

# X-BAND (11.424 GHz) SLED

S.Tokumoto, Y.Otake, H.Mizuno and \*O.Azuma

KEK, National Laboratory for High Energy Physics

Oho 1-1, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan

\*Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.

Toyosu 3-1-15, Koutou-ku, Tokyo 135, Japan

## ABSTRACT

This report describes the low power measurement results of an X-band (11.424 GHz) SLED system, comprising a 3-dB coupler and two TE-015 cavities. Design work of the 3-dB coupler and the cavity for the high power use was completed. The first high power test of the X-band SLED system is scheduled in this Autumn.

## X-BAND (11.424 GHz) SLED

### はじめに

SLED (SLAC Energy Doubler) はSLACで開発されたライナックのエネルギー増強のためのパルス電力圧縮法の一つで、クライストロンから加速管への伝送線路の途中に3dB結合器と2つの空胴から成る回路を挿入し、加速管にクライストロンの出力電力の数倍のピーク電力を供給できるようにしたものである(文献1, 2)。

この技術をX-Band (11.424 GHz) に応用し、各種高周波部品の大電力試験及びライナック試験等に用いる目的(SLACでは2.856 GHz)で3dB結合器と空胴を制作し、高周波微小電力を用いて電気的特性の測定とSLEDの動作試験を行なった。試験の結果、期待された性能を示した。現在大電力用(真空導波管)の3dB結合器及び空胴を製作中である。

SLEDの原理は、高周波源と強結合した空胴からの放射電力と供給電力を位相反転することによって結果的に生ずる空胴入力部からの反射電力との合成によって得られた大ピーク電力を、3dB結合器の主線路と副線路で位相が90度ずれることを利用し、負荷に供給するようにしたものである(図1)。すなわち、高周波源の電力の数倍に相当するピーク

電力を持つ空胴側からの電力は高周波源側へ戻る場合には位相差が180度で相殺し、負荷側へ行く場合には位相差が0度で重ね合わされる。現実には、3dB結合器の電気的特性や空胴の性能に負うところが大きく、かつ大電力で使用するためには制作上のいくつかの問題点を解決しなければならない。

3dB結合器としてRiblet short-slot couplerを、また空胴は円筒空胴を採用し制作を行なった。これらの電気的特性とSLED動作試験の結果を参考にして大電力用のものを製作中である。

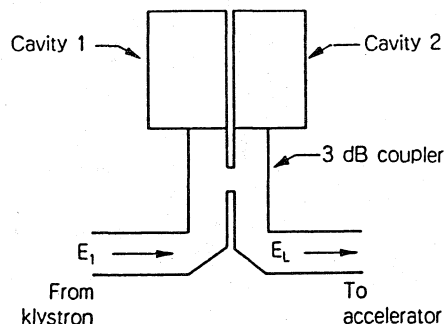


図1 Schematic drawing of the SLED microwave network

(文献1より転載)

### 3 dB 結合器

3 dB 結合器 (Riblet short-slot coupler) の概略を 図 2 に示す。この結合器は前述のように高周波源から空胴へ電力を供給すると共に空胴からの大ピーク電力が高周波源の方へ戻らずに加速管側へのみ送られるようにする (文献 3)。結合器の内部損失を無視すれば、主線路および副線路にはそれぞれ -3 dB の電力が伝送されかつ 90 度の位相差を持つ。実際には 2 つの導波管の共有壁の結合孔のところで不連続性等に起因する整合の乱れが結合度に影響を及ぼし入力側への反射を生じる。結合度は中央部上面と下面に取付けたボルト (M8 細目) (図中 CAPACITIVE DOME) の突き出し量により微調整しほは目的の性能を得た。結合器の電気的特性を表 1 に示す。また調整ボルト突き出し量に対する結合度と入力 VSWR の変化を図 3 に示す。

接続導波管は方形導波管 (WR-90) を使用した。

表 1 3 dB 結合器の電気的特性

結合度 (主線路)	-3.20 dB
(副線路)	-3.23 dB
出力位相差	88.4 deg
アイソレーション	-24.8 dB
入力 VSWR	1.17
出力 VSWR	1.19

