

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4137002号
(P4137002)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.	F 1
GO 1 R 27/06 (2006. 01)	GO 1 R 27/06
GO 1 R 27/28 (2006. 01)	GO 1 R 27/28 Z
HO 1 P 1/00 (2006. 01)	HO 1 P 1/00 D

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2004-145408 (P2004-145408)	(73) 特許権者	502022081
(22) 出願日	平成16年5月14日 (2004. 5. 14)		矢加部 利幸
(65) 公開番号	特開2005-326308 (P2005-326308A)		東京都八王子市川町 1 2 8 番地 1 8 8
(43) 公開日	平成17年11月24日 (2005. 11. 24)	(73) 特許権者	504047286
審査請求日	平成16年5月14日 (2004. 5. 14)		李 可人
			東京都東久留米市大門町 2 - 4 東久留米 第二住宅 5 - 1 0 5
		(73) 特許権者	000210964
			中央電子株式会社
			東京都八王子市元本郷町 1 丁目 9 番 9 号
		(74) 代理人	100091904
			弁理士 成瀬 重雄
		(74) 代理人	100107113
			弁理士 大木 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 6ポート型システムを用いた高周波広帯域 1 ポート可変負荷装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポート 1 とポート 2 より成る 2 入力ポートと、残りのポートを電力測定用ポートとして構成し、

前記ポート 1 に入力する波 a_1 と出力する波 b_1 、およびポート 2 に入力する波 a_2 と出力する波 b_2 の 4 つの波において、2 つの波の比で表わされる複素振幅比 $W = a_2 / a_1$ と複素反射係数 $\gamma = a_1 / b_1$ を同時に求めるようにした 6 ポート型システムのポート 2 側に移相器、可変減衰器および短絡終端器を接続した 1 ポート可変負荷装置において、

ポート 1 から 6 ポート型システム側を見た複素反射係数 $\Gamma = b_1 / a_1$ を 1 ポート可変負荷装置自体で測定し、かつ、任意に前記複素反射係数 Γ を設定できるようにしたことを特徴とする 6 ポート型システムを用いた高周波広帯域 1 ポート可変負荷装置。

10

【請求項 2】

複素反射係数 Γ を求めるのに必要な 6 ポート型システムの電力測定用ポートに電力測定系を接続した 2 ポート回路の S パラメータを、6 ポート型システム固有の複素反射係数測定用のリフレクトメータ校正パラメータと、複素振幅比測定用のコリレータ校正パラメータを用いて算出するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の 6 ポート型システムを用いた高周波広帯域 1 ポート可変負荷装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、高周波領域（マイクロ波帯、ミリ波帯、サブミリ波帯、テラヘルツ帯）、光領域（赤外線、可視光線、紫外線）などにおける、位相測定技術に関する。

【背景技術】

【0002】

6ポート型システムとは、校正により得られるシステム固有のハードウェア情報（校正パラメータ）と、複数の電力測定値（スカラー量）から、2つの波の振幅比と位相差（ベクトル量）を導出する計測システムであり、具体的には5ポート、7ポート等のハードウェア（junction：接合）を含んでいる。以下、より明確にするために一般的な電力測定用ポートを4つとしたシステム、すなわち図1に示す6ポート接合を用いた計測システム（6ポートシステム）で解説する。

10

【0003】

従来、図2に示されている6ポート接合16と、4つの検波器11とで構成した6ポートシステム10が知られている。

これは、ポート3、4、5、6の4つのポートにそれぞれ電力測定用検波器11を接続し、4つの検波器11の電力（または電圧）測定値を得ることによって、ポート1とポート2に入出力する波 a_1 、 a_2 、 b_1 の3つの波における2つの波の比を知ることができるものである。

図3に示すように、ポート1に1ポート供試デバイス（Device Under Test：DUT）18を、ポート2に発振源19を接続し、ポート1から出力する波 b_1 と入力する波 a_1 との比、つまりポート1からDUT18側を見た複素反射係数 γ

