

# リアルタイムストロンチウム 90 カウンター開発における基礎研究： BRoaD モジュール(株式会社 Bee Beans Technologies)の性能限界測定 2

2016 年 5 月 13 日 伊藤博士

## 概要

BBT 株式会社の論理信号演算処理回路 BRoaD モジュールのリアルタイムストロンチウム 90 カウンター導入を検討している。2016 年 3 月に BRoaD の出力波形を観測した。外部スケーラーによる計数では AND が十分機能するための内部信号幅は 15 ns が妥当であると結論付けた。4 月に仕様を確認したところ、信号出力する段階で性能が落ちるが内部計数では正常に機能することがわかった。2つの信号のタイミングを変えながら内部計数で AND 演算の効率を調べたところ仕様通り内部信号幅は 10 ns で十分機能することを確認した。

## 1. はじめに

リアルタイムストロンチウム 90 カウンターの読み出し回路として BBT 社の BRoaD が提案された。論理信号を入力し AND, OR, XOR などの演算処理を FPGA によって構成するモジュールだ。3 月に著者が性能試験を試みたところ十分に演算が機能するためには 15 ns の内部信号幅が必要であると判断した。

4 月に同社に問い合わせたところ、内部計測を使用すれば幅 5 ns でも正常に動くはずであると回答を得た。そこで本測定は内部計測が十分に機能する最小の内部信号幅を研究する。

## 2. セットアップ

ハードウェアのセットアップを図 1 に示す。波形成形器(Function Generator)の sync から 1 kHz の TTL 規格の信号を用いてテスト信号を生成する。TTL 規格の信号を TTL-NIM(カイズワークス株式会社: KN206)によって NIM 規格に変換し、NIM 規格ディスクリミネータ(テクノランド株式会社: N-TM405)に入力し幅 10 ns の論理信号を FAN IN/FAN OUT((株)海津製作所: 1380)によって 2 信号に分岐し同じタイミングの論理信号を生成した。BRoaD の In-0, 1 にそれぞれ入力するが、In-1 に入力する信号には可変遅延器(Valuable Delay)を経由させておく。

BRoaD の演算回路は図 2 に示す。2つの信号は CntFnc で内部信号幅を 5 ns ずつ変えられる。PostLogic で AND 演算し、MsrCnt で計測する。BRoaD では基本的にリアルタイム計測機能は実装されていない。なので、Oscilloscope モードの Function を追加して見かけ上 1 秒間のカウント頻度を表示した。もし Clock Generator がある場合、外部入力 OCS モードに代わって動作するので、BRoaD で 8ch のリアルタイム計測が可能になる。

