

AUTOMATIC MICROWAVE IMPEDANCE INDICATOR

Kibatsu Shinohara , Kunio Suzuki and Isao Sugimoto

Technical Dept., NIHON KOSHUHA CO., LTD.

ABSTRACT

This paper describes an outline of a high power microwave VSWR introducer including an automatic reflection coefficient tester. It consists of a VSWR introducer, four-probe sensor and a measuring circuitry. It is able to use for load testing of high power klystrons with varying its gamma and phase of load line or for automatic load matching.

1. まえがき

MW級クライストロンの評価試験用マイクロ波複素反射係数測定装置を設計、製作する機会を得たのでその概要を報告する。

MW級クライストロンの出力系に於いて負荷インピーダンスを変化させてクライストロンの評価試験を行なう必要がある。この装置は周波数 2GHz の導波管回路の負荷インピーダンスを任意に設定できる。同時にその反射係数と位相を読みとることができる装置である。構成はインピーダンス可変部、4探針検出部の立体回路部および測定部より構成されている。

2. 設計仕様

下記の主要性能を満すように設計した。

インピーダンス可変部、4探針検出部

周波数： 2.0 GHz \pm 10 MHz

許容通過電力： 1.4 MW ピーク パルス

パルス幅 最大 10 秒 テューテイ 1/15

インピーダンス可変範囲： VSWR 1.1 ~ 4.0 にて全位相

加圧： SF6 充填を要す。

導波管： WR - 510 厚肉形 (銅製) フランジ； CPR-510

検波出力端子： BNC-J (4 端子)

