

MEASUREMENT OF ELECTRON BEAM CHARACTERISTICS
OF LINEAR ELECTRON ACCELERATOR BY SLOT ANTENNAS

T. YOSHIDA, T. ENOTO, H. TANIDA, K. SATOH and A. ENDOH*

45MeV Electron LINAC Research Laboratory

Department of Nuclear Engineering

Faculty of Engineering, Hokkaido University

*SONY Corporation

Abstract :

We measured radiation fields of the accelerated relativistic electron beam using different kind of wave guide detectors, Analysing these result by MEM, we have obtained that fundamental frequency of fine structural pulse is about 13GHz and so FDHM of this pulse is estimated about 26psec. We expect that this method, using microwave detector, can be applied for the beam monitor and also position monitor.

スロットアンテナによる電子線加速器ビームの測定

【 序 】

前回の報告において、電子線型加速器の非接触型ビームモニターとして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実用性を示し、さらには、アンテナの寸法及びモニターの形状を変えることで種々の出力特性を得た。その結果から、本モニターは近傍界を用いることでアンテナ受信系としてかなり特異な利用法であることが解った。また、スロットアンテナからの出力電圧には電子と共に動く静電界と周囲への静電誘導、放射電磁界が寄与していることが予測される。今回、アンテナ受信系として導波管検波器および導体線アンテナを用いることによって電子ビームからの放射電磁界の測定を試みた。そして、その出力結果から電子ビームの微細構造パルスについて検討した。

【 測定方法 】

測定体系をFig. 1に示す。加速器ターゲット孔の対面に銅板を固定し、その間に銅板方向を向けて導波管検波器を設置した。導波管検波器はアクリル板に固定し、X-Yステージ上におき電子ビームの進行方向に対して垂直面内、平行軸内で移動が可能にしてある。また、導体線アンテナは、Photo. 1のようなセミリジット型の同軸ケーブルを用いて製作したもので、導波管検波器と同様、アクリル板に固定して用いた。このアンテナ系からの出力を20m離れたストレージオシロスコープ（岩通TS-8123S）に記録し、GPIBを通してホストコンピュータに取り込んだ。測定に用いた導波管検波器の帯域は35、20GHzのものであり、導体線アンテナには10MHz-18GHzのクリスタルマウントを取り付けた。また、周囲金属の影響を除くために測定体系全体を電波吸収壁材で覆った。

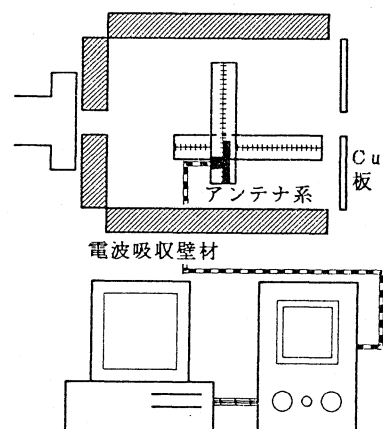


Fig. 1 測定体系

【 結果 】

1. 出力特性

電子ビームの進行方向に対して平行に、銅板からアンテナ系を移動したときの出力結果をF i g . 2に示す。用いた導波管は35 GHzのものである。測定結果より明らかに加速電子ビームが銅板によって定在波を生じており、大きな波の上に微細な波が乗っているのがよくわかる。この出力結果を数学的に解析するためにフーリエ変換を行って周波数特性をみたのがF i g . 3である。測定体系の精度上、観測点が最大でも200数点ほどしか取れないため、解析方法には短いデータからもスペクトルの推定が可能であり、分解能が極めて高いとされる最大エントロピー法(MEM)を用いた。

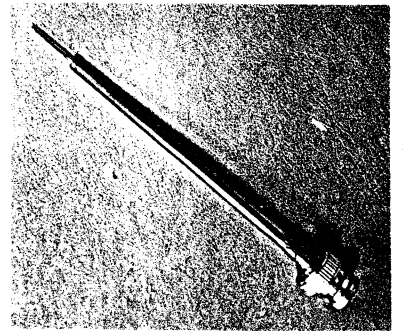


Photo. 1 導体線アンテナ

本研究施設加速器のクライストロン加速周波数が2856 MHzであることから、この大きな定在波はその周波数を示すと考えられるが、用いた導波管のカット・オフ領域に入っているため理論値と一致していない。ここで注目したいのは14 GHzに出ているスペクトルである。これからLINACのビーム構造を推定することが期待できる。

2. ビーム構造の推定

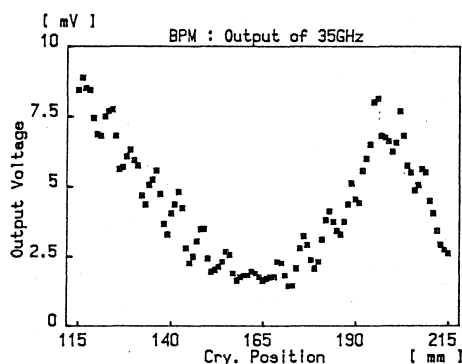
アンテナ系に帯域35、20 GHz導波管検波器を用い全体の移動距離を長く取ったときの測定結果をF i g . 4, 5に、そのスペクトル解析をF i g . 6, 7に示す。また、導体線アンテナからの出力結果と解析結果をF i g . 8, 9に示す。

F i g . 6, 7それぞれ2つの主スペクトルがあり、このうち低周波数帯部分に現れているものはクライストロンの加速周波数を示し、他方のスペクトルが微細構造パルスの基本波周波数を示していると考えられる。その周波数はおよそ13 GHzである。

