



6-1

半導体の分類

コモンセンス⁹⁵

半導体は絶縁体と導体の中間の性質をもつ

半導体というと、どのようなものを思い浮かべますか？ぱっと思いつくのは銀色の足がたくさん出ている黒くて四角い物体ではないでしょうか？

この物体、なぜ半導体とよばれているのでしょうか。

半導体は、字の通り、自由に電気を通す導体と、電気を通さない絶縁体の間の特性をもつ物質です。

特に電流、電圧、温度の変化により、電気の通し方が大きく変化します。その特徴を応用して、スイッチ回路や増幅回路を構成できます。

半導体部品は電子機器の中に組み込まれている電子部品の一つですが、膨大な電子回路を内蔵することができます。

近年、半導体の研究開発が進み、内蔵される電子回路の規模が急激に増加したことが、電子機器の小型化、低価格化に大きな影響を与えています。

半導体部品の一つである、マイクロコンピュータの高性能化に伴って、電子機器にさまざまな機能を追加することが可能になりました。

コモンセンス⁹⁶

半導体は高速化と高集積化で進化する

1939年に半導体ダイオード(diode)が、1947年に増幅器やスイッチの役割をするトランジスタ(transistor)がベル研究所で開発されました。

これらは、現在単品でも販売されている半導体デバイスの基本となるデバイスであり、その後の電子デバイスに大きな影響を与えていくことになります。

トランジスタの発明をきっかけに、半導体のいろいろな研究が行われます。

半導体の研究開発は、図1のように主に二つの方向に分けることができそうです。一つは、ダイオードやトランジスタを同じ半導体上に複数搭載し、特定の機能を実現する集積回路(Integrated Circuit: IC)の開発です。もう一つは、トランジスタの特性を改善し、使用できる周波数帯域を広げる研究です。

当初は生産時の良品率が悪く、性能の安定化が大きな課題でしたが、生産技術も向上し、良品率が改善され価格が少しずつ下げられるようになりました。

1970年代になると、マイクロコンピュータ(マイコン)やメモリが登場して、より集積度の高い半導体デ

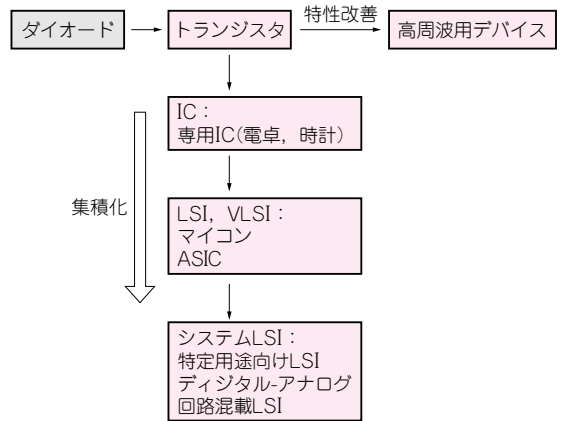


図1 半導体の進歩
集積化と高周波化の2通りの方向性がある

バイス(Large Scale Integrated: LSI)へと進化していきます。

当初ICを構成する素子数が1000以上程度のものをLSI、素子数が10万以上のものをVLSI(Very Large Scale Integrated)として区別していた時期もありますが、現在では素子数での区別はしないようになり、ICとLSIは同意義の言葉として使用されるようになっています。

1980年代になるとマイコンやメモリはさらに高速化や高機能化が進み、携帯電話や家電品などのさまざまな電子機器の動作制御用に使用されるようになります。

それと同時に、マイコンやメモリの入手性が向上し、他社製品との差別化はソフトウェアやロジック回路で行わなければならなくなったのです。そのため、特定用途向けのロジックLSI(Application Specific IC: ASIC)が登場しました。

