

審査の結果の要旨

氏名 ラデンアマト^o ダムリ

本論文は、"Impedance-controlled Bulk Linearly Tapered Slot Antenna for Millimeter-wave Security Imaging (ミリ波セキュリティ・イメージングのためのインピーダンス制御バルク直線テーパスロットアンテナ)"と題し、セキュリティ応用のミリ波イメージング・システムの構築のために必要となる新しいアンテナを提案するとともに、それに基づくフロントエンドの構成方法を示し、また適応的信号処理を高性能化する方式を提示して、その理論解析、実験結果と性能検討結果について述べるものであり、英文で執筆され、6章からなる。

近年、公共交通機関等の安全確保の技術が広く深く望まれるようになり、旅客のスクリーニングのために高速なミリ波(Millimeter wave: MMW)近距離イメージングの実現が期待されている。実現のための重要な要素は、画像取得と処理の高速性、廉価性、およびプライバシー保護性である。本論文の提案の中核である **bulk linearly tapered slot antenna (Bulk LTSA)** は、前者2つを実現するためのものであり、また適応的信号処理方式はプライバシー保護の実現を目指すものである。

第1章は、"Introduction"であり、背景と従来技術について述べている。

第2章は、"Bulk linearly tapered slot antenna (Bulk LTSA) and high-sensitivity MMW front-end"と題し、LTSAの厚さを新たなアンテナ設計パラメータとすることを提案している。このアンテナを **Bulk LTSA** と名付けている。これによってアンテナのインピーダンスを適切に選ぶことが可能となり、特にギャップサイズを現実的な値に保ったままで 50Ω などの低いインピーダンスをインピーダンス変換することなく実現できることを示している。これをミリ波イメージングに利用する際の具体例として、ミリ波引き回しの損失などを抑える効果的なシステム方式である包絡位相検波(Envelope phase detection: EPD)方式のためのフロントエンドへの利用を考え、従来のLTSAの使用では難しかった高い信号電圧の取得が、可能であることを数値解析と実験により実証している。また、その空間的な感度パターンを計測してビーム半値全幅で約30度を得て、開口合成によらない高速な短距離イメージングに好適な特性を得ることに成功したことを報告している。

第3章は、“Array of bulk LTSA”と題し、短距離イメージングを高速に行うために欠かせないアレイを実現するにあたり、重要な特性となる直接結合について数値計算による評価を行っている。その結果、coplanar 型のアレイとすることにより、6mm 幅のアンテナ・エレメントの間隔を 1mm まで縮めても -40dB 以下の、またアンテナ・インターバルとして 9mm 以上で -60dB 以下の、高いアイソレーションが得られることを示した。また実験によって、coplanar 型アレイのほうが受信感度のアンテナ間隔依存性が少ないことを確認している。これによって、coplanar 型を採用することにより、高密度の 1 次元アレイを実現できることを示している。

第4章は、“MMW imaging using an array of bulk LTSA”と題し、イメージングのための適応的な信号処理方式について述べている。特に、解像度が中庸であっても対象物体を区分可能でプライバシー保護の性能が高い、複素自己組織化マップ (Complex-valued self-organizing map: CSOM) を採用することとし、そこで複素画像の局所的なテクスチャ適応分類を行う際に、その勝者決定のメトリックとして複素内積を採用することを提案している。これによって、従来のユークリッド距離を用いる方式に比べて分類性能が向上することを実験的に示している。

第5章は、“Microstrip-to-slot transition for ultra-wideband bulk LTSA”と題し、Bulk LTSA を、上記受信フロントエンドの場合の検波回路と直接に結合せずに、そのままミリ波の送受信に使用する場合に必要な、マイクロストリップ線路 Bulk LTSA とを結合する変換器の新たな構造を提案している。非平衡なマイクロストリップ線路と平衡型アンテナを接続するにはバランが必要となる。従来は LTSA のインピーダンスが高かったため、インピーダンス変換も兼ねた複雑で損失も高い回路が利用されてきた。Bulk LTSA の提案によりインピーダンス整合の問題は解決されたため、LTSA の超広帯域性をそのまま生かしたバラン機能のみを持つ変換を実現することを目指して、2つのビアホールを持つ構造の変換器を提案した。数値解析によりその構造の最適化を行い、比帯域 0.4 の広帯域性が実現できることを示している。

第6章は、“Conclusion”であり、本研究の成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文は高速で低廉なミリ波近距離イメージングシステムを実現するために好適なアンテナ・エレメントとして Bulk LTSA を提案してその基本特性を解析と実験によって明らかにするとともに、これを利用したフロントエンドの構成を提示して動作を解析しそれが優れた性能を持つことを確認し、さらに適応的イメージング情報処理に関する基礎実験を行ってその特長を実証したものであり、電気電子工学、特にワイヤレス・エレクトロニクスへの貢献が少なくない。

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。