

ABSTRACT

We have been studied RFQ of the coupled split coaxial type for the injector of the proton linac. Rf characteristics of the RFQ cavity was already investigated at the low power level using a model cavity. A RFQ cavity for the high power input was constructed, and now the power test is going on.

1. 序文

Coupled Split Coaxial型のRFQは線型加速器の入射部として、簡単な構造をしている。すでに、低電力用のRFQ空洞に対しては、共振周波数が100MHz付近のものに関してさまざまな諸特性を調べ、空洞のシャントインピーダンスの概算値も実用に対して悪くない値を得た。^{(1),(2),(3)}

そこで今回は、1kWのRF発振器を用いて試作のRFQ空洞のパワーテストを行なう。

2. 高電力試験用のRFQの設計

高電力RF入力のために、Coupled Split Coaxial型のRFQ空洞は図1. に示すようなものとした。各々のサイズは表1. に示すとおりである。材質は全て銅でできている。RFのかかる中央の4本の電極には各々に水冷管が通してあり、そのため電極の径はやや大きくなっている。各電極には軸にそって均一の、周期的に変化するモデュレーションをつけ、その先端は円錐状にとからせてある。また空洞には4つの側管が取付けられており、1つは真空排気に用い、残りはRF波の入力のためとRF検波のために用いる。さらに空洞底面のフランジの中央には穴が明けられていて、これは後にイオン源から引出される陽子ビームの入口として使われる。

この空洞の、RFQに用いるモードに対する共振周波数は約90MHzであり、Q値は4000以上である。

3. 実験の準備

試作したRFQ空洞に対して、パワーを入力する前に、真空、RF発振器、空洞のシャントインピーダンス等について調べた。

RFQ空洞の真空は、毎秒650ℓの排気により、 2×10^{-6} Torr. 程度に維持される。パワーが入力されれば真空度はこれよりやや落ちることは予想される。

発振器は標準発振器からの1mWの出力を2段固体増幅器により7Wに増幅し、次いでこれを真空管3F65で150Wに増幅し、最終出力管4CW2000Aをドライブするものである。発振器とRFQ空洞は同軸管によりつながれており、空洞には約1kWのRF波が入力される。

次に、式(1)で定義されるシャントインピーダンスを、標準発振器により低電力のRFを入力した際の電極電圧を測定することにより概算した。

$$R_s = \frac{E_0^2}{W/l} \quad \dots (1)$$

ここで E_0 は最大加速電場であり、 W は消費電力、 l は加速セクションの長さである。電極のモデレイションにより生じる加速電場は理想的な、軸方向には sine 径方向には変形 Bessel に近く、式(2)のような形をしているとする。

$$E_z = \frac{kAV_0}{4} \sin(kz) I_0(kr) \quad \dots (2)$$

ここで $k = \omega / (\beta_s c)$ 、(β_s は同期粒子の速度)、 V_0 は電極間電圧、 A は式(3)で表わされる。

$$A = \frac{m^2 - 1}{m^2 I_0(ka) + I_0(kma)} \quad \dots (3)$$

ここで a は電極の中心軸からモデレイションの山までの距離、 ma は谷までの距離である。試作の RFQ の電極のモデレイションは式(2)、(3)で表わされるような理想的な Kapchinskij - Tepliyacov のもの⁽⁴⁾ と完全に一致した加速電場をつくるわけではないが、おおむねは同程度の評価のためには充分近いものである。(1)~(3)により、

$$R_s = \frac{kA}{\pi} \frac{V_0^2}{W} \quad \dots (4)$$

となる。

共振周波数が、90~100 MHz の Coupled Split Coaxial 型 RFQ 空洞に、 5.0×10^{-5} watt の RF を入力したときの電極電圧は、平均して 1.5 volt となり、シャントインピーダンス R_s は約 50 kohm/cm となる。故に 1 kW 入力時の電極間電圧は、およそ 7 kV が見込される。

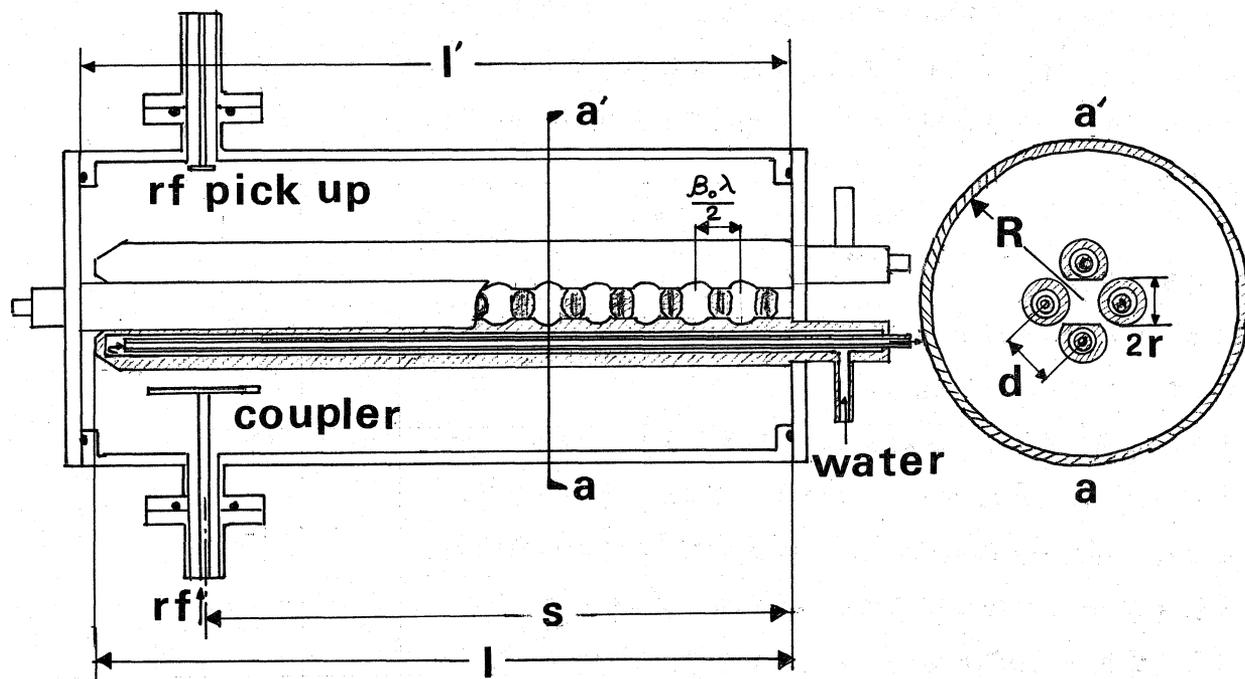


fig. 1. COUPLED COAXIAL CAVITY

l'	cavity length	36 cm
R	cavity radius	7.5 cm
l	electrode length	35 cm
r	electrode radius	1.2 cm
d	distance between electrodes	3.0 cm
s	coupler position	29 cm
$\frac{\beta_0 \lambda}{2}$	moduration period	2.0 cm
m	moduration parameter	0.75

Table 1. Dimensions of Coupled Split Coaxial Cavity.

references

- (1) Y. Katayama and H. Takekoshi, Proc. 1982 Linac Conf., Tsukuba.
- (2) Y. Katayama and H. Takekoshi, Proc. of 4th Symposium on Accel. Sci. and Tech. (1982) 263.
- (3) Y. Katayama and H. Takekoshi, Bull. Inst. Chem. Res. Kyoto Univ. 61-1 (1983) 1.
- (4) I. M. Rapchinskij and V. A. Tepliyakov, Tekh. Eksp. 2 (1970) 19.