウェハ同士の接合からダイとウェハの接合へと進化している。

■ このため、ダイレベルで削りかすなどの出ないプロセスが必要となる。



出所）各社発表資料よりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３今後の発展が見込まれる注力技術と装置･材料
３）TSV

- TSV工程は、過去20年に渡って開発実用化がすすめられ、イメージセンサの３次元組立、HBM及びシリコンインターポーザやSiPの要素技術として使用されている。３Ｄ化が進む半導体後工程においては、コストの壁をどう埋めるのかという課題があるが、今後、使用が拡大していくことが予想される。
- シリコン基板に貫通したViaを空けるエッチング工程では、ボッシュプロセスが使用されている。
- 装置メーカとしては、LAMが最も強い分野。

TSV向けエッチングプロセス(ボッシュプロセス)

出所）三次元半導体研究センター http://itoshima-3dsemi.com/

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３今後の発展が見込まれる注力技術と装置･材料
４）熱マネージメント　TIM（Thermal Interface Material）

- TIM（Thermal Interface Material）とは、電子機器の内部で発生した不要な熱を効率よく放熱するために部材間に挿入される熱伝導性材料。集積回路の発熱体とヒートスプレッダーやヒートシンクといった放熱部品の間に挿入し、隙間をなくし、熱伝導を高め、放熱効率を最大限に高める働きがある。
- 隙間ができると排熱効率が下がるため、主に埋込性能の高い柔らかい樹脂と熱伝導のあるフィラーの混合物でできており、下表のような多様な材料がある。

TIMの種類と特徴

	特徴	メリット	ディメリット	主要企業
熱伝導グリース	熱伝導性粒子を添加した液体	薄くでき熱抵抗が小さい 加熱処理が不要	ポンプアウトの危険性 成分揮発による性能劣化	信越化学、Dow、Momenti ve Performance material、Waker,Henkel、デンカ、サンワサプライ、カントーカセイ等
熱伝導接着剤	固定が可能な硬化性液体	熱抵抗が小さい 接着固定が可能	硬化工程が必要 再作業が困難	Henkel、アレコム、東特塗料
放熱ギャップフィラー	高粘性の液状材料	製造自動化に適し、押し付け不要で小型化向き	２液混合設備が必要	LORD、積水ポリマテック、Henkel、Dupont、江蘇中迪新材、信越化学工業
相変化材料	使用温度で液化（相変化）する固体	比較的熱抵抗が小さい	液相固相変化の過程で空隙が発生する可能性	Henkel、Laird Performance Material、Parker Hannefin、Honeywell、信越化学、日本ブロアー、AI Technology, Inc.
ハンダ	リフロー溶融可能な金属化合物	金属接合による固定 隙間なく熱抵抗が小さい	リフローハンダ付けが必要 高性能なIn入りは高価	千住金属工業、荒川化学、三菱マテリアル
熱伝導シート	シート状の固体	形状･性能が安定 再作業が可能 大きな段差も吸収可能	比較的熱抵抗が高い	デクセリアルズ、昭和電工マテリアルズ、３M、デンカ、トヨケム、カネカ
その他				
液体金属	Ga等の合金で低融点	高伝導、優れた濡れ性	絶縁処理が必要、漏れ	インジウムコーポレーション、Thermal Grizzly
ヒートポンプ	ガスの気化熱等で熱を循環	高い熱伝導効率	機密性のパイプが必要	新光電気

出所）デクセリアルズ　放熱対策部材、TIM（Thermal Interface Material）の種類をベースにヒアリング情報を追加作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３　今後の発展が見込まれる重要技術と装置・材料
５）半導体後工程における技術革新とキーとなる装置・材料

■ ファンアウト（Fan-out）プロセスにおける技術革新工程と装置・材料

- 近年、スマートフォン等で実用化が進むファンアウトプロセスにおける重要工程は、チップ間の高速通信を可能にする①再配線層（RDL）の形成、チップを高精度に実装する②高精度ボンディング工程、さらに、複数のチップレットでできたチップが正常に機能するのかを判別する③テスティング工程が重要視される。

- ①再配線層（RDL）の形成
  - チップ間の高速通信を可能にするためダイ絶縁膜は、極限まで低誘電率の材料が求められている。しかし、材料により感光性などの加工特性や熱膨張係数（CT）が異なり、また、加熱処理による脱ガスや組成変形、歪などの問題がある。できれば、シリコンに近い熱膨張係数で歪も脱ガスもない材料が求められるが、すべての条件を満たしつつ、デバイスの高速化より厳しくなる低誘電率の条件を満たした最適な材料は 今後も開発が必要となっている。

- ②高精度ボンディング工程
  - 非常に微細なFan-out基板（L/S=1μmクラス）にチップをフリップして高精度かつ高速にボンディングする技術の確立が求められており、位置決め性能、搭載速度は極めて高い性能が要求されている。
  - ハイエンドのウェハ to ウェハ、ダイ to ウェハのみならず、500あるいは600mmの大型基板へのボンディングとモールディングは大きな課題となる。

- ③テスティング工程
  - 複数のチップレットをFan-out基板に接合し、１チップのデバイスを形成するため、個々のチップレットが良品であるKGDを実装前及び実装後にテスティングし、最終製品の製品が良品であることを検証していかなければならない。
  - その中でも、検証ハードルが高いと思われるのが、５Gの高周波帯10GBps以上のミリ波帯におけるアンテナ内蔵パッケージである。チップにダイを実装し、個片化する前のプローブテストで、その性能を検証するためのテストシステムの構築が進められている。今後、６Gに向けて高周波化が図られる中、新たなテスティング方法の確立が求められる。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３　今後の発展が見込まれる重要技術と装置･材料
５）半導体後工程における技術革新とキーとなる装置･材料

ファンアウトプロセスにおける技術革新工程と装置･材料

技術革新工程	プロセス課題	キーとなる装置	材料
再配線層の形成	デバイス間の高速通信を可能にするため、層間絶縁膜に新たな低 Dk/Df 誘電体材料を使用し、L/S=1μmクラスで大Fieldの再配線層を形成する。	露光装置 デバイス間の高速通信を可能にするため、層間絶縁膜に新たな低 Dk/Df 誘電体材料を使用し、L/S=1μmクラスで大Fieldの再配線層を形成する。	低 Dk/Df 誘電体材料 低 Dk/Df 誘電体材料でありながら、加工性能の高い材料の開発。加工性能としては、感光性／非感光性、熱膨張係数などの最適な材料選定が望まれる。
		CMP 有機材料で柔らかい層間絶縁膜と銅配線をウェハ面内均一性を保ちつつ、フラットに研磨する技術が必要。	パッド･スラリーなど 加工精度を出すため、パッド、スラリー及び加工条件を含む、プロセス開発が必要。
フリップチップボンディング	ダイ to ウェハ L/S=1μmクラスのFan-out基板にチップを高精度かつ高速にボンディングする。 大判600、500㎜サイズ L/S=5μm以下のパッケージ基板ボンディングの実現。	ボンダ ①　ダイ to ウェハ L/S=1μm以下の高精度･高速ボンダが必要。 ②　大判600、500㎜サイズ L/S=5μm以下の高精度･高速ボンダが必要。	TIM（Thermal Interface Materials） 放熱特性を高めるためダイとヒートシンクなどの密着性を高め、熱伝導性を高める材料開発が求められている。
テスティング	５G対応のアンテナ内蔵パッケージなど、ヘテロジニアスな部品を組み込んだパッケージのテスティングを可能にする。	テスター ５Gの高周波応答性、指向性などウェハ上の複数チップを同時にテスト可能なテスタの開発。	

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３　今後の発展が見込まれる重要技術と装置･材料
５）半導体後工程における技術革新とキーとなる装置･材料
■ SoCプロセスにおける技術革新工程と装置･材料

- クラウドコンピューティングやAI用のハイエンドなSoCプロセスにおける重要工程は、複数のチップレットを複合接続するため、大面積の①「シリコンインターポーザ」を製造し、シリコンインターポーザ及びチップをCuでダイレクトに接合する②「ハイブリッドボンディング」がコア技術である。また、フラットでパーティクルなどの付着のない清浄なSiO2表面を接合するハイブリッドボンディングにおいて、接合前のダイがKGDであることを検証する③「テスティング工程」としてプローブテスティングを非接触あるいはダメージレスに実現することが非常に難しくなっており、クリティカルな課題となっている。

- ①大型シリコンインターポーザの製造
  - ハイエンドなSoCプロセスでは、高速デバイスを集積するために、大面積のシリコンインターポーザを使用するようになっており、L/S=2μm未満の微細パターンを3000㎜2規模で製造することが求められており、従来のウェハ露光系のステッパでは画角が不足し、パッケージ用のDIやレーザなどの露光機では、加工精度が不足する領域があり、この分野の装置開発が必要となっている。

- ②ハイブリッドボンディングの形成
  - デバイスの 3 次元化にハイブリッドボンディングが利用されていくものと期待されており、従来から使用されてきたCIS（イメージセンサ）だけでなく、ロジックへのキャッシュメモリのダイレクトボンディングやセンサーやアンテナなどのヘテロジニアスな接合が今後増加する。ロジックにおけるチップレット化を促進するためには、現在は、CIS用にチップサイズが同じであったためにウェハ to ウェハでよかったが、チップレット化するために複数の大きさの異なるチップを接合するダイ to ウェハが今後の主流となる。このため、パーティクルの出ないダイシングなども必要となり、開発が進められている。

- ③テスティング工程　ダメージレスプローブ
  - パッドピッチ2μmクラスで、しかも、ハイブリッドボンディングに支障をきたさないために、表面に傷をつけない非接触あるいはダメージレスな電気テスト手法の確立が望まれている。

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

１－３　今後の発展が見込まれる重要技術と装置･材料
５）半導体後工程における技術革新とキーとなる装置･材料

SoCプロセスにおける技術革新工程と装置･材料

技術革新工程	プロセス課題	キーとなる装置	材料
ハイブリッドボンディング	SiO2同士を接合し、ダイレクトにCu－Cuの接合を可能にするため、表面活性化と表面処理に課題をあり。各社開発を進めている領域。	ハイブリッドボンディング装置 表面を活性化するプロセス技術開発が進む。Ziptronix特許を回避する新たな発明ができるかどうかが鍵。 プラズマダイサー ダイ on ウェハを可能にするため切削クズの出ないクリーンなダイシング技術の確立。 グライダー ウェハの高速薄化技術。厚さ775μから10μクラスまでのグライディング。 CMP 極限までCMP薄化技術の確立。	表面活性化材料（接合材料） 現行は、Ziptronix特許のアンモニア系プロセスであるが、新たなプラズマガス、表面処理のガス･薬液など新たな材料開発が進む。
シリコンインターポーザの製造	狭小で大Fieldの基板加工を可能にする露光プロセスを確立する。そのため、画角が大きいながら狭小L/Sの高精細なパターニングと配線形成が必要となる。	露光装置 大Fieldで狭小L/Sのパーターニングを可能にする。 ボンダ 狭小L/Sの基板に高精度･高速ボンディングを可能にする技術が求められている。	TIM（Thermal Interface Materials） 放熱特性を高めるためダイとヒートシンクなどの密着性を高め、熱伝導性を高める材料開発が求められている。
テスティング	ヘテロジニアスなハイブリッドボンディングを可能にするため、表面に傷をつけない非接触あるいはダメージレスな電気テスト手法の確立が望まれている。	プローバー 超微細なプローバーでダメージレスなテストピンなどの開発が求められている。	

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材

2－1　後工程装置・材料市場

市場総括

半導体テスタ(メモリ・ロジックテスタ、ICハンドラ、ウエハプローバ)、

ダイシング装置

ボンディング装置

露光装置

モールディング装置

材料（セラミック基板やガラス基板、シリコンインターポーザーの代替材料など）

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材

- 半導体後工程を構成する主要な装置の構成技術を各社の開示資料（技報・特許）をベースに解説する。
- また、半導体ロードマップの開発要件に寄与する重要なコア要素技術（部材）を明らかにする。

2－3　コア要素部材と主要サプライヤ

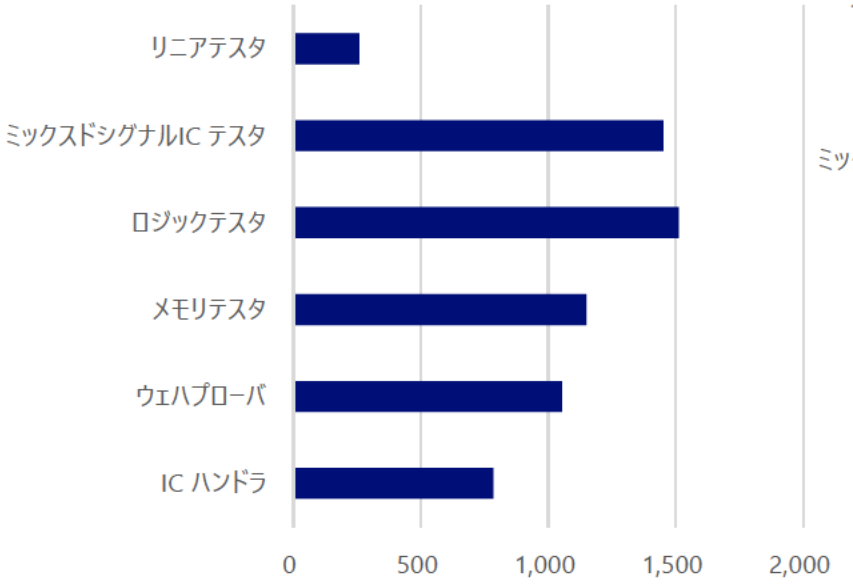
- 上記分析を通じて明らかになるコア要素部材について、主要サプライヤを明らかにする。コア要素部材の国内における代表的な企業にヒアリングを行うことで、当該分野での開発テーマと動向と日本のポジションを明確にする。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
1）市場総括

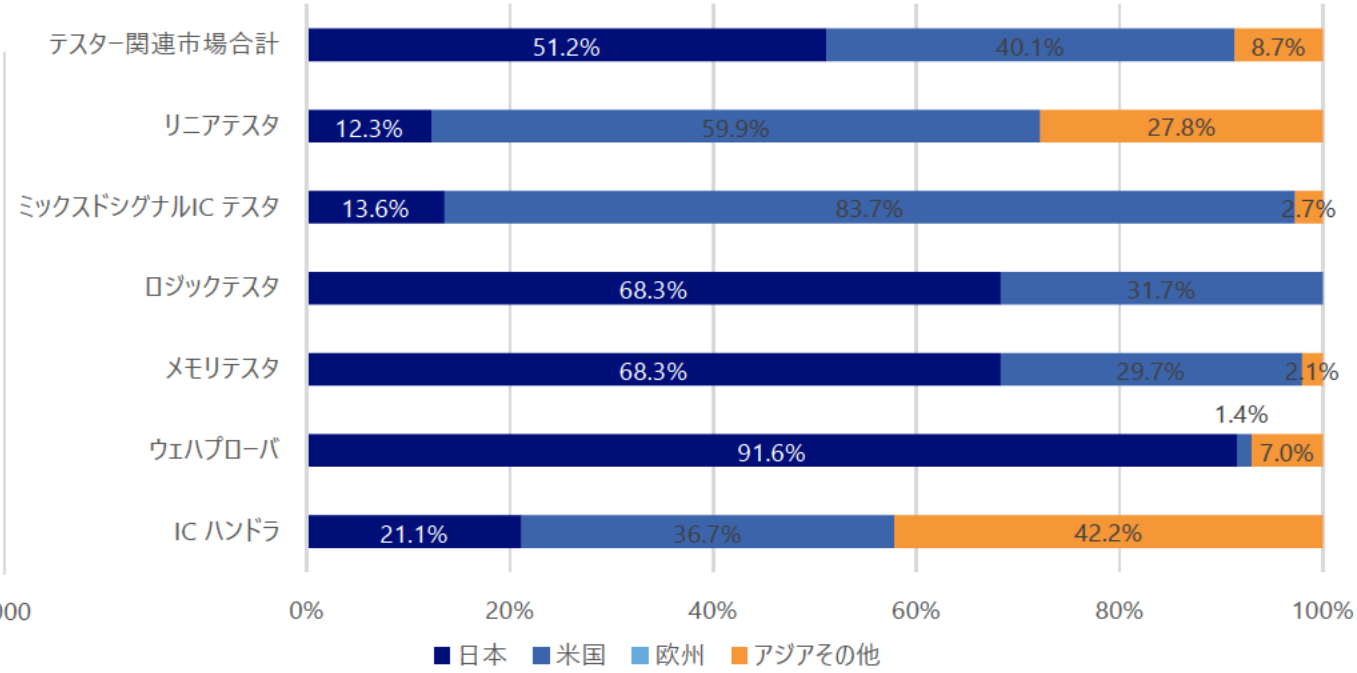
- 半導体テスター関連装置市場は、2020年に6,210億円規模となり、日本のシェアは、51%、米国が40%と日本が米国をリードしている。
- テスター本体では、米国のテラダインと日本のアドバンテストが拮抗しており、テラダインは、ミックスドシグナルで高いシェアを持ち、両者得意とする分野と顧客で強みを発揮しており、ユーザの投資動向によってシェアポジションは変化しながら、成長を続けている。
- ウェハプローバでは、東京エレクトロン、東京精密の２社で圧倒的なシェアポジションを構築しており、日本にとって盤石な市場となっている。
- 一方で、ICハンドラー、リニアテスター等では、アジアその他のプレイヤーがシェアを持つようになってきている点は注視してゆく必要がある。

半導体テスター関連装置市場（2020年）



出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

半導体テスター関連市場メーカの地域別シェア（2020年）

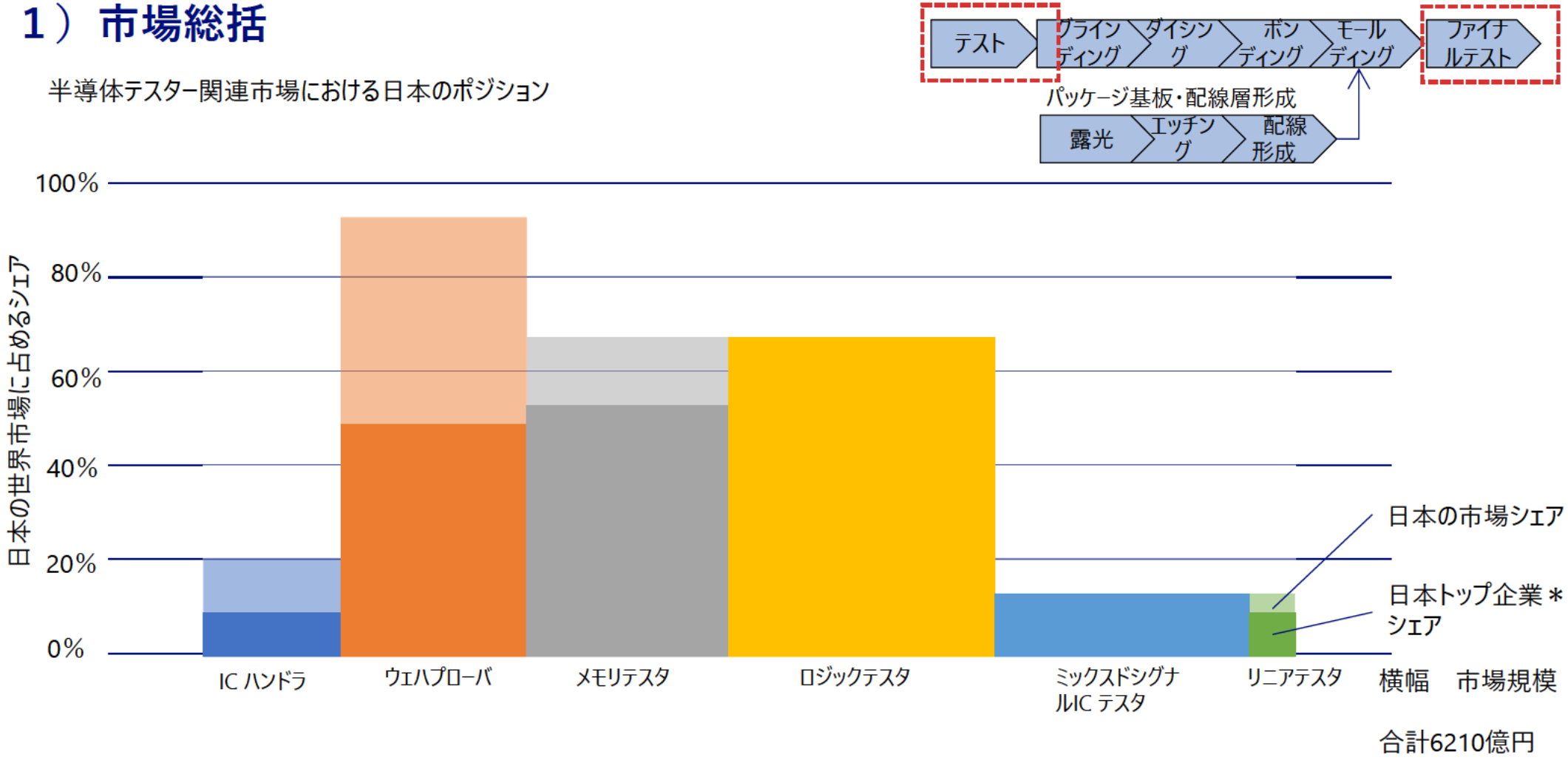


出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
1）市場総括

半導体テスター関連市場における日本のポジション



＊印：日本メーカでトップのシェアを持つ企業

	IC ハンドラ	ウェハプローバ	メモリテスタ	ロジックテスタ	ミックスドシグナルIC テスタ	リニアテスタ
市場規模（億円）	784	1,055	1,150	1,512	1,451	259
日本の市場シェア	21.1%	91.6%	68.3%	68.3%	13.6%	12.3%
日本トップ企業シェア	8.5%	49.7%	53.9%	68.3%	13.6%	8.1%

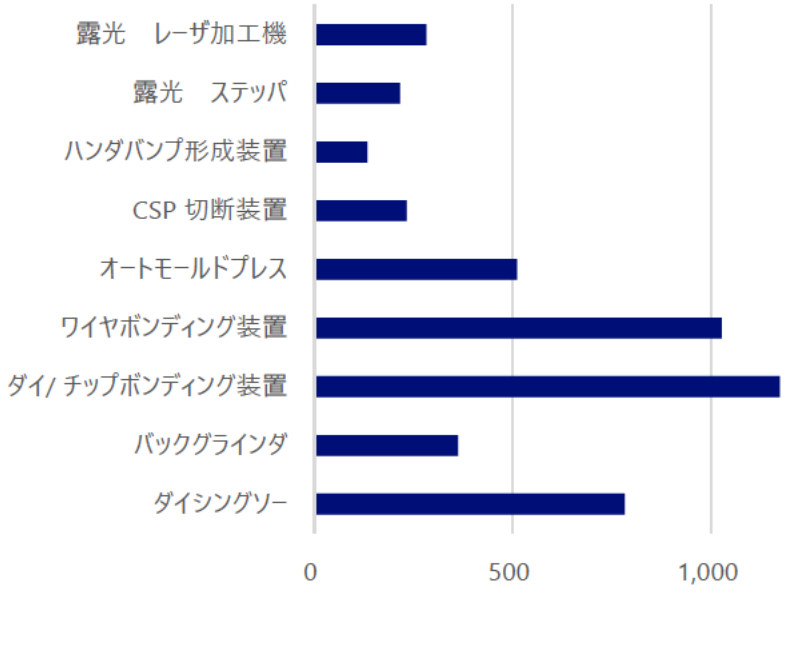
出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
1）市場総括

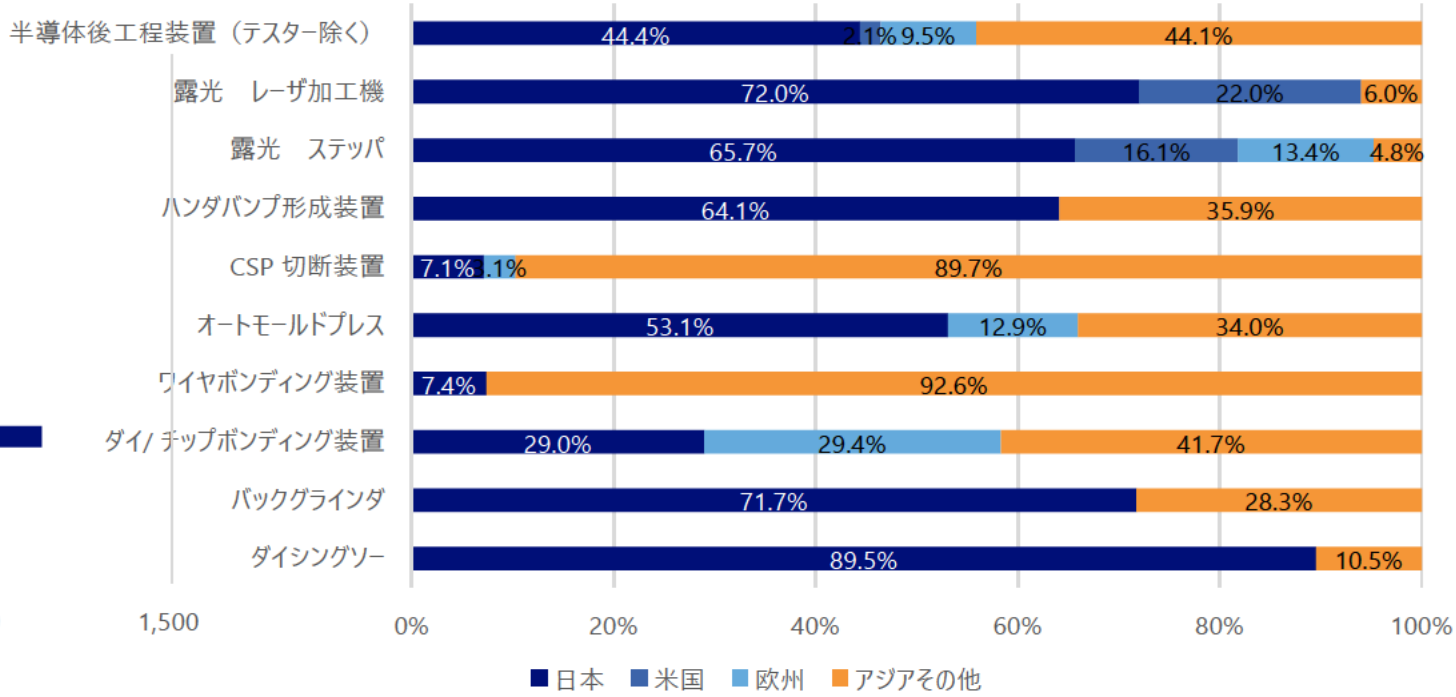
- 後工程半導体製造装置（テスター関連市場を除く）市場は、2020年に4,717億円規模であり、ダイ・チップボンディング装置及びワイヤボンディング装置、さらに、それに続いてダイシングソー及びオートモールドプレスと大きな市場となっている。
- 後工程製造装置（テスター関連市場を除く）全体市場においては、日本が44％を占め、世界的に優位なポジションを占めるものの、欧州発でアジアに本社を置くASM-Ｐ及びＫ＆Ｓ及び韓国系企業のHanmi SemiconductorやTechwing等のシェアによりアジア・その他が全体の44％シェアを獲得し、日本に迫る勢いを見せている。
- また、米国のVEECO、欧州のBESI、EVG、SUSSなどもそれぞれの得意領域で存在感を高めつつある。

半導体後工程装置（テスター除く）市場（2020年）



出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）
露光　レーザ加工機、ステッパは、各種資料よりNRI推計

半導体後工程（テスター関連除く）の地域別シェア（2020年）

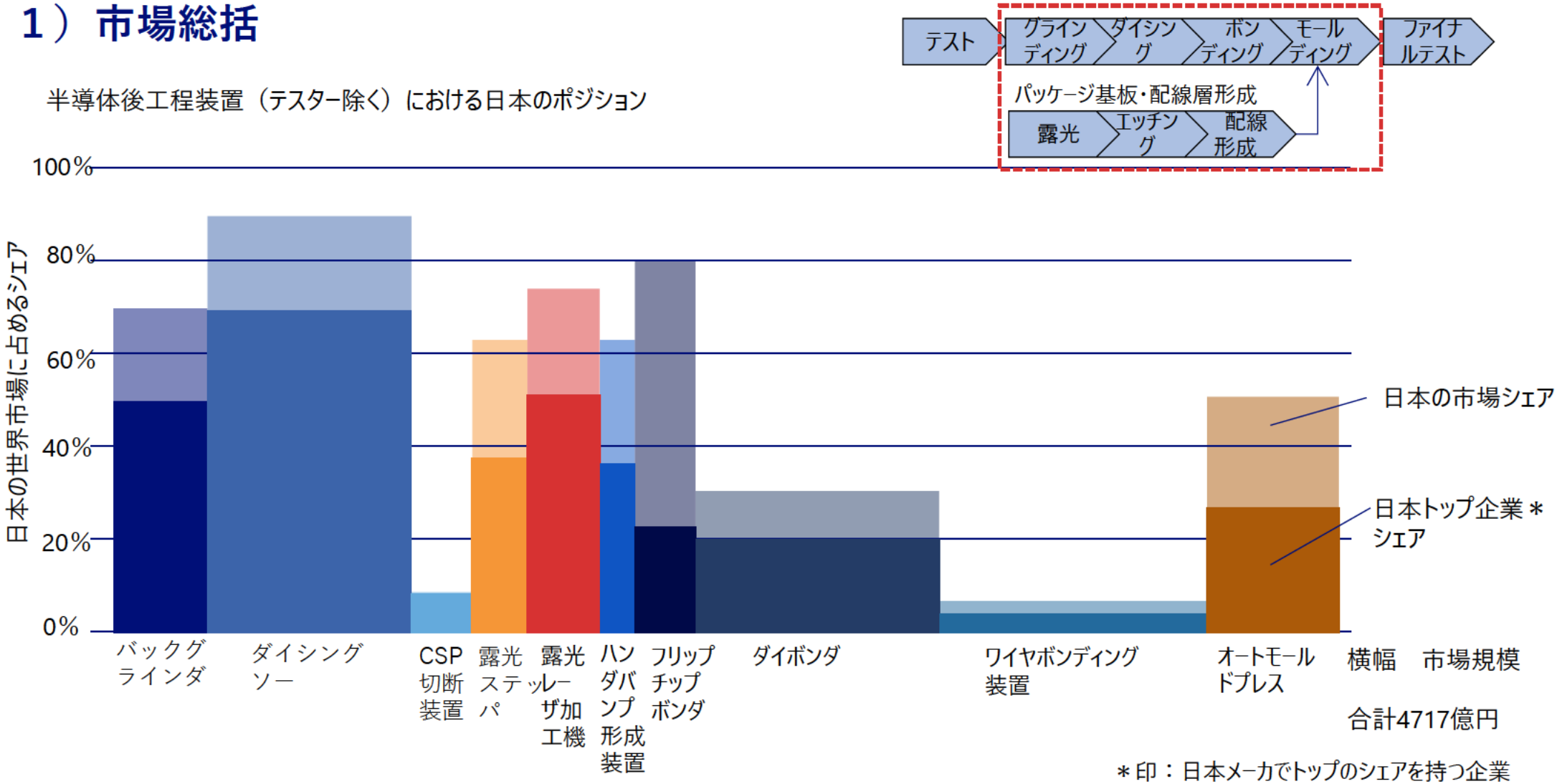


出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）
露光　レーザ加工機、ステッパは、各種資料よりNRI推計

