

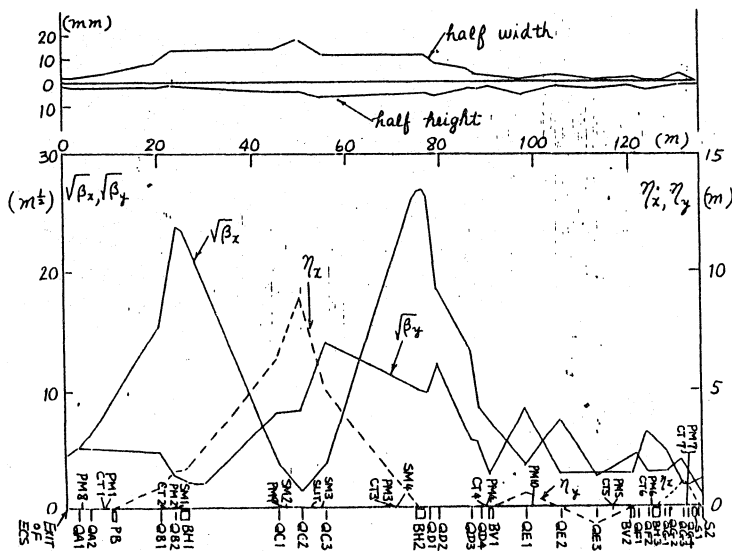
T. Katsura, H. Nakagawa and S. Shibata
National Laboratory for High Energy Physics

ABSTRACT

Beam observation in the transport line was made by using current transformers, fluorescent screens and secondary emission monitors (SEM). Beam profiles were given as both TV images of screens and scope traces of multiplexed wire signals from SEM's. Beam pulse forms from current transformers were also displayed on a scope. The electron beam being injected from the linac, it was analyzed in the initial stage of the line and was guided up to the storage ring by utilizing those monitors selectively as it proceeds.

[1] 概略

電子ビームをリニアックから 150 m 離れたストレージリングへ転送する為に設けられたトランスポート系にビームの位置、プロファイル及び強度を測定する為に各種のビームモニターを用意した。ビームの位置・プロファイル観測には主にプロファイル・スクリーンを用い、さらに高い位置分解能の必要なところには二次電子放出型多線モニター (SEM) を用いた。スクリーンは β -函数の山当り



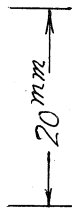
2台計10台 (PM1~10), SEMは η -函数の大小各2箇所計4台 (SEM1~4) を装備した。図1にそれらの配置を示す。ビームサイズも上部に表示してある。電流波形の測定用には電流トランス (CT) を各偏向電磁石の上流側に1台ずつ計7台 (CT1~7) を装備した。以下各モニターについての特性を述べる。

図1 モニター配置

[2] プロファイル・スクリーン

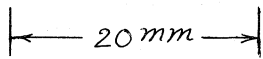
ビームのプロファイル観測の為に、アルミナ板にクロム活性化したもの (品名 AF995 rouge, フランス Desmarquest 社製) を用いた。特徴としては放射線に対する耐久性に優れ、一様性も良く、真空中の使用にも脱ガス等の問題がない。感度の真でも 10^{10} p/cm² から 10^{19} p/cm² の広い範囲で使える。アルミナ板は (50 x 50 x 1 mm³) 場所に依り成型して用いるが、fiducial mark として 2.4φ mm の穴を4箇所開けてある。アルミナ板は真空4エンバ内でビームに当たる以外の時は駆動装置により取出される。ビームに対してアルミナ板は 45° 傾けて

あり、ビームに直角方向にある View port を通してテレビカメラでプロファイルを見る。カメラからの画像はビデオスイッチャを経由し必要に応じてコンピュータで選ばれた2画面がモニタテレビ



に映される。それに対応したスクリーンがビームに当る位置まで挿入される。図2にビーム・プロファイルを示す。垂直方向にはスクリーンが45°傾いているので縮んでみえる。

図2 ビーム・プロファイル・スクリーンのテレビ画像



[3] 2次電子放出型多線モニタ (SEM)

電子ビームを金属に当てた時出る2次電子を信号として見るもので、セラミック様に水平、垂直方向に wire を張ったものを用いる。0.1mmφ 金メッキされたタングステン wire を2mm間隔で縦に29本、1mm間隔で横に32本張ってある。2次電は周囲に加えられた電場で吸取られる。Wire 当り得られる電荷を求めると

パルス幅 $t \mu s$, ビーム幅 $a \text{ mm}$

ビーム電流 $I \text{ mA}$, Wire 径 $d \text{ mm}$

2次電子放出効率 η

wire に残る電荷量 $Q_w \text{ Coulomb}$

$$Q_w = \eta I t d / a \quad n \text{ Coulomb}$$

数値 $I = 50 \text{ mA}$, $t = 1 \mu s$, $d = 0.1 \text{ mm}$, $a = 20 \text{ mm}$

$\eta = 0.04$ を用いると $Q_w \approx 0.01 nC$ の電荷が得られる。この電荷はサンプル・ホールド S/H 回路、マルチ アンプを通してスコップに表示される(図3)。

図4に SEM によるプロファイルを示す。PM3のスクリーンよりビーム幅 19mm が与えられ、それに近い。スクリーンでは残光の為広く見えると思われる。Wire 枠は出入りできるが支障のない限りビームの常時観測に使用できる。

