

# CMOSシリコンに フォトニクスとエレクトロニクス搭載 100Gbit/s光変調器

シリコンフォトニクスは研究室から始まり、特注の半導体製造プロセスを使い苦労して少量が生産された。これは、言うまでもなく、イノベーションの始まり方である。シリコンフォトニクスの次のステップは、最初に可能性が実証されたなら、製造法を考え、デバイスをより安価に、簡単に利用する方法を考えることである。理想的には、カスタム製造プロセスからCMOS適合、で

きればコンピュータチップ製造で使われている標準CMOS適合製造プロセスへの移行を意味する。どんなR&Dプロジェクトでもこれを達成することは、商用化への大きな一歩である。

その上、同一チップ上でエレクトロニクスとフォトニクスを真に融合させることは、おおむね、まだ商用的に実現していないが、大いに期待されている目標である。現在、英オプトエレクトロニクス研

究センター(Optoelectronics Research Centre : ORC)の研究者が、100Gbit/s超で動作し、デジタル信号処理(DSP)を使わないオールシリコン光トランスミッタを実証した。また、これは、標準CMOSプロセス(TSMC28nm High-kメタルゲート)<sup>(1)</sup>を利用して製造されている。さらにこのデバイスは、フォトニクスとエレクトロニクスを単一の集積システムに統合しており、電気

