

Accelerating Structure for Japan Linear Collider

Toshiyasu HIGO, Masaaki SUETAKE, Koji TAKATA & JLC Study Group

KEK

Abstract

Disk loaded accelerating structures at 11.424GHz will be used for Japan Linear Collider. As the accelerating cell is small and tolerances are tight, we studied to machine cups to stack and braze together to check the precision. In addition to the basic construction test, we should take care of wake field problem especially for multi bunch operation. A damped cavity proposed by Palmer was studied to check the damping of first transverse mode and obtained a hopeful result. Another method to overcome the problem was discussed briefly.

§ 1 はじめに

Japan Linear Collider(JLC)では、ビームあたり200GeV程度のエネルギーを適度な長さのライナックで得ることを目標に、100MV/m程度の加速電場を想定している。ルミノシティをかせぐ為に1パルス中のバンチ数は10とし、バンチ当りの電荷1.6nC、バンチ間隔は1.4ns、繰返し200Hzとしている。この加速電場をSバンド(2856MHz)及びXバンド(11.424GHz)のディスクロード構造で実現するパラメータを次表に示したが、RFに必要な電力を小さく抑えようとする、充填時間Tfの短い後者を選択することになる。しかし横方向ウェーク場は、aの3乗に逆比例するから、高い周波数の場合は数キロメートルのライナックにわたってエミッタンスの増加を抑えることが困難になる。JLCでは、極端に小さい空洞の製作の困難さ等も考えあわせて、11.424GHzを選んだ。このレポートでは、レギュラーセルの精密加工テストの結果と、マルチバンチ運転に対する横方向ウェーク場の影響を抑える構造案について述べる。

表1 (例 200GeV 100MV/m 定勾配型0.6m加速管)

	2a	v g / c	T f	Peak Power	Total RF Power
	mm	%	ns	MW	MW / Linac
S-バンド	18~16	0.45	450	200	60
X-バンド	8~6	2.17	92	100	6

§ 2 レギュラーセル製作テスト

右図に示したカップを超精密旋盤にて加工した。代表的な精度は、 $2b$ で $\pm 5 \mu / \phi 20 \text{ mm}$ 、真円度 1μ 、同芯度 4μ であり、表面粗度は $0.1 s$ が得られた。又、インロウによる拘束での銀ろう付け後 5μ の同軸度が得られた。各セルの周波数のバラツキは $1/1000$ 以下、また Q 値は計算値の 88% がえられた。

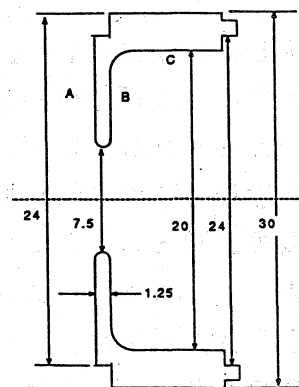


図 1

§ 3 横方向ウェーク場を抑制した加速管構造

加速管の周波数が高くなって $2a$ が小さくなるに従い、縦横両方向のウェーク場による、エミッタンス増加は大きくなる。ここでは、マルチバンチ運転での横方向ウェーク場によるエミッタンスの増加を抑える構造について述べる。

§ 3-1 Damped Cavity の方法

SLACのリニアコライダ TLCのスペックを満たすには、横方向モードの Q 値を 30 以下に落とせば良いことが示された。(1) JLCでも同程度が要求されると思われるので、この Q 値が可能であることを確認するため、Palmer が提案した Damped Cavity (2) の特性テストを行なった。試験に用いたのは図2に示した2セルのCバンドの空洞で中央ディスクにスロットをあげ、アイリスを介してWR90の導波管と広帯域ダミーロードをとり付けて測定した。この空洞の Q_{ex} を、低電力測定 及び MAFIA (3) を用いた計算 (4) から求めて表2にまとめた。図3(A),(B),(C)には各々、スロットの無い場合と表2の#7, 8に示した場合の空洞通過電力の周波数スペクトル

Slot #	G	Iris		T	Q _{ex}
		W1	W2		
1	2.5	10	10	1	102
2	5.0	10	10	1	63
3	7.5	10	10	1	152
4	5.0	10	10	2	127
5	2.5	7.5	7.5	1	991
6	2.5	10	10	1	102
7	2.0	10	10	5	290
8	2.0	10	10	2	72
9	4.0	10	10	2	86

