

## HIGH POWER TEST OF HIGH GRADIENT ACCELERATING CAVITY

N. Terabayashi<sup>\*1</sup>, S. Horiba<sup>\*2</sup> & Linear Collider Working Group<sup>\*3</sup><sup>\*1</sup>Mitsubishi Heavy Industries, LTD. Mihara Machinery Works<sup>\*2</sup>Mitsubishi Heavy Industries, LTD. Nagoya Aircraft Works<sup>\*3</sup>KEK et al.Abstract

High gradient accelerating cavity has been prepared for RF break down studies in the KEK resonant ring. It is performed one of the basic studies of TeV e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> Linear Collider R & D. Design parameters of the cavity and present status are described.

## 1. はじめに

次世代のエネルギーフロンティアを目指す加速器計画として、TeV e<sup>+</sup>e<sup>-</sup> リニアコライダの開発が提案されている。この実現のために、技術的には高電界加速管、大電力高周波源、衝突実験装置、正確なアライメントシステム等々開発すべき項目は山積しているが、Linear Collider Working Groupを中心として、一步一步具体的なR&Dが始まっている。高電界加速管の開発については、加速方式そのものについてもWake Field加速、Two Beams加速等々議論のあるところであるが、現状では大電力をコンベンショナルな加速管につき込む方式が、近未来をにらんだ場合には最有力視されている。SLACでは、定在波型空洞を用い、進行波型空洞換算147 MV/mが得られている。<sup>(1)</sup> このような背景の中で、KEK放射光のレゾナントリングに、ディスクロードタイプの加速管をいれて、高電界を得、放電現象等予想される種々の問題点を見極めるためのR&Dの準備を進めている。本稿ではテスト用加速管の諸元及び現況について報告する。

## 2. テスト用加速管

レゾナントリング側の寸法の制約及びロスを最小限にするために、加速管は3セル1波長分(f=2856 MHz)の短い加速空洞よりなる。加速管の左右にはそれぞれ、マッチングアイリスをもつ入力カップラー、出力カップラーを有する。

カップラー空洞にはアパーチャーが設けられており、ビーム加速も可能とした。またこのアパーチャーより空洞内部の放電現象等の観測が可能と思われる。

2a寸法は、4枚のディスクとも1.6 cm、2b寸法は3個のスペーサとも8.132 cmとし、定インピーダンス型の進行波型加速管とした。

2a寸法が小さな定インピーダンス型加速管である点を除けば基本的な構造そのものは、KEK放射光リニアックのものと同様の構造である。

断面図を図-1に示す。

主要諸元を表-1に示す。<sup>(2)</sup>

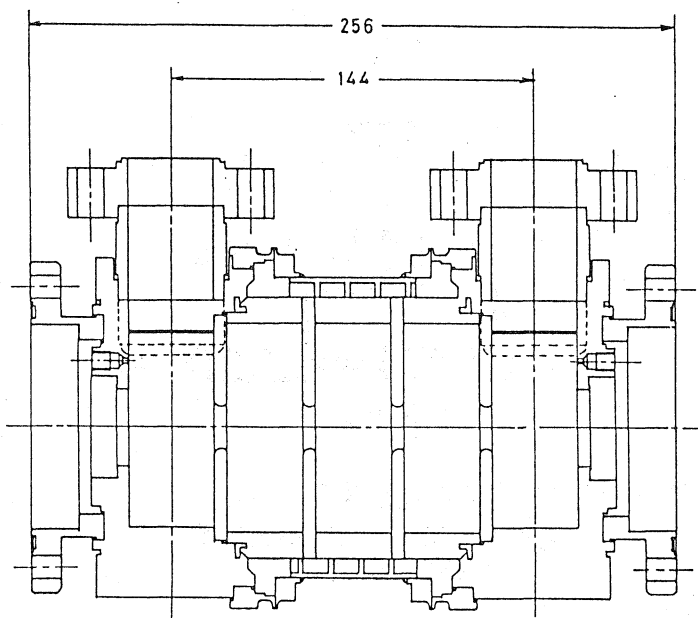


図-1 テスト用加速管

表 - 1 主要諸元

空洞数	3	周波数	2856.15 MHz
加速管部長さ	10.5 cm	Q	13330
2 a 寸法	1.6 cm	セルあたりの位相変化量	$2\pi/3$
2 b 寸法	8.132 cm	$r_0$ (シャントインピーダンス)	63.2 MΩ/m
		$\alpha$ (減衰定数)	0.7017 Neper/m
		$v_g/c$	0.0032

