

パルス幅変調を用いた有機非接触 IC タグの設計と実現可能性の検証

Design and Feasibility of Organic Contactless IC Tags Using Pulse Width Modulation

山形大 ROEL¹, 宇部興産(株)² °松井 弘之¹, 竹田 泰典¹, 早坂 和将¹,

横澤 晃二¹, 田中 康裕², 芝 健夫¹, 熊木 大介¹, 時任 静士¹

ROEL, Yamagata Univ.¹, UBE Industries, Ltd.²

°Hiroyuki Matsui¹, Yasunori Takeda¹, Kazuma Hayasaka¹, Koji Yokosawa¹,

Yasuhiro Tanaka², Takeo Shiba¹, Daisuke Kumaki¹, Shizuo Tokito¹

E-mail: h-matsui@yz.yamagata-u.ac.jp

真空フリー・フォトリソフリーの印刷法で作製可能な有機トランジスタ (OTFT) から成る非接触 IC タグは、大幅な低コスト化が期待されていると同時に、センサ等に必要多様な材料との複合化が容易であることが特徴である。しかしながら、既存通信規格に対応するには、13.56 MHz 分周のための OTFT の飛躍的な性能向上と約 2000 個の OTFT の集積化が不可欠であり、研究開発の長期化や製造工程の複雑化に伴う高コスト化が懸念される。本研究では、より早期かつ低集積度で実現するためのアプローチとして、パルス幅変調 (PWM) 方式による有機非接触 IC タグを提案する。また、要素回路の実測データとシミュレーションを元に、p 型および n 型 OTFT それぞれの要求性能を明確にする。

本タグはアンテナ、整流回路、センサ、PWM 回路および負荷変調回路で構成される (Fig. 1)。まず、アンテナが受信する 13.56 MHz の電波が整流されることにより、センサと PWM 回路に DC 電源 (電圧: V_{DD}) が供給される。電源供給によって PWM 回路は矩形波を発生させるが、その HIGH と LOW の時間比 (デューティ比) はセンサの出力 DC 電圧 V_{IN} に依存し、 $t_1/t_0 = \ln[2 V_{IN}/(V_{DD} - V_{IN})]/(2 \ln 2)$ となる。最後に、その矩形波が負荷変調回路へ入力されることで、アンテナのインピーダンスが 2 値間で周期的に変化する。親機はアンテナのインピーダンスが高い状態と低い状態のデューティ比を計測することで非接触にセンサの信号を読み取ることができる。本タグの構成要素の内、整流回路と負荷変調回路については実効移動度が約 $3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の p 型 OTFT で実現可能であることを既に報告している。^[1] さらに今回、PWM 回路についても実効移動度 $0.07 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の p 型 OTFT と実効移動度 $0.07 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ の n 型 OTFT を用いて実際に作製したところ、Fig. 2 に示す PWM 信号を得ることに成功した。以上の結果から、本非接触 IC タグは移動度 $3 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の p 型 OTFT と移動度 $0.1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の n 型 OTFT を用いることで十分実現可能であると推測できる。また、本タグの構成は最小で僅か 23 個の OTFT でも実現可能であることから、低コストな有機非接触 IC タグに適した方式であると考えられる。

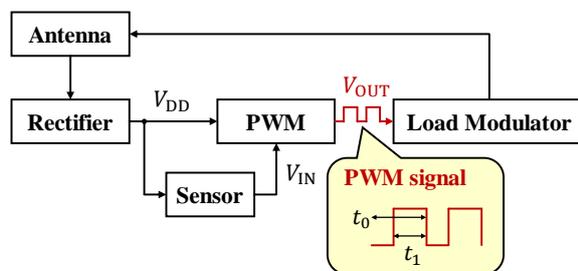


Fig. 1 Block diagram of the organic contactless IC tags.

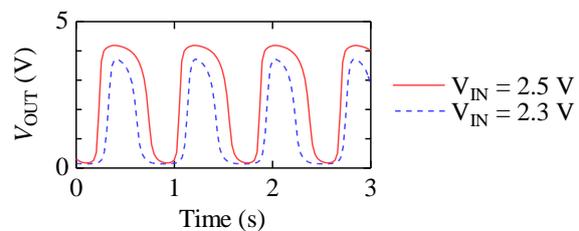


Fig. 2 Experimental data of the organic pulse width modulation (PWM) circuit. $V_{DD} = 5 \text{ V}$.

[1] M. Uno *et al.*, *Adv. Electron. Mater.* **1**, 1500178 (2015).