

人工視覚システム用 CMOS チップ内臓スマート電極デバイスの作製と動作実証 Fabrication and functional demonstration of a smart electrode device with built-in CMOS microchips for retinal prosthesis system

奈良先端科学技術大学院大学¹, 九州大学²

吉村 彰人¹, 川崎 凌平¹, 野田 俊彦¹, 田代 洋行^{1,2}, 竹原 宏明¹, 笹川 清隆¹, 徳田 崇¹, 太田 淳¹

Nara Institute of Science and Technology (NAIST)¹, Kyushu Univ.²
Akito Yoshimura¹, Ryohei Kawasaki¹, Toshihiko Noda¹, Hiroyuki Tashiro^{1,2},
Hiroaki Takehara¹, Kiyotaka Sasagawa¹, Takashi Tokuda¹, Jun Ohta¹
E-mail: ohta@ms.naist.jp

背景

眼疾患によって失明した患者の視覚再建として人工視覚デバイスの実用化が始まっている。中でもより安全性の高い方式として脈絡膜上系網膜刺激 (Suprachoroidal-Transretinal Stimulation, STS) 方式が注目されており、既に臨床研究が実施されている。この方式は、刺激電極を脈絡膜上に置き、脈絡膜上から網膜を電気刺激し、光の感覚を伝える技術である。この STS 方式で多点刺激による高解像度化を実現するために、我々は CMOS チップを刺激電極に内蔵させ、STS 方式スマート電極デバイスの開発、実証を進めている[1][2]。本研究では、新たな駆動方式に対応したスマート電極デバイスを作製し、摘出豚眼を用いて動作実証を行った。

デバイス構成

STS 方式スマート電極デバイスは、フレキシブル基板上に CMOS チップを内蔵した刺激電極を実装することによって柔軟性と省配線での駆動を両立させており、多点刺激を実現する上で有効である (Fig.1)。電極に内蔵する CMOS チップは電源電圧 5 V で駆動し、個々の電極をそれぞれ独立に制御するために ID 照合機能および電流生成機能をもつ。

駆動方式

従来の駆動方式では、双極性刺激を実現するため、硝子体に設置した帰還電極の電位を基準に、刺激電圧範囲を $\pm 2.5V$ としていた。そのため、負荷抵抗が大きい STS 方式では、定電流出力可能な電流値が限られていた。そこで、新たな駆動方式として CMOS チップの電流生成回路と連動させて、CMOS チップの電源と帰還電極の接続を切り替える Hブリッジ方式を採用した (Fig.2)。本方式では、CMOS チップ電源電圧が 5V でありながら、最大電圧スイングが $\pm 5V$ の双極性刺激が可能である。

評価結果

作製したスマート電極デバイスを摘出豚眼の脈絡膜上に挿入し、双極性刺激を行った。その結果、新たに導入した Hブリッジ方式において設定上限である 1.2mA まで定電流刺激出来る事を確認できた (Fig. 3)。また、刺激電流波形は従来と比べ定電流性の高い矩形波となり、生体組織に埋植した状態においても負荷駆動能力が向上したことを確認した。

参考文献

- [1] T. Noda *et al.*, EMBC2015, 3355-3358, Milan, Aug.2015
[2] R. Kawasaki *et al.*, JSAP2015, 15a-2B-6, Nagoya, Sep.2015

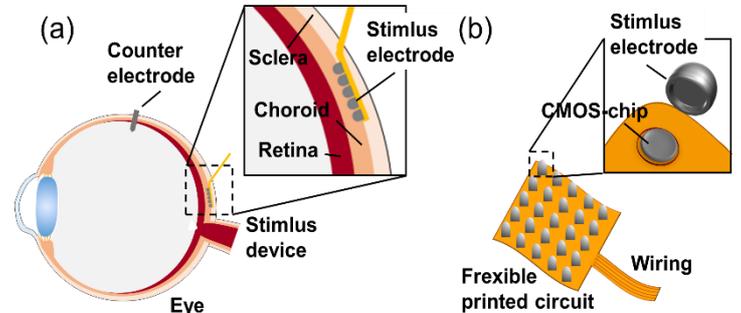


Fig.1 Concept of STS-type retinal prosthesis with a smart electrode device.
(a) Intraocular configuration. (b) The smart electrode device with built-in CMOS microchips.

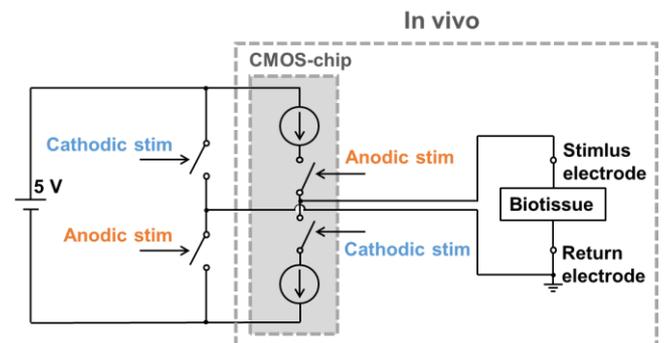


Fig.2 Overview of H-bridge driving system.

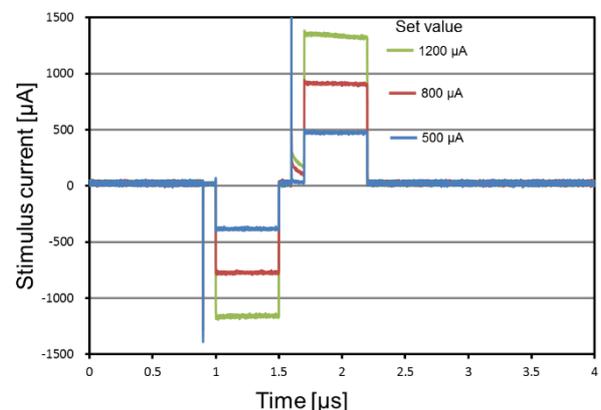


Fig.3 Measurement results of stimulus current waveforms.