

RFQ MODEL CAVITY IN KEK

T. Kato, Z. Igarashi, C. Kubota, E. Takasaki, T. Takenaka, S. Fukumoto,
H. Hongo and Y. Higashi

National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

The RFQ model cavity of 62 cm in length was constructed. The cross section of the cavity was chosen to be rectangular because of easy alignment of four vanes. The modulated vanes were machined by NC milling machine using modified computer code of MPLMESH. The rf characteristics such as resonant frequencies, Q-values and distribution of accelerating and focusing fields were studied. The results obtained agree well with the design of the cavity.

1. 序

KEKでは、コッククロフトにかわるべきRFQ空洞の研究が昨年度から始まり、最初に、vaneのNC加工を含むコンピュータープログラムを開発した¹⁾。これを基礎にして、アルミニウムモデル空洞を製作したので、その製作法と得られたRF特性について報告する。

2. モデル空洞の設計と製作

Table 1に空洞のパラメータを示す。測定との比較が簡単になるように、加速電場は直線的に増加させている。Fig.1に空洞の概略を示す。この空洞の長所は、正方形の断面形状を持つことである。vaneのalignmentが容易なこと、そして空洞のQ値はほとんど劣化しないことから、この形を選んだ。試作した空洞をFig.2に示す。モデル空洞としてのflexibilityの必要から、空洞を構成する部品はネジどめにして、種々の形状の部品を用意した。vane先端部分の位置精度は、全長にわたって $\pm 50\mu\text{m}$ 以内におさめた。modulationのあるvaneは、KEKにて製作した。Fig.3にvaneの削り方を示す。RFQ beam dynamics programは、Fig.3に示す点群 P_{ij} (x_{ij} , y_{ij} , z_{ij})を決める。次に、曲面加工用プログラムMPLMESH (HITAC)²⁾を用いて、NC用のデータを P_{ij} より作る。MPLMESHでは、隣接する4ヶの点群が作る面素が滑らかになるように、即ち隣接する面素が接線を共有するように、面素を決定する。次に、必要な加工精度(ここでは $10\mu\text{m}$)に従って、面素を適当な個数に分割して、NC用のデータを作る。長時間にわたる加工においては、NC自体の累積誤差が無視できないことがわかったので、切削時には、マグネスケールによる同時測定を行ない、補正を加えた。又、straight vaneは、vaneとvaneの間隔が、10mm及び12mmとなる2種類を製作した。Fig.4に加工中のvaneを示す。

3. 測定

得られた共振周波数 f_0 及び Q 値を Table 2 に示す。 f_0 は SUPERFISH の計算値の 0.8% 以内におさまり、 Q_0 は計算値の $1/3$ が得られた。 TE210 like-mode と TE110 like-mode は充分分離している。 空洞を構成する4つの quadrant は、無調整の時に、 $\pm 10\%$ の偏差内で励起された。 電磁場の測定は、bead perturbation method³⁾ と空洞壁のモニターカップローを併用した。(Fig.5) 軸上の field の測定例を Fig. 6~8 に示す。

実線は、bead の体積を考慮に入れる場合の計算値を示しており、一実鎖線は、加速電場成分のみを考えた時の計算値である。 straight vane における $E_y (=E_r)$ の測定結果を Fig.9 に示す。 Fig.10 に、end tuner により平坦にした軸方向の磁場分布を示す。これは1つの quadrant のほぼ中央付近 (Fig.5 の B 点) に bead を通して測定したものである。なお、Fig. 6 の測定における最大周波数変位は 870 Hz であり、又、5 分間の周波数安定度は 10 Hz 以内であった。

4. 結論

角型の RFQ モデル空洞の製作と測定により、以下のことがわかった。 1) 共振周波数等の基本的な rf 特性が理論通りに実現できること。 2) 加速電場及び収束電場の変化が、設計通りに実現できること。 3) 角型の RFQ 空洞は、vane の alignment が容易であり、対称性の良い空洞を作り易いこと。

- 参考文献 1) Proc. 6th Meeting on Linear Accelerator in Japan (1981) p.93 .
 2) VOS 2/VOS 3 曲面型加工用プログラム MPLMESH 8080-7-076 .
 3) J.C. Slater, Microwave Electronics, Sec.4.

Frequency	201.08	MHz
Injection energy	50	keV
Final energy	153	keV
Vane voltage	22	kV
Number of cells	66	
Length	61.5	cm
Initial radius	2.3	cm
Minimum radius	0.4	cm
Initial modulation	1.0	
Final modulation	2.0	
Initial phase	-90°	
Final phase	-30°	

Table 1. Parameters of the model cavity.

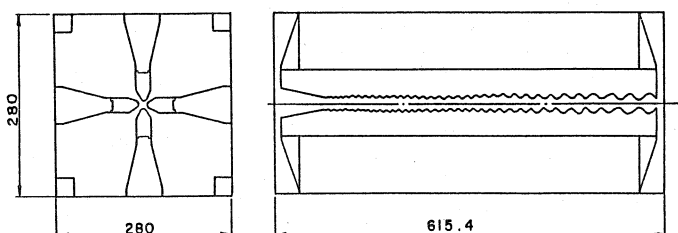


Fig.1 Schematic figure of the RFQ cavity.

	TE210		TE110	
	f_0	Q_0	f_{01}	f_{02}
5 mm vane	198.4	4300	218.6	221.1
6 mm vane	209.1	4900	218.5	219.5
modulated vane	211.1	4400	218.6	221.1

Table 2. Measured resonant frequencies and Q-values.

