

# 網膜刺激型人工視覚デバイスの AC 駆動化のための CMOS チップ設計

## CMOS circuit design for AC-powering in Retinal Prosthesis Implant

奈良先端大<sup>1</sup>, 豊橋技科大<sup>2</sup>, 株式会社ニデック<sup>3</sup>,  
 ○秦 真誉<sup>1</sup>, 森 康登<sup>1</sup>, Chang Chia-Chi<sup>1</sup>, 遠藤 広基<sup>1</sup>,  
 野田 俊彦<sup>2</sup>, 鐘堂 健三<sup>3</sup>, 寺澤 靖雄<sup>1</sup>, 春田 牧人<sup>1</sup>, 笹川 清隆<sup>1</sup>, 徳田 崇<sup>1</sup>, 太田 淳<sup>1</sup>

NAIST<sup>1</sup>, Toyohashi University of Technology<sup>2</sup>, NIDEK Co., Ltd.<sup>3</sup>,  
 °Maho Hata<sup>1</sup>, Toshihiko Noda<sup>1</sup>, Kenzo Shodo<sup>2</sup>, Yasuo Terasawa<sup>2</sup>,  
 Makito Haruta<sup>1</sup>, Kiyotaka Sasagawa<sup>1</sup>, Takashi Tokuda<sup>1</sup> and Jun Ohta<sup>1</sup>

E-mail: tokuda@ms.naist.jp

### 1. 背景と目的

人工視覚デバイスは、残存している網膜細胞に対して電気刺激することにより視覚を再建する技術である。脈絡膜上に電極を埋植して刺激する脈絡膜上経網膜刺激 (Suprachoroidal Transretinal Stimulation, STS)方式は、安全性の高い刺激方式として注目されている。本方式を採用した人工視覚デバイスの高解像度化の実現を目指し、我々は CMOS チップを刺激電極デバイスに内蔵したスマート電極デバイスの開発及び実証を進めてきた[1]。本研究では、STS 方式スマート電極デバイスにおける多電極化と AC 駆動化を実現するための埋植デバイスの構成を検討した。また、本方式における制御・通信方式の検討を行い、刺激電極制御用チップの主要回路を設計した。

### 2. 人工視覚システム体内装置における AC 給電の採用

人工視覚は複数の構成要素からなるシステムであり、体内に埋植され駆動する体内装置と、体外から送電・制御を行う体外装置により構成される (Fig. 1)。体内装置はメインユニット、バッファ(中継)ユニットおよび刺激電極ユニットの3つから構成され、それらがフレキシブルケーブルにより接続されている (Fig. 2)。体外装置から高周波により供給される電力と制御信号は体内装置のメインユニットで受信され、その後フレキシブルケーブルを通してバッファユニットを経由して刺激電極ユニットに伝えられる。

フレキシブルケーブルは破損時に生体にリーク電流が発生する恐れがある。リークの際の生体へのダメージ軽減を目的とし、ユニット間の電力伝送は DC ではなく AC で行う方式を選択した。

AC 給電方式ではカップリングコンデンサを介して電力を伝える。刺激電極ユニットではサイズ制限のためにカップリングコンデンサの容量を大きくすることができないため、数十 MHz という高い周波数を用いることが必要である。しかし一方で、フレキシブルケーブルの寄生容量のため、メインユニットと刺激電極ユニット間(10 cm 程度)全長にわたって高周波伝送を

行うのは無効電力が増大してしまう。そこで最も長いメインユニット-バッファユニット間は低い周波数 (3.125 MHz)での電力伝送を行い、バッファユニットでは高周波への変換を行う。

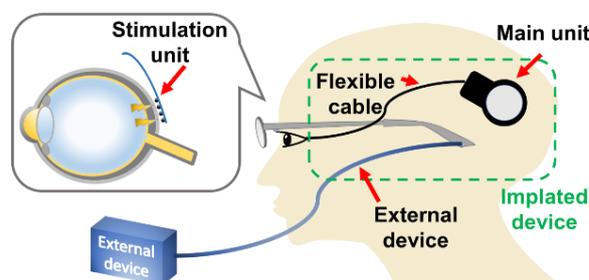


Fig. 1. Concept of the retinal prosthesis system.

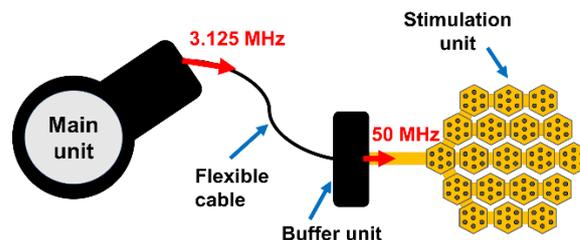


Fig. 2. Configuration of the retinal prosthesis device.

### 3. AC 給電のための回路構成

AC 給電回路の構成を Fig. 3 に示す。Hブリッジ構成の AC 電源回路を設計した。CMOS プロセスにおける電圧制限を満たすため、レベルシフト回路とバッファ回路を設計した。また、Hブリッジ回路からの貫通電流を防ぐため、立ち上がりタイミング調整回路を搭載した。

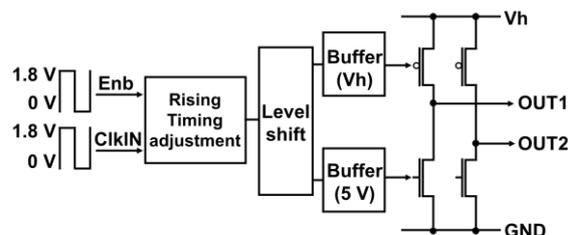


Fig. 3. The block diagram of the AC power supply circuit.

### [参考文献]

[1] T. Noda *et al.*, *Sensors Mater* **30**, 167 (2018).