

[30p-4]

WR-1500 FIXED POSITION CAPACITIVE -SCREW TRIPLE STUB PHASE SHIFTER

A. Kashiwagi, H. Baba, K. Shinohara, *I. Kuwayama, *T. Miyano, *Y. Tsuchizaki,
K. Satoh, *H. Nakanishi, ****N. Kumagai

Nihon Koshuha Co., Ltd.

1119, Nakayama-cho, Midori-ku, Yokohama, 226 Japan

*Sumitomo Electric Industries

1-1-3, Shimaya, Konohana-ku, Osaka, 554 Japan

**Toshiba Corporation

2-4, Suehiro-cho, Tsurumi-ku, Yokohama, 230 Japan

***National Laboratory for High Energy Physics (KEK)

1-1, Ooho, Tsukuba, 305 Japan

****JEERI-RIKEN SPring-8 Project Team

SPring-8, Kamigori, Akoo-gun, Hyogo, 678-12 Japan

ABSTRACT

A compact WR-1500 Phase Shifter with adjustable Triple Stub have been developed. Specifications are as follows: (a) Freq. $508.58\text{MHz} \pm 0.5\text{MHz}$, (b) RF Power 150KW (CW), (c) Phase Shift $-30^\circ \pm 30^\circ$, and (d) VSWR 1.1max.. High Power test have been performed successfully.

WR-1500 手動3スタブ移相器

1 はじめに

WR-1500 導波管系のRF位相の調整を少ないスペースで手軽に行うことを目的として、3スタブ直線型移相器を開発した。本器(WR-1500直線型移相器)の規格は、周波数 $508.58\text{MHz} \pm 0.5\text{MHz}$ 、電力150KW (CW)、移相量 $-30^\circ \pm 30^\circ$ 、VSWR 1.1以下などである。

本器の開発ではスタブの特性を3次元電磁界解析ソフトを用いて、シミュレーションを行った。

第1次試作機をKEKの指導協力をえて、電力試験(250KW CW)を実施した。この結果をもとに実用機型の第2

次試作機を開発し、SPring-8の電力試験装置を用いて評価試験(150KW CW全反射)を実施し動作に異常ないことを確認した。

本移相器はSPring-8電子蓄積リングの高周波伝送系に、加速空洞間の位相調整のために24台が設置され、現在高周波システム全体の大電力試験中である。

2 移相器の方式

導波管移相器として各種の方式が考えられるが、小型で操作性が良くVSWR特性の良好な3スタブ移相器を採用した。

3 仕様

導波管	WR-1500
周波数	508.58 ± 0.5 MHz
耐電力	150 kW (CW)
移相量	-30° ± 30°
VSWR	1.1以下
挿入損失	0.1 dB以下
漏洩レベル	-80 dB以下
駆動方式	手動 (連動)
全長	750 mm

4 3スタブ移相器の動作原理

スタブの間隔を1/4波長とした場合、3スタブ移相器において両端のスタブの挿入長を常に同一になるように駆動し、中央のスタブの挿入長を最適な値に選ばば原理的に整合がとれる。移相量はスタブの挿入長を0とした状態を基準とする。

5 等価回路と移相量の式

図1に3スタブ移相器の等価回路を示す。整合条件の場合、移相量 θ に対するスタブの正規化サセプタンス B/Y_0 の式を

(1) および (2) に示す。

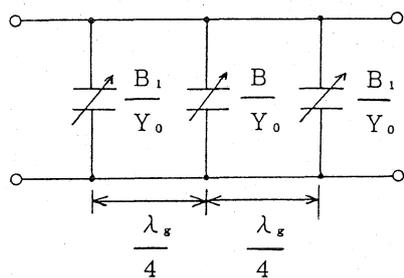


図1 等価回路

$$\frac{B_1}{Y_0} = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} \quad (1) \quad \frac{B}{Y_0} = \sin \theta \quad (2)$$

6 スタブ挿入長のシミュレーション

スタブの径を選定し、スタブの先端のRは適切な値とした。3次元電磁界解析ソフトHFSS (HP社) を使用して、スタブ挿入長のシミュレーションを行った。結果を図2に示す。

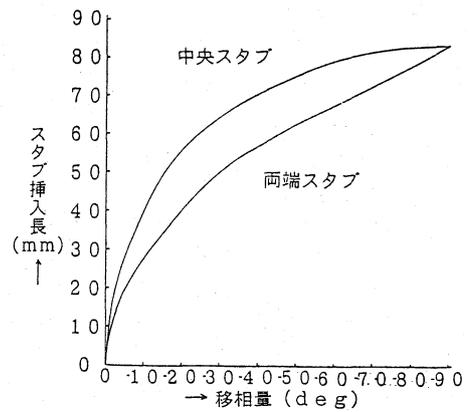


図2 シミュレーション結果

7 漏洩対策とスタブのチョーク
電波漏洩対策としてスタブおよびその周辺部のシールドを充分行った。スタブのチョークは1段と2段の2種類を製作し評価することにした。

8 試験結果 (第1次試作機)

