

IV-5 CHARACTERISTIC OF DOOR KNOB TYPE COUPLERS

H. Matsumoto, J. Tanaka, I. Sato, H. Baba, S. Anami, S. Fukuda,
S. Arai*, N. Yamaguchi**, Y. Iino** and S. Kato

National Laboratory for High Energy Physics

* Institute for Nuclear Study, Tokyo University

** Mitsubishi Heavy Industries, LTD, Nagoya Aircraft Works

Abstract

In a multiple-feed electron linac, a series of separately fed accelerator guide is usually phased by adjusting the phase-shifters placed on the input waveguides of the accelerator guides. However, for a very long linac, it may be impractical to use a number of the high power adjustable phase-shifters because of the economical reasons and of the complication of machine operation. In order to eliminate the high power phase-shifters, it is required to fabricate all of the waveguide-accelerator guide assemblies in correctly specified phase lengths. The tolerable phase error and VSWR of each assembly for the P.F. injector linac are less than $\pm 2^\circ$ and 1.10 respectively. The results of experiments for door-knob type couplers of the test accelerator guide showed that the coupler has microwave characteristics of VSWR of less than 1.04 and of phase error of less than $\pm 0.5^\circ$ within bandwidth of several MHz at the operating frequency (2856 MHz). However, this type coupler has a rather poor transmission characteristic for the HEM mode frequency. In order to improve the HEM mode transmission without degrading the characteristics for the operating frequency, new type of the coupler is now being prepared.

(1) ドアノブ形結合器の整合と寸法公差について。

電子線形加速器のマイクロ波の位相をとる事は、エネルギー利得を一定にする事とエネルギー幅を小さく保つ上で重要である。あまり長くない加速器では、位相調整は通常加速管の入力導波管の可変形移相器で行っていた。しかしながら非常に長い加速器では、移相器の数が多くなりコストが高くなる事と運転が複雑化して実用的ではない。

P.F用 LINAC は、大電力移相器を省略する為、加速管と導波管のコンポーネントの機械工作の精度を上げる事で解決する方法を検討している。これらの組立で最も大きな位相誤差が生じる箇所は、結合器である。従来の加速器では、結合器は VSWR が最小になる事のみ要求されていたが、非常に長い加速器では、結合器の特性は、VSWR と位相精度が同時に満たされる事が必要となる。

P.F用 LINAC では、VSWR ≤ 1.10 , 位相精度 $\leq \pm 2^\circ$ を目標としている。

ドアノブ形結合器の整合は、従来の方法として CW で加速管の中にテーパー状にした電波吸収体を使用したり、加速管と同一構造の無反射終端器を使用する、又はマイクロ波を矩形波に整形して反射波を観測し VSWR が最小にする方法が行われていた。これらの方法は、理論的には正しいのだが、感度が低い事や、電波吸収体の残留 VSWR が比較的

大きかった事が原因で精度を上げる事は難しい。

今回、用いた方法は加速管の空胴を

順次離調して反射波の位相の動きをスミス図にプロットして判断する方法を行なった。

テストに用いた結合器を図(1)に示す。

R.L. Kyhl の空胴型結合器の整合方法を用いた結果、ドアノブ高さ(h)とショート板の位置(l)は、おもに位相調整に寄与し、ドアノブ disk $2a$ は結合度 Γ に寄与している事がわかった。しかし、同一のドアノブ型結合器においては、組合せの加速管の寸法によれば、この方法では整合出来ない事がわかった。これはドアノブ型結合器の各部分($l, h, 2a$)の役割を独立なものとしたからである。この為、次の様な整合方法が試みられた。結合度が充分でなく、空胴間の位相が合っている時は、離調させた空胴の各点はスミス図上で内側に向って直線となるが空胴間の位相量は 120° と異なる事と、結合が良好な状態で、位相の調整が不完全な場合は、スミス図上で回転する事を判断の基準として $2a$ を一定にしてありてショート板とドアノブの位置(l と h)を変更するだけで整合を行なった。上の二つの場合のスミス図上での各点の動きの例を図(2)に示す。

