

パルス電子線用コアモニターの改善

細野米市^{A)}、中沢正治^{A)}、上田 徹^{B)}

^{A)} 東京大学大学院工学系研究科

〒113-8052 文京区本郷 7-3-1

^{B)} 東京大学大学院工学系研究科附属原子力工学研究施設

〒319-1188 茨城県那珂郡東海村白方白根 2-22

概要

東大35MeVライナックに設置されているアモルファスコアモニター出力特性の改善を行った。同モニターは、高速応答性を持っている反面、多バンチビームと単バンチでは、加速電荷量が同一であっても出力波高値が異なるという欠点があった。このため筆者らは、モニター出力波形を回路的に処理することによって、加速モード（単バンチ、多バンチ）に関わらず、加速電荷量に比例した出力を得られるように改善した。実験は、850pC/pulse以下の単バンチビームと多バンチビームを用いて行った。その結果、この方式は有効であることが確認された。本方式は、他のパルス電子線加速器モニターにも応用可能である。

1. はじめに

東海村の原子力研究施設に設置されている35MeV電子線ライナックは、ピコ秒パルス単バンチビームやそれを圧縮したフェムト秒パルス電子線およびナノ秒・マイクロ秒領域の多バンチビームの加速を行ってきた。それらのビームを加速する場合、ビーム調整や実験精度を向上させるため、加速電荷量をリアルタイムで知ることが求められる。その測定には、非接触型のアモルファスコアモニター(以下 ACMと略)が使用されてきた^[1]。

しかし、同ACMは、加速電荷量が同一であっても加速モードが異なった場合、すなわち単バンチビームと多バンチビームとでは、出力パルスの波高値が異なってしまう、という問題があった。この原因は、ACMがピコ秒パルス電子線に対して、回路的に中途半端な積分回路を形成するからである。もし、ACMを用いた測定系出力信号を完全に積分すれば、単バンチビームでも多バンチビームでも、加速電荷量が同一の場合は同じ出力波高値が得られるはずである。

事実、積分方式の典型的なモニターであるビームキャッチャー方式電流計（東大では炭素ターゲットを使用）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。

こうしたことから、コアモニターの出力信号をパルス積分して、その時の出力波高値を加速電荷量モニターの出力とする方法が行われてきた^[2]。

そこで筆者らは、この方法を放射線計測の見知から応用し、ACMの出力を電荷増幅器によって積分を行い、波形整形回路等で信号処理し、最終的には直流信号化する方法でのモニターの改善を試みた。

2. 実験方法および結果

モニター信号の処理回路の概要を図1に示す。同回路は、ビーム出口窓近傍に設置されているACM出力を電荷増幅器で積分し、リニアアンプで波形整形・増幅後ゲート回路を通し、ストレッチャーとサンプルアンドホールド回路で直流化を行っている。

電荷増幅器の積分時定数は、加速ビームのパルス幅である2ナノ秒よりも十分に大きな0.2msに設定した。この電荷増幅器は自作したもので、入力浮遊容量が大きい時でも良好なS/N比特性が得られるという特徴を有する。

波形整形回路の時定数は、加速器から生じるノイズをはじめとする様々なノイズが最も減少する0.1μ秒とした。

ストレッチャーとサンプルアンドホールド回路を組み合わせた理由は、ストレッチャーのみで直流化を図るには無理があり、サンプルアンドホールド回路との組み合わせが有効であるからである。

なお、ACMを通過したビームは、ビーム出口窓から空気中に出て、炭素ターゲットに入射するようになっている。この炭素ターゲットに流れる電流を加速電荷量の絶対値とした。

実験は、加速電荷量200pC/pulseから850pC/pulseの間で、パルス幅が10ピコ秒単バンチビームと2ナノ秒の多バンチビームを用いて行った。短バンチビームと多バンチビームの概要を図2に示す。

ACM出力をオシロスコープで直接観測したときの測定結果（従来方式）を図3に示す。同図四角印は多バンチビーム、丸印は単バンチビームである。ACMの出力波高値は、同一加速電荷量でも単バンチと多バンチで異なる結果となっている。次に本方式を用いた場合の測定結果を図4に示す。同図から明らかのように本方式を用いると、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る。

