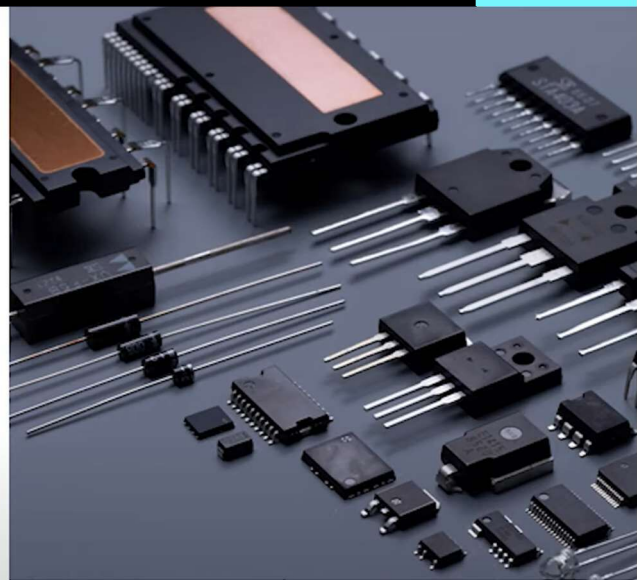
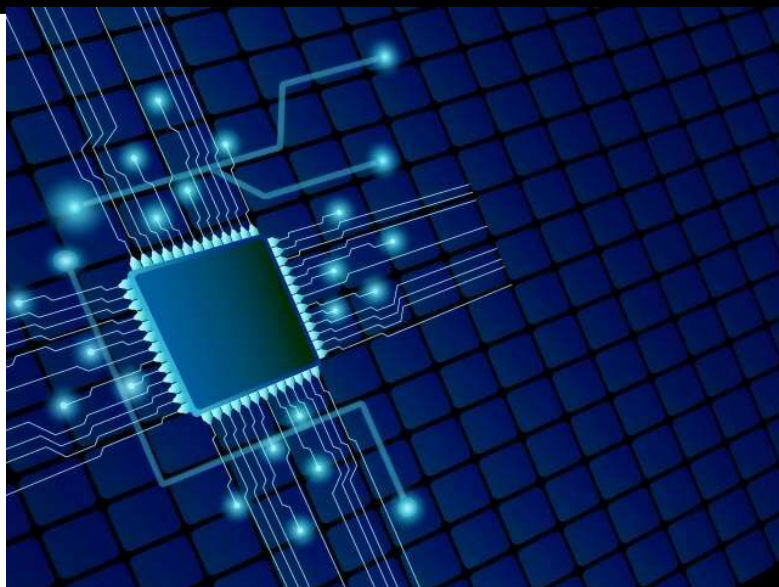


半導体 **Semiconductor**



新座市教育委員会

SanKen

サンケン電気株式会社

はじめに

現代社会は、様々なテクノロジーの進展に伴い大きく変化しています。少し先の社会がどうなるのかを空想してみてください。

2050年にはカーボンニュートラル(温室効果ガスの排出量と吸収量を実質的にゼロにする概念)が達成され、サステナブル(持続可能)な社会が実現し、今よりもはるかに快適な社会やスマートシティが出現していることでしょう。そのためにはAI(Artificial Intelligence(人工知能))やIoT(Internet of Things(モノのインターネット))、5Gやモビリティ(人や物が移動する手段や能力)などテクノロジーの進展が不可欠な要素となります。これらのキーテクノロジーが飛躍的に発展し、暮らしや仕事の利便性が向上すると考えられます。

その反面、AIの急速な発展やIoT化により、通信設備やサーバーなどの負荷は急激に増大し、モビリティにおいてもEV化により今よりもずっと大きな電力が必要になっていきます。IEA*の調べによれば2050年の世界の電力需要は少なくとも現在の1.8倍になる見通しです。

そこで重要になるのは再生可能エネルギーの活用ですが、電気エネルギーをいかに無駄なく有効に利用するのか、そこにはパワー半導体と電源制御技術の役割が非常に重要かつ必要不可欠な要素になります。

