

# 低背化、モノリシック光入出力カプラ 弾みがつくシリコンフォトニクス

ティーナ・デルモンテ

光ファイバとシリコンフォトニクスの効率的結合は、量産展開にとって極めて重要である。新しいモノリシック 1:1 イメージングカプラは、コンパクトで、量産に適している。

シリコンフォトニクス (SiPh) は、フォトニクス技術分野で、急速に最も刺激的な領域になりつつある。確立された多国籍企業、スタートアップ企業、さらに研究集約的な組織がカスタムソリューションを主流に押し込んでいるからである。市場の可能性は、仏ヨール・デベロップメント社 (Yole Développement) などの組織が明確に語っており、同社の予測では、SiPh 市場規模は、2025 年までに 39 億ドルに達する、これは 2019 年から CAGR40% 成長になる<sup>(1)</sup>。業界分析によると、SiPh 技術の広範な導入は、転換点にあり、主要課題が解決されると、SiPh は 10 年以内に幅広く導入される可能性がある<sup>(2)</sup>。

疑いなく、SiPh の最大の現在の市場は、データコムとテレコム両方のトランシーバ分野であり、この傾向は関心のある期間にわたって続くと予測されている。これらの分野で確立されたプレイヤーは、コスト意識が高く、スペースが制約されたエンドユーザーであり、ギガビットあたりの価格は 1 ドル程度になる。SiPh 技術は、コスト低減推進力と足並みをそろえている。実現技術の多くが量産シリコンファンドリで供給可能だからである。その技術は、最終製品の「物理的場所」の削減もサポートしている。それがフォトニックコンポーネントとエレクトロニク

スの集積を、可能にしているからである。

## 実用的なコンポーネントの作製

とはいえ、多くの製品と同様、単に新しいコンポーネントを供給するという問題ではなく、利用可能なフォーマットで新しいコンポーネントを供給すること、つまり、新しい SiPh 技術の導入及び広範な採用では、部品表、アセンブリ、及びテストが重要な役割を担い始める。

例として光トランシーバユニットを取り上げると、推定でアセンブリとテストが最終コストの 80% 程度を占める可能性がある<sup>(3)</sup>。現行のトランシーバユーザーが求めるコストターゲットを達成し、SiPh 技術を取り入れる他の急成長するアプリケーションエリアを促進するには、アセンブリとテストが大幅に簡素化され、標準化される必要

がある。

その背後の 50 年を超える世界的な集中開発と商用化により、SiPh 技術で、パッケージング、テスト、エレクトロニクススペースのコンポーネントの電力供給は、最終的なアセンブリデバイスにとって解決可能な課題の 1 つと考えられる。商用化タイムラインが原因で、パッケージングと配光は、全般的に成熟度が低く、特に量産、スケーラブルなソリューションでは課題になっている。

光領域の重要問題の 1 つは、デバイスの入出力で効果的、効率的に光を結合する方法である (図 1)。光結合の最も成熟した方法は、エッジカップリング (平面法) とグレーティング (面外) 結合である<sup>(4)</sup>。平面結合は、結合効率が非常に高く、偏波の制約や帯域とは関係ないので魅力的である。この性能を達成するには、デバイスとファイバの界面で光学品質面が求められ、これが設

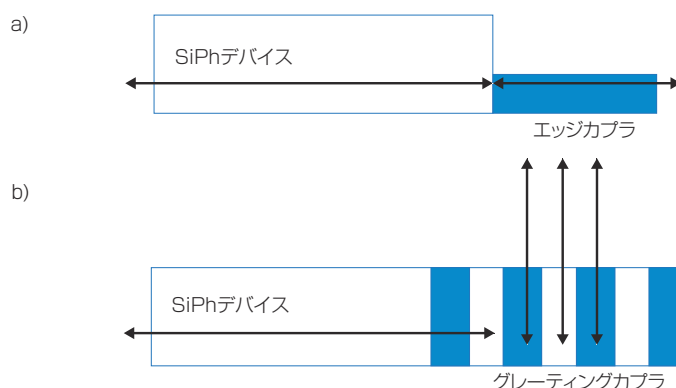


図 1 エッジカプラ (a) とグレーティングカプラ (b) の概略図。

計ジオメトリと最終パッケージングソリューションの両方を制約することになる。より大きな設計自由度が得られるので、グレーティングカップラは、光と光経路の結合をほぼすべての点で可能にする。さらに、それはSiPhデバイスのより簡便なオンウエハテストの可能性を開く。これは、最適化された自動量産実装には魅力的である。