1~7 Calculated 7~9 Measured

表 2

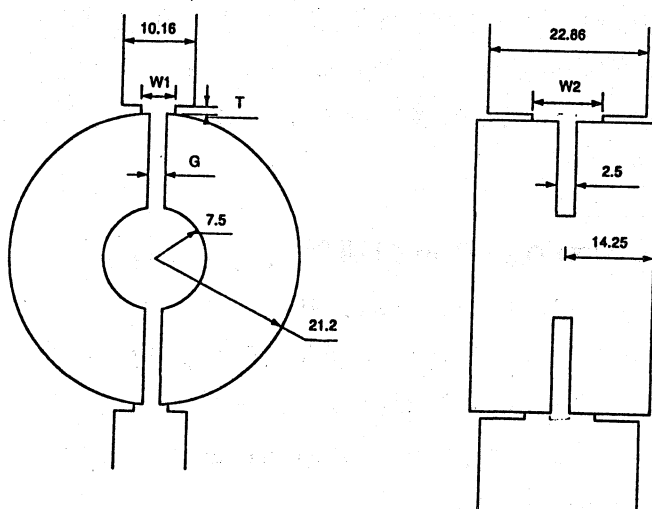


図 2

の測定を示した。TM010 (a) はダンプされておらず、TM110- π (b, 8.3~8.5GHz) 及びTE11 (c, ~9.7 GHz) の Q_{ex} は各々290、180と非常に小さい値が得られた。前者は、導波管に可動短絡器をつけて、短絡の位置と共振周波数との関係を測定して得られた $Q_{ex}=300$ とよくあうことが確認された。この可動短絡の方法はMAFIAによる計算に用いられているものである。また、表2の#2, 4に掲げた Q_{ex} のアイリスの厚さ依存性から、アイリスの幅を大きくとって、カットオフ周波数を低くすれば目標の Q_{ex} を得ることができるであろうと考える。

§ 3-2 横方向モード周波数コントロールによる方法

JLCでは、各セルの「横方向モード周波数」の平均値を0.1%の精度で、また分散を2%にコントロールすることによって、後続のバンチを、横方向キックのゼロクロッシングのフェーズに通過させることができ、実効的にQ値を充分あげたことになることが示された。

(5) この条件を満たす例として、ビームの位相速度とTM110- π のそれとが一致し、そのモードの周波数 F_t が加速モードの周波数 F_a と

$$F_t = F_a \times (n/16) \quad ; n = \text{整数}$$

なる関係を満足する加速管が考えられる。実際、 $2\pi/3$ モード運転で $a=3.56\text{mm}$ とか $6\pi/7$ モードで $a=4.05\text{mm}$ 等を用いれば、上の条件($n=22$)を満たすことができる。しかし、実際は後続バンチが通過するまでに、残された電磁場のモードが π モードからずれることによる各セルの実効的な周波数シフトの考慮をしておかねばならないだろう。

- (1) K. A. Thompson et al.; SLAC-PUB-4537
- (2) R. B. Palmer; SLAC-PUB-4542
- (3) R. Klatt et al.; SLAC-PUB-303, p276
- (4) T. Kageyama; KEK-Report 89-4
- (5) K. Yokoya; private communication

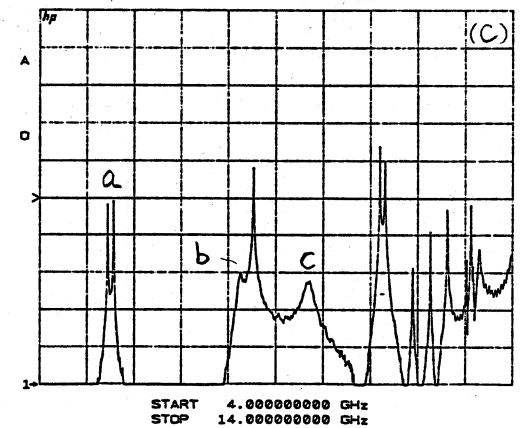
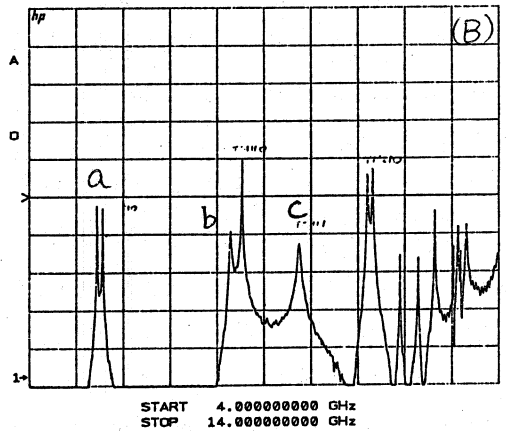
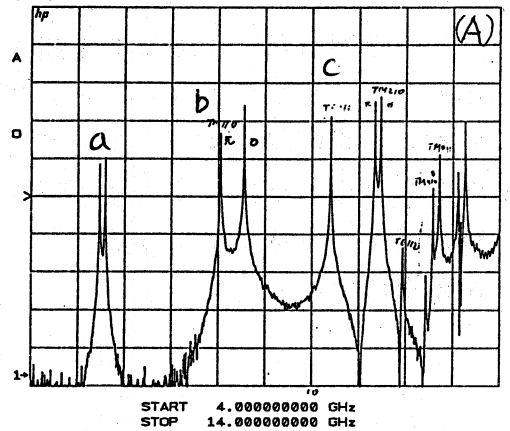


図 3