



研究室紹介

電子工学第二講座 (電子・光デバイス工学)

西原 浩*

本講座は種々の電子デバイスのうち、とくにレーザ光関連の光デバイスを中心にその動作、原理、設計、作製、特性評価を包含する学問体系の確立をめざしている。

実は、本講座の公式名は「電子管設計工学講座」であり、この名は昭和33年に電子工学科が設立された時に名付けられたものである。当時は電子管の最盛期であり、電子デバイスの代表といえば電子管であった時代であり、時代を反映した講座名であった。しかし、その後の30年の間に、電子デバイスの中味は電子管からトランジスタ、そして集積回路 IC、大規模集積回路 LSI などの固体デバイスや、半導体レーザをはじめとする種々の光デバイスに移っていった。我々はこれらの電子デバイスのうち、とくに今後ますます重要になるとされる光デバイスを主な対象に取り挙げている。

1. 光波電子工学の到来

エレクトロニクスの発展を振りかえってみると、人類はより短い波長の電磁波を次々と発生させて、それを電気通信やレーダーなどに巧みに利用してきた。いわばエレクトロニクス発展の歴史は電磁波の発生波長の短縮化の歴史ともいえよう。図1は利用周波数スペクトルが時代とともに拡張され、かつ各時代においてそれらが情報処理に利用されてきた様子を示している。1960年に誕生したレーザ光は電磁波発生波長の短縮化のまさに延長線上にあったといえよう。レーザの発明により人類はコヒーレントな光波が得られるようになったため、「光波」による情報処理技術が飛躍的に発展したのである。例えば、光通信技術や光ディスク・メモリ

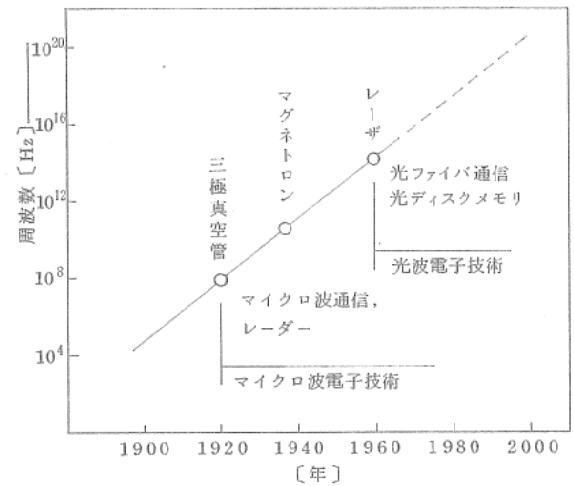


図1 電磁波発生波長の短縮化と電子技術の発展

技術などがそれである。このように、いわば“光波電子工学”といえる。技術分野が今や実用化をめざし、非常な勢いで進展している。われわれはこのような技術の流れを認識しつつ、光デバイス工学の研究を進めている。

2. 光デバイスの微小化、集積化

レーザが出現する以前は、光は光学屋さん扱うものとされていたし、光学屋さんは大きな定盤の上に数多くのレンズやミラーを並べて光学実験を長年やってきた。しかし、レーザ出現以来、光をエレクトロニクスの中に取り入れて、なんとかして日常生活に役立てたいと電気屋が関与はじめるやいなや、光部品は微小(マイクロ)化、集積化されはじめた。シリコンデバイスの IC 化、LSI 化と同様に、光デバイスの IC 化は必然の流れの中にあるといえよう。したがって、光デバイスを研究対象としている我が研究室も当然微小化、集積化に目指さなければならないことになる。

3. 研究室の陣容

第二講座での光デバイスの研究は、約10年前

*西原 浩 (Hiroshi NISHIHARA), 大阪大学, 工学部, 電子工学科, 教授, 工学博士, 光エレクトロニクス

小山次郎教授（現在電子工学第一講座担当）が第二講座を担当されたとき以来続けられており、現在も何かとご指導をうけている。第二講座のスタッフは西原浩教授、春名正光助手、栖原敏明助手、前田朋之技官、中沢良美秘書であり、これに15名の学部、大学院の学生がおり、楽しくかつ熱心に研究に取り組んでいる。

4. 研究内容

現在進行中の研究プロジェクトは大きく次の三つに分けることができる。

I. マイクロ・オプティクスに関する研究

近年、半導体レーザーや光ファイバなどの光通信用品の相互の接続や、光ディスクのようなミクロン直径の情報ピットの書込み読み取りなどに、レーザー光をミクロンオーダーに集光させる要求が多々ある。それには、収差の少ない良質のマイクロレンズ（直径1mm、焦点距離数mm）が必要になり、その作製法を含めて、どのタイプのレンズが最良であるかについて論議が多い。コンピュータで作製・制御が可能な新しい型のマイクロレンズを提案し関心をもたれている。これは当研究室で開発したコンピュータ制御の電子ビーム描画装置で特別な同心円パターンを電子ビームの走査で露光して作られるものである。これまでの手法では作製が困難であったようなレンズが比較的容易に得られるようになりつつある。

II. 光集積回路デバイスに関する研究

光集積回路とは数センチメートル角の大きさの基板上に厚さ1ミクロン程度の薄膜を形成しその中に複数個の種々の素子をつくり、全体としてある機能を持つようにしたデバイスのことである。基板はシリコンやガリウムヒ素のような半導体か、またはガラスのような誘電体非結晶か、またはニオブ酸リチウムのような強誘電体結晶かである。薄膜の中に種々の素子を作製するには、ミクロンオーダーの微細加工技術が必要であり、その代表的手法にフォトリソグラフィ（写真蝕刻法）と電子ビームリソグラフィがある。当研究室では、これら両手法を行うことのできる独自の装置を備えている。

したがって研究としては、光導波理論をベー

スに新しい光 IC デバイスを考案し、続いて設計・自作し、その特性評価を行うことになる。研究中のデバイスを挙げてみよう。

a) グレーティング素子を持つ光集積回路

たとえば波長分波器、情報読取デバイスなど。

b) 弾性表面素子を持つ光集積回路

たとえばマイクロ波信号のスペクトル・アナライザなど。

c) 電気光学効果を利用した光集積回路

たとえば、高速スイッチ/変調器など。

d) 熱光学効果を利用した光集積回路

スイッチ/変調器、スイッチアレイなど。

上記 a) b) は当研究室で開発した世界に類のない特殊な電子ビーム描画装置のお蔭で独創的なデバイスが自作できており、また d) は世界に先駆けて始めたものであり、いずれも内外から注目されている。

光 IC は今後ますます光通信、光信号処理、および光計測など多方面に応用できる光デバイスとして成長していくものと思われる。

III. 光ファイバ応用デバイスに関する研究

光ファイバは優れた光伝送媒体であり、世界で最も高品質のファイバが日本で製造される。光ファイバは光通信に不可欠な部品であるが、それとは別に温度、圧力、電流など種々の興味深いセンサに応用することができる。当研究室では、川崎医科大学のグループと協力して、数年前、生体内の血流速度を実時間で測定することのできる光ファイバ型レーザー・ドプラー血流測定装置を世界ではじめて開発した。この装置によって、他の方法では得られなかった血流速に関する情報が得られるようになり、医学研究者は大喜びである。光ファイバと前記の光集積回路を接続して、面白い光デバイスを作ってみたいと思っている。

5. 光技術者の養成

光技術は、今後エレクトロニクスのいろいろな場面で活用されるであろう。そのような技術の時代にあって、われわれの研究室の務めの一つはそのような分野で活躍できるように学生を教育すること、および企業にいる技術者の養成にも気をくばることにより、光技術者を養成することであると自覚している次第である。