

半導体の進歩は我々の生活をどのように変えるか

パインリーフコンサルティング代表
元日本テキサス・インスツルメンツ(株)
技術戦略企画統括部長

江 本 知 正

◆略 歴◆

1978年 広島大学大学院理学研究科修士課程修了
京都セラミック(株) 材料研究所へ入社
1981年 日本テキサス・インスツルメンツ(株)
鳩ヶ谷工場へ入社
1988年 米国 ダラス半導体研究所勤務
1989年 美浦工場勤務
2009年 技術戦略企画統括部長
2013年 日本テキサス・インスツルメンツ(株)を定年退職
パインリーフコンサルティングを設立

1. はじめに

「半導体」と聞いて「それは何?」と思われる方もいらっしゃるかもしれません。現在の私たちの生活は、テレビ、携帯電話、洗濯機、炊飯器など身近な家電製品から、自動車、電車に至るまで、「電気を使うものであれば、半導体が使われていない製品はない」と言っても過言ではありません。

半導体とは不純物などの条件によってある時には電気を流し、ある時には電気を遮断する性質をもった物質です。代表的なものにSi(シリコン、ケイ素)やGe(ゲルマニウム)があります。

また、そうした材料を使った電子部品(半導体素子)のことを指す場合もあります。ディスクリート(個別半導体素子)やIC(Integrated Circuit、集積回路)と呼ばれる製品です。図1に集積回路が基板に配置された例を示しました。

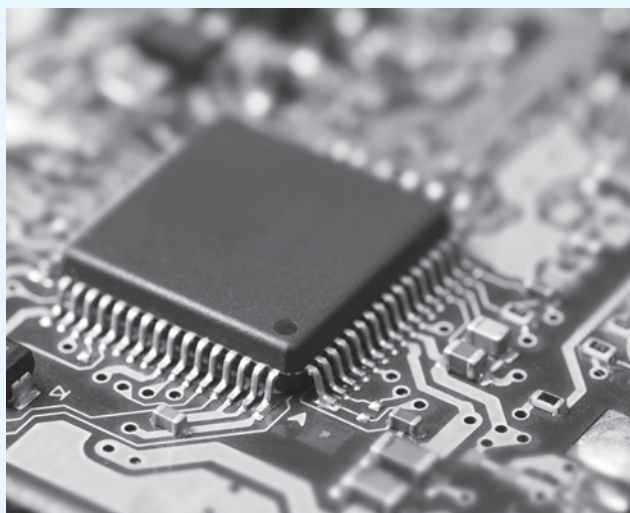


図1 集積回路の例(イメージ)

2. 半導体の歴史とつくば

半導体の歴史を紐解くと1951年にベル研究所にいたW.ショックレーが「接合型トランジスタ」を発明したところから、技術の進化が始まりました。そして、1959年にテキサス・インスツルメンツ社(TI)の技術者であったJ.キルビーが集積回路を発明しました。ショックレーとキルビーはその功績によって、それぞれ1956年と2000年にノーベル物理学賞を受賞しています。

集積回路は半導体基板上にトランジスタや抵抗、コンデンサを載せて電子回路を形成するものです。ショックレーやキルビーはGeを用いて発明しましたが、現在ではほとんどの半導体素子はSiの高純度単結晶基板の上に作られています。

Siは地球上に大量に存在する元素であり、毒性もなく、Siが半導体であったということは人類にとってとても幸運なことであったような気がします。Si基板上に集積回路を形成する技術は長足の進歩を遂げ、1965年にインテル社の創業者の一人でもあったG.ムーアが、有名な「ムーアの法則」(電子回路の集積度は2年毎に4倍の割合で増える)という経験則を提唱しました。

パソコンの心臓部であるCPUで有名なインテルは、1981年に日本法人の本社をつくば市に開設し、2016年に閉鎖するまで日本での拠点をつくばに置いていました。TIは美浦村の工場を同じく1981年から稼働させ、現在も主力工場とし

て位置付けています。産業技術総合研究所や筑波大学の存在もあって、つくばとその周辺地域は半導体にとっても縁のある土地柄なのです。

3. 信号処理チェーン

半導体で作られるトランジスタはスイッチです。スイッチを切ったときは「0」、スイッチを入れたときは「1」です。デジタル家電やデジタル機器と呼ばれる電気製品の内部では、この0と1の組み合わせで全ての演算を高速で行います。これをデジタル「信号処理」と呼びます。自然界に存在する信号(温度、位置、流れなど)は全てアナログ信号と呼ばれる連続量です。

アナログ信号は情報量が膨大で、高速演算には適しません。半導体を使って作業するためには、このアナログ信号をデジタル信号に変えて演算した後、もう一度アナログ信号に変換して私たちの生活空間に戻すという作業が必要です。これを信号処理チェーンと呼んでいます(図2)。

これらの要素を様々な集積回路で統合したり切り分けたりしながら所望の機能を実現します。また、アナログ信号を捉えるセンサーも半導体技術で作成し、信号処理チェーンに組み込まれることも多くなってきました。

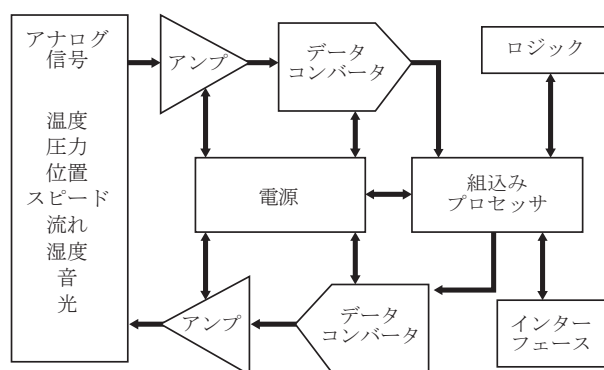


図2 信号処理チェーン

江本知正 「アナログ混載技術」 電子情報通信学会誌
2010年11月号 923ページ

4. 集積回路技術の進歩と私たちの生活の変化

集積回路の進化により電子機器は、小型化・高性能化しました。半導体素子が使われる前には、真空管などが使われていましたが、消費電力が小さく寿命も長い上に、集積化できる半導体素子はあっという間に真空管にとって代わりました。私が子供の頃、テレビは真空管式のため、スイッチを入れてしばらく温めないで画像が出て来ない時代でした。

パソコンの中は演算素子や記憶素子、外部とつながるためのインターフェースのための素子、電源を管理するための素子など半導体でいっぱいです。そして、パソコンの機能はそのままスマートフォンに組み込まれています。スマートフォンでインターネット検索ができる時代を作ったのも半導体です。モーターを動かすためにも半導体が使われていますし、電気自動車の普及も半導体の存在が必須でした。

半導体の進化によって私たちの生活の利便性は大きく進歩しました。そして現代はIoT (Internet of Things) の時代です。すべてのものがインターネットでつながり、情報のやり取りがインターネット経由で行われるようになりました。自動車の自動運転も法令などの整備が必要ですが、技術的には実証実験を繰り返す段階にきています。自動運転車が普及すると、繰り返される高齢者の交通事故を防ぐ手立てになると思います。移動手段を失う高齢者にとっては朗報なのではないか、と老境にさしかかる身としては期待しています。

AIやロボットの普及によって、ある職種は消滅するかもしれませんし、私たちの働き方を大きく変えることは間違いないと思います。半導体技術の進化を私たち人間社会にとってより良い方向に使うかどうかは、私たち自身にかかっていると言えるでしょう。