検波出力極性： 正

測定部

| Γ | 測定範囲； 0.05 ~ 0.95 DC 出力 0 ~ 3V

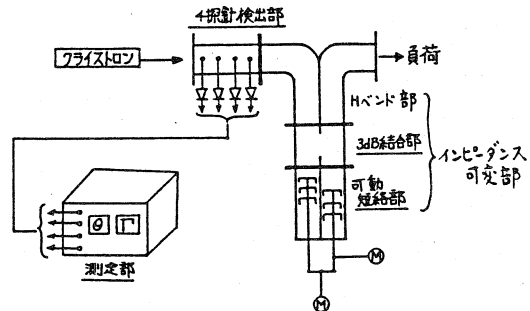
位相測定範囲； 0 ~ 360° DC 出力 0 ~ 3V

出力 (CRT 用)； 水平、垂直用 各々 BNC-J

電源入力； AC 105V 50/60Hz 単相

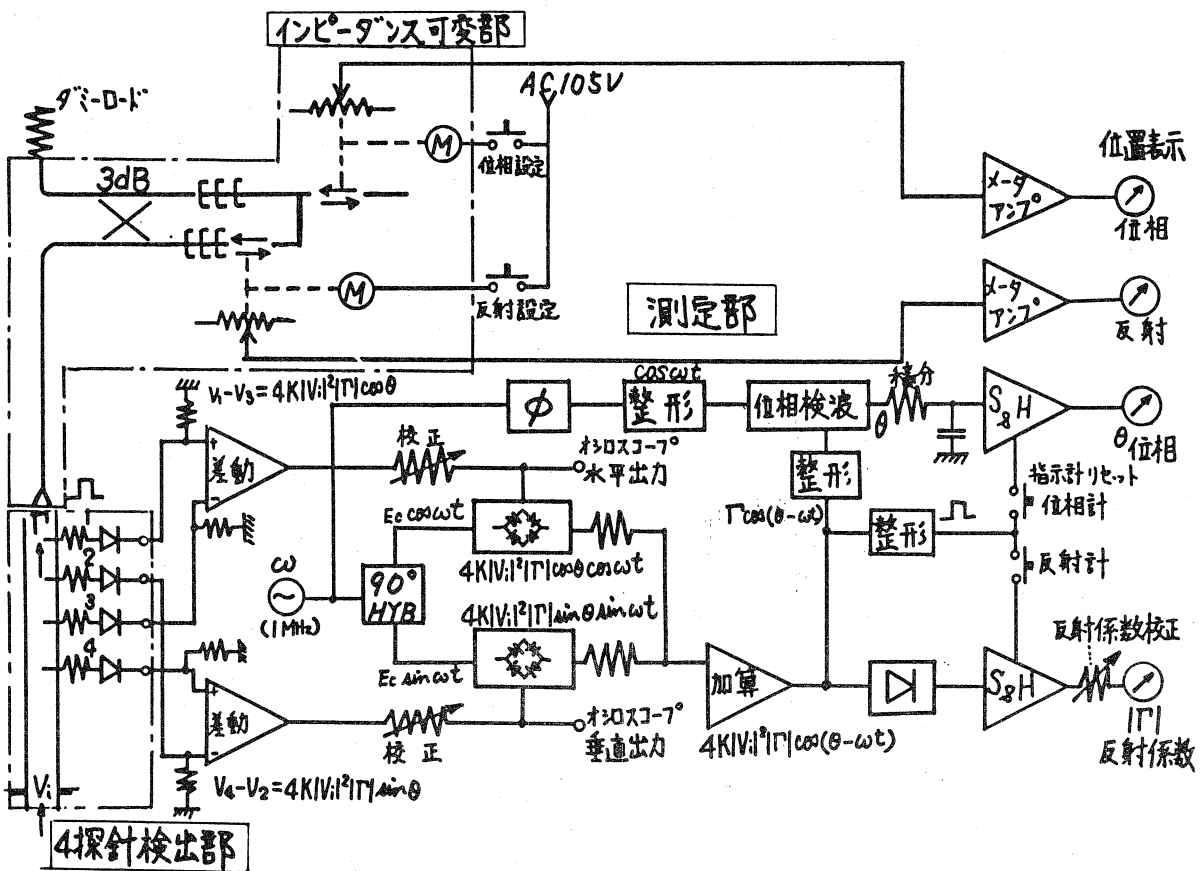
3. 構成

概略構成は右図のようになる。



複素反射係数測定装置構成図

本装置のブロックダイアグラムを下図に示す。

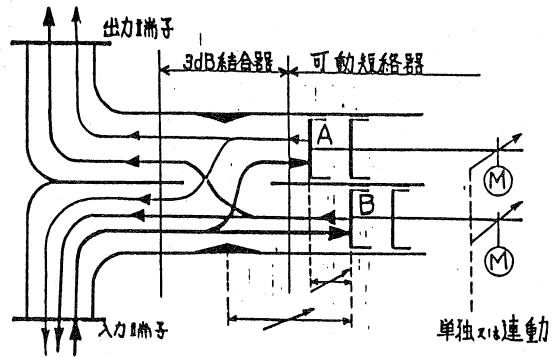


4. 動作原理

α. インピーダンス可変部

インピーダンス可変部は Hベンド部、3dB結合部とモータ駆動形の可動短絡器で構成されている。負荷側に無反射終端器を接続して 2つの短絡器の位置を調整すれば クライストロン側から見た反射係数を可変できる。

また 2つの短絡器の位置関係を一定にしたまま両者を連動させると反射係数一定のまま、位相のみ変化させる事ができる。



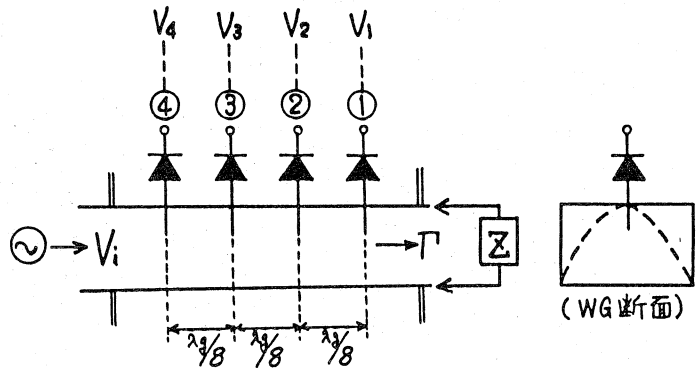
b. 4 探針検出部

矩形導波管断面内の電界分布の最大点に小さなアンテナをそう入して、電界を検出している。

アンテナの間隔を $\lambda/8$ の距離で 4本設置し特性のそった検波器で検波している。

この検波電圧を測定部で信号処理を行ない複素反射係数 (Γ, θ) を算出している。

インピーダンス可変部の原理図



4探針検出器の原理図

c. 測定部

本器の測定部には 4 探針検出器からの検波電圧が入力される。4本の検波電圧は検波特性を 2乗特性として

$$\begin{aligned}
 V_1 &= K |V_i|^2 (1 + |\Gamma|^2 + 2|\Gamma| \cos \theta) & K: \text{検波感度} \\
 V_2 &= K |V_i|^2 (1 + |\Gamma|^2 - 2|\Gamma| \sin \theta) & |V_i|: \text{入射波振幅} \\
 V_3 &= K |V_i|^2 (1 + |\Gamma|^2 - 2|\Gamma| \cos \theta) \\
 V_4 &= K |V_i|^2 (1 + |\Gamma|^2 + 2|\Gamma| \sin \theta)
 \end{aligned}$$

となる。この検波電圧を差動増幅器に加えると

$$\begin{aligned}
 V_1 - V_3 &= 4K |V_i|^2 |\Gamma| \cos \theta \\
 V_4 - V_2 &= 4K |V_i|^2 |\Gamma| \sin \theta
 \end{aligned}$$

となる。この 2つの出力電圧を スミスチャート スケールを持つオシロスコーフの水平と垂直に加えるとオシロスコーフ面上の輝点は $4K |V_i|^2 |\Gamma| e^{j\theta}$ となる。

オシロスコーフの水平、垂直の振幅感度及び基準位相を校正すれば $|\Gamma| e^{j\theta}$

すなわち $z = r + jx$ が直視できる。

本装置はさらに演算回路を通して Γ 及び θ の値をメータで指示すると同時に直流電圧としても出力している。

5. 総合特性

Γ 、 θ をスミスチャート上に描いた特性は下記の通りであった。