グレーティングカップラソリューションを詳細に見ると、バンドファイバアレイ(図2a)が最も成熟した技術として商用提供されている。エンドユーザーには、多様なチャンネルカウント、ピッチ、ファイバタイプ、シングルモード(SM)、マルチモード(MM)、偏波面保持(PM)を含め、これらは簡素なソリューションを提供する。量産では、バンドファイバアレイソリューションは魅力的であり、十分に理解されている、その基礎が確立されたV溝アレイアセンブリ技術にあるためである。SiPhデバイスでは「物理的な場所」が重要になるので、ファイバピッチとデバイスの高さが、より重要になる。バンドファイバアレイは、ファイバの物理的な長期応力耐性による制約を受けるので、高さは約5mmを超える程度、チャンネル数の多いアプリケーションでは、ファイバピッチは約250 $\mu$ mが限界になる。しかしエンドユーザーは、127 $\mu$ mピッチ以下を目指しており、非常に多いチャンネル数が、この従来ソリューションの量産をより複雑にする原因になっている。

高さ制約とピッチ低減の両方を解決するには、バンドファイバの除去が必要になる。ファイバ端面を $\sim 45^\circ$ に研磨した、確立されたV溝アレイ技術を使うことで、誘導メカニズムとして全反射を利用して光を曲げることができる(図2b)。これらのソリューションは、

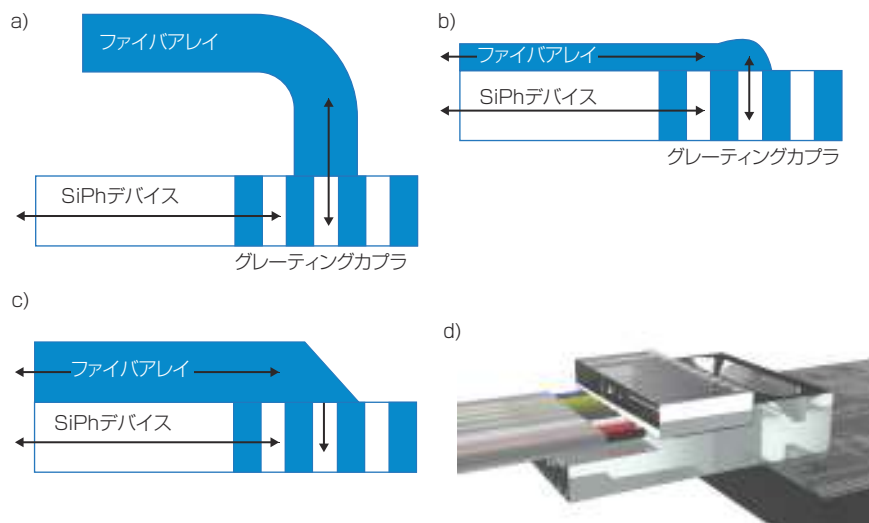


図2 ベントファイバアレイ(a)、90° 屈曲アレイ(b)、OptoCplrLT 1:1 イメージングカップラ(c)の概略図。OptoCplrLTからの提供図(d)も示した。

コネクタアセンブリを専門にしている複数の企業が提供している。複雑な形状のために、発散光はファイバ端面とSiPhデバイス間で結合されることになり、これは不要な過剰損失となり得る。

### 曲面が1:1 イメージングを可能にする

先頃、スコットランドのオプトスクライプ社(Optoscribe)が、OptoCplrLTというSiPh内光モードをSMファイバアレイに1:1イメージングできる製品を発売した。45°エッジを曲面に変えることで、光の追加制御が実行できる。これらのデバイスは、アレイ全体で、ローフォームファクタ(<1mm)、低結合損失といった潜在的利点を示している。同社の製品ラインが提供しているのは、スケーラブル、高い結合効率のモノリシックレンズ機能、低フットプリントSiPhアプリケーション、標準V溝技術と新しいロバストな誘導法、例えば合焦及びコリメーティング機能との集積である。

SiPhは、次の10年で、エレクトロニクス、フォトニクス、センシング市

場における成長分野を変革する可能性を持つ。これを果たすには、光学設計者は、サプライチェーン全体を見て仕事をするのが基本となる。基本設計中に、いかに早く決定するかを理解することが、市場に大量に出荷する最終製品に影響を与えることになる。幅広い産業でSiPhが取り上げられるようにサポートするためにオプトスクライプ社やコネクタ業界の他社は、簡便でスケーラブルな低コスト光ファイバ結合ソリューションを非データコム/テレコム市場向けに開発し、出荷しようとしている。

謝辞.....  
OptoCplrLTはOptoscribeの商標である。

#### 参考文献

- (1) See <http://bit.ly/OptoscribeRef1>.
- (2) See <http://bit.ly/OptoscribeRef2>.
- (3) See <http://bit.ly/OptoscribeRef3>.
- (4) R. Marchetti et al., *Photon. Res.*, 7, 2 (2019).
- (5) D. Thomson et al., *J. Opt.*, 18, 073003 (2016).

#### 著者紹介

ティーナ・デルモンテ(Tiina Delmonte)は、オプトスクライプ社のプロダクトラインマネージャー。e-mail: [t.delmonte@optoscribe.com](mailto:t.delmonte@optoscribe.com)  
URL: [optoscribe.com](http://optoscribe.com)