

MEASUREMENT OF ELECTRON BEAM DISTRIBUTION
DEPEND ON MICROWAVE TOMOGRAPHY

T.YOSHIDA , T.ENOTO , A.ENDOH*

45MeV Electron LINAC Research Laboratory

Department of Nuclear Engineering

Faculty of Engineering , Hokkaido University

* SONY

【 Abstract 】

A new type beam monitor which use microwave band slot antennas can be made easily and cheaply . From the experimental result , this monitor can be used for the electron beam with duration from 10nsec to 3μsec .

Using this monitor , we tried to measure electron beam distribution depending on the microwave tomography , and the result , it became clear that this measurement way was proper method and we can hope for beam profile monitor .

マイクロ波トモグラフィーによる電子ビーム分布の測定

【 序 】

スロットアンテナは、十分に大きい薄い導体板に細長い隙間（スロット）を設けたもので、磁流ダイポールアンテナと等価なマイクロ波アンテナである。その諸特性と実用化の可能性については前回までの報告にまとめてある。

今回、本モニターのコンピュータトモグラフィー法での適用を目的とし、その第一段階として、スロットアンテナによる電子ビームのプロファイルの測定可能性について調べた。本測定方法の意義は、周波数特性の限られた測定器においても容易にビームの時間、空間分布を測定できる点にある。

【 電子ビームの時間分布 】

北大45MeV Electron LINAC電子ビームは、周期350psec、バンチ幅数10psecの微細構造パルス列が集まって構成されている。この微細構造パルスを、例えば、ガウス分布した線状電荷としてみなした場合、シミュレーションよりバンチ幅によって距離依存性が変化し、しかも、ビーム位置から離れることによってそれが大きく変化する（Fig. 1、2）。

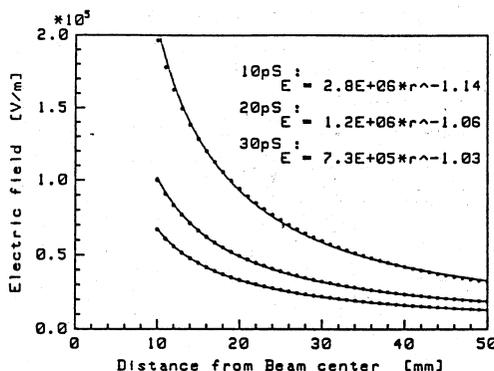


Fig. 1 電界分布 E_x (ガウス分布線状電荷の集合)
: X = 10 mm ~ 50 mm

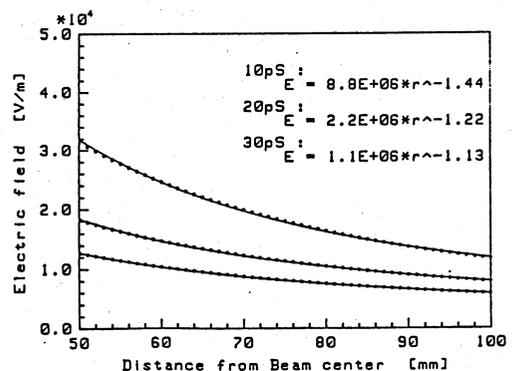


Fig. 2 電界分布 E_x (ガウス分布線状電荷の集合)
: X = 50 mm ~ 100 mm

従って、ビームプロファイルを測定するには第一にパンチ幅を推定することが必要であり、前回の報告において、ビームからの電磁波から銅板を用いて入射波と反射波との間に定在波を生成し、ダイポールアンテナを用いてこの定在波を測定することからパンチ幅を実験的に求めることを試み、スペクトル解析により半値幅が30 psecから60 psecと推定された。今後は、この各スペクトルの強度比と位相を求めパンチ幅を特定する予定である。