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
1）市場総括

半導体後工程装置（テスター除く）における日本のポジション



＊印：日本メーカでトップのシェアを持つ企業

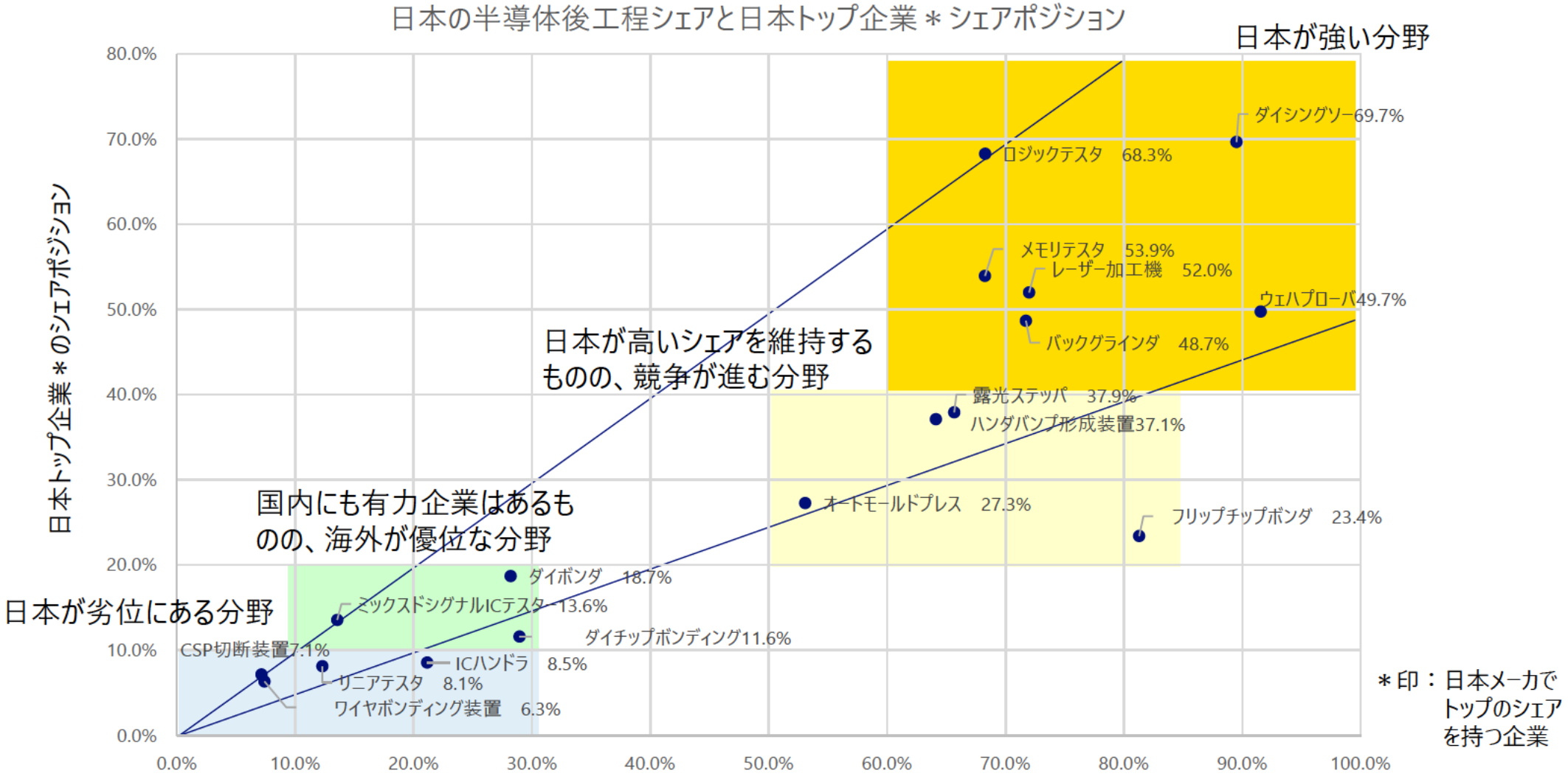
	バックグラインダ	ダイシングソー	CSP 切断装置	露光ステッパ	露光レーザ加工機	ハンダバンプ形成装置	フリップチップボンダ	ダイボンダ	ワイヤボンディング装置	オートモールドプレス
市場規模（億円）	362	782	233	213	282	134	234	938	1,026	511
日本の市場シェア	72%	90%	7%	66%	72%	64%	81%	28%	7%	53%
日本トップ企業シェア	49%	70%	7%	38%	52%	37%	23%	19%	6%	27%

出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」
露光装置は、各種資料よりNRI推計

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
1）市場総括

■ 後工程半導体製造装置における日本のポジションは、総じて高いポジションにあり、特に、ダイシングソーやバックグラインダー、ロジックテスタやメモリテスタなどでは市場をリードするポジションにある。一方で、ワイヤボンディングやICハンドラなどの分野では、日本の競争力ポジションは低い分野も出て来ており、中間領域の競争力強化が課題視される。



＊印：日本メーカでトップのシェアを持つ企業

出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」
露光装置は、各種資料よりNRI推計

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

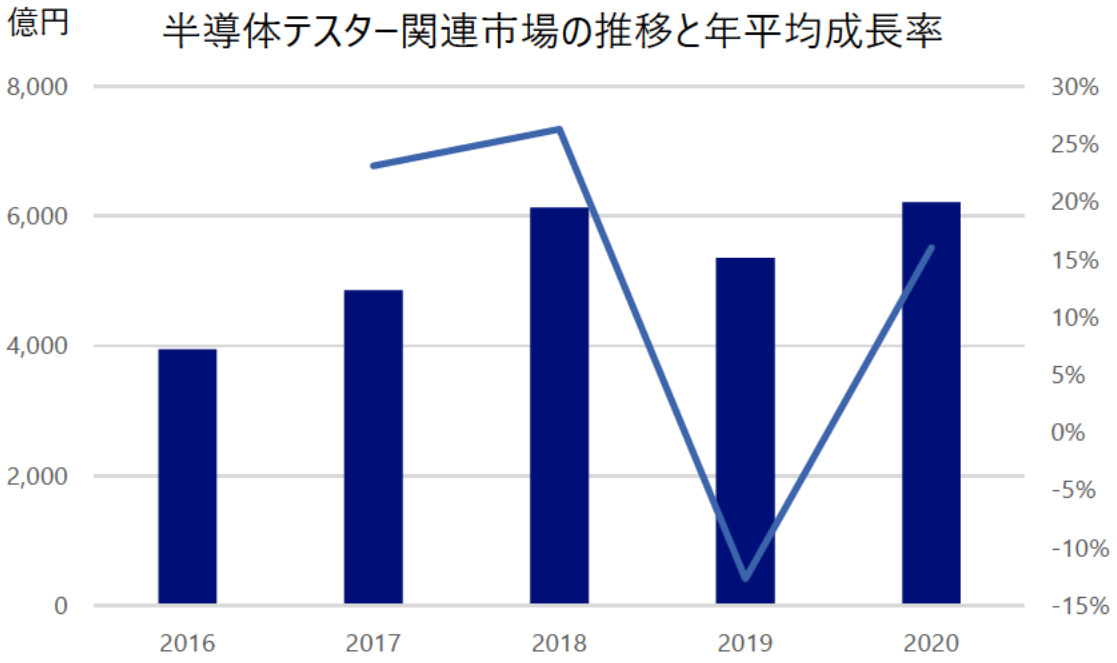
2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
2）テスター関連市場

＜市場推移＞

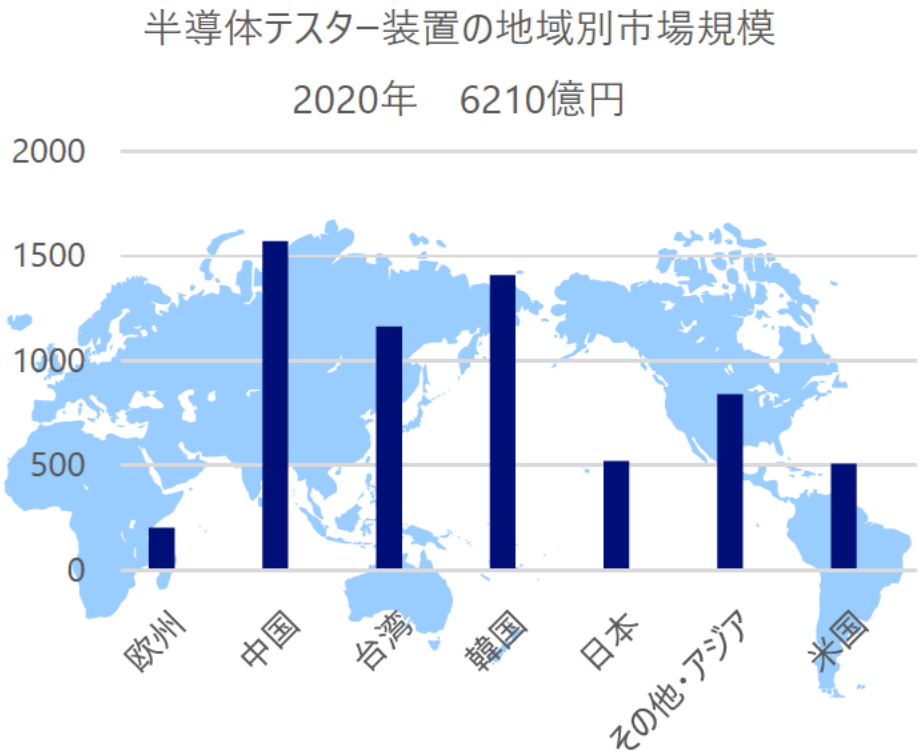
- 半導体設備投資は、2016年以降拡大基調にあったが、2019年米中貿易摩擦の影響で、輸出が制限され、一時的な停滞を招いたが、コロナショック下で、携帯電話やゲーム、タブレットなど、ネットワーク機器が増加する一方で、半導体の供給量不足から半導体需要は逼迫し、2020年はプラスの成長となった。
- 特に、テスター分野では、5G普及に伴うデータ量の拡大により、メモリやロジックの拡大が顕著となっている。

＜市場規模＞

- 日本国内市場規模は、世界市場に占める構成比8.4%、米国は日本よりさらに少なく8.2%市場となっており、中国・韓国・台湾など他のアジア諸国に投資市場規模で追いこされている。
- 中国・台湾・韓国及びその他アジア地域の需要で、世界市場の80%を占めており、アジア地域への投資集中が続いており、市場を牽引している。



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

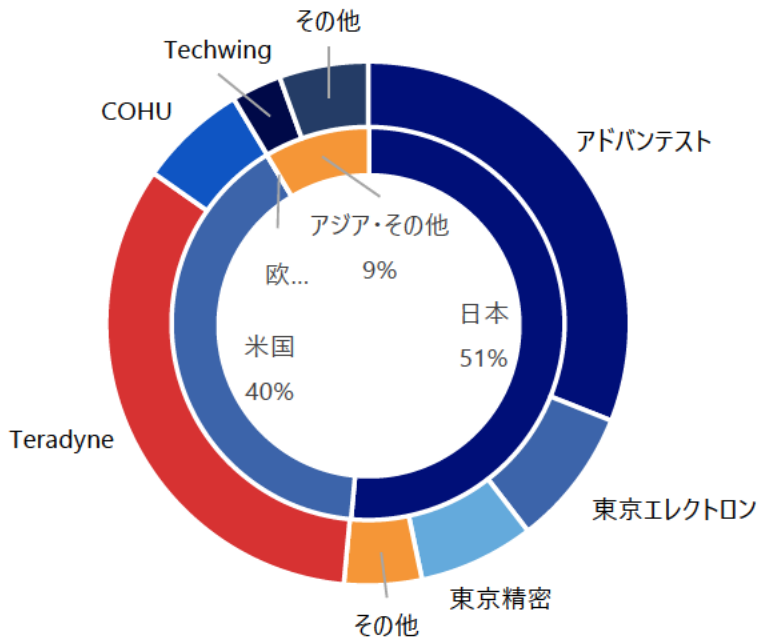
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
2）テスター関連市場

＜シェアポジション＞

- 日本は、テスター関連市場全体の51％を握り、市場において優位なポジションにある。日本にとっては、テスターのみならず、プローバーで高いシェアを握っていることが、この分野でのシェアを確固たるものにしている。
- 市場では、米国Teradyneがトップシェアであり、続いて日本のAdvantestと２強をなしている。

半導体テスター関連市場における
日本のポジション



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

テスター関連市場のシェアポジション

日系 51％	Advantest：日本最大のテスターメーカ、メモリテスター、ロジックテスタで世界No.1シェア
	東京エレクトロン：プローバでトップシェア
	東京精密：・プローバでNo.2
	その他（YIK、イノテック、SYNAX、シバソク等）
米系 40％	Teradyne：米国最大のテスターメーカ、ミックスドシグナル、リニアテスターで世界No.1シェア
	COHU：元Dela Designで、Xcerra、喜多製作所など買収により成長著しい企業
	その他
アジア系 9％	Techwing：韓国系の装置メーカ
	その他　韓国系　Mirae、Unitest等

出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

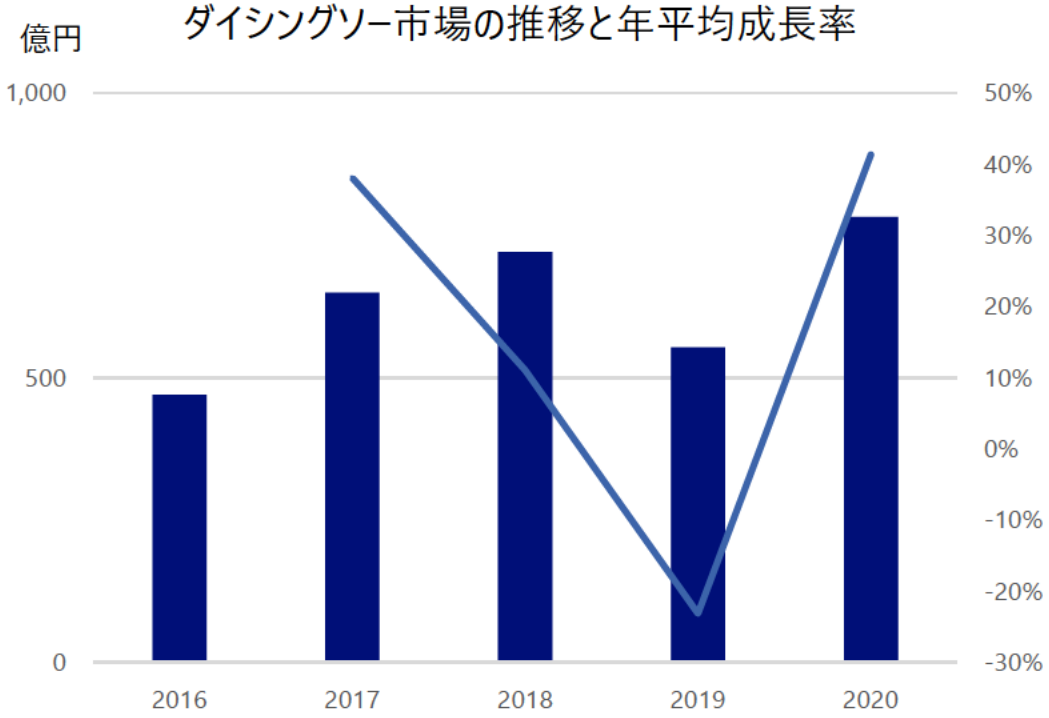
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
3）ダイシング

＜市場推移＞

■　半導体後工程工場がアジアに集中する中、2019年の米中貿易摩擦により、市場は対前年比▲23.2％と急減速したが、コロナ環境下で半導体不足となり、各社供給能力の拡大に着手し、2020年には拡大基調に転じている。この勢いは、2021年も継続し、市場は好調に推移している。

ダイシングソー市場の推移と年平均成長率



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

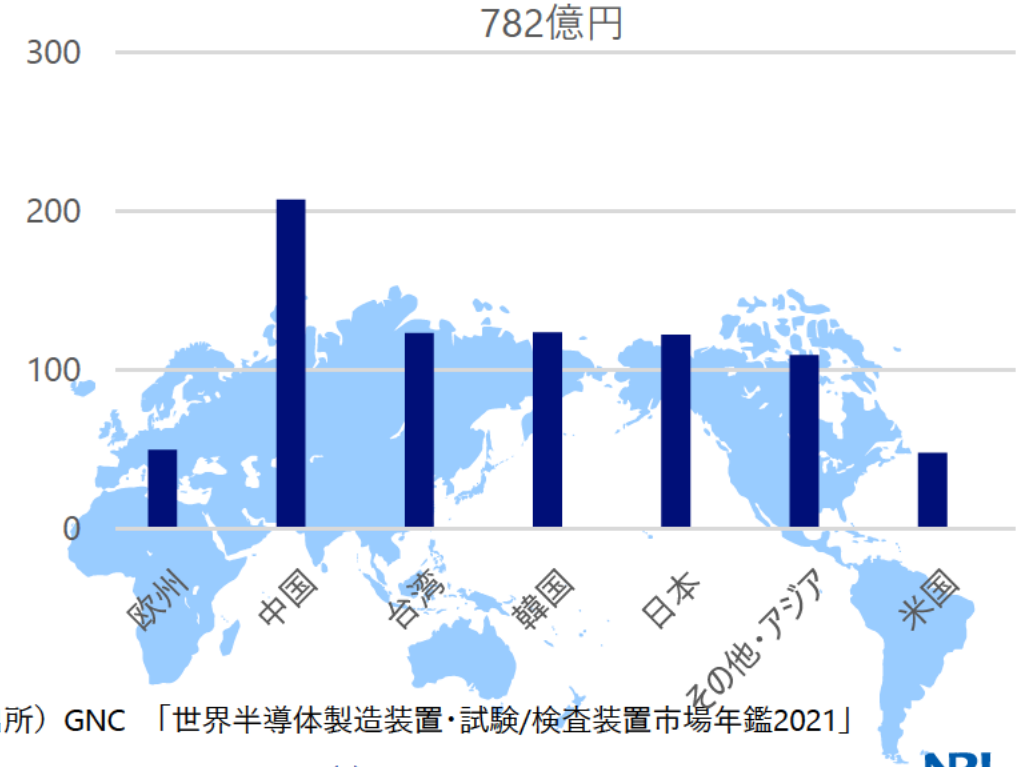
＜市場規模＞

■　半導体後工程の工場は、中国を筆頭に、アジアに集中しており、ダイシングソーの市場としても、米国6.1％、欧州6.3％と合計しても12.4％を占めるに留まる。

　最大市場である中国と米国との貿易摩擦は、市況に大きく影響を与える要因となっている。

日本は、全体市場の15.6％を占め、中国に次ぐ市場となっており、市場としても重要な市場となっている。

ダイシングソー市場の地域別市場規模　2020年



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

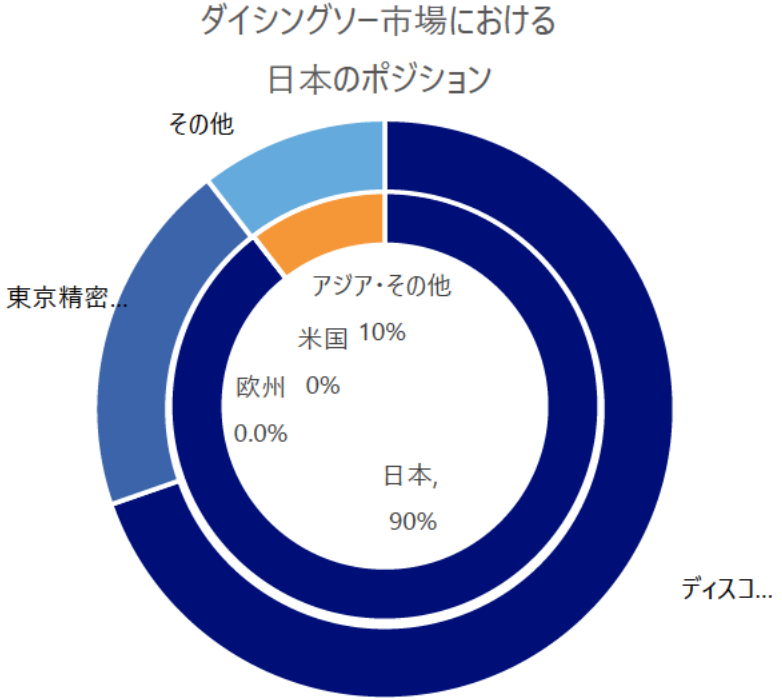
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
3）ダイシング

＜日本のシェアポジション＞

■　世界シェア70％を持つディスコが市場をリードしており、２位の東京精密を含め、日本のシェアはほぼ９割を占め、圧倒的なポジションを占める。

こういった寡占化を懸念する海外では、韓国のHanmi Semiconductorのように独自技術を磨き、自国内生産を模索する動きが出ている。現時点では、シェアに大きな開きがあるものの、中長期的には、現地企業の存在は脅威となる可能性があり、開発動向には注視が必要。



出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

ダイシングソー装置のシェアポジション

日系 90％	ディスコ： 世界最大のダイシングソーメーカ ダイヤモンドブレードをベースにしたダイシングソーのみならず、レーザダイシング技術で世界をリード。 近年は、ダイシングの前後の工程を自動化し、ダイシングのソリューションサプライヤーとして圧倒的なポジションを確保している。
	東京精密： 世界No.2のダイシングソーメーカ トップメーカとのシェアには大きな開きがあるものの、16％のシェアを確保し、安定したポジションを維持している。
その他 10％	欧州系：ALSI社（オランダのレーザダイシング装置メーカ） 韓国系：Hanmi Semiconductor（パッケージ用Dual Chuck Sawを発表） その他　中国系企業で後発参入企業多数

レーザメーカとしては、浜松フォトニクス、外資系では、Eo Technics（韓国系　レーザ及び装置企業）、Trumpf （欧州系　レーザ） など

出所）GNC 「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
4）グラインディング

＜市場推移＞

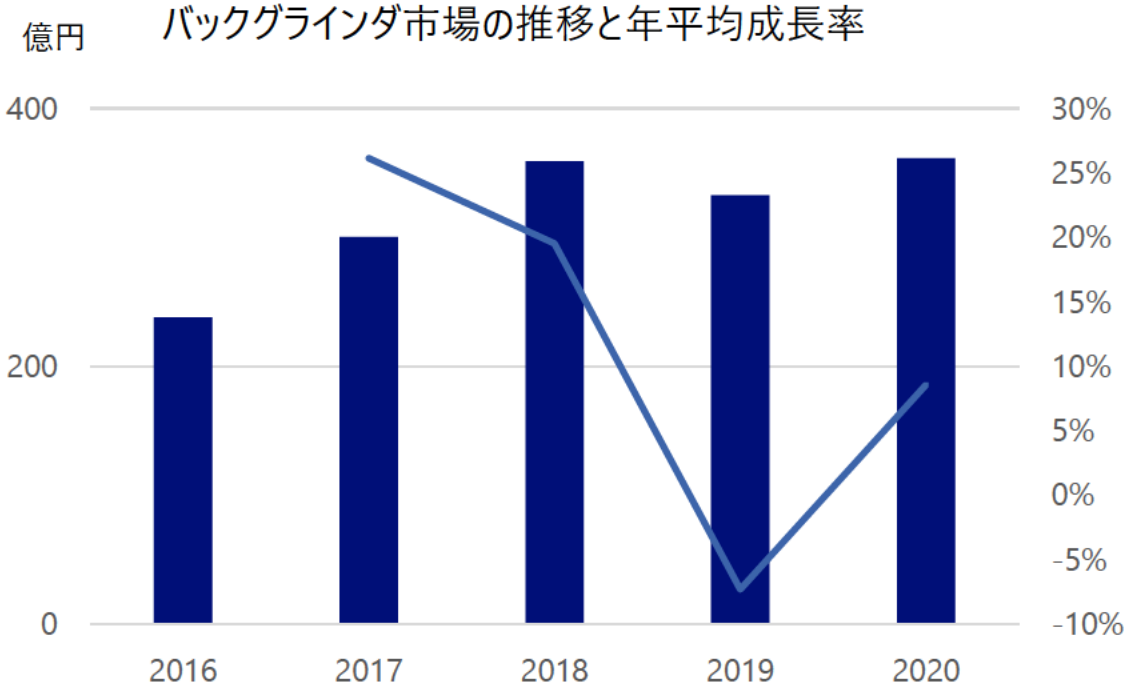
■　2019年の米中貿易摩擦もプラス成長を続けており、2016年～2020年の過去４年間の年平均成長率は、13.0％と成長性の高い市場となっている。

パッケージングの３次元化、チップレット化は、ダイの積層化を促進するため、ダイの薄化のニーズは強く、更なる技術革新が進んでいるものと推計される。

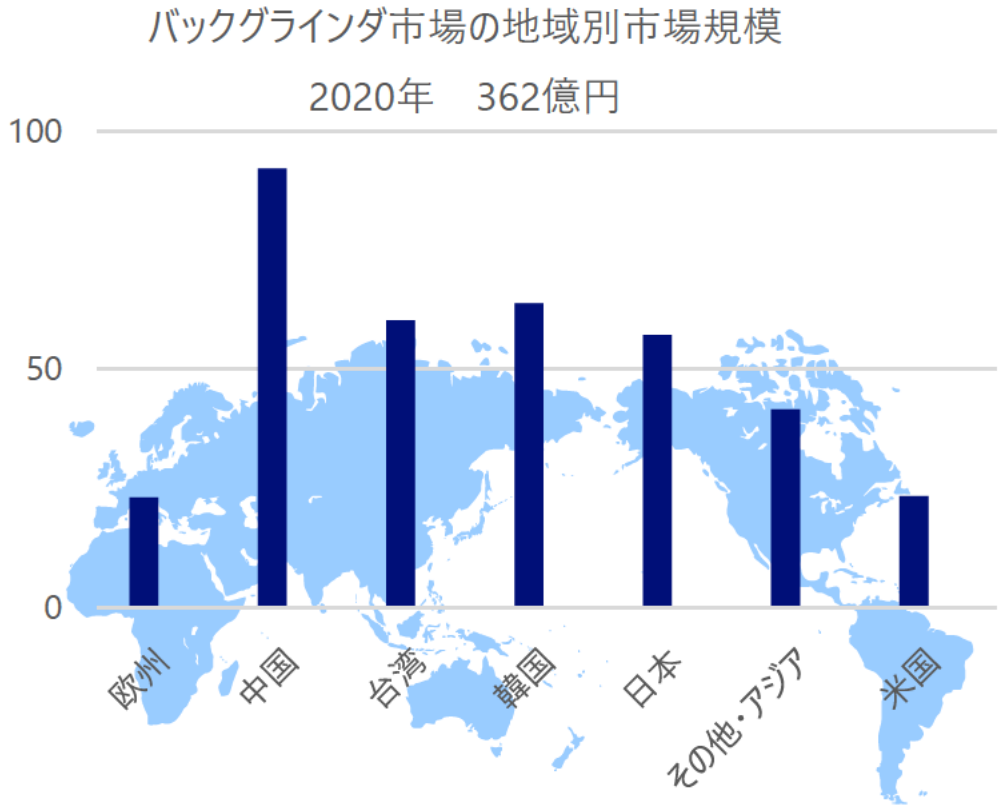
＜市場規模＞

■　日本を含むアジアの市場構成比は、87.1％とアジアに偏重した構造となっており、中国が全体市場の25.5％を占める。

米中貿易摩擦は、市場成長に水を差す形となったが、依然、高い投資余力を残している領域である。



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

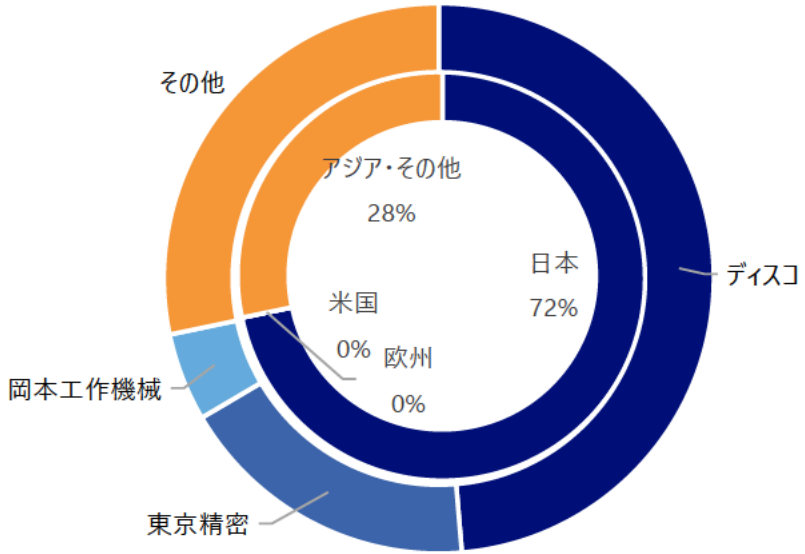
2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
4）グラインディング

＜シェアポジション＞

■　世界トップシェアのディスコを筆頭に、東京精密等で、世界シェアの72％を日本企業が確保している。

日本が優位なポジションを確保している一方で、Semicon Korea、China等の展示状況を見るに、現地企業の新規参入も多く、中長期的には、現地企業が躍進してくる可能性を注視する必要あり。

バックグラインダ市場における
日本のポジション



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」
※　なお、上記数字の岡本工作機械の数字は、前工程のラッピング等の数字を含む

バックグラインダ装置のシェアポジション

日系 72％	ディスコ：　世界最大のバックグラインダメーカであり、市場シェア49％を確保する。ダイシングを含め、前後のプロセスを統合自動化し、本分野での圧倒的優位を確保している。
	東京精密：市場シェア18％で世界第２位のポジションを確保している。
	岡本工作機械：平面研削盤のトップメーカであり、半導体分野でもその技術力を生かし、世界第3位のシェアポジションを確保。
その他 28％	その他、Semicon korea2019展示企業は、 Dhk Solution Corporation Semicon China2020展示企業では Beijing TSD Equipment、 Suzhou Superlight Micro Electronics 、 Zhejiang Chip Sunshine Equipment Technology 等企業が製品を出している。

部材レベルでは、Nippon Pulse Motor Trading Co., Ltd.(NDS)
Asahi Diamond Industrial Co., Ltd.

