

[P7-44]

## Application of Ridged RF Cavity Resonator for Electron Accelerator (II)

K. Isokawa, K. Nakayama, O. Takeda, S. Takama, A. Yamaguchi, K. Sato,  
N. Hayashizaki<sup>A)</sup>, T. Hattori<sup>A)</sup>, M. Odera<sup>A)</sup> and T. Fujisawa<sup>B)</sup>

Toshiba Corporation, 20-1 Kansei-cho, Tsurumi-ku, Yokohama 230-0034, Japan

<sup>A)</sup> Research Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology,  
2-12-2 O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8550, Japan

<sup>B)</sup> National Institute of Radiological Sciences,  
4-9-1 Anagawa, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba 263-8555, Japan

### Abstract

We have been studied a new type of electron accelerator that has a cavity with ridges. Cavities with ridges have been used in ion accelerators e. g. IH-type, etc. They are proved to have high shunt impedance. We apply this structure to an electron accelerator. A prototype accelerator that can accelerate electron up to 2.5 MeV was designed in 1998, and is under construction at present. This accelerator consists of an electron gun, a cavity, four bending magnets and a beam dump.

## リッジ付き高周波キャビティの電子加速器への応用 (II)

### 1. はじめに

電子線照射装置は、電子ビームのエネルギー等によって、各種の研究開発用、器具の滅菌・殺菌、排煙や排水の処理など、その用途はさまざまである。そのエネルギーが 10MeV を超えると放射化の問題があり、通常は 10MeV までのエネルギー領域を照射用に利用するのが一般的である。

これまで、リッジ付き高周波キャビティはイオンを加速する為の IH 型線形加速器などに利用されてきたものである。この構造は非常に電力効率が良いことで知られおり、実用性の高いものと考えられる。[1-3] 電子加速器を考えてみると、この構造を利用したものは存在しない。そこで、我々はこのリッジ付きキャビティを電子加速器へ応用することの検討を始めた。[4]

工業用の加速器を考えた場合 10MeV までのエ

ネルギーに対応できるものが望まれる。今回、我々はリッジ付き高周波キャビティの電子加速器への応用を実証する為、そのプロトタイプ機として 2.5MeV 電子加速器の開発を行ったので報告する。

### 2. 本加速器の概要

本加速器の全体図を図 1 に示す。

#### ①入射系

電子ビームは電子銃陰極の  $\text{LaB}_6$  から 20 kV の引き出し電圧で引き出される。そして、ソレノイドレンズで収束され、ステアリングによって位置の補正を受けて、キャビティに入射される。

#### ②キャビティ

本加速器は、キャビティに向かい合わせに取り付けられたリッジの間を、加速ギャップとして利

用するものである。そして、円筒軸方向に加速される一般的な加速器と異なり、キャビティの径方向への加速である。電子ビームはリッジの中を通過して加速ギャップに入り、ギャップで加速されると反対側のリッジの中を通りキャビティ外へ一度出る。そして、偏向電磁石により必要に応じて再び同キャビティに送り込まれ、加速ギャップを通過し更にエネルギーをあげる事が可能となる。各加速ギャップの最大電圧は 500kV であるので、5 回の加速で最大 2.5MeV まで加速が可能である。

### ③偏向電磁石

偏向電磁石は C 型磁石であり、フィールドクランプが取り付けられている。キャビティから出た電子ビームは偏向電磁石により 180° の偏向と収

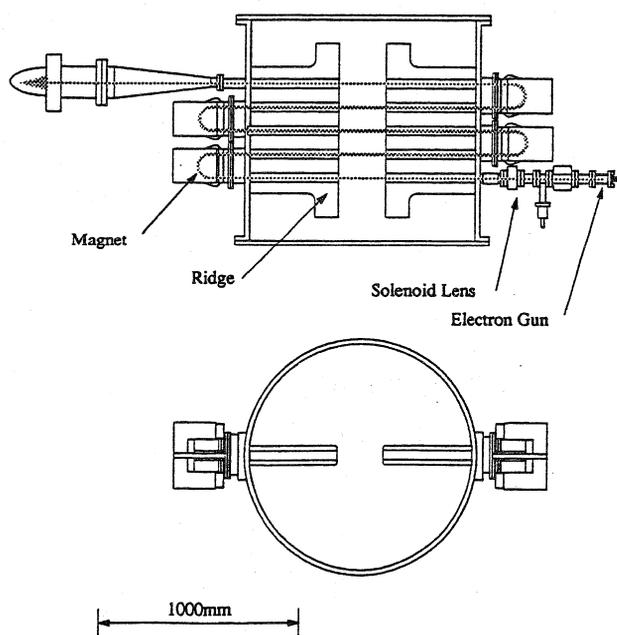


図1 全体図

束を同時に行なわれて、加速ギャップに再び送り込まれる。

## 3. 本加速器の特徴

### ①キャビティ構造が単純

キャビティ内部の構造は円筒にリッジが向かい合わせただけのもので非常に単純であり、メンテナンスが容易であり、運転コストを考えた時に利点が多い。

### ②小型で省スペース

キャビティのサイズは約 1 m × 1 m で、その周りを取り付けられる電磁石等を含めても設置スペースは 2 m × 1 m 程度で非常にコンパクトに収める事が可能である。

