

PPCP

手作業で光部品を組み立て可能な新手法開発 「光ブロック」で実験環境構築を手軽に

NTT 先端集積デバイス研究所は、光部品の実装コストを低減する「PPCP (Pluggable Photonic Circuit Platform)」という新手法を開発した。これは、光部品の実装における大きなコスト要因だった光部品同士の位置合わせ（アライメント）のコストを大幅に低減する手法である。PPCP 対応の部品同士であれば、手作業で組み立てることも可能。様々な光部品が「光ブロック」として提供されるようになれば、それを組み立てることで、手軽に実験環境を構築できる。

実装コストを引き上げる要因の 光学素子のアライメント

PLC や光ファイバなどの光学素子同士を接続する際は、光の通り道である光導波路の位置合わせをするアライメント作業が必要である。光学素子のアライメント方法として、アクティブアライメントおよびパッシブアライメントの2種類の方法がある。

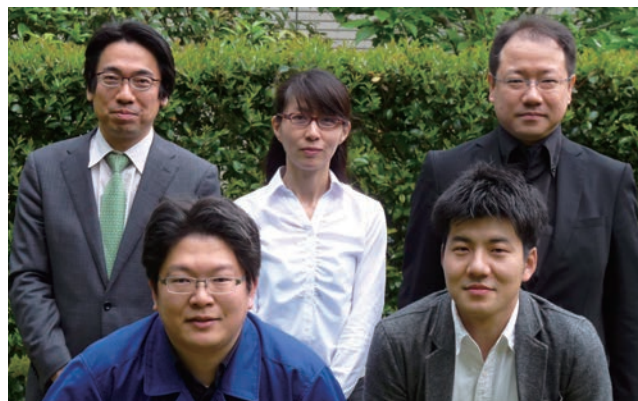
一般的に使われるのがアクティブアライメントである。この方法では実際に素子に光を通し、位置合わせをしながら出力端で光強度の変動を測定し、それに基づいて最適な位置合わせを実現する。様々な素子に適用できる汎用性の高さがあるものの、位置合わせのための細かな制御をする必要があることから一般的にコスト高な方法である。一方、かみ合わせや嵌合のように機械的な精度

に基づいて位置合わせをする方法がパッシブアライメントである。細かな位置合わせ制御が不要になるためアクティブアライメントに比べると低コストだが、かみ合わせや嵌合のための構造を素子に作るための特殊な製造プロセスが必要になるという欠点がある。

NTT 先端集積デバイス研究所（以下、先デ研）は、特殊な製造プロセスなしに光学素子同士のパッシブアライメントを実現可能にする「PPCP (Pluggable Photonic Circuit Platform)」という新手法を開発した。

PPCP を利用すると、様々な光部品を、あたかも積み木を組み上げるようにベース基板上に手軽に実装できるようになる（図1）。

PPCP 対応部品の実装は簡単な手作業で可能というから驚きである。



NTT 先端集積デバイス研究所 光電子融合研究部

〔上段左から〕主席研究員 重松 智志氏

主任研究員 河尻 祐子氏、主幹研究員 荒武 淳氏

〔下段左から〕研究員 石川 裕士氏、研究員 鹿間 光太氏

「光学素子の実装においてアライメントは永遠の課題です。アライメントの問題を解決し、光コネクタのように誰もが手軽に光学素子を接続できる仕組みは出来ないかと考え、当初は、PLC と光ファイバを接続する技術を研究していました。しかし精度を出しづらく研究は難航していました。なぜ難しいのかを改めて考え、PLC と光ファイバは構造物として異種であることが原因ではないかと思い付きました。同種の構造物である PLC 同士ならば、かえって簡単に接続できるのではないかとこの発想で開発したのが PPCP という手法です。」（光電子融合研究部 研究員 鹿間 光太氏）

