

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 Muhammad Asad Rahman

本研究は、次世代無線通信システムの高度化に向けたマイクロストリップアンテナに関するものであり、新しい構成の円偏波アンテナや動作周波数や偏波を切り替えることのできるリコンフィギュラブルアンテナを提案している。これらのアンテナはいずれも、マイクロ波回路とアンテナ素子を一体複合化するというコンセプトに基づくものであり、アンテナ基板の両面に設けた伝送線路を効果的に用いることで非常にシンプルな構成で種々の機能をアンテナに組み込んでいる。

本論文は、全8章で構成されている。

第1章では、本研究の背景について述べるとともに、アンテナ技術の動向や研究目的、手法について示し、本論文の位置付けを明確にしている。

第2章では、本研究で用いるマイクロストリップアンテナについて、その概要と特徴について述べるとともに、円偏波を送受信するためのアンテナ構成や給電回路、ならびに、アレーアンテナの構成法について従来技術をまとめている。

第3章では、新しく提案した直交給電1×2円偏波アレーアンテナについて述べている。マイクロストリップ線路とスロット線路で構成される新しい3分配回路を提案し、試作アンテナによりその特性を明らかにしている。また、多層基板を用いた高性能化の手法についても提案している。さらに、多層基板を用いることで90度ハイブリッド回路などのマイクロ波機能回路をアンテナの裏面に形成することが可能となることを利用して、小型の円偏波切り替えアンテナを実現し、本構成法の利点を明らかにしている。

第4章では、新しい構成の偏波切り替えアンテナについて述べている。本章で提案しているアンテナは、縮退モード分離型1点給電円偏波アンテナの原理に基づくものであるが、縮退モードを分離するための摂動素子をスイッチングダイオードでON/OFFすることにより円偏波の切り替えを実現している。本章では2つのアンテナを提案しているが、1つ目のアンテナは、2つの摂動素子を切り替えるものであり、同一周波数帯で右旋・左旋の円偏波を切り替えることができる。また2つ目のアンテナは、円偏波の方向を切り替えると同時に、動作周波数帯も切り替えるという機能を有している。

第5章では、マイクロストリップアンテナの接地導体にスロットを設けることでアンテナ素子に摂動を与える円偏波アンテナについて述べるとともに、接地導体上のスロットによる負の摂動をアンテナ素子に正の摂動を与えることによりその効果を打ち消すという新しいコンセプトを提案し、円偏波と直線偏波の切り替えを実現している。

第6章では、アンテナ素子にスロットを設けることにより、2つの周波数帯でそれぞれ円偏波と直線偏波を送受信する2周波偏波共用アンテナを提案している。スロットの長さや幅が2つの周波数帯の特性に与える影響についてシミュレーションによって明らかにし、試作アンテナによりその特性を確認している。

第7章では、45度傾けて配置したアンテナ素子を用いた2×2円偏波アレーアンテナについて述べている。両平面回路技術を用いることによりインピーダンス整合回路が不要となり、従来技術に比べて簡単な設計法で円偏波アレーアンテナが実現できることを示している。

第8章は結論であり、各章を要約し、本提案技術が次世代通信システムや我々の社会にどのようなインパクトを与えるかについて議論することで本論文を総括している。

本論文では、それぞれのアンテナの動作原理を

説明するとともに、シミュレーションと試作アンテナの評価によりその特性を詳細に検討している。これらのアンテナは、従来のマイクロストリップアンテナに種々の工夫を施すことにより、その高性能化や高機能化を図ったものである。また、基板の両面に配置したマイクロストリップ線路とスロット線路を有効に活用することで簡易な構造で種々の機能を実現しており新規性に富むものである。近年は、あらゆるものがワイヤレスでインターネットにつながる IoT (Internet of Things) の時代になった。本論文は、このような応用分野のアンテナ技術に対して新しい知見を与えるものである。

平成 30 年 7 月 25 日に実施した博士論文公聴会においても提案技術に関してその特性や課題についての種々の質問がなされ、いずれも著者の説明により質問者の理解が得られた。

また、本研究は、審査付き学術論文 3 編、査読付き国際会議論文 5 編などで報告されており、著者は研究者としての十分な能力を有していると言える。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士 (工学) の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。