

DEVELOPMENT OF THE ON-AXIS COUPLED STRUCTURE

K. Hayakawa, Y. Torizuka, K. Sato, T. Tanaka and H. Nakazawa*

Atomic Energy Research Institute, Nihon University

*College of Science and Technology, Nihon University

ABSTRACT

Because of the undesired field distribution in the buncher accelerating tube, bunching and accelerating characteristics of the injector linac are insufficient for the DS microtron at Nihon University. From the beam analysis, these are improved by means of pre-acceleration about 100 keV before injection to the buncher. On-axis coupled structure is adopted for a new accelerating tube of this use. Test cavities of $\beta=0.6$ were produced, and low power tests were performed. The effects of the rf coupling slot was estimated. Coupling coefficient of the nearest neighbour cavities of 0.07 was obtained from the analysis of the equivalent circuit.

On-axis coupled structure の開発

1. はじめに

日大DSマイクロトロンの入射器はバンチャー加速管の電場分布が設計時に想定していたものと異なっていたため、必要な加速エネルギーを得るのに電子ビームをプリバンチャーで加速した後バンチャー加速管に打ち込むという変則的な方法を採用している。このため、集群特性が不十分で、加速中に多くのビームを失っている。軌道解析の結果から、バンチャーにビームを打ち込む前に 100 KeV 程度の予備加速を行うことにより、良好な加速・集群特性が得られることがわかっている。この予備加速のための加速管の製作を検討しており、その構造として On-axis coupled structure の開発を行っている。入射器及び、マイクロトロン本体で採用したDAW型は β の異なる空洞を組み合わせて使う場合には適さないことが判っているので採用しなかった。また、マイルズ¹、チョークリバー²等ですでに開発、実用化が行われているので、これらの成果を参考にした。

2. On-axis coupled structure (OCS)

OCSは図1に示す様に、加速空洞と、薄い結合空洞が交互に並んだ構造で、 $\pi/2$ モードで使用する。名前の由来は、中心軸上で隣接する空洞間のマイクロ

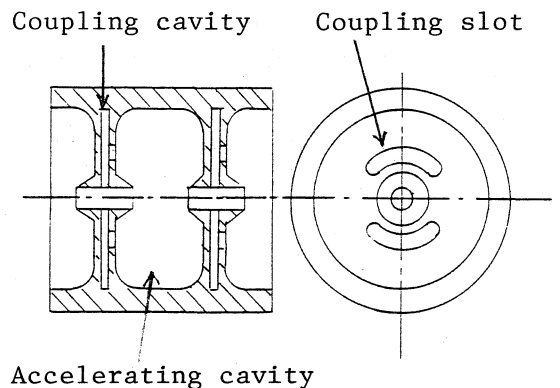


図1 OCSの断面図

波の結合がなされるためと考えられるが、実際にはノーズコーンの外側に開けられたカップリングスロットによって結合する。周波数2.45GHzでボア径10~14mmの加速管に対して $\beta = 1$ のばあい65~75M Ω /mの実効シャントインピーダンスが実現出来る。この構造の欠点は、大電力で運転する場合に、ノーズの部分で発生する熱を除去するための冷却水の流路を確保するために、加速空洞と結合空洞との隔壁をあまり薄く出来ないことである。この隔壁を厚くすると、一般に実効シャントインピーダンスを低下させる。長所としては同軸構造であるために製作・組み立てが比較的容易に行えることである。

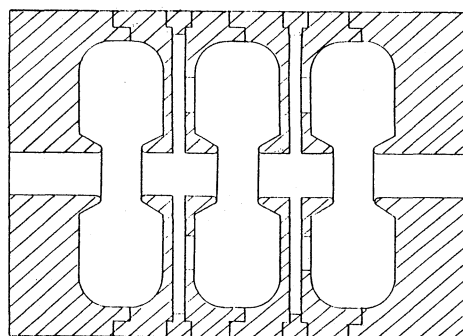


図2 テスト空洞の断面図

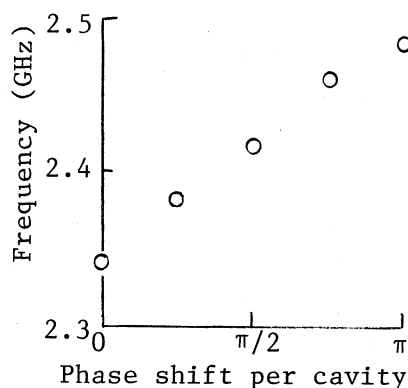


図3 分散特性

3. 空洞形状

空洞形状はSUPERFISHによる計算と次の様な方針に基づいて決めることにした。即ち、ある適当な β の値で最適化を行い、他の β の空洞については、ギャップの長さを変えることにより共鳴周波数のみ調整する。また、最適化のためといえどもあまり複雑な形状になるのは避ける。但し、SUPERFISHによる計算ではカップリングスロットの影響を取り入れることはできないので、モデル空洞を製作してその特性を測定することにした。カップリングスロットの位置と大きさはマイルズの例を参考にして決めた。