出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
5）ボンディング

＜市場推移＞

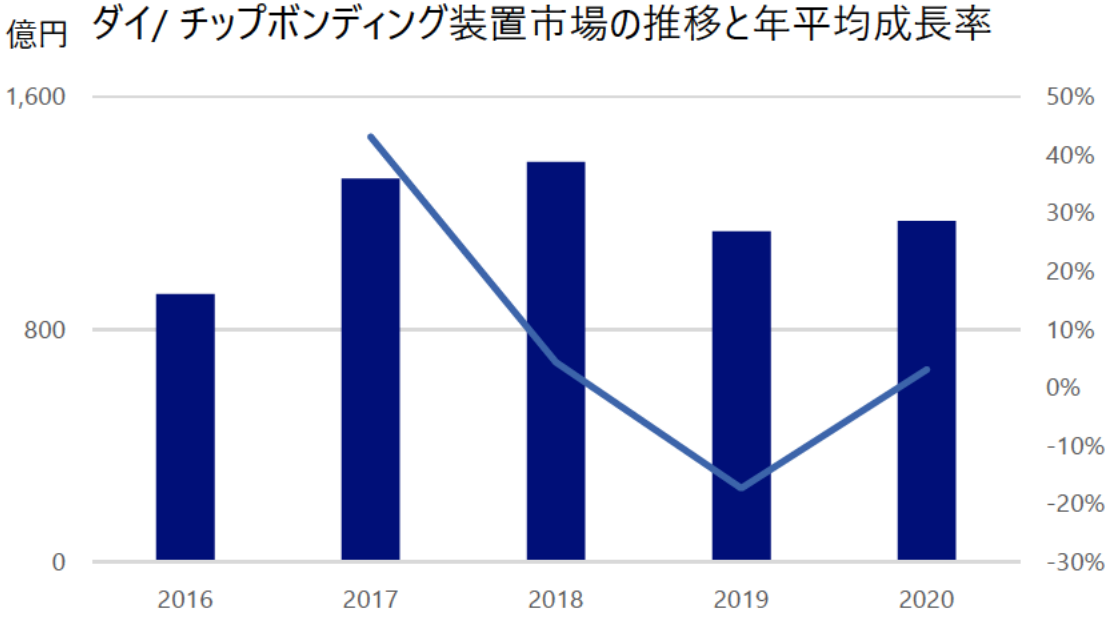
■　2019年の米中貿易摩擦で需要減少するも、2016年～2020年の過去４年間の年平均成長率は、6.2％と成長をしている。

パッケージングの３次元化、チップレット化は、ダイの積層化を促進しており、積層に必要なボンディング装置は、高精度化と同時に、高速性能化が要求され、市場拡大が続いている。

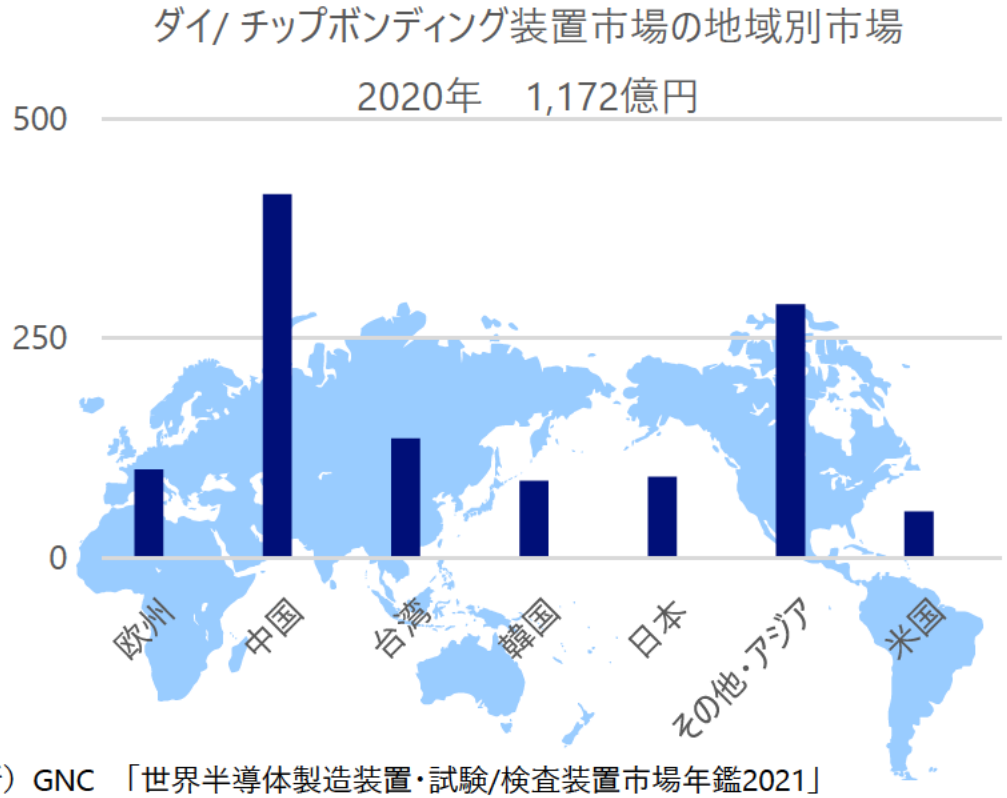
＜市場規模＞

■　2020年のダイ／チップボンディング装置市場は、1172億円であり、日本を含むアジアには、半導体後工程の工場が集中し、市場構成比は87％を超えている。

米中貿易摩擦に加えて、コロナによるアジアにおける半導体後工程の工場停止は、全世界に深刻な半導体不足の原因となったため、今後は、域内調達の動きがでるものと予想される。



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

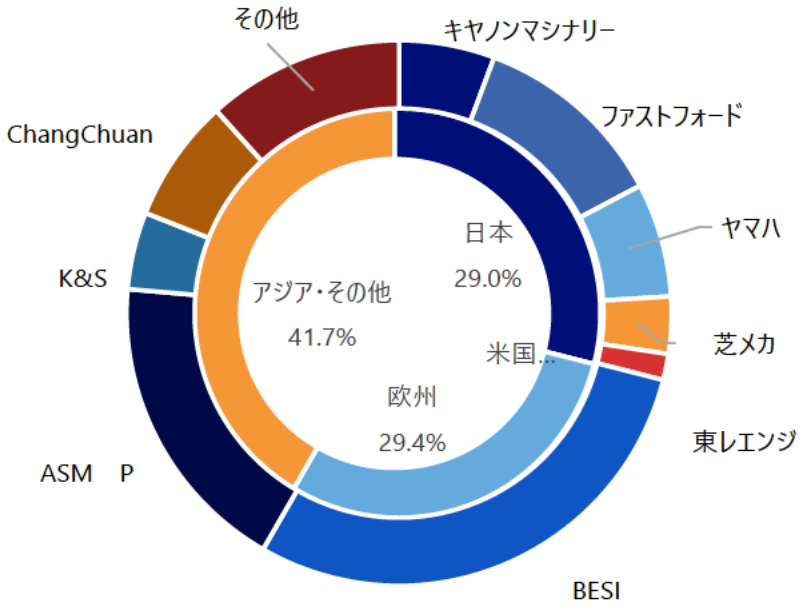
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
5）ボンディング

＜日本のシェアポジション＞

■　オランダに本社を置く欧州メーカ　BESIが世界最大シェアを有しており、また、欧州発でアジアに本社を置くK&Sが世界第２位のポジションにあり、ASM-Pが世界第３位のポジションを占め、アジア並びに欧州のシェアが高い装置市場である。日本企業はキヤノンマシナリー、FUJIグループのファスフォード、ヤマハ、芝メカなど多数企業が参入するも、世界シェア29％に留まってる。

ダイ/ チップボンディング装置市場における
日本のポジション



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

ダイ/ チップボンディング装置のシェアポジション

日系 29％	キヤノンマシナリー：NECグループの精機事業をキヤノンが買収し、同社グループ企業。
	ファストフォード：元　ルネサス東日本であり、現在ＦＵＪＩが買収し、同社グループ企業。
	ヤマハ：　マウンター等と同時に精機事業の一貫としてボンダをラインナップ。
	芝浦メカ、その他
欧米系 30％	BESI：　ダイ・チップボンディング装置のTopメーカであり、世界シェア30％を確保している。本社は、オランダに置き、中国、マレーシアに工場を展開している。
アジア系 41％	K&S：　ワイヤーボンダのTop企業であり、ダイ／チップボンディングでは、世界第２位。欧州発の企業ながら、現在本社をシンガポールに置く。
	ASM Pacific Technology：欧州ASMインターナショナルの持ち分適用子会社であるが、本社を香港に置き、世界展開をしている。
	その他　Woowon,Protec、Hightec Systems Korea Corporation

出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
5）ボンディング　参考データ

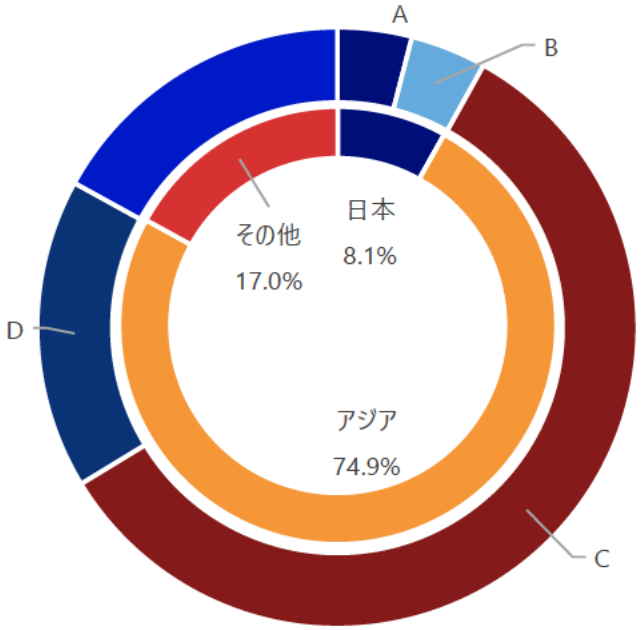
ダイ/チップボンディング装置

ワイヤボンダ　2020年
世界市場　1255億円

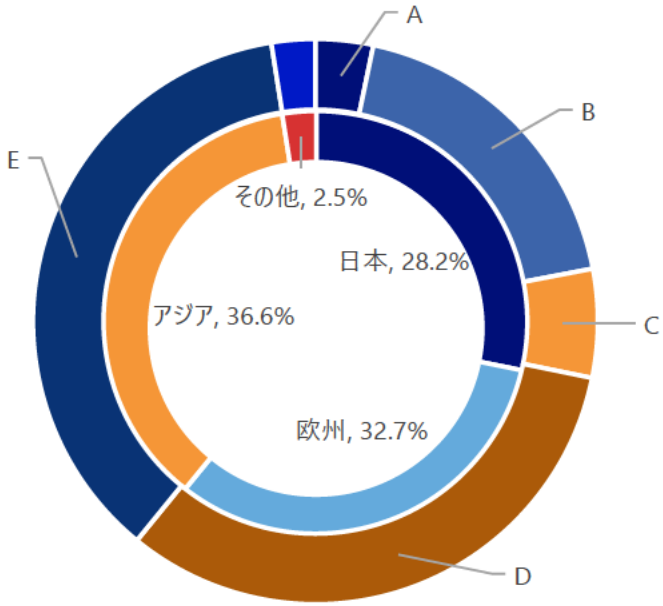
ダイボンダ　2020年
世界市場　642億円

フリップチップボンダ　2020年
世界市場　158億円

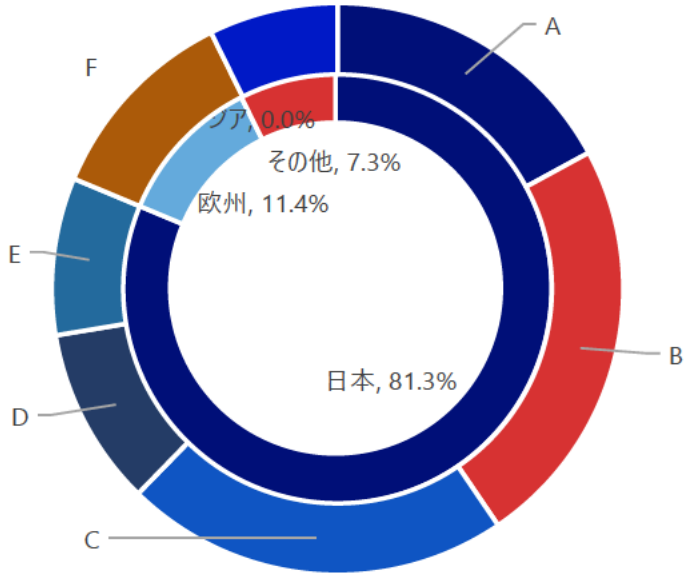
ワイヤボンダ装置市場
における日本のポジション



ダイボンダ装置市場
における日本のポジション



フリップチップボンダ―装置市場
における日本のポジション



※　内側の円グラフは、各地域ごとのシェアを示すが、その数字は、当該地域にある主要企業のシェアの合計であり、主要リストに上がらなかったその他企業のシェアは含まれていない。
所）富士経済　「2021ワールドワイドロボット関連市場の現状と将来展望」（2020年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
6）モールディング

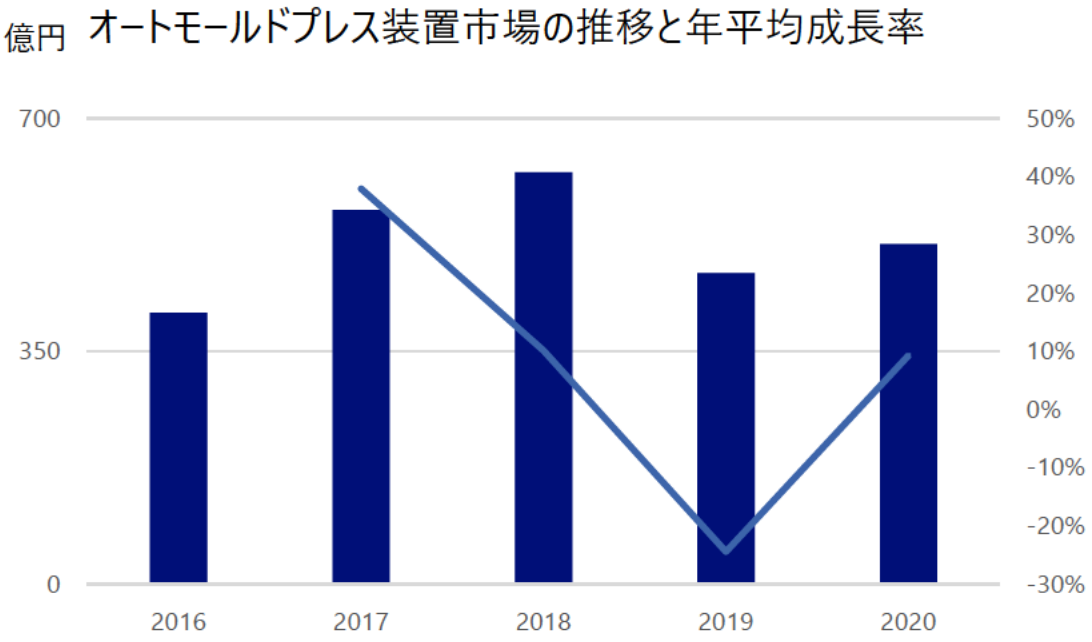
＜市場推移＞

■　パッケージングの最終工程として、デバイス並びに配線を光や熱、空気中の湿気やほこり、機器の振動などの衝撃などから保護するため、樹脂封止をする装置。2019年の米中貿易摩擦で需要減少するも、2016年～2020年の過去４年間の年平均成長率は、5.8％と成長をしている。

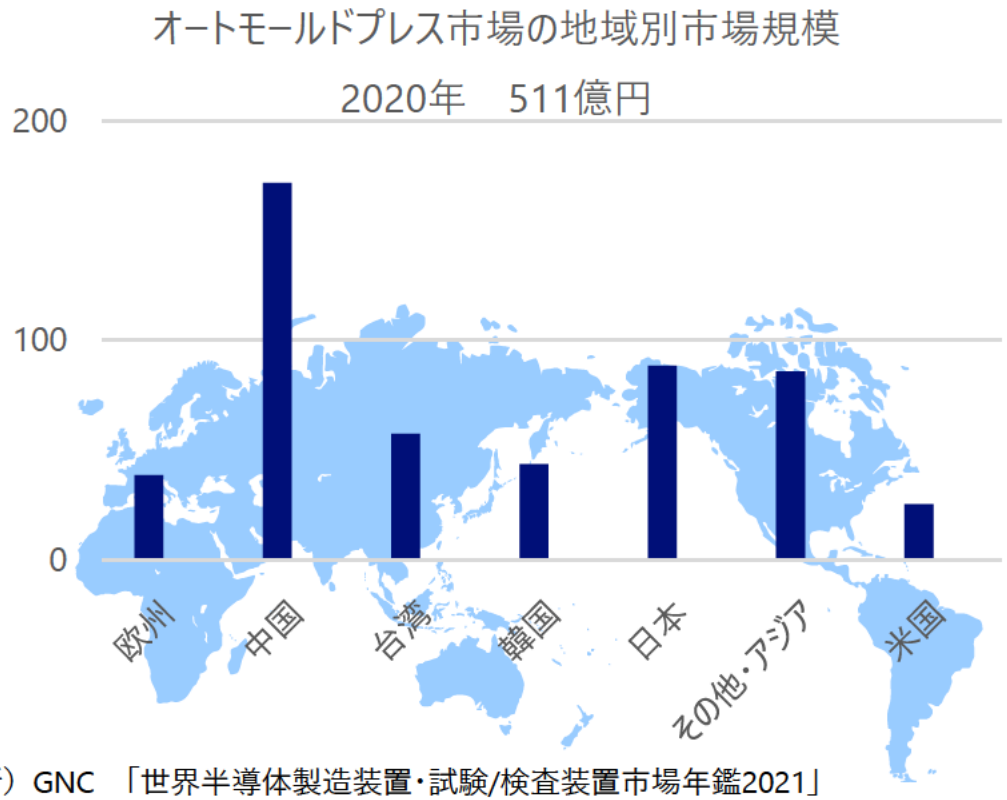
＜市場規模＞

■　中国が世界市場の約３分の１を占め、最大市場となっており、半導体後工程の工場が集積するアジア地域（日本を含む）は、世界市場の85％を占める。

欧州、米国ともに、世界市場の１割にも満たない市場となっている。



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

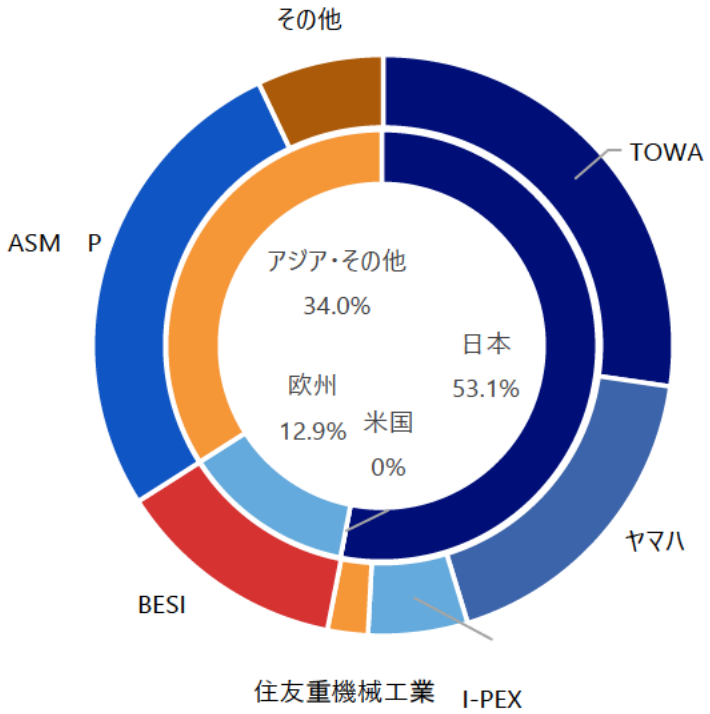
2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
6）モールディング

＜日本のシェアポジション＞

■　世界トップメーカであるTOWA及び第３位のヤマハをはじめ、その他複数企業が参入しており、日本のシェアは53％を占める。

世界第２位は、香港に本社を置く、ASM-Pであり、アジア企業のシェアポジションを高めている。

オートモールドプレス装置市場
における日本のポジション　2020年



出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

オートモールドプレス装置のシェアポジション

日系 53％	TOWA：　オートモールドプレス装置の世界Topメーカであり、シェア27％を占める。
	ヤマハ：　ヤマハ発動機であり、ロボティクス事業でモールディング装置を生産。国内第２位。
	I-PEX（元　第一精工）、京都にある電子部品・精密機械を生産する企業。
	住友重機械工業、その他
欧米系 13％	BESI：世界シェア13％で世界第４位。本社は、オランダに置き、中国、マレーシアに工場を展開している。
アジア系 34％	ASM Pacific Technology：欧州ASMインターナショナルの持ち分適用子会社であるが、本社を香港に置き、世界展開をしている。
	その他

出所）GNC　「世界半導体製造装置・試験/検査装置市場年鑑2021」（2020年実績）

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
7）半導体後工程用露光装置（ステッパ＆レーザ加工機）

＜露光　ステッパの市場推移＞

■　2016年～2020年の過去 4 年間の年平均成長率は、15％と高水準での成長を持続している。

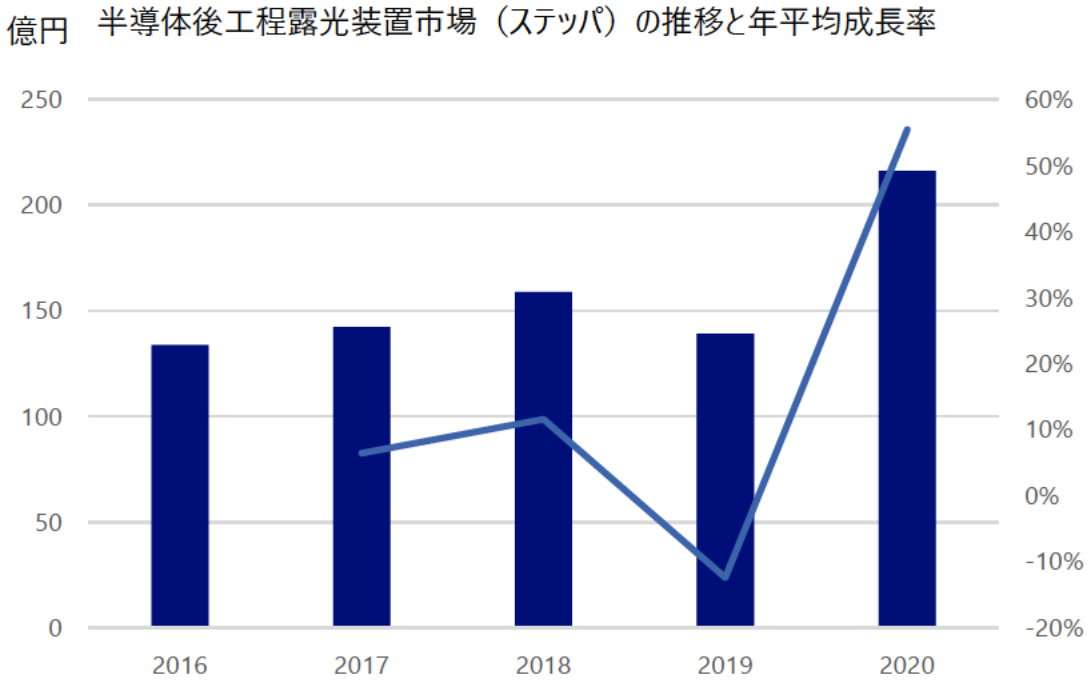
FanOutに対応した2.5D,2.1Dパッケージなど新たなパッケージ加工が必要となり、露光装置の加工精度の高精細化と同時に、フィールドサイズの大型化が進み、装置自体の単価上昇も進んでいるものと推計される。

＜露光　レーザ加工機の市場規模＞

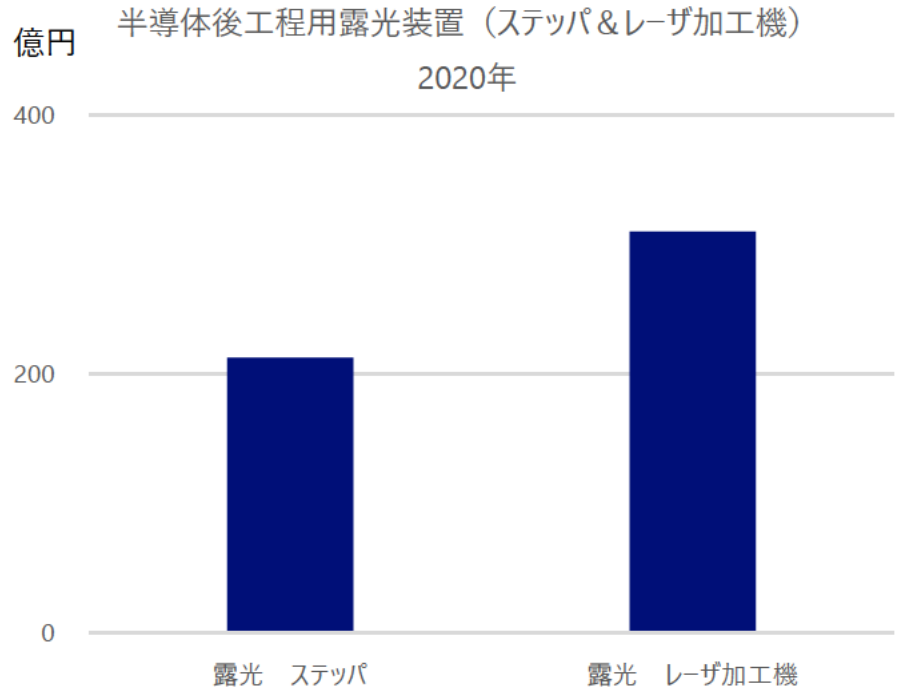
■　半導体後工程のパターニングに使用するステッパと同時に、ビア形成にレーザ加工機を使用する。

高出力のCO2及びUVレーザを使用し、パッケージ基板に穴を明け、上下配線層のビアを形成する。

一括露光のステッパと異なり、処理時間がかかるため、投資額も大きい。



出所）各種資料よりNRI推計



出所）ステッパ　各種資料よりNRI推計
レーザ加工機　富士キメラ総研「2021年　エレクトロニクス実装ニューマテリアル便覧」

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

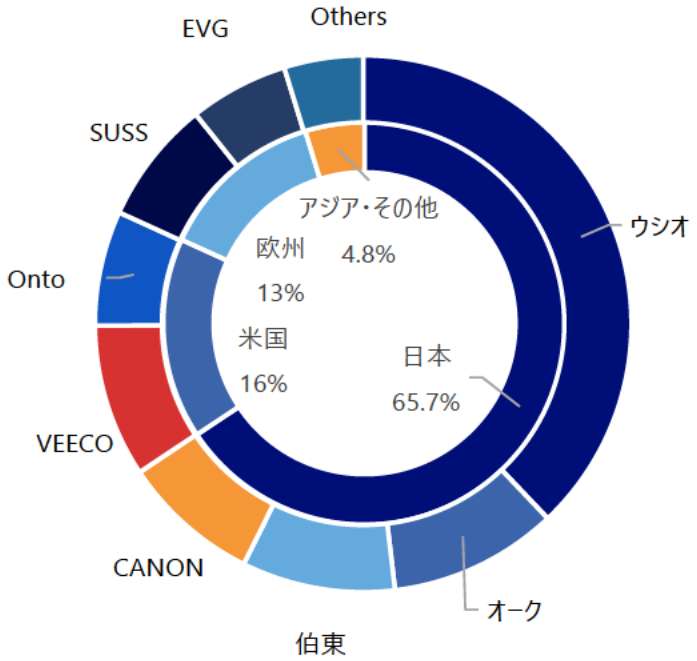
2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
7）露光装置（ステッパ）

＜日本のシェアポジション＞

■　半導体後工程用ビルドアップ基板でデファクトスタンダードとなっているウシオ並びに半導体前工程から後工程までをカバーするキヤノンを要する日本は、シェア66％と世界的に優位なポジションを確保している。

一方、半導体前工程用露光装置とは差別化路線をいち早く描いた欧米の露光装置メーカは、パッケージ市場でポジションを構築している。

半導体後工程露光装置（ステッパ）市場における日本のポジション　2020年



出所）各種資料よりNRI推計

露光装置（ステッパ）のシェアポジション

日系 66％	ウシオ： 半導体後工程ビルドアップ基板用ステッパ最大手であり、ハイエンド市場をほぼ独占する有力企業である。
	キヤノン： 半導体後工程におけるウェハレベル露光装置で高い実績を持つ。
	その他
米系 16％	VEECO： パッケージ用露光装置のパイオニアであるUltratech社をVEECO社が買収し、近年業績を伸ばす。
欧州系 13％	SUSS MicroTec： ドイツ　ミュンヘンに本社を置く露光装置メーカ。プロジェクションスキャナ、マスクアライナを商品ラインナップ。
	EVG：オーストリアに本社を置く、製造装置メーカ。パッケージ向けのウェハ接合やリソグラフィ装置を商品ラインナップ。
その他 5％	

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－1　後工程装置・材料市場
7）露光装置（レーザ加工機）

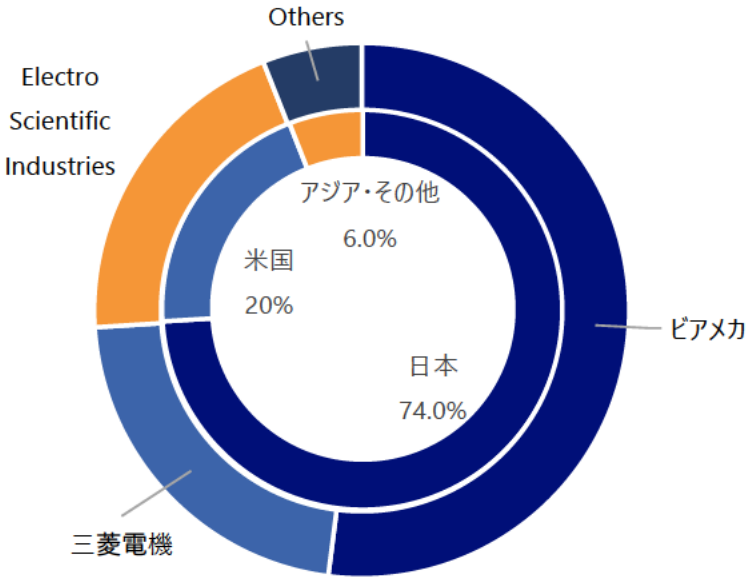
＜日本のシェアポジション＞

■　パッケージ基板製造で必要となるビア形成装置として、レーザ加工機がある。日本は、最大手のビアメカと２位の三菱電機を有し、シェア74%と世界的に優位なポジションを確保している。

３位のElectro Scientific Industriesは、米国企業であり、UVレーザでは世界トップのポジションにある。

新興系としては、中国、韓国の企業が自国内需要をベースに実績を作りつつある。

半導体後工程露光装置（レーザ加工機）市場における日本のポジション　2020年



出所）各種資料よりNRI推計

露光装置（レーザ加工機）のシェアポジション

日系 74%	ビアメカニクス：元日立ビアメカニクス。多軸のハイエンド製品が中心であり、パッケージ向けに強い。
	三菱電機：レーザ加工機トップメーカであり、CO2レーザタイプがメイン。CO2レーザタイプの４分の１はパッケージ向けである。
	その他
米系 20%	Electro Scientific Industries ：米国のレーザ加工機メーカ。UVレーザシステムでシェアが高い。
アジア系 6%	大族激光：中国最大手のレーザ加工機メーカ。米国企業からも評価され、有望視されており、新たに江蘇と四川に生産拠点を拡大。 華工激光：中国有力メーカ。中国政府のプロジェクトを受託するなど、技術力には定評がある。
	EO Technics：韓国のレーザ加工機メーカ。シンガポール、米国などグローバルに展開を図り、Amkorなども顧客として確保。

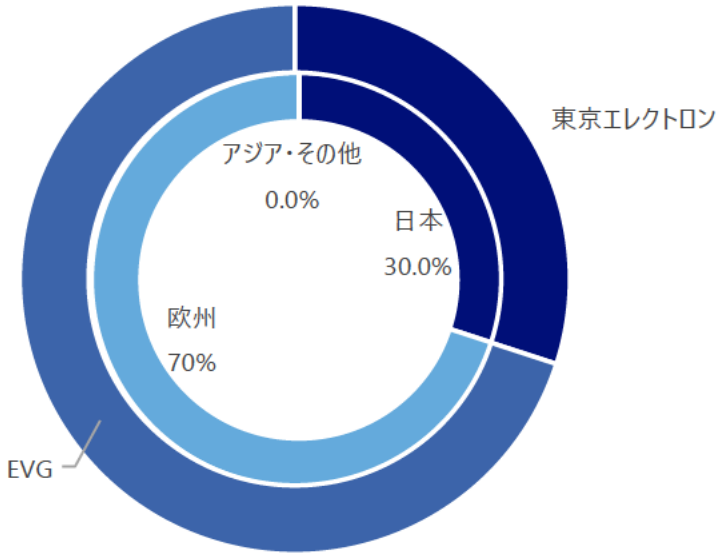
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
２－１　後工程装置・材料市場
１１）ハイブリッドボンディング

＜日本のシェアポジション＞

■ハイブリッドボンディング製造装置は、世界最大手のEVGが70％のシェアを有し、第２位の東京エレクトロンが30％を占め日系のシェアポジションは、市場全体の30％と推計される。この他、BESIと提携し参入しているAMATや、SUSSなどが参入を行っている。

ハイブリッドボンディング装置
における日本のポジション　2020年



出所）メーカヒアリングよりNRI作成

ハイブリッドボンディング装置のシェアポジション

日系 30％	東京エレクトロン：国内最大の半導体製造装置メーカであり、国内有力のハイブリッドボンディング装置メーカ。 SCREEN　HD：洗浄をコア事業とする製造装置メーカであり、同分野での開発を行う。
欧米 70％	EVG：1980年に、オーストリアで創業。ハイブリッドボンディングのトップメーカであり、半導体後工程・MEMS用の露光機でも高いシェアを持つ企業。 アプライドマテリアルズ：世界最大の半導体製造装置メーカであり、ウェハプロセス装置をフルラインナップで保有する有力企業。Be Semiconductor（BESI）と提携し、ハイブリッドボンディングに参入。 SUSS：後工程・パッケージング用の露光装置及びその周辺機器で実績を上げ、同ハイブリッドボンディング装置にも参入。

