

氏名	黒川 悟 <small>くろかわ さとる</small>
学位の種類	博士 (情報学)
学位記番号	情博第90号
学位授与の日付	平成15年11月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	情報学研究科通信情報システム専攻
学位論文題目	超広帯域パルスを用いた時間領域空間計測法と小型プリント基板電磁界センサの開発
論文調査委員	(主査) 教授 佐藤 亨 教授 吉田 進 教授 橋本弘藏

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、まず序章に続く第2章で、近年注目されているUWB（超広帯域）パルスを用いた電磁界計測技術並びに電磁界解析手法を用いて、UWBパルス通信で問題となる、機器の設置場所での電波の到来波の状態を求める手法について述べている。本手法は、パルス幅約1nsのUWBパルスを微小ダイポールアンテナを用いて放射し、受信機の設置場所に到来する電波の様子をウィナーフィルタによるパルス圧縮法を用いて把握することの可能な手法である。本手法を用いれば、任意の受信アンテナ設置場所での通信状態を把握できることから、良好な通信を実施できる受信機器設置場所を容易に把握可能となる。

第3章では、第2章で述べたUWBパルス測定法を応用した計測技術として、人体の電波被曝量を低減する目的で開発した、電波シールド衣服の着衣状態での電波遮断周波数特性を計測する手法について述べている。衣服のシールド特性を求めるとき、床面や壁面などから到来する反射波が障害となる。本手法は、UWBパルスを用いた時間領域計測により、これらの反射波を取り除き、直接到来する電波のみによる評価を可能とする手法である。本手法により、衣服のシールド特性を決定する要因が、衣服を直接透過する直接透過波と首の開口部分から侵入する回折波の合成波により決定されることを示している。

次に、パソコンを代表とした動作周波数がGHz帯へと至る電子機器の設計に利用することの可能な電磁界センサとして、UWBパルスを用いたFDTD法数値計算を用いた最適化設計による、方向性結合器型電磁界センサ、円形パッチプリントアンテナ型電界センサの開発を行っている。試作センサの特性測定にはネットワークアナライザのタイムドメイン機能を用いたセンサ特性測定手法を用いている。

第4章では、GHz帯で利用可能な広帯域方向性結合器型電磁界センサについて述べている。当該センサは、プリント基板上の線路を伝搬する信号の進行波と反射波を分離して測定することを可能とした初めての超小型センサであり、進行波を計測するポートと反射波を測定するポートの2つのポートを有し、高周波回路で問題となる回路間のマッチング不良の存在を知ることが可能である。

第5章では、円形パッチプリントアンテナ型電界センサをマイクロストリップ線路を伝搬する信号を計測することを目的として、最適な周波数特性を得るための形状設計手法について述べ、さらに試作した電界センサの特性との比較、被測定線路に与える影響について述べている。

第6章では、誘電率や基板厚みの違う各種基板のマイクロストリップ線路を伝搬する信号を計測することを想定した、センサの周波数特性解析について述べる。第5章で開発したセンサが、誘電損失の少ないテフロン基板では17GHz程度まで、損失の比較的大きなガラスエポキシ基板では11GHz程度までの周波数成分を有する信号を変動レベル4dB程度で計測可能であることを示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、UWB（超広帯域）パルスを用いた時間領域空間計測技術の開発を目指したものであり、室内電波伝搬環境の計測、電磁波シールド衣服の特性計測、広帯域プリント基板電磁界センサの開発などに優れた成果を挙げた。主要な結果は以下の通りである。

(1) UWBパルスを用いた電磁界計測技術並びに電磁界解析手法を用いて、UWBパルス通信で問題となる、機器の設置場所での電波の到来波の状態を求める手法を開発した。本手法により、任意の受信アンテナ設置場所での通信状態を把握でき、良好な通信を実施できる受信機器設置場所を容易に把握可能となった。

(2) 電磁波シールド衣服の着衣状態での電波遮断周波数特性を計測する手法を開発した。本手法は、UWBパルスを用いた時間領域計測により、反射波を取り除き直接到来する電波のみによる評価を可能とする手法である。本手法により、衣服のシールド特性を決定する要因が明らかとなった。

(3) 従来のプローブでは測定不可能であった5GHz以上の周波数まで使用可能な広帯域方向性結合器型電磁界センサを開発した。当該センサは、プリント基板上の線路を伝搬する信号の進行波と反射波を分離して測定することを可能とした初めての超小型センサであり、進行波を計測するポートと反射波を測定するポートの2つのポートを有し、高周波回路で問題となる回路間のマッチング不良の存在を知ることが可能となった。

(4) 円形パッチプリントアンテナ型電界センサによりマイクロストリップ線路を伝搬する信号を計測することを目的として、最適な周波数特性を得るための形状設計手法を提唱した。さらに試作した電界センサの特性との比較、被測定線路に与える影響を定量的に評価した。

(5) 誘電率や基板厚みの違う各種基板のマイクロストリップ線路を伝搬する信号を計測することを想定したセンサの周波数特性解析を行なった。上記センサを用いて、10GHzを越える高い周波数に至るまで低い変動レベルで基板上の信号を計測可能であることを明らかにし、その有効性を検証した。

以上の結果は超広帯域パルスを用いて時間領域計測に新しい展開をもたらすものであり、よって本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成15年10月28日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。