

氏 名 (本籍)	あん どう あつ や 安 藤 篤 也 (北 海 道)			
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)			
学 位 記 番 号	博 甲 第 6464 号			
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科			
学 位 論 文 題 目	Studies on Improvement Technique and Estimation Method for Antenna Performance in Street Microcell Environment (ストリートマイクロセル環境におけるアンテナ特性向上技術と性能評価法に関する研究)			
主 査	筑波大学准教授	博士 (工学)	若 槻 尚 斗	
副 査	筑波大学教授	工学博士	水 谷 孝 一	
副 査	筑波大学教授	Ph.D. (工学)	堀 憲 之	
副 査	筑波大学教授	工学博士	安 信 誠 二	
副 査	筑波大学助教	博士 (工学)	海老原 格	

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、ストリートマイクロセル環境における基地局・端末局アンテナの偏波損失補償技術、端末局アンテナ平均実効利得の評価技術によって、基地局・端末局アンテナおよびそれらを包括するシステムの性能を向上させるものである。PHSに代表されるマイクロセル方式では、一つの基地局が形成する無線ゾーンが小さいため、サービスエリア全体をカバーするためには多くの基地局を設置する必要がある。基地局の設置コストを低減するためには、端末局・基地局アンテナの性能を向上させることにより無線ゾーンを拡大することや、端末局アンテナの実環境での性能を高精度に評価し、過度な基地局数の増大を防ぐことが要求される。しかしながら、既存の端末局・基地局アンテナには大きく3つの問題がある。(1) 端末局アンテナ傾き時の基地局アンテナとの偏波方向の不一致による受信レベルの低下や人体頭部にアンテナが近接することによる利得低下の問題、(2) 端末局アンテナと同様に、端末局アンテナの傾きにより基地局アンテナの受信レベルが低下する問題、(3) ストリートマイクロセル環境におけるアンテナ平均実効利得 (MEG) の推定法が存在しない、という問題である。

第2章では、電磁結合給電型マイクロストリップアンテナの放射素子に回転軸と錘を設け、端末が様々な傾き角度で使用された場合でも常に偏波方向を鉛直方向に保持し、常に一定の利得が得られる偏波保持型端末局アンテナを考案した。本アンテナを実装した携帯端末局装置を用いて実験的評価を行ない、考案アンテナが従来アンテナよりも約6dB高い利得を有することを確認した。また、提案アンテナは放射素子の回転により共振周波数が所望帯域から乖離し、帯域幅が減少していく問題があることを明らかにした。

第3章では、第2章で提案したアンテナの帯域特性の問題を解決するため、同軸線路の中心導体を回転軸と共用する構造とし、放射素子に電磁結合給電する改良型の端末局アンテナを考案した。放射素子が回転した場合でも放射素子と同軸線路との間の結合状態が変化しないため、共振周波数を一定に保ち、帯域特性の劣化を改善できる。本アンテナを実装した携帯端末局装置を用いて実験的評価を行い、改良型アンテナが第

2章で提案した端末局アンテナに比べ PHS 方式の要求帯域幅のカバー率を約 58%から 93%まで改善できることを確認した。

第 4 章では、端末局の傾きに伴い発生する基地局アンテナと端末局アンテナ間の偏波方向の不一致による偏波損失を、基地局アンテナ側で補償する偏波ダイバーシチ基地局アンテナを実現した。プリント基板を用いた誘電体装荷技術を用いて円筒スロットアンテナの小型化を図り、高利得アンテナを実現した。試作アンテナの実伝搬路における伝搬実験により、端末傾き角度によらずゾーン長は一定となり、従来の基地局アンテナに比べ約 2.7 倍まで無線ゾーン長を拡大できることを確認した。

第 5 章では、見通し内ストリートマイクロセルにおける端末局アンテナのアンテナ平均実効利得の推定のための新たな到来波分布モデルを提案した。到来波分布モデルを構築するために、実伝搬路において到来波分布測定を行なった。測定結果を基にして方位角方向に対して基地局方向を中心としてガウス分布する到来波分布モデルを提案した。提案モデルの妥当性を検証するため、実伝搬路での MEG 特性を測定した。その結果、約 4.5dB の誤差で高精度に MEG を推定できることを確認した。

これらの成果は、ストリートマイクロセルシステム的设计・開発への貢献が期待される。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文はストリートマイクロセル方式用の端末局・基地局アンテナに関わる問題を抽出し、その解決技術を確認している。端末局アンテナ傾き時の偏波損失や人体による利得劣化等の問題はセルラー方式の携帯端末局アンテナでも指摘されていた問題であるが、これらの問題を解決するための技術はこれまで開発されてこなかった。本研究では端末局アンテナに初めて機械構造を搭載することによりこの問題を全て解決したものであり、移動通信性アンテナ技術において、例を見ないオリジナリティと効果が認められる。また、水平偏波の高利得無指向性アンテナは、世界で初めて商用機レベルのハードウェアを実現し、実伝搬路での検証も実施され、その意義は大きい。さらに、ストリートマイクロセル実環境におけるアンテナ平均実効利得推定法は、無線回線設計やアンテナ設計の指針を与えるものであり、PHS 方式のみならず公衆無線 LAN 等のマイクロセルを用いた他の無線システムに対しても適用も可能であり、汎用的な基盤的技術への大きな貢献が期待される。

平成 25 年 1 月 22 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。