

20-P25

Study of an IHQ linac for Heavy Ion Implantation II

T. ITO, Y. OGURI, M. OKAMURA, K. SASA, M. OKADA, M. KATAYOSE,
H. TOMISAWA, T. NAKAMURA, S. YAMAKI* and T. HATTORIResearch Laboratory for Nuclear Reactors, Tokyo Institute of Technology
2-12-1, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo, 152, Japan

*Nihon Seikousho, Ltd.

ABSTRACT

An IHQ (Interdigital - H type Quadrupole) accelerator structure has been studied for application to Ion Implantation. In order to increase phase acceptance, the synchronous phase at the first gap is selected at -60° . The acceptance is indicated at 140° using numerical method. The operating frequency is 30 MHz and cavity length is 65 cm.

重イオン注入用IHQ型線形加速器の研究 II

1. はじめに

半導体製造に利用されている重イオン注入装置は、主にタンデム型静電加速器が利用されている。しかしながらAs等の重イオンを核子当り100keVまで加速するためには大型のMeV級静電加速器が必要となり生産用としては向いていない。また、重イオンの低エネルギー領域加速としてはRFQ型線形加速器が適しているが、長さ・高周波パワーの点でやはり生産用としては適していない。そこで加速効率、電力効率の優れたIHQ型線形加速器を用いることを考え、その設計を行った。

2. 加速空洞の設計

IHQ型線形加速器は、今までに東工大のプロトタイプIHQ型線形加速器が一例あるだけである。そこで、東工大プロトタイプIHQと類似のドリフト・チューブとフィンガー構造をしたIHQ型線形加速器の設計を行った。Fig.1 に示す様に、ドリフト・チューブの内径とフィンガーの直径は14mm、Gapは28mmである。この時、加速電場に対する収束電場の比はおよそ0.9である。

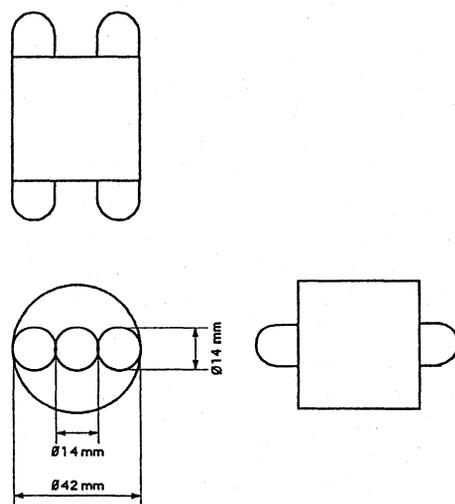


Fig.1 ドリフト・チューブ

同期位相は第1 Gapを除いて -30° 、第1 Gapはバンチャーセクションとし、その同期位相は $-90^\circ \sim -30^\circ$ の範囲で選択することにした。同期位相を -90° に近づけるとおよそ 200mrad の角度がなければアクセプトできない。そこで、角度は 100mrad

までとし、その Acceptance と Phase Acceptance から評価し、その値から第1 Gap の同期位相を決定した。その際、評価するためのファクターを以下の式で定義した。

$$F = \frac{(\epsilon_x + \epsilon_y)}{2} \times \frac{\epsilon_p}{360}$$

ここで、Fは評価のファクター、 $\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_p$ は x、y、phaseのAcceptance である (x、y は最大100mradのAcceptance)。

主なパラメータをTable 1 に示す。空洞共振周波数は30 MHz、入射エネルギーは15 keV/u、出射エネルギーは100keV/uである。イオン注入を前提とすると、加速器はEnergy Variable なことが要求されるので、加速電圧を変化させても透過効率を落とさないようにするため、なるべく短くする必要があるのである。周波数との関係からおよそ65cmとした。電圧分布は東工大プロトタイプIHQ型線形加速器の加速電圧分布をもとにFig.2 の様に仮定した。

Table 1

Parameters of IHQ Linac for Implantation

Charge to mass ratio [q/A]	$\geq 1/11$
Number of Cell	10
Energy [keV/u]	
Input	15
Output	100
Drift Tube Bore Diameter [mm]	14
Outer Diameter [mm]	42
Gap Length [mm]	20, 28
Voltage _{max} [kV]	134.9
Operating Frequency [MHz]	30
Synchronous Phase [deg]	-60 → -30
Cavity Length [cm]	65

