

審査の結果の要旨

氏名 羅 勇

本論文は A Study on 10 GHz Antenna Based on RF-MEMS Tunable Metamaterials (RF-MEMS 可変メタマテリアルの 10GHz 帯アンテナ応用に関する研究) と題し、半導体表面マイクロマシニング技術による MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 型の高周波スイッチを Leaky-waveguide (漏れ波導波路) と組み合わせ、スイッチの ON/OFF 分布を変えることでアンテナの指向性を制御することを理論的、実験的に示したものであり、研究分野の背景、本論文独自の設計方法、製作方法、特性評価、考察および結論に関して全 6 章の英文で構成されている。

第 1 章は Introduction であり、本研究の背景技術について述べている。特に、近年逼迫する無線通信用の周波数資源を有効に活用する方法として、アンテナの指向性を実時間で制御する方式のコグニティブ通信の重要性を指摘している。また、指向性を可変にする技術を俯瞰し、なかでも Leaky-waveguide を可変アンテナに応用する手法を提案するとともに、その利点に関して述べている。また、本論文の可変アンテナの設計手法、研究の目的、意義、論文構成について説明している。

第 2 章は Theory and Design of Metamaterials Antenna であり、Leaky-waveguide を左手系のメタマテリアルとして設計する手法に関して述べている。とくに、分布定数に含まれる静電容量を可変にすることで、位相定数 β を正から負の値に変化させる手法を説明し、RF-MEMS スイッチによってアンテナの指向性を制御できることを理論的に述べている。

第 3 章は RF-MEMS Cantilever Switches であり、誘電体基板上に金属薄膜によって導波路と静電駆動型の RF-MEMS スイッチを集積化する手法について

述べるとともに、印加電圧と RF-MEMS スイッチの機械的変位の関係、静電容量値の変化量について理論的に予測している。また、静電的なチャージアップに伴う RF-MEMS スイッチの故障を防ぐ方法として、正負で高速に変化する交流電圧によって RF-MEMS スイッチを駆動する手法について述べている。

第4章は **Experimental Verification of Beam Steering** であり、第2章のアンテナ構造と第3章の RF-MEMS スイッチを実際に組み合わせて製作した結果を報告し、スイッチ状態を変えることで 10GHz 帯のアンテナ指向性を可変にできることを高周波測定によって実証している。

第5章は **Discussion** であり、実際に製作した 8 ビット RF-MEMS スイッチの組合せとアンテナ指向角度の関係から、アンテナの指向性を決定する **most significant bit** が Leaky-waveguide の中央付近に物理的に位置するスイッチに由来することを示すとともに、その理由を考察している。また、アンテナの指向性を 2次元空間に拡張する手法について述べている。

第6章は **Summary & Conclusions** であり、本論文で示した研究成果を総括している。

以上これを要するに、本論文は 10GHz 帯のアンテナ指向性を電氣的に制御する方法として、Leaky-waveguide と RF-MEMS スイッチ・アレイを集積化した独自のメタマテリアル・アンテナの構成手法を提案し、電磁界解析によってその放射特性を予測するとともに、実際に金属薄膜系の表面マイクロマシニング製作手法を用いてアンテナを製作し、指向性の可変制御を実験的に検証したものであり、電気工学に貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。