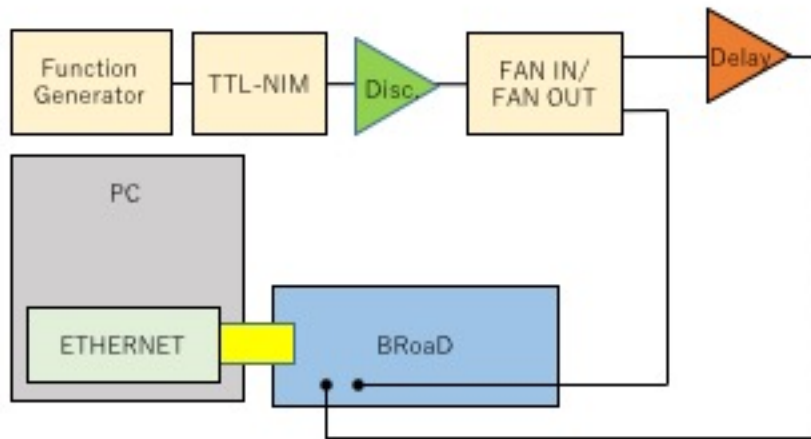


図 1. セットアップ

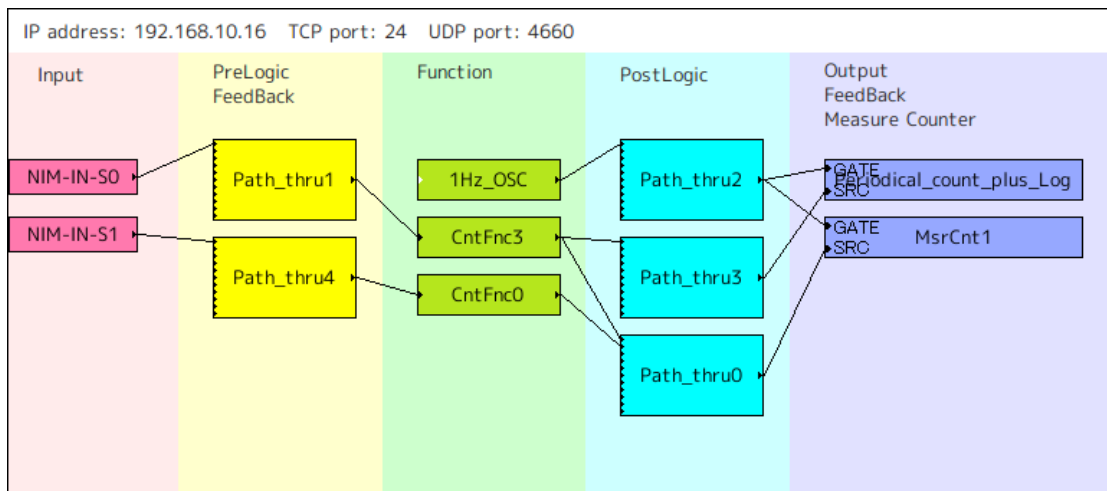


図 2. BROAD 内部演算回路図

### 3. 結果

入力信号In-0, -1のタイミングをそれぞれ  $t_1$ ,  $t_2$  とする。 $t_1$ を可変遅延器によってタイミングを  $t_1 + dt$ へと変化させた。図3にタイミングズレによる効率の変化を示す。タイミングがずれるに従ってAND演算からのカウントの効率が減ることが確認できた。特に5 nsの内部信号幅ではAND演算してタイミングが完全に一致しても効率が99%であり不安定であることが確認された。論理演算処理が十分機能する内部信号の最小幅は10 ns であることがわかった。

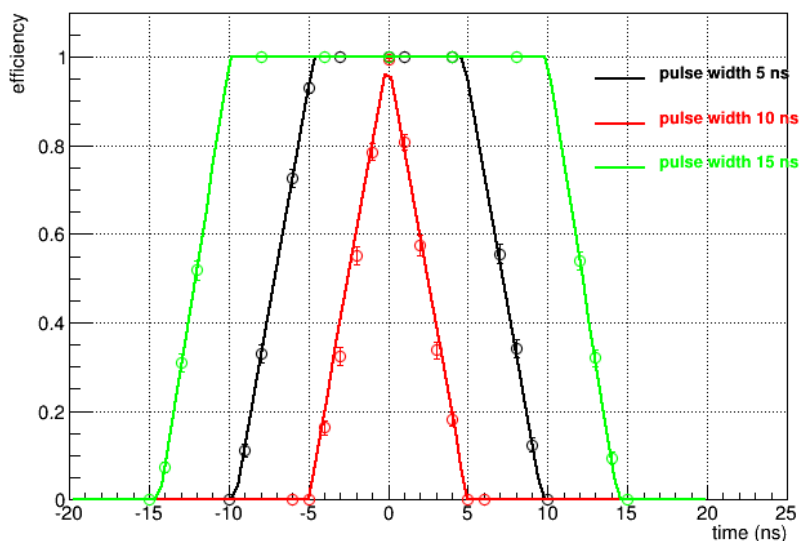


図 6. 信号遅延による AND 演算の効率の関係

### 4. まとめ

BRoaD の内部計測では演算処理が十分に機能できる内部信号の最小幅は 10 ns であることがわかった。幅 10 ns は NIM モジュールにおいても演算処理の限界値であることから、BRoaD の性能は十分保証されたことになる。ストロンチウム 90 カウンターの計測システムはこのことから PC 画面でのリアルタイム計測になるだろう。今後の予定としては装置に実際に組み込んで、NIM モジュールによる測定値との比較が仕事になる。