出所）メーカヒアリングよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材

１）テスター

２）ハイブリッドボンディング

３）ダイ/チップボンディング

４）ダイシング

５）露光装置

６）CMP

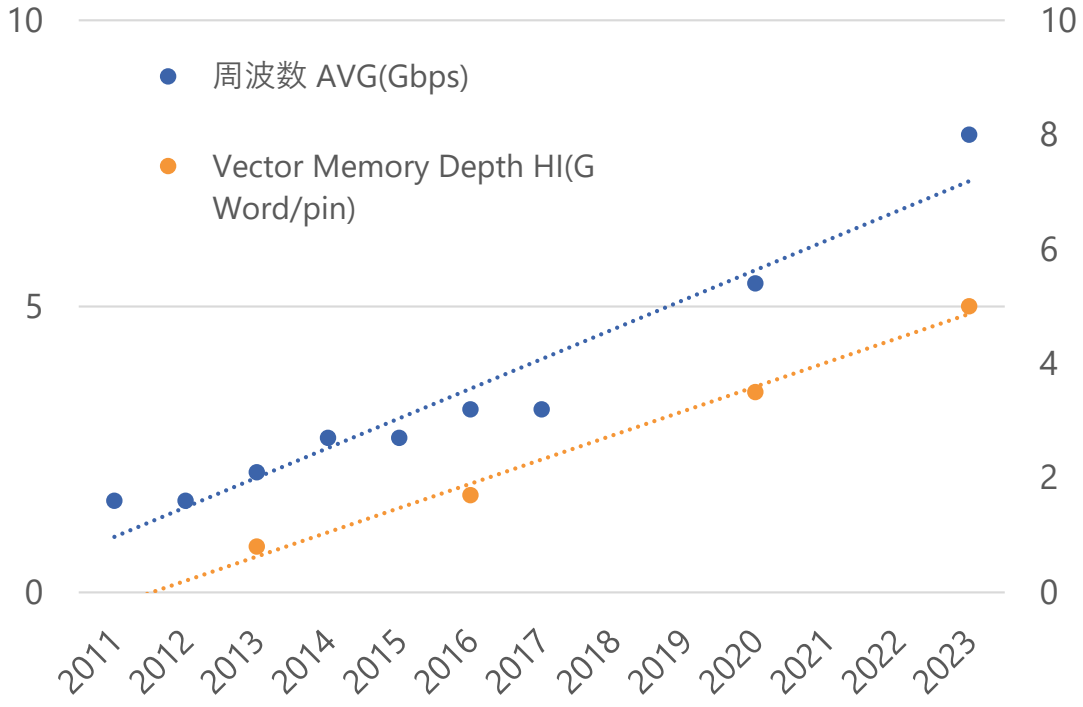
７）グラインディング装置

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
１）テスター
（１）プロセス概要

- テスターは、デバイスの進化に対応し、世代ごとにプラットフォームを進化させてきており、今後もその傾向を持続する。
- １世代３－４年サイクルで進化しており、現在のピン数は、アドバンテストテラダインともに8,000ピンとなっている。ピンの本数は、半導体の高集積化に対応し、増加傾向にあるが、各社のターゲット製品や顧客、さらに、競争・差別化を意識した戦略により異なる。また、世代間の互換性を維持しつつ高集積化をするのか、あるいは、互換性を考慮しないアーキテクチャでの開発を行うのかなども各社の違いとなっている。
- 周波数は、デバイス性能の向上並びに多数個並列処理などを可能とするため、高周波数化してきている。現状量産レベルで、５Gbpsクラスとなっている。テスターのキーデバイスであるピンエレクトロニクスの性能とほぼ同性能にまで進化しており、今後の更なる進化のためには、アーキテクチャの変革並びに方式の変革が必要となっている。

SoCテスターの技術トレンド（Gbps）



出所）各種資料よりNRI作成

テスター大手の仕様比較

	アドバンテスト	テラダイン
①ピン数Pin	8000	8000
②周波数Gbps	5.0	2.2
③電源	1KA程度	同左
④パターンメモリGVector／Pin	3.5G＊	8.0G

＊：896GVector/cardまで向上可能（使用条件に準ずる）
出所）各種資料よりNRI作成

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材

1）テスター

技術革新を継続するテスター

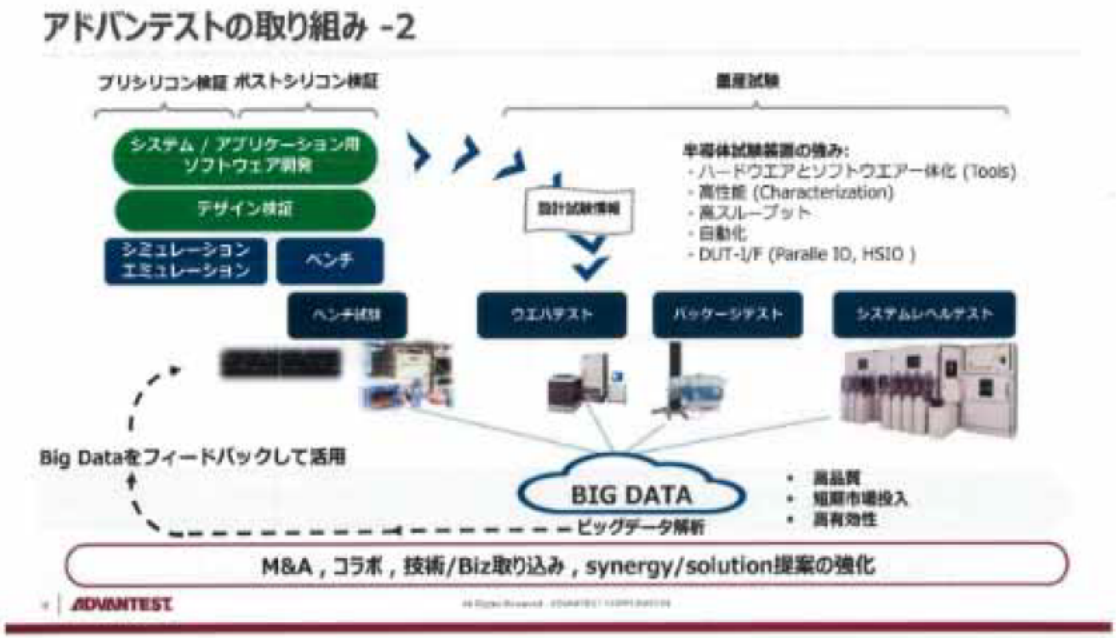
■ 次世代半導体向けテスター開発（持続的成長）

- 日々、大規模データがネットワークでトランザクションされるデータドリブン社会になり、コンピューティング技術は、エクサスケールへと進化を続け、その進化のスピードは緩まることがない。このため、その心臓部のデバイスも、高速・大容量が求められ、その最先端開発と量産をささえるテスティング技術は、各要素技術から更なる追求が行われている。
  - ベクターメモリの拡張
  - 電源機能強化
  - 高速IOスキャン機能、同時測定数の増加　など

■ BigData解析を用いたビジネスモデル革新

- テスティングは、設計データとの連携を図り、リアルなデバイス上で設計データの要件を満たしているか検証する必要がある。しかし、その一方で、半導体業界は、ファブレス、ファンドリー、OSAT、それを支える部品・材料と分化しており、個々の企業ごとの歩留り管理ではデバイスの信頼性を確保するのが困難になっている。
- そこでテスター業界は、これらのバリューチェーンを横断し、ウェハテスト、パッケージテスト、システムレベルテストのテストデータのみならず、設計・シミュレーションへのフィードバックを行い、新たな付加価値創出に挑戦を開始している。

出所）アドバンテスト



出所）アドバンテスト

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

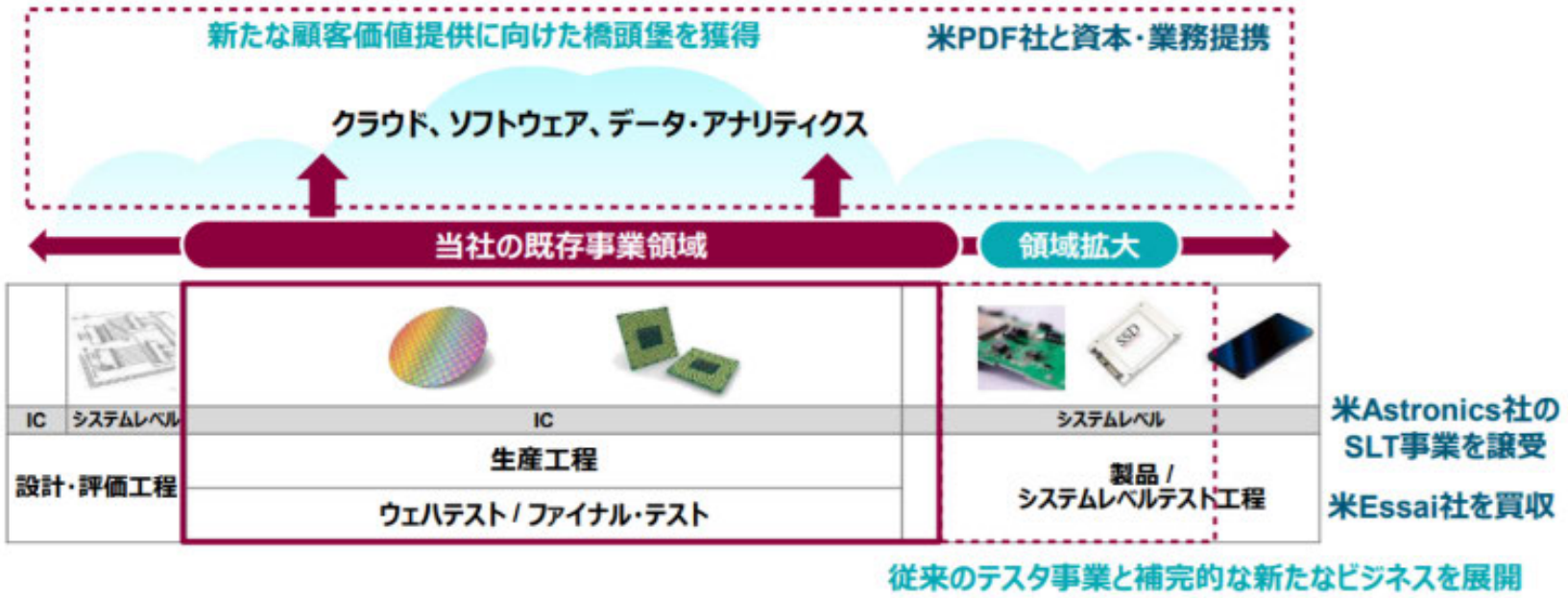
２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材

１）テスター

新たなビジネスモデルに躍進するテスター

■ 半導体の水平分業化が進む中で、大規模なLSIの開発に莫大な投資がなされており、設計から試作、量産、システムレベルと各レイヤー横断での欠陥を洗い出すことが重要になっている。そのため、アドバンテストは、バリューチェーンを跨ぐプレイヤ横ぐしで量産試験からシステムレベルテストデータをクラウド上で管理できるサービスの開発に着手している。

「グランドデザインに基づく事業拡大・強化の取り組み
Cloud Solution事業の拡大



7 | ADVANTEST

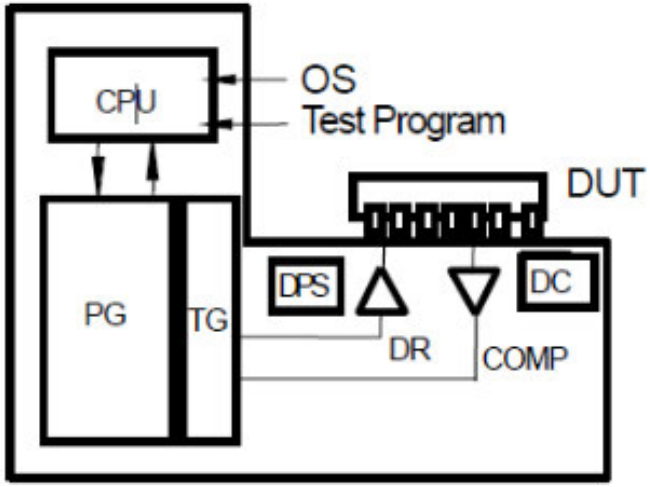
All Rights Reserved - ADVANTEST CORPORATION

出所）アドバンテスト　開示資料

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

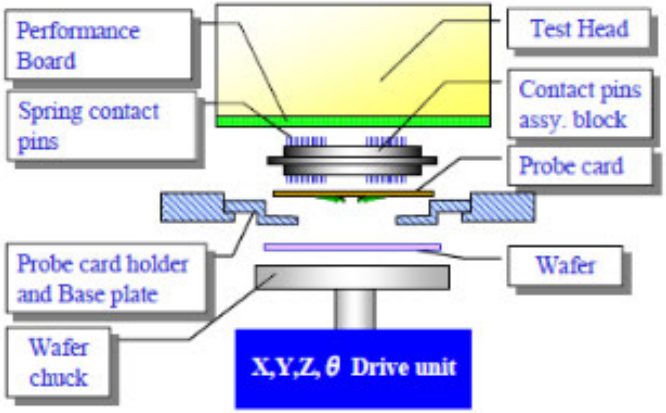
2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
１）テスター
（２）構成技術とコア要素部材

テスターの構成要素とコア要素部材



出所）ITRS　半導体製造装置技術ロードマップ

プローバー等接続部構成要素とコア要素部材



出所）ITRS　半導体製造装置技術ロードマップ

テスター

技術の概要

半導体製造の回路形成後、最終出荷前に電気的にデバイスに欠陥がないか電気信号や回路に応じたテストプログラム走らせることでテストを行う装置である。

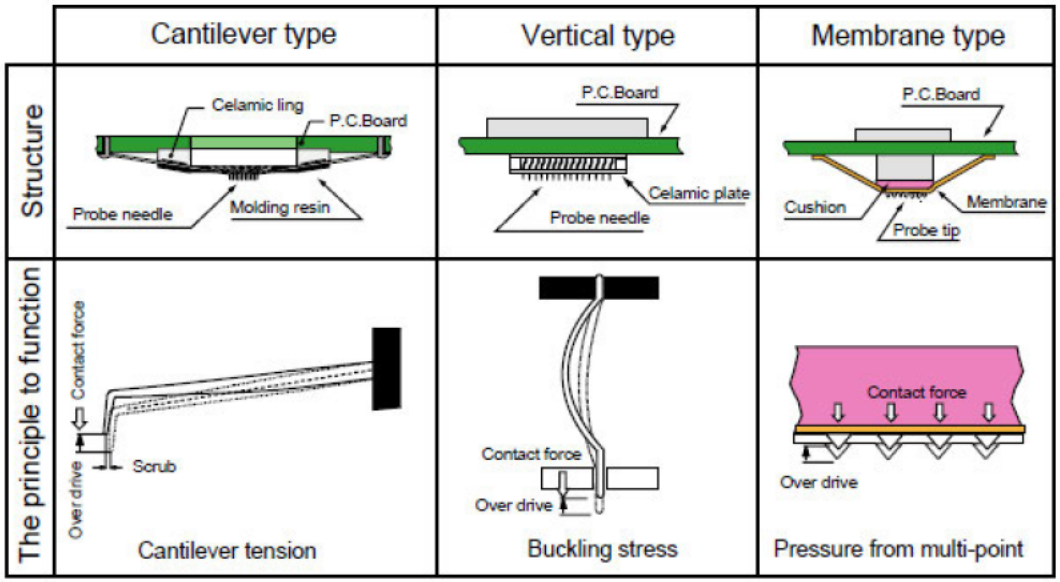
コア要素部材

- テスターは、テストプログラムをテストコントローラであるCPUへロードし、各部を制御しながら、テストを実行する。
- テストリソースとしては、テストデバイス（DUT・Device Under Test）に電源を供給する①デバイス電源（DPS：Device Power Supply）とDUTに信号を入力するドライバ② ドライバ（DR：Driver）、DUTからの出力信号を判別する③比較器（COMP：Comparator）などで構成される。
- さらに、テスターのピンからの入力情報をシグナルに変換する機能として、ピン・エレクトロニクスがある。この部品は、デバイスとコンパレーターを１ピンごとに併せ持つ構造であり、実時間で入出力を切り替える機能を持つ。そのため、テストデータを生成するパターン発生器④パターン発生器（PG:Pattern Generator)、テストデーやの時間的な印加タイミングや判定タイミングを発生する⑤タイミング発生器（TG：Timing Generator）などで構成される。
- 半導体テストのためのプローブテスターの構成は、ウェハをハンドリングする機構部とテストの心臓部となる「メカニカルインターフェース（接続部）」で構成される。
- さらに、ウェハの接点となるプローブピンを基盤に配置した「プローブカード」とその制御機構で構成される。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
１）テスター
補足：プローブカード

■ 高集積･微細化の進展により、プローブピンは、MEMSにシフトしている。

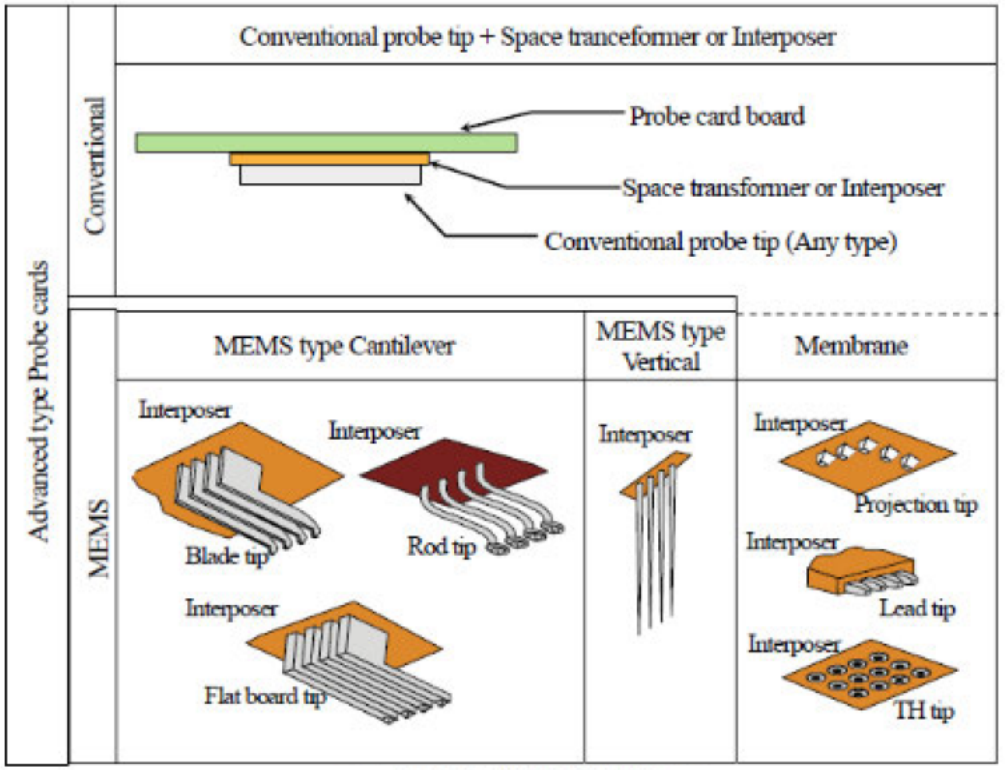


従来型プローブカードの基本構造分類

Basical structure of conventional Probe cards

出所）ITRS　半導体製造装置技術ロードマップ

■ MEMSは、量産性が高く、低コストながら製造に時間を要するため、量産時に仕様され、従来方針のピン方式は開発段階及び初期の小ロットに使用される傾向にある。



アドバンスト型の構造例

Example of Advanced type Probe cards

出所）ITRS　半導体製造装置技術ロードマップ

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
１）テスター
（３）テスターの主たる構成部品とサプライヤー　　コンタクトプローブ

- 概要
- プローブ検査のコア部品であり、パターンウェハの電気テストを行うために、ウェハ上に設けた電気パットより電気を流すためにコンタクトを取る部品。
- 「プランジャー」「パイプ」「バネ」の3パーツで構成され、パイプの中にバネが入っており、先端のプランジャーがストロークすることで検査対象の電極に適切な荷重と接触を行い電気的な検査を行う。ポゴピン、プローブピン、探針などと呼ぶこともある。

	市場ポジション	特徴（事業内容）	売上高 従業員数	住所
株式会社ヨコオ	大手	アンテナ、コネクタ、デバイス	599億円 906名 （グループ：8,428名）	東京都 千代田区神田
株式会社 精研	大手	スプリングプローブ他コンタクト端子、半導体ウエハ検査用プローブカード、高密度パッケージ用ICソケット他	134億円 316名	東京都 大田区南蒲田
株式会社喜多製作所	大手	Cohu, Inc.が親会社（買収） コンタクトプローブ（スプリングプローブ）、リセプタクル（ソケット）、クリーニングブラシ（ナノテクブラシ）、精密金属部品など	140名 （本社工場）	大阪府 泉南市
理化電子	中堅・中小	半導体製造用装置に用いられる各種精密治工具の製造販売 電子部品の検査システム（ICソケット等	単独 112名	東京都 港区三田
サンケイエンジニアリング	中堅・中小	コンタクトプローブ 治具・ユニット 試験用装置	62名	神奈川県 横浜市港北区新横浜
テスプロ株式会社	中堅・中小	各種コンタクトプローブ及び関連製品の設計、製作、販売、輸出入、各種テスト用治具	10名	東京都 品川区南大井
北辰技研	中堅・中小	コンタクトプローブ、ニードルピン（ワイヤーピン）、タングステンプローブ、検査用治具など		富山県 富山市五福
東京特殊電線株式会社	中堅・中小	電線・ヒータ製品、ケーブル加工品・線材加工品（コンタクトプローブ）	266名	東京都 港区西新橋

出所）SEMICON JAPAN出展企業等ヒアリングによりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
２）ハイブリッドボンディング
（１）プロセス概要

- ２.XD、３D世代の半導体を実現するため、Si基板同士を接合するプロセスが重要になっており、SiO2膜を接合するハイブリッドボンディングの利用が今後増加する。また、従来のウェハ to ウェハだけでなく、チップレット化に対応したダイ to ウェハが今後増加するものと予想されている。
- 基本特許は、Ziptronix社を買収したXPERI社が保有し、派生プロセスなども特許で押えているが、今後の本格利用に向けて、様々な活性化手法や成膜ボンディング手法が開発されてくるものと期待されている。
- 現在、EVGがトップシェアで約70％、２位が東京エレクトロンで約30％、これに、AMAT−BESI連合、SUSS他が参入。

活性化・ボンディング材料

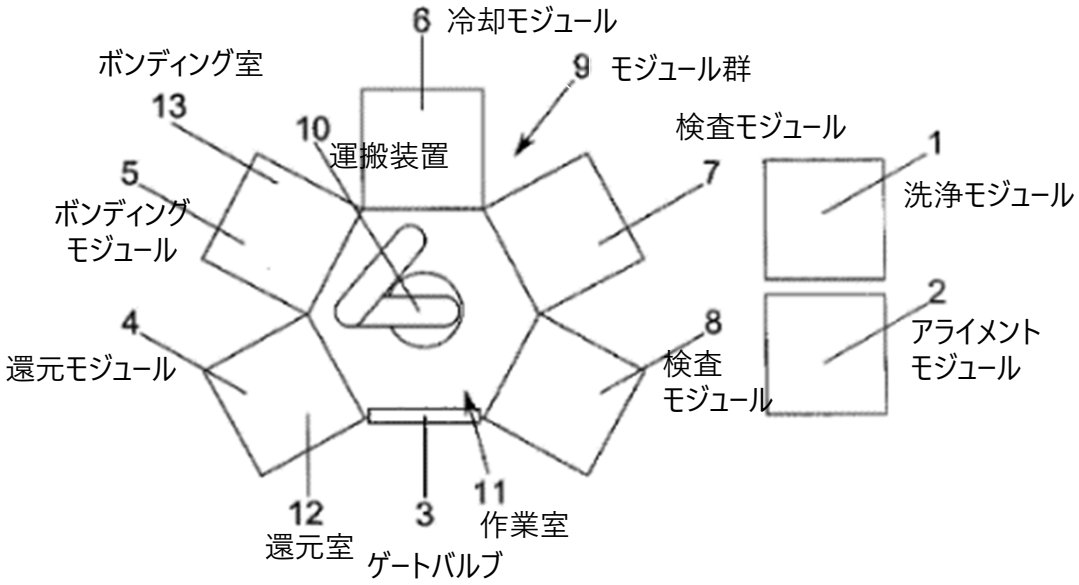
XPERI社が最初に開発したアンモニア系プロセスのみならず、N系、O系ガスなど様々な方法が考えられている。

- NH4OHあるいはNH4Fなどでの活性化
- N系ガス
- Ar系ガス（須賀教授　明星大）
- O系ガス　など

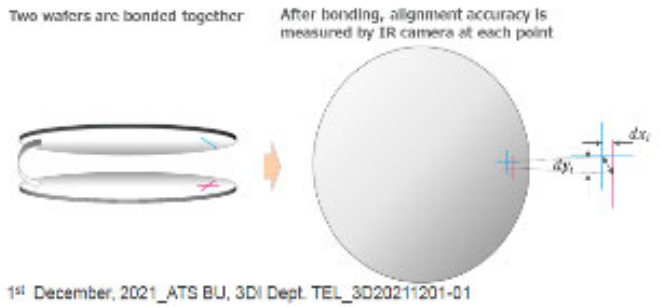
ハイブリッドボンディング工程イメージ

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
2）ハイブリッドボンディング
（2）構成技術とコア要素部材

ハイブリッドボンディングの構成要素とコア要素部材



出所）特表2015－52545468（P2015-525468A）EVG



出所）東京エレクトロン

ハイブリッドボンディング

技術の概要

- SiO2の酸化膜をプラズマで活性化し、窒化膜あるいは酸化膜他の再結合を行い、その後、温度を上げてCu−Cuの結合を行う。
- 代表的なプロセスは、XPERI社が保有するNH4OHなどのアンモニア系プロセスで前処理を施した酸化膜SiO2のCu電極側表面同士を対向接触させる。すると活性化された絶縁膜同士が共有結合し、永久接合ができる。

コア要素部材

- プラズマ及び反応プロセスガス
- 共有結合をさせる膜の組成を決定する活性化工程と反応ガス、また、反応層を移動する際の雰囲気コントロールなどに使用するガスとその使用条件によって膜質・歩留りに大きく影響する。
- ウェハアライメント機構
- 素子形成・パターニングをおこなったウェハの張り合わせのためには、ベースウェハの位置決めだけでなく、加工によるズレや歪を考慮した位置合わせが必要となり、高精度なXY、ローテーションによる位置決めが必要となる。
- ウェハステージ
- ウェハの反応温度などのばらつきをなくしながら、加工するための温調付きのウェハステージが必要。真空吸着タイプで、前工程で使用されるほどの高温ではない。

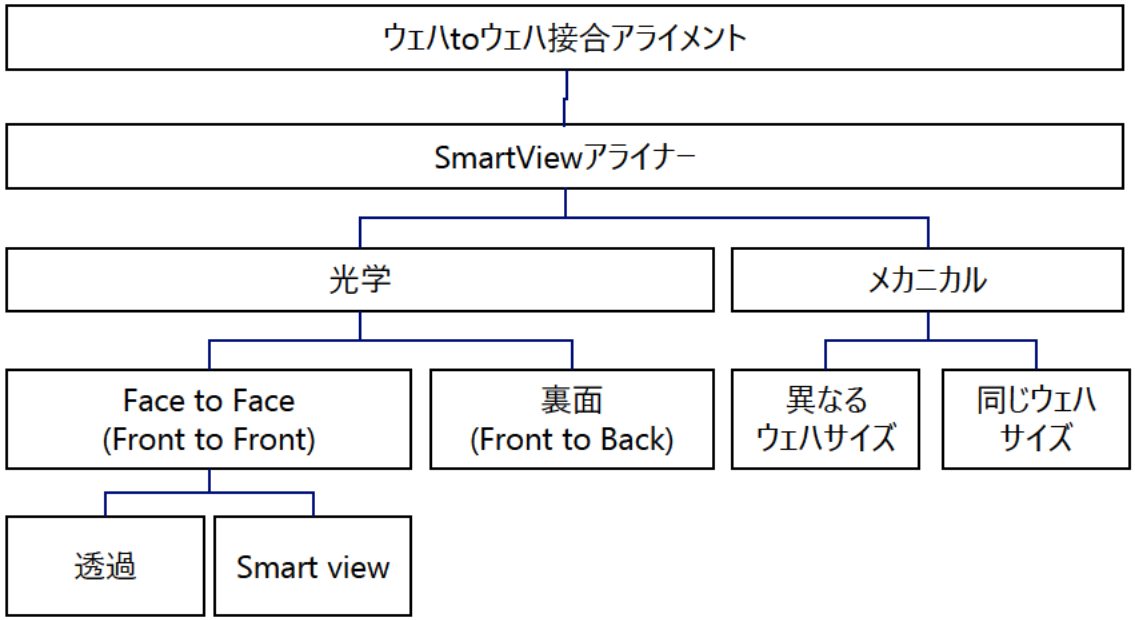
Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
2）ハイブリッドボンディング
（2）構成技術とコア要素部材　EVG　ウェハ位置合わせ　Smart View

■ EVGは、光学的な手法とメカニカルな手法の組み合わせにより、精度の高いウェハアライメントを確立している。

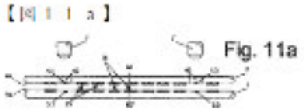
■ EVGは、ウェハのアライメントマークを検出し、そのアライメントマークの合わせにより、2 つのウェハの位置合わせを行うウェハアライメント方法　Smart View技術を確立している。

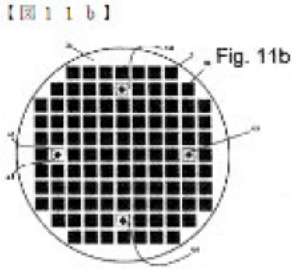
ウェハアライメント方法

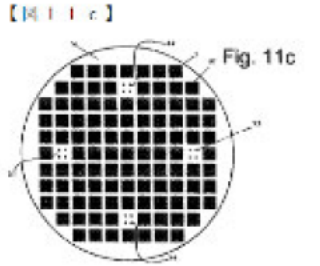


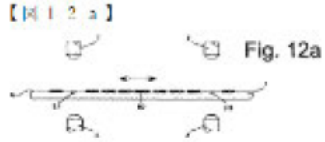
出所）EVG資料

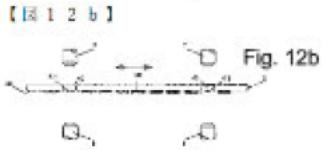
Smart view











出所）JP 2013-519240 A 2013.5.23　EVG

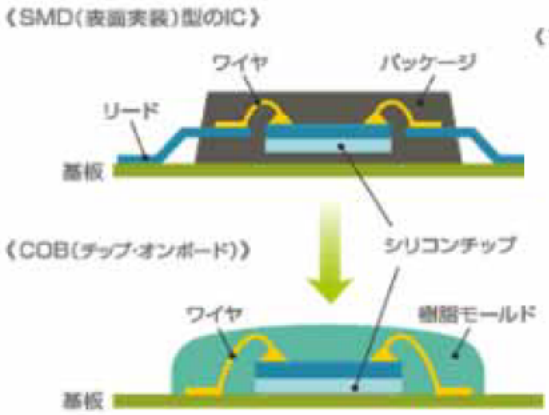
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
3）ボンダー
（1）プロセス概要

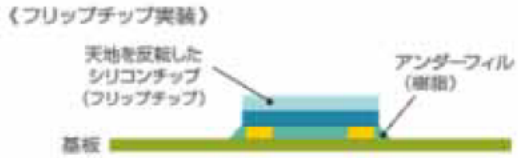
- 半導体デバイスであるダイをハンドリングし、一つのチップに組み立てる技術。
- 従来型のダイボンディングは、基板上にダイボンディングペーストあるいはフィルムを付け、その上にダイを置きその後、ワイヤボンディング等で配線をするプロセス。
- フリップチップボンディングは、シリコンチップ（ダイ）の電極とパッケージ基板上の電極を向かいあわせにバンプで接続するプロセス。
- ウェハボンディングは、WLP（Wafer level Packaging)を実現するため、パターンニングして素子形成をしたウェハ同士を位置合わせをして接合するプロセス。
- ダイツーウェハボンディングは、WLPプロセスを発展させ、異なる複数のチップを一つのダイ上に実装し１つのチップに組み立てるためのプロセス。

ボンダーの種類

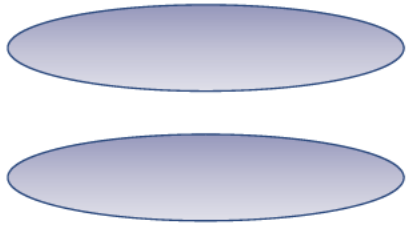
ダイボンダー	フィリップチップボンダー	ウェハ ボンディング装置	ダイtoウェハ ボンディング装置



出所）TDK



出所）TDK



Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
3）ボンダ―
（2）構成技術とコア要素部材

■ ボンダ―

■ 技術の概要

- ダイボンダは、ウェハ上のベアチップ（ダイ）を取り出し、実装する装置である。
- ダイを真空引きした部品グリッパなどでつかみ、精密かつ高速で位置決め認識を行う機能を持ったドライブシステムで移載し、ボンディングする。
- ボンディングのためには、接着剤や接着性のフィルム、接着補助剤、ハンダなどを活用する。

■ コア要素部材

- ボンダ―の機構系としては、部品をつかむノズル/部品グリッパー並びに稼働部を含むボンディングヘッドとマシン可動域を決めるレールとドライブシステムがある。
- また、接合方法により、加圧機能、超音波機能、加熱機能などを備えており、ボンディング方式によりヘッドの機構が異なる。

