

# 卒業論文概要書

2012年 1月提出

CD  
学籍番号 1Y08A001-6

所属学科	先進理工学部物理学 科	氏名	安部 貴裕	指導員	片岡 淳 印
研究 題目	高精度・温度補償型 MPPC モジュールの開発及び性能評価				

## [1. はじめに]

PET(Positron Emission Tomography:陽電子断層撮影)は、癌やアルツハイマー病の早期発見に有効で、X線CTなどと組み合わせることで大きな成果を挙げている。しかし、現状のPETは解像度が5mm程度と悪く、装置が大型で高額であるなど諸問題が広い普及を妨げている。CTと併用する場合は二重被曝の問題もありMRI-PETの登場が望まれるが、通常用いられる光電子増倍管(PMT:Photon Multiplier Tube)は強磁場中で動作しない。

これを代替する光センサーとして、近年MPPC (Multi Pixel Photon Counter) が注目されている。MPPCはPMTと同程度の $10^5 \sim 10^6$ のゲインを持つ光検出半導体素子で、コンパクトかつ安価に製造でき、MRIの要求する数テスラの磁場中でも動作が期待できる。一方で、MPPCのゲインは温度に強く依存するため、温度をコントロールしない室温下では使いづらいという欠点も報告されている。本研究ではこのMPPC独自の欠点を克服しPET装置として実用化すべく、浜松ホトニクス社と共同で高精度温度補償型MPPCモジュール (C11204, C11206-0404FB) を開発しその性能評価を行った。(図1, 図2)

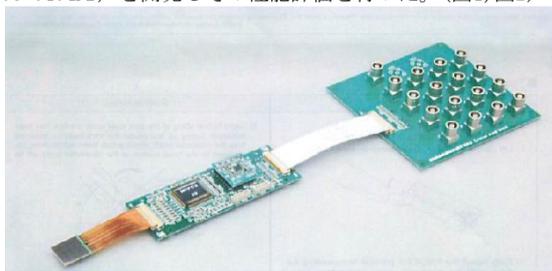


図1 MPPCモジュールの外観

## ■ Block diagram

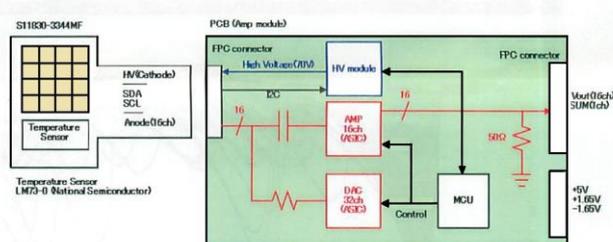


図2 MPPCモジュールのブロックダイアグラム

## [2. 結果]

モジュールの主要部である高圧供給部C11204(X)について、テストボードを使い単独で評価した。(図3)

### <C11204(X) Evaluation Kit>

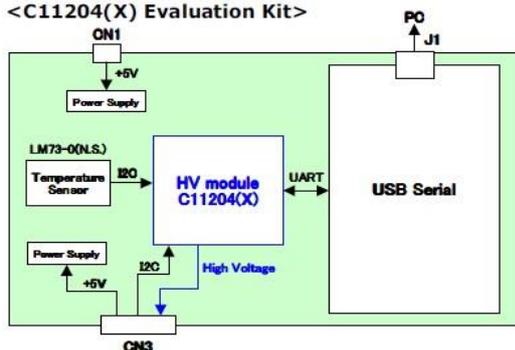


図3 高圧供給部のブロックダイアグラム

まず一般的な単素子MPPCのみを装着した状態で温度補償パラメータの最適化を行った。+20℃から-20℃までの温度変化に対し、ゲイン変化量は9.6%と非常に高精度な温度補償を実現できた(図4)。

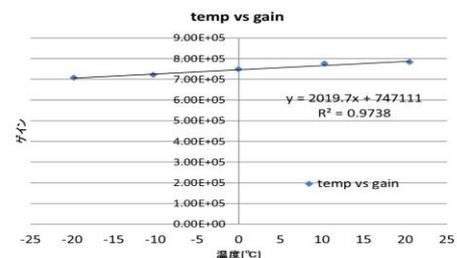


図4 単素子MPPCの温度補償結果

次にLYSOシンチレータと単素子MPPCを合わせた全体での温度補償を行った。+20℃から-20℃までの温度変化に対し、同一の入力に対する出力信号の変動は波高値で1.6%、電荷量で5.5%に抑えることができた。温度を連続的に変化させたときに取得したスペクトルの一例を図5に示す。

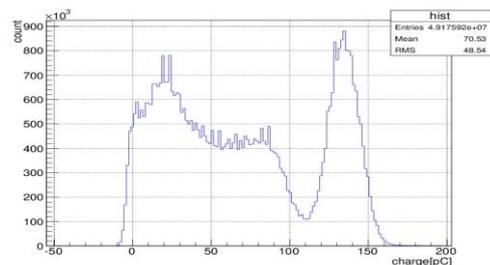


図5 LYSOとMPPC素子を合わせた温度補償時のスペクトル

一方で最適化は従来、個々のMPPC素子の温度-ゲイン特性を評価する必要があり、大変な労力と時間を要する。そこで次の開発に向け、簡単に最適化を行えるシステムを考案し、その評価も行った。

MPPCは入射光量が強くなるに従って、出力波高が一定値に収束する特性を持ち、その値はゲインのみに依存する。よって、大光量を照射して、温度変化に対する出力波高値の変化を一定に保つようにすれば最適化が可能となる。

LEDから、LED自体の温度特性が反映されないよう十分強いパルス光を発生させ、それをMPPCに照射して最適化を行った。+20℃から-20℃までの温度変化に対し、ゲイン変化量は10.4%と従来の方法と遜色ない精度の温度補償を実現できた(図6)。これにより、多量のMPPC素子の使用が予想される次世代型のPET装置にも、スムーズにMPPCを実装できることが期待できる。

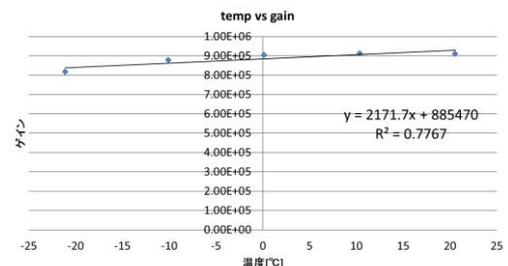


図6 大光量入射時の出力波高値から最適化した温度補償結果

## [3. まとめ]

本研究により、MPPCが持つ殆ど唯一の欠点(ゲインの温度依存性)を室温下でも十分利用可能なまで克服し、次世代PET技術にむけ大きな進展が得られた。さらに、同モジュールを用いることで、小型軽量かつポータブルなガンマ線カメラ(環境ガンマ線測定用)を安価に提供することができ、今後のMPPC使用用途はさらに広がると期待できる。

