

平成 21 年 5 月 8 日現在

研究種目：基盤研究（B）
研究期間：2006～2009
課題番号：18360184
研究課題名（和文）心拍、呼吸、体温計測機能を有する超小型スマート RFID 能動タグ回路の開発
研究課題名（英文）DEVELOPMENT OF A SMALL-SIZE ACTIVE SMART RFID TAG WITH SENSING FUNCTIONS OF HEART RATE, RESPIRATION, AND BODY TEMPERATURE
研究代表者
井上 高宏（INOUE TAKAHIRO）
熊本大学・自然科学研究科・教授
研究者番号：70093987

研究分野：電気電子工学
科研費の分科・細目：通信・ネットワーク工学
キーワード：電子デバイス・機器、先端機能デバイス、スマートセンサ情報システム

1. 研究計画の概要

本研究は、ヒトの実時間健康管理のため、あるいは医薬品開発用遺伝子改変マウスなどの実験用動物の生理データの実時間計測のため、生体の心拍、呼吸、体温等の生理信号を計測し実時間で無線によりテレメトリーできる超小型スマート RFID タグの実現を目的とする。具体的には、本研究期間内に、その RFID タグが具備すべき機能である個体識別コードの照合、センサー信号処理、多重化通信のための符号化といった諸機能を実現する回路を搭載したミクストシグナル・システム LSI を開発する。さらに、同チップを電源回路、RF トランシーバー回路と共に小型プリント基板上に実装したプロトタイプを試作し、実験で評価する。

2. 研究の進捗状況

(1) 心拍、呼吸、体温計測機能を有する RFID 能動タグ回路について、ヒトの心拍、呼吸、体温を計測できるベルト実装型スマート RFID タグを試作し、タグとリーダー間を微弱無線の 303MHz で交信させ、性能評価実験を行った。これにより、ID コード照合用の 2 値パルス幅シフトキーイング (B PWSK) 変調と、生体信号用のパルス位置 / パルス幅変調とが、共に設計どおり有効に機能することを確認できた。TSMC の 0.25 μ m CMOS プロセスで試作した ID コード照合回路および心拍パルス検出回路を搭載した 5 mm 角試作チップについても所望の動作を確認できた。また、3 つ生体情報の同時リアルタイム送

信を可能にする符号化回路を設計し、その IC チップの試作と実装基板試作を行った。

(2) 無線による電力供給型 RFID タグに關し、実装基板上のスパイラル平面結合コイルのインダクタンス値を計算するための基礎資料として、方形断面導体の高周波インピーダンスの計算手法を開発し、基板より放射される不要電波を除去するための溝形吸収素子の特性を算出した。また、設計した 1 mm 角平面スパイラル結合コイルを実装した超小型 AC-DC 変換回路を試作した。

(3) 通信符号の設計に関しては、タグとリーダー間の通信に利用可能な非同期 DS/CDMA 通信用の負相関スペクトル拡散符号を設計し、これが線形フィードバックシフトレジスタで生成可能であること、および従来符号よりも低いビット誤り率を達成することを明らかにした。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)

ヒト用の心拍、呼吸、体温等の生理信号を計測し実時間で無線によりテレメトリーできる超小型スマート RFID タグの開発について、本研究期間内での性能達成目標である個体識別コードの照合、センサー信号処理、多重化通信のための符号化といった諸機能を搭載したミクストシグナル・システム LSI を開発し、それを実装してベルト装着型のスマート RFID のプロトタイプを実現できた。しかしながら、

現時点では、試作品が多数の TEG を基板に搭載しているため、低消費電力性と小型化の点で、まだ当初目標を達成していない。

4. 今後の研究の推進方策

今後の研究は、主として下記の各課題に重点をおいて研究を推進する。

(1)全消費電流の削減:

試作したスマートRFIDタグのプロトタイプでは、電源電圧 $\pm 1.5V$ の下での待機消費電流が40mAとまだ大きい。このため、回路の一層の低消費電流化設計を行い、コイン電池の利用を可能にする。

(2)複数の生体情報の同時実時間返信:

生体情報計測の実時間性を高めるため、3つの生体信号を同時計測同時返信する機能をもつ符号化回路を開発し実装する。

(3)R波検出回路の判定レベル自動調整機能:

試作したプロトタイプの心拍検出回路では、コンパレータのR波検出レベルはタグ装着者に応じてあらかじめ調整設定しておく必要がある。この点を改良するため、ECG信号のR波検出レベルを入力ECG信号レベルに追従して自動設定する回路を開発する。

(4)ECGアンプの自動利得調整機能:

試作したプロトタイプでは、心拍検出回路の入力段のECGアンプは固定利得となっている。しかし、タグ装着者の個人差でECG信号レベルが異なると後段の心拍検出回路で誤検出が起こる可能性がある。この解決のため、ECGアンプの自動利得調整回路を開発する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 9 件)

Akira Matsushima, Makoto Matsuki, Filament Model for Computing Impedances of Conducting Wires and Transmission Lines, Proceedings of the 7th Asia-Pacific Engineering Research Forum on Microwaves and Electromagnetic Theory, pp.163-172, 2008, 査読有

Toshitaka Yamakawa, Takahiro Inoue, Akio Tsuneda, Design and Experiments of a Novel Low-Ripple Cockcroft-Walton AC-to-DC Converter for a Coil-Coupled Passive RFID Tag, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Science, E91-A(2), pp.513-520, 2008, 査読有

Kei Eguchi, Takahiro Inoue, Ichirou Oota, Hongbing Zhu, Fumio Ueno, A Cross-Coupled Type AC-DC Converter for Remote Power Feeding to a RFID Tag, WSEAS Transactions on Circuits and Systems, 11(6), 2007, pp.592-600, 2007, 査読有

Toshitaka Yamakawa, Takahiro Inoue, Masayuki Harada, Akio Tsuneda, Design of a CMOS Heartbeat Spike-Pulse Detection Circuit Integrable in an RFID Tag for Heart Rate Signal Sensing, IEICE Transactions on Electronics, E90-C(6), pp.1336-1343, 2007, 査読有

[学会発表](計 14 件)

中島晃、生体情報計測機能を持ったRFIDタグ試作基板の実験と評価、電気学会電子回路研究会、2008/6/12、会津大学

[産業財産権]

出願状況(計 1 件)

名称: 受動型無線識別タグ及びその受動電源回路

発明者: 井上 高宏

権利者: 国立大学法人熊本大学

種類: 特許

番号: 特願 2008 - 021501

出願年月日: 2008 年 1 月 31 日

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ

<http://www.anacas.eecs.kumamoto-u.ac.jp>