

REAL TIME BEAM POSITION MONITOR (II)

T. Yamamoto, K. Tsumori, S. Takeda and M. Kawanishi

Radiation Laboratory

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

ABSTRACT

A real time position monitor which can be attached to the beam transport tube was made. The position monitor consists of two pairs of electrode for picking up the beam position. The output signal from electrodes were measured by the signal processing circuit using peak detector. Position sensitivity of X axis was kept good linearity in the range of ± 10 mm from centre of the electrode. Minimum beam current which can detect the position was 5 nC on single bunch, 0.5 A on transient 8 nS, respectively.

§ はじめに

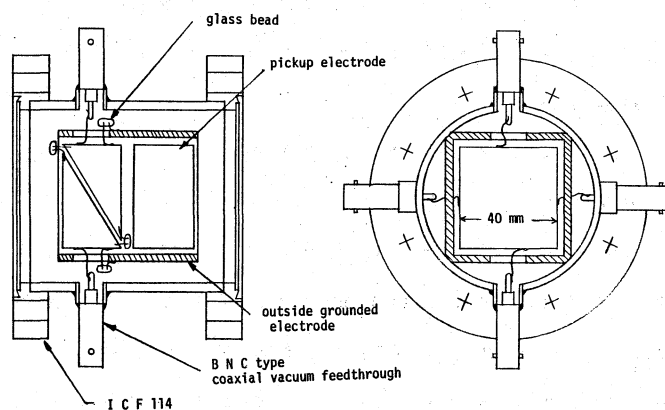
昨年、プロトンシンクロトロン等で、使用されているポジションモニターを試作し、阪大 38 MeV 電子シングルバンチ LINAC でテストを行った¹⁾。その結果をもとに、今回実際にトランスポートチューブ内に取付けられるポジションモニターを製作した。又、各 Pickup 電極からの、高速パルス信号は、将来ビーム位置をコンピューター（マイコン）の CRT 上へ X-Y 表示させることを考え、量子化（A-D 変換）に必要なピークディテクターとサンプルホールド回路で、処理をした。種々のビームモードについて調べ、その結果を報告する。

§ モニターの構造

図一/と二にモニターの構造と写真を示す。接続フランジはトランスポートシステムと同じサイズを使用し、カレントモニターと一対で取付出来る。4個の Pickup 電極は、厚さ 0.5 mm のステンレス板で、それぞれ電極端に $\phi 0.5$ mm のニッケル線を溶接し、その線端をガラスビーズで絶縁と接着し、外部電極にサポートされている。出力端子は、BNC (50Ω) タイプの超高空貫通プラグを使用した。

§ 測定方法

ポジションモニターは、マグネスケール（精度 $5/1000$ mm）を取付けた移動台にのせ、ビーム取出し窓から約 100 mm 離れた所に置いた。あらかじめ、塩化ビニールのシートにビームのプロファイルを焼付け、その位置をモニターの中心に



図一/ ポジションモニターの構造

合せ、マグネスケールの0点をセットした。移動範囲は、X軸方向のみで $\pm 20\text{ mm}$ とし観測室からリモートコントロールした。図-3に測定回路を示す。測定に用いたビームは、シングルパンチ (10 nC) と、 8 nS ($1.6\text{ A}, 2.4\text{ A}, 4.5\text{ A}$) で、それらのビームが、Pickup電極を通過した時に誘起した高速パルス信号を、ピークディテクター回路で引伸し、つぎのサンプル&ホールド回路の出力をオシロスコープで観測した。サンプル&ホールドのトリガー信号は、LINACのINSTR. SYNC.を用いた。

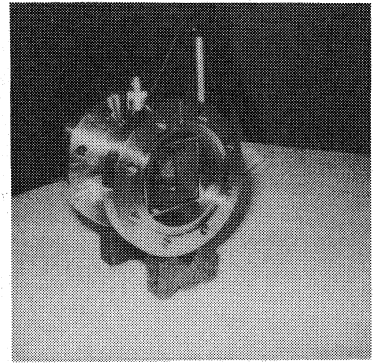


図-2 ポジションモニター

§ 測定結果

各電極から得られる高速パルス信号をA, B, C, Dとした時、 $A - B / A + B$ の処理を行えば、ビーム電流の大きさに関係なくその位置の情報が得られる。今回製作したポジションモニターとその測定回路を組合せた総合的な特性を調べた結果を図-4に示した。実験に用いたビームは、パルス幅が 8 nS とシングルパンチの2種類で、電流は、それぞれ 1.6 A と 10 nC 、ビーム径は約 8 mm であった。このビームをモニターに通過させると、X軸方向が $\pm 10\text{ mm}$ の範囲内で $\pm 1\text{ mm}$ 以下の精度で、又ビームの電流強度が異なっても、その位置は10%以下の誤差でそれぞれ測定できた。X軸方向の範囲が広がるにつれて誤差は更に大きくなった。これは、ビームの電流値によってプロファイルの大きさや形状が変化し、それが電極に影響を及ぼしているのではないかと考えられるが、塩化ビニール板の着色によるプロファイルの測定では正確な分布が解らないので、はっきりした結論は下せなかった。

