

[F16p25]

DEVELOPEMENT OF A BEAM CHARGE MONITOR

Y.Hosono, M.Nakazawa, ¹T.Ueda and ¹K.Yoshii

Department of Quantum Engineering and Systems Science, School of engineering,
University of Tokyo.

¹Nuclear Engineering Research Laboratory, School of Engineering, University of Tokyo.

Abstract

A Beam Charge Monitor (BCM) for a 35MeV electron linear accelerator has been developed. The BCM consists of an amorphous magnetic core monitor, a charge sensitive amplifier, a linear amplifier and multichannel analyzer. It applied the technique of radiation measuring system. Test measurements of the present monitor have been made under the conditions of the accelerated charges of lower than 0.3nC/pulse to 1.4nC/pulse and the pulse width ranging from 10ps to 2ns. The results show that the present monitor is applicable to accelerated charges measurement in the two acceleration mode.

ビーム電荷量モニターの開発

1. はじめに

東大 35MeV 電子線形加速器は、フェムト秒・ピコ秒領域の単バンチビームとナノ秒・マイクロ秒領域の多バンチビームを加速することが可能で、パルスラジオリシスや高速物理現象の解析をはじめとする多くの研究分野に用いられてきた。

それらの実験に際しては、加速ビームの調整や実験精度向上の観点からビーム電荷量やビームの安定性をリアルタイムで知ることが求められ、その測定には非接触型のアモルファスコアモニターが使用されてきた。

しかし、同モニターは（他のコアモニターも同様であるが）、加速電荷量が同一であっても、単バンチビームと多バンチビームでは、出力波高値が異なるという問題があった。この原因は、コアモニターの応答性がピコ秒パルス電子線ビームに対して十分でなく、

電子回路的には中途半端（不完全）な積分を掛けたことになるためである。したがって、この問題を解決するためにコアモニターの出力信号を十分に長い積分時定数で積分する方法が提案されてきた¹⁾。

そこで筆者らは、この方法さらに発展させ微小な加速電荷でも測定可能とするために、放射線計測で用いられる手法、すなわちモニター出力を電荷敏感増幅器によって積分を行い、線形増幅器で波形整形の後、多チャンネル波高分析器で測定する Beam Charge Monitor（以下 BCM と略）の開発を行った。

2. 原理および実験結果

BCM の概要を第 1 図に示す。検出器は、ビーム出口窓近傍に設置されているアモルファスコアモニター（以下 ACM と略）を用

いた。ACM は、これまで電子線ライナックに多用されてきたコアモニターに比べて速い応答性を持ったもので、立ち上がり時間は数ナノ秒である²⁾。

パルス電子線ビームがモニターを通過したとすると、その時に誘起される信号は微分波形となるが、ACM の応答時間がナノ秒であることから、実際はその応答性に対応する積分時定数を持つ回路で積分されたことと同じになる。もし、ACM 応答時間がフェムト秒領域であるならば、ピコ秒パルス電子線通過に伴うモニター出力は、微分波形として観測されることになる。

実験では、ACM 出力を約 10 m のセミリジッドケーブルを通して電荷敏感増幅器 (ORTEC 製) に入力し、そこで ACM 等の応答時間よりも十分に長い時定数 (約 1ms) で積分を行った。電荷敏感増幅器の出力の立ち上がり時間は、ACM 出力の積分結果に相当している。この出力を線形増幅器 (リニアアンプ) で波形整形し増幅の後、多チャンネル波高分析器で測定した。この時の波形整形時定数は、6 μ S であった。

ACM を通過したビームは、ビーム出口窓から空気中に出て炭素ターゲットで止まる。その時に流れる炭素ターゲット電流を加速電荷量とした。なお、ターゲットにビームが入射すると、ターゲットから 2 次電子が放出され、加速電荷量の過小評価につながる。しかし、その 2 次電子量は、加速電荷量の数% であることから、ここでは無視している

実験は、加速電荷量 0.3nC / pulse から 1.4nC / pulse の間でピコ秒単バンチビームとナノ秒多バンチビームを用いて行った。

これまでの測定方法 (オシロスコープで使用) による測定結果を第 2 図に示す。同図丸印は、多バンチビーム時、四角印は単バンチビーム時の出力を読みとったものである。同図から ACM の出力波高値は、加速モードが違うと異なる、ということがわかる。次に今

再開発した方法で測定した結果を第 3 図に示す。同図から明らかなように、本方式では、加速モードに関係なく加速電荷量に比例した出力が得られている。この時の分解能は (FWHM)、約 23pC/pulse であった。

3. むすび

放射線計測に用いられる手法を用いて BCM を構成し、単バンチビームと多バンチビームを用いて特性測定をおこなった。その結果、本方式は、BCM として有効であることが確認された。S/N 値を改善すれば、測定可能な加速電荷量は、0.023nC 以下になるものと思われる。今後は、専用の電荷増幅器やリニアアンプを開発し、さらに実用的な BCM をめざす予定である。

参考文献

- 1.Klaus B.Unser: Proceeding of the first European workshop on beam diagnostics and instrumentation for particle accelerators (1993) pp.105-109.
- 2.T.Kobayashi et-al:Nucl. Instrum. and Methods B79 (1993) pp.785-787.

