

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	寺田 崇秀
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 黒田 忠広
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 天野 英晴
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 石黒 仁揮
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 中野 誠彦
(論文審査の要旨)			
<p>学士（工学）、修士（工学）寺田崇秀君提出の学位請求論文は「メンテナンスフリーセンサネットワークシステム用低電力無線データ通信及び電力伝送回路」と題し、6章から構成されている。</p> <p>発電機の回転軸や工場内の過酷な環境などに適用するセンサネットワークシステムでは、メンテナンスフリーの運用が求められている。従来、センサノードは無線データ通信回路の消費電力が大きいことから、定期的なバッテリー交換が必要であった。メンテナンスフリーを実現するためには、無線データ通信回路の電力を低減してバッテリー交換を不要にするか、もしくは、センサノードへの電力伝送によりバッテリーそのものを不要にすることが求められる。本論文は、センサデータを低電力で伝送する無線データ通信回路技術と、センサノードへ電力を安定に供給する無線電力伝送回路技術を示したものであり、メンテナンスフリーなセンサネットワークシステムの実現に大きく貢献するものである。</p> <p>第1章は序論であり、本論文の背景と目的、従来の研究について説明している。</p> <p>第2章では、1 m 以内の極近距離無線データ通信回路について、アナログ回路の消費電力を低減するクロック動作技術を提案している。インパルス信号を用いるウルトラワイドバンドインパルスラジオ(UWB-IR)を採用し、アナログ回路をデジタル化してクロック動作させる工夫をしている。0.18 <math>\mu\text{m}</math> CMOS プロセスで試作した送受信機チップを評価して、通信距離 1 m で転送速度 1 Mbps のデータ通信に必要な消費電力を従来の 40 mW から 1 mW に低減できることを実証している。</p> <p>第3章では、30 m 以内の近距離無線データ通信に用いられる UWB-IR 受信機について、アナログフロントエンド回路のインパルス単位での間欠動作技術を提案している。アナログデジタル変換器のサンプリングクロックに同期して各回路の動作を高精度に制御する工夫をしている。0.18 <math>\mu\text{m}</math> CMOS プロセスで試作した送受信機チップを評価して、アナログフロントエンド回路の消費電力を 90 mW から 38 mW に低減できることを実証している。</p> <p>第4章では、2次元導波シート方式を用いた無線電力伝送用の回路技術について、電力伝送効率とセンサノードの消費電力の変動に応じて高い電力効率を実現する送受信機アーキテクチャを提案している。センサノードの位置によって変動する電力伝送効率に応じて、パワーアンプ(PA)の電源電圧と入力電力を協調制御する工夫をしている。さらに、センサノードの消費電力の変動に応じて整流回路の並列整流素子数を動的に切り替える工夫をしている。PA と整流回路のプロトタイプを用いた実験評価により、送信電力が 10dB 変動する場合に PA の効率が 2.5 倍に向上することと、消費電力が 4 倍変動する場合に整流回路の効率が 1.5 倍に向上することを確認している。</p> <p>第5章では、2次元導波シートを用いた無線電力伝送のビームフォーミング技術について、導波シート上に設置したリファレンスデバイスから全ての送信機とセンサノードにクロックを分配するユニバーサルオンシートリファレンス方式を提案している。提案方式により送信機間の回路遅延ばらつきを補償できることに加え、センサノードから水晶発振器を除去することができるので、消費電力を低減できる。0.18 <math>\mu\text{m}</math> CMOS プロセスで試作した送信機チップを評価して、電力伝送効率が 23 倍に向上し、センサノードの位置による電力伝送効率の変動が 11 分の 1 に低減することを確認している。</p> <p>第6章は結論であり、各章で得られた内容をまとめ、本研究によって得られた成果を要約している。</p> <p>以上要するに、本論文は、センサデータを低電力で伝送する無線データ通信回路技術と、センサノードへ電力を安定に供給する無線電力伝送回路技術を提案し、その有効性を実証したものであり、集積回路工学分野において工業上、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（スマートデバイス・システム工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		