

## トランジスタの開発の歴史

( )組 ( )番 氏名 ( )

現在の生活の中で、半導体により支えられている機器は多い。電気製品は全てといってよい。このように生活の中で使われている半導体のうち、トランジスタについて調べてみよう。

トランジスタが作ったのは誰ですか？ そのときのトランジスタとはどのようなものでしたか、調べてみましょう

初期の実用段階でのトランジスタは、合金型トランジスタというのですが、それについて調べてみましょう。

それまでのトランジスタは振動に弱い(接触型トランジスタ)、性能にバラつき多く、再現性が悪い(合金型トランジスタ)と大量生産においてトラブルが多かった。それらを改良したトランジスタとして結晶成長型のトランジスタが登場する。このトランジスタの作り方と長所を調べてみよう。

結晶成長型トランジスタの場合、製造ロット毎の性能のバラつきは少なくなったが、ロットが異なると性能が揃わなくなる。これを改良するために登場したのが、拡散型トランジスタであった。このトランジスタについて調べてみよう。

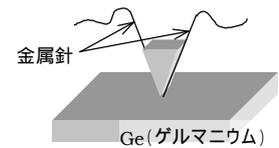
拡散型トランジスタの製造法は IC、LSI への集積回路の技術につながってゆく。半導体集積回路について調べてみよう。

## トランジスタの開発の歴史

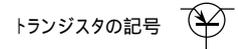
( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

### 1. トランジスタのあけぼの 点接触型トランジスタの発明(米国、ショックレー博士)

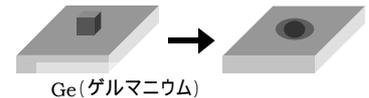
「Ge(ゲルマニウム)の結晶の表面に細い金属線を接近して当てたとき電流増幅作用があることを発見」この発見でショックレーはノーベル賞を受賞することになる。現在も使われているトランジスタの記号はこのトランジスタの形を元としている。



**欠点** 「不安定さが解決できなかった」振動により針の位置が動き、トランジスタの働きが失われやすかったため、当時使われていた真空管に変わると思われなかった。



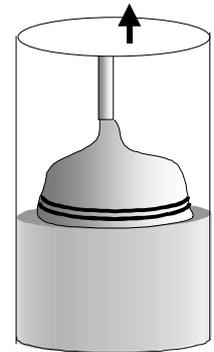
### 2. 合金型トランジスタの発明 N型ゲルマニウム結晶の上に第3族の In(インジウム)の小さな粒を乗せて、またはP型ゲルマニウム結晶の上に第5族の Sb(アンチモン)の小さな粒を乗せて融かして作る。融けた部分はP型になる。



さらに、その部分に第3族の In の小さな粒を乗せて融かすとその部分はN型になり、NPNの三層の構造が出来あがる。高い性能のトランジスタを作るにはPNP、NPNの三相構造の接合面のうち間に挟まれたN型やP型層が薄く作ることに依存する。合金型トランジスタではこの層の厚さの制御が難しく、また再現性維持が困難であるため、音声周波数領域レベルでの利用しか出来ない低い性能のトランジスタしか出来なかった。

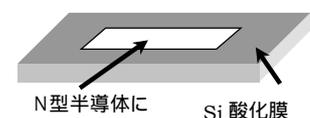
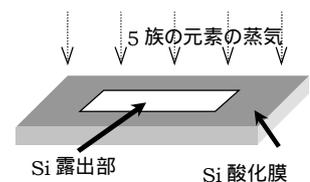
### 3. 結晶成長型トランジスタの発明 振動・衝撃に強いトランジスタの発明

純粋な Ge を溶かし第5族の元素をわずかに投入し、種結晶を核として再結晶させてゆく(引上再結晶法)と最初はN型層が結晶化する。続いて第3族の元素をわずかに投入し結晶を作ると最初はP型半導体がついて結晶化し薄いP型層が出来る。さらに第5族の元素を少し投入し結晶化させるとその上にN型層が結晶化する。これのような振動・衝撃により性能が変化することが無いため各方面に使われた。ソニーのトランジスタラジオの第一号はこのタイプのトランジスタであった。しかし、このトランジスタは製造ロットにより性能のばらつきが避けられなかった。



### 4. 拡散型トランジスタの発明 シリコン酸化膜と性能の揃ったトランジスタの発明

Siを空气中で高温にさらすと酸素と化合して表面にシリコン酸化膜が形成される。この酸化膜は電気を通さない上に非常に安定した絶縁性があることがわかった。また、この酸化膜を写真技術を使って選択的に除去し、第3族や第5族の元素を高温状態のもとにおいてやると、半導体の基盤(ウエハー-wafer)にその元素を染み込ませる(拡散という)ことができ、この拡散によりP型、N型半導体層を作る方法が発明された。この方法によりPNP3層構造を非常に薄く作ることができ、しかもその再現性が非常に高い。このため、半導体の膜の厚さを揃えることが出来るため同じ規格のトランジスタを大量に作れるようになった。性能が安定し、大量生産できることから、真空管が利用されていた領域をトランジスタが取って代わるようになってきた。トランジスタ全盛の時代へとなっていった。



### 5. 小型化の挑戦とIC技術 製品の小型化とシステム安定性の確保

電気製品の電気回路のトラブルは部品接続数(はんだ付の個数)の増加により急増してくる。1箇所の接続の不良率が1万分の1としたとき、部品数が1万個あるとき、完成システムの良品率は  $(1 - 0.0001)^{10000}$  であるので、0.367.. たったの37パーセントしかない。すなわち3回に1回程度の成功率にとどまる。これを解決するにはIC化により、接続部分の数を減少(部品数の減少)でしか解決できない。ICとはIntegrated Circuitと呼ぶ回路の集積化(一体の部品として回路を作ってしまうこと)になる。