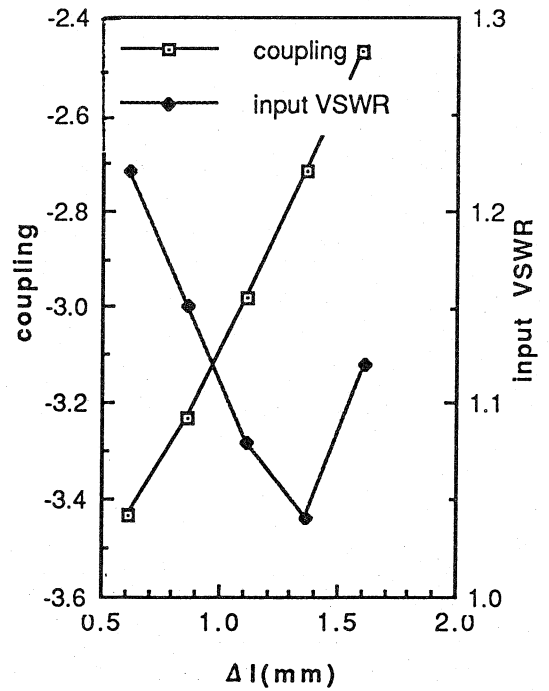


図 3 調整ボルト突き出し量に対する結合度の変化

### 空胴

空胴は OFHC 製の円筒空胴で両端の板にそれぞれ導波管との結合のための孔と共振周波数微調整のためのボルト (M8 細目) を設けている。空胴の断面を図 4 に示す。SLED に用いる共振のモードは TE<sub>015</sub> モードを使い、縮退モードである TM<sub>115</sub> モードに対しては空胴の端板内面に深さ 1.5mm、幅 1.5mm の溝を円周状に設けることで TM<sub>115</sub> モードの中心周波数を数十 MHz 離調できた。測定された無負荷 Q 値は 53000 (結合係数 2.7 の時) であった。空胴の結合孔の大きさに対する結合度の変化を図 5 に示す。結合度は最終には 5.0 に調整され、この時結合孔の大きさは直径 9.1 mm であった。

