

## 小型ウェアラブル発汗量計測システムに向けた周辺回路開発

### Peripheral Circuit Design for Smart Wearable Sweat Monitoring System

<sup>1</sup>信州大学, <sup>2</sup>株式会社スキノス, <sup>○</sup>(M2)坂田 天来<sup>1</sup>, (M1)狩野 楓<sup>1</sup>, 百瀬 英哉<sup>2</sup>, 上口 光<sup>1</sup>

<sup>○</sup>Tera Sakata<sup>1</sup>, Kano Kaede<sup>1</sup>, Hideya Momose<sup>2</sup>, Koh Johguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Shinshu University, <sup>2</sup>SKINOS Co.,Ltd.

#### 1. はじめに

近頃、発汗量計測による日常的な体調予測のニーズが高まっている。しかし、現行の発汗量計測器は筐体が大きく持ち運びが不可能であり、日常的な計測ができない[1]。本研究では、CMOS集積回路技術を用いて発汗量計測システムの開発を行い、より手軽で日常的な測定を可能にする。

#### 2. 小型発汗量計測システム

本研究で提案する小型発汗量計測システムのブロック図を Fig. 1 に示す。本システムはカスタム IC チップと静電容量型湿度センサで構成される。作成したカスタム IC チップを Fig. 2 に示す。チップ内にはコントローラ、Low Drop Out (LDO) 回路、8bit SAR 型温度センサ[2]、湿度センサ用積分型 A/D 変換器(ADC) [3][4]が集積されている。今回提案する発汗量計測システムは、皮膚通過前の空気の相対湿度 ( $C_{X1}$ ) と通過後の相対湿度 ( $C_{X2}$ ) をそれぞれ測定し、温度も測定する。この湿度と温度によって絶対湿度化したものを計算し、その差分を取ることで発汗量が算出される。

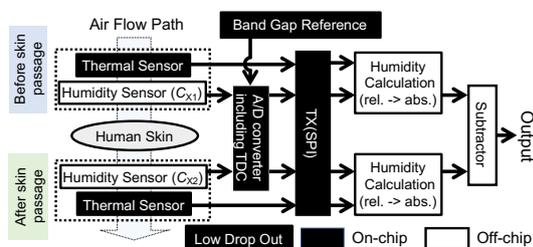


Fig. 1 Block Diagram of Sweat Monitoring System

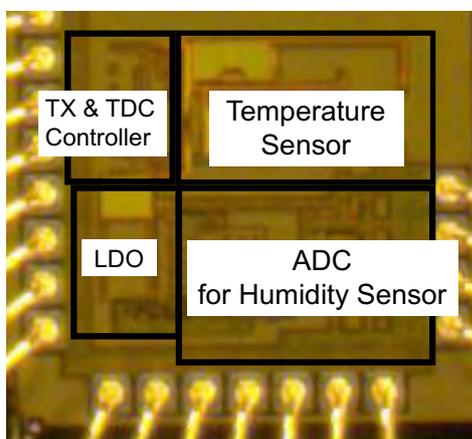


Fig. 2 Manufactured Chip

チップ測定のためにカスタム PCB ボードを作成した。PCB ボードは FPGA (Intel, DE1-SoC) と接続され、温度、湿度を環境試験機 (ESPEC-SH222) によって変化させながら本チップによる発汗量計測システムの測定を行った。Fig. 3 に測定時のカスタム IC チップの載ったカスタム PCB ボード、FPGA、環境試験機である。

本チップは LDO 回路が組み込まれており、3 V 電源 1 本から内部の 1.8 V 電源を生成している。チップ内の LDO 回路の出力電圧が 1.8 V に対して  $\pm 100$  mV 以内に収まっており正常に動作していることを測定により確認した。このため電池 1 本でチップ内の全ての回路が正常動作する見込みを得た。

温度センサと湿度センサの測定した値はチップ内のコントローラから外部へ Serial Peripheral Interface (SPI) の通信方式に則った形で外部へ出力される。計測によりチップから SPI の形式でデータが出力されていることを確認した。

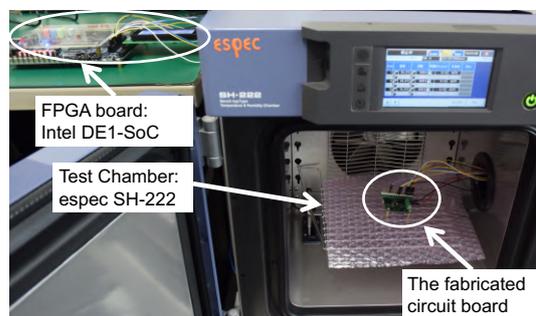


Fig. 3 SPI Communication with Chip

#### 3. おわりに

本研究では CMOS 集積回路技術を用いたカスタム IC チップ化によりサイズを  $1.17 \text{ mm} \times 1.12 \text{ mm}$  へ集積することができた。3 V 電源 1 本で駆動されることと計測結果が形式に則ったデジタルデータによって出力されていることが測定により確認できた。これにより無線通信機能を持ったマイコン等と接続し、ウェアラブル発汗量計測システムが実現できる見込みを得た。

#### 参考文献

- [1] 百瀬他, 信学技報, MBE2008-39, pp. 69-72, 2008.
- [2] T. Sakata et al., Proc. ISDCS2019, 2019.
- [3] Y. Mitani, et. al, Ext. Abst. SSDM2017, pp. 261-262, 2017.
- [4] Y. Mitani, et. al, JJAP, 57, 04FF10, 2018.