

火工品安全性評価説明資料

2019年9月12日

エナジーサポート株式会社

1, 概要

22kVおよび33kV電力ヒューズについて、「適用除外火工品審査実施要領」に基づく、性能試験について実施した結果を報告する。

本電力ヒューズの通常点火試験において、「外部へのガスの流出が認められなかった」ことより以下火薬類適用除外の検討を行うに当たり、内規の省略規定に従い①外殻構造試験、②通常点火試験、③外部火災試験を実施した結果をご報告し、適用除外の検討資料としたい。

2, 使用される火薬類

(1) 火薬類取締法

区分		成分	割合	性状
火薬	酸化鉛または過酸化バリウムを主とする火薬			粉状
	火薬類取締法施行規則 第一条の二（火薬の指定）			

2, 使用される火薬類

(2) 発火剤の組成・薬量

組成 (量) :



(3) 感度及び威力

No.	試験項目	試験装置	試験方法	試験結果	備考
1	摩擦感度試験	BAM式摩擦感度試験機	JIS-K-4810	1級	
2	落槌感度試験	落槌感度試験機	JIS-K-4810	8級	
3	発火点	示差熱重量分析装置	TG/DTA	412℃	

2, 使用される火薬類

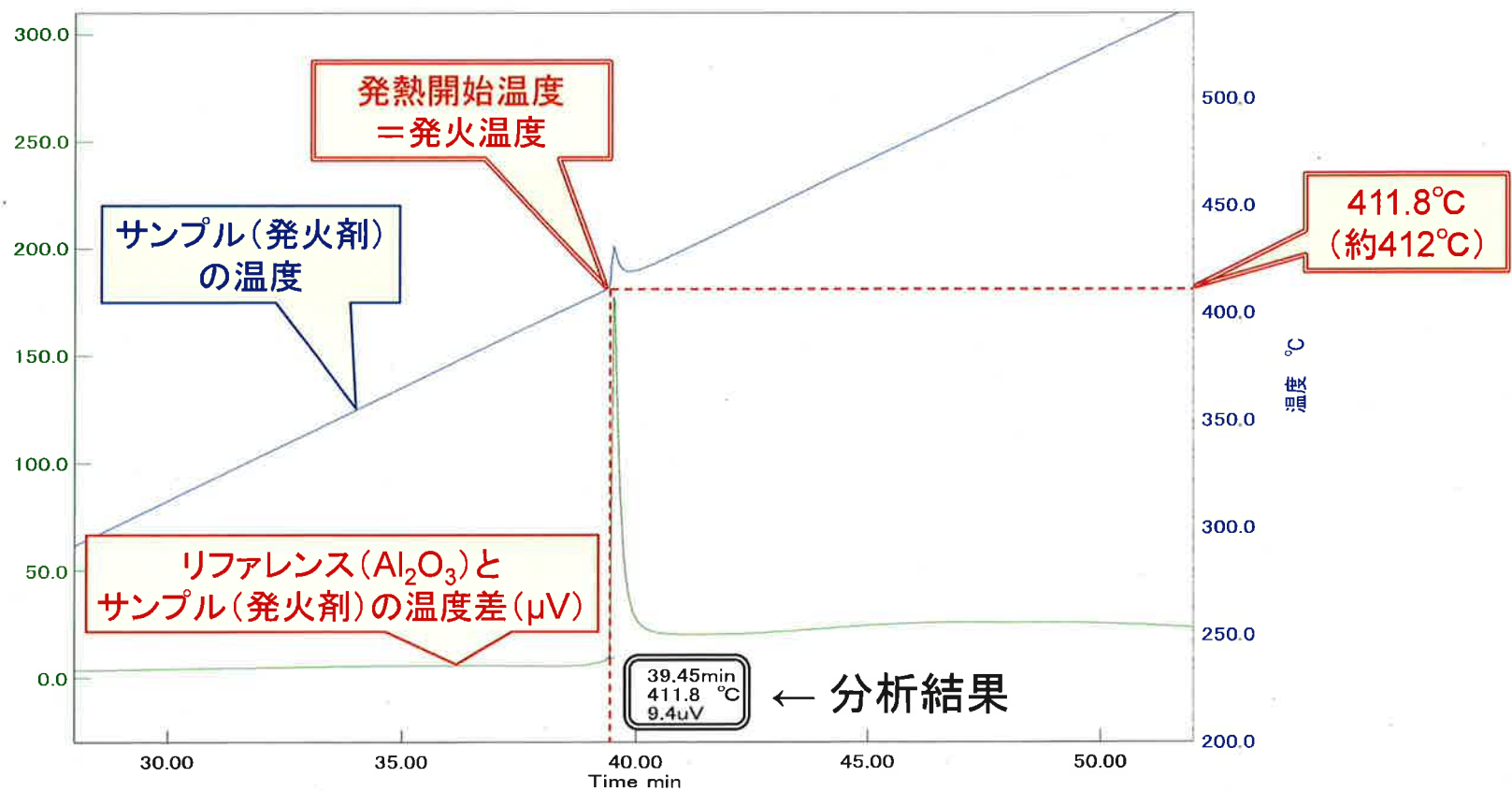
(4) 使用発火剤の熱分析

・使用される発火剤の発熱開始温度（発火温度）は、下図の通り約 412℃です。

モジュール: TG/DTA
 データ名: 電力ヒューズ 点火薬-001. tgd
 測定日付: 2019/06/13
 サンプル名: 電力ヒューズ 点火薬
 サンプル質量: 1.638 mg
 リファレンス名: Al₂O₃
 リファレンス質量: 2.122 mg

温度プログラム:
 1* °C °C °C/min min s
 25 600 10 0 0.5

コメント:
 ガス 2: Air: 300ml/min
 パン: Pt(大)
 Sample:



2, 使用される火薬類

(5) 発火剤の反応生成物

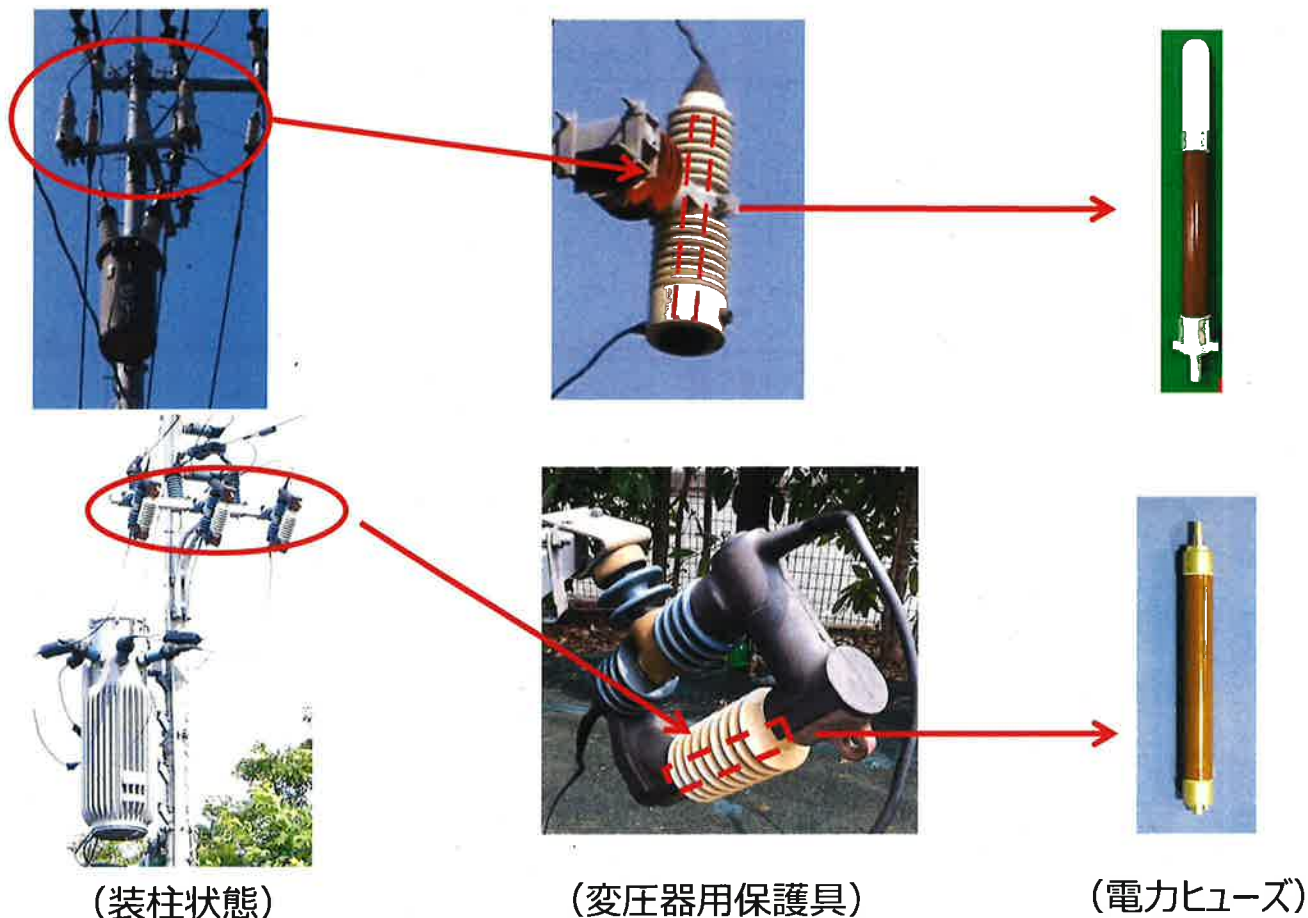
燃焼による生成物は、以下の通りです。

・各成分のモル質量より、反応生成物と未反応物の重量比

3, 用途と使用者

配電線路もしくは受電盤内に設置する変圧器本体の短絡事故等による事故箇所の切離しを目的に変圧器の22kV, 33kV側に変圧器用保護具（22kV および33kV柱上変圧器用カットアウト）を設けており、その短絡事故等に流れる大電流の遮断用途として使用している。

電力設備で使用する製品のため、使用者は電力又は電気工事会社限定されており、一般の者が使用するものではありません。

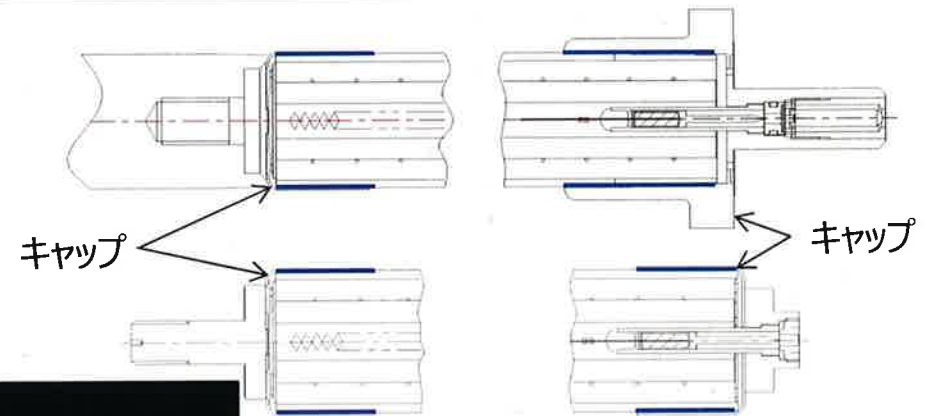
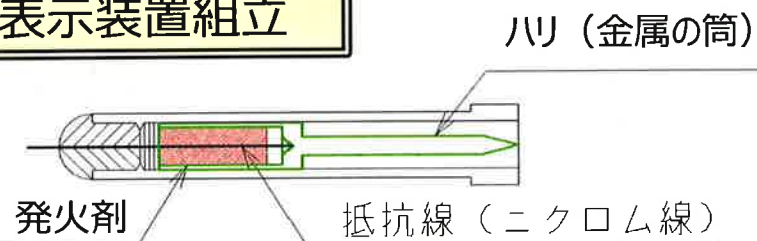