20

$$\gamma = a_1 / b_1 \quad \cdots \cdots (1)$$

の測定装置をリフレクトメータと呼ぶ。

また、図4に示すように、ポート1から入力する波 a_1 とポート2から入力する波 a_2 の複素振幅比 W

$$W = a_2 / a_1 \quad \cdots \cdots (2)$$

の測定装置をコリレータと呼ぶ。

【0004】

リフレクトメータ、コリレータともハードウェアは同一の6ポートシステムを使っており、この6ポートシステム構成は多数存在する。その中でリフレクトメータとして校正し動作させることができると同時に、コリレータとして校正し動作させることができる6ポートシステムの例を図5に示す。

30

【0005】

また、本願出願人は、図2に示す6ポートシステムを1つの移相器と、1つの複素反射係数既知の標準器のみで高精度に校正できる方式を考案した。

回路が線形で単一モードのみが伝播する条件下で、出力する波 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 はポート1、2に対して入出力する波 a_1 、 a_2 、 b_1 の線形結合で表わすことができる。

すなわち、 b_i （ $i = 3, 4, 5, 6$ ）は a_1 、 a_2 、 b_1 を用いて、

$$b_i = A_i a_1 + B_i a_2 \quad \cdots \cdots (3)$$

40

$$b_i = A_i' a_2 + B_i' b_1 \quad \cdots \cdots (4)$$

と表わすことができる。ただし、 A_i 、 B_i 、 A_i' 、 B_i' は6ポートシステム固有の周波数に依存する複素定数である。

そして、ポート i に接続した検波器による測定電力値を P_i とすると、 P_i は出力する波 b_i の二乗に比例し、 α を比例定数とすると、

$$P_i = \alpha |A_i a_1 + B_i a_2|^2 \quad \dots \quad (5)$$

$$P_i = \alpha |A_i' a_1 + B_i' b_1|^2 \quad \dots \quad (6)$$

と表わすことができる。

そして、ポート 3 に対するポート h (h = 4, 5, 6) の電力比 ${}_3P_h$ は、

$${}_3P_h = \frac{P_h}{P_3} = \frac{|A_h a_1 + B_h a_2|^2}{|A_3 a_1 + B_3 a_2|^2} = {}_3T_h \frac{|1 + t_h W|^2}{|1 + t_3 W|^2} \quad \dots \quad (7)$$

10

$${}_3P_h = \frac{P_h}{P_3} = \frac{|A_h' a_1 + B_h' b_1|^2}{|A_3' a_1 + B_3' b_1|^2} = {}_3K_h' \frac{|1 + k_h' \gamma|^2}{|1 + k_3' \gamma|^2} \quad \dots \quad (8)$$

ただし、

$${}_3T_h = \left| \frac{A_h}{A_3} \right|^2, \quad t_h = \frac{B_h}{A_h} \quad \dots \quad (9)$$

20

$${}_3K_h' = \left| \frac{B_h'}{B_3'} \right|^2, \quad k_h' = \frac{A_h'}{B_h'} \quad \dots \quad (10)$$

と表わされる。この ${}_3T_h$, t_h , ${}_3K_h'$, k_h' は校正によって求められる校正パラメータである。

【特許文献 1】特許第 3 5 4 0 7 9 7 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

高周波計測システムの主流となっている VNA の校正は、数種類の標準器（ショート、オープン、負荷、スルー、ライン等）を接続することによって行われているが、校正手順が複雑であるという問題がある。

30

この校正手順が複雑であるために、人為的ミスが発生する原因となる。また、校正時に数種類の標準器の接続と取外しが必要であり、そのため測定精度低下の問題が発生する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、ポート 1 とポート 2 より成る 2 入力ポートと、残りのポートを電力測定用ポートとして構成し、前記ポート 1 に入力する波 a_1 と出力する波 b_1 、およびポート 2 に入力する波 a_2 と出力する波 b_2 の 4 つの波において、2 つの波の比で表わされる複素振幅比 $W = a_2 / a_1$ と複素反射係数 $\gamma = b_1 / a_1$ を同時に求めるようにした 6 ポート型システムのポート 2 側に移相器、可変減衰器および短絡終端器を接続した 1 ポート可変負荷装置において、ポート 1 から 6 ポート型システム側を見た複素反射係数 $\Gamma = b_1 / a_1$ を 1 ポート可変負荷装置自体で測定し、かつ、任意に前記複素反射係数 Γ を設定できるようにしたことを特徴とする 6 ポート型システムを用いたものである。

40

【発明の効果】

【0008】

以上説明したように、本発明による手段により、設定周波数に対し所望の複素反射係数を設定できる簡単な構成、かつ、安価な 1 ポート負荷装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