3. むすび

アマルファスコアモニター出力を電荷増幅器でパルス積分し、その信号を適切に処理し直流化を図った。その結果、加速モード（単バンチビームと多バンチビーム）に関係なく加速電荷量に比例した直流出力を得ることができた。今後は、さらに実用的なモニター回路を開発する予定である。

参考文献

- [1] T.Kobayashi, et al., Nucl. Instr. and Meth. B79 (1993)pp.785-787
- [2] C.R.Dunnam et al., "Proceeding of the 1933 particle accelerator conference, pp.2394-2396.

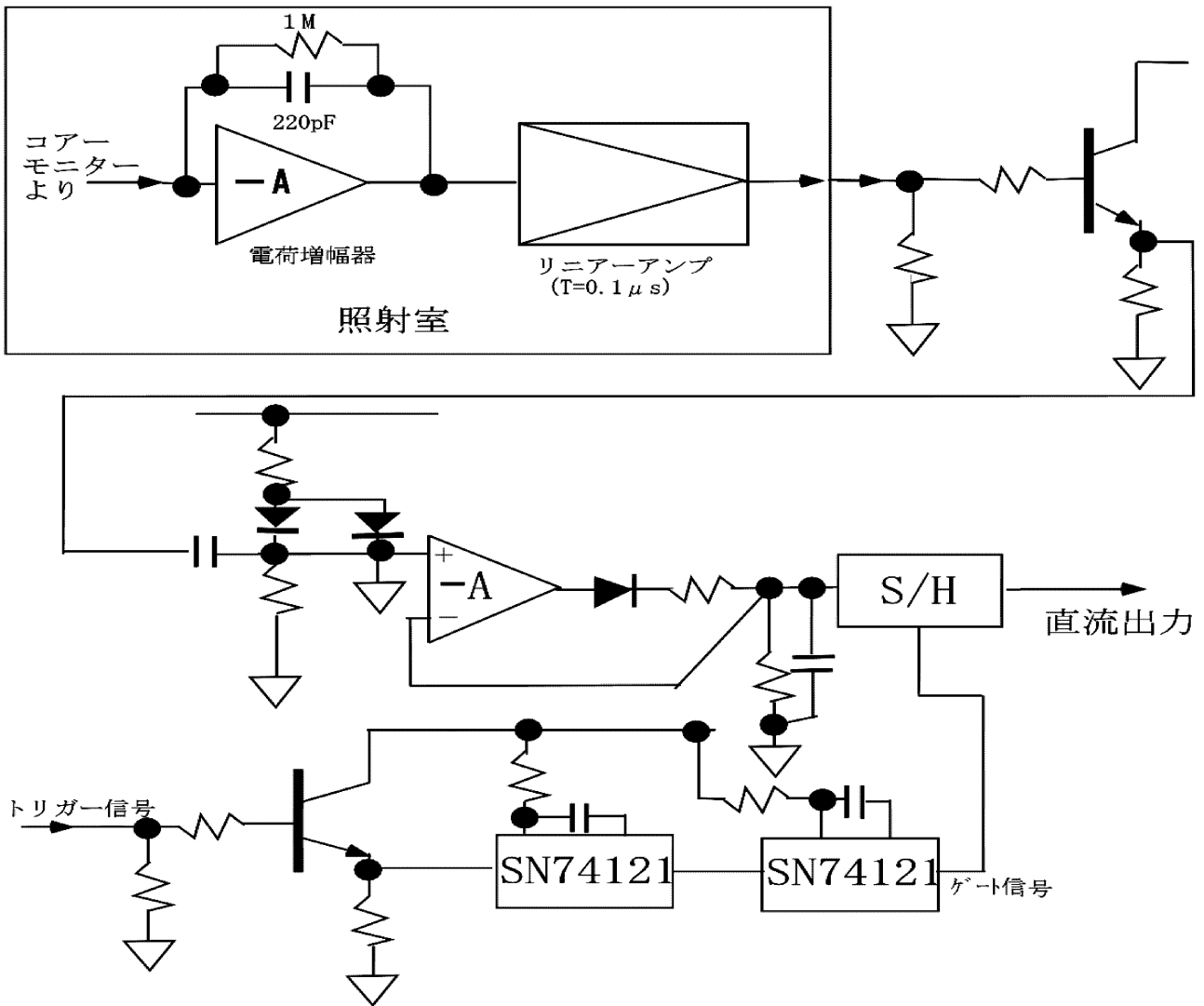
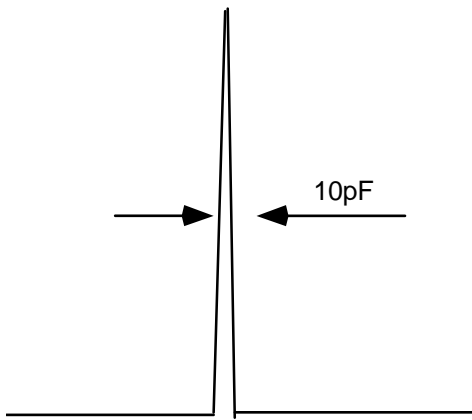
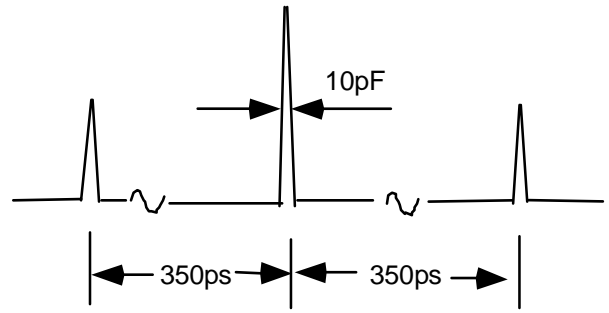


