

Study of IH Linac for High-Gradient Acceleration II

K.Isokawa, T.Hattori, S.Majima, S.Yamada^{A)}

Research Laboratory for Nuclear Reactors Tokyo Institute of Technology

2-12-1 Oh-okayama, Meguro-ku, Tokyo, 152, Japan

National Institute of Radiological Sciences^{A)}

4-9-1 Anagagawa, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba-ken, 263, Japan

Abstract

We have studied an Interdigital-H type linac structure for application in medicine and heavy ion inertial fusion (HIF), at Tokyo Institute of Technology (TIT). We thought to adopt gradient type for voltage distributions. We made two models and made experiments by using their models. Then we designed a real linac, and it is under construction now. It is able to accelerates particles with a charge to mass ratio (q/A) greater than $1/16$ from 219 keV/amu up to 600 keV/amu , and acceleration rate is 5.5 MV/m .

高加速率IH型線形加速器に関する研究(II)

1.はじめに

1980~90年代に進歩し実用化されてきたIH型加速構造は、Fig1に示すように、アルバレ型やRFQ型に比較して、5~10倍の電力効率を持つことが実証されてきた。[1-5] そこで、低中エネルギー領域で、高電力効率を持つIH型加速構造を利用して、現在より数倍高加速率の線形加速器を実現する為、研究を進めている。

低中エネルギーで、現在より数倍高い加速率を持つ線形加速器が実用化すれば、医療産業、その他への波及は大きいものがある。例えば、ガン治療用の大型の入射重イオン線形加速器を、小型、小電力で安定性のあるIH型で実用化をすることが可能である。また、重イオン慣性核融合(HIF)の重イ

オン線形加速器は現在の計算では、数km~10kmの長大なものであるが、これを使えば1~2kmにすることが可能であり、HIFの実現性が大きくなる。

我々は、このように、有用な、高電圧、安

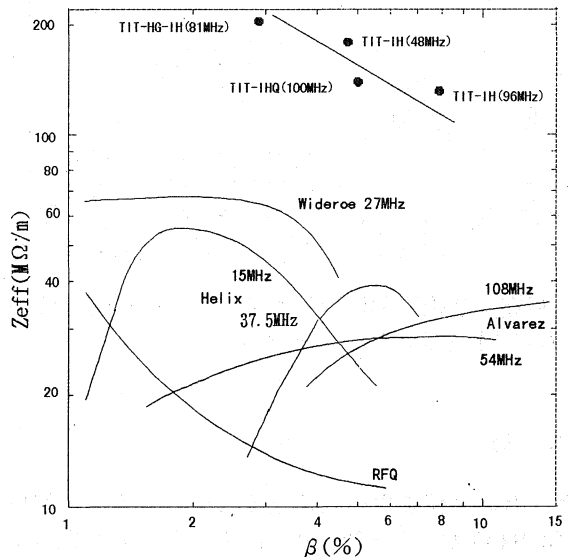


Fig1 IH空洞と他の加速空洞の実効シャントインピーダンス

定性試験用の高加速率IH型線形加速空洞を検討した。

軌道計算をもとに、モデル空洞を作成し、また、それを用いてモデル実験を行った。現在は、実器の設計を終了し製作中である。

前回に、軌道計算まで報告したので、今回はモデル実験と実器について報告する予定である。

2. 電圧分布

今までのIH型線形加速器では、ドリフトチューブのギャップ間隔をを一定にし、ギャップの全てに等しい電圧を与える構造を採用してしたが、本加速器では、エネルギーが増加するに連れて、ギャップ間隔を拡げていき、また、それとともにギャップ間電圧も増加させて行く構造を検討した。ここで、前者を等電圧モデル、後者を電圧傾斜モデルと呼ぶ事にする。

この2つのモデルを軌道計算を用いて比較してみたところ、Table 1に示すように、アクセプタンスはほとんど変わらないが、加速器の全長は、後者の方が短くすることができることわかった。