50

【実施例 1】

【0010】

以下に、本発明を図面を参照しながら説明する。

図 1 に 6 ポートシステムを用いた 1 ポート可変負荷装置の実施例を示す。

本装置は、図 1 のように、点線枠で囲まれた 6 ポートシステム 10、可変減衰器 13、移相器 14、短絡終端器 15 および制御部 17 によって構成される。

前記制御部 17 は、ポート 1 から 6 ポートシステム 10 側を見た複素反射係数 Γ

$$\Gamma = b_1 / a_1 \quad \dots \quad (11)$$

に対して、所望の複素反射係数 Γ_s を自動的に設定できるように、以下の A) ~ D) を繰り返し操作する。

A) 検波器 11 を用いて電力（または電圧）12 を測定する。

B) ポート 1 の複素反射係数 Γ_m を算出する。

C) Γ_m と所望の複素反射係数 Γ_s との偏差を計算する。

D) Γ_m と Γ_s の偏差が設定値以内となるまで、可変減衰器 13 と移相器 14 を調整する。

。

図 1 の 6 ポートシステム 10 は、設定周波数で予め校正してあるので、設定周波数に対し既知の負荷として使用できる。

【0011】

以下、図 1 のポート 1 に対する複素反射係数 Γ の求め方を説明する。

< S パラメータと校正パラメータの関係 >

図 1 の検波器 11 を含んだ 6 ポートシステム（2 ポート）の S パラメータを S_{11} 、 S_{12} 、 S_{21} 、 S_{22} とすると、

$$b_1 = S_{11} a_1 + S_{12} a_2 \quad \dots \quad (12)$$

$$b_2 = S_{21} a_1 + S_{22} a_2 \quad \dots \quad (13)$$

となり、式 (12) の両辺を a_1 で除することにより

$$\Gamma = S_{11} + S_{12} W \quad \dots \quad (14)$$

を得る。また、式 (12) より W 、 γ 、 S_{11} 、 S_{12} には

$$\gamma = 1 / (S_{11} + S_{12} W) \quad \dots \quad (15)$$

の関係がある。これを式 (8) に代入し (7) と比較すると、

$${}_3P_h = {}_3K_h' \left| \frac{S_{11} + k_h'}{S_{11} + k_3'} \right|^2 \left| \frac{1 + \{S_{12} / (S_{11} + k_h')\} W}{1 + \{S_{12} / (S_{11} + k_3')\} W} \right|^2 = {}_3T_h \left| \frac{1 + t_h W}{1 + t_3 W} \right|^2 \quad \dots \quad (16)$$

である。従って、

$$t_h = S_{12} / (S_{11} + k_h') \quad \dots \quad (17)$$

の関係が得られる。

k_h' 、 t_h は校正過程でそれぞれ 3 組得られるので、 S_{11} 、 S_{12} は提案する 1 ポート可変負荷装置自身で求めることができる。

式 (14) の関係において W は式 (7) より求めることができ、S パラメータは式 (17) により求められているので、ポート 1 の複素反射係数 Γ を求めることができる。

【0012】

< 所望な Γ の設定方法 >

ここでは、まず $|W| = 1$ 、 $|S_{11}| = 0$ 、 $|S_{12}| = |S_{21}| = 1$ と仮定すると、可変減衰器 13 による減衰がない状態では、 Γ は図 6 に示す複素平面上の単位円周上に存在する。例として、測定結果 Γ_m が × 印の時、可変減衰器 13 の操作により Γ_a へ調整し、次に移相器 14 の操作により Γ_s へ設定できる。

従って、 Γ を単位円内で任意に設定できる。

図 1 の装置では、検波器 11 による電力測定損失のため単位円内のある領域に限定される

が、リニア・アンプ等の導入により改善できる。

【0013】

以上述べたように、本発明による1ポート可変負荷装置は、比較的基本的な部品で構成される6ポートシステムを中核に、可変減衰器13、移相器14、短絡終端器15および制御部17で構成されたシステムであり、本装置により設定周波数において所望の複素反射係数を設定することを可能にした。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】1ポート可変負荷装置の構成図。

