

SECONDARY ELECTRON PROFILE MONITOR

T. Kobayashi, T. Ueda, H. Kobayashi and Y. Tabata
Nuclear Engineering Research Lab., Fac. of Eng. Univ. of Tokyo

ABSTRACT

It is important to measure a beam profile for adjustment of a beam, for operation of the Linac and for the accurate application of the linac. The beam profile monitor composed of four scanning wiers has been developed. Usually a circumscribed square with the beam envelope can be monitored by a multiwire monitor. A circumscribed octagon with the beam envelope can be monitored by the four scanning wires. This profile monitor is available for the beam profile measurement from micro- to pico-second electron pulses by gain control of an amplifier.

1. はじめに

加速器のダクト中のビーム軌道、形状、密度分布を知る事は、運転、研究及び加速器を使用したの各種実験に不可欠で色々な方法で計測されている。しかし現在でもダクト中心軸に対するビームの傾き、形状、密度分布を正確に計測するには至っていない。我々の開発したプロファイルモニタの特色は4本のワイヤを駆動する事でビームと8角形で近似し、ビームの傾き、形状、密度分布を簡単に測定できる。その信号処理はコンピュータを用いて行ない、正確な情報をいち早く知る事ができる。プロファイルモニタを考え出したので報告する。

2. 4線走査型プロファイルモニタシステムの構成

4線走査型プロファイルモニタシステムをFig-1に示す。このシステムは、破線の様にセンサー部、インターフェイス部、信号処理部に分けられる。我々にインターフェイスの持たないで、センサー部と信号処理部の試験、検討を行なった。

3. 4線走査型プロファイルモニタの構成

4線走査型プロファイルモニタヘッドの構成は、Fig-2にある様に絶縁枠(セラミック etc) 2つにそれぞれ2本のワイヤ(ニッケル線 500 μ m etc) をFig-2の様に張り、ダクトX-Y軸に対して直角にそれぞれ据え付ける。絶縁枠をステップモーターで駆動させ、ビームがワイヤに衝突して放出した二次電子の量をモニタする事によりビームプロファイルを求める。このプロファイルモニタは、ダクトX-Y軸に対して直角にC、Dワイヤを張り、45°にA、Bワイヤ

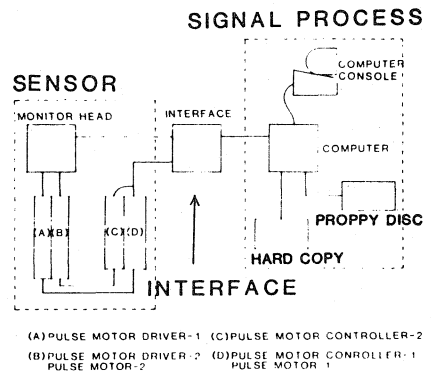


FIG-1

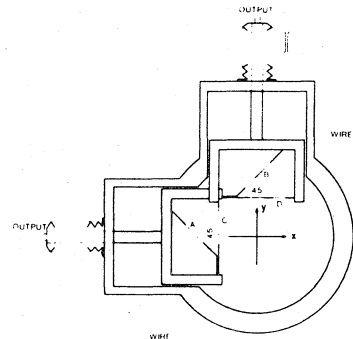


FIG-2

を張っている。そしてワイヤーには二次電子が飛らないようにバイアスをかける。

4. 4線走査型プロフィールモニタ予備試験(センサー部)

試験的に Fig-3 に示す真空容器を製作して BNC 型真空導入端子に $500\mu\text{m}$ のニッケル線を1本張り、ロータリポンプで真空引きを行なった。容器の真空度は 10^{-3} Torr 程度である。そして、Fig-4 の試験回路でビームプロフィールの測定を行なった。真空容器は移動架台 ($1\text{mm}/\text{sec}$) の上に乗せ、ビームを横切る位置に合わせる。信号線には電池でバイアスをかけ二次電子が飛らないようにし、微小信号(数 mV) をサンプルホールドし、アンプを用いて増幅した信号をビームに同期したトリガーで DIGITAL MEMORY に書き込み、測定終了後オシロスコープで測定する。信号が最大になる所にワイヤーを設定して、バイアス電圧を変化させ信号出力をプロットした図が Fig-5 である。バイアスが低い所で二次電子放出率が異常に高くなる現象が表れた。この現象は、二次電子電圧依存性異常放出の可能性もある。また Fig-6 は、バイアス電圧 -36V でビーム条件はパルス幅 10ns 電荷量 $2\text{nC}/\text{PULSE}$ の時のビームプロフィールである。直径は 10mm で、Fig-3 真空容器のビーム入出窓のビームスポットから考えて妥当である。

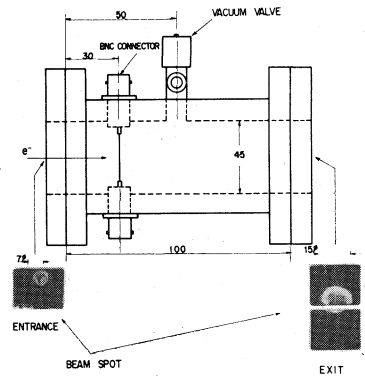
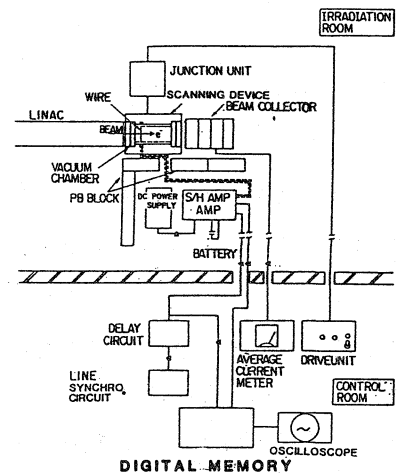


