

# 照度を検出可能なニューロモルフィック集積回路の開発

## Development of Neuromorphic Integrated Circuits Capable of Detecting Illuminance

村本 大和<sup>†</sup> 関山 晃生<sup>††</sup> 大隈 井輔<sup>††</sup> LYU SHUXIN<sup>††</sup> 森下 克幸<sup>††</sup> 齊藤 健<sup>†</sup>

Yamato MURAMOTO<sup>††</sup> Kousei SEKIYAMA<sup>†</sup> Iisuke OKUMA<sup>†</sup>

Shuxin LYU<sup>†</sup> Katsuyuki MORISHITA<sup>†</sup> Ken SAITO<sup>††</sup>

<sup>†</sup>日本大学理工学部 <sup>††</sup>日本大学大学院理工学研究科

<sup>†</sup> College of Science and Technology, Nihon University

<sup>††</sup> Graduate School of Science and Technology, Nihon University

### 1. はじめに

近年、マイクロロボットはさまざまな分野での活躍が期待されており、昆虫の機能を模倣し応用することで、小型でありながら優れたマイクロロボットを開発する研究がある[1]. 我々は生物の感覚器に存在する受容細胞に着目し、受容細胞のアナログ電子回路モデル化をおこなった[2].

本稿では、太陽電池と受容細胞モデルを1つの集積回路上にレイアウトし、内部で配線した受容細胞モデルICを作製した. 実験の結果、光量の増減で受容細胞モデルICの出力周波数が増加することを明らかにしたので報告する.

### 2. 太陽電池と受容細胞モデルを搭載した受容細胞モデルIC

受容細胞モデルは、我々が先に開発した細胞体モデルをベースに設計したアナログ電子回路モデルである. 受容細胞モデルは、ある一定の  $V_A$  と  $V_{PG}$  を印可すると電気的なパルスを出力する発振回路である. また、受容細胞モデルは、 $V_{PG}$  への印可電圧が増加するにつれて、出力周波数が低くなる特性を持っている.

今回作製した受容細胞モデルICは、太陽電池と受容細胞モデルを1つの集積回路上にレイアウトして作製した. また、 $V_{PG}$  を太陽電池から供給できるように、集積回路内部で配線した. 図1に作製した測定回路の回路図を示す.

### 3. 測定結果

受容細胞モデルIC内部の  $V_{PG}$  を測定し、 $V_{PG}$  の値ごとに  $v_{out}$  からの出力周波数を記録した. 図2に測定した  $V_{PG}$  に対する周波数特性を示す. 回路定数はそれぞれ、MOSFET:  $M_{RC1}=W/L=3\mu\text{m}/10\mu\text{m}$ ,  $M_{RC2}=1.2/10$ ,  $M_{RC3}=10/1.2$ ,  $M_{RC4}=27/1.0$ , キャパシタ:  $C_G=3.3\text{nF}$ ,  $C_M=1.8\text{nF}$ , 電源:  $V_A=2.95\text{V}$  とした. 測定結果より、受容細胞モデルICは照射する光量の増加により出力周波数が減少する特性を有することを確認した.

### 4. まとめ

本稿では、受容細胞モデルと太陽電池を1つのIC上に実装し、出力周波数が光量の増加により減少する特性を有することを確認した. 今後は、マイクロロボットに搭載するため受容細胞モデルICと駆動回路の機能を統合し集積回路化することを検討する.

### 謝辞

本研究は、東京大学 d.Lab(旧 VDEC)活動を通して、日本シノプシス合同会社、日本ケイデンス・デザイン・システム社、シーメンス EDA ジャパン株式会社の協力で行われ、本チップ試作はオンセミコンダクター新潟(株)、凸版印刷(株)の協力で行われたものである.

### 参考文献

[1] T. Baisch and Robert J. Wood: "Pop-up Assembly of a Quadrupedal Ambulatory MicroRobot", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) November 3-7, 2013

[2] 森下克幸ほか、「センサへの入力強度に応じて出力周波数が増加する受容細胞モデルの開発」、電子学会論文誌 C, Vol.142 巻, No.1 号, pp.33-39, 2022.

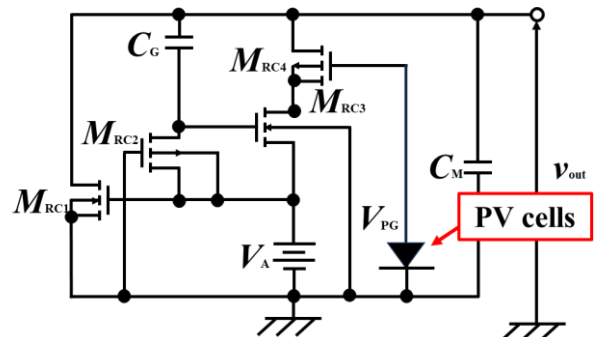


図1 太陽電池と受容細胞モデルを搭載した受容細胞モデルの回路図

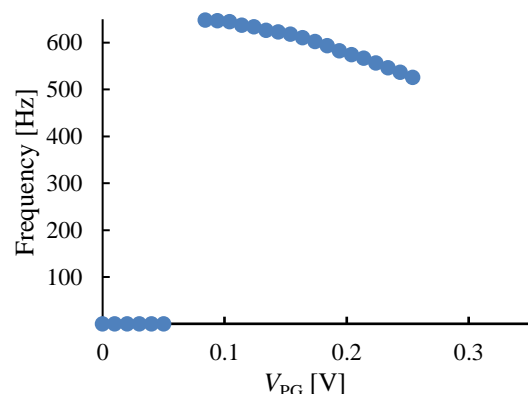


図2  $V_{PG}$  の変化に対する出力周波数特性