4, 安全性評価試験の省略検討

(1) 構造説明

電圧	Aタイプ	Bタイプ
22kV		
33kV	—	

表示装置組立



- ・発火剤が充薬されている表示装置組立は全タイプ共通
- ・薬剤もその薬量も同じで
- ・表示装置組立が内蔵されている本体へのキャップ固定方法は全タイプ共通

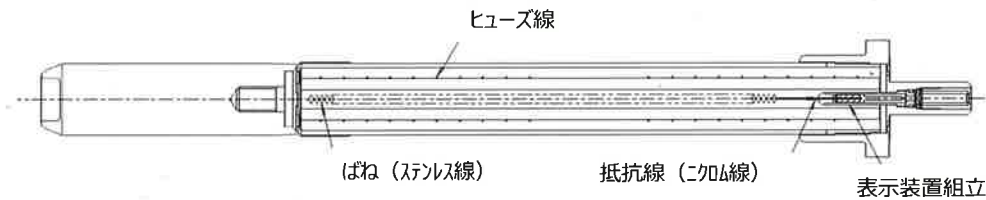
Bタイプは在庫がなく、製造予定も無いため、Aタイプで試験実施

接着箇所 —

4, 安全性評価試験の省略検討

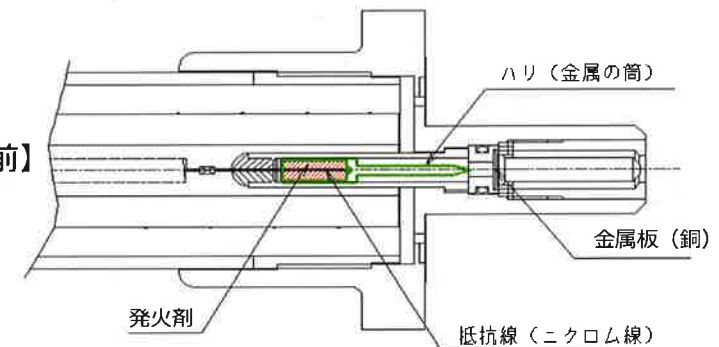
(2) 動作原理

- ・構造：通常電流を流すヒューズ線(抵抗値小)と抵抗線(抵抗値大)の並列回路。
- ・動作：通常使用状態ではヒューズ線に電流が流れるが、事故時の大電流によりヒューズ線が溶断すると抵抗線側にその電流が流れて発熱し、発火剤が発火して表示棒が出る。(動作は電流にのみ依存し、電圧には依存しない)

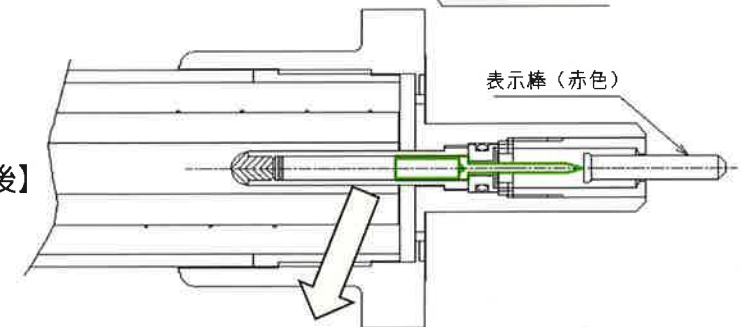


①電流は抵抗値の違いからヒューズ線側に流れ、抵抗線側にはほとんど流れない	
②機器などの故障で大電流が流れた場合、ヒューズ線が発熱で溶ける。電流は、ヒューズ線(銀)が周囲の珪砂(ケイ素)と反応し、絶縁物を形成する事で遮断。	
③抵抗線側に電流が流れ、抵抗線が発熱、発火剤が発火。 (発火剤発火による動作は右図)	
④抵抗線が発熱で溶け切れる。	
⑤ばねが縮んで電流を遮断	