■ 高精度ダイボンダー開発における重要技術

■ 高精度な位置決め

- 最先端分野での高精度な制御を実現するには、ピックアップするダイと基板、さらに実装時の位置などをXYZ軸、回転方向などで高精度に位置検出し、可動位置を制御するための光学制御系が重要となる。

■ 高精度な位置決め機構

- 高精度な実装を実現するため、構成する機構の精度、再現性、温度などによる変位がないといった機構としての精度が必要となる。
- 構成重要部品としては、ガイド、リニアモータなど

■ ボンディング機構

- ダイをハンドリングするノズル、ヘッドは、接合方法による機能を併せ持ち、なおかつ高精度な接合を可能にする必要がある。
- 今後の加工要求としては、常温あるいは低温での接合が重要。

■ クリーン化

- 1μクラスになると、従来は気にならなかったパーティクル等異物が欠陥の原因となるため、雰囲気制御を含むクリーン化は必須。
- Cu－Cuのダイレクトボンディングでは、クラス１レベルが必須。

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材
3）ボンダ―
（2）構成技術とコア要素部材と主要プレイヤ　ダイボンドペースト

- プロセス概要
- ダイボンドペースト（DBP）はチップをリードフレームやパッケージ基板といった支持体に接着する際に用いられる。
- 原料樹脂には主にエポキシ系樹脂あるいは、アクリル系樹脂などが使用され、フィラーは用途によって使い分けられている。リードフレーム接合で導電性を高めたい場合は Ag、パッケージ基板で絶縁性を高めたい場合はシリカなどが用いられる。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 51% ※1	住友ベークライト	大手 （31%）	本社所在地：東京都品川区 全社売上高：2,090億円 企業概要：国内トップサプライヤであり、後工程部材であるパッケージ用封止材ともに拡販を図る。
	昭和電工マテリアルズ	中堅 （15%）	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,314億円 企業概要：リードフレーム及びパッケージ用の両方に展開。
	京セラ	中小 （5.6%）	本社所在地：京都府 全社売上高：15,269億円 企業概要：パワーデバイス向けに注力しており、代替材料のシンタリングペーストの開発に注力。
欧米系 47% ※1	Henkel	大手 （47%）	本社所在地：ドイツ 全社売上高：23,461億円 企業概要：Topサプライヤであり、全世界に展開している。さらに、パワーデバイス向けにDBPの代替材料であるシンタリングペーストの開発に注力。
その他 ※1			

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。

出所）※1 富士経済　2020年　半導体材料市場の現状と将来展望よりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材

3）ボンダ―

（2）構成技術とコア要素部材と主要プレイヤ　ダイボンドフィルム

- プロセス概要
- ダイボンドフィルムは、ダイシング工程後の半導体チップを支持体（基板、リードフレーム、テープ、他）に接着する際に使用するフィルムである。
- ダイボンドフィルムとダイシングテープの機能を一体化したダイシング・ダイボンドフィルム（DDAF）と、放熱性と導電性を付与したダイアタッチフィルムであるコンダクティブ・ダイアタッチフィルム（CDAF）もダイボンドフィルムの一部である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 84% ※1	昭和電工マテリアルズ	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,314億円 企業概要： 3 D-NAND化を背景に薄型対応品の展開を積極的に行う。
	日東電工	大手	本社所在地：大阪府大阪市 全社売上高：7,613億円 企業概要：メモリ向けでシェアが下落しているものの、リードフレームパッケージ向けに強みあり。
	リンテック	小規模	本社所在地：東京都板橋区 全社売上高：2,582億円 企業概要：QFNなどの小型チップ向けに強み
アジア系 その他 (主要) 16% ※1	LG　Chemical	中小	本社所在地：韓国 全社売上高：27,284億円 企業概要：ハイエンド品を中心に韓国でシェアを伸ばす。
	その他		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。

出所） ※1 富士キメラ　2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望を元にNRI作成

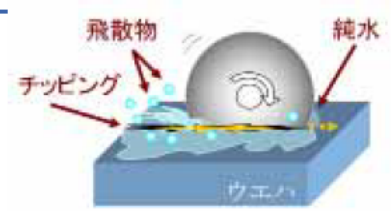
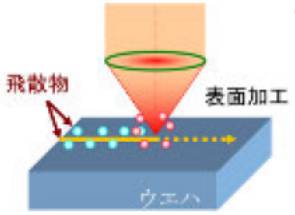
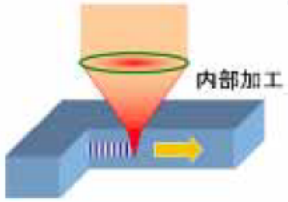
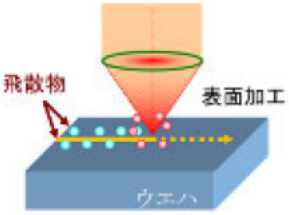
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材

4）ダイシング（1）プロセス概要

■ ダイシング工程は、大きく従来から使われている「ブレードダイシング」から、より高精度な加工のため開発された「レーザダイシング」、さらには、「プラズマダイシング」等がある。

- ブレードダイシング：薄型のダイヤモンドブレードを高速回転し、切削する手法。切削の溝幅のロスがある点と飛散物が多くでる点が難点である。
- レーザダイシング：極微細な領域にレーザを集光し、固体を昇華・蒸発させる、あるいはウェハ内部を改質し、エキスパンドテープでチップの分離を可能にする手法。溝を微細にできるメリットがある一方で、装置が高価になるため、ユーザによりブレードダイシングと使い分けがされている装置。
- プラズマダイシング：切削かすから生じるチッピングが発生せず、切断面のひずみが小さく抑えられる工程の装置。

	ブレードダイシング	レーザアブレーションダイシング	レーザステルスダイシング	レーザフルカットダイシング	プラズマダイシング
					
DISCO	○	○	○	○	
東京精密	○	○		○	
パナソニック					○
SPTS（KLA）					○
プラズマサーモ					○
AMAT					○
ブレード	ダイヤモンドブレード	–	–	–	–
レーザ	–	レーザ　（IR）	レーザ	レーザ	–
プラズマ	–	–	–	–	プラズマソース
光学系	–	反射、レンズ光学系	反射、レンズ光学系	反射、レンズ光学系	–
材料	テープ	エキスパンドテープ	エキスパンドテープ	エキスパンドテープ	マスク、BGテープ エキスパンデテープ

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
4）ダイシング（1）プロセス概要

- ダイシングライン幅は、ウェハにテストパターン (TEG) がある場合とない場合で最小ライン幅に違いを生じる。従来のブレードダイシング法ではテストパターンが無い場合は35μmが最小であるが、テストパターンがある場合は50μm程度となる。
- レーザ改質法による最小ダイシングライン幅は、テストパターンが無い場合は10μmまで最小化が進むが、テストパターンがある場合は30μm程度となる。
- レーザでシリコンを焼き飛ばす方法の場合は、前述のように主にグルービングとして用いられるが、薄いウェハの場合はレーザ改質法と同様に最小ダイシングライン幅は10μmまで対応することは可能である。
- さらに、抵抗・ダイオードなどの微小なチップにおいては、切断によるロスが大きくなるため、300㎜ウェハの加工に5μmクラスのライン幅が求めれており、更なるライン幅縮小を追求する動きが続く。
- ダイシング工程が重要となるハイブリッドボンディングにおいては、接合の障害となるパーティクルのないクリーンなプロセスが求められ、その有力候補として、プラズマダイシング技術の開発が進められており、新たな技術の導入も検討されている。
- 薄化ウェハに対応したDBGプロセス（Dicing Before Grinding)
  - ウェハの薄化に伴い、搬送時のウェハ破損低減やダイシング時の裏面チッピングの低減が課題となっている。これに対してDBGプロセスでは先にウェハを予めハーフカットし、その後ウェハの裏面を薄化することで、ウェハの反りを小さく抑え、破損やチッピングを低減している。

ウェハダイシング技術に要求される最小ダイシングライン幅

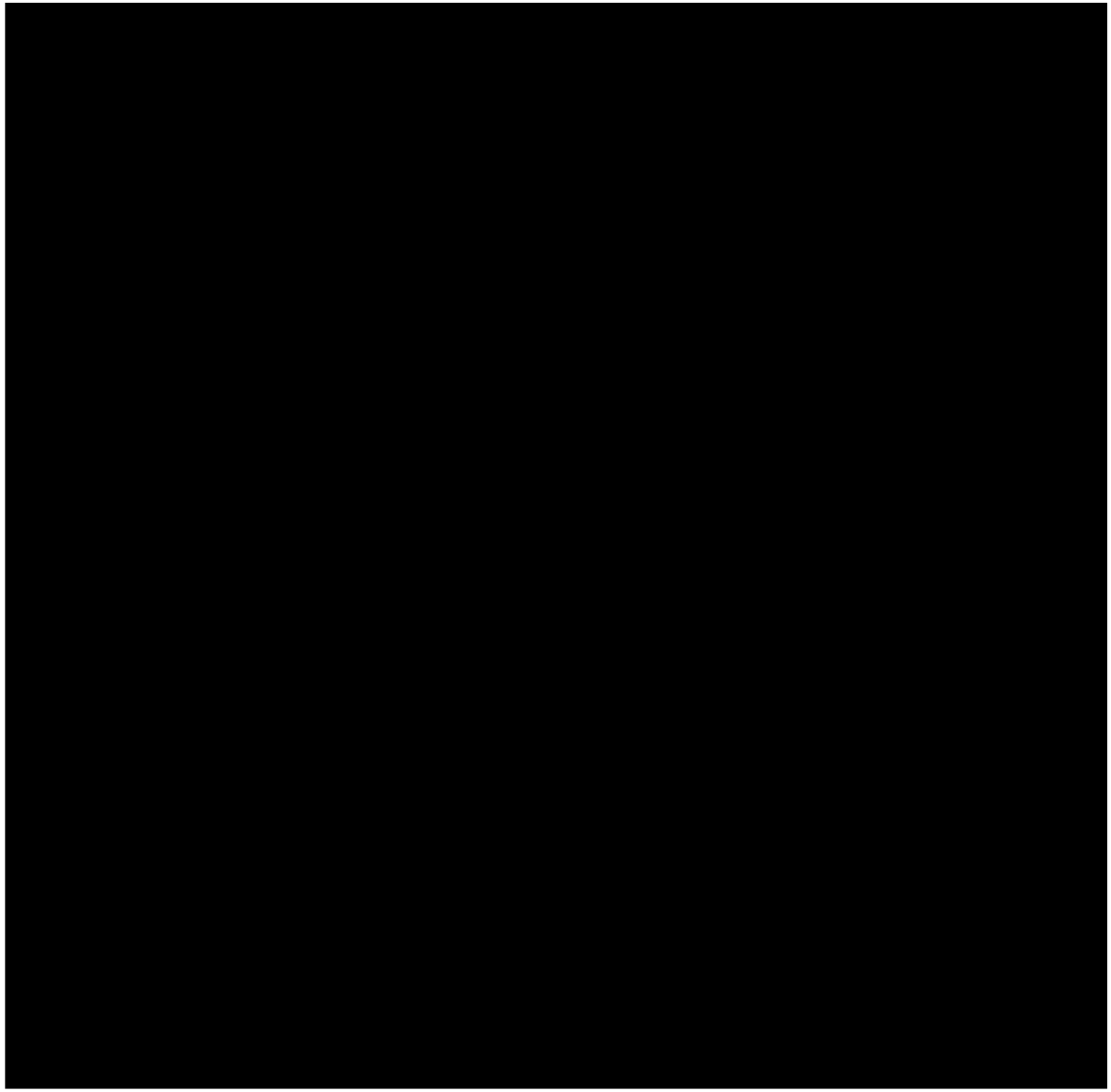
項　目		2022年	2024年	2026年	2028年	2030年	2032年
ブレードダイシング法	TEGパターン						
最小ダイシングライン幅 (μm)	なし	35	35	35	35	35	35
最小ダイシングライン幅 (μm)	あり	50	50	50	50	50	50
レーザ改質法	TEGパターン						
最小ダイシングライン幅 (μm)	なし	11	11	10	10	10	10
最小ダイシングライン幅 (μm)	あり	40	30	30	25	25	25

出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」　JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材
４）ダイシング
（２）構成技術とコア要素部材

レーザダイシング装置の構成要素とコア要素部材



（１）−１　レーザダイシング技術の概要

レーザ照射により、昇華・蒸発、あるいは改質等エネルギー照射量をコントロールすることでダイシングを行う手法。

①レーザアブレーション加工

②レーザステルスダイシング

さらに、チップ分割を行う際にグライディング工程を組みせたDBG＋DAFレーザカットなど、一連のプロセス開発が進められている。

コア要素部材

レーザダイシングの主要な構成要素技術は、レーザ光学系(A～C）、ウェハーの移動をコントロールするステージ系（Ｅ～Ｇ）で構成される。

その中でも、コア要素部材として注目されるのは、下記の通り。

①　レーザ：ウェハ加工方法に適した波長選択が行われている。ステルスダイシングは、ウェハの内部に集光することで、ウェハ内部の改質を実現するため、Siウェハで透明な赤外波長、主に１um波長のレーザが利用されている。レーザアブレーションは、対象材料に吸収される波長のレーザ光を用いて、ウェハを表面層から溶融／蒸散させながら溝穴を掘り進んでいくレーザ加工方法であるため、短波長のレーザが使用される。ただし、コストパフォーマンスから、YAGレーザ（1064 nm）あるいはその高調波（第２高調波535nm、第3高調波355nm）を使用することが多い。

②光学系・レンズ：使用するレーザ光を集光できるレンズ・光学系が必要とされている。

③加工フィルム：DAF、エクスパンドフィルムなど加工をサポートするフィルムがある。

④リニアエンコーダ：サブミクロンオーダーでの位置決め精度が可能で、繰り返し精度が確保されるゲージが必要。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材
4）ダイシング（プラズマ）
（2）構成技術とコア要素部材と主要プレイヤ　固体レーザ（YAGレーザ）

■ 概要

■ 数ピコ秒（PS）以下の時間オーダの電磁パルスを用いたレーザ。パルス幅が短い程、レーザのエネルギーが大きいという特性を生かし、様々な加工に応用。

■ ステルスダイシングでは、試料に透過性のある波長帯域を使用し、ウェハ内部に光を集光することで、内部構造を破壊し、それをライン上につくることで、ダイシングを可能にしている。

■ レーザアブレーションは、表面にレーザを照射した際に、表面にプラズマ状態が発生し、表面の物質が爆発的に放出されると個性を利用して加工している。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
欧米系	Coherent	大手	本社：米国　全社売上高：1300億円　従業員　4,875名 企業概要：レーザ及び光学技術で世界をリード
	Spectra-Physics	中堅・中小	親会社MKS Instruments 本社：MA,USA　全社売上高：3,174M$　従業員5,800名 企業概要：計量・計測機器事業を行うMKS InstrumentsグループのLight & Motion Division
	Lumentum	小規模	本社：CA,USA　全社売上高：1,743M$　従業員5600名 企業概要：光関連機器・部品の製造メーカ、固体レーザシステムの製造・開発会社
	Amplitude Laser（Continuum）	小規模	本社：フランス　全社売上高：29M$　従業員　334名 企業概要：米国Continuumを買収、研究・医療分野で事業展開。
	その他		Light Conversion、Trumpf　等
国内	浜松ホトニクス	中堅	本社：浜松　売上高：1,903億円　従業員5,279名 企業概要：医用、産業用、分析器用、輸送機器メーカー向けに光電子部品を供給する電子管事業、光半導体事業が中核
	TOWAレーザフロント	中堅	本社：神奈川県相模原　全社売上高：NA 従業員 70名 企業概要：2018年にオムロンレーザフロントを買収

大手（シェア20％以上）、中堅（10～20％未満）、中小（10％未満）、小規模（5％未満）に分類。
出所）各種公開資料等よりNRI推計

Copyright（C）　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材

4）ダイシング（プラズマ）

（2）構成技術とコア要素部材と主要プレイヤ　バックグラインドテープ

- プロセス概要
- バックグラインドテープは、半導体製造工程におけるウェハの非回路形成面（ウェハ裏面）を研磨するバックグラインド工程で、ウェハ回路形成面（ウェハ表面）に貼り付け、保護するためのテープである。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 96% ※1	三井化学東セロ	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：782億円 企業概要：UVタイプ、感圧タイプを製品供給し、ハイバンプ品やNAND分野に強みがある。
	リンテック	大手	本社所在地：東京都板橋区 全社売上高：2,582億円 企業概要：UVタイプをメインに展開をしており、DBG対応品に強みがある。
	古河電気工業	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：8,116億円 企業概要：汎用品をメインに展開をしており、安定した販売量を維持している。
	日東電工	中堅	本社所在地：大阪府大阪市 全社売上高：7,613億円 企業概要：DRAMやパワー系デバイスに強みがある。
	デンカ	小規模	本社所在地：東京都中央区 全社売上高：3,544億円 企業概要：感圧対応を中心に市場展開。
その他			

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。

出所）※1 富士キメラ総研　「2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材

4）ダイシング（プラズマ）

（2）構成技術とコア要素部材と主要プレイヤ　ダイシングテープ

- プロセス概要
- ダイシングテープは、ウェハのダイシング工程時に、ウェハ固定のために使用するテープ製品である。
- バックグラインドテープと同様に、UV硬化型粘着剤を使用し、チップを当該品から剥がす際にUV照射を行うUVタイプと、弱粘着剤を使用する感圧タイプがある。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 96% ※1	リンテック	大手	本社所在地：東京都板橋区 全社売上高：2,582億円 企業概要：ウェハダイシングの最大手企業
	日東電工	大手	本社所在地：大阪府大阪市 全社売上高：7,613億円 企業概要：感圧対応で高いシェアを持ち、サファイヤ基板向けでも高いシェアを持つ。
	古河電気工業	中堅	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：8,116億円 企業概要：PO系UVタイプをメインとしている。
	デンカ	中堅	本社所在地：東京都中央区 全社売上高：3,544億円 企業概要：UVタイプをメインにパッケージダイシングの売上比率が高い。
	住友ベークライト	中堅	本社所在地：東京都品川区 全社売上高：2,090億円 企業概要：PO系UVタイプをメインとしている。
	マクセル	中小	本社所在地：東京都港区 全社売上高：1390億円 企業概要：中国向けに強みあり。
その他	その他		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。
出所）※1 富士キメラ総研　「2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材
4）ダイシング（プラズマ）
（2）構成技術とコア要素部材　ダイボンドフィルム

- プロセス概要
- ダイボンドフィルムは、ダイシング工程後の半導体チップを支持体（基板、リードフレーム、テープ、他）に接着する際に使用するフィルムである。
- ダイボンドフィルムとダイシングテープの機能を一体化したダイシング・ダイボンドフィルム（DDAF）と、放熱性と導電性を付与したダイアタッチフィルムであるコンダクティブ・ダイアタッチフィルム（CDAF）もダイボンドフィルムの一部である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 84% ※1	昭和電工マテリアルズ	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,314億円 企業概要：３D-NAND化を背景に薄型対応品の展開を積極的に行う。
	日東電工	大手	本社所在地：大阪府大阪市 全社売上高：7,613億円 企業概要：メモリ向けでシェアが下落しているものの、リードフレームパッケージ向けに強みあり。
	リンテック	小規模	本社所在地：東京都板橋区 全社売上高：2,582億円 企業概要：QFNなどの小型チップ向けに強み
アジア系 その他 (主要) 16% ※1	LG　Chemical	中小	本社所在地：韓国 全社売上高：27,284億円 企業概要：ハイエンド品を中心に韓国でシェアを伸ばす。
	その他		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。

出所）※１富士キメラ総研　「2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
５）露光装置
（１）プロセス概要

- 現在、半導体パッケージ用のビルドアップ基板向けに使用されているのは、ミクロンオーダーの解像度があり、コストパフォーマンスが高く、焦点深度、重ね合わせ精度の確保できる投影露光装置である。
- 一方で、半導体前工程で使用されている縮小投影露光系は、光学系等の費用から装置コストが高くなり、シリコンインターポーザなどの一部プロセスに利用が限定されている。
- ただし、今後、パッケージ工程においても、1umあるいはサブミクロンオーダーでの加工を大面積で必要になった場合、従来の方式を越えた開発が必要になるものと推計される。

露光方式とその特徴

	コンタクト	プロキシミティ	1:1レンズ光学系投影露光	縮小レンズ光学系投影露光
解像力（薄膜レジスト）	1～5μm	5～10μm	2～15μm	0.2～2μm
焦点深度	浅い	やや浅い	深い ±10～100μm	浅い ±10～100μm
露光面積	大 (～□600mm)	大 (～□600mm)	中～大 (φ60～200mm)	小～中 (φ30～80mm)
フォトマスク寿命	短い	やや短い コンタクトの約10倍	半永久	半永久
装置コスト	安い	安い～中	中～高い	非常に高い
露光（ショット）形体	一括露光	一括露光	一括／分割露光	分割露光
重ね合わせ精度	±数μm	±数μm	±2～4μm（一括） ±1μm以下（分割）	±0.5μm以下
ウシオ装置実験	○	○	○	

出所）ウシオHP

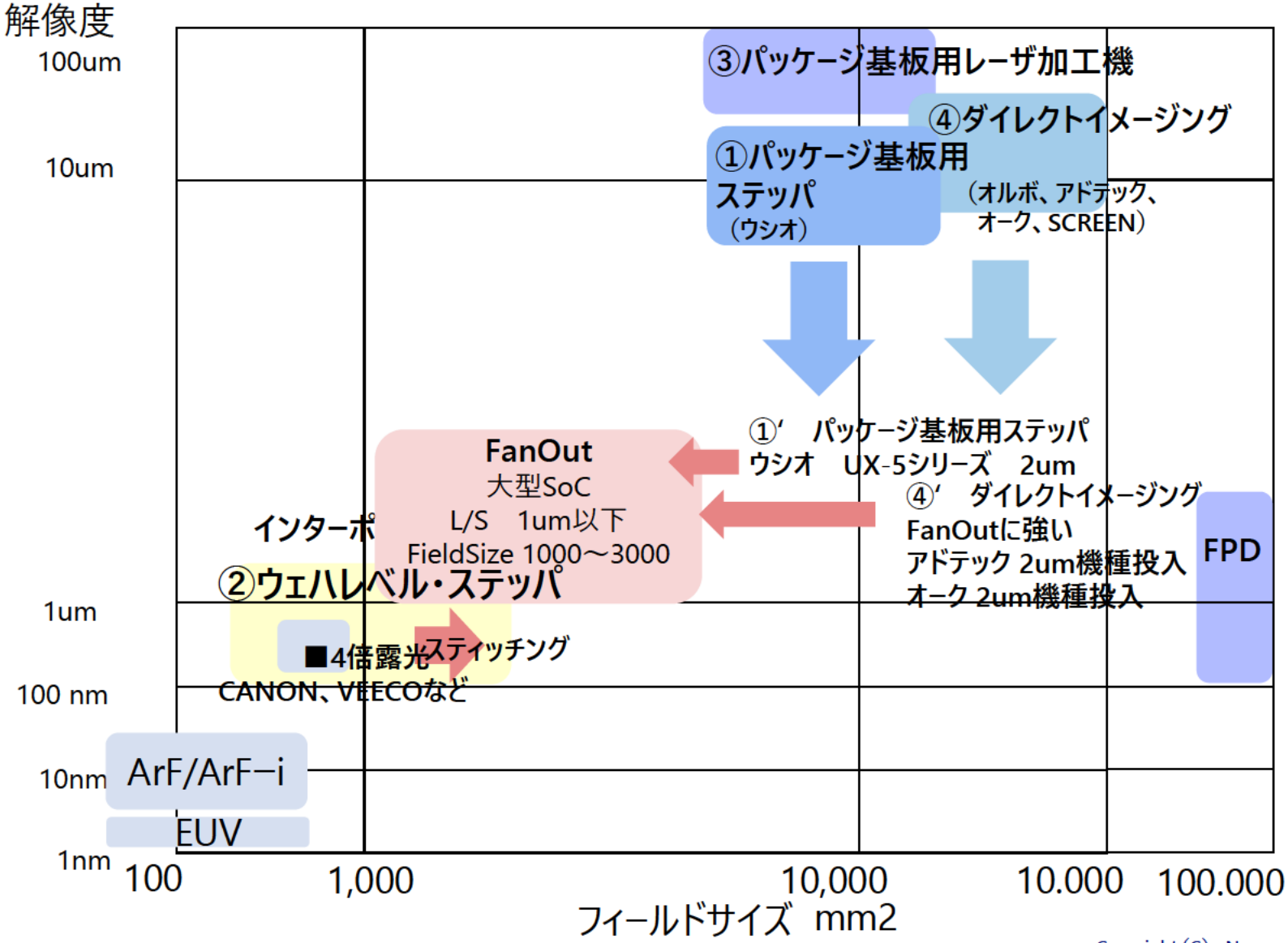
Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材

５）露光装置

（１）プロセス概要

FanOut及び大型SoCに対応した大Fieldで高精細であり、なおかつ有機基板の歪・ばらつき補正などの可能な露光装置開発競争が進む



ハイエンド
GPU向けシリコンインターポーザ
（ウェハレベル:CANON 、VEECO）

	2020	⇒ 2030
L/S(um)	1 / 1	サブミクロン
FieldSize（㎜）	26×33	50-60mm□
基板Size (㎜2)	1500	3000
TSVPitch	20	4－6
TSV径	10	2－3

コストパフォーマンス　PC向けビルドアップ

	2020	⇒ 2030
L/S(um)	10/10	5/5　8/8
FieldSize	50mm□	
解像度(um)	3－8	3
OL(um)	5	3以下

モバイルAPU向けRDL
（ウェハレベル:CANON,VEECO）
InFO

	2020	⇒ 2030
L/S(um)	7/7	1/1
FieldSize（㎜）	26×33	
基板Size(㎜2)	1700	

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
５）露光装置
（１）プロセス概要　　主要装置メーカ比較

	機 種	ウェハ サイズ	解像度	NA	縮小比	Field サイズ	露光 波長	レチクル サイズ	重ね合せ 精度
ウシオ	**UX-7シリーズ**	12インチ 300mmパネル	2.0 μmL/S		1:1	□70 mm	i-Line 365nm	6inch	
	UX-5シリーズ（メイン） BGA基板、PC用	510×610㎜ 以下	3.0 μmL/S 5－8μmL/S		1:1.4 拡大	□250㎜× 4 ショットで 500㎜□	i-Line 365nm	－	5μm
オーク	PPS-8200/8300 ウェハレベル・パッケージ用 高精度・高生産性ステッパー	ウェハサイズ 6/8/12 インチ	2.0 μmL/S (2.0 μm レジスト厚)	0.16、0.1 可変	1:1	52× 33mm	g/i-Line (レシピ連動)	6inch	≦0.5 μm (|Ave|+3σ)
	PPS-8500 パネルレベル・パッケージ用 高精度・高生産性ステッパー	パネルサイズ 510 x 515mm (Max)	2.0 μmL/S (2.0μm レジスト厚)	0.16、0.1 可変	1:1	52× 33mm	g/i-Line (レシピ連動)	6inch	≦1.0 μm (|Ave|+3σ)
キヤノン	FPA-5550iZ2 高生産性スキャナーミックスアンドマッチ対応 i線ステッパー	8/ 12inch （選択）	≦350nm	0.57～ 0.45（自動可変）	1:4	26 × 33mm	i-Line 365nm	6inch	SMO≦18nm,MMO≦25nm（オプション）
SCREEN	ダイレクトイメージング DW-3000 for PLP	パネルサイズ	2um	-	-			-	-
オルボテック	PARAGON ULTRAシリーズ		8 μm（最小ピッチ： 20μm）	-	-		Laser		≦0.5 μm

出所）各社HPよりNRI作成

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
５）露光装置
（１）プロセス概要
基板向けレーザ加工機装置の主要装置メーカ比較

■ 最近の電子機器は高密度実装が主流で電子部品の微小化にともないVIA径が50μm以下の物も登場。そのため紫外線（UV）レーザが使われるようになってきているが、CO2レーザからUVレーザにシフトした結果、レーザ出力が低下し、スループットは約３分の１に低下し、生産性が大きく低下しているという課題を抱えている。

基板向けレーザ加工機装置

		レーザ	
ビアメカニクス株式会社	LC-2Qシリーズ LC-4Nシリーズ	CO2レーザ	・パッケージ基板対応の技術でハイエンドHDI基板加工に対応する最新型機 ・業界最高水準の高精度で、新世代PKG加工のニーズに応える、量産対応新型機 高速ガルバノ搭載で20,000穴/秒を実現
	LU-2Lシリーズ LU-4NFシリーズ	UVレーザ	・FPC, FCBGA等の各種材料の極小径量産加工を高速高精度で実現。 ・業界最高水準の高精度、極小径加工能力(樹脂ﾀﾞｲﾚｸﾄ加工でΦ15um～45um)で、新世代PKG加工のニーズに応える、量産対応新型機（8,000穴/秒）。
三菱電機株式会社	GTW6 シリーズ	CO2レーザ	新開発の新型発振器「ML5500U」と新型ガルバノスキャナ「3200GL」を搭載し、生産性を約30%向上。出力　540W
	GTW5-UVF20 シリーズ	UVレーザ	ポリイミド材の加工に適したレーザ波長355nmの「UVレーザ発振器」搭載、高速ＵＶレーザ発振器・自社製ガルバノスキャナに加え、“Synchronテクノロジー搭載。 出力　20W
LPKFLaser& Electronics AG	MicroLine 5000 ／2000	UVレーザ	
Electro Scientific Industries, Inc.	GemStone / 5335 RedStone LodeStone	UVレーザ fsグリーンレーザ	

https://www.laser-concierge.com/productsearch/system/kiban.php
http://www.viamechanics.com/products/laser/
https://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/products/faspec/detail.do?kisyu=/laser&formNm=GTW6

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
５）露光装置
（２）構成技術とコア要素部材

露光装置の構成要素とコア要素部材

露光装置

技術の概要

ランプで照射された紫外線光をマスクを介してパターンを加工対象物に投影照射する装置。投影レンズにより、縮小投影あるいは拡大投影をするタイプなどがある。

コア要素部材

露光装置の主要な構成要素技術は、光源系(A～B）、パターン形成のためのマスク支持部　C、パターンの倍率とアライメントを制御する投影光学系（D、E）、ウェハーの移動をコントロールするステージ系（F）などで構成される。

その中でも、コア要素部材として注目されるのは、下記の通り。

光源ランプ：輝度により、露光機のスループットに影響するため、高輝度の紫外線ランプを使用する。

投影レンズ：紫外線領域で低吸収・低損傷の材料を使用して、マスクパターンを投影する。

ステージ：水平に資料を固定し、ランプからマスク、投影光学系の軸に対して垂直を保持確保する。

エンコーダ：ステージのＸ Ｙ方向に配置され、ステージの稼働位置調整に使用されている。

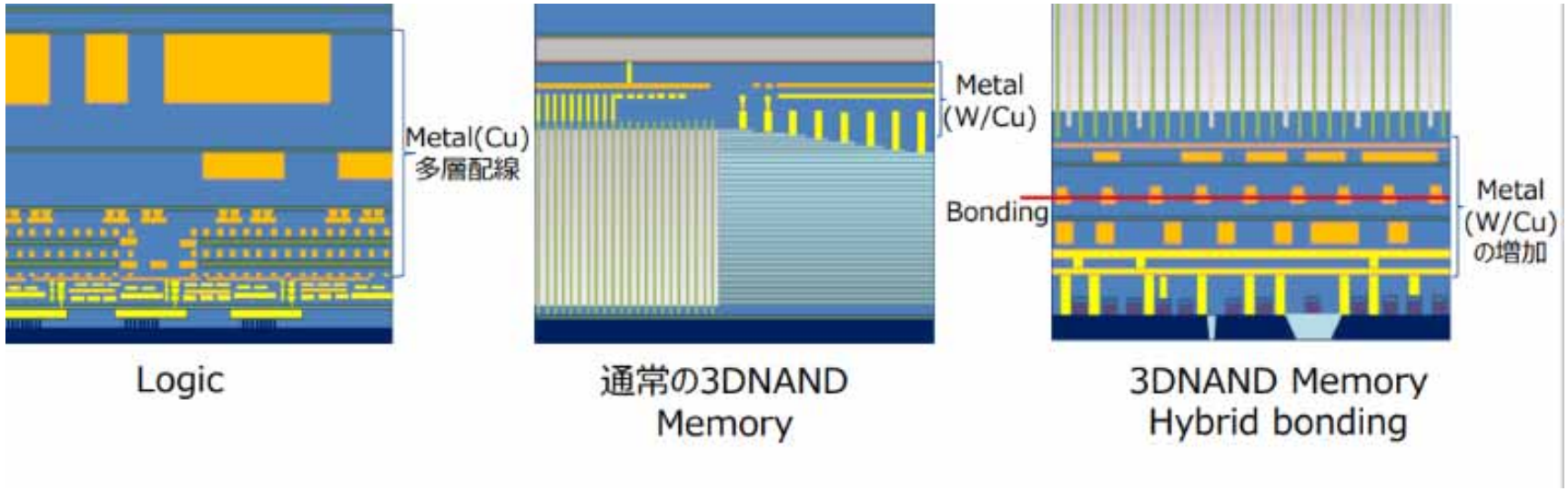
レーザ干渉計：ステージの微小な稼働については、レーザ干渉計にて測定制御を掛けている。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

