LSI 技術からみた シリコンフォトニクスへの期待

廣　瀬　全　孝
（産業技術総合研究所）

半導体集積回路（LSI）はトランジスターの微細化により，集積度の向上と高速化が同時に達成され，かつ素子当たりの製造コストが経済的合理性をもって低減されるというサイクルを繰り返し，この 40 年間進歩を続けてきた．しかし，このような技術トレンドに沿う LSI 開発は次第に困難になりつつあり，トランジスターや配線に新材料や新構造を導入するブレークスルー技術開発が必須となっている．

いっぽう，LSI の高集積化・高速化・低コスト化あるいは多機能化を実現するために，シリコン・チップを三次元集積化する技術開発が盛んである．LSI を貫通配線により三次元接続する技術は将来，光や無線インターコネクトにより積層チップ間を高速大容量接続する新しいアーキテクチャーと融合してゆくであろう．実際，発光素子，受光素子，変調器などを光導波路と共にシリコン LSI 上へ集積化する技術開発が進み，「二次元あるいは三次元 LSI による光・電子融合アーキテクチャー」実現への期待が高まっている．LSI 上への光デバイスの集積化オーバーヘッドを合理的レベルに抑え，光により LSI の性能・機能を大幅に向上させるためには，システムから回路，デバイス，プロセス技術にまたがる幅広い専門家の協力が不可欠である．

振り返れば，1980 年代後半には LSI メモリーチップを三次元積層し，各層に作りつけた発光素子と受光素子を上下に対向配置した光インターコネクトにより，メモリー各層にデータを高速転送する「三次元光結合共有メモリー」のコンセプトが提案された．この「共有メモリー」は超並列プロセッサーアーキテクチャーの要になると期待されたが，要素技術の未成熟さもあり，基本原理の実証にとどまった．

1991 年には（財）光産業技術振興協会内に，林厳雄氏（故人）のご尽力で U-OEIC（ultrascale optoelectronic integrated circuit）研究会が発足し，専門分野の異なる研究者たちが，「ワンチップ・コンピューター内の光信号接続」の実現可能性をめぐって熱心な議論を行った．光電融合集積回路（U-OEIC）の具体像を描き出す努力は 5 年間にわたって続けられ，毎年の活動成果は報告書として刊行された．その内容は今日においても示唆に富み，林氏による応用物理，**65**（1996）824 の解説論文から当時の状況を知ることができる．

新しい技術の芽が生まれ，実用化に至る道のりは 10 年，20 年を要する．歴史的にみれば，集積化シリコンフォトニクス技術はいま飛躍の時を迎えており，光技術，LSI 技術の専門家により新たな協力体制が築かれることを強く期待したい．