【作動前】



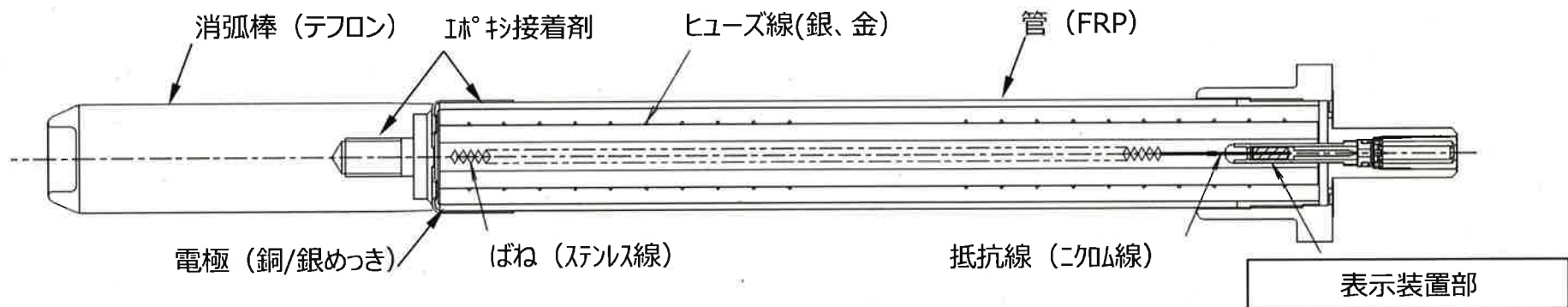
【作動後】



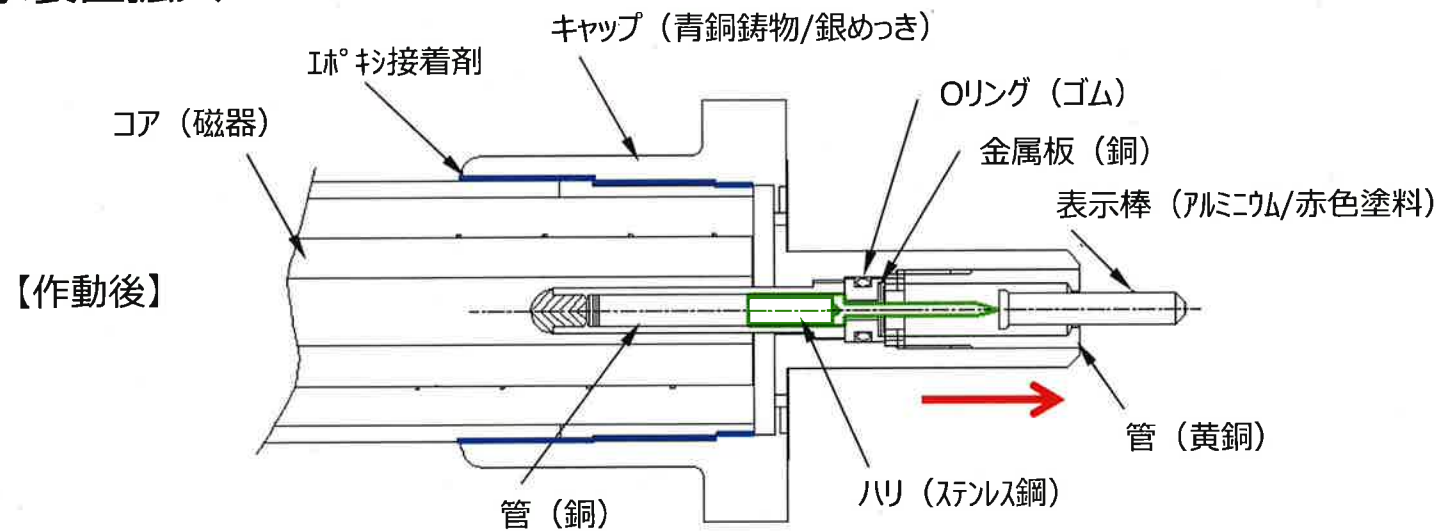
4, 安全性評価試験の省略検討

(3) 内部構造

①内部構造



②表示装置拡大

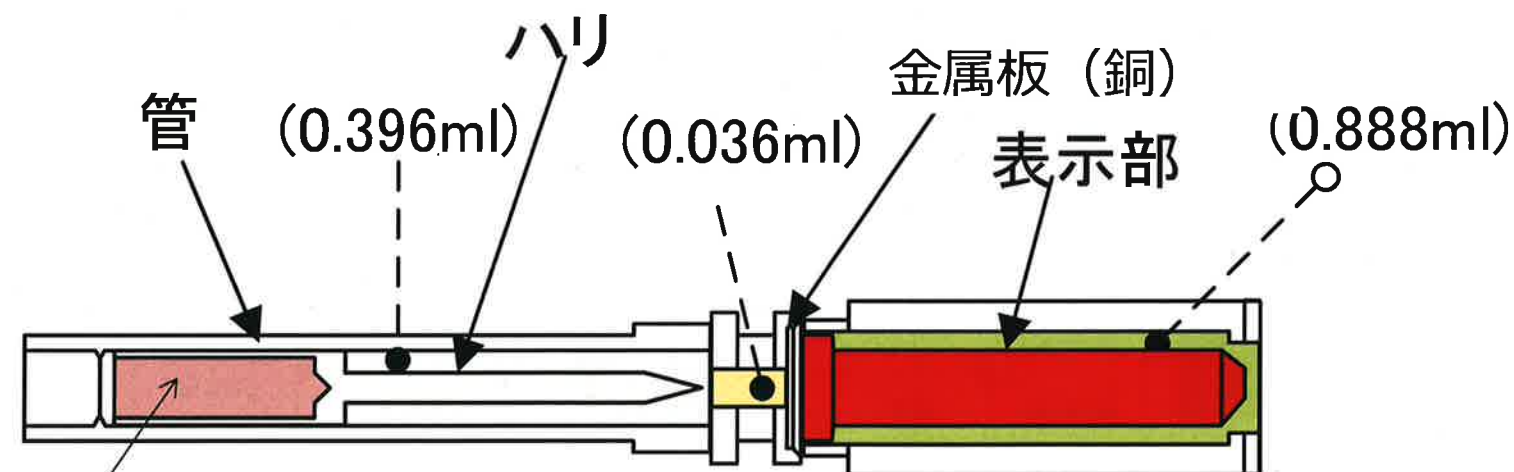


4, 安全性評価試験の省略検討

(4) 内部構造と各部容積

③表示装置内部の空間容積：1.32ml

(管とハリの空間部：0.396ml、銅板部：0.036ml、表示部：0.888ml)



発火剤

組成 (量/個) :

化学反応式 :



4, 安全性評価試験の省略検討

(5) 電力ヒューズの水没作動時の気体回収量：平均1.5ml

	試験項目	抵抗値(Ω) (供試品 キャップ間抵抗)	作動電圧 (V)	表示部から の気泡の発生	気泡量 (ml)	発生時間 (s)
No. 1	水没式 作動試験	—	200	有り	—	1秒未満
No. 2		1.100		有り	2.0	1秒未満
No. 3		1.093		有り	1.0	1秒未満
No. 4		1.094		有り	1.5	1秒未満

・測定精度：0.5ml (鐘型メシリンダーで気体容積計測)

写真-2
(鐘型メシリンダー
による測定)

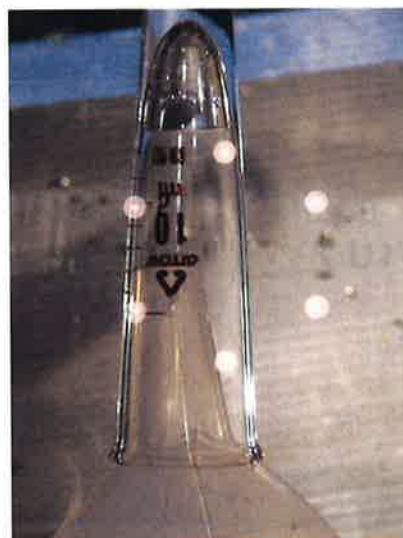
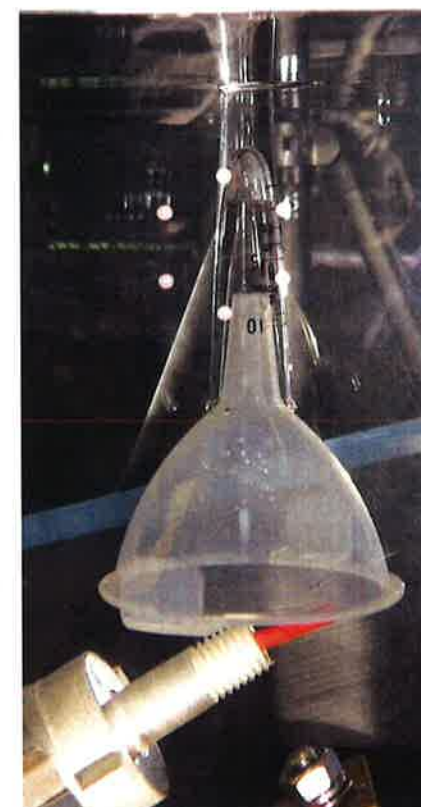


写真-1(気体回収)



4, 安全性評価試験の省略検討

(6) ハリ単体での水没試験を行い、実際にガスの発生があるのかを試験した。ハリの水中作動時の燃焼ガス回収量：平均0.75ml
(①0.7ml, ②0.8ml)



発火剤

写真-3(ハリ単体の水中作動)

