

「光集積回路」の研究から



研究ノート

西原 浩*

「光集積回路」という言葉を耳にしたことのある方は多いであろう。しかし、その実体があまりわからず、また、いつになっても実用品が世の中にでてこないなあと思われている方も多いのではないと思われる。この言葉は Optical Integrated Circuits の訳であり、1970年ごろ、ベル研の S. E. Miller によって提唱されたものである。一言でいえば、一つの基板上にいくつかの薄膜状の光素子を配置し、全体として一つの機能を果せるようにしたものである。「光集積回路」は光 IC とも呼び、現在の電子技術や、コンピュータ技術を支えている電子集積回路 (LSI) と類似の言葉を使っているため、なんとなく受け入れやすかったのであろう、実体よりも言葉が先行した感がある。

光 IC は、基本的には、厚さ 1 ミクロン位の薄膜中に、屈折率がせいぜい 1% 位大きくなっている幅 4 ミクロン位の光の通る導波路から成立っている。このようなデバイスの作製には薄膜作製技術と微細加工技術が必須である。また、適当な材料を選ばなければならない。これらの材料、加工技術が当初は未熟であったため、光 IC は期待されたほど進展しなかったとも云える。この 10 年間、これらの技術が進展し、光 IC に集積されるべき個別素子については、動作原理、設計、材料選択、作製法などかなり明らかになってきた。しかしながら、一つの基板 (チップ) に数個の素子を並べ、全部うまく働かせ、全体として、ある機能をさせることは、やはり非常にむずかしいことなのである。したがって、そのむづかしさに見合うだけの機能をもった光 IC として、どんなものを作ればいいのか、これも大きな問題である。

光 IC の特徴は、コンパクトさ、軽量などはもちろんであるが、最も重要な特徴は、一たん作り上げると、一チップ内での個別素子間の光学的アライメントが当然のことながら安定しており、調整が不要であるということである。これは何でもないことのようにであるが、実は重要なポイントであると我々は考えている。

どのような光 IC を作るべきかについての指導原理は、「複数個の光学部品を組み合わせて、ある動作をさせているデバイスに注目し、それを薄膜化し、集積化せよ」である。この指導原理は何も私が言いだしたわけではなく、光 IC の研究者は無意識にでも感じていることであろう。これまで提案されて、研究されてきた光 IC には、光ファイバ通信関係のもの、光信号処理関係のもの、光学計測及びセンサ関係のものなどがある。個別素子が数個 (2~3 個) 集積された光通信関係のものには、半導体レーザー用の高速変調デバイス、合波・分波デバイス、多分岐デバイス (スターカップラ) などいくつか、実用に近いものがある。

私の研究室でも、光通信関係の光 IC の研究はしているが、それに加えて、あまり他で研究のなされていない、情報処理関係、および計測関係にも力を入れている。その中で、最近発表したもので、その用途が誰れにでも比較的わかりやすいデバイスを紹介してみよう。

光学部品が多数個組み合わせられている、そして現在民生機器として商品化されているものは数少ないが、その一つに光ディスク・プレーヤがある。この方式は、これまでの溝のあるレコードから針で音楽信号をピックアップしていく方式と異なり、溝よりも 2 桁も小さいピット (穴) 状にコード化された信号を集光されたレーザー光でピックアップしていくものである。そのピックアップは多数の光学部品から成っており、そ

