

修士論文題目 ワッフル導波路による光漏れ波アンテナに関する研究
学 籍 番 号 13GD193 氏 名 森元 陽大
指 導 教 官 新井宏之 教授
論 文 提 出 日 平成 27 年 3 月 16 日

近年、移動体通信においてテラビットオーダーの伝送速度を実現する方法として、光無線通信が注目されている。光無線に用いる 1500~1600 nm の波長の光は直進性が強いこと、また減衰が大きいことから光無線通信に用いるアンテナには高利得であることと、スキャンや追尾のためのビーム走査が可能であることが求められる。ビーム走査の方法としてはモーターで回折格子などの反射素子を回転させる機械的な方法と、グレーティング導波路への入力波長走査やフェーズドアレーアンテナでの位相制御による電気的な方法がある。一般に電気的な方法は機械的な方法に比べ高速な動作が期待できる。そこで本研究では電気的なビーム走査素子としてグレーティング導波路を検討し、またそのビーム走査角度の拡大、指向性利得の改善として周期あたりの放射量を減らし実効的な開口面積を増加させるワッフル導波路について検討を行う。

本論文では、はじめに位相整合条件による簡易設計法と、シミュレータとアレー理論を組み合わせた解析法によりグレーティング導波路の解析を行った。入力波長を 1500~1600 nm で走査しながら、それぞれ放射角度の異なる複数アンテナの切り替えることによりビーム走査角の拡大をはかり、 $\pm 61^\circ$ のビーム走査を実現した。また切り替えに用いるスイッチについて検討を行い、WINC を用いた MZ 型スイッチが 1500~1600 nm の帯域で消光比 20 dB 以上であることを示した。

次に、指向性利得改善のため周期あたりの放射量を減らす構造としてワッフル導波路の検討を行った。ワッフル構造のパラメータによる指向性の変化とその原理について明らかにした。利得改善効果について等価屈折率の摂動量と S パラメータによる放射量の評価からその特性を明らかにした。利得改善について最大で 10 dB であるが、パラメータによらずおおよそ一定の利得改善となることを明らかにした。さらに実用を考え最適な指向性を持つ構造を明らかにしその指向性パターンを示した。またワッフル導波路がグレーティング導波路と同様にビーム走査可能であることを示した。向かいあわせたワッフル導波路同士の通信では 30 m 以上、ワッフル導波路とフォトダイオードを用いた通信では 1 m 程度の通信距離であることを示し、後者で室内通信に必要と考えられる 10 m の通信距離を得るには 60 dBi 以上の利得が必要であることを明らかにした。また、利得改善方法について示し、60 dBi が実現する可能性があることを示した。