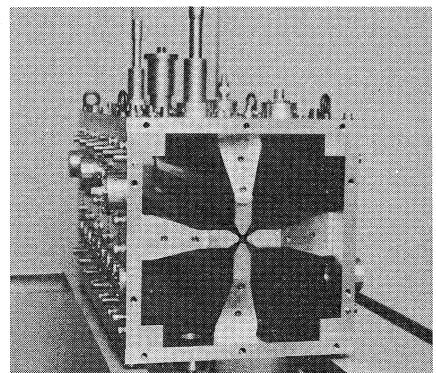


Fig.2 The RFQ model cavity.

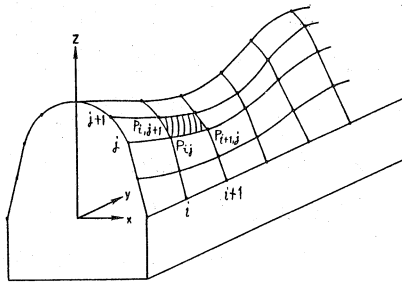


Fig. 3 Generation of mesh data for NC milling machine.

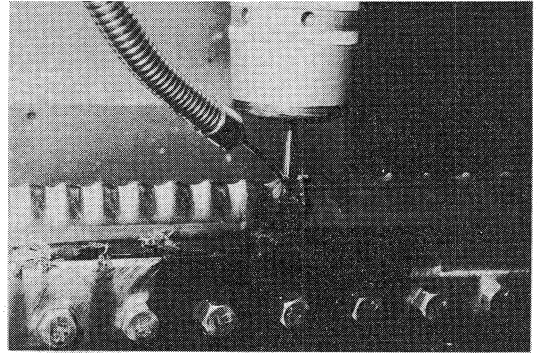


Fig. 4 Machining of the modulated vane.

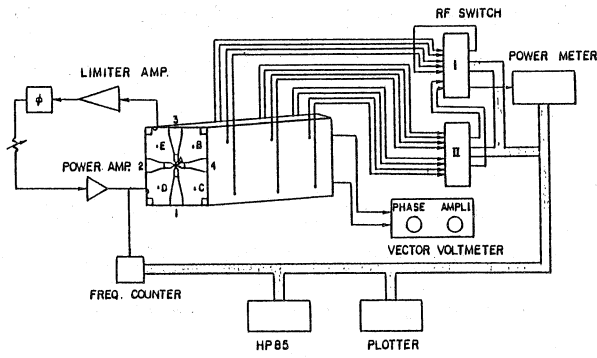


Fig. 5 Block diagram of the field intensity measurements.

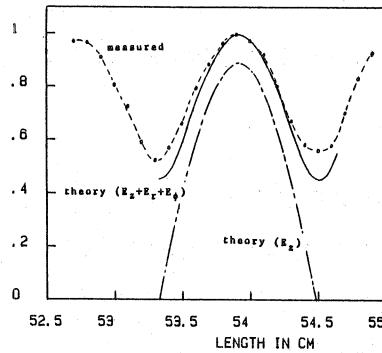


Fig. 6 Measured axial field. Modulation factor $m=1.8$.

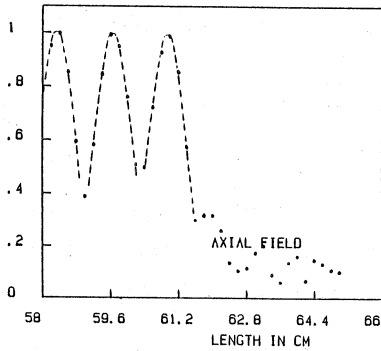


Fig. 7 Measured axial field at the end part of vanes.

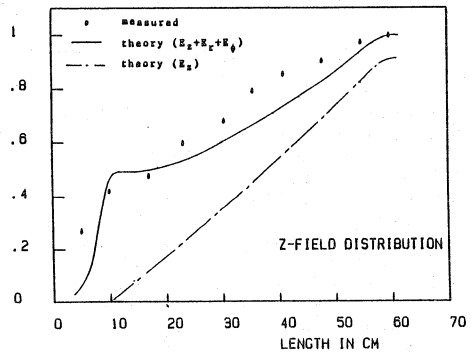


Fig. 8 Distribution of the axial field.

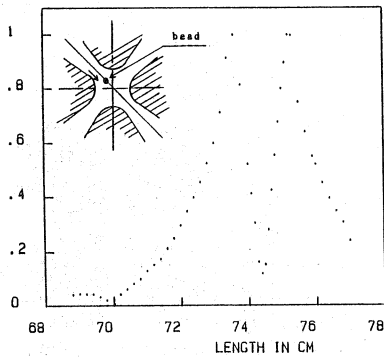


Fig. 9 Measured azimuthal field in the straight vanes.

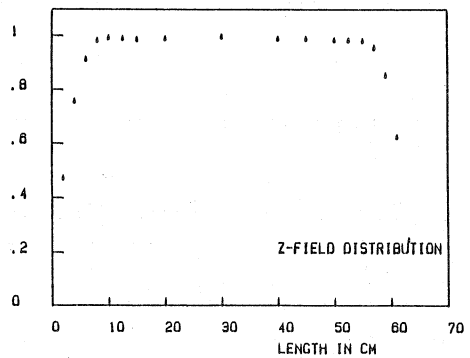


Fig. 10 Distribution of the magnetic field in one of the quadrants.