

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	無線デバイス向け低電力動作酸化物薄膜トランジスタおよび回路技術
Title(English)	Low-power operating oxide thin-film transistors and circuits for wireless device application
著者(和文)	河村哲史
Author(English)	Tetsufumi Kawamura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9975号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種類:課程博士, 審査員:波多野 睦子,細野 秀雄,宮本 恭幸,河野 行雄,鈴木 左文, 小寺 哲夫
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9975号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	河村 哲史	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	波多野 睦子	教授	鈴木 左文	准教授
	審査員	細野 秀雄	教授	小寺 哲夫	准教授
		宮本 恭幸	教授		
		河野 行雄	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、“Low-Power operating oxide thin-film transistors and circuits for wireless device application” (無線デバイス向け低電力動作酸化物薄膜トランジスタおよび回路技術) と題し、英文 5 章から構成されている。

第 1 章 “Introduction” (序論) では、グローバル社会のニーズに基づき、研究の背景と目的を述べている。IoT (Internet of things) の発展に伴い、毎年 1 兆個のセンサが新たにネットワークに接続されると予測され、今後 RFID (Radio Frequency IDentification) とセンサの融合が益々重要になることを、事例を挙げて示している。続いて従来の RFID の課題の解決方法を提案し、それを実現するキーとなるデバイスは a-InGaZnO 半導体からなる酸化物 TFT (Thin Film Transistors) であることを述べている。次に本論文で取り扱う酸化物 TFT の材料、物性、キャリア輸送特性、デバイスの構造と動作、応用の特徴を説明し、本研究の目的は、低電力で動作する酸化物 TFT を実現し、それをを用いて 13.56 MHz の無線駆動、アンテナ・回路一体 RFID タグを実証する回路技術を開発することにある、と述べている。

第 2 章 “Development of low-voltage operating a-InGaZnO TFT” (低電圧駆動 a-InGaZnO TFT の開発) では、提案した低電圧駆動完全空乏型 a-InGaZnO TFT と試作結果について述べている。n 型半導体である a-InGaZnO とゲート絶縁膜の界面に蓄積層を形成して nMOS 動作をさせる TFT において、オフ状態に完全空乏化状態となる TFT を試作し、1.5 V での低電圧動作を実証している。TFT 特性は、微小なオフ電流と急峻なサブスレッショルド係数 (S 値) を実現し、特に S 値に関しては、理論限界に迫る 62 mV/dec を達成している。また、完全空乏型 a-InGaZnO TFT の動作原理に関する解析を行ない、S 値、閾値電圧、ソース・ドレイン間電流の理論式を導出し、さらに、最大動作周波数を予測している。

第 3 章 “Development of four-TFT rectifier circuit” (4-TFT 整流回路の開発) では、第 2 章で実現した完全空乏型 a-InGaZnO TFT を用いて整流回路を設計し、試作・評価した結果について述べている。まず、整流回路による無線給電は無線駆動デバイスに必須の構成要素であり、RFID で広く利用される 13.56 MHz 帯向けを対象としたことを説明している。次に 4 つの TFT で構成する整流回路を設計・試作し、市販のリーダ (200mW) からの 13.56 MHz の電波を DC 電力に変換できることを実証し、65mm よりも近距離において RFID 動作を実現したことを示している。

第 4 章 “Development of low-power operating logic circuit” (低電力駆動論理ゲートの開発) では、無線駆動デバイス内部の論理回路向けに提案した、動作周波数と消費電力を両立する容量結合型論理ゲートについて述べている。まず完全空乏型 a-InGaZnO TFT を用い、n 型チャネル TFT のみで構成される独自の無線デバイス向け論理ゲートについて説明している。続いて試作品の評価を行い、a-InGaZnO TFT を用いて RFID タグを構成する場合の課題である、論理回路の高速動作 (5.7kHz) と低消費電力 (1.9 μ W) を両立する結果が得たことを述べている。

第 5 章 “Conclusion” (結論) では、本論文の結論と今後の展望をまとめている。

以上を要するに、本論文では、フレキシブル基板上へ無線給電・無線通信機能を搭載するための基礎検討として、低温形成が可能な a-InGaZnO TFT を用いて ISO15693 対応の RFID を実証する研究を行い、TFT の低電圧駆動動作を実現したこと、完全空乏型 a-InGaZnO TFT で構成した整流回路により 13.56 MHz の電波を DC 電力に変換できることを実証したこと、TFT で構成する容量結合型論理ゲートを提案・試作して動作周波数と低消費電力を両立する無線駆動デバイス内部の論理回路を実現したこと、など IoT 時代のセンサネットワークの展開に新たな道を拓いたもので、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって、我々は本論文が博士 (工学) の学位論文として十分な価値があると認める。