よって、本加速器では、電圧傾斜型の構

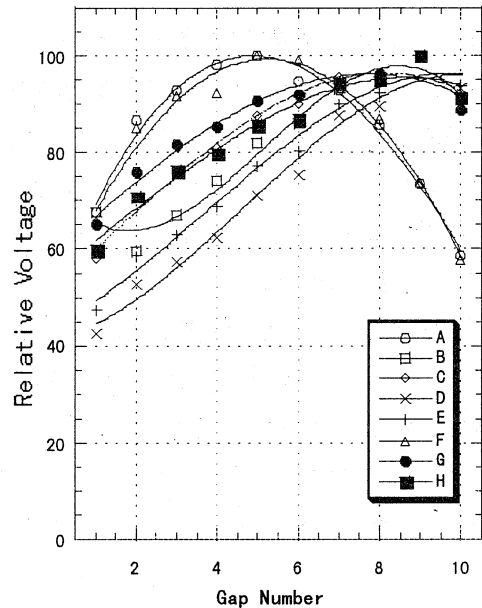


Fig2 モデル実験による電圧分布

造を採用する事にした。

3. モデル実験

前回報告したように、計算機を用いて、粒子の軌道計算を行った。今回は、そのデータをもとにモデル実験を行った。この加速器では、電圧傾斜型を採用する事にしたので、基礎研究用モデルと1/2スケールモデルと2つのモデルを作り、実験する事により、実器の精度を上げるようにした。

まず、基礎研究用モデルを用いてモデル

Table 1 軌道計算による等電圧モデルと電圧傾斜モデル

	等電圧モデル	電圧傾斜モデル
q / A	$\geq 1/16$	
Input Energy	219keV/amu	
Output Energy	600keV/amu	
Operation Frequency	81MHz	
Synchronous Phase	-90,-35,35,35, -35, -35,35,35,-35 . . .	
Number of Cell	18	
Cavity Length	973mm	958mm
Focusing	-35,35,35, -35,-35, . . .	
Transverse Acceptance	$109 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$	$110 \pi \text{ mm} \cdot \text{mrad}$
Longitudinal	50°	
Acceleration Voltage	518kV/Gap	420~661kV/Gap
Acceleration Rate	6MV/m	
Electric Field	21.6MV/m	17.5MV/m

実験を行った。実験では、ドリフトチューブを支えるリッジの切り欠きの長さを変化させた時の電圧分布の様子を測定した。Fig2は、その結果を示しており、リッジの切り欠きにより、電圧分布が右上がりの傾斜を持つよう調整できる事を確認した。この電圧分布のデータをもとに、再度、軌道計算を行い、1/2スケールモデルを作成した。これを用いて同様の電圧分布測定を行い、実器のパラメーター等を最終決定した。Table2は、本加速器の最終パラメータを示したものである。

4.まとめ

電圧傾斜型の構造を採用し、軌道計算、モデル実験を行った。このデータをもとに本加速器のパラメータを決定した。計算の結果では、トランスバース方向のアクセプタンス $109\pi\text{ mm}\cdot\text{mrad}$ 、ロンギチューディナル方向は 50° となり、全長約1m、加速率5.5 MV/mのIH型線形加速器となる。

Table 2 本加速器のパラメータ

q/A	$\geq 1/16$
Input energy	219keV/amu
Output Energy	600keV/amu
Operation Frequency	81MHz
Synchronous Phase	-90,-30,30,30, -30, -30,30,30,-30 . . .
Number of Cell	18
Cavity Length	1120mm
Focusing Sequence(APF)	-30,30,30, -30,-30, . . .
Transverse Acceptance	$109\pi\text{ mm}\cdot\text{mrad}$
Longitudinal Acceptance	50°
Acceleration Voltage	310~549kV/Gap
Electric Field between Driftubes	27MV/m
Acceleration Rate	5.5MV/m
Effective Shunt Impedance	204M Ω /m

5.今後の予定

現在、本加速器の実器を製作中なので、完成しだい、組み立てを行い高電圧放電、安定度等の実験を行う予定である。

6.参考文献

- 1) U.Ratzinger, Proc.1990 Int. 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 Int. Conf. on Linear Accelerators, Stanford, CA 1986, pp.377-379,
- 3) T.Hattori, A.Okamura, H.Muto, H.Suzuki, T.Fukushima and N.Ueda, Proc. IEEE 1989 Particle Accelerator Conference, Chicago, IL, CH2669-0, 1989, pp.
- 4) 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.Ymaki, Y.Shida, T.Fujisawa, S.Seki and K.Furono, Nucl. Instrum. Methos B99 (1995) 807-809.
- 5) U.Ratzinger, Proc. IEEE 1991 Particle Accelerator Conf., 91CH3038-7, 1991, pp. 547-571.