

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	中空方形同軸線路を用いたスロットアレーアンテナの励振設計および近傍界測定による評価
Title(English)	Designs of Slot Array Antenna Excitations using Hollow Rectangular Coaxial Lines and Diagnostics by Near-Field Measurements
著者(和文)	佐野誠
Author(English)	Makoto Sano
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9778号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣川 二郎,安藤 真,水本 哲弥,淺田 雅洋,西方 敦博,イトーレヲ如
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9778号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		佐野 誠	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	廣川 二郎	准教授	審査員	西方 敦博	准教授
	審査員	安藤 真	教授		Mauro Ettore	レンヌ第1大 学 准教授
		水本 哲弥	教授			
		浅田 雅洋	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Designs of Slot Array Antenna Excitations using Hollow Rectangular Coaxial Lines and Diagnostics by Near-Field Measurements (和訳：中空方形同軸線路を用いたスロットアレーアンテナの設計および近傍界測定による励振係数の評価)」と題し、英文5章で構成されている。導波路に中空方形同軸線路を用いたスロットアレーの実現および近傍界測定によるスロットの励振係数の評価を本研究の目的としている。

第1章「Introduction (序論)」ではミリ波帯無線通信システムを挙げ、高利得・高効率な導波管スロットアレーアンテナの有用性を述べている。スロットアレーの薄型化・分散特性改善のために、中空方形同軸線路を用いた構造を提案している。波源分布推定法を比較し、スロットアレーの評価にはスロットの励振係数が重要であることを述べている。

第2章「Design and Fabrication of Hollow Rectangular Coaxial Lines (中空方形同軸線路の設計と試作)」では、60GHz帯のスロットアレーの導波路に用いる中空方形同軸線路およびスロットアレーの構成要素の設計・試作結果を示している。内導体と外導体を接続して内導体を保持する支持構造を設計している。支持構造によって中空方形同軸線路上の縦スロットが励振できること示し、一様励振の4素子リニアアレーを設計している。積層薄板拡散接合で試作した中空方形同軸線路の導体損は0.036dB/cmであった。内導体支持構造の設置間隔の異なる中空方形同軸線路の測定結果から、内導体の平坦性を保つために必要な間隔は20mm以下であることを示している。試作したリニアアレーの利得の最大値は58.8GHzにおいて10.9dBiと低く、VSWR1.5以下の比帯域は1.7%と狭い。測定結果は15 μ mのオーバーエッチングを想定したシミュレーション結果と良好に一致している。

第3章「Single-Layer Corporate-Feed Slot Array using Hollow Rectangular Coaxial Lines (中空方形同軸線路を用いた一層構造並列給電スロットアレー)」では、幅の狭い中空方形同軸線路を並列給電回路に用いることで給電回路と放射素子を同一の層に設けたスロットアレーを提案している。線路幅を小さくすることで60GHzにおける導体損が0.067dB/cmまで増加したが、ポスト壁導波路(0.13dB/cm)やマイクロストリップ線路(0.24dB/cm)の伝送損失より小さい。放射素子の広帯域化のため幅広スロットとキャビティを用いている。並列給電回路はT分岐、同軸/導波管変換器で構成されている。T分岐の設計では同軸スタブ、同軸/導波管変換器の設計ではクロスバー構造を用いることで、内導体を支持しつつ広帯域なインピーダンス整合を実現している。設計した並列給電回路は、57.3~67.4GHzで反射が-20dB以下と広帯域である。設計した放射素子と並列給電回路を同一の設けた16 \times 16素子並列給電スロットアレーを解析し、60GHz帯の中心周波数61.5GHzにおいて利得が32.6dBi、アンテナ効率が76.1%であることを示している。利得1dB低下帯域幅は10.8%であった。設計した一層構造並列給電スロットアレーを積層薄板拡散接合で試作した。試作アンテナの利得は61.5GHzにおいて32.3dBi、アンテナ効率は72.2%であった。利得1dB低下帯域幅の測定値8.8%であり、57~66GHzの4チャネル中2チャネルをカバーできている。

第4章「Source Reconstruction of Slot Array Antennas (スロットアレーアンテナの波源分布推定)」では、スロットアレーアンテナの近傍界から各スロットの励振係数を復元する波源分布推定法を提案している。高速フーリエ変換を用いた従来の波源分布推定法では平面アンテナ上の電界分布を復元できるが、近傍界測定では平面波スペクトルの不可視領域が得られないため、電界分布の距離分解能を半波長以下にできないという問題があるとしている。補外手法のGerchberg-Papouliis反復法を用いて平面波スペクトルの不可視領域を復元し、半波長以下の距離分解能を実現している。補外には、既知情報としてスロットの位置、角度、長さの情報を用いている。不等間隔離散フーリエ変換を用いて、補外した平面波スペクトルからスロットの励振係数を直接計算している。提案手法を最小スロット間隔が0.24波長、スロット数1062のラジアルラインスロットアンテナに適用している。平面および球面上の近傍界の計算値から励振係数を復元し、励振係数の誤差が平面近傍界の場合-18.2dB、球面近傍界の場合-21.9dBであることを示している。提案手法を第3章で設計・試作した中空方形同軸線路を用いた一層構造並列給電スロットアレーに適用している。幅広スロット上の電界分布の形状の情報を平面波スペクトルの補外に用いて、復元した励振係数の精度が向上することを確認している。平面近傍界から復元した励振係数の誤差は、幅広スロット上の電界分布の形状を考慮しない場合は-30.2dBであったが、考慮することで-39.1dBまで低減したとしている。

第5章「Conclusions (結論)」では、各章で得られた結果を総括して本論文の結論を述べ、今後の課題を示している。以上要するに、本論文は中空方形同軸線路を用いた高効率ミリ波帯スロットアレーを実現するとともに近傍界測定によるスロットの励振係数を精度よく評価したもので、工学上、工業上貢献することが大きい。よって我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。