

DEVELOPEMENT OF A SWITCHED CS PRE-AMPLIFIER FOR NEUTRON MONITORING IN AN INTENSE X-RAY FIELD

Ryoichi TANIGUCHI, Masatoshi FUJISHIRO and Koichi YAMASHITA*

Research Institute for Advanced Science and Technology,
Osaka Prefecture University
1-2, Gakuen-cho, Skai-shi, Osaka 593, Japan

ABSTRACT

A charge sensitive (CS) pre-amplifier available for reducing the huge response by the linac X-ray burst was developed. A current switch was set in front of the input terminal of the amplifier and cut off the input from the detector during the X-ray burst. The switching noise of the gate, frequently serious problem in the similar circuit, was reduced by the use of a low noise C-MOS analog switch and a switching noise compensator circuit.

ライナックのX線バースト下での中性子計数のためのゲート入力前置増幅器の開発

1. X線バースト下での放射線計測

ライナックを用いたパルス放射線計測において、しばしば問題となるのが、X線バーストである。これは多くの場合、目的とする放射線の応答に比べ、何桁も大きい応答であり、測定回路に大きな負担となる。バーストの大きさが限られているならば、最終的な計数回路でのバーストとの反同時計数、もしくは、プリアンプの背後にリニアゲートを挿入し、X線バースト応答を除去する試みも有効であるが、

- ・プリアンプが飽和する程度以上の大きさのX線バーストが入力した場合、計測不能となる。
- ・さらに、X線バースト応答の裾が長く尾をひきベースラインが変化し、しかも、その変化はX線バーストの大きさに依存することから計数効率が変化する。という問題がある。

当ライナックでは、最近、安全管理上の要請で照射室内の中性子モニターを行う必要が生じた。その際、このX線バーストが深刻な問題となった。そこで我々は、新しい解決策としてプリアンプの入力側にゲートを入れる方法を試みた。この場合、X線バーストによる巨大パルスはプリアンプに入力しないことから、前記の問題は、大幅に改善されるが、プリアンプの入力という微妙な部分でスイッチングを行うことから、そのスイッチングノイズが大きな問題となる。本報告では、このスイッチングノイズの低減と圧縮を中心に、試作したプリアンプの紹介と、実際の中性子計測への応用について述べてみたい。

