

DESIGN OF A 5 MeV CW LINAC

K. TSUKADA, K. SATO, K. HAYAKAWA, T. TANAKA & O. TAKEDA*

Atomic Energy Research Institute, Nihon University

*Dept. of Physics, College of Science and Technology, Nihon University

Abstract

The design study of a 5 MeV cw linac has been started. The linac will be used as an injector of a Double-sided Microtron. It consists of a 100 kV electron gun, an rf chopper system, a prebuncher and several DAW accelerating tubes. As a preparation for designing of the accelerating tubes the parameters of five types of DAW cavities whose β 's are 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 and 1.0 respectively are optimized by using SUPERFISH. From the results of calculation, we found that washers of same dimensions each other can be used for all cavities. The cavities which consist of two cavities with different β 's are calculated also. Maximum electric fields on axis in these cavities decrease linearly with increasing β .

1) 序

日本大学で計画している、ダブルサイテッド マイクロトロン入射器として加速エネルギー 5 MeV の CW LINAC を使用する。LINAC は、100 kV の電子銃、チョップシステム、プリバンチャー、バンチャー、リアクセラレーターから構成される。チョップシステムには、LANL-NBS の RTM で使用されるのと同じ形式のもの¹⁾を考えている。バンチャーとリアクセラレーターの加速管には、DAW 型構造を使用するが、 $\beta < 1$ の領域での DAW 型構造については経験がないので、加速管の設計に先立って β が 0.6、0.7、0.8、0.9、1.0 の 5 種類の空洞について SUPERFISH によりマイクロ波特性を計算したのでこれを報告する。

2) DAW 型空洞の最適化

まず、それぞれの種類の空洞について実効シャントインピーダンス ZT^2 が最大になるように、空洞の各寸法を最適化した。加速周波数は 2398 MHz である。DAW 型空洞の概略図と、各寸法のシンボルを図 2-1 に示す。

加速周波数と、発散モードである TM_{11} モードの 1/2 バンドとの重複を避けるため、1m 長加速管の場合と同様、円筒導波管からの類推で、シリンダー半径 R_c を 7.35 cm に統一した。

DAW 型構造の場合、 β を合わせるのにディスク・ディスク間の長さ、ワッシャー・ワッシャー間の長さ、またはどの両方が、3 種類の方法がある。ただし、 β の異なる

空胴の継ぎ目で段ができないようにするためには、それぞれの場合で最適化するパラメータをかえる必要がある。今回の計算では、 β にかかわらず R_c を7.35cmに統一したので、ワッシャー・ワッシャー間の長さ β を合わせることにした。この場合、最適化するパラメータは t_D 、 R_D 、 g の3つである。計算の手順としては、 $g/(L-t_w)$ を独立変数として扱い、 t_D 、 R_D をパラメータとして加速周波数とキャリアング周波数を2398MHzに合わせることにより、 ZT^2 を最大にする組み合わせを決定した。 R_w を決定するために $\beta=1.0$ の空胴については、 t_D 、 R_D 、 R_w をパラメータとした。 $\beta=1.0$ の空胴を選んだのは、実際の加速管では β が1.0に近い空胴ほど数が多いため、加速管の特性に与える影響が大きいと考えられるからである。異なる β について、 $g/(L-t_w)$ と ZT^2 の関係を図2-2に、最適化されたパラメータを表2-1に示す。表2-1からわかるように、NLは大変近い値になっている。これを統一すれば、 β の異なる空胴でも同じ寸法のワッシャーを使用することが出来る。 R_w を決定したときと同じ理由から、 $\beta=1.0$ の空胴に対する値1.354cmをNLに統一した。このときのパラメータの組み合わせを表2-2に挙げる。又、 β と ZT^2 の関係を図2-3に示したが、NLを統一した場合と、統一しない場合で ZT^2 にはほとんど変化がなかった。軸上の電場分布を図2-4に示す。ワッシャーの中心を原点とすると、1.875cm付近に電場のピークが存在する。又、原点からこの点までの電場の形は、 β によらず同じであることがわかる。これは、同じ寸法のワッシャーを使用しているためだと考えられる。

3) β の異なる空胴の組み合わせ

次に、 β の異なる空胴を組み合わせた場合を計算した。 β と、軸上の電場の最大値との関係を図3-1に示す。電場の最大値 E_{max} は、次式で近似される。

$$E_{max}(\beta) / E_{max}(0.6) = -1.83 \beta + 4.73 \quad (3-1)$$

4) まとめ

SUPERFISHによる計算で次のようなことがわかった。

- i) 空胴の β によらず、同じ寸法のワッシャーを使用できる。
- ii) 軸上の電場の形は、ワッシャーの中心から1.875cmの範囲では空胴の β によらず同じである。
- iii) β の異なる空胴を組み合わせた場合、空胴の β と電場の最大値の関係は、(3-1)

式で近似される。

今後は、計算で得られたマイクロ波特性をもとに加速管の設計を行う予定である。又、現在モデル空洞を製作中なので、完成しだい計算結果の確認を行いたい。

- 1) M.A. Wilson, et al., NBS-LANL RTM INJECTOR INSTALLATION Trans. Nucl. Sci., IEEE, NS-30, No. 4, August 1983
- 2) 塚田 他, 高性能電子リニアック 新技術開発事業団受託研究報告書, 日本大学, 1983

表2-1 最適化された11°ラキータ ($R_c = 7.35 \text{ cm}$, $R_w = 4.947 \text{ cm}$)

