



| | |
|--------------|---|
| Title | ミリ波・サブミリ波受信用スロットアレーアンテナの製作 |
| Author(s) | 小林, 宏明 |
| Citation | 大阪大学, 1999, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/41125 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。 |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

| | |
|---------------|--|
| 氏 名 | 小 林 宏 明 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博 士 (工 学) |
| 学 位 記 番 号 | 第 1 4 2 9 2 号 |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 11 年 2 月 25 日 |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当 |
| 学 位 論 文 名 | ミリ波・サブミリ波受信用スロットアレーアンテナの製作 |
| 論 文 審 査 委 員 | (主査) 教 授 蒲 生 健 次 (副査) 教 授 山 本 錠 彦 教 授 小 林 哲 郎 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、近年開発が著しいミリ波・サブミリ波帯で注目されている検出器の一つであるアンテナ結合型検出素子の高感度化を目標に、同素子を構成しているアンテナ部に着目し、アンテナ部として採用したスロットアンテナについて行った利得向上に関する研究成果をまとめたものである。本文は7章から構成され、以下に、各章の概要を示す。

1 章 序 論

本章では、最近注目を集めているミリ波・サブミリ波の重要性および同周波数領域でのアンテナ開発の現状および課題について述べる。さらに、本研究の意義を明らかにする。

2 章 単一スロットアンテナの製作

94 GHz ミリ波および700 GHz サブミリ波を受信する単一スロットアンテナを光リソグラフィ法を用いて製作し、提案した理論モデルが700 GHz の高周波領域まで適用できることを理論・実験両面から明らかにしている。そして、基板厚さを4分の1誘電体波長の奇数倍に選択することによって、空気側よりも誘電体側から電磁波を照射したときの方が6 dB 高く、空気中でのスロットアンテナの電力利得に匹敵する2 dBi の電力利得が得られることを示している。

3 章 無給電スロットアレーアンテナによる利得向上

基板内に閉じ込められている表面波を空間へ再放射し、放射効率の向上が期待できる方策として無給電スロットアンテナのアレー化を提案し、94 GHz ミリ波および700 GHz サブミリ波受信用に製作した無給電6スロットアレーアンテナが、表面波電力を30%まで減少でき、単一スロットアンテナと比較して6 dB 高い、8 dBi の電力利得が得られることを示している。

4 章 コプレーナウェーブガイド給電スロットアレーアンテナによる利得向上

無給電スロット相互を伝送線路で接続し、指向性の向上が期待できる方策としてコプレーナウェーブガイド(CPW)給電スロットアレーアンテナを提案し、94 GHz ミリ波および700 GHz サブミリ波受信用に製作したCPW 給電8×3スロットアレーアンテナが、CPW の給電効果を発揮し、単一スロットアンテナと比較して11 dB 高い、13 dBi の電力

利得が得られることを示している。

5章 分離構造を有するスロットアンテナの製作

前章までの一体型素子から、実用的な素子構造として分離型素子を提案し、50 GHz ミリ波受信用分離型単一スロットアンテナを製作し、従来の一体型と比較して遜色無い電力利得が得られる最適条件を明らかにしている。つぎに、分離構造でのアレー化を容易にするフォールデッドスロットアンテナに着目し、94 GHz ミリ波および700 GHz サブミリ波受信用8×3フォールデッドスロットアレーアンテナを製作し、分離構造でのアレー化に成功している。

6章 レンズ結合スロットアンテナの製作

前章までのアレー化による利得向上とは別の方策として、レンズの集光効果によって入射波の電力密度を増加させる方策を追求している。最初に、誘電体基板から半球レンズに基板形状を変更することによって、表面波電力の発生を無くし、アンテナの利得が向上できることを示している。つぎに、延長半球レンズ結合スロットアンテナの電力利得を定量的に説明できる理論式を導出し、94 GHz ミリ波を受信する延長半球レンズ結合ダブルスロットアンテナを製作し、石英をレンズとして用いた場合、レンズの無い場合と比較して27 dB 向上し、31.5 dBi の電力利得が得られている。

7章 結論

本章では、第2章から第6章までの研究成果を総括し、本研究で得られた主要な結論について述べる。

論文審査の結果の要旨

近年開発が著しいミリ波・サブミリ波帯で注目されている検出器の一つであるアンテナ結合型素子の応用拡大のためには、同素子を構成するアンテナ部の利得向上は重要な研究課題の一つである。サブミリ波帯用アンテナ結合型素子は、これまで点接触型の立体構造が用いられてきたが、機械的振動に弱く、寿命が短いという欠点を有していた。その欠点を改善する有力な方法として半導体素子デバイスプロセス技術として確立された微細加工技術を用いて素子を薄膜化する方法がある。

申請者は、薄膜アンテナにスロットアンテナを採用し、94 GHz ミリ波および700 GHz サブミリ波帯で、アンテナのアレー化による利得向上を図っている。まず、薄膜スロットアンテナを支持する誘電体基板がアンテナの受信特性に与える影響を理論・実験両面から検討し、誘電体基板の厚さと電磁波の照射方向を最適化している。つぎに、誘電体基板内に閉じ込められている表面波電力を空間へ再放射し、放射効率を向上させる無給電スロットアレーアンテナを提案し、6スロットアレーアンテナが単一スロットアンテナと比較して6 dB 向上できることを示している。さらに、無給電スロット相互をコプレーナウェーブガイドで給電し、2次元に拡張した8×3スロットアレーアンテナではさらに5 dB 向上し、13 dBi の電力利得を得ている。この値は、誘電体基板上の薄膜スロットアレーアンテナとしては最高の値である。

つぎに、実用化の面から、アンテナと検出器を別々に製作する分離構造を提案し、分離構造アンテナの動作条件の最適化を行い、フォールデッドスロットアレーアンテナを用いて分離構造でのアレー化に成功している。同アンテナの電力利得は、12.5 dBi であり、一体構造アンテナの利得に匹敵する値である。

さらに、誘電体基板を平面基板から半球レンズに形状を変更し、表面波電力を完全に無くす方法で放射効率を改善し、その後方に延長基板を接合した延長半球レンズを用いて、レンズの集光効果によって照射波の電力密度を向上させる方法を検討している。その結果、94 GHz で31.5 dBi の電力利得が得られている。

このように、本論文はミリ波・サブミリ波帯の利用に必要な薄膜アンテナの開発に重要な新しい知見を得ており、電子・通信工学の発展に大きく寄与するものであり、学位(工学)論文として価値あるものとして認められる。