(7) ハリの燃焼ガス回収量:0.75ml < 電力ヒューズ気体回収量:1.5ml
に差異があるのか？〈疑問の整理〉

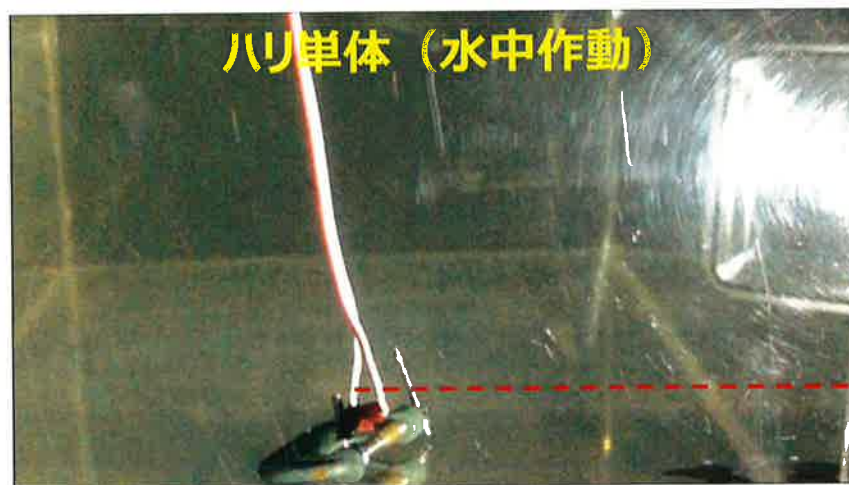
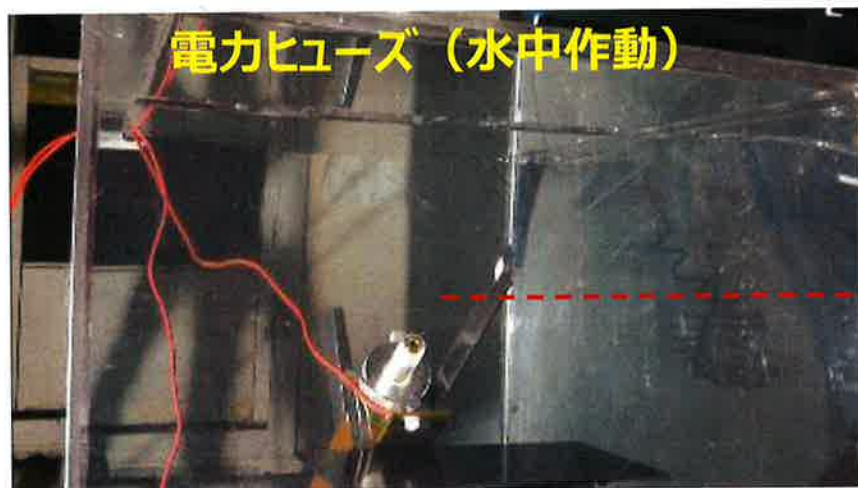
- | | |
|---------------------|----------|
| ①電力ヒューズの水中作動時の気体回収量 | : 1.50ml |
| ②ハリ単体の水中作動時の燃焼ガス回収量 | : 0.75ml |
| (0.75mlの差異) | |
| ③表示装置の空間容積 | : 1.32ml |

4, 安全性評価試験の省略検討

(8) 電力ヒューズとハリ単体の水中作動時の挙動差異

電力ヒューズの状態では、電力ヒューズの外に発火剤燃烧残渣は、放出されない。

⇒ 生成された気体も放出され難い構造と言える。



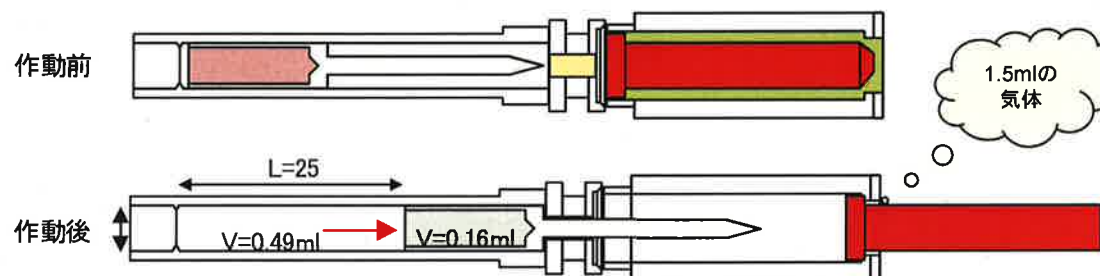
4, 安全性評価試験の省略検討

(9) 結論

燃焼ガスは、表示装置の外には出ないと考える。

・理由

- ・電力ヒューズ水中作動時に回収された気体 (1.5ml) は表示装置内の空気 (1.32ml) が押し出されたものである。
- ・ハリ燃焼ガス (0.75ml) は、外に漏れ難い構造であるため、作動後に形成される空間 ($0.65\text{ml} < 0.16 + 0.49\text{ml}$) 内にとどまる。
- ・電力ヒューズも水中作動に伴う発生ガスは無色であった、一方ハリ単体では、黒色の残渣が確認された、よって、電力ヒューズの燃焼ガス流出は無いと考える。



※以上より、内規に従い加熱試験、振動試験、落下試験及び伝火試験の
4試験を省略できるものとする。

4, 安全性評価試験の省略検討

(10) 省略後の試験項目

試験項目	試料数
外殻構造試験	n=1
通常点火試験	n=6
加熱試験	省略
振動試験	省略
落下試験	省略
伝火（爆）試験	省略
外部火災試験	2回 (n=4)

