

【基盤研究(S)】

総合・新領域系（総合領域）



研究課題名 半導体光増幅素子を用いた革新的次世代PET技術の開発実証

早稲田大学・理工学術院・准教授

かたおか じゅん
片岡 淳

研究分野：総合領域、人間医工学、医用システム

キーワード：画像診断システム、PET、光半導体増幅素子

【研究の背景・目的】

日本の3大疾病の中で癌の早期発見は現代医療に残された重要なテーマである。陽電子断層撮影(PET検査)は癌細胞がブドウ糖を過剰に摂取することを利用した分子イメージング法で、最先端の医療現場で多くの成果を挙げてきた。一方でPETで検出できる腫瘍は10mm程度の大きさが必要で、小さな腫瘍や腸で薄く広がる癌など、さらに感度が高く解像度の良い装置の開発が不可欠である。X線CTによる補完撮影では二重被爆の問題が避けられず、核磁気共鳴(MRI)や時間情報(TOF)を利用した次世代PET装置の登場が強く望まれている。本研究では、これまで開発を進めてきた半導体光増幅素子APD(アバランシェ・フォトダイオード)をガイガーモードに拡張し、次世代PETに必要なすべての要素技術を検証する。すなわち、(1)DOI対応かつサブミリに迫る究極の解像度(2)MRI強磁場下での動作実証(3)TOFによる画質向上の検証を行う。システム全体を国産ベースで開発し、分子イメージング研究の活性化と産業界への迅速なフィードバックを目指す。

【研究の方法】

本研究は、平成22年度から26年度までの5カ年計画で実施する。平成22年度はガイガーモードAPD素子(MPPC素子)の小型アレーとシンチレータの試作、またAPD用ASICにゲインの変更を加えた試作LSIを用いてサーベイ的な開発を行う。既存のMPPC素子をもつ性能・長所・問題点を実機で調査し、開発項目を明確にする。平成23年度以降は [1] 大面積MPPCアレー [2] ガンマ線シンチレータ [3] MPPC専用LSIと後段処理系 [4] MPPC-PETユニット [5] 画像処理システムの各テーマについて、連携かつ相補的な開発を行う。DOI対応の薄板撮像素子やTOFに対応した数種類のアナログLSI、これを内蔵するLTCCパッケージを開発し、サブナノ秒の時間分解能の達成を目指す。

最終年度には様々な種類のMPPC-PETモジュール各最低2ユニットを用いて、点線源やファントムを用いた画像取得試験を実施し、DOI補正、TOF利用、MRI併用すべてにおいて目標とする性能が達成できることを実証する。

【期待される成果と意義】

近年、MPPCは優れた光素子として世界的に注目され、実験室レベルでは数ミリ程度の小型素子を用いて多くの評価が行われている。本研究ではPET実用化の基準となる大面積MPPCアレーを開発し、信号処理LSI、やシンチレータまで国産技術を結集することで、次世代PETの“グローバルスタンダード”を目指す。光電子増倍管をベースとした従来型PETはもちろん、これまで我々の開発したAPD-PETユニット(Kataoka et al. 2010, IEEE)ですら困難な諸問題を克服できることが期待され、PET次世代化への突破口を開くことは間違いない。本研究で得られる成果は間違いなく世界トップクラスであり、日本の技術力を世界に知らしめる成果となる。さらに、本研究で開発するMPPCモジュールは乳癌検査用のマンモグラフィや、薬剤(FDG)ガイド下で手術を行う際の「術中小型ガンマ線カメラ」など、極めて広い実用性を持つことを強調したい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- J. Kataoka et al., “Development of an APD-based PET Module and Preliminary Resolution Performance of an Experimental Prototype Gantry”, *IEEE, Trans. Nucl. Sci.*, 出版中, 2010
- J. Kataoka et al., “Development of large-area, reverse-type APD –arrays for high-resolution medical imaging,” *Nucl. Inst. and Meth. A*, vol.604, pp.323–326, Jun. 2009
- J. Kataoka et al., “An active gain-control system for Avalanche photo-diodes under moderate temperature variations,” *Nucl. Inst. and Meth. A*, vol.564, pp.300–307, Jun. 2006
- J. Kataoka et al., “Recent progress of avalanche photodiodes in high-resolution X-rays and gamma-rays detection,” *Nucl. Inst. and Meth. A*, vol.541, pp.398–404, Jun. 2005.

【研究期間と研究経費】

平成22年度–26年度
68,400千円

【ホームページ等】

<http://www.spxg-lab.phys.waseda.ac.jp/>