

ウェアラブル FBG 生体信号計測システムのためのフォトダイオードとアナログフロントエンド回路試作チップの評価

Test Chip of Analog Front End Circuits with Photodiode for a Wearable FBG Vital-sign Sensing Device

信州大学¹ °(M2)狩野 楓¹, 上口 光¹

Shinshu University¹, °Kaede Kano¹, Koh Johguchi¹

E-mail: 20w2027k@shinshu-u.ac.jp

1. はじめに

今日の超高齢社会において、医療費の高騰や医師不足により、高齢者一人暮らしの在宅健康モニタのための簡便な生体信号計測システムが必要とされている[1]。そこで、衣服などに編み込む Fiber Bragg Grating を歪みセンサとして用い、脈波や血圧などの複数の生体信号を計測するシステムが提案されている[2]。そこで、これを CMOS 集積回路により小型化を目指す。フォトダイオード (PD)、及び、2 種類のアナログフロントエンド (AFE) 回路の試作と評価から、より手軽な生体信号計測システムの開発を行った。

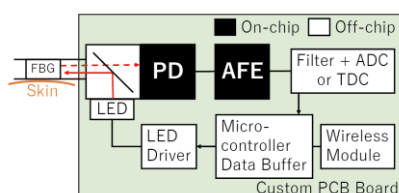


Fig. 1 Block diagram of a proposed system.

2. FBG センサを用いた脈波計測システム

提案システムのブロック図を Fig. 1 に示す。LED による光を FBG センサに入射し、その反射光を PD で受け取り、その電流信号から皮膚表面に装着した FBG センサの歪みを測定し、脈波を測定する。

3. テストチップ試作

PD と AFE 回路を集積化したカスタム IC チップを試作した。AFE 回路は Fig. 2 に示す電流電圧変換型と積分形の 2 種類を作成した。

PD は、LED による光を入射し評価したところ、約 200 μA の暗電流に対して、最大で 1.8 μA 程度の光電流を得られることが確認できた。

電流電圧変換型 AFE 回路 (Fig. 2a) では、PD の電流信号をカレントミラー回路でコピー、または、反転

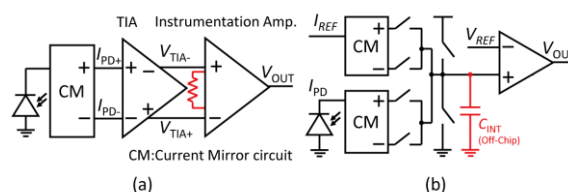


Fig. 2 Schematic of two types of AFE circuits.

コピーしてトランスインピーダンスアンプ (TIA) で差動電圧信号に変換する。その差動信号を計装アンプで差動増幅し出力する。

一方で、積分型 AFE 回路 (Fig. 2b) は、PD 出力電流と参照電流の差分電流で、容量を充放電し、その充電時間を測定することで、PD 電流を計測する。

4. テストチップ評価

Fig. 3 に試作チップと評価ボードを示す。試作チップは、0.18 μm 技術で製造され、チップ寸法は 4.8 mm 角である。Fig. 4 に評価結果の一例を示す。PD に 1 Hz 正弦波で光強度が変化する光を入射し、電流電圧変換型 AFE の出力を AD 変換器とマイコンを用いて測定した結果である。脈波形状を評価する上で十分なサンプリング周波数 (1 kSample/s) での回路動作を確認した。

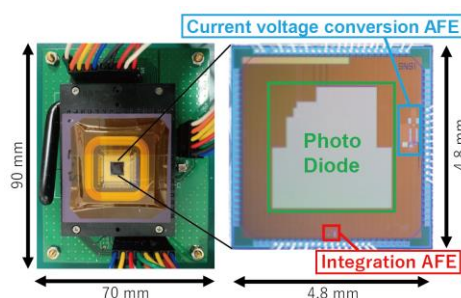


Fig. 3 Test Chip and Evaluation Prototype.

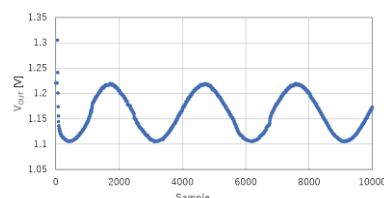


Fig. 4 Measurement result of TIA-AFE circuit.

5. おわりに

脈波測定システムに向けた、PD 及び 2 種類の AFE 回路を試作し、4.8 mm 角のチップに集積した。また、それぞれの AFE について、脈波の測定が可能であることを確認した。

参考文献

- [1]山越恵一,精密工学会誌 Vol. 62, No. 11, pp. 1525-1529
- [2]H. Ishizawa, et al, Ext. Abstr. SSDM, pp. 551-552,2019.