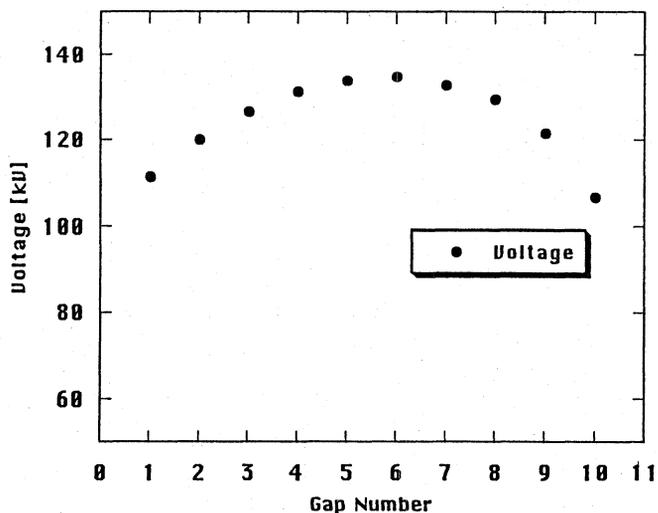


Fig.2 電圧分布

3. 粒子の軌道計算

粒子はそれぞれのGap で位相によるRF発散力とフィンガーによる四重極力を受ける。軌道計算では、thin lens 近似によるマトリクス計算を行った。Fig.3 に第1 Gap の位相を-60° としたときのPhase の変化の図を示す。

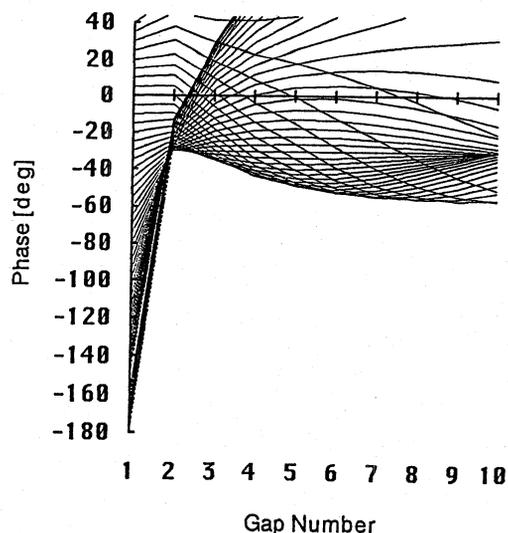


Fig.3 Phase の変化 (第1 Gap -60°)

Fig.4 に第1 Gap の Phase を変えたときの Acceptance 及び Phase Acceptance を示す。この図より、それぞれの Acceptance を求め、2 で述べた評価式に値を代入し、第1 Gap の同期位相をけっていした。

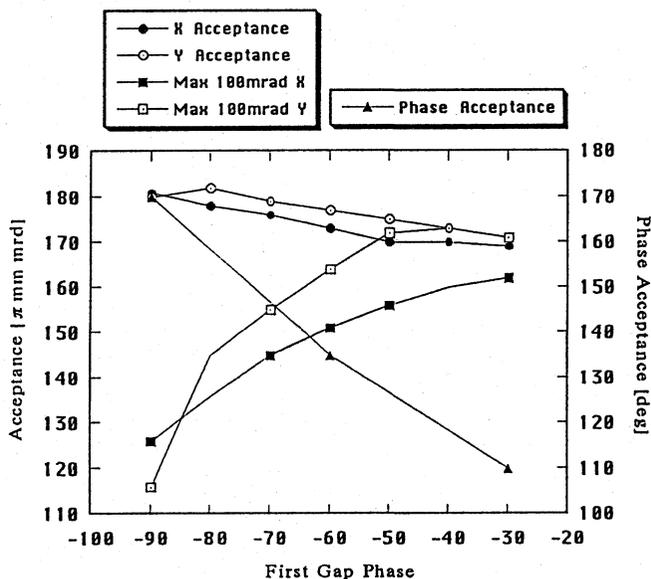


Fig.4 Acceptance

4.まとめ

軌道計算によって得られたアクセプタンス (最大で 100 mrad としたものは、イオン源からの規格化エミッタンスを 0.6π mm mrad (入射15 keV/uで 105π mm mrad) と仮定すると、粒子を十分アクセプトし加速可能な値である。

本加速器は今後モデルの製作及び試験を行う予定である。

参考文献

- [1] T. Hattori, Y. Oguri, M. Okamura, Y. Takahashi, K. Takeuti, T. Aida and K. Sasa, Proc.of the 17th Liner Accelerator Meeting (1992) 243-245.
- [2] Thomas P.Wangler, Los Alamos Scientific Laboratory report LA-8388 (1980).