4. テスト空洞

テスト空洞はSUPERFISHの計算により最適化した $\beta = 0.6$ のものを製作した。図2に示す様に加速空洞3、結合空洞2の構成である。結合空洞はカップリングスロットの影響により、共鳴周波数が大きく下がることが判っていたので、あらかじめ2種類の寸法のものを用意した。また、各加速空洞には各々4本のチューナーを取付けた。測定結果の一部を表1に示す。連結空洞で共鳴周波数が低くなるのはスロットの影響として予測されたものであった。単空洞の Q_0 の値が計算値に比べて小さいのは、主に空洞の接合部分の接触抵抗によるものと考えられ、

表1 テスト空洞の特性

	SUPERFISH	単空洞	連結空洞
f_0 (MHz)	2450.0	2446.3	2417.8
Q_0	10130	7070	5920
ZT^2/Q_0 (k Ω /m)	4.39		4.41

この部分をロウ付あるいは溶接すれば計算に近いQの値が得られると考えられる。従って、この表の単空洞と連続空洞のQ値の比が、計算値と溶接後の連結空洞との比になると考えられる。即ち、カップリングスロットの影響により、連結空洞の Q_0 の値は計算値のおよそ80~85%になると考えられる。次に、分散を測定したものを図3に示す。等価回路でこの図を再現する様にパラメータを選ぶと、各空洞の固有共鳴周波数は表2の様になる。この表からカップリングスロットの影響により、共鳴周波数がどの程度変化するかが判る。このテスト空洞では、結合空洞では320MHz、加速空洞では44MHz共鳴周波数が低下する。また、隣接空洞間の結合係数は0.07となった。図4は、チューニングにより、各空洞の $\pi/2$ モードの電場分布が変化する様子をビーズプル法により測定した結果を示す。図の(a)はチューニング前、(b)はチューニングにより結合空洞にできる電場の大きさが最小になる様にした時のものである。

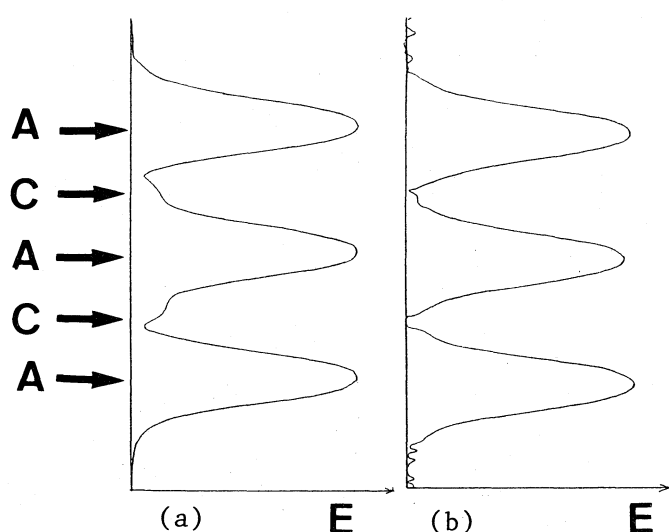


表2 各空洞の周波数
a : 加速空洞、c : 結合空洞

1	a	2424
2	c	2412
3	a	2402
4	c	2412
5	a	2424

図4 ビーズプル法によって測定した電場分布
チューニング前(a)、後(b)

5. まとめ

今回製作したテスト空洞についての測定、解析によりOCSの大掴みな性質を理解することができた。すなわちカップリングスロットの影響による、共鳴周波数及びQ値の変化の様子がつかめた。今後はこの結果に基づき、 β の異なる空洞を製作しこれらを組み合わせた場合の電場分布を調べる。

文献

1. H. Euteneuer, "Design, Performance and Blowup Properties of MAMI-Structure", Proc. of Conf. On Future Poss. for Electron Accel., University of Virginia Report, P-1(1979).
2. J. McKeown, "EXPERIENCE AT CHALK RIVER WITH A CW ELECTRON ACCELERATOR", Proc. of Conf. On Future Poss. for Electron Accel., University of Virginia Report, K-1(1979).