*IEA:国際エネルギー機関

新座市では、令和4年5月20日、2050年までに二酸化炭素排出量を実質ゼロにする「新座市ゼロカーボンシティ宣言」を表明しました。また、市内各校で取組まれているSDGsとの関わりもあります。そこで、半導体事業を通じて社会に貢献しているサンケン電気株式会社協力のもと、半導体に関するテキストを作成しました。探究的な学習や発展的な学習として取り組んでみてください。



三種の神器といわれた電化製品

半導体の詳しい話の前に少し電化製品の歴史について考えてみましょう。みなさんの家庭にある洗濯機、冷蔵庫、テレビは昭和40年代には『三種の神器』（本来は日本に古くから伝わる宝物を指し示す言葉）と呼ばれていたのを知っていますか。電気に関する生活を大きく変える存在となった3種類の電化製品を表す言葉として使われました。この洗濯機、冷蔵庫、テレビについて半導体が使用される前と使用された後を比べて半導体の役割について考えてみましょう。

1つ目は、洗濯機です。泥や汗で汚れた服や食事の際に汚れてしまった服などを洗濯機に入れ洗剤を入れてスイッチを押すと自動で洗濯し、乾燥まですることができ洗濯機。今の私たちの生活には欠かせない電化製品の一つです。

考えよう💡

昔はどのように洗濯をしていたのだろう。知っていることを書いてみよう。

MEMO

2つ目は、野菜や肉の鮮度を保ち、冷たい飲み物やアイスをいつでも保管し取り出すことができる冷蔵庫。暑い夏には、水を凍らせた氷でかき氷を作ってみたり、ジュースを凍らせてアイスキャンディーを作ったり、料理の作り置きを冷凍保存したり、とても便利な電化製品の一つです。

考えよう💡

昔の冷蔵庫も今と同じように冷やしたり凍らせたりできたのかな。知っていることを書いてみよう。

MEMO

3つ目は、ドラマやアニメ、スポーツ、歌、コメディなど多種多様な番組を画面に映し出すことができるテレビ。遠く離れた位置からリモコンでチャンネルを変えたり、テレビの電源を付けたり消したりできます。また、見たい番組を録画して後で見ることもできます。現在のテレビは、画質がとてもきれいで本物と同等以上に鮮明に映し出すことができますようになっています。

考えよう💡

昔のテレビは今と同じなのかな。知っていることを書いてみよう。

MEMO

洗濯機

安土桃山時代、石けんは高価だったため灰汁(あく)や米のとぎ汁を使用し、衣服を足で踏んで洗う「踏み洗い」で洗濯をしていました。江戸時代には桶に衣服を入れて手で揉んで洗う「もみ洗い」をしていました。昔の洗濯のイメージがある洗濯板が主流となったのは明治時代以降です。

19世紀頃に洗濯機が作られましたが、当初の洗濯機は自動ではなく手動でした。電気で動く洗濯機は20世紀初頭にアメリカのアルバ・ジョン・フィッシャーが電気洗濯機を発明しました。日本では昭和初期に電気洗濯機が販売されましたが高価(当時の年収は約700円のところ洗濯機の値段は370円)であったためあまり普及しませんでした。家庭に普及し始めるのは昭和30年頃からになり、昭和40年になると洗濯槽と脱水槽がついた二層式洗濯機が登場します。タイマーをセットして脱水時間を計らなければいけませんでした。この頃に日本全国の家庭に洗濯機が置かれるようになりました。昭和60年になると洗濯槽と脱水槽が1つになった全自動洗濯機が登場します。この全自動洗濯機を作るために必要な部品の1つが『半導体』です。『半導体』の登場によりこれまで別々で行われていた過程を1つにまとめ全自動にすることが実現できました。

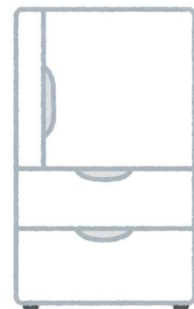


二層式洗濯機

冷蔵庫

1803年アメリカのトマス・ムーアが氷を利用して冷蔵する道具をつくり、「refrigerator」(冷蔵庫)と名付けたところが冷蔵庫の始まりです。日本では、江戸時代には冷蔵庫というものはありま

