光子標識化装置プロトタイプの性能評価

東北大学理学部

利用者名　神田　浩樹
利用者の所属
　東北大学　理学部
利用年度　2011年

ビームライン　BL01
利用分野　ガンマ線利用技術
活用技術　光量子実験設備

利用成果の概要

　光子エネルギー測定の光子標識化装置のための小型シンチレーションカウンター試作機の性能を評価し、目標である時間分解能を達成していることが示された。

（1）利用目的

　新型光センサーMPPCを用いるシンチレーションカウンタを備えた光子標識化装置の時間分解能を評価する。

（2）実験方法

　BL01で供給される光子ビームを2 mm厚の鉛に照射して電子および陽電子を発生させ、それらを光子標識化装置の試作機によって検出した。

（3）実験結果

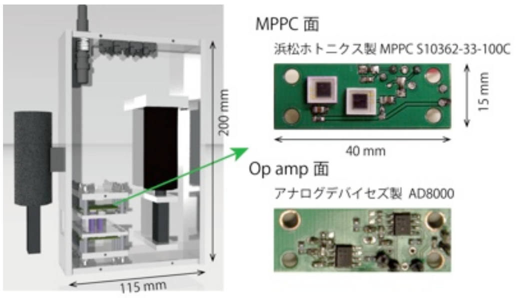
　光センサーの推奨電圧よりも高いバイアス電圧では、目標である200 psより十分に良好な100 ps 前後という時間分解能が得られた。

（4）成果の波及効果、今後の見通し

　MPPCの放射線耐性、高い係数率における性能を調査し、光子標識化装置での使用に耐えうるものか最終的な判断を行う。

図面等

　電子線検出器の試作機の模式図と読み出し回路。



問い合わせ先　　兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所
ニュースバル放射光施設共用促進室
〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都 1-1-2
TEL:0791-58-2543　FAX:0791-58-2504
E-mail：kyoyo@lasti.u-hyogo.ac.jp

光子標識化装置プロトタイプの性能評価

東北大学　理学部　神田浩樹

１）利用目的

東北大学電子光理学研究センターの標識化光子ビームラインで使用する、光子のエネルギーを測定するための光子標識化装置の電子検出器部のアップグレードのため、小型で高い時間分解能(< 200 ps) を持つ検出器の開発を行っている。新型の光センサーMPPCを用いたシンチレーションカウンタを開発して光子標識化装置の試作機を製作した。この研究では試作機の時間分解能の評価を行うことを目的とする。

２）実験方法

NewSUBARU BL1 で供給される光子ビームを2mm厚の鉛に照射して電子および陽電子を発生させ、それらを光子標識化装置の試作機によって検出した。試作機は、PMTを用いた2台のトリガーカウンターとMPPCを使用した4台の小型カウンターから構成されており、荷電粒子がトリガーカウンタ(1)、小型カウンター、トリガーカウンター(2) の順で通過するように配置してある。1個の荷電粒子が2台のトリガーカウンターを通過したタイミングで小型カウンターの信号を参照すると、多くの場合4台の小型カウンターのうちの1台から信号が検出される。それらのカウンターの出力信号が検出された時間を25 ps の精度で測定し、検出器の時間分解能の測定を行った。また、MPPC出力信号専用に開発した増幅回路の有無やMPPCへ供給するバイアス電圧を変化させて時間分解能の測定を行うことで、最適な動作条件を調べた。

３）実験結果

光子ビームから変換して生じた電子と陽電子が検出器を通過した事象から電子もしくは陽電子が単一で検出器を通過した事象を選び出し、時間分解能を求めた。増幅器を用いた場合でかつバイアス電圧が、MPPCのメーカーによる推奨動作電圧よりも高い場合に、時間分解能が向上することが分かった。最も良い時間分解能を示した小型カウンターは、MPPCのバイアス電圧 71.4 V（推奨動作電圧は70.76 V）で増幅器を用い、信号の電荷量を利用したタイミング補正を行うことで80 ps(RMS)の時間分解能を示した。図2は、時間分解能のMPPCへのバイアス電圧による変化を示している。誤差棒は、母集団の分布を正規分布と仮定した場合の、実験で得られた時間分解能(標本分散) から推定される、信頼水準68.3%(±1σに相当)に対する母集団の分散の下限と上限を示している。バイアス電圧を変えることで出力信号の電圧や幅が変化するが、推奨電圧よりも高いバイアス電圧では、その他の小型カウンターも100 ps 前後という、目標である200 psより十分に良好な時間分解能を持つという結果が得られた。

４）成果の波及効果、今後の見通し

実験の結果より、MPPCを用いた小型シンチレーションカウンターが光子標識化装置のアップグレードの目標である時間分解能を達成していることが示された。今後はMPPCの放射線耐性、高い係数率における性能を調査し、光子標識化装置での使用に耐えうるものか最終的な判断を行ってゆく。また、小型カウンターの読み出し回路、実装方法を含めて光子標識化装置の仕様と設計を検討し、2013年中の製作完了を目指す。

