



窮理の部屋138

発光ダイオード

今年のノーベル物理学賞は、青色発光ダイオードの開発・実用化の功績で、赤崎勇氏、天野浩氏、中村修二氏が受賞しました。発光ダイオードはLEDとも呼ばれますが、LEDというのはLight Emitting Diodeの略で、光を発するダイオードです。では、ダイオードとはどんなものなのでしょうか。そもそも、ダイオードなどの電子部品の材料となっている半導体って何なのでしょう。

よく半導体として使われるのはシリコン(ケイ素)という元素です。シリコンは、原子核にプラスの電荷の陽子が14個、原子核の周りをまわるマイナスの電荷の電子も14個あります。しかし、原子核の周りの電子の軌道は決まっていて、その軌道に入ることのできる電子の数も決まっています。一番内側の軌道には電子は2個まで、2番目の軌道には8個まで入ることができます。3番目の軌道には18個まで入ることができますが、8個入った状態でも比較的安定しています。シリコン原子の電子は14個ですから、一番内側の軌道に2個、2番目の軌道に8個入ると、残りの電子は4個しかありません。そこでシリコンの結晶では、隣のシリコン原子と3番目の軌道の電子を共有することにより、ひとつひとつの原子の周りの3番目の軌道には、あたかも8個電子があるかのようになり、安定します。

青色発光ダイオードに使われている半導体は窒化ガリウムといって、窒素とガリウムの化合物です。窒素は電子が7個なので2番目の軌道に電子が5個、ガリウムは電子が31個なので4番目の軌道に電子が3個入っています。窒化ガリウムの結晶でも、窒素とガリウムが一番外側の軌道の電子を共有することによって

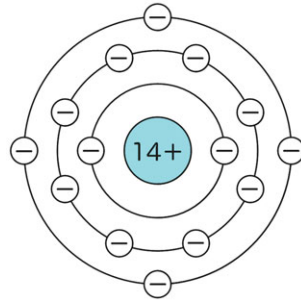


図1:シリコン原子

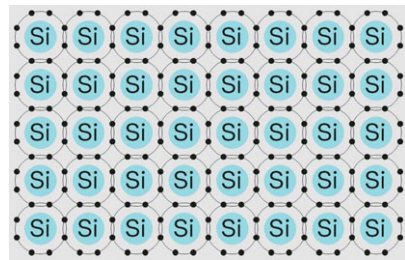


図2:シリコン結晶

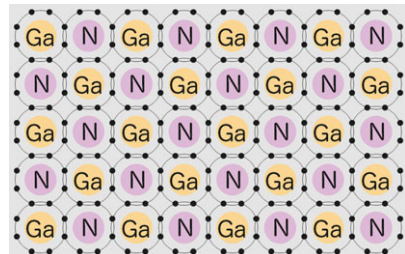


図3:窒化ガリウム結晶

電子が8個ずつあるかのような状態になり、安定します。

半導体を使うには、このような結晶に少しだけ他の元素を混ぜることが必要です。窒化ガリウムのガリウムの代わりに少しだけシリコンを混ぜると、シリコンは一番外側の電子が4個あるため、余分な電子があります。この電子は比較的自由に動くことができるため、窒化ガリウムにシリコンを少し混ぜることにより電流が流れやすくなります。このような半導体をn型半導体といいます。

窒化ガリウムのガリウムの代わりにマグネシウム(電子が12個)を少し混ぜると、マグネシウムの一番外側の軌道には電子が2個しか入っていないため、電子が少し足りなくなります。この電子が入っていない穴にとりよりの電子が次々に移ってくることで、この電子が入っていない穴が動いているようにみえます。このため、この場合も電流が流れます。このような半導体をp型半導体といいます。

ダイオードは、図6のようにn型の半導体とp型の半導体がつながった状態のもので、このダイオードの右側をプラスに、左側をマイナスにつなぐと、電子は右へ、電子が入っていない穴は左へ動いていき、これが出会って電子が穴に入るときに光を出すのです。

このとき出てくる光の色は半導体の種類によって決まるのですが、半導体になる物質の組み合わせは限られています。青い光が出るのは、窒化ガリウム、セレン化亜鉛、炭化ケイ素しかなかったのです。

長谷川 能三(科学館学芸員)

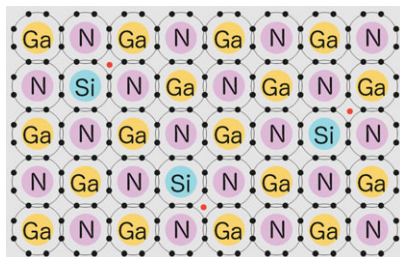


図4:n型窒化ガリウム

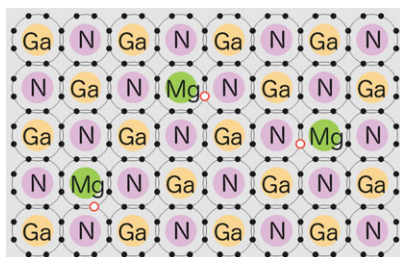


図5:p型窒化ガリウム

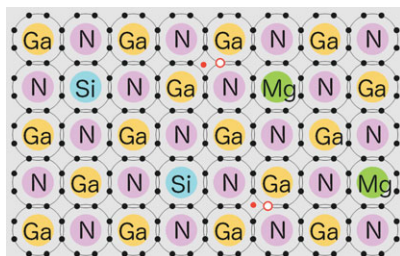
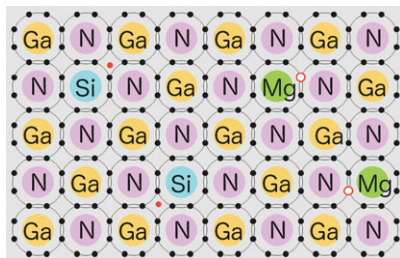


図6:pn接合窒化ガリウム