

# リアルタイムストロンチウム 90 カウンター初号機 エレクトロニクス回路の不具合・調査

2015/12/28  
担当: 伊藤博士

## 概要

REPIC 回路を用いて  $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}/^{40}\text{K}$  識別の測定を実施した。初号機として設計した回路だが、予想と比べて感度比がでない。何が原因なのか、設計ミスがあるとしたら何なのか NIM 回路で確認した。

## 1. REPIC 回路設計と課題

リアルタイムストロンチウム 90 カウンターに取り付けられた 7 個の PMT は AC 用が 4 つ、Trigger が 2 つ、veto が 1 つで構成されている。7 個の PMT アナログ信号を一旦全部 PreAmp で増幅して、Discriminator でロジック信号に変換、AC 用の 4 つは Multiplicity 演算、Trigger は AND 演算、veto は NOT 演算され、それらで最後に AND 演算される。Discriminator のしきい値は AC 用は一律 -150 mV、Trigger 用は一律 -250 mV、veto は -600 mV に設定されている。信号幅は一律 50 ns である。

装置を稼動していることで、気づいたことをいくつか記す。

- (1) バックグラウンド頻度が異常に多い
- (2) 信号が一気に 10 増える現象が確認された。
- (3) バックグラウンド頻度が時間と共に減っていく(つまり起動時はノイジー)

## 2. NIM 回路による確認

バックグラウンド頻度が多い原因は Discriminator の信号幅が 50 ns ではないかと考えた。PMT のノイズが約 1 kHz とすると、50 ns の信号幅で 2 つが重なる確立は  $5 \times 10^{-5}$  だ。この場合だと、0.05 Hz で 1 時間で 180 カウントだ。なのでバックグラウンド頻度が 1 時間で 500 カウントあるうちの 36% はコレが原因だと考えられる。他の原因は何か NIM 回路で確認した。

信号幅を減らしても Coincidence 後のカウント数が減らなかった。オシロスコープで確認したら、PMT 信号のアフターパルスがチャタリングしていたのだ。REPIC 回路は PMT 信号を直接 Disc してそのまま演算している。つまり、このチャタリングでいっしょにカウントしてしまい BG 頻度が以上に増えた可能性がある。

NIM 回路でチャタリング処理を施した。ノンアップデート Discriminator をつかって 50 ns のゲートをつくり、その最初の立上りでもう一度 Discriminator で 10ns 幅の信号を出力する。つまり、残り 40 ns を Dead time にするのだ。

こうして出力された信号で演算処理を行う。また、veto 信号はチャタリングした後 100 ns に拡張して不論理で出力する。他の信号は数十 ns 遅らせてちょうど veto 信号の中心に来るようにセットした。その結果、BG を 1 時間で 100 カウントまで抑えられた。しかし、BG 頻度が起動時に高い(時間と共に BG が減衰する)現象は NIM では観測されなかった。REPIC 回路で他に異常があるかもしれない。

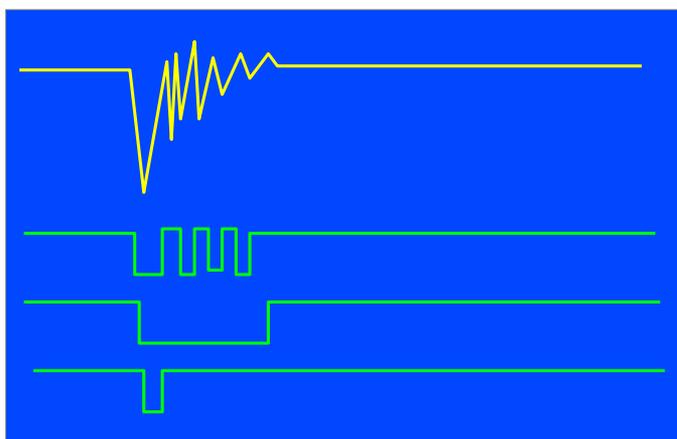
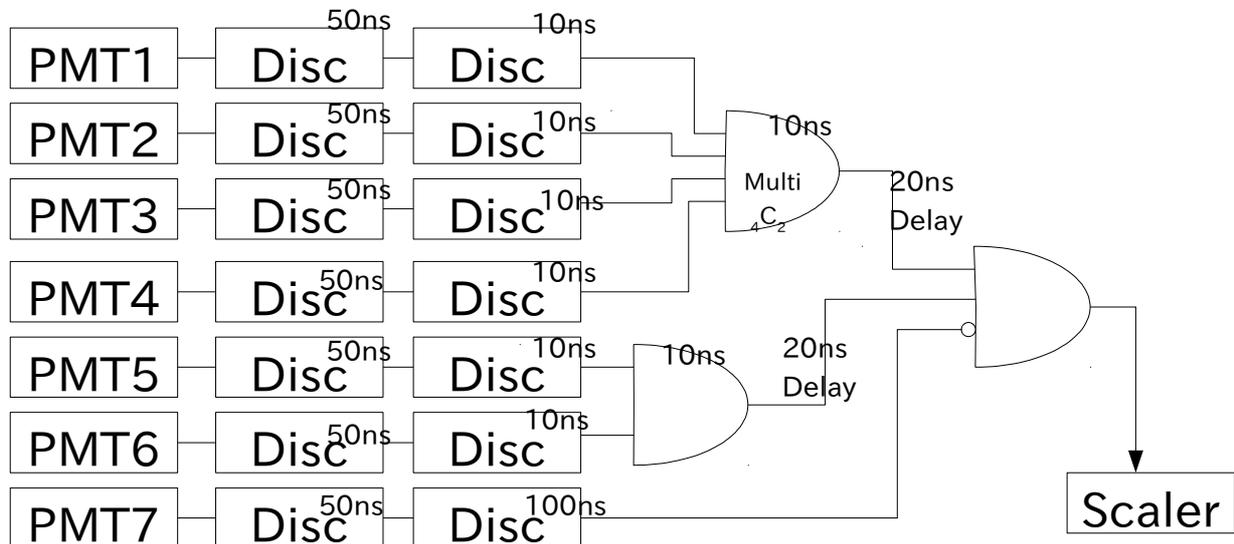


図 1. チャタリング処理における時間プロファイル

### 3. 結果とまとめ

REPIC の回路は設計ミスと判断できた。主な項目は以下に示す。

- (1) REPIC 回路は信号が一律 50 ns の幅で出力され、チャタリング処理がされていない。
- (2) Discriminator はアップデーティングで、それが今回あだとなった。
- (3) veto はさらに一律の幅のせいで不論理が十分機能していないと考えられる。
- (4) NIM 確認で使った回路は以下の通りで改善されるべき仕様



今回の結果を踏まえて、リアルタイムストロンチウム 90 カウンターの回路は Discriminator はノンアップデーティングを採用するべきで、2号機回路設計に活かす。また初号機回路の改善について議論を進めていく予定だ。