1990年後半になると、さらに小型化、集積化が進み、アナログ回路とロジック回路を一つのICにしたシステムLSIが登場しました。

現在では、カメラ、携帯電話、音楽プレーヤなどのさまざまな用途の機能を実現するために必要な回路を内蔵したシステムLSIが利用されています。

コモンセンス⁹⁷

半導体材料はSi系と化合物系がある

電気の通し方が変化する半導体を利用して作られた

部品である半導体デバイスですが、さまざまな形状、特性、使い方のものが市場に流通しています。

この半導体デバイスにはどのような種類があるのでしょうか。

▶材質による分類

まず材質によって表1のように分類してみましょう。半導体には、Si(シリコン)のように単一元素で作られるものと、GaAs(ガリウム・ヒ素)やSiGe(シリコン・ゲルマニウム)のように2種類の元素を結合させたものがあります。

つまり、単一元素で構成するSi系の半導体デバイスと、2種類(以上)の元素を結合させた化合物半導体デバイスの2種類に分類されます。

●Si系半導体デバイスの特徴

Si系半導体デバイスは、安価で信頼性の高い製品を作りやすいというメリットがあります。その理由としては、いくつかある半導体の特性をもつ元素のなかで、もっとも安定しており、一度に半導体デバイスをまとめて大きな円盤状の板(ウェハ)に作りやすいという特徴によるものです。

●化合物半導体の特徴

GaAsやSiGeなどの化合物半導体は、Si系半導体に比べてもろいため、大きなウェハが作りづらく、高価な製品になります。

しかし、信号の高速化や低消費電流化を行うことができ、性能が優れている部分もあることから、携帯電話や無線LANなどの高周波を扱う無線機器でよく使用されています。

化合物半導体はいろいろな元素の組み合わせで作ることができます。種類によって発光する際の色を変化させることが可能なため、発光ダイオードなどにも利用されています。

コモンセンス[®] 半導体にはバイポーラと CMOSがある

半導体デバイスはトランジスタを集積化することによっていろいろな機能を実現していますが、トランジスタにはその構成によってバイポーラ・トランジスタとMOSトランジスタの2種類に分類されます。

表2のように、使用しているトランジスタの種類によって、半導体デバイスを分類することも可能です。

●バイポーラIC

バイポーラ・トランジスタを用いたICで、周波数が比較的高い信号(高速な信号)を扱う場合や、流れる電流が大きい回路などに使用されるICです。欠点としては、消費電流が大きいという特徴が挙げられます。

主な用途としては、TVやオーディオなどの信号処

表1 材料による分類

半導体開発の初期にはGeもあったが現在はほとんど使われていない。化合物系半導体は非常に多くの種類が開発されている

分類	材料の例	用途
Si系	—	デジタルICおよびほとんどのアナログIC、パワー半導体
化合物系	GaAs, SiGe GaN など	高周波デバイス LEDなどの光デバイス

理が挙げられます。

●MOS IC(CMOS IC)

MOS(Metal Oxide Semiconductor)トランジスタを用いたICで、トランジスタの構造が簡単なため、小型化で安価な製品によく使用されています。現在主流のCMOS(Complimentary MOS)では消費電流が小さくできるという特徴もあります。ただし、高速な信号を扱うのは苦手です。

最近では製造技術の向上により高速化が進み、数GHzまでの信号が扱えるまでになりました。

主な用途として、コンピュータや通信機器のデジタル信号処理が挙げられます。

●Bi-CMOS IC

バイポーラとMOSトランジスタの両方のトランジスタを用いることが可能なICで、バイポーラICの高速性能やMOSの低消費電力特性のメリットを併せもつことが大きな特徴となっています。ただし、まだバイポーラICやMOS ICに比べて高価なようです。

主な用途としては携帯電話やVTRなど、低消費電力でありながら高周波信号処理が必要な場合によく使用されています。

〈岡村 武夫〉

表2 バイポーラ・トランジスタで作られているICとMOSトランジスタで作られているICがある

価格や集積度、特性に違いがある

トランジスタ種類	主な用途
バイポーラ	アナログIC (OP アンプ, オーディオ用 LSI など)
	ロジックIC (TTL, ECL など)
MOS	メモリIC (DRAM, SRAM, フラッシュ・メモリ など)
	ロジックIC (マイコン, DSP, ゲート・アレイ, FPGA など)
	アナログ+ロジックIC (A-D/D-A コンバータ など)
Bi-CMOS	アナログ+ロジックIC (通信系 LSI, 画像用 LSI など)