

特定標準器の指定及び校正等の実施について 電気(高周波)：高周波インピーダンス

1. 背景

高周波インピーダンスとは、電波（高周波）信号が流れる信号線路の伝送特性を表す量であって、一般のユーザが測りたい量である高周波信号・雑音の電力や減衰の大きさなどについてもそれらを測定する回路の状態を知らなければ評価できないため、高周波回路を扱う通信分野や計測器産業において基本的な計量標準として広く使用されている。

携帯電話端末に代表されるように、電波はすでに社会基盤の要素となっている。その一方で、電磁波が他の電子機器に障害を及ぼす危険もあって、電磁環境の安全性確保がより重要となっている。近年では、電磁波に関する国内外の規格・規制・法令等が一層厳しさを増しており、高周波計測・試験においても国家計量標準へのトレーサビリティが強く要求され、また、民生機器の高周波化や高度化が進み、国内外の規制が強化される現在、高精度で品質の保証された高周波インピーダンス標準への要望は強く、産業界から早急な標準の確立と供給が要求されていた。

今回申請する PC-7 コネクタは、高周波用の精密コネクタとして設計され計測用に多く使用されているためその高周波インピーダンス標準の供給要望は従来から強い。特に、ここ数年で急激に電子化された自動車部品の規格等に SI トレーサビリティが要求されるようになって、その評価に用いる測定機器は多くが PC-7 規格であるので、PC-7 規格の高周波インピーダンス標準の認定校正の要求が以前にも増して高くなっている。これまでに jcss 供給を開始した 40 MHz 以上の PC-7 規格の標準供給に加え、今回、9 kHz まで周波数を拡張することで、産業界から要望される周波数範囲の約 99% をカバーすることとなる。

産業技術総合研究所では高周波インピーダンス標準の研究開発を行い、このたび PC-7 規格のインピーダンス標準供給体制を準備したので、産業界の要求を十分満足する高精度な標準供給が可能となった。

2. 特定標準器

標準終端器群（新規）

3. 特定標準器の概要

(1) 特定標準器の構造（図 1、図 2 参照）

電磁波を伝送する伝送線路の代表的な形状は同軸構造である。高周波では、標準

エアラインと呼ばれる同軸構造の内導体の外径と外導体の内径の比が精密に測定された円柱状のものが用いられ、周波数に応じて種々の長さの標準エアラインを使用していた。0.04 GHz より低い周波数側への標準供給範囲拡張には、校正周波数の電磁波波長に比べ、十分に長い標準エアラインが実現できないため、別の形態の標準が必要となる。そのため、0.04 GHz より低周波では、標準終端器群（図1に示す標準整合終端器や図2に示す標準短絡終端器など）を用いる。これらは、校正器物の特性インピーダンスにインピーダンスが一致した国際単位系(SI 単位系)にトレサブルな終端器である。

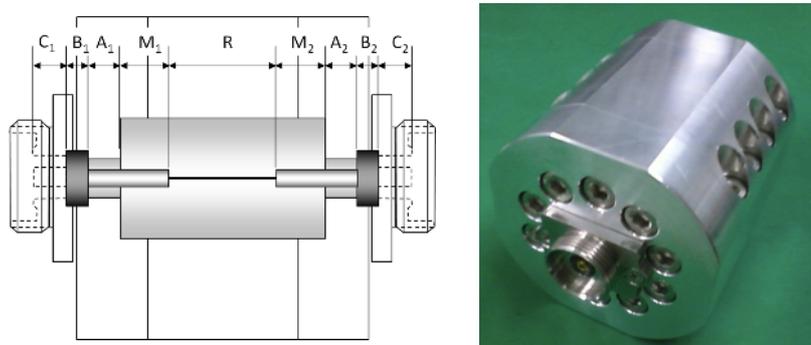


図1 標準終端器群： 標準整合終端器の構造と写真



図2 標準終端器群： 標準短絡終端器

同一規格の信号線路もわずかにでもインピーダンスの異なる線路を接続すると接続点で高周波信号の反射が生じて信号電力が有効に伝わらないこともあるので、信号回路としてはその反射係数として評価することが重要であり、校正する物理量としては信号端子での反射・伝搬係数の組み合わせである散乱パラメータ(反射特性、伝送特性)とする。

(2) 特定標準器による特定二次標準器の校正の方法(図2参照)

産総研では高周波インピーダンス(散乱パラメータ)の 40 MHz 以上の電氣的測定

には、スルー・リフレクト・ライン(TRL)法およびスルー・リフレクト・マッチロード(TRM)法を採用して、仲介標準であるインピーダンス測定器（ベクトルネットワークアナライザ：VNA）の複素インピーダンス座標（振幅・位相）を校正し、広い周波数帯域に渡って、この方法を適用するために種々の長さの複数の標準エアラインを特定標準器としてきた。