せんでした。どうやって冷やしていたかという、氷室という自然の冷蔵技術が使われていました。暑い夏の日には地下洞窟に入ると涼しく感じるといった経験がある人もいます。氷室は、冬に採取した氷を地下に掘った部屋で保存し、年間を通じて冷蔵保存に利用したものです。皆さんのイメージが多い、氷を使った冷蔵庫は明治時代に使われた木製や金属製の箱に氷を入れ、その冷気で冷やす氷箱です。日本で初めての電気冷蔵庫は大正12年にアメリカから輸入されたものです。この頃の冷蔵庫はコンプレッサーで冷気を送り込んで使用していました。国産は昭和初期に販売されましたが、どちらも音や振動が大きくまた、故障しやすいためあまり利用されませんでした。



1950年頃ようやく電気冷蔵庫が普及していきます。今までの冷気を送り循環するコンプレッサーの代わりに 2 種類の異なる半導体を接合し、電流を流すと一方の面が吸熱し、もう一方の面が発熱するという性質を利用したペルチェ効果と呼ばれる現象を利用して冷却を行う冷蔵庫が登場しました。また、1962年頃には冷凍機能のついた冷蔵庫が発売され家庭で冷凍食品を保存することができるようになりました。

テレビ

1926年、高柳 健次郎(たかやなぎ けんじろう)が世界で初めてブラウン管を用いて電子映像表示(ブラウン管に『イ』の文字を映し出す)に成功したことが始まりです。その後、1953年に初めて白黒テレビが発売されました。東京タワーの運用が開始されたのもこの頃です。1960年にはカラーテレビが発売されます。この頃のテレビにはリモコンがなく、手動でチャンネルを回していました。



また、テレビにはブラウン管が使用されていたため四角い大きな箱型でした。2003年からブラウン管テレビから液晶テレビに代わり、テレビは横長で薄型になっていきました。2011年にはアナログ放送が終了し地上波デジタル放送へと移り変わりました。この液晶を制御するために必要なものが半導体です。液晶は TFT 液晶(薄膜トランジスタ液晶ディスプレイ)ともいいます。携帯ゲーム機やスマートフォンの液晶にも使われています。



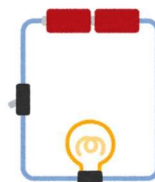
電化製品が半導体により製品の大きさが小さくなったり、動作時の音が静かになったり、画質をより鮮明にしたり、全て自動で動くようにすることができるようになったことがわかります。

もし、半導体がなくなってしまうたら私たちの世界はどのようなになってしまうのでしょうか。

パソコンやスマートフォンはもちろん、洗濯機、冷蔵庫、テレビ、エアコン、自動車まですべて動かなくなってしまう。固定電話にも半導体技術が使われているものがあるため通信手段は全て遮断されてしまいます。また、自動車が動かなくなるということは物流が止まってしまう全国各地からの物の移動が困難となります。航空機も動かないため輸出入もなくなります。さらには医療機関においても半導体を使用した医療機器があるため患者の安全性も低下してしまいます。様々な分野に影響し世界経済は基より、雇用にも影響してきます。半導体は私たちの生活にとって、なくてはならないものとなっています。

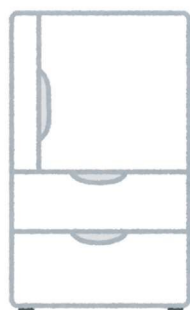
電気を通すものと電気を通さないもの

小学校第3学年の理科の学習では、電気は電池のプラス極から豆電球、マイナス極を導線で1つの輪のようにつないだ時、電気が流れ回路(電気の通り道)につないだ豆電球が光ることを学びました。また、鉄やアルミニウム、銅などを金属とよび、金属には電気を通すことができる導体とプラスチックや木などは電気を通さない絶縁体(不導体)であることを学習しました。第4学年では、回路に流れる電気の流れを電流ということ学習しました。電流を流すことで、豆電球が光り、モーターが回転することを学びました。電池のつなぎ方を工夫することにより、豆電球の光り方やモーターの回転する速さを変化させることも学びました。小学校第3学年からの電気に関する学習内容について、復習しながら半導体について学びましょう。第6学年の理科の実験で扱う発光ダイオードも半導体です。