図1：モニター回路の概要



単バンチビーム



多バンチビーム

図 2 : S バンドライナックの単バンチビームと多バンチビームの概要

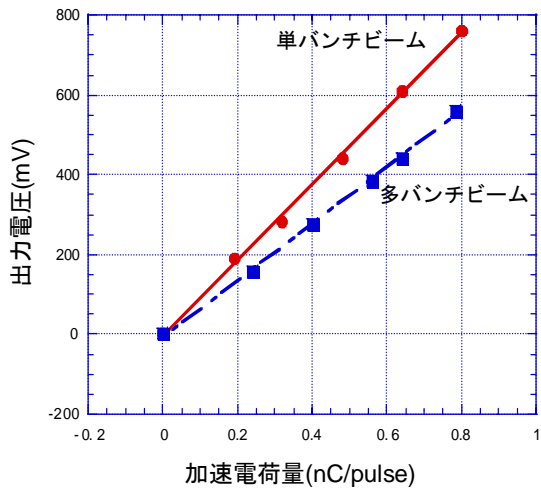


図 3 : オシロスコープを用いた測定結果

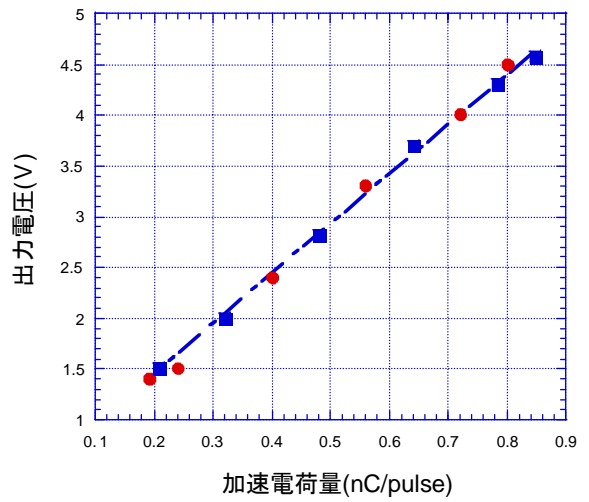


図 4 : 図 1 を用いた測定結果