※試験試料はAタイプの22kV電力ヒューズで実施

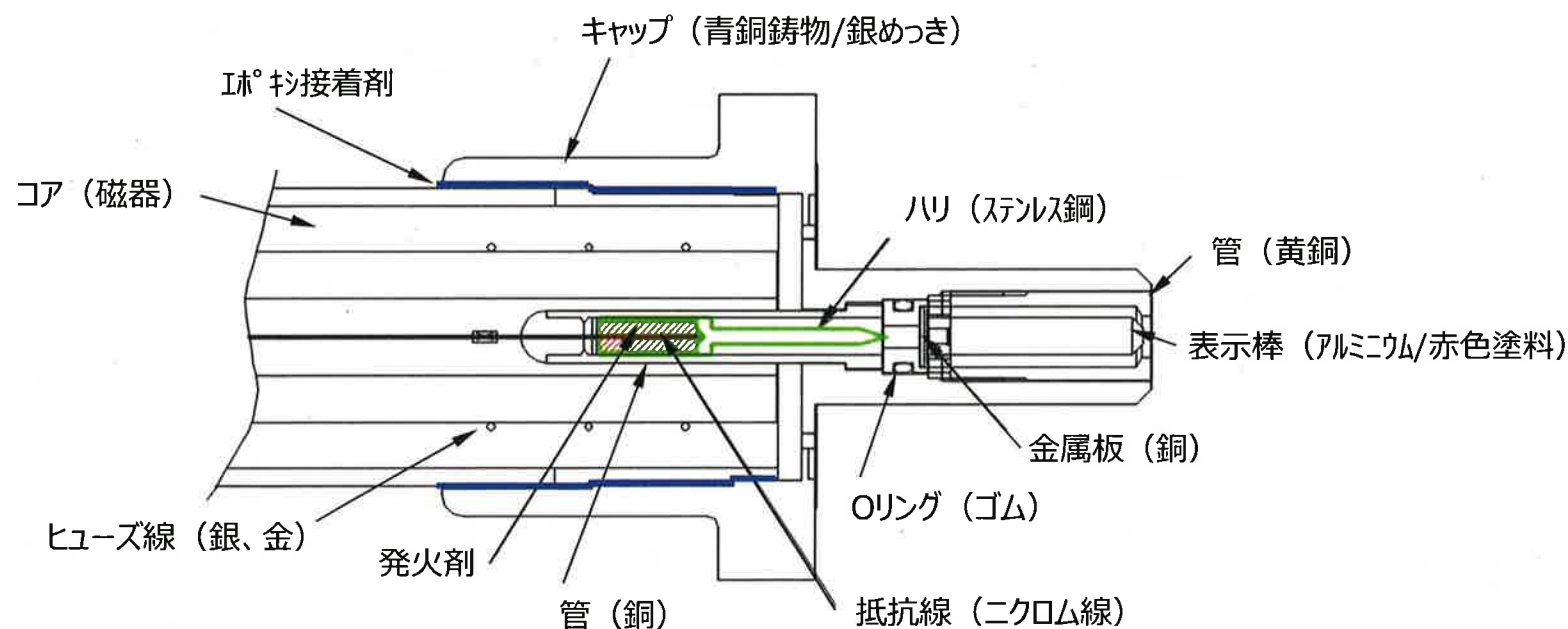
5, 安全性評価試験

(1) 外殻構造試験

試験方法 目視及び図面による

判定基準 内部の火薬類等が、分解などによらずに容易に取り出せない構造であること

試験結果 表示装置組立が内蔵されている本体へのキャップは強固に接着されている。
また、発火剤はハリの内部に入れ、その外側には管があり、更に金属板を有したリング付きの金具をハリの先端に配置し封止している。
このことから、内部の発火剤は容易に取り出せない。



5, 安全性評価試験

(2) 通常点火試験結果

試験方法：構造に適した固定を行い、通常点火を行う。

判定基準：イ・・・放出面以外の外殻の破損又は飛散物のないこと。
ロ・・・試験後に発生する残ガスが周囲に被害を与えないこと。

試験結果：良好

通常点火試験を実施した結果、作動に伴い表示棒の移動はあったが、外殻の破損又は飛散物はなかった。

また、前4-(9)で述べたとおり、作動ガスの流出はないことから、作動残ガスによる周囲への被害はない。

参考として、作動に伴う移動物(表示棒)の運動エネルギーは以下の通り、8Jより遙かに小さい運動エネルギーである。

	試験項目	抵抗値 (Ω) (供試品 キャップ間抵抗)	作動電圧 (V)	表示部前 進フレーム数 (a)	表示棒 最大前進 寸法 (mm) (b)	移動速度 (m/s) $b/(0.2 \times a)$	表示器 (赤) 質量(g)	運動 エネルギー (J) $K = 1/2mv^2$
No. 1	通常 点火試験	1.079	200	11	25.47	11.6	1.6356	0.110
No. 2		1.078		10	25.40	12.7	1.5668	0.126
No. 3		1.070		11	25.25	11.5	1.5947	0.105
No. 4		1.068		13	25.47	9.8	1.5984	0.077
No. 5		1.065		11	25.53	11.6	1.5933	0.107
No. 6		1.087		9	25.51	14.2	1.5823	0.159

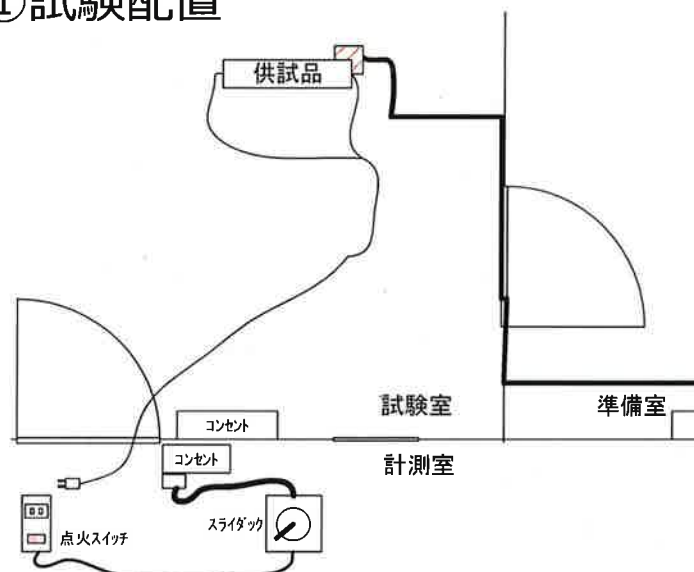
通常点火試験時の運動エネルギーデータ

5, 安全性評価試験

(2) 通常点火試験結果

1) 試験方法

① 試験配置



② 試験前供試品 (作動部)



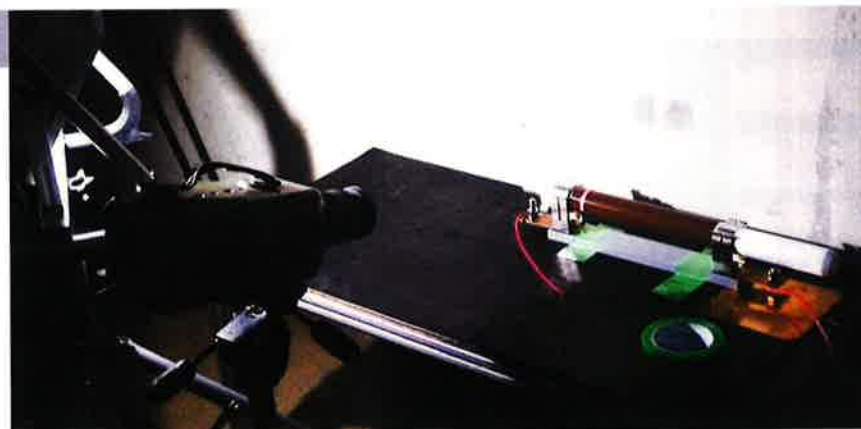
③ 供試品固定 (通電)