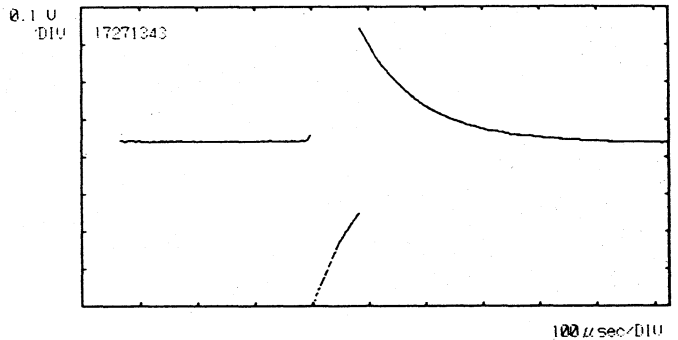


図1 プリアンプ出力に見られる、ゲートの on/off 際のスイッチングノイズ

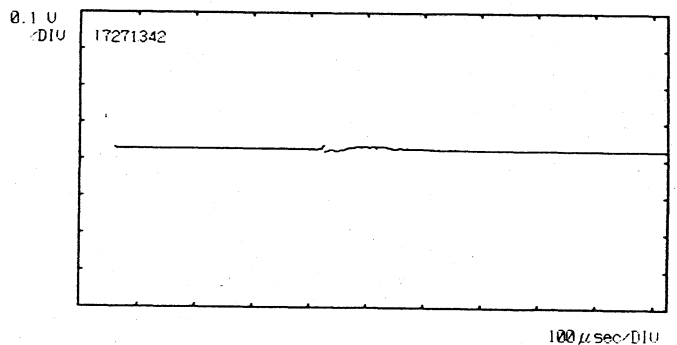


図1 プリアンプ入力にゲートの逆相成分を一部加えスイッチングノイズを圧縮した応答。

* Cosmo Riken Ltd.
4-77-2, Hongo, Kashiwara, Osaka 582, Japan

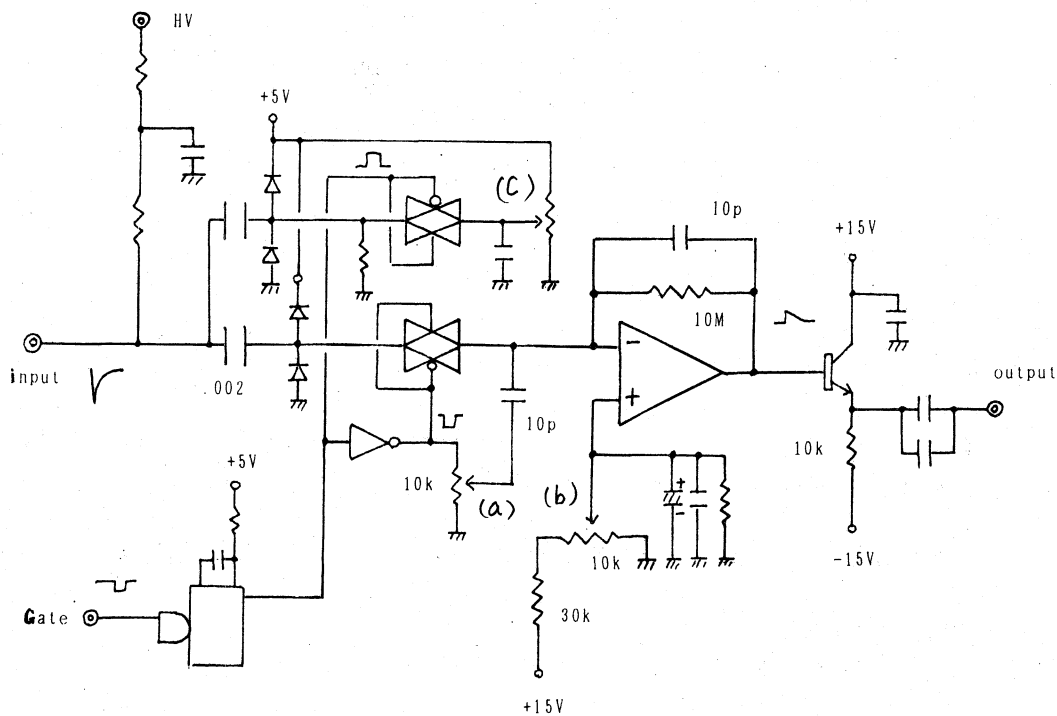


図3 ゲート入力型前置増幅器の回路図

2. ゲート入力型電荷有感増幅器

プリアンプの入力側に挿入するスイッチ素子としては、様々のものが考えられるが、我々は、C-MOS型のトランスマッションアナログスイッチを選んだ。その特徴は、

- ・相補型であることから、スイッチングノイズが相殺され、小さく、かつリーケイジ電流も相殺される。
- ・応答が、比較的遅いことから、ノイズ中の高周波成分が少ない。
- ・ノイズの波形が比較的単純かつ周波数応答が比較的遅いことから、補償し易い。

このアナログスイッチをプリアンプの入力側に挿入し、ゲートを on/off した際にプリアンプの出力に現れるスイッチングノイズを図1に示す。この応答の大半は、MOSトランジスタのゲートとソース、ドレイン間の浮遊容量を通じたゲート信号の漏洩であることから、逆相のゲート信号の一部を加えてこのノイズを圧縮した。また、ゲートからのリーケイジ電流の成分を補償するために、アンプ入力側の直流レベルを微調整した。ノイズ補償を行った結果を図2に示す。ノイズはおよそ100分の1程度に圧縮された。

図3に、補償回路を含めて、今回製作したプリアンプの回路図を示す。入力側のゲートは、電流切り換え型になっており、X線バーストの期間中は検出器から

の電流パルスは、上側のゲートを通じて放電される。X線バースト応答の圧縮の限界は、アナログスイッチの on、off時の抵抗の比で決まり、図3の場合は約 3×10^4 であった。また、スイッチングノイズの形状は、検出器側のインピーダンスによって微妙に異なることから、(a)、(b)、(c)の3つのトリマーで調節して、最適化する。

3. X線バースト下での中性子計測

このプリアンプを用いて、ライナック照射室内の中性子計測を行った。実験体系を図4に示す。測定は、X線ターゲットから厚さ1mの普通コンクリート遮蔽を隔てた照射室内で行った。測定器には、BF₃中性子検出器を用い、プリアンプ及び他の測定器は、照射室外に置いた。ライナックでの放射線測定においてはX線バースト以外にもパルス状の電磁ノイズも大きな問題となる。そのためライナック本体からのビーム出力信号は光ファイバーを通じて取り出し、これをプリアンプのゲート信号とした。ゲート幅は400 μ secに設定した。