２－２　主要装置の構成技術とコア要素部材
６）CMP
（１）プロセス概要

- CMP(Chemical Mechanical Polishing）は、化学的機械研磨の意味であり、砥粒などの粒子による機械的な除去作用と加工液による化学的な溶去作用を組合わせた研磨手法である。半導体の配線をCuにし、ダマシンプロセス導入に伴って広く利用されるようになった装置である。
- 平坦化(Planarization)により、半導体デバイスの信頼性・速度・歩留り向上、リソグラフィーのフォーカスマージン確保による多層配線・微細化の実現などに貢献している。
- FOWLPプロセスにおける再配線層形成（RDL）プロセスにおいては、従来のシリコンベースの固い層の平坦化ではなく、有機材料とCu等の柔らかい材料の平坦化が求められており、後工程においても利用が拡大しつつある。

CMP工程が使用されているデバイス工程

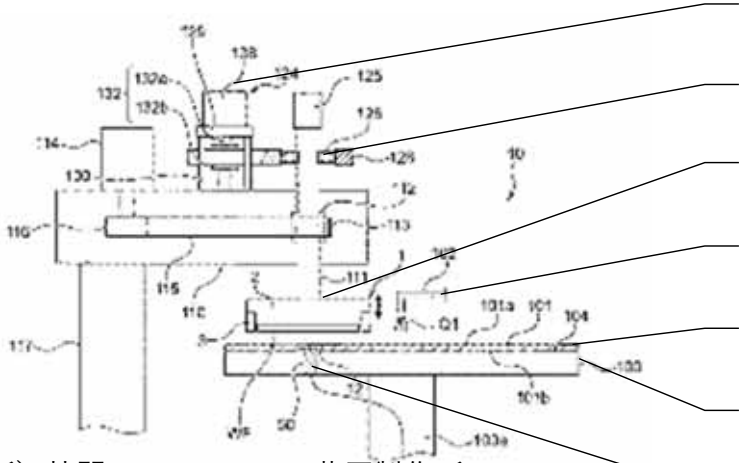


出所）荏原製作所 2021年経営方針説明資料　HP

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材

CMP装置の構成要素とコア要素部材



A　モータ

B　シャフト

C　ヘッド

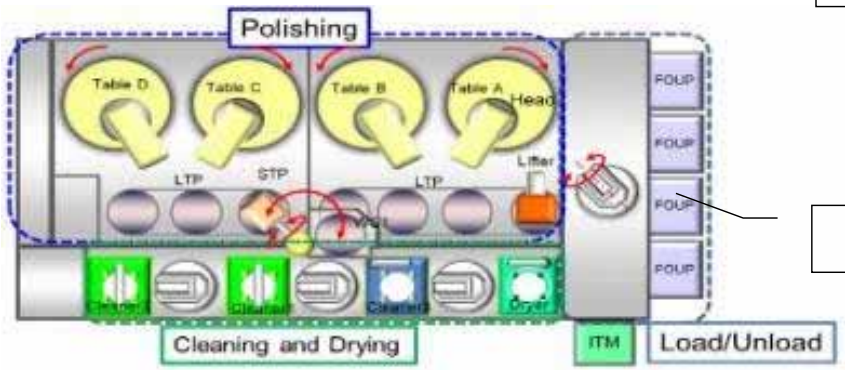
D　ノズル（スラリー）

E　研磨パッド

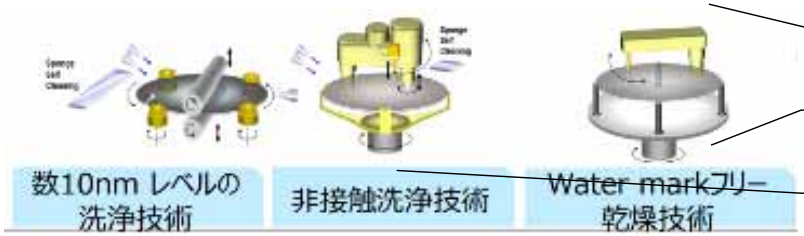
F　研磨テーブル

G　センサー

出所）特開2017－64899　荏原製作所



H　ハンドリングロボット



I　膜厚計測

J　乾燥ユニット

K　洗浄ユニット

出所）荏原製作所　2021.7　IR説明会
精密・電子事業カンパニー資料　P6

CMP装置

技術の概要

ウェハを吸着したHeadを研磨テーブル上の研磨パッドに押し当て、ノズルよりスラリーを供給しながら、回転研磨を行う。

研磨のプロセスは、加工前後に膜厚計測する他、テーブルに接サーを付け、切削厚さをリアルタイムにモニタリング制御も可能な装置である。

コア要素部材

研磨プロセスにおける

C　ヘッド

D　スラリー（ノズル）

E　研磨パッドなど

が主要な要素要素部材であるが、そのプロセス制御のため下記の前後の工程が重要となる。

I　加工プロセス前後の膜厚計測

　投入前後で使用される膜厚計測

J,K　洗浄・乾燥ユニット

　nmオーダーの清浄度を維持する洗浄技術

　表面を損傷させない非接触洗浄技術

　Water MarkのつかないIPAガス乾燥など

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材　　ITM（In-Line Thickness Metrology）

■ 概要

■ CMP装置内蔵された膜厚測定機であり、CMP処理前後に膜厚を測定し、CMP性能のバラツキを抑える為の制御に使用する。また、後工程に膜厚情報を送る事で後工程の処理品質を安定化させるために使用する。

ITM

企業名	市場ポジション	特徴（事業内容）	従業員	住所	
NOVA		半導体等のプロセス制御に使用されるX線・光学系による計測技術を提供	750人	イスラエル	
Nanometrics		デバイス製造プロセス制御に使用するセンサー及び制御システムを提供	305M＄ 1000人	米国CA	

出所）有識者ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材　　レーザ干渉計

- 概要
- レーザ干渉計は、規則正しい周期をもったレーザ光を2つに分け、再合成すると光波の干渉現象が観察される性質を利用し、表面の粗さ、表面までの距離、平坦性などを明らかにする装置。
- 同世界市場は、200－300M$規模。

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	オリンパス	中堅	本社：東京都　全社売上高：7,305億円 企業概要：内視鏡の世界最大手、光学メーカ
	富士フイルム	中堅	本社：東京都　全社売上高：2.2兆円 企業概要：光学技術を活かし、事務機・医療機器に展開
	日本レーザ	中小	本社：東京都　全社売上高：48億円 企業概要：レーザ関連商品の専業的メーカ
	その他		
欧米系	ZYGO（AMETEK)	大手	本社：東京都　全社売上高：50M$ 企業概要：AMETEKに買収され、最大手ユーザ
	Renishaw	大手	本社：イギリス　全社売上高：762M$ 企業概要：計量計測メーカ
	Agilent (Keysight)	大手	本社：米国　全社売上高：6,319M$ 企業概要：HPからスピンアウトした計量・計測メーカ
	その他		
アジア			

出所）有識者ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材

6）CMP

（2）構成技術とコア要素部材　CMPスラリー

- プロセス概要
- CMP スラリーは、研磨剤による物理的な研削機能と化学的な薬品による効果を利用して平坦化を実現する薬品である。
- 用途によって使用する材料が異なる。

シリカ系は Si、層間絶縁膜、Poly-Si、
セリア系は層間絶縁膜、STI、
アルミナ系は層間絶縁膜、バリアメタル、
Al、Cu、W
ジルコニア系は Si、ILD、Low-k 膜、
マンガン系は層間絶縁膜、バリアメタル、
Al、Cu、W など

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 35% ※1	昭和電工マテリアルズ	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,800億円、社員　2.3万人 企業概要：STI 向けで高いシェア
	フジミインコーポレーテッド	中堅	本社所在地：愛知県　全社売上高：420億円 企業概要：Poly-Si 向けで高いシェア、半導体向け超精密研磨材を主力とする研磨材メーカ
	富士フイルム エレクトロニクスマテリアルズ	中堅	本社所在地：神奈川県　全社売上高：66億円 企業概要：Cu バルク、Cu バリア向けでトップシェア CMP スラリーと共にCMP 後洗浄液 を一括提案
	AGC		セリア系スラリーを砥粒からスラリーまでを生産
欧米系 (主要) 52% ※1	Cabot Microelectronics	大手	本社所在地：IL,米国 全社売上高：1,200M$ 企業概要：CMP スラリーのトップメーカー
	DuPont/ニッタ・デュポン	中堅	本社所在地：大阪 全社売上高：71億円 企業概要：スラリー、パッド、後洗浄液等総合提供
	Versum Materials	中堅	本社所在地：AR..米国 全社売上高：9,070M $ 企業概要：Cu バルクや W プラグ向けで高いシェア
アジア (主要) 7%※1	KC Tech	中堅	本社所在地：韓国 全社売上高：1,192億円 企業概要：セリア系スラリーの販売がメイン
その他			

最大手（50%以上）、大手（シェア14%以上）、中堅（7～14%未満）、中小（7%未満）に分類。

出所）※1 富士経済　「2020年　半導体材料市場の現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材　CMPパッド

- プロセス概要
- CMP工程において、研磨対象物であるウェハをスラリーの塗布されたパッドに押し当てて研磨を行う。
- パッドは、使用用途により、硬さ、形状、材質が異なる。ユーザにより使い分けられており、様々な種類がある。
- 主に用いられている発泡ポリウレタン・不織布タイプに加えスエードタイプなどがある。不織布タイプは高研磨レート、スエードタイプは低ダメージ性を特徴としている。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 4% ※1	フジボウ愛媛（富士紡ホールディングス）	中小	本社所在地：愛媛（HD本社：東京） HD売上高：369億円 企業概要：スエードタイプのソフト製品の生産、販売に特化、ロジック向けに強み。
欧米系 (主要) 92% ※1	DuPont/ニッタ・デュポン	最大手	本社所在地：DW,米国 全社売上高：　21.5B$ 企業概要：パッドでは圧倒的なシェアで世界のスタンダードとなる製品を提供。スラリーとパッドを販売し、総合ソリューション力を提供。
	Cabot Microelectronics	中堅	本社所在地：IL 米国 全社売上高：3.4B$ 企業概要：スラリー最大手企業であり、2015 年に NexPlanar を買収し、CMP パッド事業を拡大。中国企業との提携など業容拡大を進める。
その他	SKC 帝人フロンティア		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）に分類。

出所）※1 富士経済　「2020年　半導体材料市場の現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材　CMP後洗浄液

- プロセス概要
- CMP工程の後は、表面に研磨屑や有機残渣などの様々な異物が付着しており洗浄が不可欠ながら、通常のRCA洗浄は使用できず、CMPに特化した洗浄液を使用する。
- CMP 後洗浄液は 、酸性・アルカリ性を決める主成分薬品に、金属不純物除去の役割を担うキレート剤、パーティクル除去の補助や Cu 腐食の低減の役割を担う界面活性剤などで構成される溶液である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 54% ※1	富士フイルム エレクトロニクスマテリアルズ	大手	本社所在地：東京　全社売上高：2.2兆円 企業概要：富士フイルム和光純薬が展開していた後洗浄液事業を引き継ぎ拡大。酸性後洗浄液で高いシェア。
	三菱ケミカル	大手	本社所在地：東京　全社売上高：3.2兆円 企業概要：酸性後洗浄液でシェアが高く、韓国のメモリ市場に強い。
	関東化学	中堅	本社所在地：東京　全社売上高：919億円 企業概要：アルカリ性タイプおよび中性タイプの展開に注力。
	JSR	中小	本社所在地：東京　全社売上高：4,469億円 企業概要：アルカリ性タイプを上市し、先端プロセスにファーカス。
欧米系 (主要) 33% ※1	Entegris	大手	本社所在地：米国　全社売上高：1,859M$ 企業概要：CMP後洗浄液で世界大手企業であり、アルカリ性後洗浄液ではグローバルスタンダード製品を提供。
	DuPont	中堅	本社所在地：米国　全社売上高：20,397M$ 企業概要：CMP パッド、CMP スラリー、後洗浄液をフルラインナップで提供。
その他 13% ※1	Versum Materials他		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。
出所）※1 富士経済 「2020年　半導体材料市場の現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材
6）CMP
（2）構成技術とコア要素部材　ポーラスチャック

■ 概要

■ ステンレスあるいはアルミナの粉体を多孔質のポーラス状に焼結して定盤とし、ウェハを減圧で吸着する機能を持つ。薄いものを破損・変形なく吸着固定することができる。

■ **主たる使用用途**

- 吸着テーブルはダイシングソー・グラインダ・ポリッシャ
- ヒーターテーブルはボンディングマシン
- スピンナーテーブルはダイシングソー・レジスト塗布装置
- 突上ステージはダイボンディングマシン　など

当該分野のサプライヤマップ

企業名	市場ポジション	特徴（事業内容）	従業員	住所	
株式会社吉岡精工	中堅	ポーラスチャック	19人	神奈川県横浜市鶴見区	
株式会社NTKセラテック	中堅	真空チャック(ポーラスチャック)	300人	宮城県仙台市泉区	
西村陶業株式会社	中堅	セラミックス製真空チャック/部分吸着真空チャック VM-6(ポーラスチャック)	47人	京都府京都市山科区川田	
モリシン工業株式会社	中堅	真空チャック(バキュームチャック)		岐阜県下呂市みまやの	
アスザック株式会社	中堅	多孔質チャック	410人	長野県上高井郡高山村	
黒崎播磨株式会社	中堅・中小	真空吸着チャック	4,827人	福岡県北九州市八幡	上場(東証一部)
京セラ株式会社	中堅・中小	真空チャック、ステージ一体型ミラー、ステージ部品	75,505人	京都府京都市伏見区竹田	上場(東証一部)
株式会社塩	中堅・中小	真空吸着固定装置ポーラスチャック		東京都八王子市横山町	
株式会社ナノテム	中堅・中小	エアロフィックス		新潟県長岡市城岡	
株式会社タイショー	中堅・中小	吸着ステージ(ポーラスチャック)		埼玉県川越市福田	

出所）SEMICON JAPAN出展企業等ヒアリングによりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2－2　主要装置の構成技術とコア要素部材

7）グラインディング装置

（1）プロセス概要

- LSIパッケージを薄型化するために、素子形成を行ったウェハの裏面を研削し、ウェハを薄化させる装置をグライディング装置という。
- スマートフォンやタブレット端末あるいは、ICカードのように低背化要求を達成するために、LSI自体の薄型化が図られており、デバイスの高機能化と同時に薄化技術が追求されてきている。
- 一方で、デバイスは、 3 D NANDのようなメモリのみならず、ロジックなどでも 3 次元構造デバイスが増加しつつあり、チップ自体の高集積化のために多層化も進行しつつある。そのため、ウェハの厚さは、多層化と同時に薄化が追求されているため、実質的にウェハ厚さは横ばい傾向に留まるものの、デリケートな技術の開発が必要となっている。
- 具体的には、3 次元構造化するデバイスを損傷することなく、加圧し、高スループットで極限まで薄いウェハを面内均一性高く加工するプロセスが求められる。また、極限までの薄化を追求するため、破損の原因となるウェハのエッヂの加工なども同時に行う必要を生じている。
- TSVについては、チップの貫通孔形成の金属埋め込み工程のスループットを向上させるために、ウェハを薄くしたいという要求が強い。しかし、チップを薄くすることによってチップ水平方向への熱抵抗が上がり、局部的なホットスポットが生じやすくなる。そのため、機械的研削加工によって生じたシリコン裏面破砕層を除去する方法として、CMP 、ウェットポリッシング、ウェットエッチング、ドライポリッシング、プラズマエッチングなどを追加して、破砕層を除去 (ストレスリリーフ) することも必要になる。

ウェハ（チップ）薄型化技術に要求されるウェハ（チップ）厚さ

項目	2021年	2023年	2025年	2027年	2029年	2031年
ワイヤーボンディング用ウェハ最小厚さ (μm)	18	18	18	18	18	18
バンプ付きウェハ最小厚さ (μm)	35	35	35	35	35	35
TSV**付きウェハ最小厚さ** (μm)	15	15	10	10	10	10
RF, **裏面照射型**CMOS **センサなどウェハ積層型*** (μm)	5	5	5	5	5	5

注*) 現在は機械的・・・バックグラインド技術を使用していない
出所）「JEITA　2022実装技術ロードマップ」 JEITA実装技術ロードマップ委員会

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2−2　主要装置の構成技術とコア要素部材

7）グラインディング装置

（2）構成技術とコア要素部材

技術の概要

ウェハを研削砥石で研削し、ウェハを薄化する装置。

コア要素部材

主要な構成要素技術は、ウェハの「保持」機構の上部より「研削」機構で研削を行う。その制御は、研削の「厚み」をモニタリングしつつ、「研削送り」、回転軸、荷重などを制御することで、均一で平坦なウェハを極限まで薄化することを可能にしている。

コア要素部材として注目されるのは、下記の通り。

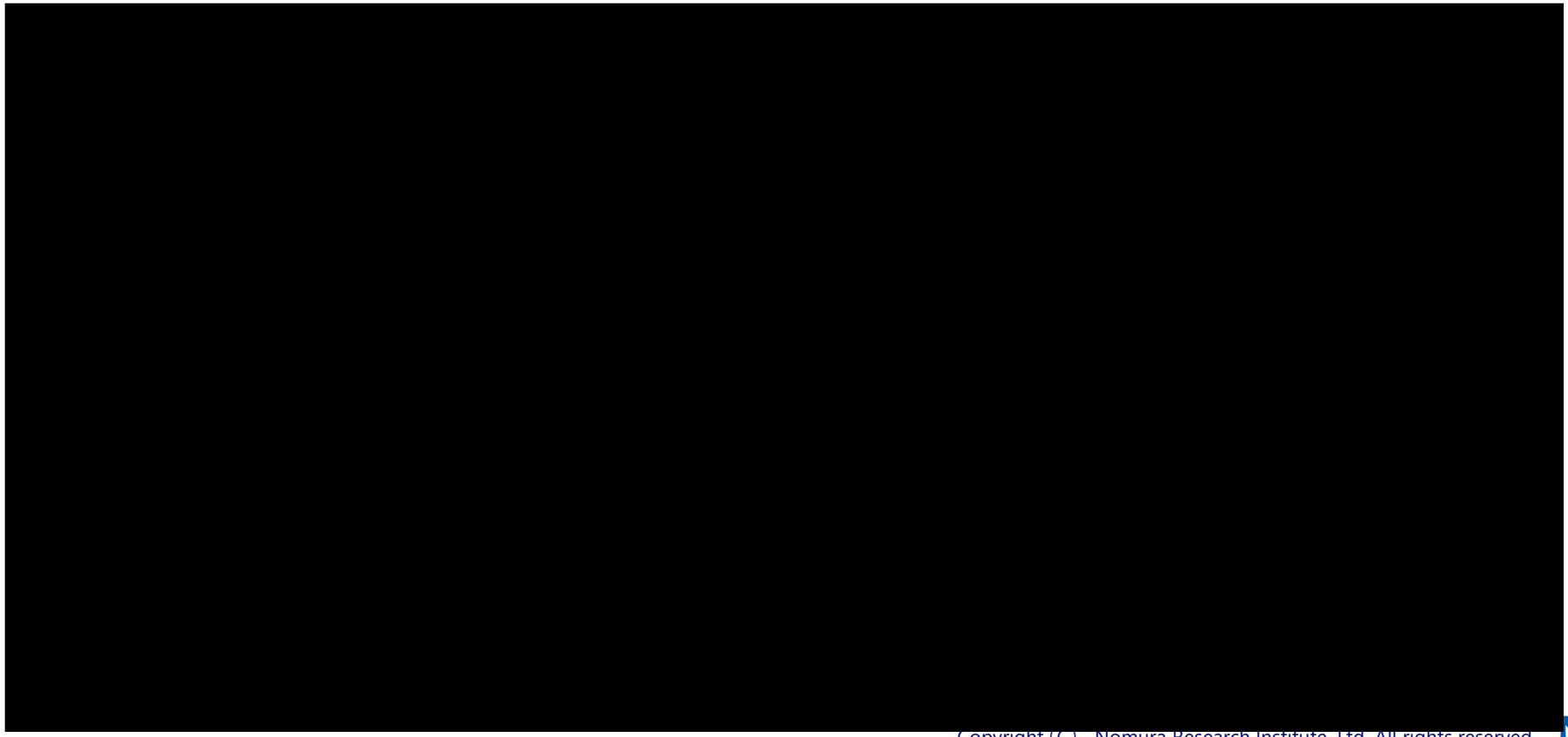
研削砥石：研削材料、研削薄さなどに対応した高精度な砥石

回転軸機構：荷重回転機構、軸の傾き補正・制御

荷重制御機構：センシング、制御機構とアルゴリズム

送り・水平等リニア機構：高精度なガイドレール、ボールねじ

グラインディング装置の構成要素とコア要素部材



Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3　コア要素部材と主要サプライヤ（共通）

■ メカトロ

1）単軸アクチュエータ

2）ボールねじ

3）リニアガイド

4）ACサーボモータ

5）リニアサーボモータ

6）ベアリング

7）静電チャック

8）リニアエンコーダ

9）ロータリーエンコーダ

１０）セラミックハンド

１１）ベルヌーイハンド

１２）ウェハ搬送ロボット

１３）プラズマ用電源

■ 光学系

1）産業用エリアイメージセンサー

2）産業ラインイメージセンサー

3）光学ガラス

4）紫外線ランプ

■ センサー

1）産業用温度センサー

2）サーモモジュール（ペルチェ素子）

3）温度調整機器

4）レーザ変位センサー

■ 材料

1）異方導電性フィルム（ＡＣＦ）

2）ドライフィルムレジスト

3）パッケージ基板用ビルドアップ基板向け用層間絶縁フィルム

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材

2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）

1）単軸アクチュエータ

- 概要
- 直線的な可動を可能にするため、モータの回転運動をボールねじとリニアガイドで直線的な移動に変換し、駆動する機構部品。
- 製品には、ボールねじの代わりにベルト駆動、ギア、ラックアンドピニオンなどの駆動方針で動くものもある。また、駆動部のモータとコントローラとのシステムで販売されるものもあるが、右記市場は、ボールねじとリニアガイドを組み合わせた機構部品で、モータ、コントローラを含まない。
- 2019年の世界市場は、595億円、国内市場150億円である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	THK	大手	本社：東京　全社売上高：2190億円 企業概要：国内最大手、自動車・工作機械に強み
	日本精工	中堅	本社：東京　全社売上高：7460億円 企業概要：半導体・搬送・医療分野に強み
	ミスミ	中堅	本社：東京　全社売上高：3,108億円 企業概要：生産材向けに幅広く展開
	アイエイアイ	中小	本社：静岡　全社売上高：270億円 企業概要：電動スライダや単軸ロボット等小型ロボット
欧米	Schaefler Technologies	大手	本社：ドイツ　全社売上高：15,355億円 企業概要：自動車・航空向け軸受等機械部品大手
	Bosch Rexroth	大手	本社：ドイツ　全社売上高：6000億円規模 企業概要：油圧機器、産業用機器・部品を提供
	Thomson Industries	大手	本社：米国　Stevens Holding の子会社 企業概要：リニア駆動機器など産業機器
アジア系その他	HIWIN Technologies	大手	本社：台湾　全社売上高：772億円 企業概要：機械部品の台湾大手。日本にも展開。
	PMI	中堅	本社：台湾　全社売上高：NA 企業概要：リニアガイド、ボールねじなどが主力製品
	Chieftek Presision	中堅	本社：台湾　全社売上高：50億円 企業概要：リニアアクチュエータ及び部品が主力製品
	TOYO Automation	中堅	本社：台湾　全社売上高：50 - 60億円 企業概要：産業用ロボットのアクチュエータ機器 ヤマハ発動機の資本受け入れ

大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）各種資料及び各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材

2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）

2）ボールねじ

- 概要
- ボールねじとはモータ等の回転運動を直線運動に変換する機械要素部品。ねじ軸とナットの間にボールを挿入し、循環部材で無限循環させることで、非常に高い機械効率で駆動できる機構。
- ボールの循環方式によって区別され、チューブ式、サイドブレーキ式、デフレクター式、エンドキャップ式、エンドデフレクタ式などがある。
- 2019年の世界市場は、1,190億円、国内市場340億円である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	日本精工	大手	本社：東京　全社売上高：7460億円 企業概要：半導体・搬送・医療分野に強み
	THK	大手	本社：東京　全社売上高：2190億円 企業概要：国内最大手、自動車・工作機械に強み
	黒田精工	中小	本社：神奈川　全社売上高：133億円 企業概要：ボールねじ、直動関連機器などが主力 Parker-Hannifinと資本業務提携（持分16％）
	ツバキ・ナカシマ	中小	本社：奈良　全社売上高：520億円 企業概要：精密球、ボールねじなどが主力事業
欧米・	SKF	大手	本社：スウェーデン　全社売上高：8,708億円 企業概要：ベアリング大手。
	Schaefler Technologies	大手	本社：ドイツ　全社売上高：15,355億円 企業概要：自動車・航空向け軸受等機械部品大手
	Bosch Rexroth	中堅	本社：ドイツ　全社売上高：6000億円規模 企業概要：油圧機器、産業用機器・部品を提供
	Thomson Industries	中堅	本社：米国　Stevens Holding の子会社 企業概要：リニア駆動機器など産業機器
アジア系その他	HIWIN Technologies	中堅	本社：台湾　全社売上高：772億円 企業概要：機械部品の台湾大手。日本にも展開。
	PMI	中小	本社：台湾　全社売上高：NA 企業概要：リニアガイド、ボールねじなどが主力製品
	Chieftek Presision	中小	本社：台湾　全社売上高：50億円 企業概要：リニアアクチュエータ及び部品が主力製品

大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）各種資料及び各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材

2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）

3）リニアガイド

■ 概要

■ リニアガイドは、レールとキャリッジの間に、ボールあるいはロールなどを置いてスムーズな直前運動を可能にする機構部品。

■ 2019年の世界市場は、2,380億円、国内市場577億円である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	THK	日系大手	本社：東京　全社売上高：2190億円 企業概要：国内最大手、自動車･工作機械に強み
	日本トムソン	中堅	本社：東京　全社売上高：NA 企業概要：ニードルベアリング、リニアガイド、産業機器用部品が主力。
	日本精工	中堅	本社：東京　全社売上高：7460億円 企業概要：半導体･搬送･医療分野に強み
欧米	Schaefler Technologies	欧州大手	本社：ドイツ　全社売上高：15,355億円 企業概要：自動車･航空向け軸受等機械部品大手
	SKF	欧州大手	本社：スウェーデン　全社売上高：8,708億円 企業概要：ベアリング大手。
	SCHNEEBERGER	中堅	本社：スイス　全社売上高：NA 企業概要：リニアガイド、ボールねじが主力事業
	Bosch Rexroth	中堅	本社：ドイツ　全社売上高：6000億円規模 企業概要：油圧機器、産業用機器･部品を提供
	Thomson Industries	米国大手	本社：米国　Stevens Holding の子会社 企業概要：リニア駆動機器など産業機器
アジア系その他	HIWIN Technologies	アジア大手	本社：台湾　全社売上高：772億円 企業概要：機械部品の台湾大手。日本にも展開。
	Chieftek Precision	中堅	本社：台湾　全社売上高：50億円 企業概要：リニアアクチュエータ及び部品が主力製品
	PMI	中堅	本社：台湾　全社売上高：NA 企業概要：リニアガイド、ボルねじなどが主力製品

大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）各種資料及び各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材

2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）

4）ACサーボモータ

- 概要
- サーボモータは、サーボ機構において位置・速度などを制御する用途に使用するモータ。ACタイプは、同期（SM）型と誘導（IM）型がある。
- 2019年の世界市場は、3,806億円※１、国内市場1,035億円※１である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系(主要) 50% ※1	ファナック	大手	本社：山梨県　全社売上高：5,513億円 企業概要：産業用ロボット世界トップ企業
	安川電機	大手	本社：福岡県　全社売上高：3,897億円 企業概要：モーションコントロール、ロボットの有力企業
	三菱電機	大手	本社：東京都　全社売上高：4兆1,914億円 企業概要：重電、産業、家電、情報機器等総合電機
	パナソニック	中堅	本社：大阪府　全社売上高：6兆6,988億円 企業概要：家電・住設・産業機器をカバーする総合電機
	山洋電気	中堅	本社：東京都　全社売上高：775億円 企業概要：サーボモータ・ファン・パワコン等産業関連部品
	多摩川精機	中小	本社：長野県　全社売上高：361億円 企業概要：サーボモータ・ドライバ等産業関連部品
	その他		
欧米・アジア系その他(主要) 50% ※1	Siemens	大手	本社：ドイツ　全社売上高：74,428M$ 企業概要：世界最大のFAシステムメーカ
	Bosch Rexroth	大手	本社：ドイツ　全社売上高：6,000M$ 企業概要：Bosch子会社のエンジニアリング会社
	Rockwell	大手	本社：米国　全社売上高：6,997M$ 企業概要：米国最大のFAシステムメーカ
	Delta Electronics	中堅	本社：　全社売上高：9,606M$ 企業概要：電源等、産業用部品の世界有力メーカ

大手（シェア15%以上）、中堅（5～15%未満）、中小（5%未満）に分類。

出所）※１富士経済「2021年版　注目メカトロニクスパーツ市場実態総調査」（2020実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
5）リニアサーボモータ

■ 概要

■ リニアサーボモータは、機械の送り機構にダイレクトに円筒状の回転型モータを配置し、永久磁石のヘッドとコイルの作用により直線状の可動と位置決めを実現する。

■ 2019年の世界市場は、844億円※１、国内市場126億円※１である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 15% ※1	安川電機	大手	本社：福岡　売上高：3,897億円　14,892名 企業概要：モーションコントロール、ロボット及びシステムエンジニアリングを産業機器全般に展開
	三菱電機	大手	本社：東京都　全社売上高：4兆1,914億円 企業概要：重電、産業、家電、情報機器等総合電機
	ファナック	中堅	本社：山梨県　全社売上高：5,513億円 企業概要：産業用ロボット世界トップ企業
	NEOMAX エンジニアリング	中堅	本社：大阪府　全社売上高：84億円 企業概要：電気機械器具及び磁石組立品の製造と販売
	山洋電気	中堅	本社：東京都　全社売上高：775億円 企業概要：サーボモータ･ファン･パワコン等産業関連部品
	CKD日機電装	中小	本社：神奈川県　全社売上高：42億円 企業概要：産業用装置メーカ
	その他		精密機器メーカの自社内製など数多くの企業が製造
欧米･ アジア系 その他 (主要) 85% ※1	Siemens	大手	本社：ドイツ　全社売上高：74,428M$ 企業概要：世界最大のFAシステムメーカ
	Bosch Rexroth	大手	本社：ドイツ　全社売上高：6,000M$ 企業概要：Bosch子会社のエンジニアリング会社
	Rockwell	大手	本社：米国　全社売上高：6,997M$ 企業概要：米国最大のFAシステムメーカ
	Delta Electronics	中堅	本社：　全社売上高：9,606M$ 企業概要：電源等、産業用部品の世界有力メーカ

大手（シェア15%以上）、中堅（5～15%未満）、中小（5%未満）に分類。

出所）※１富士経済「2021年版　注目メカトロニクスパーツ市場実態総調査」（2020実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
6）ベアリング