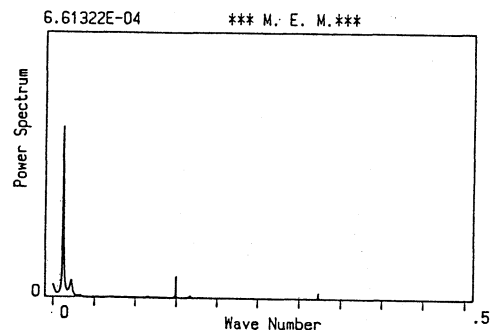
【 結論 】

導波管検波器を用いたアンテナ系によって電子ビームの作る放射電磁界、特に銅板との間にできる定在波の測定が可能となり、その結果から、LINAC電子ビーム微細構造パルスの基本波周期とその半値幅がおよそ13 GHz、26 psecであることが推定できた。さらには、本実験方法がLINACのビーム構造を知る手法として応用が期待できることが解った。

しかし、導体線アンテナからの出力結果と加速周波数、ビーム構造との関係についてはまだ明確でない。今後は、このアンテナ系からの出力特性の改善や、逆フーリエ変換を用いた理論的解析を進めて、高帯域波形モニターとしての実用性をはかる予定である。



F i g . 2 35 GHz 出力結果 1



F i g . 3 35 GHz MEM1

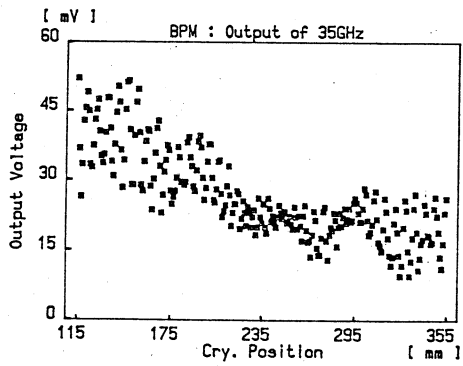


Fig. 4 35GHz出力結果2

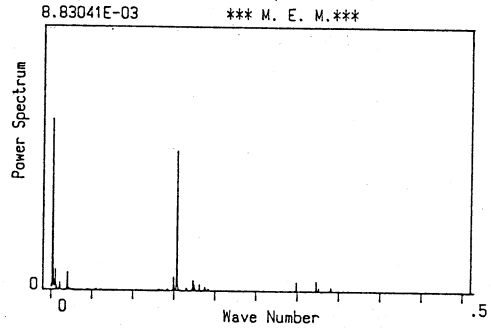


Fig. 6 35GHz MEM2

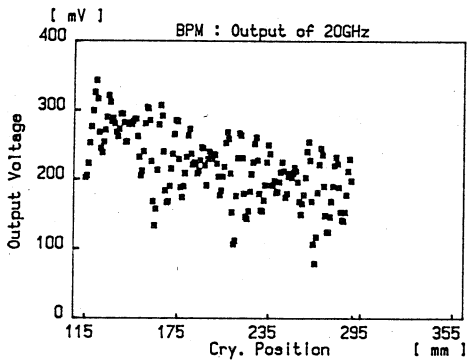


Fig. 5 20GHz出力結果

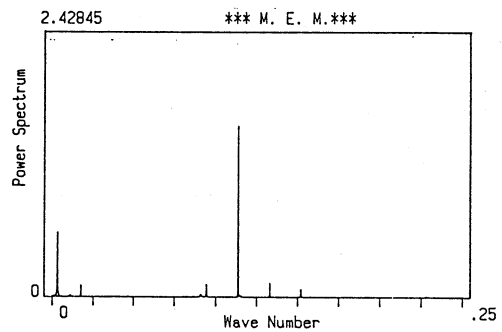


Fig. 7 20GHz MEM

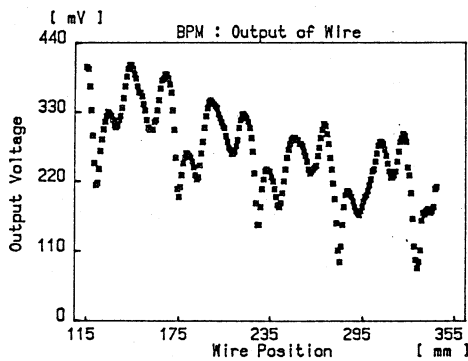


Fig. 8 導体線アンテナ出力結果

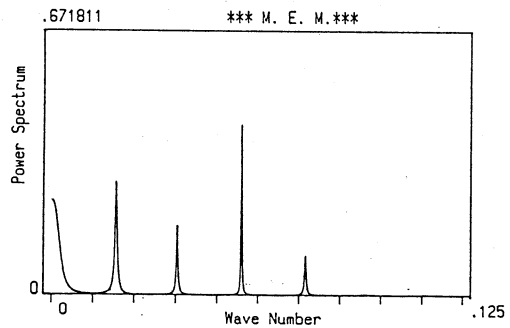


Fig. 9 導体線アンテナMEM

[参考文献]

- 1) T.ENOTO, A.ENDOH, " BEAM POSITION MONITOR BY SLOT ANTENNAS ", Proceedings of The 10th Meeting on LINEAR ACCELERATOR IN JAPAN, Supplement No.2 to Research Report of Nuclear Science, Tohoku University, Vol.18, 1985, p76-78
- 2) 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
- 3) 遠藤, 吉田, 榎戸, " 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検討" 電子通信学会技術研究報告, Vol.86, No.180, p31-36