考えよう💡

次の図に共通するものは何でしょう。

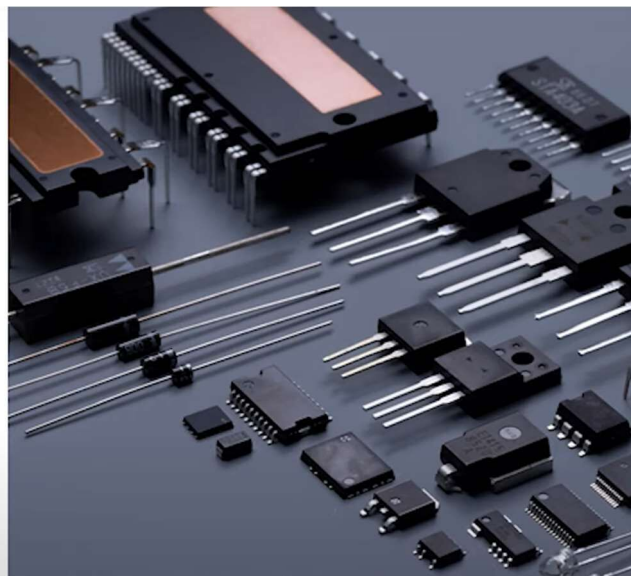
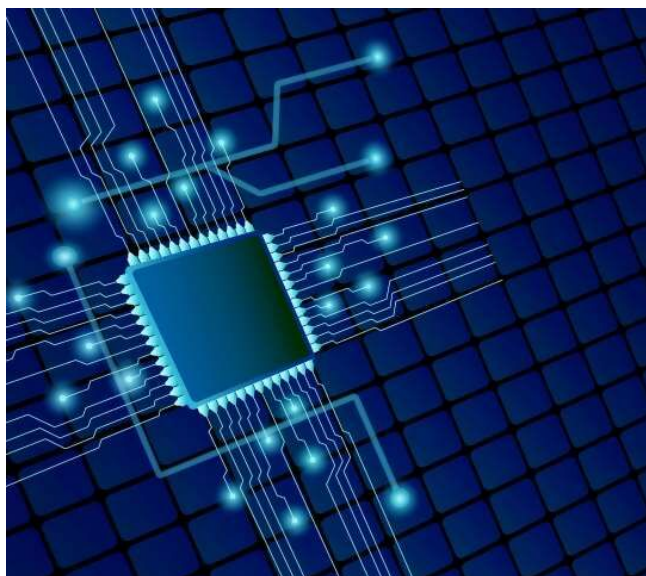


スマートフォン、冷蔵庫、テレビ、エアコン、車……これらに**共通すること**は何でしょうか。

MEMO

正解は「 **電気で動く** 」

電気で動くほとんどの製品には、**半導体**が使用されています。**半導体**は下の写真のようなものです。



考えよう💡

半導体は、エアコンのどこに使われているのでしょうか。



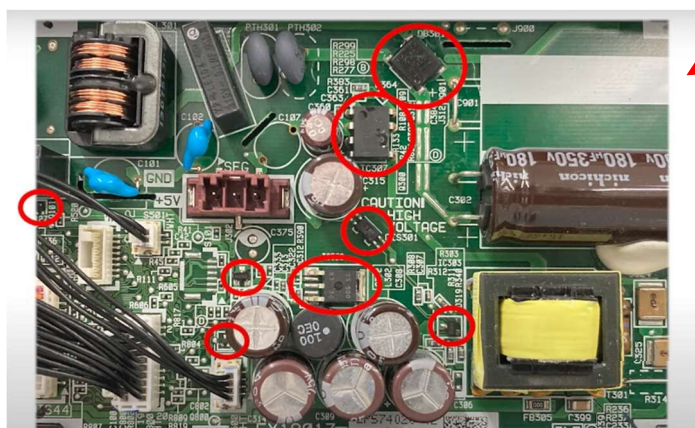
上図中の赤丸内はどのようなになっているのでしょうか。

MEMO

側面のケースを外す



中のケースも外す



緑の板(基板)に乗っている

黒い部品(赤丸)が半導体

です。

色々な形の半導体があるのですね。

危ないから、みんなは勝手に開けちゃだめだよ！

スマートフォン、冷蔵庫、テレビ、エアコン、車など、半導体は身近なところにたくさんあります。

考えよう💡

半導体は身近なところにたくさんあります。半導体は一体どのような役割があるのでしょうか。

MEMO

半導体の役割とは・・・

半導体の役割についてたくさん思いついたでしょうか。半導体の役割について簡単に説明します。

1 半導体は身近な場所にあるのか

ゲーム機・テレビ・充電器など様々な場所に使われています。

- ・半導体が無いと「テレビをみることができない」。
- ・半導体が無いと「ゲームができない」。
- ・半導体が無いと「部屋を涼しくしたり、温かくしたりできない」。