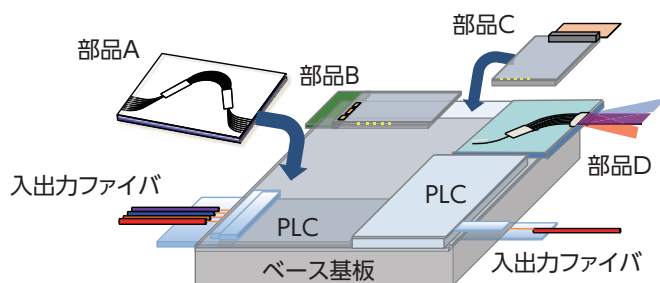


図1 光部品を手軽に実装できる PPCP

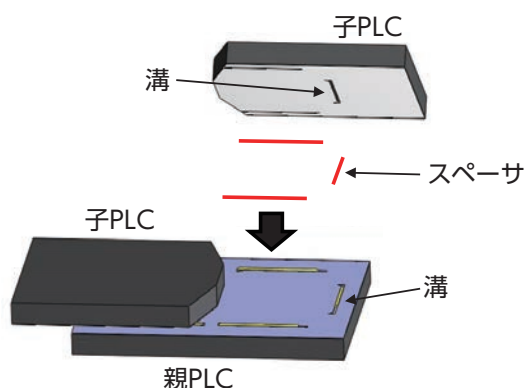


図2 PPCPの模式図

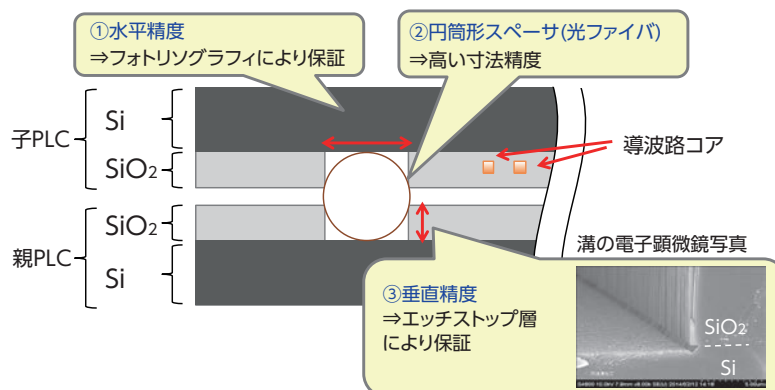


図3 PPCP素子の構造と特徴

光ファイバをスペーサに使うなど 斬新な発想で高精度を実現

PPCPの模式図を図2に挙げた。接続する親PLCと子PLCの双方に溝を掘り、そこにスペーサを嵌合することで親子のPLCの位置合わせを実現する仕組みである。「この仕組みそのものは、パッシブアライメントの一般的な方法と変わりません。PPCPのポイントは、特殊な製造プロセスを使わずに、高精度な溝やスペーサを用意できるようにしたことにあります。」(光電子融合研究部 研究員 石川 裕士氏)

PPCP素子の構造と特徴を図3に挙げた。これで分かる通り、溝の水平精度については、通常の製造プロセスで使用するフォトリソグラフィで保証する。溝の垂直精度については、シリコン (Si) 層と二酸化ケイ素 (SiO₂) 層の境界 (この境界のことをエッチストップ層と呼ぶ) でエッチングが一度停止する現象を利用して確保する。また、光ファイバの外径精度の高さに着目してこれをスペーサとして適用している。

PPCPのベースとなる着想を得たのは2016年であり、2017年初頭

にはPPCPに対応した素子を試作した(図4)。試作したPPCP素子の導波路の損失は0.4 dB以内だったという。「素子同士を嵌合するとカチッという手応えがあり、真空ピンセットによる手動での組み立ても容易でした。0.4 dB以内の損失という結果も、手動のアライメント手法として将来性を感じられる結果と言えます。」(石川氏)

「光ブロック」を実現できれば 実験環境構築が手軽に

PPCPの適用先としては、光通信用光デバイスの実装だけでなく、光学実験環境の構築を手軽にする「光ブロック」も考えているという。

現在、光学実験を行う場合は、多数の光学部品を精密に配置する必要がある。精密な部品配置には高いスキルが求められる上、手間や時間がかかる。広い実験スペースを確保したり、温度や湿度などを調整したりする必要もある。

光学実験に用いられる様々な光学部品を、ブロック状のPPCP素子の形で提供すれば、その「光ブロック」を組み合わせることで多種多様な実験環境を手軽に構築できるようにな

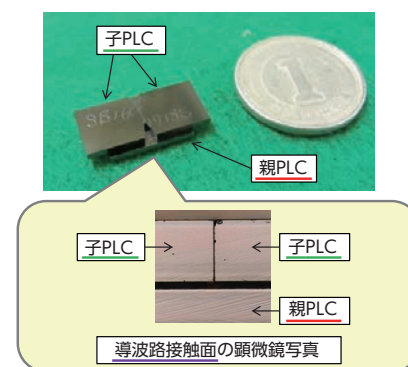


図4 試作したPPCP素子

る。ブロック状の電子回路を組み合わせることで様々な機能を実現する「電子ブロック」という教材があるが、「光ブロック」はその光版と言える。

PPCPを使えば、組み立てが容易で小型な「光ブロック」を実現できるので、実験スペースの確保や温度・湿度の調整についても頭を悩ませる必要がなくなる利点がある。

「PPCPによる『光ブロック』の実現というアイデアは、2018年2月に開催したR&Dフォーラムでも紹介しています。まだ具体的に実用化に向けた動きがあるわけではありませんが、今後、興味を持たれた方々と検討を進めていこうと考えています。」(光電子融合研究部 主席研究員 重松 智志氏)