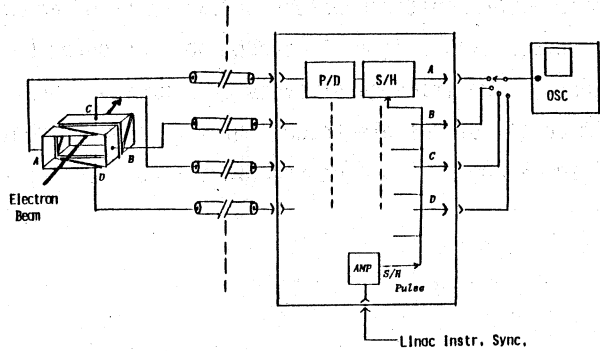


図-3 測定回路のブロック図

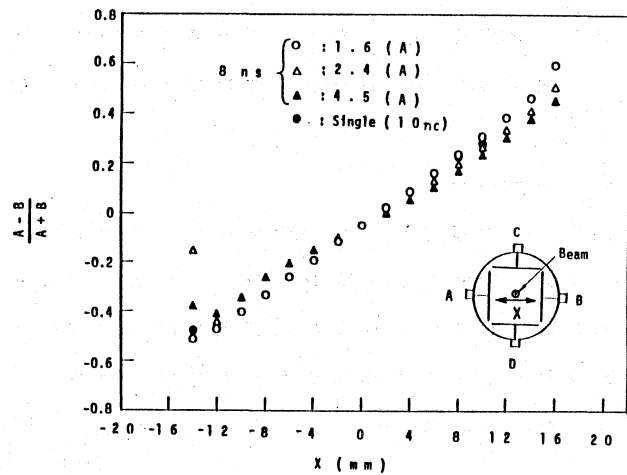
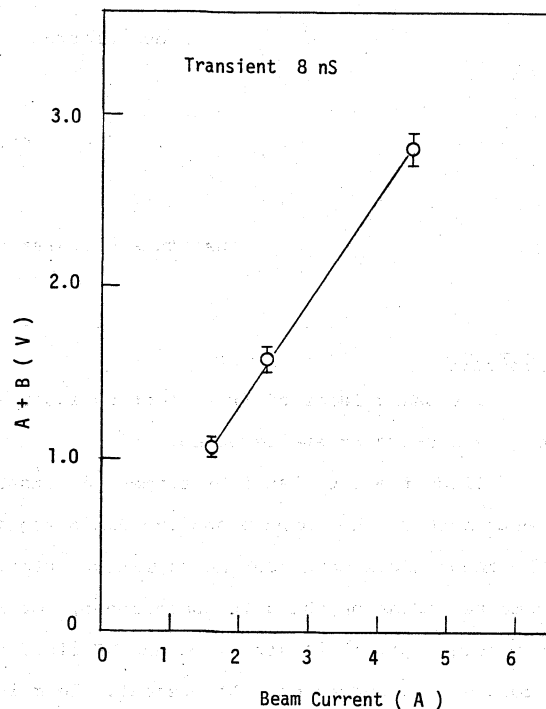


図-4 ポジションモニターの位置感度

このモニターがビームの位置を検出し得る最少のビーム電流値は、ピークディテクターに用いるダイオードの順方向の不感帯電圧と順方向抵抗によって左右される。そこで、種々のダイオードについて調べたところマイクロ波検波用1N415が良い結果を示し、これを用いたピークディテクター回路ではシングルパンチのビームで 5 nC 、 8 nS では 0.5 A のビーム電流まで、位置の検出が可能であった。この感度はトランジェントモードの運転には充分であるが、シングルパンチモードには若干不十分である。これを改善するにはピークディテクターの前段に、

超高速アンプ（例えば、B&H D-C 3002）を用いると良いが、非常に高価なので実現は難しい。現在の装置では、ピークディテクターとビームモニターの距離が約 20 m 離れており、その間のケーブルロスを考えてディテクターの回路をモニターに近づければ少しでも感度は向上するが、しかしビームがふく射する電磁ノイズの影響が問題になりSN比の点で、どちらが有利とも言えない。

このモニターは又、対向する電極（AとB）の信号を加算すると、ビーム電流に比例した出力が得られる。図一五に示す様に 8 ns のパルス幅で、ビーム電流と A, B 電極の出力電圧を測定した結果両者は比例関係にあることが確かめられた。ただこの場合もビームの形状によると考えられる誤差が少し含まれているが、ビームポジションモニターとカレントモニターを兼用できる優れた装置である。



図一五 ポジションモニターの電流感度

§ まとめ

今回の実験で出力信号の処理回路まではほぼ満足すべき結果が得られた。次の段階としては、シングルパンチビームの検出感度を向上させる為に、高速オペアンプを使って信号レベルのアップをはかると共に、処理回路の出力信号をマイクロコンピューターに入力して、ビーム位置と電流値を表示させる為のインターフェースとソフトを開発する予定である。

参考文献

- 1) 山本 他 第7回ライナック研究会報文集 (1982) 92