これらのパラメータから、加速管への入力電力  $P_{in}$  に対して、軸上での電界はつぎの [式 1] で与えられる。

$$E_{z0} = 9.42 \times \sqrt{P_{in}} \quad \text{MV/m} \quad \text{[式 1]}$$

### 3. コールドテスト

レゾナントリングに加速管を挿入する前に、加速管単体で、コールドテストを行った。(反射係数測定は、2つの90° Eベンドのついた状態で行った。 . . 図-5参照。)

#### (1) カップラーのマッチング

レゾナントリングに入れる加速管の場合特に、カップラーのマッチングをよくし反射係数の小さいことが要求される。本加速管の場合、固定スタブチューナー(4mmφの導体棒)を90° Eベンドに電子ビーム溶接で設けることにより、次の値まで押え込んだ。

周波数	反射係数	
	入口側→出口側 <sup>°</sup>	出口側→入口側
2856.15 MHz	0.035	0.039

°. 入口側、出口側とはレゾナントリング順周回方向に対して、定義する。

#### (2) 加速管内の電界分布

ビーズ摂動法により、加速管内軸上 ( $r=0$ ) の電界の分布を求めた。測定は、進行波型空洞の状態でおこなった。測定系を図-2に示す。求めた電界分布を図-3に示す。空間高調波の影響で、空洞中央では位相はほぼ一定で、ディスク部で急激な変化を見せることが分かる。空洞中央間の位相差は、240°である。逆に振幅は、空洞中央で最大値を取り、ディスク部で最小値となる。この求めた振幅分布及び、位相分布より [式 2] のフーリエ積分を行うことにより、空間高調波の振幅比を求めることが出来る。(3)

$$a_n = (1/d) \int_{-d}^{+d} |E_z(z)| \cos[\beta_n z - \theta(z)] dz, \quad \beta_0 d = 2\pi/3, \quad \beta_n z = (1+3n)\beta_0 z \quad \text{[式 2]}$$

例えば、第1空洞の場合  $a_0^2 / \sum a_n^2 = 0.74$  を得る。また、中央の空洞は製作誤差のため供給RF周波数に対するデチューニング等により電界が低くなってしまったと思われるが、第1空洞と第3空洞は、 $E = E_0 \exp(-\alpha z)$  に従うことが分かる。

### 4. 大電力テスト

レゾナントリングに、加速管をいれた状態を図-4及び図-5に示す。図から分かるように、可変スタブチューナーをいれ、反射を出来るだけ小さく出来るようにした。リング内の大電力マイクロ波は、ベアテホール結合器により、順方向、逆方向とも測定可能とした。参考文献(4)の報告にあるように、クライストロンからの入力電力に対するレゾナントリング内順方向周回電力の比、即ち電力ゲインGは、挿入物単体(この場合は加速管)の反射係数 $\Gamma$ 、及び減衰量Aから必ずし

も一義的に決めえないが、Aに対してはよい一致を示している。テスト用加速管を挿入する場合  $\Gamma = 0 \sim 0.035$ ,  $A \cong -1.05$  dB (カップラー空洞を含めた長さに対する、減衰量) として、 $G = 3.3 \sim 3.6$  が得られる。