図面

図１：電子線検出器の試作機の模式図と読み出し回路。

図２：小型カウンターの時間分解能のバイアス電圧依存性。誤差棒は統計誤差（信頼水準68.3 % における母分散の上限と下限）を示している。

図１：電子線検出器の試作機の模式図と読み出し回路。

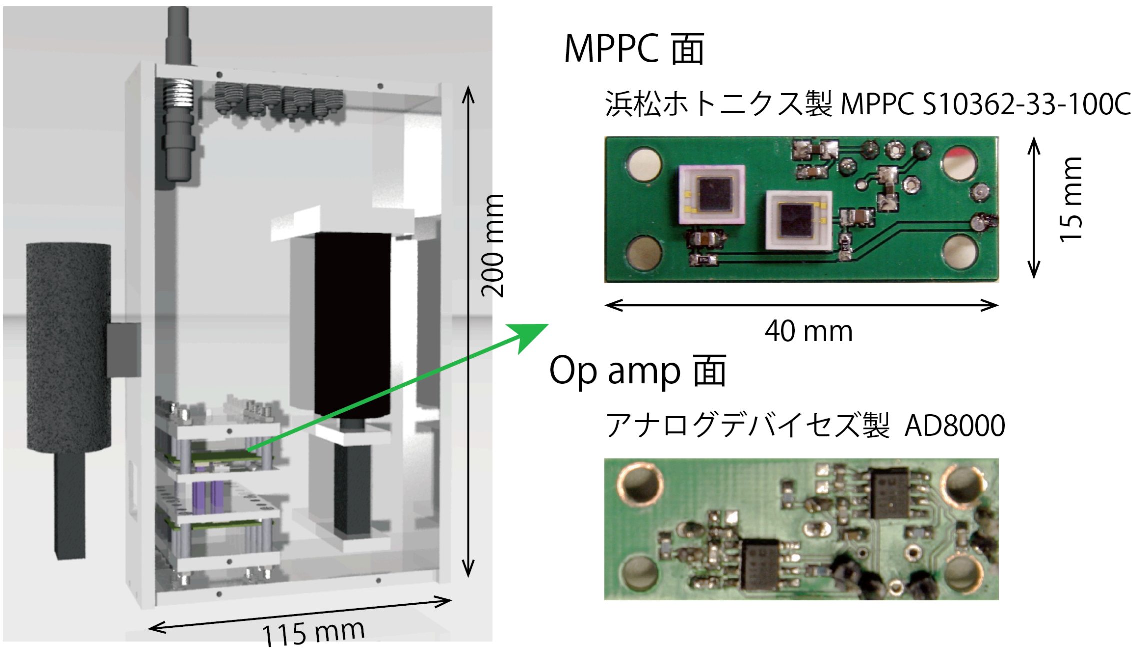
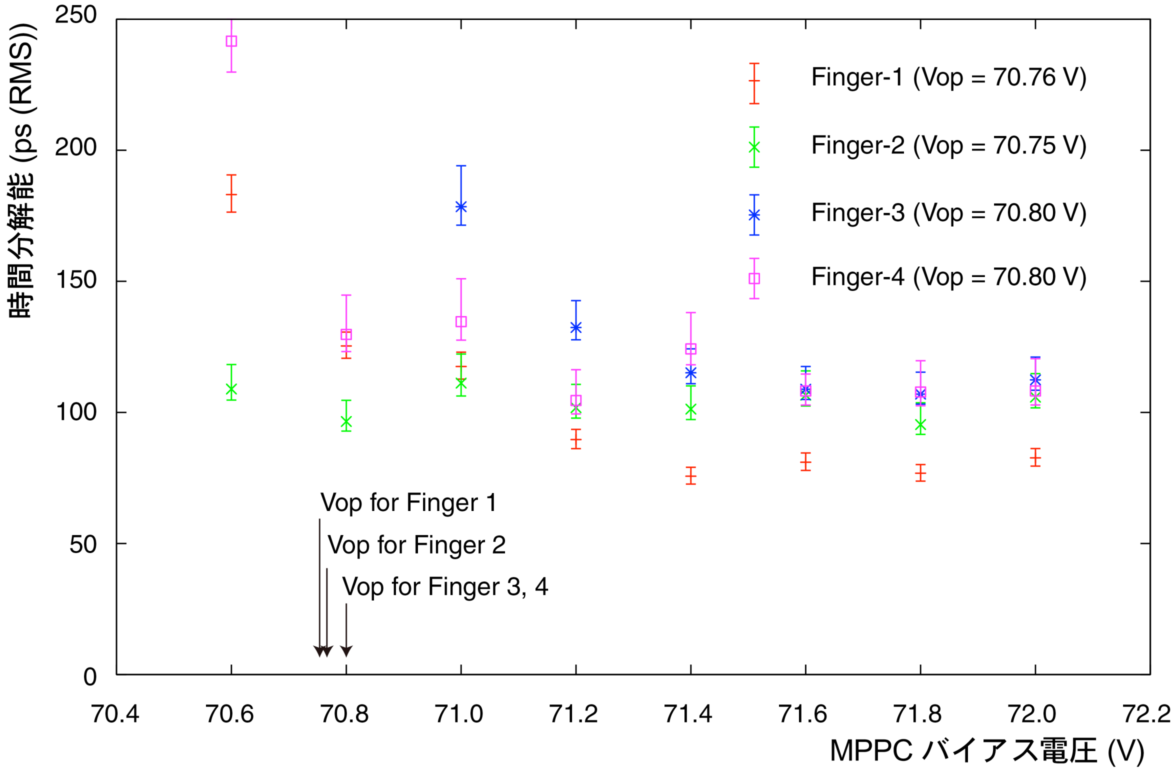



図２：小型カウンターの時間分解能のバイアス電圧依存性。誤差棒は
統計誤差（信頼水準68.３ ％ における母分散の上限と下限）を
示している。