といったことが起こってしまいます。



2 半導体の役割とはなにか

半導体が行っていることを簡単に説明すると、指示を出す半導体と指示を受ける半導体があります。指示を出す半導体は、常に計算したくさんの半導体に指示をだします。学校でいうところのリーダーのような役割です。逆に指示を受ける半導体はどのような働きをするのかというと、

- ・流れてきた電気をそのまま流す。
- ・流れてきた電気をその場で止める。
- ・流れてきた電気を少しだけ流す。
- ・流れてきた電気をたくさん流す。
- ・電気の形を変える。



こういった働きをする半導体がたくさん集まって電化製品ができています。

3 半導体の性能があがるとどのような利点があるのか

半導体の性能が上がると電化製品が使う電気の量が減ります。つまり省エネにつながります。例として、エアコンが使う電気の量を考えると、10年前と比べて約10%減少しています。10%の減少は、金額にすると年間6,000円の節約になります。

4 半導体のこれからについて

半導体は比較的安価な物質を使用して作成されています。この先、半導体の技術が上がリ、今よりもさらに高性能な半導体を作成できるようになったり、より高価な物質、例えばダイヤモンドなどを半導体を使用することでさらに高性能となることが期待され、いつかは空飛ぶ車が作れるようになるかもしれません。

このあとのページからは、半導体についてより詳しく説明していきます。
理科の教科書やインターネットなどを活用してわからないことを調べたりしながら読み進めていくようにしてください。

半導体について

半導体は特定の条件によって電気を流したり、流さなかったりすることができます。このように、**導体**と**絶縁体**(不導体)の**中間の性質**を持つものを**半導体**と言います。

導体と絶縁体(不導体)については、小学校第3学年と中学校第2学年で学習します。

導体

電気を流せる



絶縁体

電気を流せない



小学校 理科 第3学年

「電気を通すものと通さないもの」

中学校 理科 第2学年

「電流と回路」

電気を流せるものを**導体**。電気を流せないものを**絶縁体**(不導体)と言います。
鉄や銅線は導体。ゴムやガラスは絶縁体です。

考えよう💡

電気を通すもの(導体)と電気を通さないもの(絶縁体)を書き出してみよう。

電気を通すもの

電気を通さないもの



考えよう💡

半導体は導体と絶縁体の中間の性質を持ちますが、半導体は何から作られているのでしょうか。考えてみましょう。



MEMO

シリコン(Si)

半導体はシリコン(Si)という材料を使用しています。特定の条件で電気を流すことができるという性質があります。シリコンはスマートフォンのケースのような柔らかい素材を思い浮かべるかもしれませんが、これとは異なる材料です。

※(Si)は元素記号。中学校 理科 第2学年

半導体の材料として使用するシリコンは、とても薄い板です。この板のことをシリコンウェーハと言います。



スマートフォンケース



シリコンウェーハ

シリコンウェーハは硬いので、バリバリに割れてしまいました。

シリコンウェーハに力を加えると...



P 型半導体 / N 型半導体

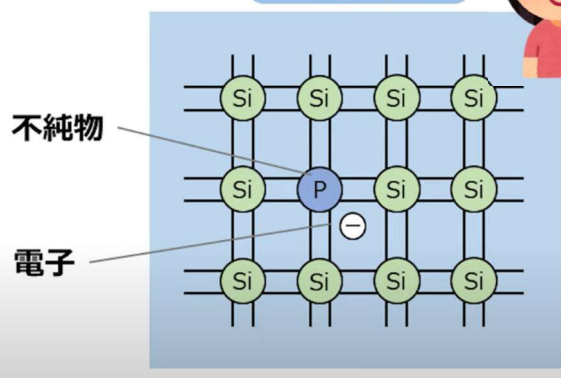
実は、シリコンだけでは電気がほとんど流れません。電気を流せるようにするためにはシリコンに不純物を混ぜる必要があります。

