

**半導体の物理学** ( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

**半導体とは** 金属(電気をよく通す元素)と非金属(電気を通しにくい元素)の境界領域の元素を使って作られる。半導体は英語では [ ] とよばれている。

**Ge(ゲルマニウム)半導体** ..... 原子番号が [ ] の元素で最外殻電子数が [ ] 個の第四族に属する元素。特殊な精製法(ゾーンリファイン法:結晶化するときに不純物を取り除かれる性質を利用する精製法)で不純物を取り除き純度を極めて高くすると半導体の材料となる。半導体の第一世代。Ge 半導体は熱に弱いので、半導体製品の主流は Si 半導体に置き換わっていった。

**Si(シリコン)半導体** ..... 原子番号が [ ] の元素で最外殻電子数が [ ] 個の第四族に属する元素。特殊な精製法(気相成長法と呼ばれ気体から直接固体にする方法)で不純物を取り除き純度を極めて高くすると半導体の材料となる。現在、主流となっている半導体である。

**化合物半導体** ..... 第三族元素と第五族元素を 1:1 に混合した特殊な合金で GaAs(ガリウム・砒素)半導体や GaP(ガリウム・リン)半導体や三相合金の GaAsP(ガリウム・砒素・リン)などがある。発光デバイスとして、LED(発光ダイオード)、レーザー光を出すレーザーダイオード、超高速スイッチング素子(衛星通信などに利用)など、特殊な半導体として使われている。

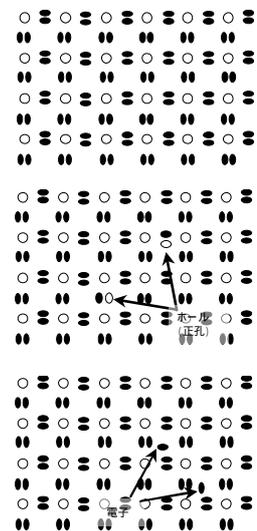
**P型半導体とN型半導体** 純粋な Ge、Si では電気を通しにくいので、電気回路に適した素子(Device) とするには電流が適当に流れるように特定の元素 [ ] をわずかに混合する。

**真性半導体** ..... 半導体の原料である Ge や Si は純粋にするにしたがって、電気を通しにくくなる。これを「真性半導体」という。このままでは実用性はない。

**P型半導体** ..... 最外殻電子数が [ ] 個の元素を不純物として混ぜ、キャリアー(電気を運ぶ実体)が [ ] である。キャリアーが正電荷(Positive charge)であるため「P型半導体(Positive type Semi-conductor)」と呼ぶ。

**N型半導体** ..... 最外殻電子数が5個の元素を不純物として混ぜ、キャリアー(電気を運ぶ実体)が [ ] である。キャリアーが負電荷(Negative charge)であるため「N型半導体(Negative type Semi-conductor)」と呼ぶ。

しかし、このままでは電気が流れてくれるが、実用性のある素子(Device)にはならない。



**PN接合(PN junction)** P型半導体とN型半導体の境界面で役に立つ現象が起こっていた!

P型とN型の接合面では電流が一方向(P型からN型の向き)にしか流れない [ ] 作用 という不思議な性質がある。用途は [ ] これを「ダイオード」という「P型、N型、P型の三層の接合面」や「N型、P型、N型の三層の接合面」では微小な電流で大きな電流の制御が出来る電流の [ ] 作用 が発見された。これで弱い信号を強くすることが出来る。

この二つの性質(作用)によりそれまでに使われていた「真空管」時代 から「半導体」時代へと移り変わることになる。

PN接合の2極素子を「ダイオード(Diode)」、PNP、NPNの三層構造の3極素子を「トランジスタ(Transistor)」また、それらの集合体を「集積回路(IC:Integrated Circuit)」と呼ぶ。また、大規模なものを「大規模集積回路(LSI:Large Scale Integration)」と呼ばれ、コンピュータ部品などで使われている。

**初級** ダイオードが電流を一方向にしか流さないことを次の各問いに答えて説明しなさい。

- (1) P型半導体、N型半導体での電流が流れる様子を図や文章で説明しなさい。
- (2) PN接合のダイオードで電流がP型半導体からN型半導体の向きにしか流れないことを説明しなさい。

半導体の物理学 (解説) ( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

半導体とは 金属(電気をよく通す元素)と非金属(電気を通しにくい元素)の境界領域の元素を使って作られる。半導体は「**セミコンダクター**(Semi-Conductor)」とよばれ、セミは「半分」、コンダクターは「電気を通すもの」の意味。

