

STS 方式人工視覚向け網膜刺激デバイスへの光検出機能の搭載 Integration of light detection function onto a retinal prosthesis device

奈良先端科学技術大学院大学¹, デルフト工科大学²,

○藤沢 匠¹, 竹原 宏明¹, 野田 俊彦¹, 笹川 清隆¹, 徳田 崇¹, Edoardo Charbon², 太田 淳¹

Nara Institute of Science and Technology (NAIST)¹, Delft University of Technology²,

○T. Fujisawa¹, H. Takehara¹, T. Noda¹, K. Sasagawa¹, T. Tokuda¹, E. Charbon² and J. Ohta¹

E-mail: ohta@ms.naist.jp

[背景と目的]

疾病による失明患者への代替視覚提供を目指し、人工視覚技術の研究が進められている。我々はこれまで、眼球形状に沿う柔軟性と低侵襲性、多点刺激能力を備えた CMOS チップ搭載網膜刺激デバイスの開発、実証を進めてきた[1]。

網膜刺激デバイスの機能拡張として、視線検出を目的とした光検出機能の搭載が有効と期待される。一方、我々の取り組む脈絡膜上経網膜刺激 (Suprachoroidal Transretinal Stimulation, STS) 方式人工視覚では、デバイス上に強い散乱体である強膜があるため、デバイス一体型の光検出の実現には高感度な光センサーが必要となる。

そこで今回、眼球組織による吸収・散乱を経た入射光の情報を取得可能か評価し、STS 方式人工視覚向け網膜刺激デバイスへの光検出機能の搭載の可能性を検討するため、高感度フォトダイオードを内蔵した刺激デバイスを設計・作製した。

[光検出素子搭載型 CMOS 刺激チップの設計・試作]

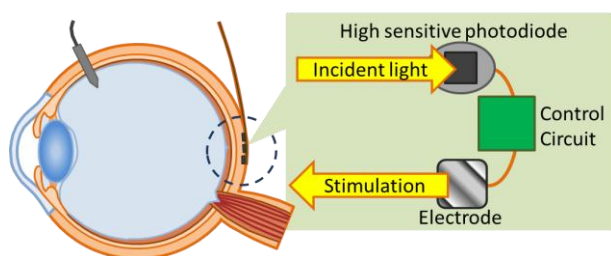


Fig. 1 Concept of the present device.

Fig. 1 に、強膜を透過した光を検出する光検出機能搭載 CMOS 刺激チップのコンセプトを示す。このチップでは、強膜を透過した光をフォトダイオードで検出し、その信号を基に電気刺激を行う構造となっている。しかし、脈絡膜及び強膜に入射した光は吸収・散乱されるため、高感度な光検出素子が必要になると考えられる。本研究では単一光子アバランシェフォトダイオード (SPAD) [2]

を利用することで、脈絡膜及び強膜を通じてデバイスに到達する光を検出することをねらった。

Fig. 2 に、SPAD を搭載した光検出・刺激制御回路を示す。本回路では、SPAD への光の入射により上昇したノード A の電位を D フリップフロップにて保持し、デジタル信号として出力する構成となっている。網膜刺激をこのデジタル信号で制御することにより、光が検出された場合にのみ網膜刺激がなされるように設計した。SPAD に大きな逆バイアス電圧をかけガイガーモードで作動させる必要があり、Fig. 2 の vdda には 20 V 程度の高電圧が印加されるため、試作は 0.35μmHV プロセスによって行った。

今後このデバイスを用いて、脈絡膜及び強膜で吸収・散乱された入射光の情報を取得可能であるかを明らかにする。

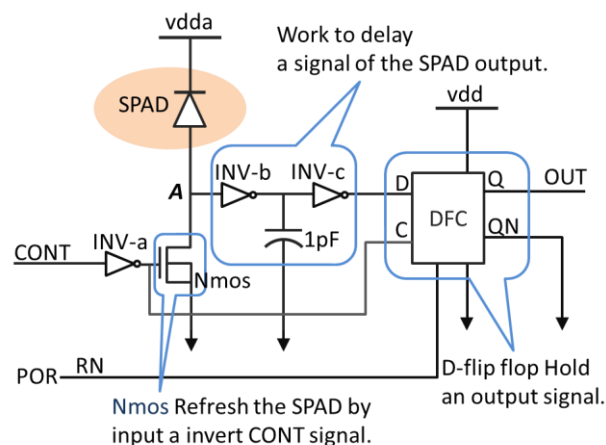


Fig. 2 SPAD interface circuits.

[謝辞]

本研究の一部は、JST A-STEP, JST 国際科学技術協力基盤整備事業, およびテラモ科学技術振興財団助成金によって行われた。

[参考文献]

- [1] T. Tokuda *et al.*, IEEE Trans. Biomed. Circuits and Systems, **4** (2010) 445.
- [2] C. Niclass *et al.*, IEEE JSSC., **40** (2005) 1847.