【 電子ビームの空間分布 】

1. 実験体系

スロットアンテナの形状は、Fig. 3に示すように一枚の薄い銅板(250mm×250mm:厚さ0.2mm)にビーム通過口(120mmΦ)を設け、スロット(6mm×3mm)中央に50Ωのセミリジッド型同軸ケーブルを接続したものである。今回、ビームのあらゆる角度方向への電界を測定するためビーム通過口の回りに30度間隔でスロットを設けた。

本モニターをアクリル製の枠にはめ込み

、XYステージに載せホストコンピュータで制御、移動する。スロットからの出力は自乗検波特性を有するクリス

タル検波器を通して約20m離れたデジタルオシロスコープ(岩通TS-8123)に記録し、GP-IBを通してホストコンピュータに取り込んだ(Fig. 4)。また、実験精度を向上するため測定系全体を電波吸収材で覆った。

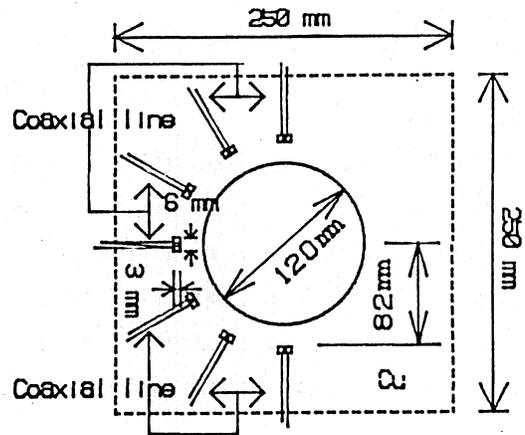


Fig. 3 スロットアンテナの形状

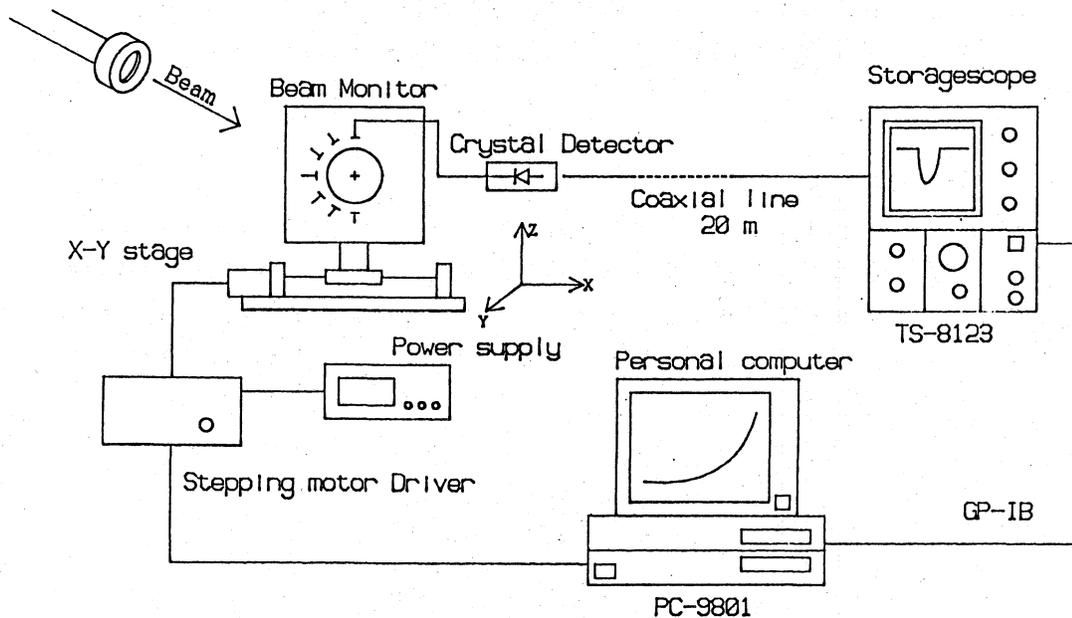


Fig. 4 ビーム測定体系

2. 実験結果

Fig. 5、6にビームをビーム通過口中心からXZ平面内でX方向（ビーム進行方向に対し垂直面内で横方向）に-20mmから+20mm、Z方向（ビーム進行方向に対し垂直面内で縦方向）に-10mm変化させたときの出力を示す。スロットとビームとの間の角度の違いによって、出力電圧の距離依存性も変化しており、ビームとの絶対位置に近いスロットほど距離依存性ははっきりと現れている。また、ビームのZ方向の値を変化させたところ、出力電圧の絶対値変化は生じるが各スロットでの出力曲線は相似なものを表した。

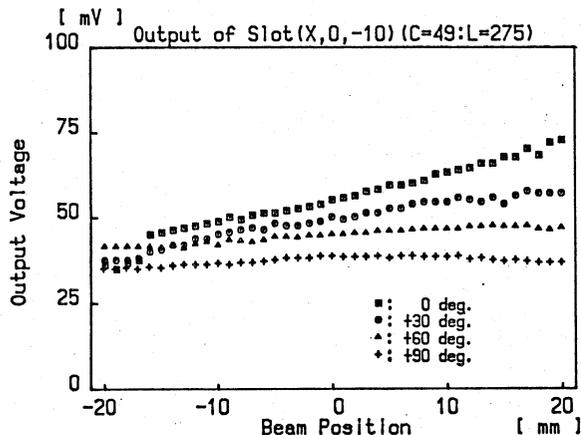


Fig. 5 スロットからの出力と回転角度
