

卒業論文概要書

CD

2014年 1月提出

学籍番号 1Y10B064-2

所属学科	応用物理	氏名	辻川 貴之	指導員	片岡 淳 印
研究 題目	新規 TOF 測定法の開発と MPPC を用いた高精度時間計測への応用				

[はじめに]

PET(Positron Emission Tomography :陽電子断層撮影)はガン細胞がブドウ糖を多量に摂取する特徴を利用して、ガン細胞の位置を特定する撮像法である。近年、半導体光素子である MPPC を用いた次世代 PET として、MRI-PET、DOI-PET、TOF-PET の3つが実用化に向けて研究されているが、ここでは TOF-PET の性能向上を目指して実験を行った。TOF (Time of Flight)とは、対消滅 γ 線の飛行時間の差から γ 線の発生点を特定する手法であり、PET 装置に応用することで画像の SN 比を格段に向上させると期待できる。

本論文では、線源として ^{22}Na を使用し、従来の TOF 測定法(basic 方式)と我々の考案した新しい測定法(time-back 方式)で MPPC の時間分解能を比較し、TOF 時間分解能の向上を目指した。

[実験・結果]

Basic 方式の測定系を図.1 に示す。Basic 方式によって得られた時間分解能は 548ps であった(閾値レベルは 511keV 相当)。しきい値を低く設定することにより、タイムウォークの影響を抑えることで時間分解能を改善することができるが、basic 方式ではしきい値を低くするとノイズと真の信号とを区別できなくなり時間分解能は悪化してしまう。そこで我々は図.2 に示すような測定系(Time-back 方式)を用いることで、可能な限り低い閾値を実現しつつ、ノイズと真の信号とを識別することを試みた。TAC のスタート信号とストップ信号は閾値を数フォトンレベルに設定し、ノイズと真の信号とを区別するために、TAC の strobe 機能(strobe 信号が入力されている時だけ TAC が動作する)を用いて、strobe 信号に 511keV レベルの信号を使用した。Time-back 方式で得られた時間分解能は 476ps であった。以下ではこの time-back 方式を発展し、さらなる TOF 時間分解能の向上を目指した。

まず、Time-back 方式を用いて、光量、ゲイン、立ち上がり時間を変化させて実験を行い、時間分解能を決める要因について詳細に調べた。さらに、低温での測定を行うことで、ダークカウントの軽減が時間分解能にもたらす影響を調べた。最後にタイムウォーク補正の結果と、オシロスコープを用いた波形サンプリング、デジタル・フィルター処理の結果を比較した。

[考察]

今回の実験により、新しい TOF 測定法で従来法よりも優れた時間分解能を得ることに成功した。また、時間分解能を決める要因が、主に波高と出力信号の立ち上がり時間にあることがわかった。ダークカウントの低減は時間分解能に影響を与えないことも明らかになった。タイムウォークの補正を行うと、もっとも良い結果は 383ps (図.3)となった。

本実験は単素子の MPPC を用いたものではあるが、今後はより多チャンネルの、MPPC アレーを用いた実機 TOF-PET 性能の改善へと応用していきたい。

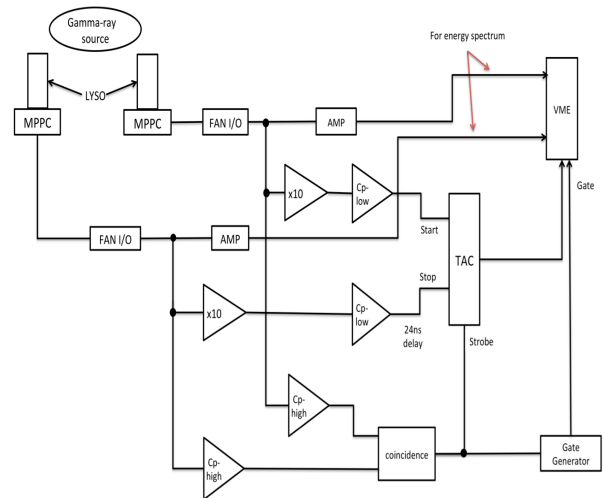


図.2 Time-back 方式のセットアップ

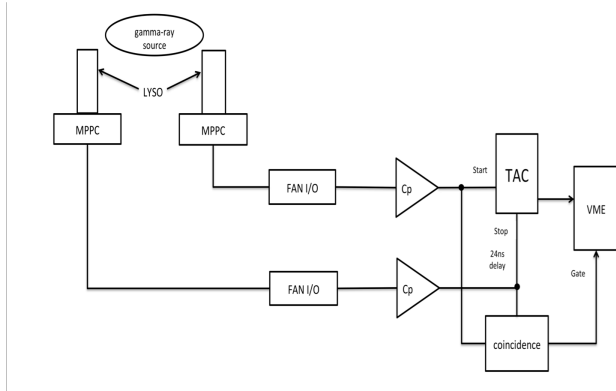


図.1 Basic 方式のセットアップ

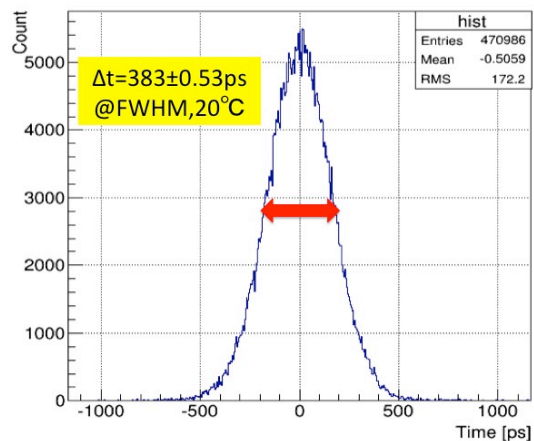


図.3 タイムウォーク補正後の時間分布