**Ge(ゲルマニウム)半導体** ..... ゲルマニウムは原子番号が 32 の元素で最外殻電子数が 4 個の第四族に属する元素。特殊な精製法(ゾーンリファイン法)で不純物を取り除き純度を極めて高くすると半導体の材料となる。半導体の第一世代。熱に弱いので Si 半導体に置き換わっていった。

**Si(シリコン)半導体** ..... シリコンは原子番号が 14 の元素で最外殻電子数が 4 個の第四族に属する元素。特殊な精製法(気相成長法)で不純物を取り除き純度を極めて高くすると半導体の材料となる。現在でも主流となっている半導体である。

**化合物半導体** ..... 第三族元素と第五族元素を 1:1 に混合した特殊な合金で GaAs(ガリウム・砒素)半導体や GaP(ガリウム・リン)半導体や三元合金の GaAsP(ガリウム・砒素・リン)などがある。発光ダイオード、レーザー光を出すレーザーダイオード、超高速スイッチング素子などに利用される特殊な半導体として使われている。紫色の光を出す発光ダイオードに NP(窒化リン)などが代表的なものである。

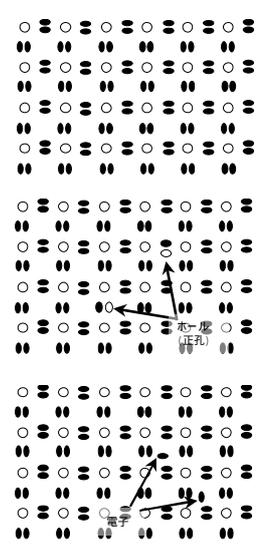
**P型半導体とN型半導体** 純粋な Ge、Si では電気を通しにくいので、電気回路に適した素子(Device)とするには電流が適当に流れるように特定の元素(最外殻電子数が3個または5個の元素)をわずかに混合する。

**真性半導体** ..... 半導体の原料である Ge や Si は純粋にするにしたがって、電気を通しにくくなる。これを「**真性半導体**」という。このままでは実用性はない。

**P型半導体** ..... 最外殻電子数が3個の元素を不純物として混ぜたもの。キャリアー(電気を運ぶ実体)が正孔と呼ばれる電子の不足状態である。キャリアーが正電荷(Positive charge)であるため「**P型半導体**」と呼ぶ。

**N型半導体** ..... 最外殻電子数が5個の元素を不純物として混ぜたもの。キャリアー(電気を運ぶ実体)が電子である。キャリアーが負電荷(Negative charge)であるため「**N型半導体**」と呼ぶ。

しかし、このままでは電気が流れてくれるが、実用性のある素子(Device)にはならない。



**PN接合(PN junction)** P型半導体とN型半導体の境界面で大いに役に立つ現象が起こっている！

P型とN型の接合面では電流が一方向(P型からN型の向き)にしか流れない「**整流作用**」という不思議な性質がある。

「これは交流を直流に変えるときに利用できる！」これを「**ダイオード**」という

「P型、N型、P型の三層の接合面」や「N型、P型、N型の三層の接合面」では微小な電流で大きな電流の制御が出来る電流の「**増幅作用**」が発見された。

この二つの性質(整流作用、増幅作用)の発見より「**真空管**」時代から「**半導体**」時代へと移り変わることになる。

PN接合の2極素子を「**ダイオード(Diode)**」とよぶ。PNP、NPNの三層構造の3極素子を「**トランジスタ(Transistor)**」とよぶ。ダイオード、トランジスタ、抵抗、コンデンサー、コイルなどの電気部品の集合体を「**集積回路**」(IC: Integrated Circuit)、大規模な集合体を(LSI: Large Scale Integration)と呼ばれる。

**初級** P型半導体ではホール(正孔)は電子の抜けた孔であるので、マイナスが無いことからプラスの電気と考えてよい。ホールの隣にいる電子がホールに落ちると、電子のいた位置が新しいホールとなるため、ホールが移動したことになる。このホールが動くことにより正の電流が流れるように考えることができる。N型半導体では電子が流れることで電流となる。P型半導体を正につなぐと、電極のそばでは電子が吸い取られホールが生成される。吸い取られた電子は電源に入り負につながれたN型半導体に電子を供給する。両半導体のキャリアが電界により移動し接合面に達したとき、ホールに電子が入り、ホール電子の対は消滅する。これを繰り返して電流が流れつづける。電極を逆につなぐと、両物体のキャリアが電極に吸い取られキャリアが無くなるため電流は流れなくなる。