この整合方法を用いた結果、異なる加速管に対して同一の結合器で整合が満足される事がわかった。図(3)に VSWR と位相シフトの結果を示す。

次に整合のとれた結合器が長期に渡り安定な性能を維持するには、組合せの加速管との寸法公差がどの様になっているかを知る必要がある。

それでのびのびとした C.I. 型(長さ 2λ) のテスト空胴に於いて、ドアノブの高さ(h)とショート板の位置(l)を、各々独立に変化させた時の V

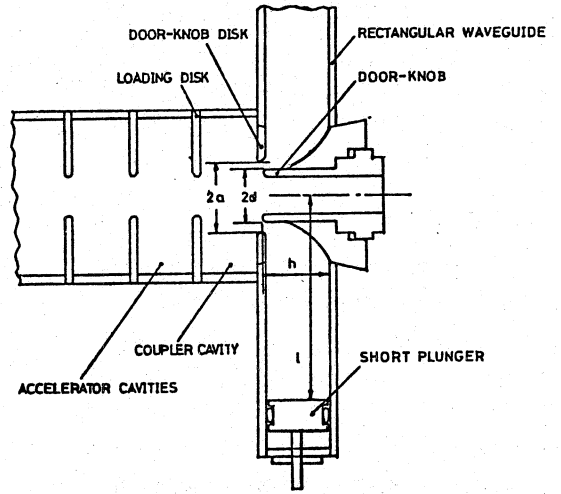


FIG. 1 CROSS-SECTIONAL VIEW OF JUCTION BETWEEN RECTANGULAR WAVEGUIDE AND THE PERIODIC STRUCTURE.

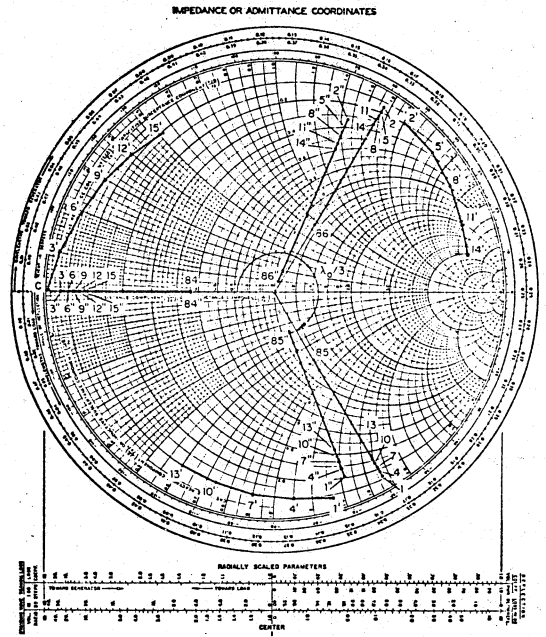


Fig. 34b. Nodal shift plot obtained with detuning plunger inside structure. Points C, 1, 2, 3, 4... correspond to perfectly matched and tuned structure. Points C, 1', 2', 3', 4'... represent imperfect tune with perfect match. Points C, 1'', 2'', 3'', 4''... represent perfect tune with imperfect match.

SWRと位相の変化量を測定した。その結果を図

(4)に示す。これらの事から次の事がわかった。

(1) 加速管の寸法誤差(δV)と位相変化(δφ)は、

$$\delta\phi = \frac{2\pi}{3} \cdot c/v_g \cdot \delta V/\% \quad (2\pi/3 \text{モード})$$