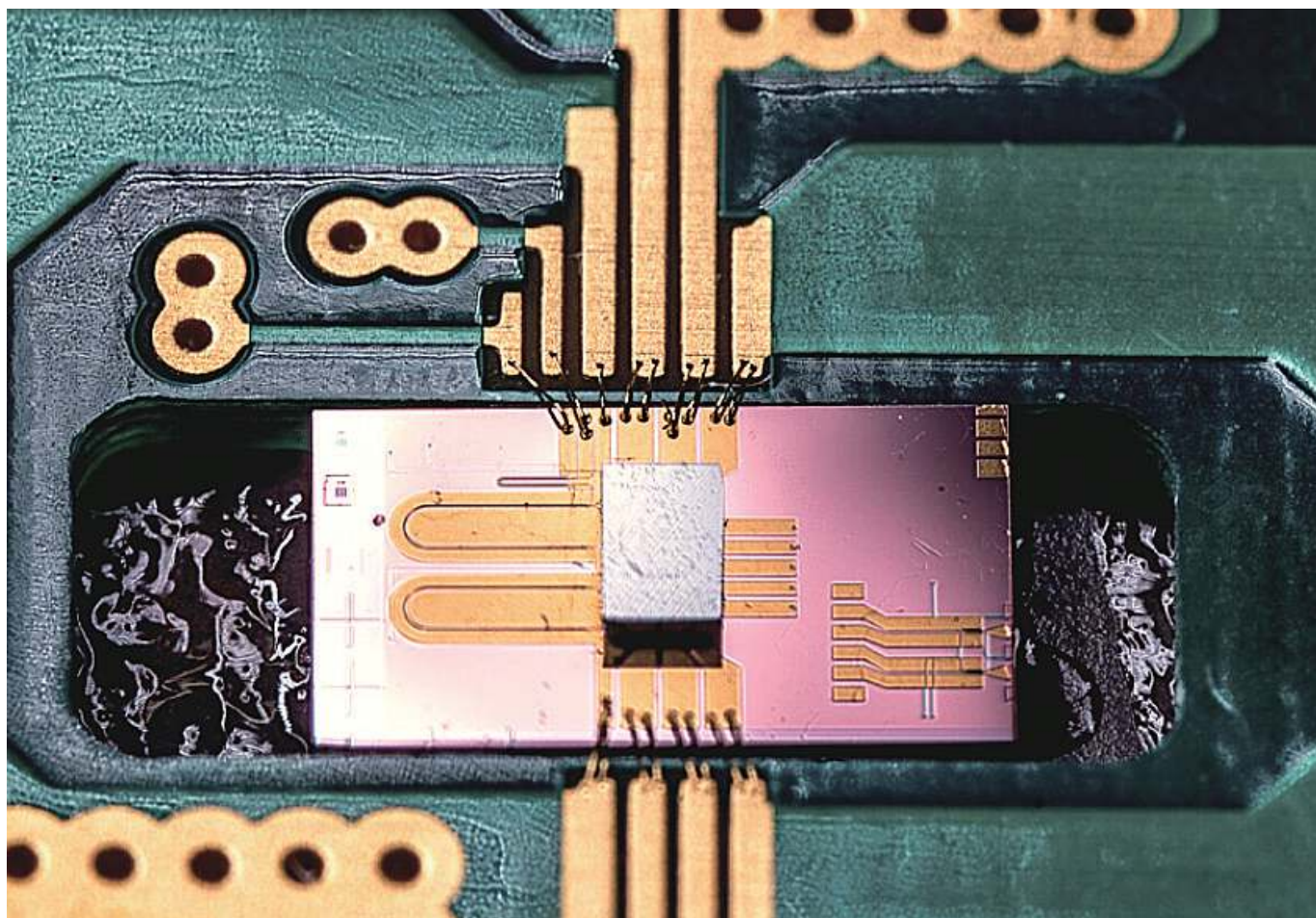


図1 シリコンフォトニック光変調器には電子CMOSドライバも含まれる。デバイスは、最大100Gbit/sで動作する。(画像提供: ORC)

レーザー技術の進歩と共に 50年  
レーザー・光技術の  
ソリューションプロバイダ



OPIE'21 LaserEXPO 出展

[開催日]

2021.6.30 水 ▶ 7.2 金

[場所]

パシフィコ横浜

レーザー光源



光計測器・測定器



光学関連部品・光周辺機器



加工装置



光技術に関するご相談は

<https://www.japanlaser.co.jp/>

E-mail: [jlc@japanlaser.co.jp](mailto:jlc@japanlaser.co.jp)

JLC 株式会社 日本レーザー

本社 〒169-0051 東京都新宿区西早稲田2-14-1

TEL: 03-5285-0861

大阪支店 TEL: 06-6323-7286

名古屋支店 TEL: 052-205-9711

CMOSドライバを含んでいる(図1)。

その光変調器は、現在、最先端のデバイスの最大データレートをほぼ2倍にする。光変調器は、現在の情報と通信技術に使う極めて重要なコンポーネントである。従来のデータ通信リンクだけでなく、マイクロ波フォトニクスやチップスケールコンピューティングネットワークでも同様である。

## エレクトロニクスの要件は ロバスト

研究者の注意点は、以下の通りである。エレクトロニクスとフォトニクスをチップに最適統合するには、非対称トランス、ピーキングインダクタ、及び終端抵抗などパッシブ電気素子を70GHz超の周波数範囲で低損失にする必要がある。これは、CMOSプロセスにおける変動に起因する不整合があっても必要である。

製造されたチップで、非対称トランスは非常に小さく、サイズは61×63μm、CMOSドライバは、U形状マッシュェンダ変調器(MZM)構成のキャリア空乏ベース光変調器の両端に接続されている。また、変調器は、2.47mm長の位相シフタセクションがあり、1550nm波長で動作するように設計されている。

テストでは、2つの独立した電気 $2^7-1$ 擬似ランダムビットシーケンス(PRBS)テスト信号をマルチプレクサに印加し、0.5V電圧振幅で112Gbit/sまでの信号を供給。さらに結果としての出力がドライバアンプに供給される。変調器出力は、エルビウム添加ファイバ増幅器(EDFA)で増幅され、その信号は高速オシロスコープに供給される。結果としてのアイダイアグラム(高

速変調の実行性能評価法)は、3dB消光比、パワー効率2.03pJ/bitで最大100Gbit/sの優れた動作を示した。

「われわれの成果は、完全集積電子-フォトニックシステムをベースにしたものである、研究室で実証された単独のシリコン変調器ベースではない」とORCの副所長、グラハム・リード教授(Graham Reed)は話している。「シグナルインテグリティを回復するためにデジタル信号処理に依存しない今日までのすべての他の研究では、エレクトロニクスとフォトニクスの集積は、個別コンポーネントの性能と比較すると、システム性能は低下し、最大データレートは、約56Gbit/sだった。世界中のほとんどの研究者が、5%から10%程度のシステムレベルの改善に奮闘している時に、われわれの成果はほぼ100%の改善を示しており、この設計哲学がわれわれの成功を証明するものと喜んでいる。設計者が未来のデータ通信伝送システムの構成法を変える可能性があるため、これらの成果が重要であると考えられる理由がここにある」とコメントしている。

研究者は、その変調器プロトタイプの変調器の帯域性能は、すでに最先端のリチウムナイオベート(LN)変調器の帯域性能に匹敵すると指摘している。ただし、LN変調器は、4倍の電力を消費し、これまでのところ、ドライバを集積していない。

ORCの研究は、英サウサンプトン大学のシリコンフォトニクスグループが実行した。これは、600万ポンドの工学物理科学研究評議会(EPSC)プログラム助成金、未来システムに向けたシリコンフォトニクスの一環である。

(John Wallace)

## 参考文献

(1) K. Li et al., Optica (2020); <https://doi.org/10.1364/optica.411122>.

LFWJ