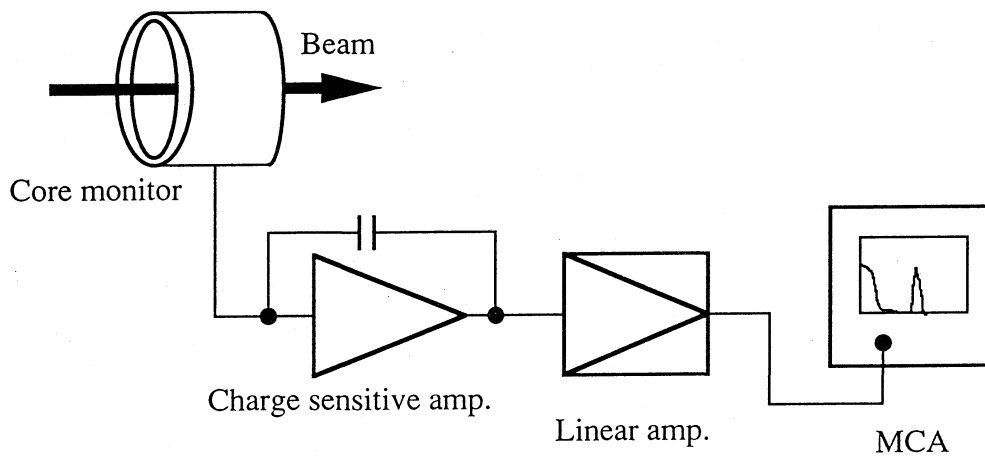


Fig.1 Schematic view of a BCM

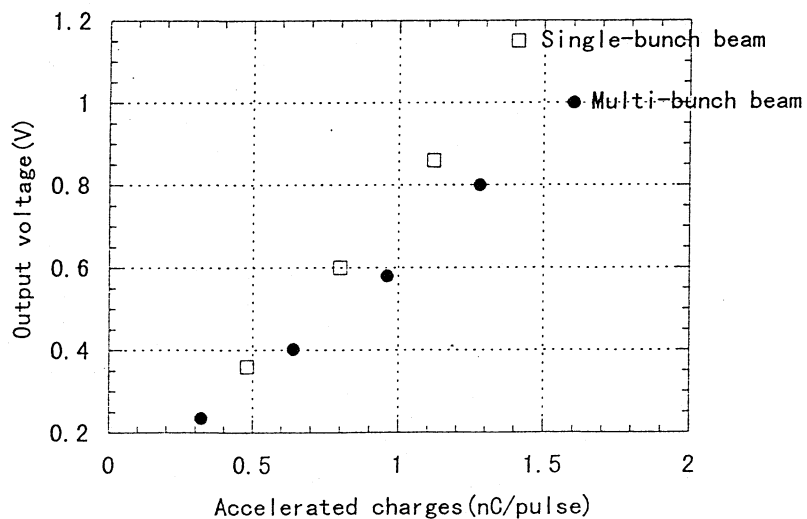


Fig. 2 Output voltage Vs. accelerated charges

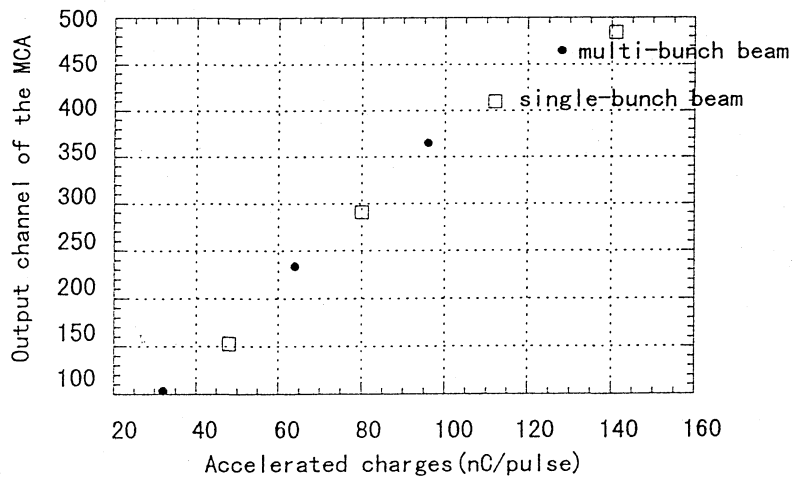


Fig. 3 Output Channel Vs. Accelerated charges