

本格的な光集積時代の到来

馬場俊彦

(横浜国立大学)

エレクトロニクスにならって、光素子に集積の概念が提唱されたのが1969年。最初に実用化された平面光波回路 PLC (planar lightwave circuit) は、波長多重光通信による世界規模のネットワーク構築や、ユーザー至近までの高速通信サービス普及に貢献した。ただし、PLCはファイバーと同類の石英系材料と製造法を使うため、各素子はmm以上のサイズとなり、組み込まれる素子数が限られる。一方、2000年以降に一気に進展したシリコン (Si) フォトニクスは、SOI (silicon on insulator) 基板の利用によって素子サイズを μm 級に縮小し、エレクトロニクスに近づく光集積回路を実現した。2010年以降には、エレクトロニクスの製造ラインを転用するファウンダリーが拡大し、ユーザーが本格的な回路を製作できるようになった。データセンターの光トランシーバーとして実用化され、年々、市場が拡大しているほか、ライダーなどセンサー応用も始まっている。集積規模は最大で数万に達し、エレクトロニクスの数十億には遠く及ばないものの、そのトレンドを追いかけている。Siでは困難な超低損失や耐ハイパワーも、同プロセスで形成できるSiNを併用することで補完されつつある。面白いもので、Siフォトニクスにこうした発展があると、アクティブ素子を担う化合物半導体の集積も加速し始めた。エピタキシー技術の成熟で個々の素子の性能や均一性が向上し、大規模な集積が受容できるようになっている。Siフォトニクスと化合物の異種材料集積は現実味を帯び始めたというレベルを通過して、昨年にはファウンダリーサービスが始まった。また近年、SOIと似た手法でニオブ酸リチウム (LN) を薄膜化してSi上に搭載する薄膜ニオブ酸リチウム (TFLN) がじわじわと進展していたが、最近、研究発表が一気に増えて、小型の光変調器が製品化されるなど、新しいプラットフォームとしてブレイクした感がある。さらに、電気光学材料のチタン酸バリウム (BTO) やポリマー、圧電材料のチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT)、磁気光学材料のイットリウム鉄ガーネット (YIG)、集積手法ではマイクロ転写プリント法なども加わって、多彩もしくは混沌としてきている。これらの中で何が淘汰され、何が生き残るのか、注目の数年になりそうだが、いずれにしてもファウンドリーとの親和性が高い材料や手法、および新たな製造プロセスへの投資が鍵を握るであろう。昨今の半導体への資金注入が、エレクトロニクスと同時にSiフォトニクスにも向かうことを期待したい。