- 概要
- ベアリングは、機械の回転軸を滑らかに回転させる機構部品である。
- 構造的には、軸に接する内輪と外側の外輪をボールで接触抵抗を小さくしたものである。ベアリングには、ボール以外に、ころと呼ばれる円柱状のものがある。
- ベアリング性能は、これら部品の加工精度と硬度・剛性などによるところが大きい。
- 2020年の世界市場は、8.4億円であり、年率4－5%の成長が見込まれている。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	日本精工	大手	本社：東京　全社売上高：7460億円 企業概要：半導体・搬送・医療分野に強み
	NTN	大手	本社：大阪　全社売上高：5628億円 企業概要：産業機械、自動車向けの軸受、等速ジョイント、精密機器製品等を製造販売。
	ミネベアミツミ 株式会社	中堅	本社：長野　全社売上高：9,884億円 企業概要：2017年にミネベアとミツミ電機が経営統合。
	北日本精機	中小	本社：北海道　社員数：600人 企業概要：ベアリング事業が主力。
欧米	SKF	大手	本社：スウェーデン　全社売上高：8,708億円 企業概要：ベアリング大手。
	Schaefler Technologies	大手	本社：ドイツ　全社売上高：15,355億円 企業概要：自動車・航空向け軸受等機械部品大手
	TIMKEN	中堅	本社：NC,米国　全社売上高：3513M$ 企業概要：ベアリング、ギアベルトなどが主力事業
その他	中国系企業	中小	Huachi bearing group 人本集団(C&U) 重慶長江軸承 襄陽汽車軸承　他
	インド系企業	中小	Tata bearings NRB bearings

大手（シェア10%以上）、中堅（5～10%未満）、中小（5%未満）に分類。

出所）各種資料及び各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
7）静電チャック

- 概要
- 静電チャックは、電気的な力で対象物を吸着する技術である。
- 対象物であるウェハを乗せた状態で、内部電極にプラスとマイナスの電圧をかけると、対象物の中の電荷が印加電圧と引き合う形で電極と逆の電荷を生じ、電気的に引き合うようになる。この性質を利用したのが、静電チャックである。
- 真空で吸着する方式などに比べて低消費電力で面内に均一な応力で固定が可能であり、半導体ウェハのハンドリングに多く利用されている。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 90％	新光電気工業	大手	本社：長野　全社売上高：1,880億円 企業概要：リードフレーム･ビルドアップ基板など半導体パッケージ関連事業が主力。
	TOTO	大手	本社：福岡　全社売上高：5,809億円 企業概要：衛生陶器などセラミックメーカ。
	Creative Technology	大手	本社：神奈川　全社売上高：37億円 企業概要：静電チャック専業メーカ。
	FM Industries （日本ガイシ）	大手	本社：米国（日本ガイシ）　全社売上高：　億円 企業概要：2002年に、日本ガイシが同社を買収。半導体製造装置用セラミックス事業でが主力。
	京セラ	中堅	本社：京都　全社売上高：15,269億円 企業概要：セラミックをコア技術に素材、部品、機器サービスに展開。
	北日本精機	中小	本社：北海道　全社売上高：73億円 企業概要：高性能ベアリングを主力。
	その他 筑波精工 アプライド材料 Ⅱ－VIMキューブ		
その他 10％			

大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）各種資料よりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
8）リニアエンコーダ

- 概要
- 直動方向の機械的な変位をデジタルに変換して位置を検出する装置。
- 製品は、相対的な位置を検出するインクリメンタルタイプと絶対位置を検出するアブソリュートタイプがある。
- 2019年の世界市場規模は、717億円※１、国内市場122億円※１である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系(主要) 11% ※１	ミツトヨ	中小	本社所在地：神奈川県川崎市 全社売上高：939億円 企業概要：ノギス、マイクロメータの国内最大手企業であり、5500種類以上の様々な製品を取り扱う精密測定機器の総合メーカ。
	マグネスケール	中堅	本社所在地：東京都江東区 全社売上高：NA 企業概要：DMG森グループ企業であり、2010年に元　ソニー･マニュファクチャリングシステムを買収し、社名変更。
欧米系(主要) 89% ※１	ハイデンハイン	大手	本社所在地：ドイツ　トランロイト 全社売上高：NA 企業概要：工作機械の数値制御と長さおよび角度などのメカトロニクス測定装置を製造。
	レニショー	大手	本社所在地：イギリス 全社売上高：695億円 企業概要：測定機器、モーションコントロール、三次元測定機など高精度計測機器をラインナップし、工作機械など精密機器向け製品提供。
	その他		

大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。

出所）※１富士経済「2021年版　注目メカトロニクスパーツ市場実態総調査」（2020年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
9）ロータリーエンコーダ

- 概要
- 回転方向の機械的な変位をデジタルに変換して位置を検出する装置。
- 製品は、リニアエンコーダ同様に相対的な位置を検出するインクリメンタルタイプと絶対位置を検出するアブソリュートタイプがある。
- 2019年の世界市場規模は、439億円※１、国内市場140億円※１である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 45％ ※１	多摩川精機	中堅	本社所在地：長野県飯田市 全社売上高：361億円 企業概要：国内トップメーカ、サーボコンポなど提供。
	ニコン	中小	本社所在地：東京都港区 全社売上高：4,512億円 企業概要：光学機器大手メーカ。
	ネミコン	中小	本社所在地：東京都港区 全社売上高：NA 企業概要：ロータリーエンコーダメーカ。09年にAvagoに買収され、現在、Broadcom傘下。
	その他国内		オムロン（5.6％） 光洋電子工業（5％以下）全社売上高112億円 マイクロテック･ラボラトリー（5％以下）　など
欧米系 その他 (主要) 55％ ※１	ハイデンハイン	大手	本社所在地：ドイツ　トランロイト 全社売上高：NA 企業概要：工作機械の数値制御と長さおよび角度などのメカトロニクス測定装置を製造。
	SICK	中堅	本社所在地：ドイツ 全社売上高：2,189億円 企業概要：産業用分析･プロセス計測機器メーカ。
	Hengstler	中堅	本社所在地：ドイツ 全社売上高：NA 企業概要：産業機械用コンポーネンツメーカ。
	その他		Dynapar、Banner、Danaher

大手（シェア20％以上）、中堅（10～20％未満）、中小（10％未満）、小規模（5％未満）に分類。

出所）※１富士経済「2021年版　注目メカトロニクスパーツ市場実態総調査」（2020年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
１０）セラミックハンド

■ 概要

■ セラミックハンドは、カセットやプロセスチャンバーからの出し入れする際に使用する。
セラミックスを使う理由は、高強度によるタワミ削減、高温環境にも強く、金属汚染、発塵、有機ガスなどのコンタミといった問題点を解決する為に使用されている。

- 吸着やベルヌーイチャックを実現する中空タイプ
- ポーラスチャックを埋め込んだタイプ
- ウェハをハンドに乗せ、移載するトレイタイプ　など

当該分野のサプライヤマップ

企業名	市場ポジション	特徴（事業内容）	従業員	住所	
アスザック株式会社	大手	多孔質チャック	410人	長野県上高井郡高山村	
京セラ株式会社	大手	真空チャック、ステージ一体型ミラー、ステージ部品	75,505人	京都府京都市伏見区竹田	上場(東証一部)
フェローテック	中堅・中小	セラミックハンド	7380人	東京都中央区日本橋	上場(東証一部)
西村陶業株式会社	中堅・中小	セラミックス製真空チャック/部分吸着真空チャック VM-6(ポーラスチャック)	47人	京都府京都市山科区川田	
株式会社NTKセラテック	中堅・中小	真空チャック(ポーラスチャック)	300人	宮城県仙台市泉区	

出所）SEMICON JAPANでの企業ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
11）ベルヌーイハンド

■ 概要

■ ベルヌーイの定理は粘性のない流体が完全流体のとき、流体の運動エネルギーと圧力の２つの力の和が一定になる性質を表す。

■ ベルヌーイチャックは、この流体の特性を生かし、圧縮空気をウエハとチャックの隙間に流すことにより、ウェハとの間の圧力が下がり、大気圧によりウエハをチャックに押し付ける力を生じ、ウェハをチャックすることが可能になる。この特性を利用し、非接触でウェハを搬送することを可能にする。

当該分野のサプライヤマップ

企業名	市場ポジション	特徴（事業内容）	従業員	住所
株式会社ジェーイーエル	大手・中堅	半導体用ウェハ搬送ロボット及び搬送システムの製造	225人	広島県福山市草戸町
株式会社ハーモテック	大手・中堅	搬送アーム、搬送ユニット、搬送装置	10人	山梨県甲府市住吉
アスザック株式会社	中堅・中小	多孔質チャック	410人	長野県高山村
SMC株式会社	中堅・中小	空気圧機器[エアシリンダ、電磁弁、F.R.L等]他、産業用機器・部品	20,600人	東京都千代田区外神田
フロロメカニック株式会社	中堅・中小	ウェハ搬送用真空ピンセット、ベルヌーイ装置	17人	東京都江戸川区
有）ソーラーリサーチ研究所	中堅・中小	非接触搬送装置及びパーツ	13人	大阪府 豊中市

出所）SEMICON JAPANでの企業ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
１２）ウェハ搬送ロボット

■ 概要

■ 半導体前工程のプロセスチャンバーとロードロックチャンバー内などでのクリーンな環境下でウェハの搬送を可能にするロボット。

■ ウェハの加工プロセスで使用するため、高精度であり、低振動で、正確な動きが要求される他、可動部の擦れによる発塵やコンタミなどのない機構が要求される。

当該分野のサプライヤマップ

地域	特徴（事業内容）	売上高 従業員数	住所
安川電機	モーションコントロール、ロボット及びシステムエンジニアリングを産業機器全般に展開	3,897億円 14,892名	福岡県 北九州市
川崎重工業	鉄道車両、航空宇宙、エネルギー、バイク、産業用ロボットなど幅広く事業展開	14,885億円 36,691人	東京都 港区
Azenta (Brooks Automation)	ウェハファンドリングを含むオートメーション機器と真空系装置を半導体及びライフサイエンス分野に展開	3000人	米国MA
ダイヘン	受変電等エネルギー分野、産業用ロボット、プラズマ発生源用の電源などを展開	1451億円 3,814人	大阪市 淀川区
ローチェ	半導体･FPD関連装置等 自動化装置の開発設計･製造･販売	508億円 2,964人	広島県 福山市
JEL	半導体及び液晶用ウェハ搬送ロボット及び搬送システム	225名	広島県 福山市
平田機工	各種生産システム、産業用ロボットおよび物流関連機器等の製造･販売	連結 2,221名	熊本県 熊本市

出所）SEMICON JAPAN展示企業ヒアリング及び各社公開資料、HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－1　コア要素部材と主要サプライヤ（メカトロ）
１３）プラズマ用電源

- 概要
- 半導体のCVD、エッチング装置のプラズマを発生させるため高周波電源。
- 真空チャンバー中に、希薄なガスを注入し、高周波での磁場を発生させることで、ガスをプラズマ化させる。

当該分野のサプライヤマップ

地域		市場ポジション	特徴（事業内容）	売上高 従業員数	住所
日系	ダイヘン	大手	産業用変圧器、溶接機、産業用ロボットなど事業展開。プラズマ発生用電源で国内トップ。	1,451億円 3800名	大阪市淀川区
	京三製作所	中堅	鉄道信号システムや道路交通管制システム等を中心に、半導体応用機器等も製造販売	1,830億円 2195名	神奈川県横浜市
	アドテックプラズマテクノロジー	中堅	半導体･液晶基板製造工程用プラズマ用高周波電源、計測器等を展開	80億円 421名	広島県福山市
	ULVAC	中堅･中小	真空技術を基盤にFPD、半導体･電子部品製造装置等に展開	1,830億円 6,063名	神奈川県茅ヶ崎市
	日立国際電気	中堅･中小	無線･放送関連事業、産業機器の他、高周波電源を製造販売	635億円 1,515名	東京都
	日本高周波	中堅･中小	通信･放送機器、プラズマ応用機器、エレクトロニクス機器	315億円 568名	神奈川県横浜市
欧米系	MKS Instruments	大手	計測システム、制御システム等などを主力事業に、電源などまで提供。	2,948億円 5,800名	USA
	Advanced Energy	大手	電源等産業機器向けに展開	1500億円 1 万人	USA
	Trumpf	中堅	工作機械メーカ。充電製品として電源発生装置をラインアップ。	3,507億円 14747名	ドイツ
	Seren IPS	中小	RF発生源、デジタルマッチング機器、など	10億円 55名	USA
	SAIREM	中小	産業用マイクロ波発生装置メーカ。	NA	France
アジア・その他	New Power Plasma	中堅	RF発生源、デジタルマッチング機器、など	100億円 317名	韓国
	XP Power (Comdel)	中小	UKベースの電源メーカ。本社をシンガポールに置く。	334億円 2256名	Singapore
	Beijing Gmppower	中小	中国北京のRF電源メーカ。	NA	中国
	Plasma Technology	中小	PVD、Ion Inplantationなどプラズマを活用した製品及びその部品の製造	NA	中国

大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。
出所）各社公開資料、HPよりNRI推計作成

） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－2　コア要素部材と主要サプライヤ（光学系）
1）産業用エリアイメージセンサー

■ 概要

■ 産業用エリアイメージセンサーとは、2 次元の光データを電気信号に変換し、イメージとして認識するデバイス。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 69% ※ 1	ソニー	最大手	本社所在地：東京都 全社売上高：89,993億円 企業概要：世界トップメーカ。ハイエンド製品をリード。
	浜松ホトニクス	中小	本社所在地：静岡 全社売上高：1,402億円 企業概要：医療･産業用の光電子部品メーカ。
欧米･ アジア系 (主要) 31% ※ 1	ON Semiconductor	大手	本社所在地：米国 全社売上高：5,610億円 企業概要：アナログ･イメージセンサーの大手。
	Ams	中堅	本社所在地：オーストリア 全社売上高：4169M$ 企業概要：自動車、医療、産業分野のセンシングソリューション企業
	Teradyme e2v	中堅	本社所在地：米国 全社売上高：NA 企業概要：火星探査用などハイエンドセンサー供給。
	その他		Omni Vision（米国）
			Gpixel（中国） Creative Sensor（中国）

最大手（シェア50%以上）、大手（シェア10%以上）、中堅（5～10%未満）、中小（5%未満）に分類。

出所）※ 1 富士経済　「2020年版　画像処理システム市場の現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－2　コア要素部材と主要サプライヤ（光学系）
2）産業ラインイメージセンサー

■ 概要

■ 産業用ラインイメージセンサーとは、対象物の映像をレンズによって素子面に結像させ、光の量をビデオパルス信号に変換して出力イメージとして認識するデバイス。

■ 検査装置などに利用されることが多い。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
欧米 (主要) 83 % ※1	Teradyme DALSA	大手	本社所在地：米国 全社売上高：　200億円 企業概要：産業用ラインセンサーの世界最大手。カナダの大学教授により設立され、2010年Teradymeに買収され現在に至る。火星探査機用カメラなどハイエンドカメラを製造。
	Ams	大手	本社所在地：オーストリア 全社売上高：1900億円 企業概要：センサー及びセンサーインタフェース、パワーマネージメントIC,、ワイヤレスICなどを提供。
	Teradyme e2v	大手	本社所在地：米国 全社売上高：　300億円 企業概要：CMOS、CCD、EMCCD (電子増倍CCD) による画像センサをはじめとする 高性能画像ソリューションを提供、X線から、紫外線、可視光線、近赤外線まで広範囲な波長帯域をセンシング可能であり、航空宇宙、科学用途に使用。
その他			Viewworks（韓国） Gpixel（中国）

最大手（シェア50％以上）、大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）富士経済　「2020年版　画像処理システム市場の現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－2　コア要素部材と主要サプライヤ（光学系）
3）光学ガラス

- 概要
- 民生用カメラをはじめ、産業用の特殊レンズ等の材料となる光学ガラスを対象とする。
- 日本のHOYA、オハラ、ドイツのSCHOTTなどがハイエンド製品で検討するも、中国企業CDGM GLASSが最大シェアを獲得。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 44% ※1	HOYA	大手	本社所在地：東京都 全社売上高：5,479億円 企業概要：ガラス溶融からレンズユニットまで幅広くサポート。
	オハラ	大手	本社所在地：東京都 全社売上高：179億円 企業概要：幅広いラインナップを持ち、自社でレンズ形成まで行う。半導体露光向けにも出荷。
	その他		住田光学ガラス
欧米系 (主要) 17% ※1	SCHOTT	中小	本社所在地：ドイツ 全社売上高：NA 企業概要：カールツアイスグループ。光ファイバーやFPD用ガラス供給。
	その他		Gabrielle-Optics
アジア その他 (主要) 39% ※1	CDGM GLASS	大手	本社所在地：中国 全社売上高：110億円 企業概要：世界トップメーカ。コンシューマ製品から産業用途まで幅広くサポート。
	Hubei New HuaGuang Information Matrrials	中小	本社所在地：中国 全社売上高：NA 企業概要：China North Industries Group Corporation（NORINCO GROUP)の一つ。全世界に展開。
	その他		Chengdu Jinghua Optech

大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）、小規模（5%未満）に分類。
出所）※1 富士キメラ総研　「2021　イメージング＆センシング関連市場総調査」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－2　コア要素部材と主要サプライヤ（光学系）
4）紫外線ランプ

- 概要
- 水銀と希ガスなどを封入したランプの電極に通電することで、電極より放電が起こり、これによって生成した二次電子は水銀原子と衝突して水銀原子を励起し、励起された水銀原子が光としてエネルギーを放出、紫外線が放射される。
- 紫外線の波長は、10－380nmの波長を指し、紫外線ランプでは、その特性波長として、253.7nmまたは、365nm（i線）などが利用されることが多い。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	ウシオ	最大手（50％以上）	本社：東京都　全社売上高：1,186億円　従業員5053名 企業概要：紫外線ランプのトップメーカ。
	スタンレー電気		本社： 東京都　全社売上高：3,600億円　従業員1.7万名 企業概要：自動車用照明大手企業
	岩崎電気		本社：東京都　全社売上高：536億円　従業員1,775名 企業概要：LEDを主軸とする照明企業
	浜松ホトニクス		本社：静岡県浜松　全社売上高：億円　従業員5,195名 企業概要：産業用光電子部品・光半導体事業の大手企業
	紫光技研		本社：兵庫県　全社売上高：NA　億円　従業員　NA　名 企業概要：プラズマ紫外線発生光源装置メーカ
	GSユアサ		本社： 京都府　全社売上高：3,865億円　従業員1.3万名 企業概要：鉛蓄電池やLiイオン電池等の電池事業大手
	HOYA		本社：東京都　全社売上高：5,480億円　従業員　名 企業概要：国内トップ眼鏡レンズメーカ。光学ガラス専門メーカ。
	エレバム		本社：東京都　全社売上高：NA　億円　従業員100名 企業概要：放電管、LED蛍光灯・照明などのメーカ。
欧米系	Clearstone Technologies Inc.		本社： 米国 全社売上高：NA 億円　従業員　NA　名 企業概要：Electronic Parts and Equipmentサプライヤ
	Integration Technology Limited		本社： イギリス　全社売上高：NA　億円　従業員NA名 企業概要：UV LED and UV Lamp solutions.
	Ocean Insight		本社： 米国　全社売上高：NA　億円　従業員　数百名 企業概要：lighting sensors and accessories.

最大手（50％以上）、大手（シェア20％以上）、中堅（10～20％未満）、中小（10％未満）に分類。

出所）有識者ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材

2－3－3　コア要素部材と主要サプライヤ（センサー）

1）産業用温度センサー

- 概要
- 産業用のプロセス制御を目的に精密に対象物の温度を計測するセンサー。
- 測温抵抗体は、金属の電気抵抗が温度変化に比例して変化することを利用した温度センサー。
- 熱電対は、二つの異なる金属を接合し、その接点間で生じる起電力をりようした温度センサー。
- 放射温度計は、物質から放射される赤外線強度から温度を測定する。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系	岡崎製作所	大手	本社：兵庫　全社売上高：130億円　従業員　249名 企業概要：国内最大手企業。自動車、白物家電、電源ユニット、半導体製造装置など幅広いレンジの製品を展開。
	山里産業	大手	本社：大阪　全社売上高：60億円　従業員298名 企業概要：プラント、自動車、燃料電池などに展開
	助川電気工業	中堅	本社：茨城　全社売上高：31億円　従業員　192名 企業概要：温度センサーなど産業用機器メーカ
	八洲測器	中堅	本社：埼玉県戸田市　従業員　90名 企業概要：工業用熱電対 測温抵抗体、測温計測装置など
	川惣電気興業	中堅	本社：大阪　全社売上高：NA　億円　従業員NA　名 企業概要：温度計測および電気･計装事業会社
	旭産業	中小	本社：大阪　全社売上高：NA　億円　従業員　78名 企業概要：熱電対、温度センサーなどのセンサーメーカ
	チノー	中小	本社：長野　全社売上高：218億円　従業員1100名 企業概要：半導体及び医療等の高精度分野に強み
	林電工	中小	本社：東京　全社売上高：NA　億円　従業員103名 企業概要：温度センサー、測温抵抗体メーカ。
	その他		理化工業 オムロン　その他
海外系	TE Connectivity （タイコ）		本社：米国　全社売上高：11,352M$　従業員　8万名 企業概要：コネクターの世界最大手。
	WIKA		本社：ドイツ　全社売上高：10億EURO　従業員1万名 企業概要：プロセス制御用計測器メーカ。
	Endress+Hauser エンドレスファウザー		本社：スイス　全社売上高：2577MEURO従業員1.4万名 企業概要：産業用プロセス制御機器メーカ。

最大手（シェア50％以上）、大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。
出所）各社HP等をベースにNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－3　コア要素部材と主要サプライヤ（センサー）
2）サーモモジュール（ペルチェ素子）

■ 概要

■ ペルチェ素子は、接合した2種の異なる金属に電流を流すと接合部での熱の移動が起こるペルチェ効果を利用した熱電素子。この特性を利用し、冷却装置や加熱装置として利用。

当該分野のサプライヤマップ

企業名	特徴（事業内容）	従業員	住所	
フェローテック	セラミックス部品を数多く提供しており、サーモモジュールで世界トップシェア	7,380人	東京都中央区日本橋	上場(東証一部)
KELK	半導体用水・薬液温調機器のトップメーカ モジュールのペルチェ素子も販売	328人	神奈川県平塚市	
ビックス	ペルチェ温度コントローラをはじめ、自社開発センサーシステムを提供	65人	東京都武蔵野市	
京セラ	コンポーネント、部品をはじめ、ドキュメントソリューションなどの装置事業など幅広い。ペルチェ素子は、半導体や医療分野に展開。	78,490人	京都府京都市	
ヤマハ	独自材料開発により低消費電力で高精度温度制御可能。素子レベルからウェハレベルまで温度制御可能。	20,021人	静岡県浜松市	
アイシン精機	総合自動車部品メーカ。エネルギー・住設関連分野に展開し、ペルチェはエネルギー関連商材。	12万人	愛知県刈谷市	
II-VI Incorporated	工業用材料、光電子部品メーカ	11,500人	米国ペンシルバニア州	
Deltron AG	コネクタメーカであり、ペルチェ素子も提供。	50人	スイス	

出所）有識者ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－3　コア要素部材と主要サプライヤ（センサー）
3）温度調整機器

■ 概要

■ 半導体の精密なプロセス管理のため、純水・薬液など精密な温度調節機器が必要とされる。温度を一定に保持するため、冷却・加熱機能を持ち、超高精度な温度管理と同時に、半導体プロセスで利用可能なクリーンなシステム提供を可能にしている。

当該分野のサプライヤマップ

企業名	特徴（事業内容）	従業員	住所	
KELK	半導体用水・薬液温調機器のトップメーカ	328人	神奈川県平塚市	
オリオン	冷熱及び真空関連装置メーカ。液体や空気の精密温度制御機器を提供。	2,489人	長野県須坂市	
関東精機	高精度温度調節機器メーカ。露光装置向けの高精度装置を提供。	178人	群馬県前橋市	
SMC	空気圧制御など自動制御機器製品のメーカ。	20,619人	東京都千代田区	一部上場

出所）有識者ヒアリング、各社HPよりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－3　コア要素部材と主要サプライヤ（センサー）
4）レーザ変位センサー

- 概要
- レーザ変位センサとは、センサヘッドから発光したレーザ光をもとに、対象物の位置や高さ、厚み、外径、振れなどを非接触で検知できるセンサ。
- 反射型、透過型の他、カメラに内蔵されたタイプも登場している。
- 2019年の世界市場は、320億円※１ 、国内市場131億円※１である。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 78％ ※１	キーエンス	最大手	本社：大阪　全社売上高：5,381億円 企業概要：FA関連総合メーカ。センサー大手。
	オムロン	中堅	本社：京都　　全社売上高：6,555億円 企業概要：FA制御機器大手。
	オプテックスグループ	中堅	本社：滋賀　　全社売上高：348億円 企業概要：赤外センサを中心に、センサ事業展開。
	パナソニック	中堅	本社：大阪　全社売上高：66,988億円 企業概要：民生、住設、産業機器部品事業。
	その他		アズビル
欧米系 その他 (主要) 22％ ※１	SICK	中堅	本社所在地：ドイツ　全社売上高：2,189億円 企業概要：産業用分析･プロセス計測機器メーカ。
	Banner	中堅	本社：米国　　全社売上高：　NA 企業概要：産業用エンジニアリング企業
	Micro-Epsilon	中小	本社：ドイツ　　全社売上高：　NA 企業概要：センサ、計測技術を核にエンジニアリングサポート。
	その他		

最大手（シェア50％以上）、大手（シェア10％以上）、中堅（5～10％未満）、中小（5％未満）に分類。

出所）※１富士経済　「2021年版　注目メカトロニクスパーツ市場実態総調査」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－4　コア要素部材と主要サプライヤ（材料）
1）異方導電性フィルム（ＡＣＦ）

- プロセス概要
- 異方導電性フィルム（ACF）は、熱硬化性樹脂に導電フィラーを分散させた構造であり、面方向に絶縁性、厚み方向に導電性を持つ。
- 130℃～200℃で数秒間加熱圧着することで実装が可能で、ハンダに比べ処理温度が低く、コネクターに比べて狭ピッチ対応や低背化が可能であることが特徴で、主にFPDの基板接合に使用されている。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 91% ※1	昭和電工マテリアルズ	最大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,314億円 企業概要：FPD及び実装関連電子材料で世界をリードする企業であり、異方導電性フィルムのトップメーカ。
	デクセリアルズ	大手	本社所在地：東京都品川区 全社売上高：658億円 企業概要：反射防止フィルムや光ディスク用紫外線硬化型樹脂など電子部品材料やパネル用光学部品、粘着材料などをラインアップ。
アジア系 その他 (主要) 9% ※1	H&S highTech	中小	本社所在地：韓国 全社売上高：75億円 企業概要：韓国のACFメーカ。
	国都化学	中小	本社所在地：韓国 全社売上高：NA 企業概要：エポキシ樹脂メーカであり、新日鐵化学の関連会社
	その他		

最大手（50%以上）、大手（シェア20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）に分類。

出所）※1 富士キメラ総研　「2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置・材料市場と要素部材
2－3－4　コア要素部材と主要サプライヤ（材料）
2）ドライフィルムレジスト

- プロセス概要
- ドライフィルムレジストとは、プリント配線板などの回路形成で使用されるフィルム状のエッチング・めっき用レジストである。
- パターン転写方式により、ネガ型とポジ型があるが、市場での主流はネガ型。
- 主に、DI（ダイレクトイメージング：直接描画）露光で利用されている。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系 (主要) 45％ ※1	旭化成	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：21,061億円 企業概要：FPCやパッケージ基板向けのシェアが高く、日系や台湾系のユーザに強い。
	昭和電工マテリアルズ	大手	本社所在地：東京都千代田区 全社売上高：6,314億円 企業概要：厚膜品に強く、韓国市場に強い。
欧米系 (主要)	Dupont	小規模	本社所在地：米国 全社売上高：21,776億円 企業概要：米国の本社を置く化学メーカであり、電子材料分野に多数の商品ラインナップを持つ。
アジア その他 51％ ※1	長興材料工業股份有限公司 Eternal Materials Co.,Ltd.	大手	本社所在地：中国 全社売上高：1,393億円 企業概要：合成樹脂や電子材料などを取り扱う、ドライフィルムレジスト世界トップ企業。
	Kolon Industries	中小	本社所在地：韓国 全社売上高：4,436億円 企業概要：ポリエステルフィルム、ナイロンフィルム、ハイドロカーボンレジンなどをベースに、電子材料、テキスタイル分野に強みのある化学メーカ
	その他　中国ローカル系企業等		

大手（シェア20％以上）、中堅（10～20％未満）、中小（10％未満）、小規模（5％未満）に分類。

出所）※1 富士キメラ総研　「2021年版　機能性高分子フィルムの現状と将来展望」（2019年実績）を元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

2　半導体後工程における装置･材料市場と要素部材
2－3－4　コア要素部材と主要サプライヤ（材料）
3）パッケージ基板用ビルドアップ基板向け用層間絶縁フィルム

- プロセス概要
- ハイエンドのLSIには、ビルドアップ基板をパッケージ基板として使用している。
- このハイエンド向けパッケージ基板をセミアディティブ工法（SAP工法）で製造する際に、使用する層間絶縁膜材料を対象とする。
- 日本国内の有力化学メーカ各社は、市場ニーズに応えるべく開発競争を行っている。
- 汎用のプリント基板やその他の工法で使用する層間絶縁膜材料は、この範囲ではない。

当該分野のサプライヤマップ

地域	企業名	市場ポジション	特徴
日系(主要) 80%以上	味の素ファインテクノ	最大手	本社：神奈川　全社売上高：非公開 企業概要：同社ABFが業界スタンダードとなっており、ハイエンドPCや通信用、車載用の高速ハイエンドなデバイスに使用されている。
	積水化学	中小	本社：大阪　全社売上高：1.1兆円 企業概要：2017年に後発参入。低誘電体材料に注力。
	その他		
	昭和電工マテリアルズ	中小	低誘電感光性樹脂　Dk/Df：3.0/0.003以下目標
	住友ベークライト	中小	低誘電感光性樹脂　Dk/Df：3.4/0.003
	東レ	中小	ECTC報告　Df：0.001
	JSR	中小	ECTC報告
	旭化成	中小	開発、試作
	太陽インキ製造	中小	ECTC報告
	三菱ケミカル	中小	開発、インターネプコン報告　Dk/Df：2.2/0.0006
	日本火薬	中小	ECTC報告
海外	Powertech（台湾）	中小	ECTC報告
	ASE（台湾）	中小	ECTC報告

最大手（シェア50%以上）、大手（50～20%以上）、中堅（10～20%未満）、中小（10%未満）に分類。
出所）市場ポジションは、各種調査資料、SEMICON JAPAN等でのヒアリングを元にNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

1）装置・材料等の技術革新性・市場成長性

- 市場と技術の両面から重要性を評価すると同時に、日本の競争力ポジションを比較評価することで、産業としての重要性を評価する。
- なお、技術的な評価にあたっては、次世代パッケージング技術として注力されている2.XDプロセス、Fanout及び3DのSoCをリードしているハイエンドロジックに必要な技術領域に注力して評価を行っている。

技術的技術革新性・市場成長性

①　技術的革新性
ロードマップや業界におけるキープレイヤが技術的にクリティカルな技術領域と認識している領域

②　技術的注力度
先端企業が先端製品で注力して開発を行っている領域、学会等で報告している先端レベル

③　市場の成長性
高い成長が期待されている領域

日本の競争力ポジション

①　市場シェアポジション（現状）

②　市場シェアポジション（今後の傾向）

後工程半導体における装置・材料及び部材の技術革新性・市場成長性

① 技術革新性・市場成長性が高い分野であり、日本の競争力の高い分野

② 技術革新性・市場成長性が高い分野であるが、競争力低下が懸念される分野

③ 技術革新性・市場成長性が高い分野であるが、日本の競争力の低い分野

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

■ 技術革新性・市場成長性

■ 2.XD、３D化が進む半導体後工程における技術革新を下記の観点から評価を行った。評価については、１章の調査の中で、デバイスメーカ、装置メーカへのヒアリングを行った結果を踏まえ、優先付けを行った。

