

非接地状態埋植型 CMOS イメージセンサによる生体内信号伝送

Body Channel Signal Transmission with a Non-grounded Implantable

CMOS Image Sensor

奈良先端大物質 〇速水 一, 石井 孔明, 笹川 清隆, 野田 俊彦, 徳田 崇, 太田 淳

NAIST, 〇Hajime Hayami, Yoshiaki Ishii, Kiyotaka Sasagawa, Toshihiko Noda, Takashi Tokuda, Jun Ohta

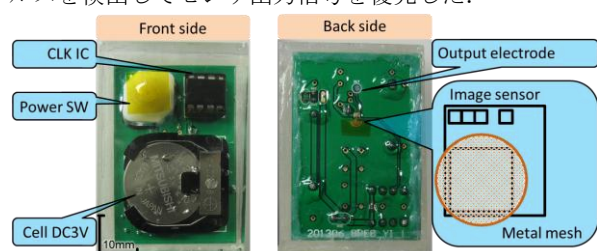
E-mail: ohta@ms.naist.jp

1. 序論

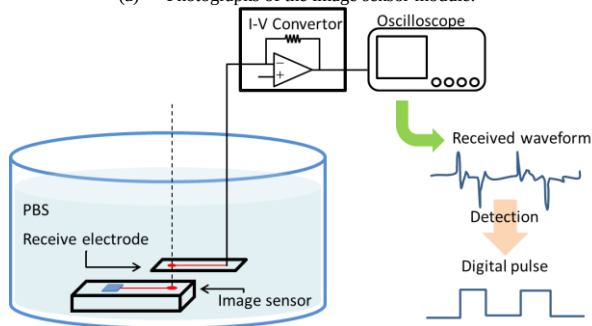
完全埋植型デバイスは、長期にわたって常時モニタリングを可能にし、デバイス利用による感染症などのリスク低減が期待できる。埋植時の生体への侵襲性を抑えるためには、小型・低消費電力の無線通信技術が要求される。これまでに、生体組織を信号伝送媒体として利用し^[1]、デジタル信号を伝送することで、通信モジュールの小型化および低電力化を提案した^[2]。従来の生体通信では、送受信デバイスがともに生体外に配置され、アースを介して閉回路が形成される。本研究では、生体内での駆動を模擬するため、リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) 中にモジュールを浸漬させ、非接地状態での画像信号伝送を実証した。

2. 実験装置および実験方法

電池で駆動する CMOS イメージセンサをリン酸緩衝生理食塩水 (PBS) に浸漬させ、出力信号を同 PBS 中に配置した受信電極を介して I-V 変換回路によって受信した。実験系を Fig.1 に示す。図内(a)は実験に用いたイメージセンサであり、電池から 3 V の電源が供給され、IC から 1 MHz のクロックが入力される。図内(b)に示す通り、センサで A/D 変換された信号は PBS 中へ直接出力され、受信電極によって受信される。電極-PBS 界面の容量成分により、直流成分をカットするため、受信したパルス波形はクロックの微分波形とその減衰振動で構成される。本実験では、受信波形をオシロスコープによって取得し、立ち上がり・立下りパルスを検出してセンサ出力信号を復元した。



(a) Photographs of the image sensor module.

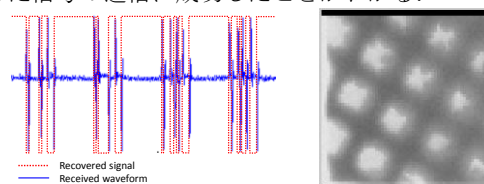


(b) Measurement system.

Fig.1 Experimental setup.

3. 実験結果

受信波形から信号処理により復元したセンサ出力波形と撮像例を Fig.2 に示す。受信波形は低周波成分のないパルスであるため、閾値を設定することでパルスの立ち上がりと立下りを検出し、画像信号を復元した。図より画素上に張り付けたメッシュによる明暗を撮像した信号の送信に成功したことがわかる。



(a) Received and recovered waveforms. (b) Image example.

Fig.2 Transmission results.

4. シミュレーションによる検証および考察

本研究ではシステム同定のため受信波形を解析した。各波形から減衰比を算出し、実測の波形と近似する抵抗成分と容量成分の値を持つ等価回路を作成した。Fig.3 に実測した波形とシミュレーション波形を示す。このときのシミュレーター上で各ノードに流れた電流の結果から、受信波形はパルスの遷移に際し、接地容量に発生する誘電分極とその緩和現象に起因するものと推測できた。

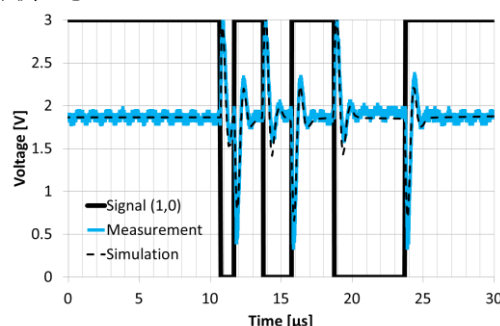


Fig.3 Measured and simulated waveforms.

5. 結論

- (1) 生体模擬材料内の非接地イメージセンサから画像伝送を実証した。
- (2) 実験系の等価回路を作成し、SPICE シミュレーションにより妥当性を確認した。

【謝辞】

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤 A (23246068) により助成された。

【参考文献】

- [1] T. Zimmerman: "Personal Area Networks: Near-field intrabody communication", IBM Systems Journal, 35, pp.609-617 (1996)
- [2] 石井孔明他: "完全埋植型 CMOS イメージセンサのための電池駆動実験", 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 2013/9/16, 同志社大学