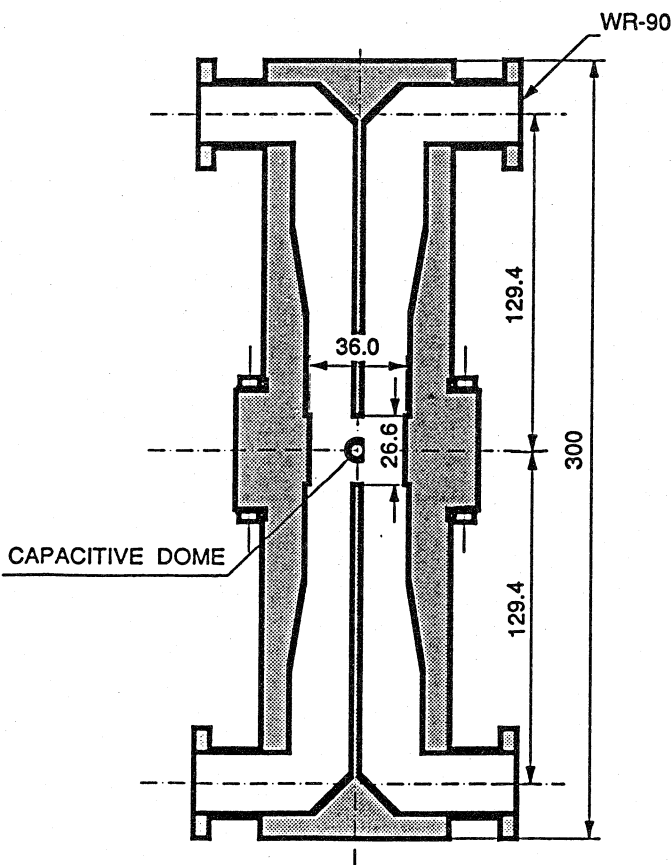


図 2 3 dB 結合器

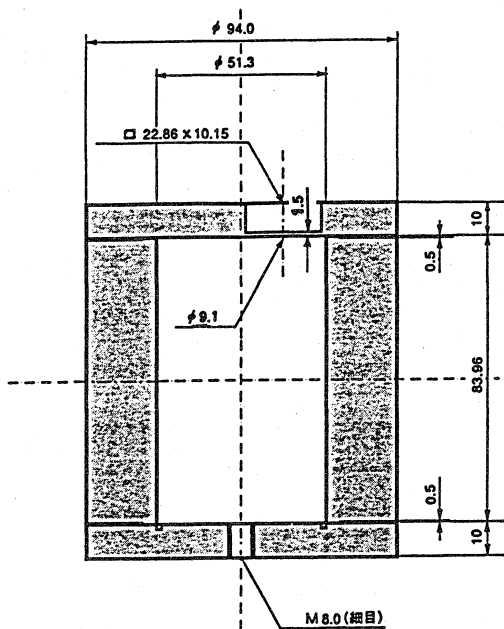


図4 SLED空胴(断面図)

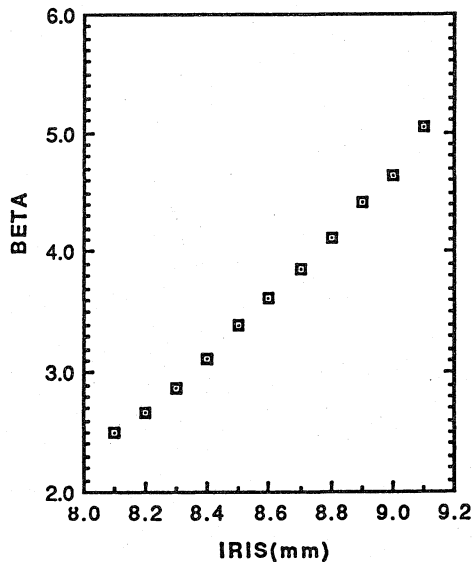


図5 空胴結合孔による結合係数の変化

### SLED動作試験

3 dB結合器と空胴を組み合わせ微小電力で動作試験を行なった。立ち上がり20 ns幅450 ns(立ち上がりから350 nsで位相を180度反転)のパルスを導入し、出力波形を観測した。入力パルスの位相反転の観測とSLEDの出力波形をそれぞれ図6, 図7に示す。

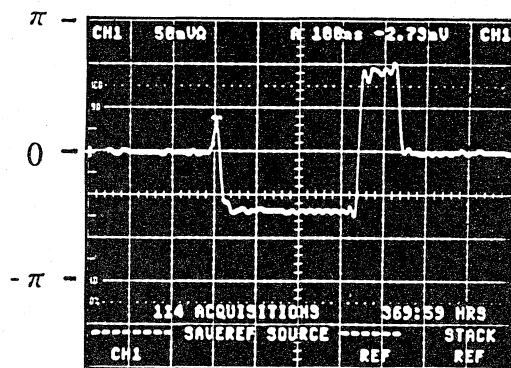


図6 入力パルスの位相

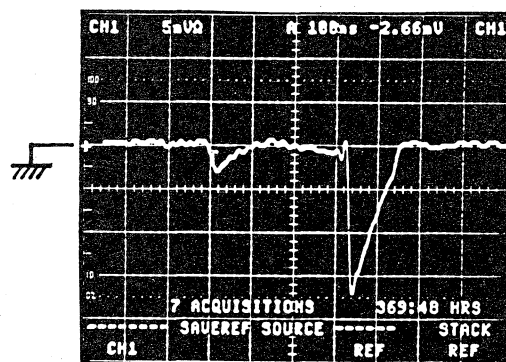


図7 SLED出力波形

### おわりに

大電力試験用の3 dB結合器及び空胴は今年8月に制作完成の予定であり、10月中に大電力試験を開始する予定である。

### references

- 1) Z. D. Farkas, H. A. Hogg, G. A. Loew and P. B. Wilson ; SLAC-PUB-1453 (1974)
- 2) 設楽 哲夫 ; OHO' 90 (1990)
- 3) P. A. Rizzi ;

MICROWAVE ENGINEERING