

ABSTRACT

Electron acceleration experiments were performed successfully using the first model RFQ designed for proton acceleration. A 750 keV proton RFQ linac was calculated and mechanically designed on the basis of the experience of the first model RFQ. Details of the vane fabrication were studied.

1. 電子加速実験

角型RFQ空洞のオ1モデルを製作し、rf特性、特に軸上の電場分布に良い結果を得たので、<sup>1)</sup>この空洞を用いて、電子加速実験を試みた。目的は、オ1にビームが加速できることを確かめること。これは、空洞設計のコンピューターコード(QKEK)とこれに基くベイン加エを確かめることを目的とする。オ2に詳細なbeam dynamicsを研究することである。空洞のパラメータをTable 1に示す。表に示すエネルギーは、陽子加速用のdesign値なので、電子加速の場合には、 $m_e/m_p = 1/1836$ の割合だけ減少することになり、入射エネルギー27eV、加速エネルギー83eVとなる。実験のブロックダイアグラムを図1に示す。RFQ空洞、電子銃そしてFaradayカップを真空容器の中へ入れ、ターボポンプにより $10^{-5} \sim 10^{-6}$  Torrにする。地磁気の影響が大きいので、チェンバーの内外には2重に $\mu$ -metalにより磁気シールドをほどこした。又、TV用の電子銃を使用した。図2に透過電流 vs 入力rf電力を示す。オ1モデルがアルミニウム製であってQ値が良くないこと等を考慮すると、加速に必要なrf電力は2.6 mWになる。図3に透過電流 vs 入射エネルギーを示す。期待される値27eV付近にピークが見られる。本図には、入射エネルギーを変える時にRFQへの入射電流値が変化する影響が含まれているので、ピークの中等については細かい考察が必要となる。透過電流が少ない原因としてはアラインメントが不十分なこと、入射電流をコントロールすべき

Table 1 Parameters of the first and second RFQ.

	first	second	
Frequency	201.08	201.08	MHz
Injection energy	50	50	keV
Final energy	153	750	keV
Vane voltage	22	89	kV
Number of cells	66	118	
Vane length	59.5	136.4	cm
Initial radius	2.3	2.4	cm
Minimum radius	0.4	0.4	cm
Initial modulation	1.0	1.0	
Maximum modulation	2.0	2.0	
Initial phase	-90.0	-90.0	
Final phase	-30.0	-30.0	
Normalized Acceptance		0.41	$\pi$ cm mrad

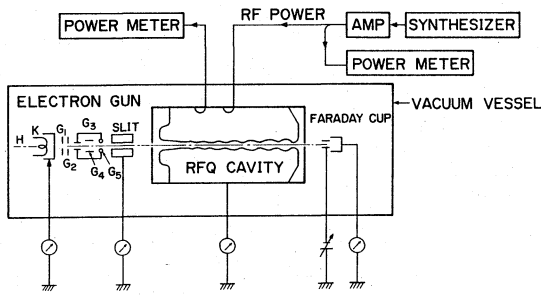


Fig. 1 Block diagram of the electron acceleration experiment.

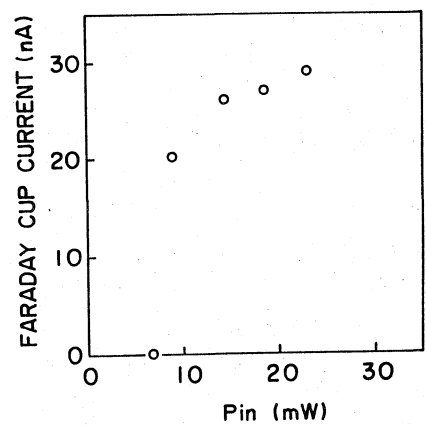


Fig. 2 Output currents versus exciting rf power. Injection energy is 27.5 eV.

