

H. Matsumoto, I. Sato, Y. Yamazaki, S. Noguchi, K. Takeda,
Y. Fukushima, M. Yoshioka*, S. Takeda**

National Laboratory for High Energy Physics

* Institute for Nuclear Study, University of Tokyo

** Radiation Laboratory, The Institute of Scientific and Industrial Research,
Osaka University

ABSTRACT

The rf characteristics of the cross-bar structure designed for e^+e^- linear collider of the future plane was measured using two wavelengths aluminum cavity. The cross-bar structure offers several advantages over the disk-loaded structure accelerator: Comparable r/Q , wide bandwidth (1000 MHz), high group velocity (0.33 C) in π -mode operation and good mechanical tolerances.

1. まえがき

将来、素粒子の研究に於いてエネルギーがTeV領域の要求が生じた時、加速器は非常に加速電場勾配の大きな構造の開発が不可欠である。今、電子、陽電子線形衝突型加速を考えた場合、SLACの加速管では、 $E_{acc} = 17 \text{ MV/m}$ で1TeVにするには約60kmになる。例えば、 $E_{acc} = 100 \text{ MeV/m}$ を実現出来れば約10km程度に短縮され、現実感がある。この例から解る様に電場勾配を大きくする事は非常に有効である。電場勾配を大きくするには、マイクロ波源であるKLYSTRON出力も非常に大きい必要がある。高電界での放電現象はマイクロ波のパルス幅を小さくする事で限界を上げる事が可能である。又、衝突の際ルミノシティを上げる為、加速電流は大きい方が良い。これらを総括すると加速管構造は、group velocity (v_g) が大きく、 r/Q が大きく、stored energy が大きい条件を満足する事が必要である。これらの高電場勾配のLinear Colliderの研究は、SLAC, NOVOSIBIRSK, DESY 等で行われている。

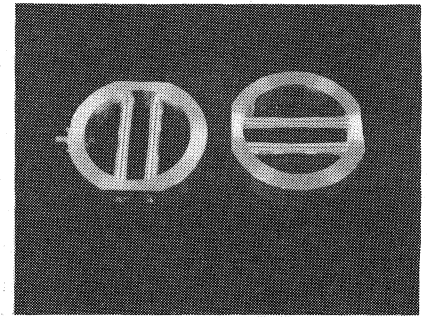
加速方式として、KLYSTRONをマイクロ波源とするDWA, Cross Bar等有り、ビームが誘起するエネルギーを利用したWake Field accelerator, 10^{14} W orderの強力なレーザービームを利用したLASER DRIVEN ACCELERATOR 等が研究されている。本章で紹介するCross Bar構造はCornell Universityの12 GeV electron synchrotronのrf-cavity (714 MHz) に使用された事のある物である。

2. モデル空洞の構造

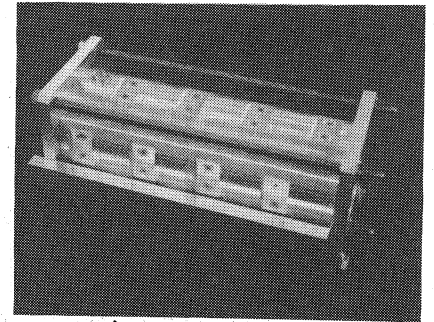
Cross Bar構造の加速管は、Disk Loaded構造に関して幾つかの便利な点がある。それは、 v_g が大きい r/Q は同程度である事、又製作及び組立に伴う寸法公差が緩い等が上げられる。これらの特性を確認する意味も含めて、Sバンド帯2856 MHz (π -モード) の 2λ モデル空洞(アルミニウム)を製作した。設計に当り、Cornell大学の714 MHz空洞を参考にして $1/4$ スケールダウンで寸法決定した。各部寸法と構造をTable.1, Photo.1に示す。Table.1にはL-bandの可能性もある為、1300 MHz についても記載してある。

*単位 ~ cm	1300 MHz	2856 MHz
円筒直径	13.8681	6.3125
Bar 直径 (周辺/中心)	2.0884/1.7323	0.94625/0.7885
Bar 間隔 (軸方向)	5.7629	2.6232
“ “ (半径方向)	4.0052	1.8231
Beam 孔 (縦×横)	2.2729×2.2729	1.0346×1.0346
管内波長 (λ_g)	23.05174	10.4927

Table. 1 Closs-bar structure 主要寸法



a) closs-bar 部



b) 全体 ($2\lambda_g$)
Photo. 1 Closs-bar 空洞

3. 高周波特性

1) Dispersion Diagram

加速モードである π モードは、2837.4 MHz としり 18.6 MHz 低い結果となった。Closs-bar structure での π モードは通常の Disk-loaded structure での $\pi/2$ に相当する。

Dispersion curve の幅は、約 1000 MHz 有、disk-loaded structure の 100 MHz に比べ 10 倍程度ある事が解った。Fig. 1 に dispersion diagram を示す。又、 $v_g \approx 0.33c$ が得られた。Disk-loaded structure が $v_g \approx 0.01c \sim 0.02c$ と比較して、17 倍 ~ 30 倍ある事になる。 v_g は相対値が同程度と計測されたので、 $t \approx 50 \sim 70$ (Hz/m) があると思われる。時間の関係で詳細な計測はしてないが1次的には、通常の disk-loaded structure と比較して優れた面が確認出来た。今後、詳細な計測を行い linear collider の加速器への適合を研究して行く予定である。

