

光集積回路測定速度向上に向けた計算機生成ホログラムの検討

b2181220 佐々木瑠斗

2021 年 11 月 22 日

1 背景

光集積回路の研究開発における、高速化、小型化、低コスト化、低消費電力化という課題の解決策として、シリコンフォトニクス集積回路が期待されている。シリコンフォトニクス集積回路と光ファイバの光結合方法として主に採用されている方法は、端面結合法と表面結合法である。特に、グレーティングカプラを用いた表面結合法は、ウェハー表面で結合が出来る事から、ウェハー段階でテストが可能であり、後工程の工数改善による大幅な経済化が期待できる。光集積回路の製造工程において、最もコストがかかる部分はアライメントである。中でも、グレーティングカプラを用いた表面結合方式におけるアライメントとは初期の位置決めであるが、非常に難しくアライメントに関するコストを上げる要因となっている。

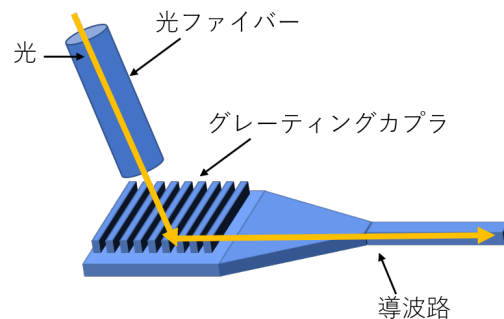


図1 グレーティングカプラを用いた表面結合法

2 目的

上記の課題を解決するため、グレーティングカプラを用いた表面結合による光ファイバ実装時のアライメントに、計算機生成ホログラムを利用することを考えた。ホログラム像を画像認識・測定出来れば、アライメントを高速化出来る可能性がある。

3 手法

計算機生成ホログラムは通常のホログラムと違い、物体や光源、記録材料、ハーフミラーなどの位置や光の入射角度などの設計が必要ない。作成手順としては、まず、作成したい物体の3次元データ

(本研究では原理確認のため2次元データを用いる)を用意する。次に、光線の伝搬距離を設定し、その位置に記録平面を仮定して、物体の光波伝搬を計算する。記録平面で得られた複素振幅分布が計算機生成ホログラムとなる。評価方法としては、光ファイバ位置がグレーティングカップラに対し上下左右前後方向にズレた場合に、結像パターンが変化するように設定された計算機生成ホログラムを、グレーティングカップラ付近に配置する。そのパターンの変化によってズレの方向、大きさ等を判断し、光ファイバの位置合わせを行う。これにより、グレーティングカップラを用いた表面結合の際のアライメントの高速化が期待できる。

4 進捗

まず、シリコンフォトニクス集積回路と光ファイバーの光結合における、結合可能な入射角度を調べるためにFDTD法(Finite Difference Time Domain method:有限差分時間領域法)を用いてシミュレーションを行った。しかし、光ファイバーからグレーティングカップラに入射する光の角度を計算するためにはコンピュータ上での細かいアライメントが必要になり、困難である。そこで、本来グレーティングカップラで受けた光を伝送する導波路から、反対方向に光を発生させ、グレーティングカップラを通して出てきた光の角度を計算する方法で行った。使用したツールはOpenFDTDとLumericalFDTDである。OpenFDTDを用い、シミュレーションを行った結果が図1である。これはグレーティングカップラ及びグレーティングカップラから出る光の様子を横からの断面図である。グレーティングカップラから出た光は図の左斜め上方向に進んでいることが分かる。導波路の垂直から光の進む方向が何度傾いているかを計算し、算出された角度を光結合可能な入射角度とし、アライメントの際に目指す角度とする。ここで計算された角度からズレが生じた場合には、計算機生成ホログラムを通して絵柄を表示させ、その変化でズレの方向、大きさ等を判断することが理想である。

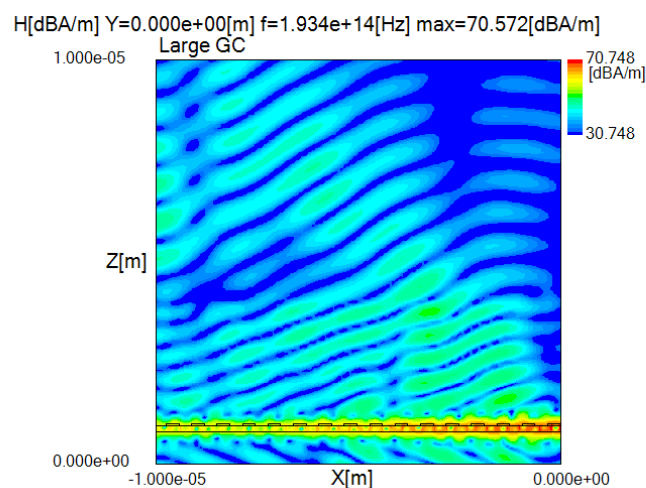


図2 OpenFDTDを用いたシミュレーションの結果