④ 試験後供試品

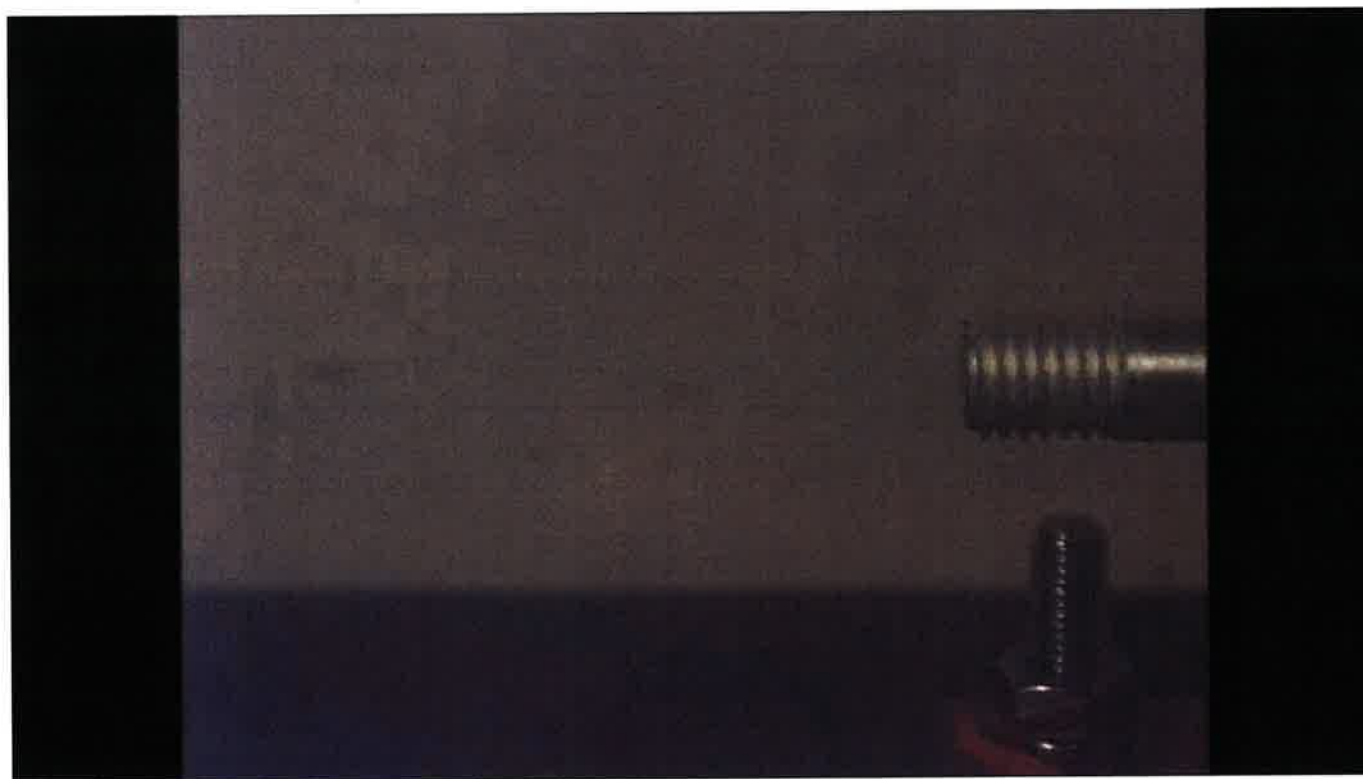


5, 安全性評価試験 (2) 通常点火試験結果



2) 作動状況 (高速度ビデオ画像)

①No.1



5, 安全性評価試験

(3) 外部火災試験結果

試験方法：通常の運搬時において隣接する可能性のある数の供試加工品を、火炎が包むような試験装置により、試験前・試験中・試験後の写真又は動画を記録する。

判定基準：試験供試品が本試験中に、発火、爆発して当該供試火工品の一部を飛散しても当該飛散物が周囲に著しい被害を与えないこと。

試験結果：良好
ハリの作動による表示棒の移動はあるが、周囲に被害を与える飛散物は無かった。

5, 安全性評価試験

(3) 外部火災試験結果

1) 試験配置

- ・3連ガスバーナーにより、供試品 2 本をほぼ均等に火炎が当たるように調整。



5, 安全性評価試験

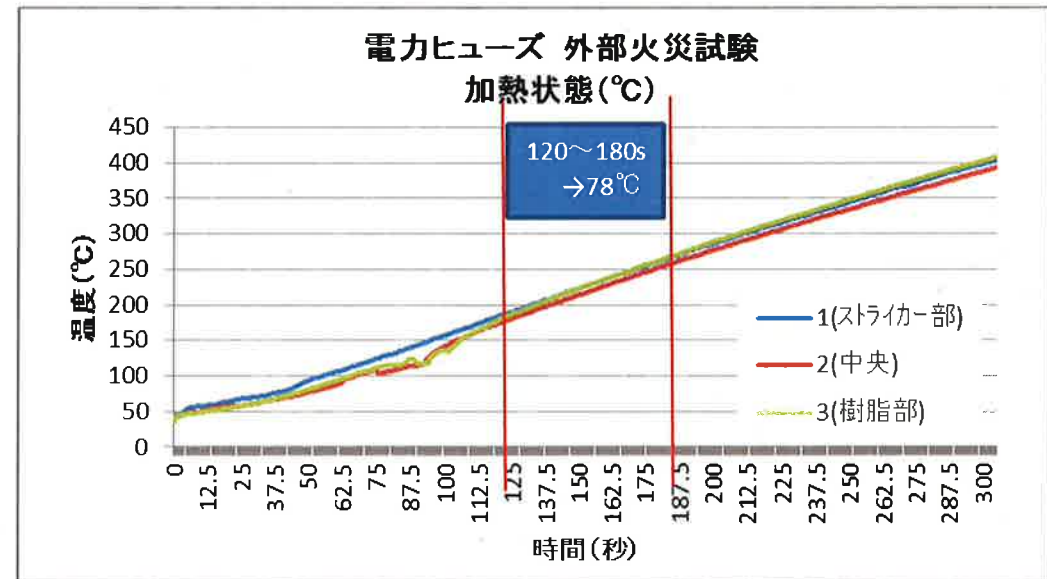
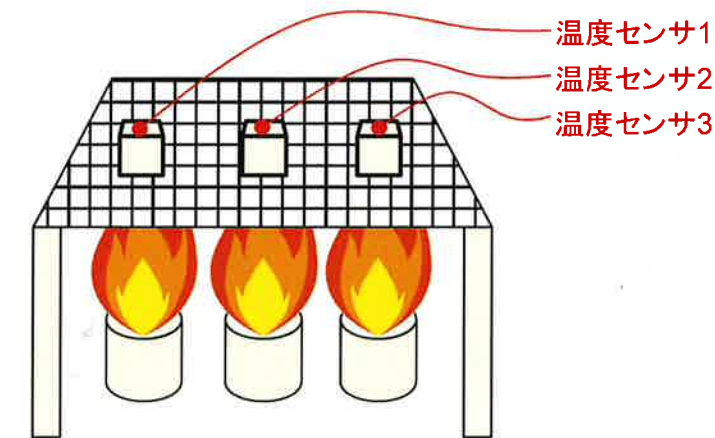
(3) 外部火災試験結果

2) 試験条件 ($80 \pm 5^\circ\text{C}/\text{min}$) …BAM式バーナー試験に準拠

センサー位置	温度($^\circ\text{C}$)		
	120s	180s	変化
1(表示装置部)	184	262	78
2(中央)	174	252	78
3(樹脂部)	180	263	83

温度計測方法

- ・ $\square 50$ の鉄塊へ、熱電対を取付け計測を実施。(下図参照)



5, 安全性評価試験

(3) 外部火災試験結果

3) 試験写真

1回目

①スタート



②奥側作動



②-1 (②拡大)



③手前作動



③-1 (③拡大)



5, 安全性評価試験

(3) 外部火災試験結果

4) 試験前後の写真

1回目

①試験前 (No.1,2)