【図2】6ポートシステムのモデル図。

10

【図3】リフレクトメータ（ポート1にDUT、ポート2に発振源）の構成図。

【図4】コリレータの構成図。

【図5】6ポートシステムの例。

【図6】複素反射係数 Γ の設定方法。

【符号の説明】

【0015】

1, 2, 3, 4, 5, 6 ポート

10 6ポートシステム

11 検波器

12 電圧または電力

20

13 可変減衰器

14 移相器

15 短絡終端器

16 6ポート接合

17 制御部

18 DUT

19, 20 発振源

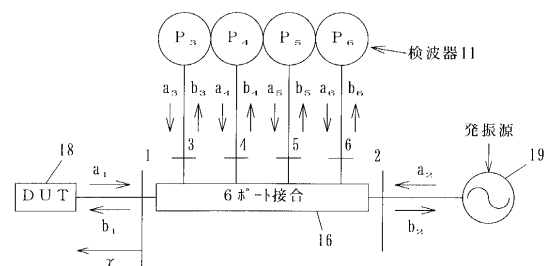
21, 22, 23, 24 Q(90°ハイブリッド)

25, 26, 27, 28 無反射終端器

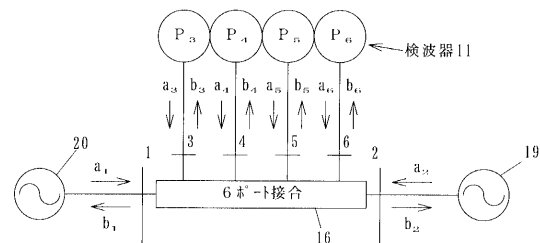
29, 30 方向性結合器

30

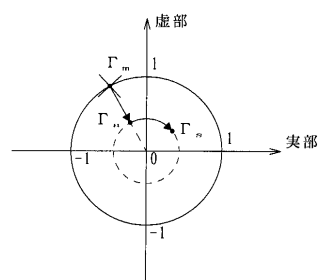
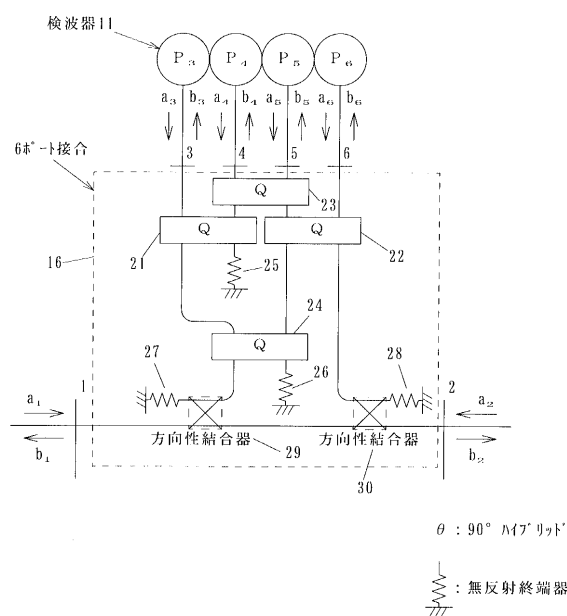
【図 3】



【図 4】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 矢加部 利幸
東京都八王子市川町128番地188
- (72)発明者 李可人
東京都東久留米市大門町2-4 東久留米第二住宅5-105
- (72)発明者 近藤 肇
東京都八王子市元本郷町1丁目9番9号 中央電子株式会社内

審査官 神谷 健一

- (56)参考文献 特開昭62-190471 (JP, A)
特表2001-526872 (JP, A)
特開2003-215183 (JP, A)
特開2005-221375 (JP, A)
Toshiyuki Yakabe, Manabu Kinoshita, Hatsuo Yabe, Complete Calibration of a Six-Port Reflectometer with One Sliding Load and One Short, IEEE Transactions on microwave theory and techniques, 米国, IEEE, 1994年10月, Vol. 42, No. 11, pp. 2035-2039
SUNIL R. JUDAH, ANDREW S. WRIGHT, A Dual Six-Port Automatic Network Analyzer Incorporating a Biphas-Bimodulation Element, IEEE Transactions on microwave theory and techniques, 米国, IEEE, 1990年 3月, Vol. 38, No. 3, pp. 238-244

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 11/00-11/66
G01R 21/00-22/04
G01R 27/00-27/32
H01P 1/00- 1/08
IEEE