HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	無線通信機器小型化のためのアンテナ小型化と実装技術に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	牧村，英俊
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15668号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90870
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Hidetoshi_MAKIMURA_review.pdf，審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　　博士 (情報科学)　　氏名　　牧村 英俊

審査担当者　主　査　教　授　五十嵐 一
　　副　査　教　授　北 裕幸
　　副　査　教　授　野口 聡

学位論文題名

無線通信機器小型化のためのアンテナ小型化と実装技術に関する研究
（A study on antenna miniaturization and integration technology for miniaturization of wireless communication devices）

本学位論文では, 無線通信装置小型化を目的とした著者の研究について述べている. 本研究では特に,RFID 用小型アンテナの最適設計と温度センサへの応用, 複数のアンテナを近接配置するために必要な減結合回路および無線電力伝送システムの不要放射を低減する共振回路, 新幹線用架線電圧検知システムと VHF 帯無線通信システムを共用するためのアンテナを提案している.

1 章では, 本研究の背景と目的について述べている.

2 章では, 進化計算手法を用いた電波型パッシブ RFID 用小型アンテナの最適化設計について述べている. 本研究では, 多目的遺伝的アルゴリズムによる最適設計を, 誘電体基板上に設けたメアンダラインアンテナに適用している. 特に, メアンダラインアンテナの形状を表現する染色体を提案し, 本形状表現により小面積なアンテナを効率的に最適設計できることを示した. 小形化したアンテナの適用例として, 電波型パッシブ RFID として動作する低消費電力かつ簡易な構成の温度センサを提案し, その動作を実験的に確認している. この結果, 試作した RFID タグはゲイン 13dBi, 出力 1mW のホーンアンテナから 1m の場所に置かれた状態で, 温度を計測できることを明らかにした. このときの電磁波の強さを,4WEIRP の環境に換算すると,10m を超える通信距離に相当する.

3 章では, 動作帯域内でアンテナ間の結合が存在するマルチアンテナシステムを考え, そのための減結合回路およびその設計法を提案している. 本減結合回路は, アンテナ間の空間を介した結合と等振幅逆位相となるような結合を作り出し, それらを重ね合わせることで給電ポートから見た結合を低減する. その際, 並列共振回路と伝送線路を用いてバンドパス特性と群遅延特性を作り出すことで, 周波数による結合振幅と結合の変化が大きい場合でも有効に動作する. 回路シミュレーションの結果, 比帯域 12.2% の帯域内で結合振幅が 4.9dB 変化し, 結合位相も 341°変化するマルチアンテナシステムにおいて, 最悪値の比較で 26.4dB の結合低減が可能なことを明らかにした.

4 章では, 不要放射を抑圧しつつ電力伝送効率の低下を回避できる無線電力伝送コイルの構造を提案している. 電力伝送コイルの外側に寄生ループ導体を設け, 更に寄生ループ導体に電力伝送周波数で共振する並列共振回路を設けることで, 電力伝送効率に影響を与えずに, 所望の位置と周波数で磁界強度を抑圧できること, また高周波帯にて放射効率を低減できることを電磁界解析により示した. 更に, 実験と計算を比較し, 提案構造の妥当性を確認した. 本提案構造により, 無線電力伝送装置の周囲に置かれた他の機器への放射電磁界を抑圧できるため, 装置の密集配置や装置の小型化が可能となる.

5 章では, 新幹線車両用アンテナを提案している. 本アンテナは, 架線電圧検知システムと VHF 帯無線通信システムで共用される. このために分岐逆 F アンテナによる架線電圧検知および無線通信共用アンテナの低背化を提案している. 架線電圧検知の感度を向上するためアンテナ導体を幅広とすると, アンテナがショートパッチアンテナとして動作し水平面内の指向性が劣化するが, アンテナの先端に切り欠きを設けることでこの影響を抑圧できることを, 解析と測定により示した. 本アンテナは従来品とほぼ同等の電気的特性を維持しつつ,75 パーセントの低姿勢化を実現しており, 高速走行時の低騒音化が可能である. また, 提案アンテナで有効な架線電圧検知の感度を得られることを解析と測定で示した. なお, 本アンテナ実用化のためには, 電気特性以外にも, 積雪等の気象条件など各種使用条件への耐性, 重量, 強度などの要素に対する検討が必要であることを指摘している.

6 章では本学位論文の結論を述べている.

これを要するに著者は, 通信装置小型化のために,RFID 用メアンダラインアンテナ, 近接配置されたアンテナの減結合回路, 無線電力伝送の不要放射を低減する共振回路, 架線電圧検知と VHF 帯無線通信を同時に行う共用アンテナを開発し, その有効性を示している.

これら研究は, 電子工学, 情報科学に寄与するところ大なるものがある. よって, 著者は北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格ある者と認める.