で表わされる。これはδVが一定でもv_gが小さいと位相誤差は大きくなり、この事はドラノア形結合器の場合も変化の傾向は同じとなった。

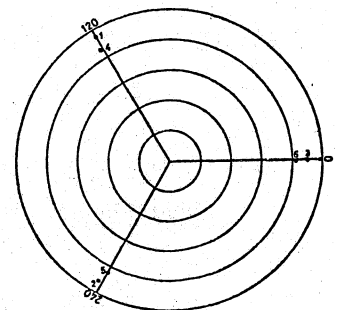
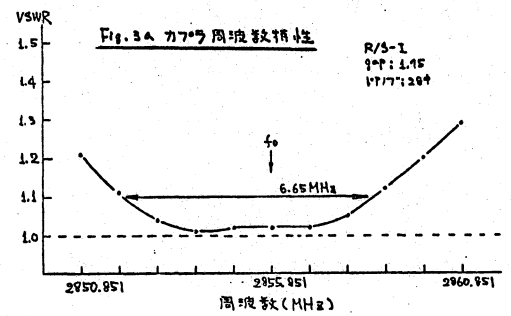
(2) v_gの値を固定した場合、ドラノアdisk 2Aの穴径が小さい程、寸法公差がゆるくなる傾向にある。これは、穴径が大きくなるとホ1空胴の周波数が高い方にずれず。ドラノアに突き出す事によりホ1空胴の周波数を下げる事は出来るが、突き出し量が相当大きくなる。この為、ホ1空胴のE fieldがドラノアの先端に集中する事になり、寸法の変化による影響度が大きくなる為である。これらの結果から、寸法公差の面から見ると、v_gの値はある程度大きい方が良く、又ドラノアdisk 2Aはシギュラセクションの穴径に近い方が良いと結論出来る。

[2] ドラノア形結合器のHEM₁₁モードの取出しについて。

加速ビームの強度が、ある値を越えると、ビームと加速管の相互作用によって急にビームが不安定になり、加速の途中でビームがなくなる様な現象が起る。これはLINACを通過する加速ビームによ

って励起されたfieldとビームとの相互作用に基づくものである事はよく知られている。

これらのビーム・アローアップ(BBU)に対する根本的な対策は、まだ確立されていないが、BBUに対する一つの手段として相互作用距離の短いConstant Gradient形LINAC



NODAL SHIFT PLOT. (2/3πモード) Fig. 3b

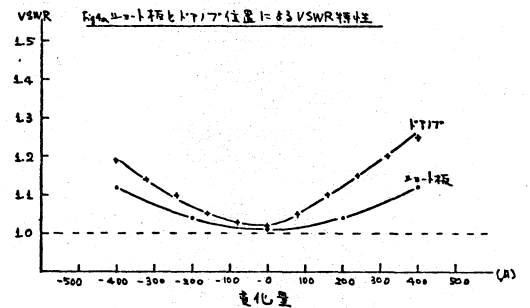
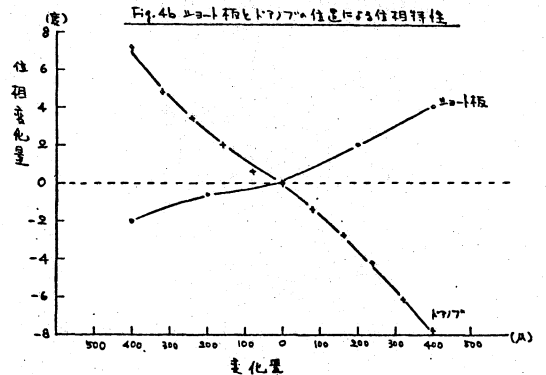


Fig. 4b: Graph showing phase change vs. change in length (ΔL) for two different positions. The curves are linear. Labels include 1777 and 20-1板.



を採用し、集束系を強化する事によつて、ある程度の成果が得られてゐる。 P.F-L1
NALCでは、これらのBBU対策を行った上、更に加連管の入口側に励起されたHEM₁₁モードを外に取出してしまふ事が考えられてゐる。 この考えの第一段階として、ドアノブ型結合器とHEM₁₁モードが結合するかどうかをテストした。 実験の結果によつて、ドアノブ型結合器はHEM₁₁モードに対してそのままの状態では有効な結合は行なわれないことがわかつた。 そこでHEM₁₁モードと結合する様に、ドアノブdiskに特別な結合孔をもうけた結合器について測定を行った。 このdiskはHEM₁₁モードのみに着目して、空洞の2bに近い所に孔をもうけた為、基本波モードは大きくみだされてしまつた。 そこで、できるだけ基本波モードに影響を与えなからざる為H fieldとE fieldが丁度等しくなる位置に孔をあけることにした。 この様な位置に結合孔をもうけたドアノブ型結合器の特性について現在測定中である。 なお、空洞型で基本モードとHEM₁₁モードに対して良好な周波数特性を持ち、ビームの偏向を生じ難いような新しい結合器を考慮中である。