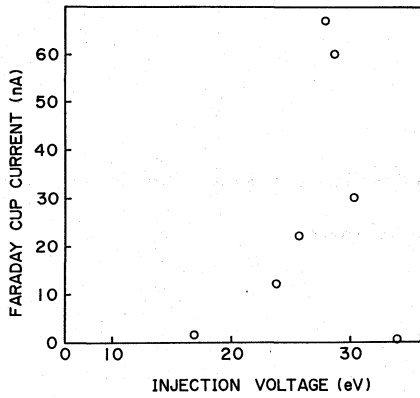


Fig. 3 Output currents versus injection energy. Exciting rf power is 5.4 mW.

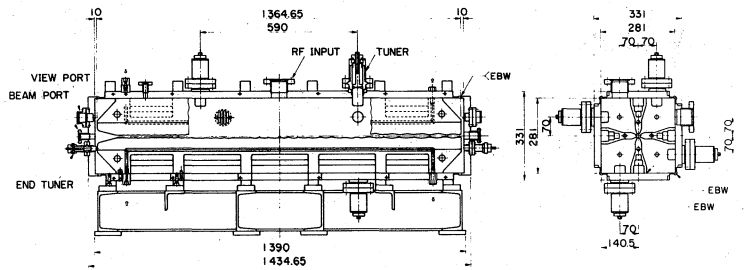


Fig. 4 Mechanical design of 750 keV proton RFQ.

devicesが不完全であること、地磁気の影響がまだ残っていること等が考えられる。(電流透過率は0.3%と推定される)今後、電子銃を含む入射部分を改良し、より嚴重な磁気シールドをほどこして、実験を行なう予定である。

## 2. 750 KeV 陽子加速 RFQ

### 2.1 設計

オノモデルの経験を生かして、陽子加速用RFQ(オノモデル)の設計を行なった。design値をTable 1に示す。KEKのブースターシンクロトロンで予定されているH<sup>-</sup>入射を考えて、current limitは98mAと大きく設計した。このモデルの特徴は 1)角型 2)無酸素銅より作る 3)電子ビーム溶接(EBW) 4)rfのカップラーポート除いてrfのコンタクターが存在しない、等である。Fig.4に空洞の概略を示す。図の中でEBWの矢印で電子ビーム溶接箇所を示してある。角型の特長をいかして、精度の高い空洞が期待できる。真空にひいた時の、ベイン中央部のr方向の変位は、計算機シミュレーションでは、最大7 $\mu$ mとなる。これは周波数tunerの範囲内に収まる小さい値と言える。

### 2.2 ベインの製作

コンピューターコードQKEKは、Fig.5に示すベインの形状にて( $x_c, R_c, Z$ )の組を計算する。ベインの各断面は、円弧とそれに接する2本の直線で表わされており、隣り合う断面の間隔 $\Delta Z$ は、オノモデルでは10 $\mu$ mにえらんだ。これは、ベインを表わす曲面の曲率半径や法線ベクトルを精度良く計算する為である。又、Fig.6に示すように、理想曲面からの凹凸が相殺するような、いわゆるstraddling toleranceを選んだ。3回のNC加工でベインを完成させる。最終加工では、ボールエンドミルの送りピッチは、unit cellの間で変化させている。(0.68~0.79mm)。Fig.7に、ボールエンドミルの中心の軌跡を示す。ベイン加工は、全体で

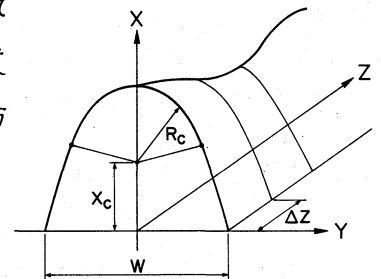


Fig. 5 Geometry of the vane pole.

