

## 1 n 型半導体について

不純物半導体のうち、電子を過剰に持っているものを n 型半導体という。過剰な電子を束縛する Coulomb 力は小さいので、熱エネルギーによって過剰な電子は自由に動き回っている。

電場をかけると電場の作用によってドリフト電流が流れる。但し半導体の場合は拡散電流も存在し、こちらは pn 接合において重要な役割を果たす。

尚、電子が多数キャリアであるが、ホールも少数キャリアとして存在している。

## 2 pn 接合について

p 型半導体と n 型半導体を接合したものである。

接合すると接合部で電子とホールが再結合を起こす。これにより空乏層が生じ、その部分にはドナーイオンとアクセプタイオンが生成されるので、このイオンが生ずる電場によって拡散による再結合は妨げられ、フェルミレベルが一致するようになる。ここで、拡散によって生じた電位差を拡散電位という。

## 3 トランジスタでベース領域を狭くする理由

トランジスタでベース領域を狭くするのは、周波数特性の向上を目的としている。ベース領域でのキャリアの流れは拡散電流なので、ベース走行時間  $\tau_B$  を短くするためには、ベース領域そのものを短くする事が必要である。

もし、 $\tau_B$  が長いと、波形になまりが生じ、特に高周波において問題になる。

## 4 平板コンデンサに誘電体を挟むとキャパシタンスが増大する理由

平板コンデンサに挟まれた誘電体に電場をかけると、誘電体の内部に分極が生じる。これによる誘電体の内部では電場が小さくなり、コンデンサ側にはより多くの電荷を蓄積できるようになる。 $C = Q/V$  であるから、単位電圧あたりに蓄積できる電荷量が増えるとキャパシタンスも増大する。

## 5 複素誘電率とは

誘電体に交番電界を加えると、挟まれた電極との間でコンデンサを形成する。このときの電流は、理想的には電圧に対して  $\pi/2$  だけ位相が進んでいるはずなので、コンデンサにおける消費電力は 0 になるはずである。

ところが、電極に誘電体を密着させた場合、電流は増大し、また位相の変化も  $\pi/2$  まで達しなくなる。このため、コンデンサの消費電力は 0 ではなくなり、電力損失が発生する。この原因としては、誘電体に分極によってエネルギーを消費することと、導電性が 0 ではないことが考えられる。

さて、 $\dot{I} = j\omega\dot{C}\dot{V}$  としたとき、 $\dot{C} = \epsilon\dot{S}/d$  となる  $\epsilon$  を複素誘電率という。

## 6 強磁性体がメモリー効果を持つ理由

強磁性体は、図のようなヒステシスな磁化曲線を持っているので、これをメモリーとして利用できる。このような特性を持っている理由としては、磁気モーメント間に相互作用が存在するために、一度かけた磁場による磁化が保存される（強磁性）があげられる。この相互作用は古典的には説明することができず、量子力学による交換相互作用の説明を待たねばならない。

## 7 原子の磁気モーメントの起源

そもそも磁気モーメントは、電流によって  $H = Ids \times r / 4\pi r$  生成される。これをピオ・サバルの法則と言う。このような現象が原子中でも起こっているのが、原子の磁気モーメントの起源である。

電子は原子核の周りを回転しているので、この円運動で磁界が作り出されている。また、電子のものも自転（スピン）しているので、これも微小な磁石と考えることができる。これら両用の作用によって、原子核の周りには磁気モーメントが形成される。

## 8 強磁性体のキュリー温度についての説明

強磁性体はその内部の磁気モーメント間に相互作用を持っているとは言っても、所詮はその相互作用が熱エネルギーよりも強いと言うだけの話である。磁気モーメントの担い手には熱による運動の力も働いており、それが大きくなるにつれて強磁性は弱まっていく。強磁性が常磁性に変化する温度をキュリー温度と言い、物質に固有のものである。

逆に、このキュリー温度の違いによって、ある物質を常磁性体と呼んだり、強磁性体と呼んだりする。

## 9 常/強/反強磁性体の特性の違い

常磁性体・強磁性体は先に説明したとおりである。ここでは反強磁性性について述べる。

反強磁性性は、交換相互作用が強磁性体と逆の方向に働くものである。従って、磁場をかけるとその反対方向に磁化が発生する。尚、この物体に磁石を近づけると、磁石と反発する。この反強磁性性は全ての磁性体に存在するが、弱いので表面化することは少ない。