スタブ挿入長に対する移相量、VSWR特性を図3に示す。測定周波数は508.58 MHzである。

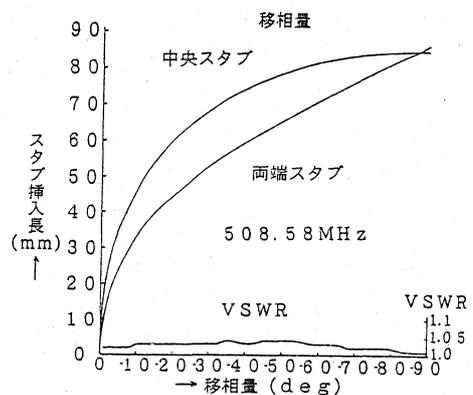


図3 移相量、VSWR特性

9 電力試験 (第1次試作機)

KEKの指導と協力をえて、本器の電力試験を実施した。250 KWCWの状態では移相量60.7°のスタブ挿入長の場合スタブ附近の表面温度上昇は最大46°Cで、放電などの異常現象は認められな

かった。チョークの1段と2段の比較では、もれ電力のレベルは同程度であった。

10 実用機型第2次試作機

上記の電力試験の結果、チョークは1段とし第2次試作機を製作した。スタブの駆動を連動機構を用いて、1個のハンドル操作で行えるようにし、中央スタブと両端スタブの挿入長の差は一定とした。スタブの内導体の表面仕上げはバフ仕上げとした。

両端スタブ挿入長に対する移相量、VSWR特性を図4に示す。測定周波数は508.58MHzである。

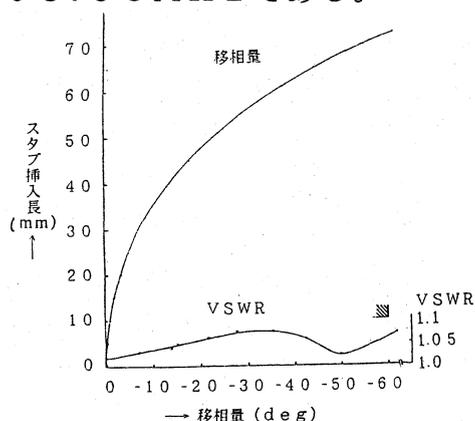


図4 移相量、VSWR特性

11 電力試験 (第2次試作機)

第2次試作機をSpring-8の指導と協力をえて、電力試験装置を使用して評価試験を実施した。周波数は508.58MHz、電力150KWCWの条件で、3スタブ移相器を可動短絡器で終端した短絡位置も変えて定在波の条件も変えた。

その結果動作に異常が無いことを確認した。

この条件で漏れ電力を漏洩電力測定用のアンテナとスペクトラムアナライザを用いて測定し、電波法上の規制を満足することを確認した。

12 直線型移相器実機

Spring-8電子蓄積リング向けにWR-1500直線型移相器を製作した。加工精度、表面仕上げ、表面処理に留意した。本器の外観を図5に示し、写真を図6に示す。

本器はすでに据付けを終了し、大電力試験中である。

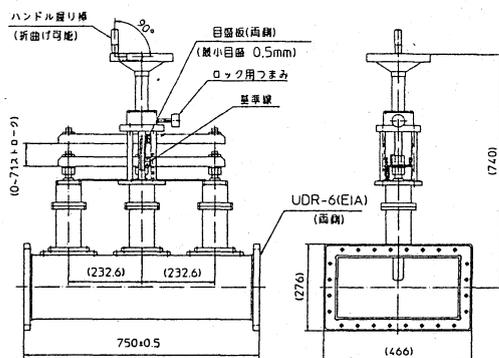


図5 外観図

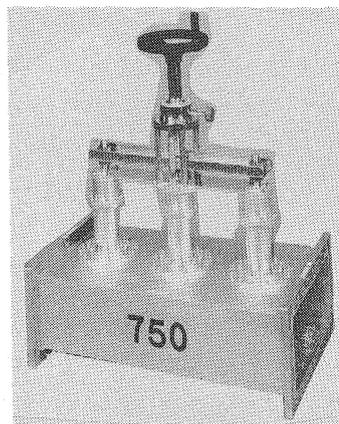


図6 WR-1500直線型移相器

謝辞

本器の開発に際し、電力試験においてKEKおよびSpring-8の多くの先生方の御指導御協力をいただきました。ここに深く感謝いたします。

文献

A.J.Simmons "A Compact Broad-Band Microwave Quarter-Wave Plate" Proc. IRE.p1089~1090.Sep.1952