

スタジオ題目 Si 細線導波路を用いた光通信用
ビーム切り替えアンテナに関する研究
学 籍 番 号 15GD102 氏名 蘆原 成
指 導 教 員 新井宏之 教授
論 文 提 出 日 平成 29 年 3 月 15 日

近年、無線通信の大容量化と需要の増加により周波数の逼迫が問題となっており、伝送速度の向上と周波数帯域の開拓が課題となっている。そこで携帯電話などの通信に用いられる電波よりもはるかに高い周波数を用いる光無線通信が注目されている。光無線通信に用いられる 1550 nm 前後の波長の光は電波に比べ、直進性が強い、ビームの送受信角が狭い、などの特性を持っているため、スキャンや追尾、外乱に対する補償のためにビーム走査が可能であることが求められる。ビーム走査の手法としてはモーターなどでミラーを回転させる機械的手法とフェーズドアレーアンテナによる位相走査などの電子的手法があるが、一般的に電子的手法は機械的手法に比べ応答速度が高速である。また通信システムの普及には小型化・コスト低減が不可欠である。光デバイスにおいては、シリコンフォトニクスにより小型化・集積化・コスト低減が可能となり、小型で安価な光デバイスを製作することができる。その中でも Si 細線導波路は低損失な光配線として、また Si 光変調器は光デバイスの中でも基幹デバイスとしてさまざまな研究が行われている。

本論文ではシリコンフォトニクスにより作られる光変調器の位相変調部を移相器として用いて、二本の導波路を伝搬する光に位相差をつけ、それを同じ基板上に配置された Si 細線導波路アレーから出力することによりビームを偏向する光通信用ビーム切り替えアンテナを検討する。

まず、ビーム切り替えアンテナの出力部分である導波路アレーによるビーム切り替えについての検討を行い、2 本の Si 細線導波路からなる導波路アレーに入力波長を 1550 nm とし 90° の位相差をつけた際に、放射ビームが約 20° 偏向することを確認し、入力位相差によりビーム切り替えが可能であることを示した。このとき位相差をつけずビームを偏向していない状態で 7.63 dBi、ビームを偏向した状態で 6.86 dBi の指向性利得となることを確認した。また、導波路の間隔と位相差を変化させた際のビーム偏向と指向性パターンの変化を示し、またパラメータを調整によりメインローブの整形をはかりビームを偏向した状態で 7.10 dBi が得られることを示した。さらに、移相器への接続を想定して導波路を延長した構造についてもシミュレーションを行い、指向性パターンへの影響についても検討を行った。

スタジオ題目 光無線通信用アンテナの性能評価に関する研究
学籍番号 15GD102 氏名 蘆原 成
指導教員 新井宏之 教授
論文提出日 平成 29 年 3 月 15 日

無線通信の通信速度は需要増加とともに高速化をつづけており、今後もさらなる高速化の実現が必須である。信号帯域幅の広帯域化による高速化、新たな周波数の開拓という 2 点から無線通信搬送波の高周波数化の研究開発が行われている。その中でも特に高い数百 THz の周波数である光波を用いた光無線が近年、注目されている。光波帯では自由空間伝搬損失が大きくなるため、アンテナ素子に高い指向性利得が求められる。これに伴う狭ビームに加え、直進性の強さによる見通し外通信が見込めないことも加わり、

特に移動体通信に用いる場合はスキャン、追尾が可能なビーム走査型アンテナが必要となる。2 次元光ビーム走査素子としては回折格子（グレーティング）をフェーズドアレー構成とし、周波数走査と位相変化によりビーム走査を行うものが多く研究されている。

しかし素子間結合のために素子間距離が制限されてしまい、グレーティングローブの発生や走査角の低減につながっていた。またこれらはアンテナとして評価されているものが少ない。

そこで本論文では Si 細線導波路を用いたフェーズドアレーにより放射素子であるグレーティング導波路やワッフル導波路への入射光を走査し、2 次元ビーム走査を行う提案手法に関する検討を行う。

まず製作した Si 細線導波路を用いたフェーズドアレーを実験で評価し、スラブ導波路内で伝搬光を走査できることを確認した。またフェーズドアレーを円形ワッフル導波路に接続した提案手法による 2 次元走査型アンテナを測定し、周波数走査と移相器として設けたヒータによる位相変化で 2 次元ビーム走査ができることを確認した。またヒータ加熱電力を 22.5 mW から 32.5 mW まで増加させたときにチルト角約 $\phi = 5^\circ$ を得た。開口面分布からの推定により利得が算出されたグレーティング導波路を基準アンテナとして、製作したアンテナの利得を計算し、シミュレーションとの差が 0.7 ~ 2.2 dB となることを確認した。さらに電磁界シミュレーションにより高利得化の検討を行った。Si 細線導波路の素子数を増やしたときの放射パターンを確認し、放射領域を変更せず細線導波路フェーズドアレーの素子数のみを 2 素子から 16 素子に増加させた場合、最大 8.8dB の利得改善となることを示した。さらに溝の深さ 0.01 μm のグレーティング導波路と 16 素子のフェーズドアレーを用い、提案手法のアンテナが十分な面積の放射領域をもった場合、43.2 dBi を得られることを示した。