

修士論文題目 ワッフル及びグレーティング構造を用いた光通信用漏れ波
アンテナの特性評価に関する研究

学 籍 番 号 14GD155 氏名 橋口 弘

指 導 教 官 新井宏之 教授

論文提出日 平成 28 年 3 月 14 日

近年、データトラフィック量の増加、周波数資源の活用及びシリコンフォトニクスにみられる製作技術の向上等の理由から光通信が注目されており、変調器やアンテナ、伝送特性等様々な研究がなされている。光通信を移動体通信に適用する場合、直進性と減衰の大きさから高い利得とビームチルト機能が求められる。このようなアンテナとしてグレーティング導波路と、ワッフル導波路が提案されている。グレーティング導波路は光通信用漏れ波アンテナの一種であり、導波路への入力波長の走査によりビームチルトが可能である。その走査範囲は波長 100 nm の変化に対して $\pm 10^\circ$ と非常に狭いが、構造の違う導波路の切り替えによる広仰角化が期待できる。漏れ波アンテナとして利得を高めるにはその開口面積の拡大が有効な手段である。しかし、グレーティング導波路は単位当たりの溝による放射が大きいため、導波路を長く設計しても、その一部分しか有効ではなく、開口面積がとれない。ワッフル導波路はこのような欠点を改善するため、周期的な溝の代わりに小さい四角の穴を周期的に配列している。これは、単位周期あたりの溝の放射を減らして有効な開口面積を増大させ、利得を向上させている。これらを解析的に示したが、実験による評価は未だなされていない。また、空間中の減衰の強さからアンテナ単体の特性だけではなく通信距離について検討が必要である。以上を踏まえて本研究の目的を、グレーティング導波路とワッフル導波路の特性を実験的に評価、検証するとともに、回線設計を行い光通信システムとしての通信距離を明らかにすることとした。その結果、グレーティング導波路とワッフル導波路において、入力波長を 1500 nm ~ 1600 nm で変化させ $\pm 10^\circ$ 程度のビームチルトが可能であり、解析結果と同等の性能を発揮することを示した。また、各導波路の開口面積を比較するため、導波路表面上のポインティングベクトルから減衰定数を算出しを解析値と実験値で比較した。ワッフル導波路はグレーティング導波路に対して単位長さあたりの放射量が 50 % 以下であり、アンテナとして使用できる面積が広い場合、有利であることを示した。更に、減衰定数から開口分布を求めて利得を推定し、ワッフル導波路はグレーティング導波路に対して利得が高いことを示した。そして、現存するフォトダイオードと各導波路を組み合わせ検討した結果、5~10 m 程度の通信距離を実現するには利得を 50~60 dBi 必要なことを示した。