

## 令和 3 年度実績報告書

令和 4 年 3 月 2 0 日

公立千歳科学技術大学  
学長 宮永 喜一 様

公立千歳科学技術大学特別研究等助成要綱第 7 条に基づき、下記のとおり報告いたします。

報告者	所属	電子光工学科	職名	教授
	氏名	吉本 直人	ふりがな	よしもと なおと
研究課題名	シリコンフォトニクス集積回路の光実装工程の DX(Digital Transformation)化に関する研究			
本研究費による発表論文、著書など	<ol style="list-style-type: none"><li>H. Yu, M. Hasegawa, and N. Yoshimoto, "Proposal of automatically optical alignment method for photonic integration circuits using visible light-assisted image sensing technique," Proc. 21th Chitose International Forum (CIF21), O3, 2022 年 3 月</li><li>H. Yu, M. and N. Yoshimoto, "New Image Recognition Approach by Using Image Sensor and Machine-Learning for Grating Coupler Alignment," CLEO PacificRim2022, to be submitted</li></ol>			

# 研究成果報告

## 研究の背景：

近年、情報通信量の急速な増加により、データセンター内サーバの増強が急務となっている。この状況を解決する手段として、省スペース化、省電力化、低コスト化等の特徴を有するシリコンフォトニクス(SiPh)をはじめとする「光・電子融合集積回路」が注目されている(図1)。しかしながら、光ファイバを配線・接続する工程(光実装工程)は、自動化されている電気配線と異なり手作業が多く生産性向上を阻害しており、将来ロボットなどの導入による工程の自動化・量産化への課題となっていた。

## 本研究の目的：

本研究では、SiPhの光実装工程にAI等を活用したデジタル化によって、工程の完全自動化を可能とする手法を提案するとともに、その実現性を検証することを目的とする。

## 提案方式：

従来方式では、回路を導波してくる光パワーをモニターしながら、光軸合わせを行うため、入出力側双方の光軸合わせを同時に行う必要があったため、かなり調心に要する時間を要した。そこで、この課題を解決するために、以下の特徴を有する方式を提案した(図1)。

- ① 信号光(1310nm, 1550 nm)とは別に可視波長のモニター光を用いて、入出力部(Grating coupler)の回折光を光軸合わせに利用
- ② 回折光を上部にある CCD カメラにて、デジタル画像データとして取得
- ③ デジタル画像データと光ファイバ先端の位置情報を機会学習によって関連付け

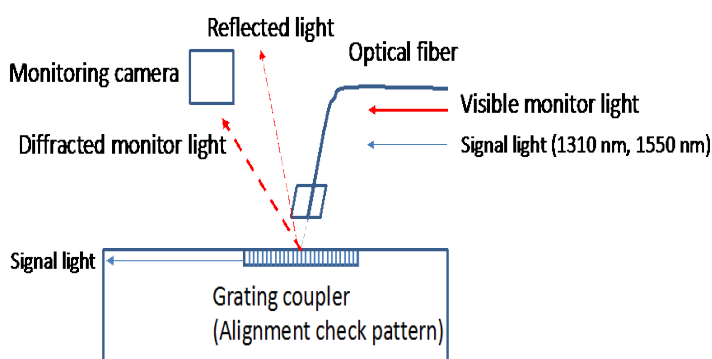


図1 提案方式の概要

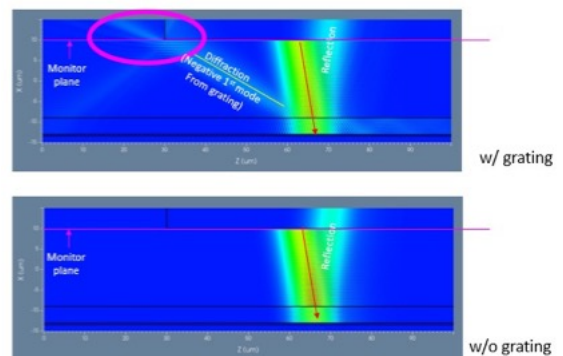


図2 Grating Couplerによる回折のシミュレーション

## 結果：

まず、電磁界シミュレーションにより、信号光向けに設計された grating coupler において、可視光(630 nm)による回折現象を調べ、必要な回折角度の範囲を特定した。次に、試作した SiPh 回路を用いて可視光による回折を、実際に CCD カメラにて観測できることを確認し、デジタル画像データとして取得した(図3)。機会学習を用いた画像処理として、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の一種である GoogLeNET を用いた。事前学習として、光ファイバの位置を都度変更させた回折画像データに対するさまざまな特徴表現を学習させ、位置と回折画像との特徴を分類・整理した。これによって、光パワーをモニターすることなく、画像情報のみで現在の最適位置からのオフセット量が推定できる。実際に、推定結果をもとに、光軸を調整し最適な光結合(最大の光パワー)を得ることを確認した。なお、現時点において、画像認識の精度は85%程度であるが、学習データの精査や、パラメータの最適化を行うことによって、十分改善が見込まれる。

## 今後の予定：

光軸調心システムに、提案した画像データ処理フローを組み込むことによって、光実装に関する全工程のスキルレス化を実証する。これによって、作業員の経験に依存せずとも光軸調整が可能となり、大幅な工程時間の短縮が実現できる。さらに、ネットワークを介してこのデジタル情報を共有することにより、製造工程の水平分業化等のビジネスモデルの変革を促すことができる。

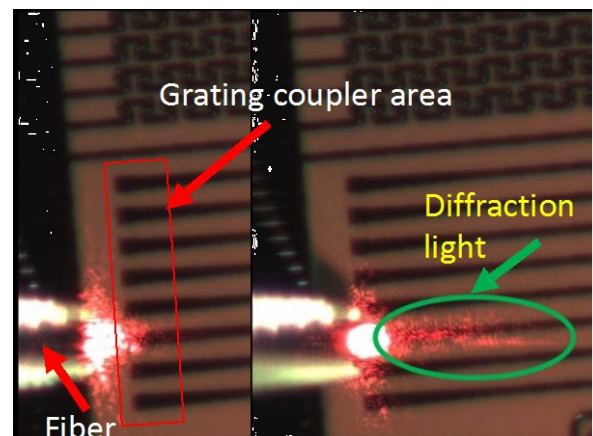


図3 可視光による Grating coupler からの回折光