*西原 浩 (Hiroshi NISHIHARA), 大阪大学工学部, 電子工学科, 教授, 工学博士, 光波電子工学

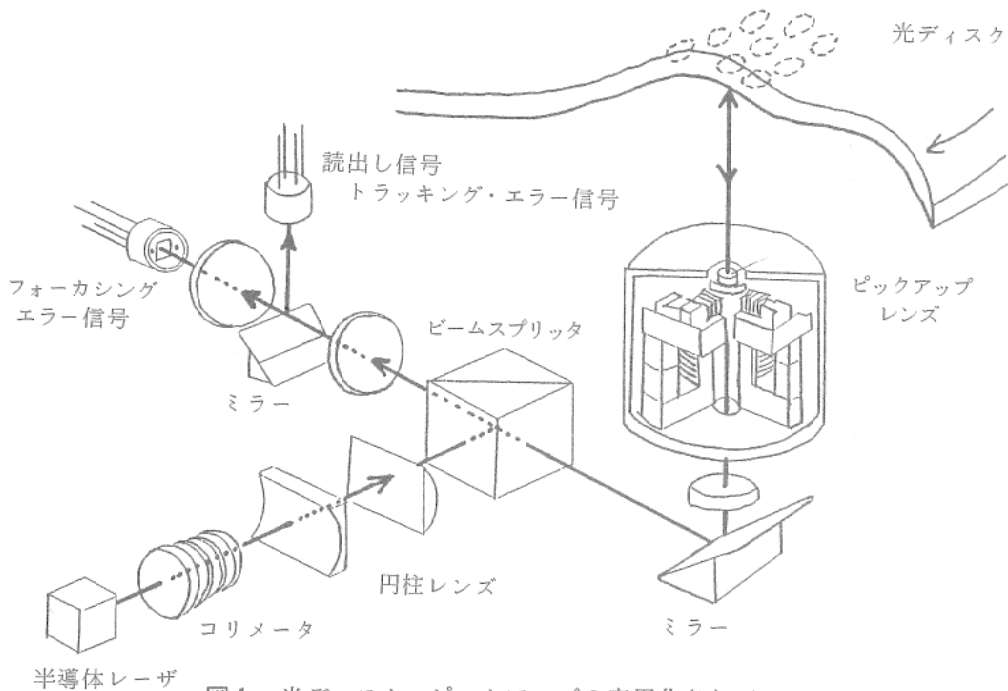


図1 光ディスク・ピックアップの実用化されている構造例

の代表的なものは図1に示すような構成になっている。作製の際の光学軸アライメントの問題、軽量化の限界による可動（アクセス）時間の大きいこと、部品点数の多いことによるコストダウンの限界など、種々の問題がある。この光ディスクピックアップに注目し、これまでの我々の研究してきた、薄膜光導波素子の知識、作製技

術、作製装置を利用して、現在の時点で実現可能と思われる限りの光集積化を行ってみた、図2はその説明図である。特殊な曲線状のグレーティングは薄膜中の導波光を集束光に変換し、ピット信号を読み取り、再び導波光に変換する働きをする。また、手前のグレーティングはその導波光を2分するビームスプリッタの働きと

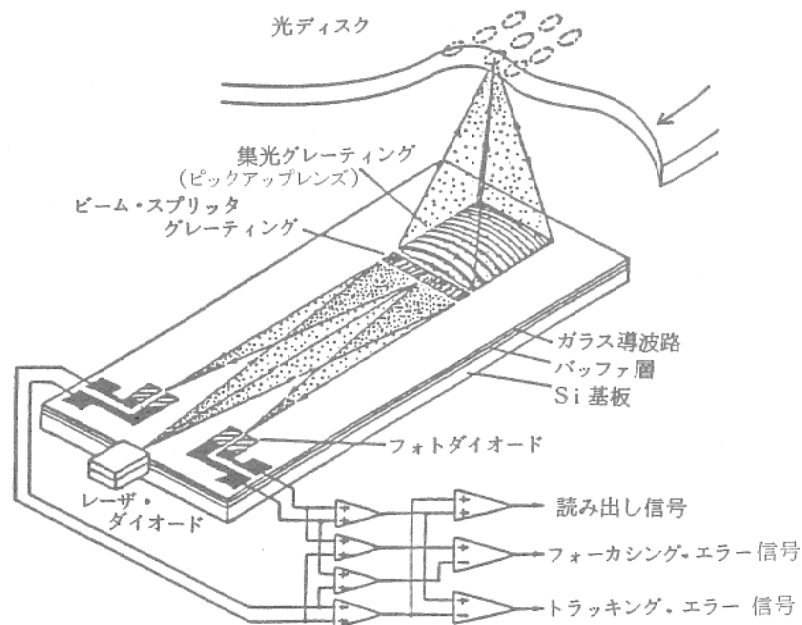


図2 光ディスク・ピックアップの光IC化の一例

生産と技術

同時に、光検出器に集光するレンズの働きをもしている。このように、2つの機能を同時に兼ねるように設計されている。基板はシリコンであり、大きさは、5mm×15mmである。基板上に光検出器が4個作りつけになっているので、アライメントの問題はない。集積化されていないのは半導体レーザだけである。このデバイスで光ディスク・ピットの読取りの基本的な実験確認を行った。

この光デバイスは面白い光集積回路の例だと思っている。この光ICが実用化されている現

用のピックアップに置替りうるかどうかは今後の問題であろう。着想の新しさのためか、日本国内でも外国でも高く評価してくれているのは有難い。

光集積回路研究について、そのアタックする方針など、日頃、苦心していることの一部を紹介した。この駄文を通して、光集積回路デバイスに関する理解が少しでも得られれば、ありがたい。また、その成長を暖く見守っていただきたいものだと願っている次第である。