

平成28年 2月29日





豊橋技術科学大学長 殿

電気・電子情報工学専攻  
学位審査委員会  
委員長 長尾雅行



### 論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	岡部謙志		学籍番号	第 093309 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 電気・電子情報工学 専攻	
博士学位 論文名	無線センサデバイスに向けた小型アンテナと無線電力伝送技術に関する研究 (A Small Size Antenna and Wireless Power Transmission Techniques for Wireless Sensor Devices)			
論文審査の 期間	平成28年 1月28日 ~ 平成28年 2月29日			
公開審査会 の日	平成28年 2月19日	最終試験の 実施日	平成28年 2月19日	
論文審査の 結果*	合格		最終試験の 結果*	合格
<p>審査委員会(学位規程第6条)</p> <p>学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。</p> <p>委員長 澤田 和明 </p> <p>委員 石田 誠  大平 孝  印</p> <p>河野 剛士  印</p>				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

## 論文内容の要旨

本論文は、小型無線センサノードや体内埋込みデバイス実現のための要素技術として、サファイア基板による小型アンテナの高利得化、体内埋込みデバイスための小型アンテナの設計手法や高精度シミュレーション技術の提案、フレキシブルフィルムアンテナとシリコン CMOS 集積回路との統合設計、無線受電回路設計についてまとめられている。さらに、小型・高利得アンテナの最適な設計手法やデバイス製作プロセス、シリコン CMOS 集積回路との実装プロセス技術について検討・提案し、生体埋込みを想定した無線電力伝送実験などを通じて提案技術の有効性を実証している。

第1章では、センサネットワークにおけるセンサノード及び医療応用に向けた体内埋込みデバイスの小型化の必要性について概説し、本研究の目的を記述している。また、第2章では、本研究で対象とする小型アンテナや無線電力伝送方式、実装方式などの要素技術について先行研究を体系的にレビューすることで、本研究の位置づけをより明確にしている。第3章では、小型・高利得なアンテナを実現するために、低損失・高誘電材料であるサファイア基板を用いたチップアンテナを提案し、その最適な設計方法やデバイス製作・実測を通じて有効性を実証している。第4章では、体内埋込みアンテナ設計・評価の簡易化手法として、生理食塩水中でのアンテナの実測結果から、ヒトの頭部（脳表面）での特性を見積もるための変換手法を提案すると共に、人体モデルを用いて生体内での寄生容量の見積り方法を提案している。第5章では、フレキシブルフィルムアンテナとシリコン CMOS 集積回路を小型に実装するためのウェハレベルパッケージング技術を提案している。最後に第6章において本論文を総括するとともに、今後の課題と展望について記述している。

## 審査結果の要旨

情報通信端末や医療機器など様々な分野において、データ通信や電力伝送の無線化は必須の技術となっており、特にアンテナの小型・高性能化と、信号処理回路の高性能・高機能化の両立が求められている。そのような課題に向けては、小型アンテナを高利得にするための電子デバイス・材料分野の知見と、高周波信号処理などの高性能・高機能な集積回路分野の知見の両方からの取り組みが重要である。しかし、これまではそれぞれの分野内での最適化が議論されるに留まる傾向にあり、システム全体としての小型化、高性能化、高機能化のための基盤技術創出は未だ模索段階にある。

本研究では、小型無線センサノードや体内埋込みデバイス実現に向けた、サファイア基板及びフレキシブルフィルム材料による小型・高利得アンテナの新規構造を創出し、それらの最適設計手法を提示すると共に、デバイス製作や実測を通じて有効性を実証している。前者については、高誘電材料であるサファイア基板を用いることで、低損失な小型アンテナを実現している。設計・製作したサファイアチップアンテナは、共振周波数 360MHz において 5mm×5mm のサイズで -29.2dBi という高いアンテナ利得を達成しており、他の小型チップアンテナとの比較を以ってその優位性が示されている。さらに、SOS (Silicon on Sapphire) 基板を用いることにより信号処理回路が集積化できるため、本研究が目的とする小型無線センサノードの実現が可能となることを示唆している。一方で、後者のフレキシブルフィルムアンテナについては、同一フレキシブル材料中にシリコン CMOS 集積回路を挟み込む実装プロセス技術（ウェハレベルパッケージング）を新規に提案しており、体内埋込みを想定した無線電力伝送システムを実現している。今後センサデバイスや高度な信号処理回路、無線通信回路などを集積することでより高機能な埋込みデバイスを実現可能である。

本論文は、デバイス・材料分野の知見によりアンテナの最適化や実装技術の創出を、シリコン CMOS 集積回路分野の知見を以ってシステムの高性能・高機能化を図るという、それぞれの技術分野が得意とする手法を融合する点に独創性があり、これらの研究成果は、今後の小型無線センサノードや体内埋込みデバイス実現に向けて高く評価できる。

以上により、本論文は博士（工学）の学位論文に相応しいものと判定した。

(各要旨は1ページ以上可)