2回目

①試験前 (No.3,4)

②試験後(No.1,2)



②試験後 (No.3,4)



※1回目及び2回目の試験において、破損及び飛散物無し。

5, 安全性評価試験
(3) 外部火災試験結果
5) 火災試験動画

1回目



5, 安全性評価試験

(4) Bタイプについて

BタイプはAタイプの表示棒部を除いた構造で、表示装置組立は同一品を使用。

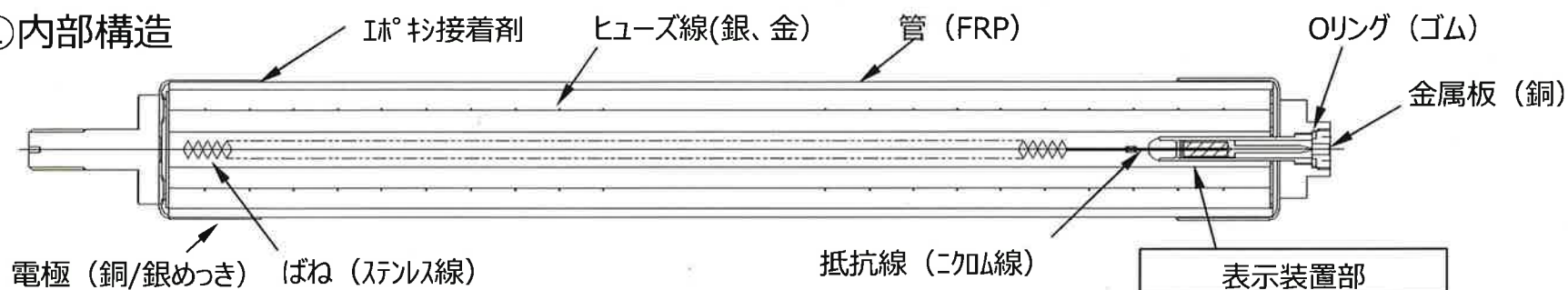
Aタイプと同様に、表示装置組立が内蔵されている本体へのキャップ(電極)は強固に接着されている。

発火剤はハリの内部に入っており、その外側には管があり、更に金属板を有したOリング付きの金具をハリの先端に配置し、金属板で封止して内部の発火剤は容易に取り出せない構造となっている。このため、外殻構造試験結果はAタイプと同じとなる。また、Aタイプと同様に、ハリが作動しOリング付き金具に当たって蓋の役目となる構造であることから、Aタイプの試験結果の通り、燃焼ガスは表示装置の外には出ないと考えため、試験項目は省略できる。

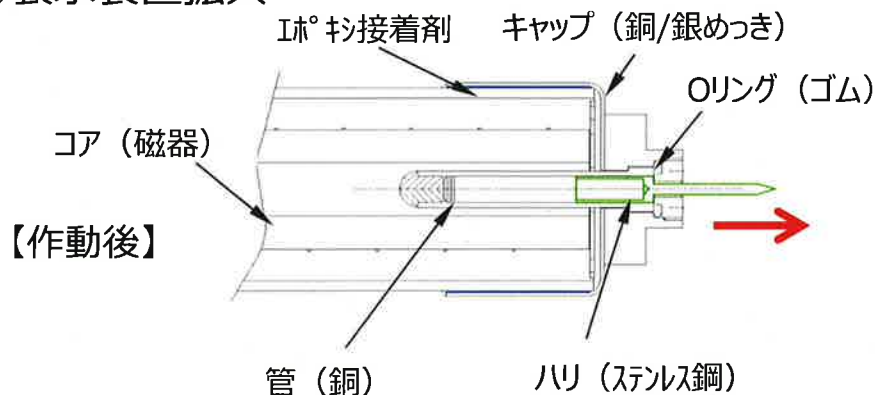
さらに、表示棒部以外の構造は基本的に同一であることから通常点火試験と外部火災試験はAタイプの試験結果が適用できる。

以上の通り、同一構造を有するBタイプは、Aタイプ同様安全性評価試験の基準を満たすものとする。

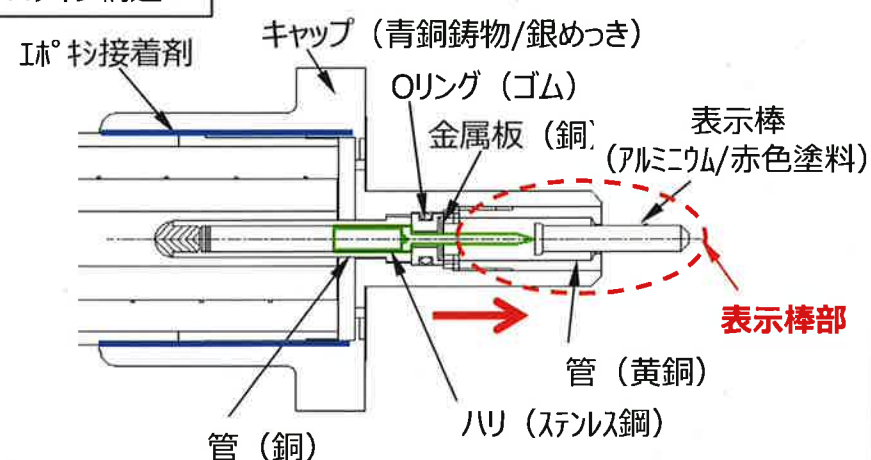
①内部構造



②表示装置拡大

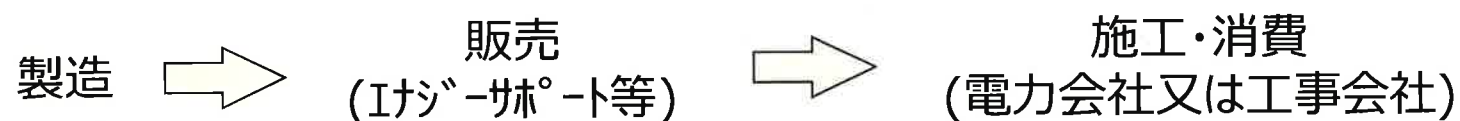


Aタイプ構造



6, 流通・耐用年数及び廃棄

【流通】



※電力ヒューズは、変圧器用保護具用として販売され、配電線路等に設置される

【耐用年数】

- ・エナジーサポートとしては、耐用年数は設けておりません
- ・参考情報：「日本電機工業会規格(略称：JEM)」では更新時期10年を推奨

【廃棄】

- ・経年取替は行われておらず、未作動品の廃棄は無し。
- ・電力ヒューズ作動品は各都道府県の条例に基づき産業廃棄物として処理。
- ・仮に、未作動品の廃棄が発生した場合は、エナジーサポートが回収して作動した後、産業廃棄物業者にて適切に処理。