図5は、ゲートを行わない時のプリアンプ出力であり、巨大なX線応答の後ろに、いくつかの中性子応答が見られる。また、ライナックからの電磁ノイズは出力に現れていない。次に、X線バーストの発生を、ラ

ライナックからのトリガ信号で予想し、バースト期間をゲートした時のプリアンプ出力を図6に示す。スイッチングノイズは若干残っているがX線バーストは、ほぼカットされている。

4. まとめ

- ① 電荷有感増幅器の入力側にスイッチングゲートを取りつけたプリアンプを試作し、そのスイッチングノイズの低減を行うための補償回路も開発した。その結果、スイッチングノイズは、100分の1程度に低減され、実用上差し支えない程度となった。
- ② 製作した回路をライナック照射室の中性子モニターとして、BF₃中性子計数管のプリアンプとして用い使用可能であるとの見通しを得た。

本回路では、ゲート期間中の信号出力は、他方のアナログスイッチを通じて、短絡しているが、これを他のCSアンプ（ゲインを大幅に落とした）に接続すれば中性子信号と同時にX線バーストの大きさも同時にモニターが可能となることが予想される。今後、この方向で改造を進めていきたい。

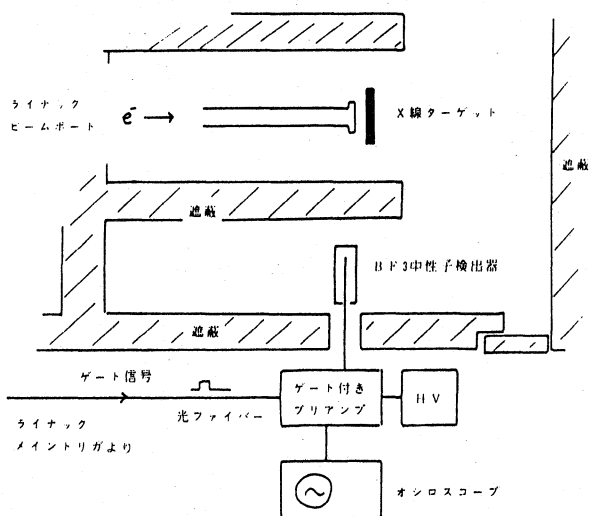


図4 ライナック照射室内の中性子モニター実験体系

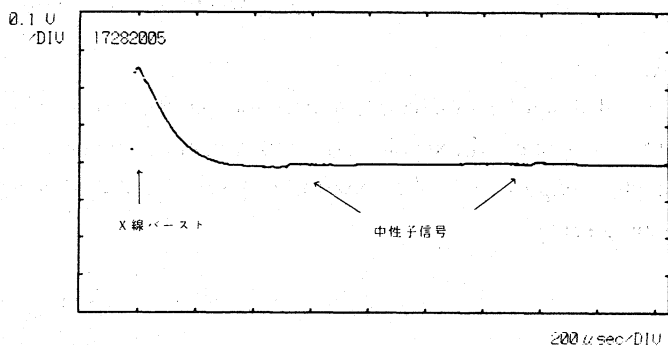


図5 BF₃中性子検出器を用いた時の、X線バーストと中性子応答（ゲートは常時ON）

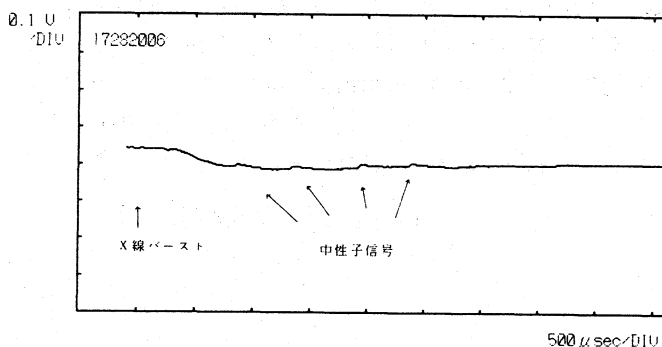


図6 X線バースト時にゲートをOFFとした時のプリアンプ出力