### ③エネルギー可変

1 回の加速で約 0.5MeV のエネルギーを得る事ができる。電磁石によって再びキャビティに送り込む事なく、必要なエネルギーでそのまま引き出せばエネルギーを変化させる事が可能である。キャビティを延長し電磁石数を増やせば、必要とする最大エネルギーの加速器を製作でき、原理的には 10MeV 機への展開も可能である。

### ④CW 運転可能

CW 運転をすることができ、より効率の良い電子ビーム照射が可能である。

### ⑤電力効率が良い

キャビティ内壁のロスが少ないので少ない投入電力で効率よく運転が可能であり、運転コストを安く抑えることができる。

## 4. キャビティ試験

キャビティ試験では加速ギャップの電圧分布、共振周波数、Q 値が測定された。

電圧分布は、摂動法によって測定された。図 2 は電圧分布の測定値と設計値を示している。測定値と設計値が良く一致しているのがわかる。また、1/4 スケールモデルによる測定データも同様であった。

共振周波数と Q 値はネットワークアナライザを用いて測定された。共振周波数は、101.4MHz であり、設計値の 100MHz とほぼ一致した。また Q 値は 23300 となり、設計値 27000 の 86%であった。

## 5. 加速試験

加速試験で、電子ビームは全ての偏向電磁石と全ての加速ギャップを通過し、最終ビームダンプまで透過した。現在、電子銃から引き出される電子ビームはデューティー1/2000 にパルス化して運転しているがビーム電流はピークで  $1.5\mu\text{A}$  程度は出ている。陰極のヒーター温度の調整や DC 運転等を行えば 2.5mA 程度は可能とであると予

想される。最終エネルギーの分析も現在行われており、ビームパワーの設計値 (6.5 kW) 達成に向けて調整試験中である。

## 6. 10MeV 機

エネルギー10MeV の電子加速器は、2.5MeV プロトタイプ機と同様の設計を行うとキャビティが  $1\text{m} \times 3\text{m}$  程度になると予想される。小型で設置面積の小さい加速器となり、工業用として扱い易い大きさとなり得る。

## 7. まとめ

リッジ付き高周波キャビティの電子加速器への応用として本加速器の検討を行なっている。2.5MeV のプロトタイプ機を開発し、その構造の有用性を実証試験中である。プロトタイプ機のノウハウを工業用 10MeV 機にフィードバックし、より高性能な電子加速器が可能となるであろう。

## 参考文献

- [1] U. Razinger, Proc. 1990 International Conf. on Linear Accelerators, Albuquerque, NM, LA-12004-C1990, pp. 525-529.  
 [2] T. Hattori, K. Sato, H. Suzuki, Y. Oguri, E. Arai, Proc. 1986 International Conf. on Linear Accelerators, Stanford, CA 1986, pp. 377-379.  
 [3] T. Hattori, M. Okamura, Y. Oguri, K. Sasa, T. Ito, M. Okada, T. Nakamura, H. Schubert, H. Morinaga, D. Dudu, G. Pascovici, E. Ivanof, S. Yamaki, Y. Shida, T. Fujisawa, S. Seki and K. Furono, Nucl. Instrum. and Methods B99(1995)807-809.  
 [4] N. Hayashizaki, T. Hattori, M. Odera, T. Fujisawa, Proc. of the 23rd Linear Accelerator Meeting in Japan, pp. 307-309

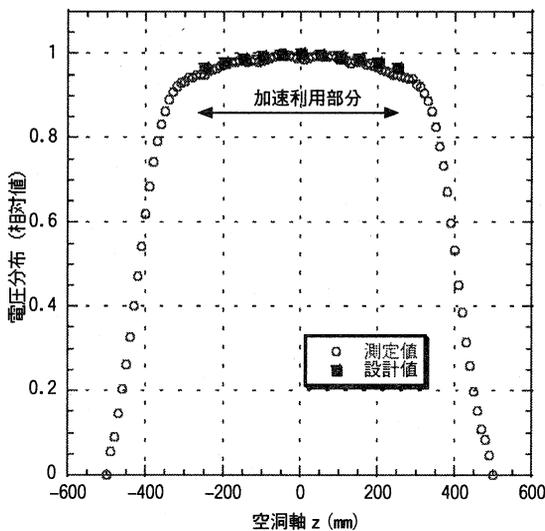


図2 キャビティの電圧分布

表1 プロトタイプ機の設計値と測定値

	設計値	測定値	
Operating frequency	100	101.4	MHz
Input energy	0.02	0.02	MeV
Output energy	2.5		MeV
Beam power	6.5		kW
Maximum gap voltage	500	500	kV
Quality factor	27000	23300	
RF power loss	42	50*	kW

\* Q 値の比から求めた値