今回、9 kHz 以上 40 MHz 未満の VNA の座標校正には、標準終端器群を用いたショート・オープン・ロード・スルー(SOLT)校正を採用している。

特定二次標準器の校正は、特定標準器で目盛り付けされた仲介標準器である VNA を用いて電氣的に行う。

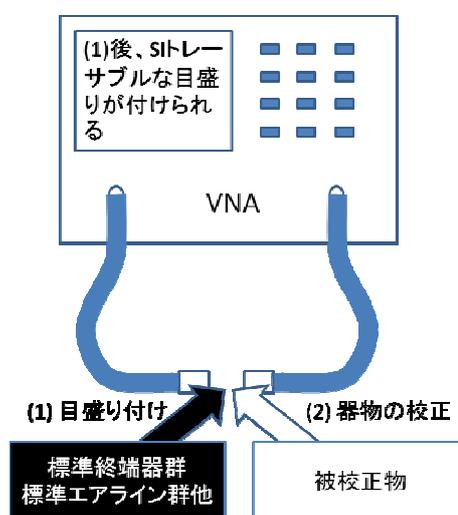


図2 仲介標準器によるインピーダンス散乱パラメータ(反射係数、伝送係数)測定

4. 計量法第 135 条第 1 項に基づく校正実施機関

独立行政法人 産業技術総合研究所

5. 特定二次標準器

(1) 減衰器、エアライン、 mismatchラインまたは終端器であって、周波数が 9 kHz 以上 0.04 GHz 未満の場合において、入射波と反射波との比又は入射波と透過波の比が 1 以下のもの

(2) 特定二次標準器の具備条件

(a) 形状

線路：同軸

コネクタ：PC-7 (7mm 径 50)

(b) 校正範囲

周波数：9 kHz – 0.04 GHz

反射特性(入射波と反射波の比、ベクトル量)：ベクトルの大きさが 0 – 1.0

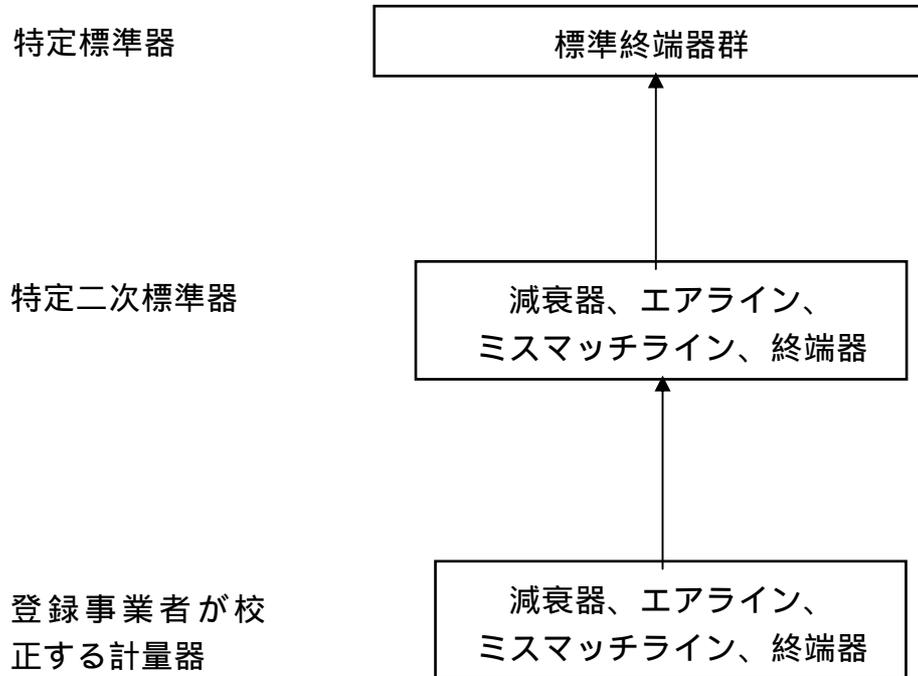
伝送特性(入射波と透過波の比、ベクトル量)：ベクトルの大きさが 0.001 – 1.0

(3) 特定標準器による校正等の期間

校正周期は 1 年である。

6. トレーサビリティの体系図及び測定の不確かさ

(1) トレーサビリティの体系図



(2) 測定の不確かさ

特定標準器による校正等における測定の相対拡張不確かさ ($k=2$) は、反射特性で 0.3 % ~ 0.75 % 程度、伝送特性で 0.035 % ~ 0.1 % を予定している。

登録事業者が行う校正における測定の相対拡張不確かさ ($k=2$) は、反射特性で 1.5 % ~ 4.0 % 程度、伝送特性で程度を 0.2 % ~ 0.5 % を想定している。