これから、クライストロンからのレゾナントリングへの入力、20~30 MW とすれば、[式1]から、75~95 MV/m の高電界が期待できるものと思われる。

現在、加速管の組込みは完了しエージングの準備中である。

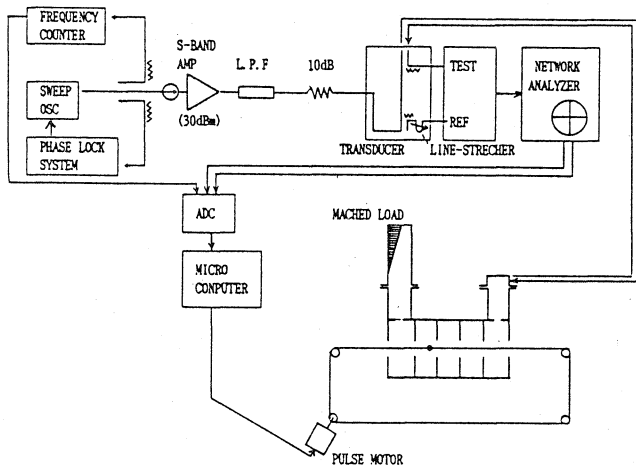
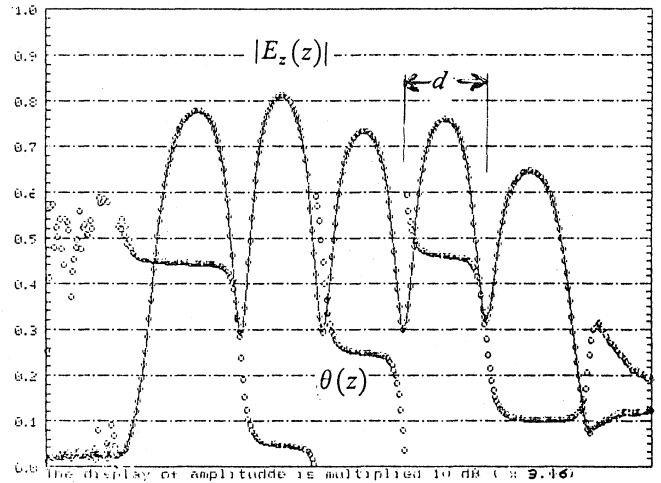


図-2 測定系



amplitude and phase of traveling axial electric field

図-3 電界分布

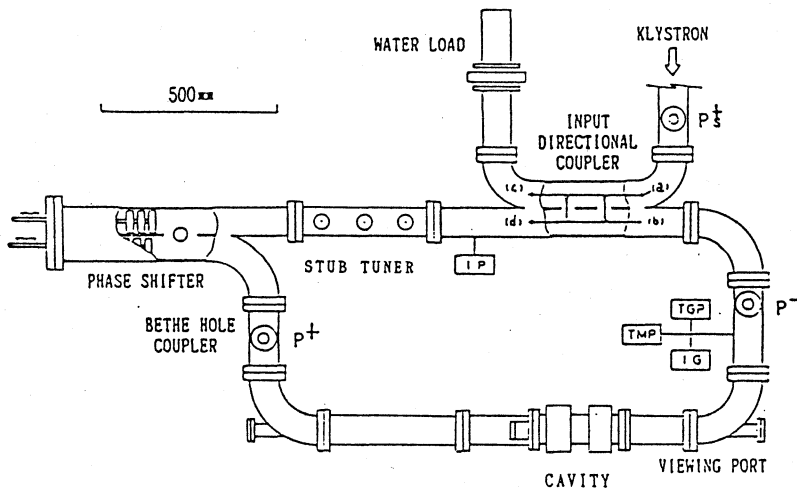


図-4 レゾナントリングのレイアウト

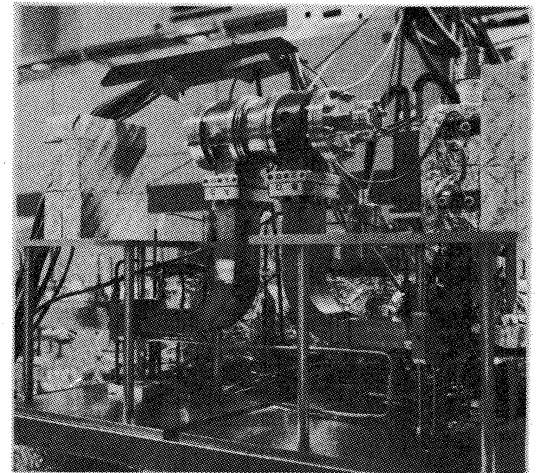


図-5 テスト空洞

参考文献

- 1) J.W.Wang et al., "RF Breakdown Studies in a SLAC Disk-Loaded Structure", SLAC-PUB-3940, May 1986
- 2) I.Sato et al., "Development of High Gradient Accelerating Cavities", Proceedings of the 5th Symposium on Accelerator Science and Technology, 415, Sep.1984
- 3) P.M.Lapostolle, Linear Accelerators, 106
- 4) H.Tanaka, S.Anami et al., "High Power Characteristic Measurement of Resonant Ring", presented at this meeting.