

レーザーコンパス

レ ー ザ ー と 半 導 体

片 岡 照 栄*

Shoei KATAOKA*

最近のエレクトロニクスの社会的貢献は、計り知れないものがある。エレクトロニクスの発達によって、我々の日常生活はもとより、社会構造まで大きく変って来た。このエレクトロニクスの発達は、半導体デバイスの出現によってもたされた事は衆知のことである。

この目覚しい発達をとげた半導体エレクトロニクスとレーザーの発展は、また切っても切れない関係にある。レーザー技術の発達が半導体の進歩をもたらす傾向は、今後ますます高まってゆくであろう。

さて、一般大衆にとって、レーザーという言葉は、つい2〜3年前までは、先端技術の代名詞みたいなもので、日常生活からはかけ離れた、それこそ高度の知識を身につけた一部の科学者だけのものであった。レーザー光線といえば、何か神秘的な力を持ったものとして理解されていた。

ところが、最近事情がすっかり変って来ている。この神秘的なレーザー光線が、一般大衆の家庭の中に入り込んで来た。すなわち、新しいレコードとしてのコンパクト・ディスクの普及である。

従来のアナログ的な録音に対して、デジタル録音のコンパクト・ディスクは、半導体レーザーの利用によってはじめて可能となった。音ばかりではない。写真以上の鮮明な映像もレ

ザー・ディスクによって可能となった。このように、AV技術のブレークスルーをもたらしたのは半導体レーザー技術である。間もなく、どの家庭の茶の間にもレーザーが存在するようになるであろう。レコードのピックアップに相当する欠くべからざる入力装置としてである。

さて、レーザーは半導体やエレクトロニクスの普及のみでなく、その高度化にも大きな役割をはたしている。半導体は、最も広く使われているシリコンから、だんだん化合物半導体へ、その比重を移しているが、化合物半導体技術をここまで進歩させたのは他にもないレーザーであった。特に、ヘテロ接合と言われる特殊の半導体構造は、専ら、半導体レーザーの高性能化を目ざして磨かれて来たものである。そして、その高度化と共に、その技術は、光への応用のみならず、本来の電子的機能の飛躍的發展への道を拓いた。所謂HEMTと称される超高速デバイスへの展開がそれである。

今年度のノーベル物理学賞の対象となった、二次元電子ガスを用いた量子化ホール効果も、このヘテロ接合の出現によって大きく進歩した。

現在、我が国では、超格子半導体の研究が非常に盛んになっている。従来の半導体は、一様な材料の塊りであったのに対して、人工的に異なる半導体材料の極薄層を周期的に積層した超格子半導体は、江崎氏の発想であったが、半導

* シャープ(株)中央研究所 (〒632 奈良県天理市櫛本町2613-1)

* Central Research Laboratories, Engineering Center, Sharp Corporation (2613-1, Ichinmoto-cho, Tennri-city, Nara 632)

体結晶成長技術の進歩により、その実現が可能となった。最近、単原子層の制御まで出来るようになり、量子力学的設計に基づいて、電子エネルギーに応じて層の厚さを順次変化させた所謂チャープ超格子も電総研で実現して、夢の負性抵抗が現実のものとなって来た。

所で、この超格子が最も活躍しそうなのが、再び半導体レーザーである。所謂量子井戸構造を設けることにより、発光効率を著しく高めたり、発光波長の安定化を計ることが出来るからである。超格子という先端技術が、我々家庭の中に入って来るのも、このような半導体レーザーの出現によるのかも知れない。

さて、レーザーは何も化合物半導体の世界でのみ活躍しているわけではない。シリコン半導体のLSIに大きな革命を引き起こそうともしている。それは、三次元LSIである。

今の集積回路は、シリコン・ウェファの表面に多くの素子や回路を作り込んだものである。より多くの素子をつめ込み複雑、高度な回路を実現するため、個々の素子や配線の大きさを極度に小さくした所謂超LSIの技術が展開されているが、この技術的アプローチには限界がありそうである。そこで、半導体ウェファの表面だけでなく、深さ方向にも素子や回路を作り込む三次元集積回路の技術がクローズアップして来た。これも我が国が極めて活発に展開されている新技術である。

この三次元集積回路を実際に作るには、まず、半導体ウェファの表面に通常のLSIと同様に

素子を作り、その上を酸化シリコン等の絶縁物で覆った後、その上にシリコンの薄層をCVD等の方法でつける。このCVDでつけたシリコン層は多結晶であるので、単結晶化する必要があるが、すでに下には多くの素子を作り込まれているので、全体を高温にすることが出来ない。そこでレーザー技術が登場して偉力を発揮する。現在の基本的な三次元集積回路の製造プロセスは、このポリシリコン層をレーザーで走査して下の素子の温度を上げることなく、ポリシリコン層の一部のみを溶かして単結晶に仕上げるのである。よい単結晶にする為には、特殊なレーザーエネルギーの分布が必要で、その為色々な工夫がなされている。しかし、この技術によりアクティブな半導体と絶縁物を多層に積み上げた三次元集積回路が現実のものとなりつつある。すでに、三層で、各層内に配線も行われた集積回路がいくつか試作され、従来の二次元集積回路とは異なった新しいエレクトロニクスが着々と育っている。これもレーザーによってはじめて可能となった新技術である。

こう考えてくると、エレクトロニクスの中心である半導体の世界でレーザー技術が決定的な役割を果していることがわかる。また、半導体の進歩によって新たなレーザー技術の展開が可能となる。

レーザーと半導体、この組み合わせは、今後もエレクトロニクス、さらにオプトエレクトロニクスの技術の展開に於て、車の両輪として重要な役割を果し続けてゆくであろう。