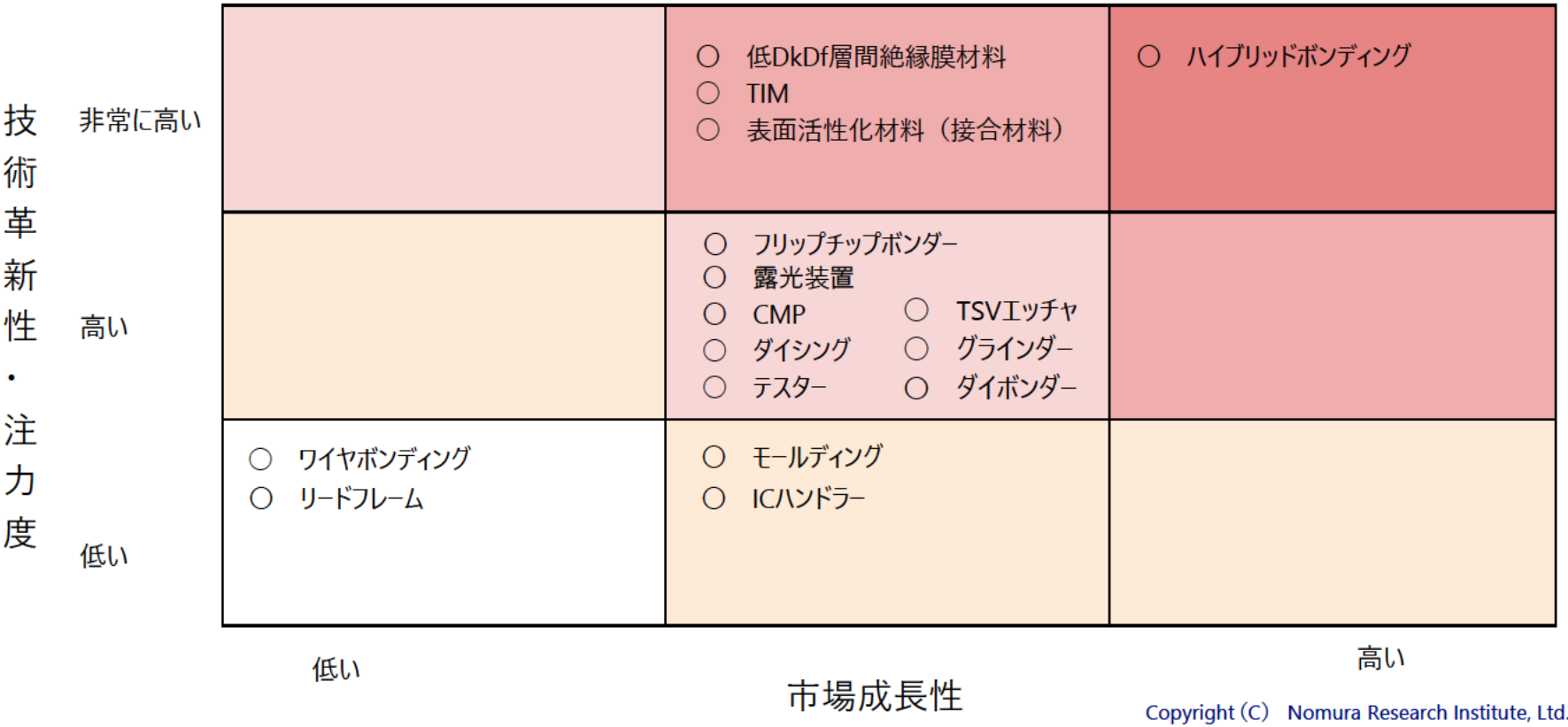
① 技術的革新性・注力度　（2.XD、３D化に向けて新たな技術革新の有無、また、そのプロセスへの開発への注力度）

なお、本評価は、2.XD、３D化が進む高付加価値のハイエンドロジックの技術動向を中心に評価を行っている。

そのため、数の多い汎用デバイスやアナログ、パワーなどは、十分にはカバーしていない。

② 市場の成長性　（現状足元の成長率をベースとしつつ、今後10年の成長ポテンシャルを評価）

半導体後工程における技術革新性・市場成長性



Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

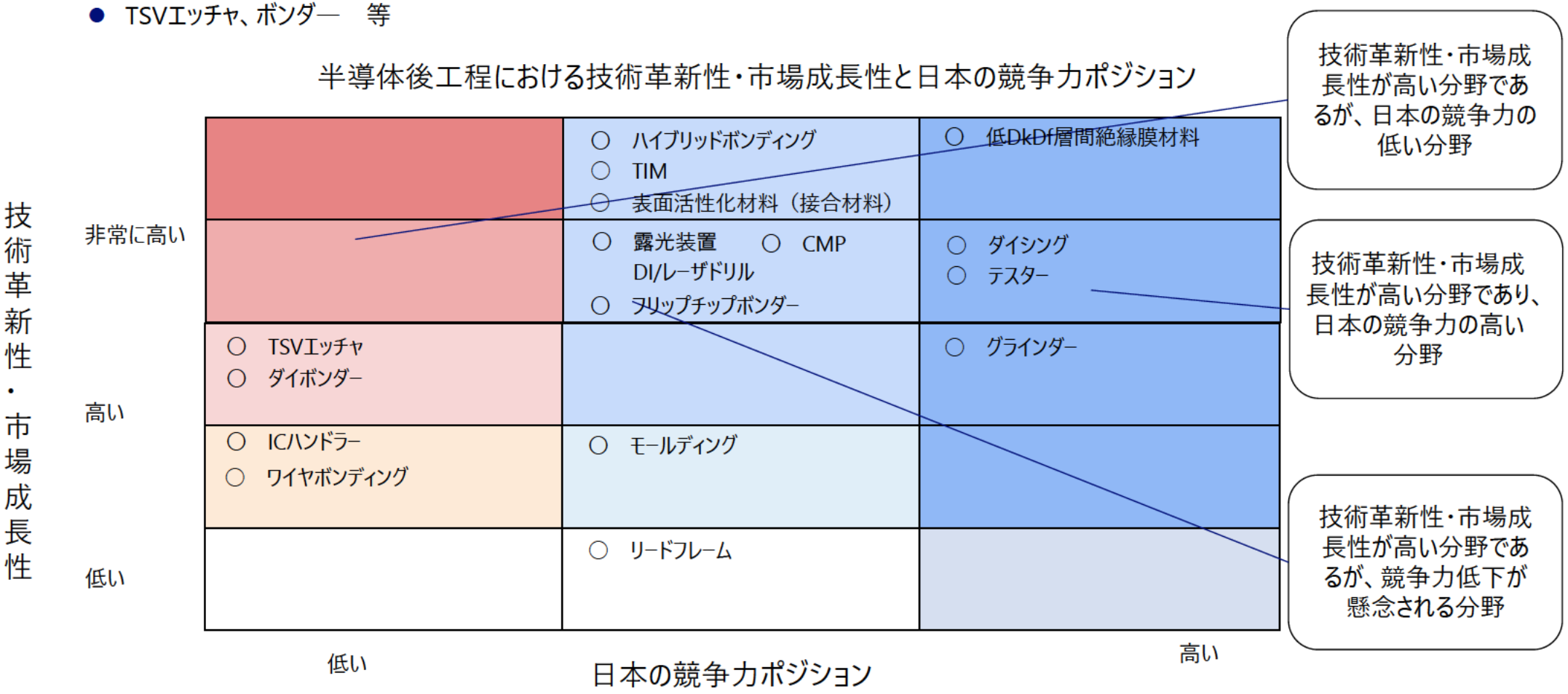
3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

■ ①　技術革新性・市場成長性が高い分野であり、日本の競争力の高い分野
- 低DkDf層間絶縁膜材料、ダイシング、テスター　等

■ ②　技術革新性・市場成長性が高い分野であるが、競争力低下が懸念される分野
- ハイブリッドボンディング、TIM、露光装置（DI/レーザドリル）、フリップチップボンダ、CMP、ハイブリッドボンディング用表面活性化材料（接合材料）等

■ ③　技術革新性・市場成長性が高い分野であるが、日本の競争力の低い分野
- TSVエッチャ、ボンダー　等

半導体後工程における技術革新性・市場成長性と日本の競争力ポジション



Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

2）産業競争力上の示唆

①　諸外国との比較した上での国内事業環境整備に関する課題と期待

- **ハイテク産業にあった税制及び優遇制度**
  - エネルギーインフラやクルマが環境対策に向けて電化が進み、あらゆる社会インフラがデジタル制御される社会において、半導体は、現代社会のシナプスであり、ハイエンドなコンピューティングを構成する頭脳としての役割を担っている。グローバルに付加価値の高い産業であり、輸入に大きく依存すべき産業ではない。
  - 一方で、半導体産業は、2 － 3 年で 1 サイクルで世代交代し、進化していく産業でありながら、長期的な負担となる高額のR&D投資と先行的な設備投資が大きい産業である。また、各世代ごとの技術革新による生産効率効果が大きいために、市場は投資により大きく変動し、しばしば参入企業を経営危機に追い込んできた。
  - 半導体の市場特性を考慮すると、下記のような税制及び優遇制度が望ましい。
    - **ハイテク推進国と同等の法人税レベル**
      - ハイテクを推進育成している国は、ハイテクにあった優遇税制を設けており、各種恩典等により実際に支払っている法人税率は、12－17%程度であり、日本の30%強とは大きな格差を生じている。
    - **補助金の申請・交付・実施後の手続き等簡素化**
      - 制度の利用を促しつつ、管理等に係るコストを削減することで産業での効率的な活用を図る。
    - **費用計上の柔軟性のある制度**
      - **ハイテク分野あるいは研究用途の設備償却期間の短縮あるいは変速償却**
        （最大 2 年での加速償却や償却期間内の特別償却など）
      - **R&D費用の税額控除**
        （ハイテク分野への投資は、リスクを伴うものである一方で、社会インフラ・エネルギー効率を向上するものであり、国の産業発展・雇用促進につながるものであり、企業のR&D活動を促進する税的優遇措置を拡大すべき）
        （手続き簡素化：大学への委託研究費は企業からの報告のみとして、大学からの報告書提出を廃止）
        （手続き簡素化：申請に必要な書類について監査法人の申告書提出が義務付けられているが、これを排除・簡素化）

- **公正な貿易規制ルールと運用**
  - **短期的な政治方針に過度に影響されないルールの運用**
    - 政治的関係の変化で運用が変化するのは、企業間のビジネスの関係を悪化し、結果的に、産業の輸出競争力を下げてしまう可能性がある。また、貿易規制を含む調達リスクを理由に自国内企業の育成・保護する国もあり、健全な競争環境を歪めているケースもあり、規制及びその運用については、長期的な視点でのルールの運用を期待したい。
    - 部品で輸出し、当該国内で組み立てるノックダウン生産や第 3 国からの輸出に関しては規制を免れている可能性があり、国や地域により、対応が異ならない公正なルールの運用を期待したい。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

参考：主要諸外国の法人税率

主要諸外国の法人税率

Year	2021			
Corporate income tax rate	Central government Corporate income tax rate (%)	Central government Corporate income tax rate less deductions for sub-national taxes (%)	Sub-central government corporate income tax rate (%)	Combined corporate income tax rate (%)
France	28.41	28.41	..	28.41
Germany	15.83	15.83	14.11	29.94
Ireland	12.50	12.50	..	12.50
Israel	23.00	23.00	0.00	23.00
Italy	24.00	23.91	3.90	27.81
Japan	23.20	22.39	7.35	29.74
Korea	25.00	25.00	2.50	27.50
Netherlands	25.00			25.00
Switzerland	8.50	6.83	12.87	19.70
United Kingdom	19.00	19.00	..	19.00
United States	21.00	19.74	6.02	25.75
CHINA *	25.00			25.00
国が優遇するハイテク産業	15.00			15.00
Taiwan *	20.00			20.00
Singapore *	17.00			17.00

参照）OECD.Stat Metadata Viewer　Table II.1. Statutory corporate income tax rate (oecd.org)より
*印：中国政府、台湾当局、シンガポール政府における法人税率等はJETRO HPより引用

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

参考：主要半導体製造装置メーカの業績と支払税率

主要半導体製造装置メーカの業績と支払税率

		本社所在地域	営業利益率	税引前利益率	支払法人税率	親会社株主に帰属する当期純利益率
2020年度通期			%	%	%	%
ASML Holding NV		オランダ	29.0	28.7	13.8	25.4
ASM International NV		オランダ	24.6	25.2	16.0	21.5
ASM Pacific Technology Ltd		シンガポール	7.7	11.0	21.9	9.6
Kulicke & Soffa Industries		シンガポール	27.2	27.3	11.4	24.2
東京エレクトロン		日本	22.9	22.7	26.0	17.4
SCREENホールディングス		日本	7.6	6.5	27.5	4.7
ディスコ		日本	29.0	29.2	24.3	21.4
東京精密		日本	16.0	16.6	24.6	12.5
Applied Materials Inc		米国	31.2	29.4	13.1	25.5
Lam Research Corp		米国	30.6	29.9	12.6	26.7
Teradyne Inc		米国	29.3	28.9	13.0	25.1
本社所在地域別	欧州　２社平均		26.8	26.9	14.9	23.5
	シンガポール　２社平均		17.4	19.2	16.7	16.9
	日本　４社平均		18.9	18.7	25.6	14.0
	米国　３社平均		30.4	29.4	12.9	25.8

支払法人税率：PLの税金等支払と税前利益との比率より算出
出所）各種公開資料よりNRI作成

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

参考：主要半導体製造装置メーカの業績と支払税率

OSAT/パッケージ基板メーカの業績と支払税率

	本社所在地域	営業利益率	税引前利益率	支払法人税率	親会社株主に帰属する当期純利益率	売上高設備投資比率
		%	%	%	%	%
Advanced Semiconductor Engineering, Inc.	台湾	7.6	7.5	19.0	5.7	13.2
Amkor Technology Inc	米国	9.1	7.7	9.4	6.7	10.9
JCET Group Co Ltd	中国	6.7	5.4	NA	4.9	NA
イビデン	日本	11.9	9.9	25.1	7.9	23.7
新光電気工業	日本	12.4	13.6	29.5	9.6	16.9

支払法人税率：PLの税金等支払と税前利益との比率より算出
出所）各種公開資料よりNRI作成

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

2）産業競争力上の示唆

②　先端研究開発における課題と期待　～　次々世代を切り開く開発プロジェクトのさらなる推進（1）　～

- **2.XD、3Dデバイスプロセス**
  - 半導体製造プロセスは、今後さらなる2.XD、3D化が進展する。製造プロセスは、前工程と後工程の境が無くなり、前工程で使用されていたプロセスが後工程に活かされ、トランジスタ形成に後工程に定義されていたボンディング工程が活用され、3D化が急速に進展する。
  - 既に、政府主導での大型プロジェクトが進められているが、世界の半導体プロセスを刷新する開発としては更なる規模の拡充と同時に、世界の知恵が集まり、産業の循環に資するプロジェクトにしていく努力が必要と思われる。

- **重要装置技術**
  - **ハイブリッドボンディング装置技術**
  - **パーティクルレスのダイシング装置**
    - **プラズマダイサ**
    - **次世代レーダーダイサ（KrF等高出力レーザ搭載ダイサ　など）**
  - **高精度ボンダー**
    - **ダイ to ウェハダイボンダー**
    - **大判高精度ダイボンダー（500/600㎜サイズ）**
  - **RDL形成用CMP及びスラリー等の使用材料**
  - **高精度RDL・パッケージ製造用露光装置技術**
  - **Low-DkDf層間絶縁膜材料**
  - **TIM（Thermal Interface Materials）など**

- **重要プロセス技術**
  - **次世代パッケージング基板プロセス（イビデン・新光電気などが先行投資を計画している分野）**

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

2）産業競争力上の示唆

②　先端研究開発における課題と期待　～　次々世代を切り開く開発プロジェクトのさらなる推進（2）　～

- **シリコンフォトニクス**
  - 世の中のデータ使用量が爆発的に増加し、クラウドでのデータ送受信と処理が飛躍的に増加しており、基幹ネットワークの送受信やデータセンターでのサーバーやスイッチのコア技術としてシリコンフォトニクスの実用化が進みつつある。さらに、その技術は、高速データ通信が必要なクルマの自動運転の通信にも利用が進められ、従来技術の枠を大きく超える技術革新が進みつつある。
  - 現在、同分野をリードしているのは、インテルをはじめとする米国企業であり、日系企業は材料や要素技術で一部貢献できそうだが、デバイスおよびプロセス開発では大きく出遅れている。同分野は、2030年には、ハイエンドデバイスの大きな市場となっていることが予想され、日本としても早々に強化が必要な分野と思われる。

- **マテリアルイノベーション**
  - 2.XD、3Dデバイスプロセスで重要なLow-DkDf材料、接合のための表面活性化材料や接合材、RDL加工のための材料、シリコンフォトニクスのための材料開発、さらには、EV等で使用されるパワーデバイスの効率化のための化合物系材料やウェハなど、新たなデバイス開発の核となる材料が求められており、日本にとって大きなビジネスチャンスとなっている。
  - 一方で国内のデバイスメーカや先端開発を推進するリーダ企業の減少から、次世代の材料開発において後塵を拝するリスクも出て来ており、日本の強みを生かしたマテリアルイノベーションの推進をしっかりと図っていく必要がある。

- **テスティングクラウドソリューション**
  - 半導体が進化し、1000億トランジスタと膨大な設計回路に進化する中で、膨大なプロセスを欠陥なく作り上げるのは非常に難しくなっており、最上流の設計・デザインから膨大なプロセスと最終工程のテスティングを連携し、早期のプロセス立ち上げを可能にする技術の確立が求められている。これを可能にするのは、電気テストを担うテスターあるいは検査を担っている企業であり、日本企業も、これに着目し、ソリューション開発を進めている。しかし、この確立のためには、プロセスをリードするファンドリーとテスター・検査装置との連携が不可欠であり、これを促進する仕掛けや関係づくりが必要と思われる。

- **パワー、アナログ、センシング等デバイス**
  - 本レポートでフォーカスしたハイエンドロジック分野は、全体市場の一部に過ぎない。また、日本国内のロジックデバイスは弱体化しているものの、パワー、アナログ、センシングは未だ競争力を有し、クルマの電動化・自動化に伴い、その需要性はさらに高まると予想されるため、日本としても強化が求められる。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

2）産業競争力上の示唆

● ②　先端研究開発における課題と期待　～　政府主導開発プロジェクトの制度的課題　～

- **国内企業に傾倒した活用からグローバルハブとなる研究開発へ**
  - 日本に世界中の優秀な人材と企業が集まる構造にするべきであり、既存の日本企業だけに依存するのではなく、海外企業と人材を呼び込む構造にすべき。
- **海外企業と日本がWin-Winリレーションシップで研究開発できるように下記の制度の見直しを検討すべき**
  - **収益からの資金の返納を前提とした研究予算制度の見直し、国内でのIP・雇用重視へ**
    - 政府予算であるために、その実施について厳格な運用を強いているものの、諸外国においては、国内での事業展開やIPの取得、雇用創出などを条件に、収益の返納義務を設けていない制度も多い。収益の返納義務を前提とした研究開発は、プロジェクトの中で研究開発成果を生み出すことを阻害する要因となり、産業振興に逆効果となるリスクがある。
  - **年度内執行を前提とした補正予算依存の開発予算から中長期的な利用が可能な予算に**
    - 政策的に特別予算を計上するために、補正予算を活用するケースが多いが、そのために、年度内の実施を条件とするような費用の使い方が多く、中長期的かつ全く新たな技術や装置の開発には適合せず、大規模予算を計上しても、建屋の建築に使用され、実質的な研究開発に活かされないことがある。研究開発型予算として、中長期的な予算の計上をできるようにすべき。
  - **研究施設運営の見直し**
    - フレキシブルな研究設備・研究材料等の調達制度（入札手続きの軽減あるいは除外、技術重視の選定　など）
    - 過剰な安全基準の見直し（ファンドリーオペレーションレベルへの緩和（クリーンルーム面積と形状、ガス規制、電源規制など））
    - 研究施設のフルタイム利用（日中の限られた時間だけでなく、夜間も含めた利用を可能に、祝日を含む停止期間を最小化）
    - 一部の特定な利用者だけに占有されるものでなく、優秀な能力を持つ多くの企業・大学等が利用しやすい環境整備
  - **研究開発のみならず、技術・プロセス検証機能の強化**
    - 大学や研究機関での研究開発レベルだけでなく、EUのImec、シンガポールのIMEのような実用化に向けたプロセス検証機能を強化
  - **IP搭載のパターニング済ウェハの貿易手続き緩和あるいは国内でのパターニング確保**
    - ファブレス等のIPが乗ったパターニング済ウェハを輸入し、評価・テストする際には、手続きとコストを要するために、評価ウェハが国境を超えるのは困難。実質的には、そのウェハを供給可能なメーカのある国が有利。国内にユーザが無くなっている日本で開発を行う場合、手続き緩和、あるいは、国内でTEG等が確保できる環境を作る必要がある。
  - **開発した成果・知的財産及びそこに参画する企業の知的財産の取り扱い**
    - 現在の公的プロジェクトでは、成果の公的利用を原則としているために、公的研究で産業利用の成果を生み出しにくくなっている。
  - **固定資産等の取り扱いの自由度**
    - 政府資金で購入したものの改良あるいは派生分野への活用について柔軟性のある制度への変更。

Copyright (C)　Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

3　半導体後工程における装置・材料等の技術革新性・市場成長性

2）産業競争力上の示唆

● ③　人材育成に関する課題と期待

- 日本は、半導体後工程において、世界をリードするポジションを確保する一方で、国際学会等で活躍する人材は限定的であり、産業の発展を考慮した時に人材育成は懸念される課題となっている。特に、日本における大学・公的研究機関の半導体後工程に関する研究開発人材は、諸外国と比較して明らかに少ない。日本の大学・公的研究機関のECTC（Electronic Components and Technology Conference、半導体パッケージ等に関する有力な国際会議）発表者数は、50名に満たず、米国、EUに見劣りをしており、シンガポール、中国の半分程度しかいない。

- **ハブとなる研究機関と大学の連携**
  - 半導体後工程の人材育成のためには、ハブとなる研究機関を作り、そこを核としながら大学等との研究ネットワークを強化し、人材育成をしてゆく仕組みづくりが必要。具体的には、先端研究機関でのマスターコース以降の単位認定、学位取得など。

- **理系講座の拡充とそのための大学支援**
  - 半導体の技術革新を推進する下記分野の人材育成強化に期待
    - プラズマ　　：半導体では、今後もプラズマ応用製品が拡大する
    - 光関連技術：レーザ加工や分析装置などで利用が増える
    - 精密工学　：大きなプロセス革新が進む中で、さらに極限を追求する開発が進む　など

- **海外からドクタークラスの優秀な人材を招聘するしくみづくり**
  - 教育機関としての大学ではなく、研究機関としての大学に転身を図り、優秀な若手が日本にやってくる構図をつくる。
  - 海外から招聘する人材は、学費等の免除は元より、日本での十分な生活ができるよう返却不要の奨学金を付与する。

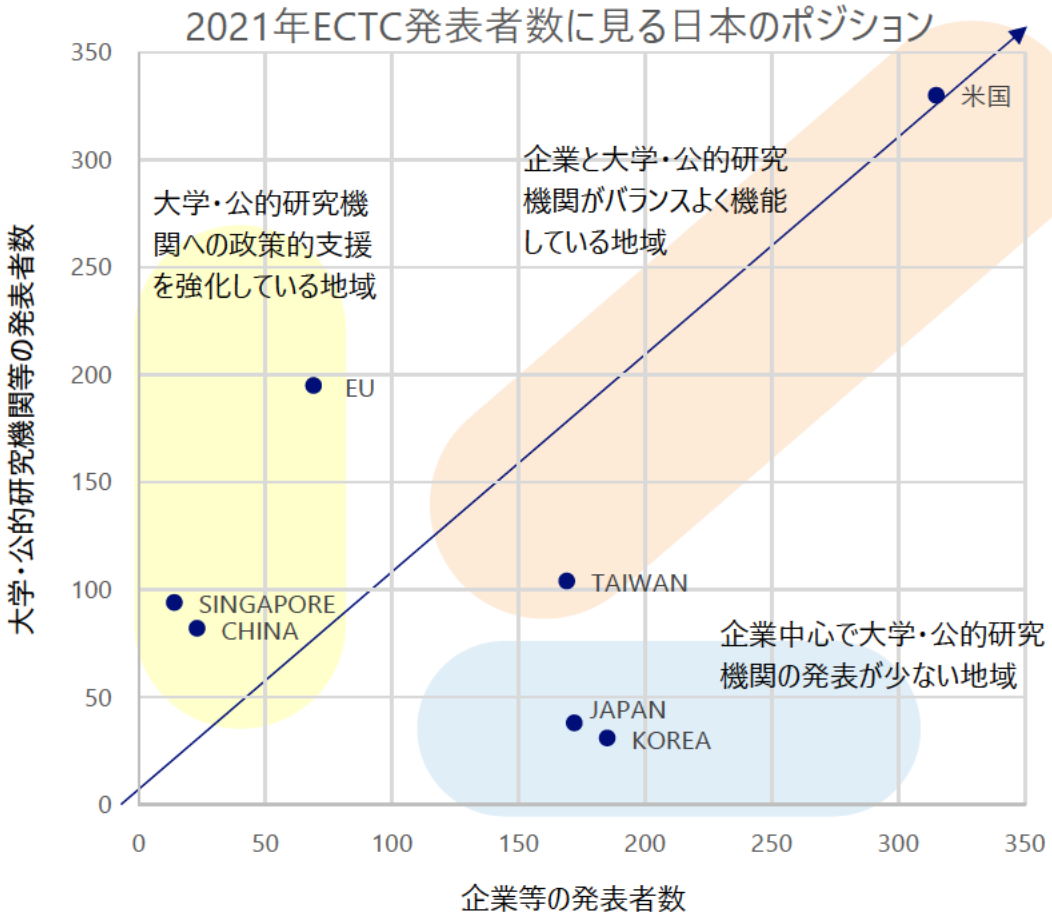
- **海外連携プログラムの強化**
  - 海外の優秀な研究機関・大学と日本国内の大学との連携
    （交換留学生、派遣留学　など）

Copyright（C） Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

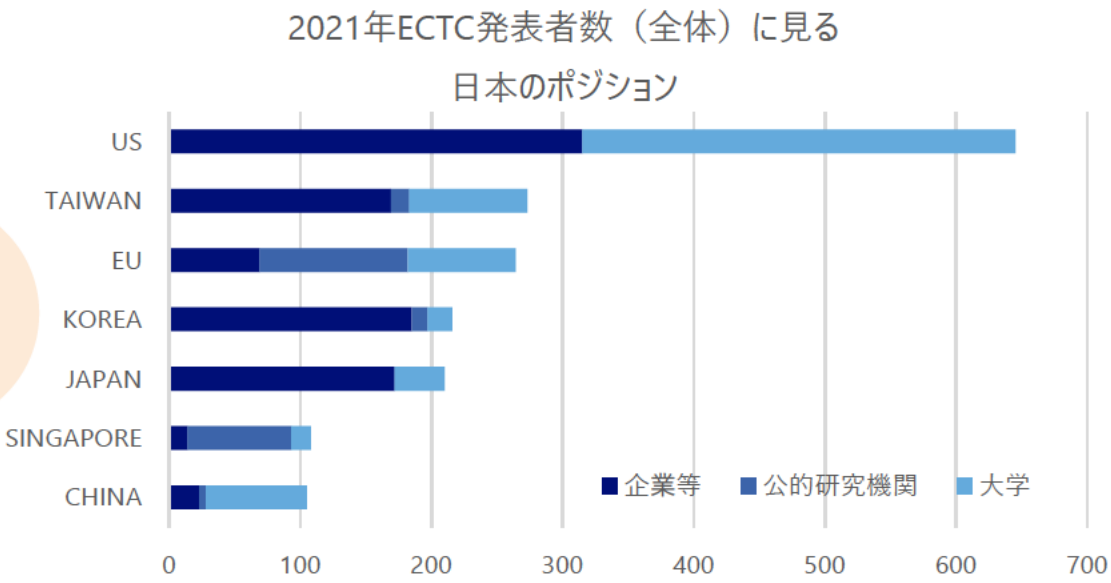
参考：ECTC（IEEE　Electronic Components and Technology Conference2021）における発表者勢力分布

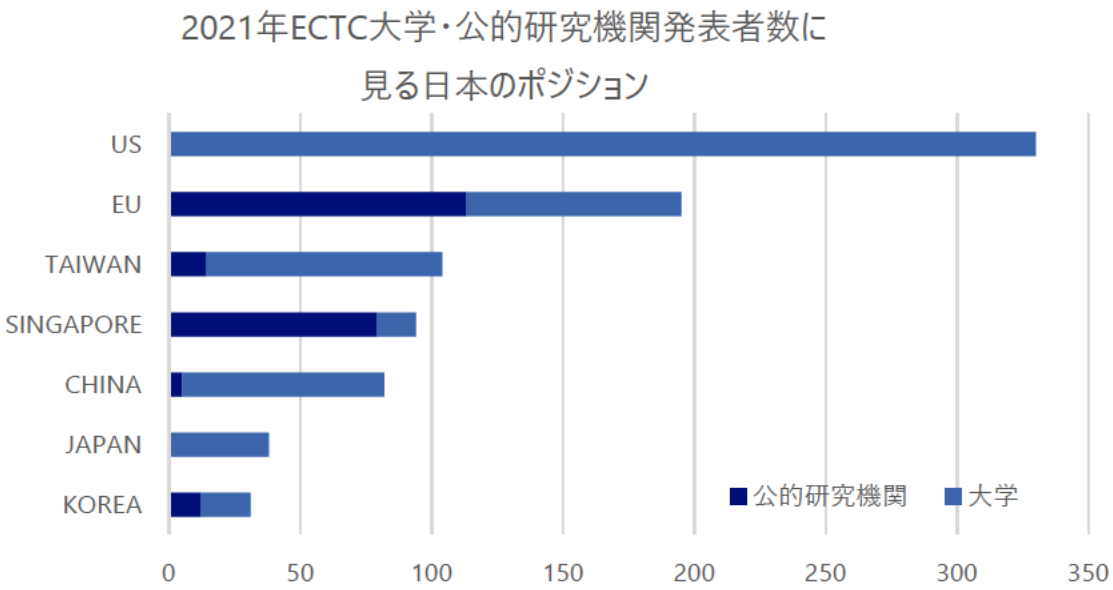
国際比較において日本の後工程開発者数は多くない。企業に依存し、大学・公的研究機関の発表者数が少ない。一方で欧州、シンガポール、中国は、政策的に研究開発を強化。

■ 日本は、全体発表者数の11.5％で5位、大学・公的研究機関の発表者数は4.3％で全体の6位と低迷している。



出所）ECTC2021プログラムよりNRI集計

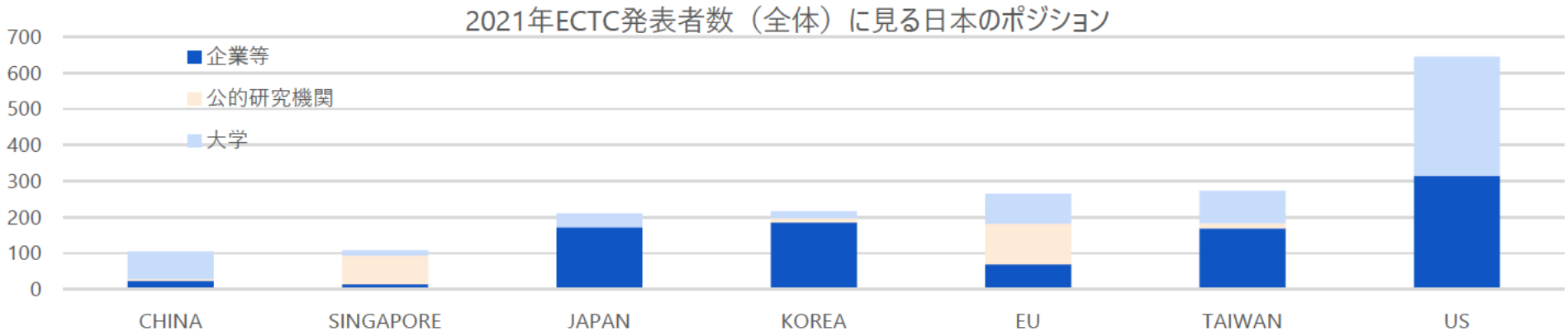




出所）ECTC2021プログラムよりNRI集計

Copyright©Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

参考：ECTCにおける勢力図



	CHINA	SINGAPORE	JAPAN	KOREA	EU	TAIWAN	US
企業		Global Foundies ASM Pacific K&S	村田製作所 DNP 東レ Panasonic LINTEC 昭和電工 積水化学 富士フイルム	Samsung		TSMC Unimicron ASE	Intel IBM TI Qualcomm Amkor Xperi
公的研究所		A-Star			Imec Fraunhofer	ITIC	
大学			東京工業大学 東北大学			NCTU	Georgia Tech UCLA Auburn

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

お問合せ

■ 本調査主担当（連絡先）：

- 株式会社野村総合研究所
- グローバル製造業コンサルティング部
- 上席コンサルタント
- 岸本　隆正 （きしもと　たかまさ）
- TEL: 090 - 4702 - 2928
- Email: t-kishimoto@nri.co.jp

Copyright (C) Nomura Research Institute, Ltd. All rights reserved.

Share the Next Values!