β	L (cm)	NL (cm)	$g/(L-t_w)$	t_D (cm)	R_D (cm)	ZT^2 (MQ/m)
0.6	1.875	1.354	0.35	0.98	5.28	53.91
0.7	2.188	1.383	0.45	1.38	5.337	66.55
0.8	2.5	1.45	0.5	1.477	5.505	76.47
0.9	2.813	1.425	0.525	1.56	5.722	85.97
1.0	3.125	1.354	0.65	1.25	6.07	92.40

表2-2 NL=1.354 (cm) に統一した場合の11°ラキータ ($R_c = 7.35 \text{ cm}$, $R_w = 4.947 \text{ cm}$, $NL = 1.354 \text{ cm}$)

β	L (cm)	$g/(L-t_w)$	t_D (cm)	R_D (cm)	ZT^2 (MQ/m)
0.6	1.875	0.353	1.018	5.28	54.32
0.7	2.188	0.466	1.436	5.337	67.47
0.8	2.5	0.546	1.689	5.439	76.90
0.9	2.813	0.605	1.818	5.616	85.00
1.0	3.125	0.65	1.25	6.07	92.89

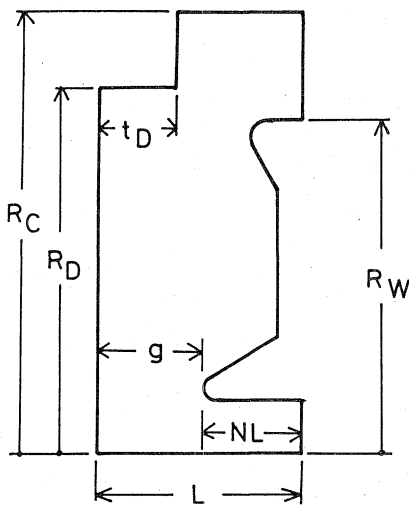


図2-1 DAW型空洞 (half cavity)

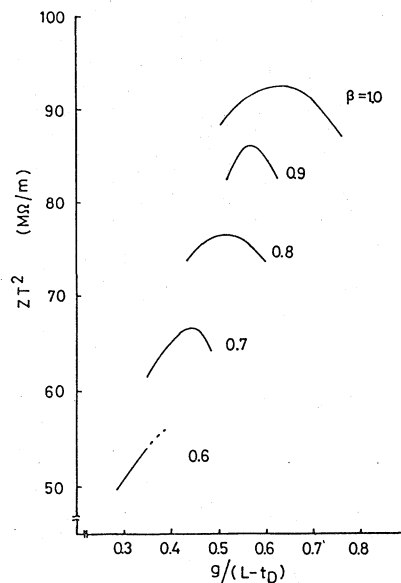


図2-2 $g/(L-t_w)$ と ZT^2 の関係

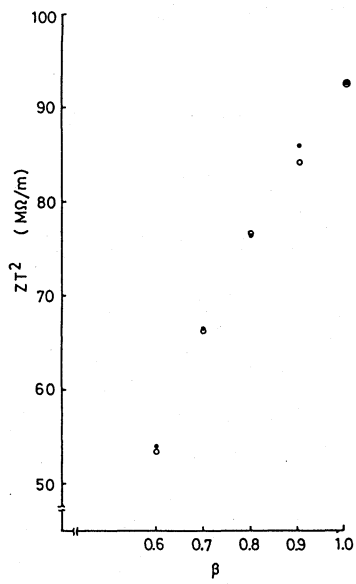


図2-3 β と ZT^2 の関係
 ● 最適化した場合
 ○ NLを統一した場合

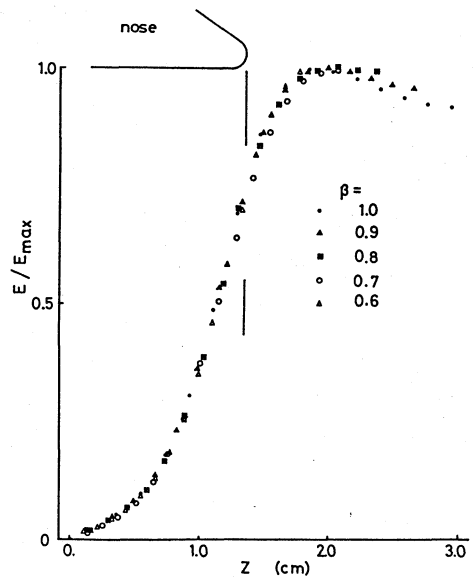


図2-4 軸上の電場分布
 最大値を規格化してある。

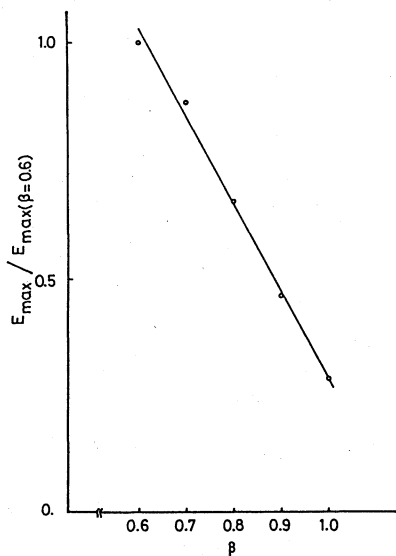


図3-1 β と電場の最大値の関係
 $\beta=0.6$ のときの値を規格化してある。