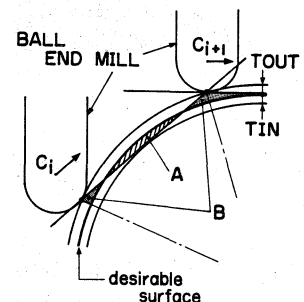
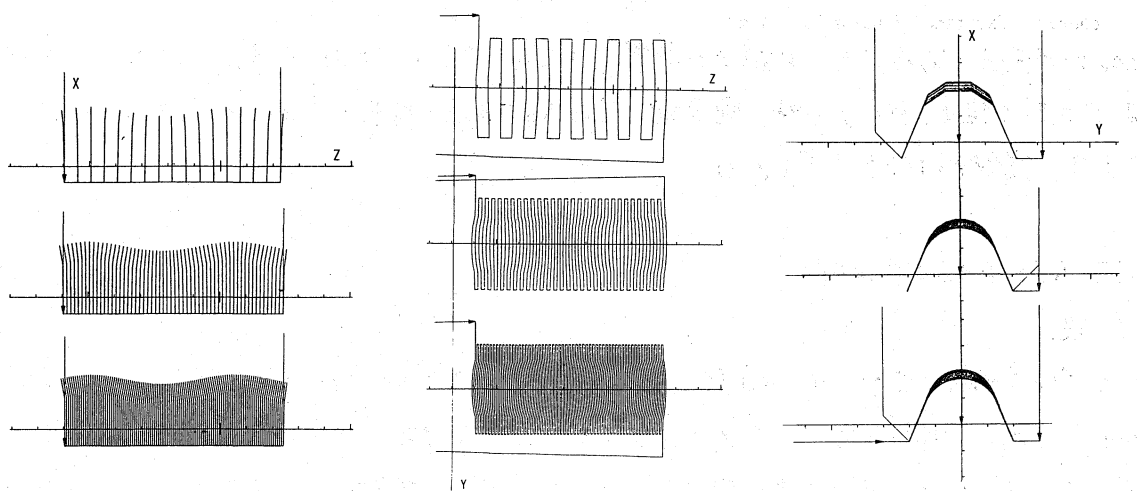


Fig. 6 Determination of straddling tolerance. The area of two kinds of hatching are the same.

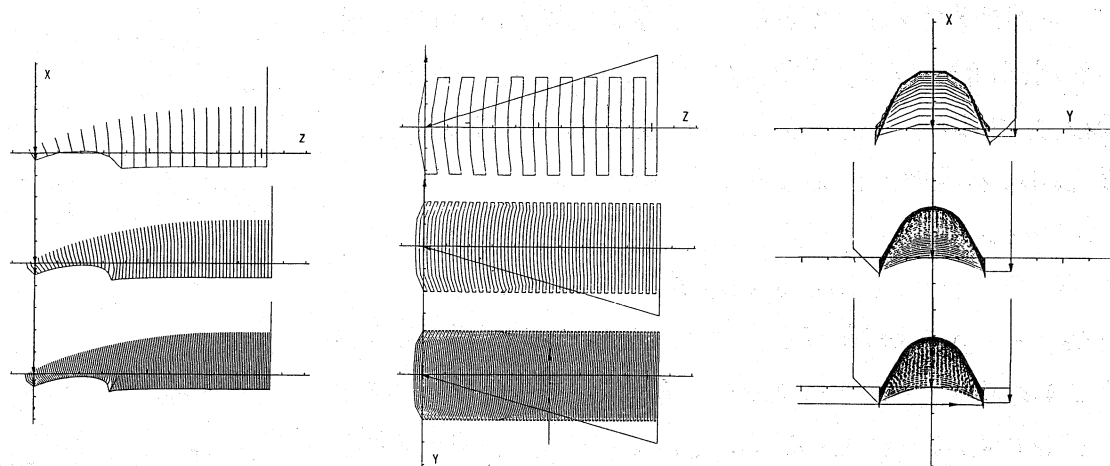
50 $\mu\text{m}$ 以下の精度におさまることが推定される。

参考文献

1. T. Kato et al., Proc. 7th Meeting on Linear Accelerators (1982), KEK 82-14, p. 132.  
IEEE Trans. Nucl. Sci., (June 1983) to be published.



a) Accelerator section.



b) Radial matching section.

Fig. 7 Trajectories of the center of a ball end mill projected on the three planes. Three kinds of trajectories represent rough, semi-finish and finish cut.