: $\theta = 0 \text{ deg.} \sim +90 \text{ deg.}$

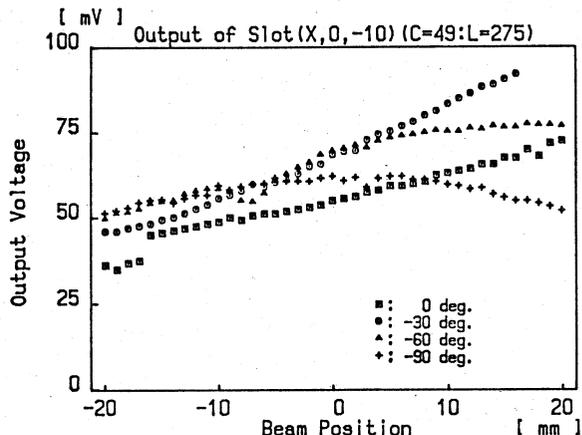


Fig. 6 スロットからの出力と回転角度
: $\theta = 0 \text{ deg.} \sim -90 \text{ deg.}$

【 結論 】

多数のスロットアンテナによりビーム位置との角度依存性が求められた。この結果からビームとの距離依存性を測定し、各スロットアンテナの電子ビーム分布の測定可能性が示された。

今後は、時間分布によるビームのパンチ幅と、空間分布の測定によるビームの距離、角度依存性からビームのプロファイルを考察し、スロットアンテナの新しいビームモニターとしての実用化実現をはかる予定である。

【 参考文献 】

- 1) A.ENDOH, T.YOSHIDA, T.ENOTO, " A STUDY OF BEAM POSITION MONITOR BY SLOT ANTENNAS " Proceedings of The 11th Meeting on LINEAR ACCELERATOR IN JAPAN, KEK Report 86-4, August 1986, p174-176
- 2) T.YOSHIDA, T.ENOTO, H.TANIDA, K.SATOH and A.ENDOH, " MEASUREMENT OF ELECTRON BEAM CHARACTERISTICS OF LINEAR ELECTRON ACCELERATOR BY SLOT ANTENNAS " PROCEEDINGS OF THE 12th MEETING IN JAPAN, August 24-26 1987, p47-49
- 3) 遠藤 彰, 昭和62年度修士論文 " スロットアンテナを用いた電子ビームポジションモニターの研究