FIG-3



BLOCK DIAGRAM OF THE BEAM PROFILE MONITORING SYSTEM

FIG-4

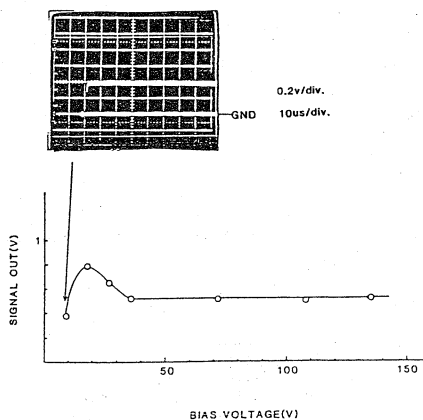
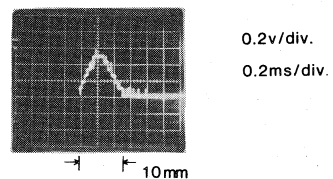


FIG-5

BEAM PROFILE



BIAS VOLTAGE:-36V

FIG-6

5. 4線走査型プロフィールモニタ信号処理の検討(信号処理部)

Fig-7 の様に A, B, C, D のワイヤーを矢印の方向にビームと同期したステップモーターで移動させてゆく。それぞれのワイヤーから得られる信号は、グラフ A, B, C, D の様になる。横軸にワイヤーの移動した距離、縦軸は信号強度を表わしている。また、ビームを2重の楕円で表示

しているのは、ビームの状態を仮定して密度分布を付けた。外側の楕円の密度1に対して内側の楕円は3とする。また楕円の境は信号強度のピークポイントから50%の所に設定している。

グラフA、B、C、Dを用いてビームの外径、50%ラインの径を破線で示した。非常によくビームの外径、50%ラインの径も対応する事が判る。同様にF、g-8は、内、外径の楕円の密度を等しく1:1に仮定した時で、これもよく対応している。そこで模擬信号をコンピュータに入力後処理を行ない、ビームの形状をグラフに描いた図がF、g-9である。非常に判り易く、従来のマルチワイヤ方式によるモニターでは判別不可能なビームの傾きまで、ビームの形状、密度分布と共に克明に表示できる事が期待される。

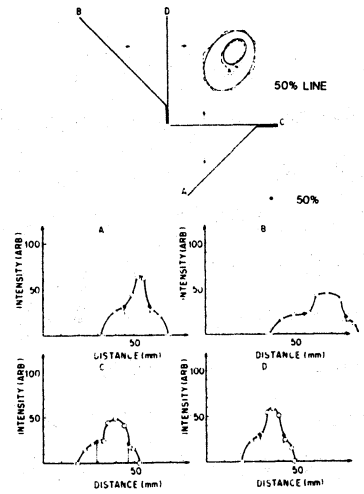


FIG-7

6. 信号処理時間の検討

我々が現在使用しているストリークカメラは、ビーム調整時に約10秒で信号をモニターテレビに表示する。この程度の時間で信号処理がプロフィールモニターでも出来れば、調整実験等に支障はない。そこでF、g-2のモニターヘッドをビーム/PULSEに対して1mm移動する様にすると、これで40mmをサーベイするとビーム繰り返し6.25 PPSで6.4秒である。この状態でビーム調整をしてビームをダクト中心に合わせる。そしてビーム/PULSEに対しての移動距離を500 μ m、250 μ m、100 μ mというように移動速度を切換えて更に精度のよい測定を行なえばよい。例えば、ビーム繰り返し6.25 PPS、移動距離500 μ m/PULSEとすると、サーベイにかかる時間は最大12.8秒である。

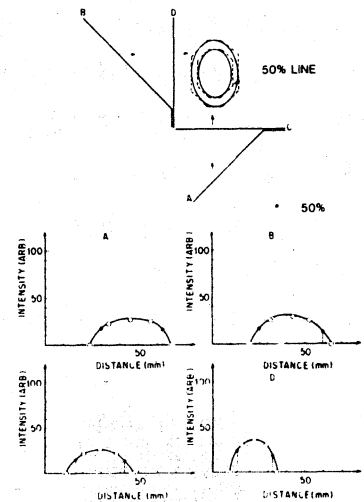


FIG-8

謝辞 モニター試作にあたり助言していただいた東大工学部の細野米市氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 放射線による大線量効果の現状と展望 (日本原子力学会, 1980) P. 45

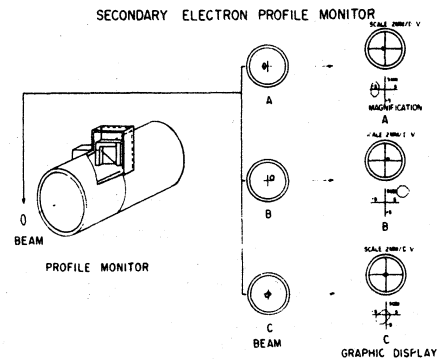


FIG-9