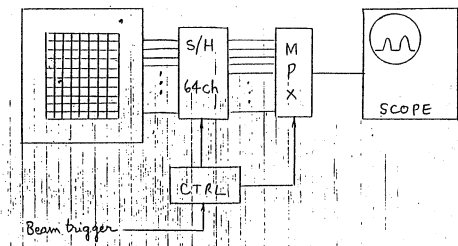
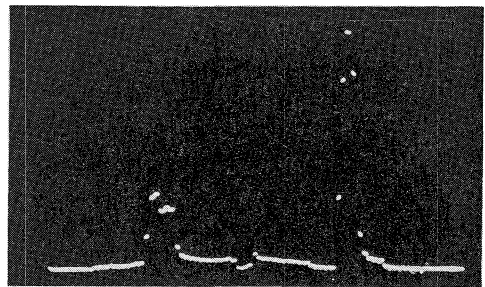


図3 SEM 信号処理系



水平 16mm \longleftrightarrow \longleftrightarrow 垂直 7mm

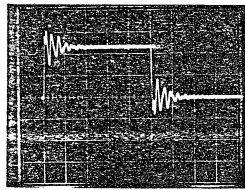
図4 SEM によるビーム・プロファイル

[4] 電流トランス (CT)

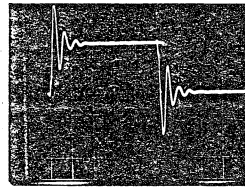
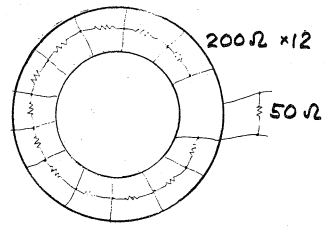
ビーム電流波形の観測の為に、トロイダルコアにコイルを巻いたトランスを用いた。パルス幅 $1 \mu s$ なので、立ち上りを 100 ns 以下で測定する必要がある(小さい浮遊容量)。しかも波形の忠実な情報を得る為に droop も少ないことが望ましい(大きいインダクタンス)。それには透磁率の高い材料を選んで巻数を減らせば良い。そうすれば電流も大きく取れる。コアロスを抑える為にテーパ状のものを巻いてコアを作る。巻線材料と damping 抵抗と選ん

〈CT 形状・材料〉

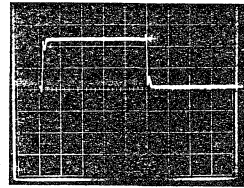
センサーマックス
TMH 50 μ (巻製)
72^{ID} × 120^{OD} × 30^W
巻線数 25t



A.
25t braid
50 mV/div
0.2 μ s/div



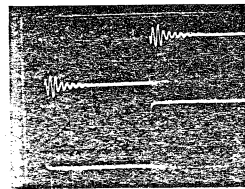
B.
25t braid
コア-アース



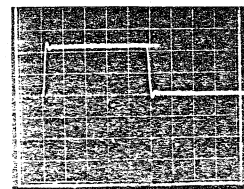
D.
25t 0.3 ϕ Cu
Damping 抵抗
コア-アース

図 5

波形補償の
効果



C.
25t 0.3 ϕ Cu
input
1V/div
0.2 μ s/div



E.
25t 0.3 ϕ Cu
Damping 抵抗

で波形補償を行った。まず 3mm 幅の braid を 25t 巻いたものでは ringing が出る (図 5-A)。出力の一方を コア と共通アースに取ると ringing がより長い周期で起る。これはコイルの浮遊容量が増加することによる (図 5-B)。コイルを 0.3mm ϕ 銅線で巻くと ringing は高い周波数で起る (図 5-C)。ここで damping 抵抗 200 Ω を巻線 2 回毎に結んだものは、ringing が解消される (図 5-D, E)。但し コア-アースすると浮遊容量の増える傾向をみせる (図 5-D)。コアの絶縁には焼出しされたガラステープを用いた。コアは真空チェンバに内蔵され、外部電磁場の影響を避けてある。図 6 に LINAC からのビーム (CT1) とトランスポートの最終端 (CT7) の電流波形を示す。

25mA
CT7
20mA
CT1

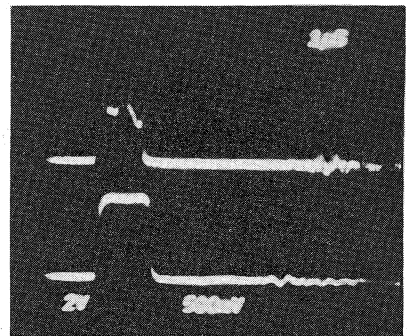


図 6 ビーム波形

[5] まとめ

ビームトランスポートの調整は、まず上流にあるプロファイルモニターから始め、マグネットの電流を変えてビームの位置を正しながら上流へ最大のビーム電流が通過する様にする。全体の調整は 30分 ~ 1 時間で終る。現在のところスリットは使用していないので PM2 のプロファイルでみて約 1% のエネルギー幅のものを取入れている。ビームの位置はスクリーン上で 2mm の精度で読取れる。さらにエネルギー幅の小さいビームを取扱うにはスリットと SEM の使用に加えて、今回未使用の静電型位置モニターが用意されている。