例えば、シリコンにマイナスの性質を持つ不純物を混ぜると電子が余った状態になります。これを N 型半導体と言います。

右の図は、P(リン)を混ぜることで、電子が 1 個余った状態を表しています。この電子を自由電子といいます。自由電子が+極に引き寄せられて移動することで電流が流れます。

マイナスの性質だから N(Negative)型ということですね

N型半導体



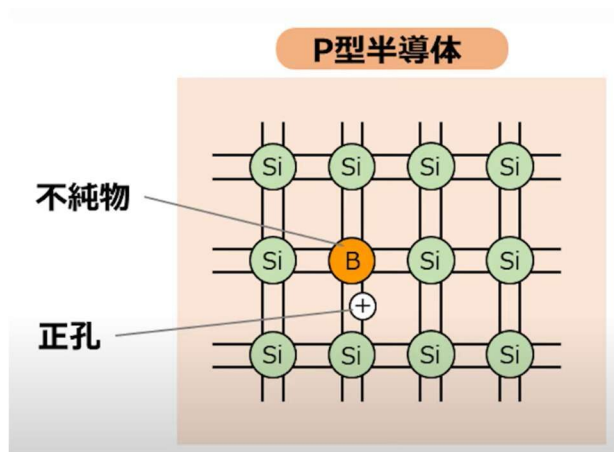
中学校 第2学年 理科「電流の正体」

逆にプラスの性質を持つ不純物を混ぜると正孔^{せいこう}が余った状態になります。これを **P 型半導体** と言います。

右の図は、B(ホウ素)を混ぜることで、電子が1個不足している状態を表しています。この不足した電子の穴(孔)のことを正孔といいます。正の電荷を持つ正孔が移動することで電流が流れます。



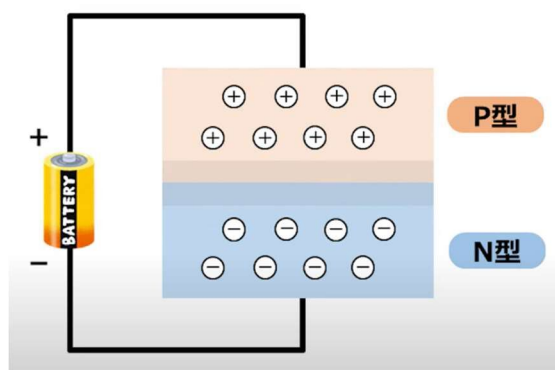
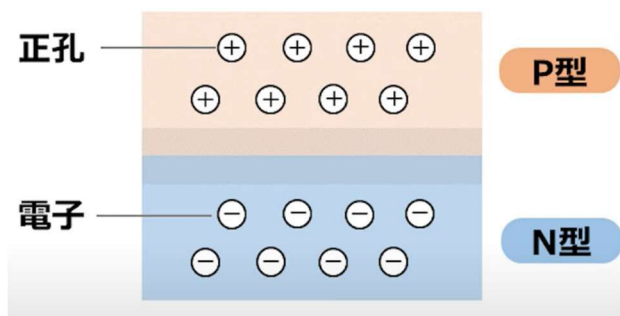
プラスの性質だから
P(Positive)型ということですね。



PN 接合

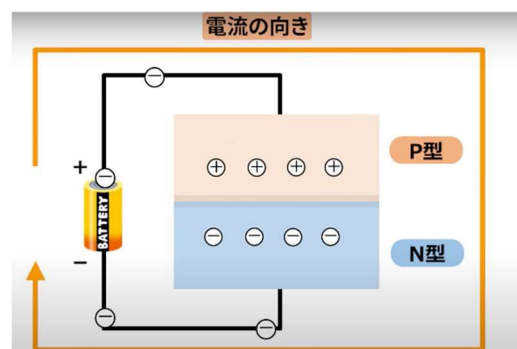
半導体は**特定の条件で電気を流すことができる**という性質があります。

特定の条件で電気を流すという性質を実現させるために、N型半導体とP型半導体をつけて使用します。これを **PN 接合** と言います。



PN 接合した半導体に電池をつなぎます。プラス側を P 型半導体に、マイナス側を N 型半導体につなぐと、電子は電池のプラス側に向かって移動します。つまり、電流が流れたということになります。

中学校 第2学年 理科「電子や電流の正体」



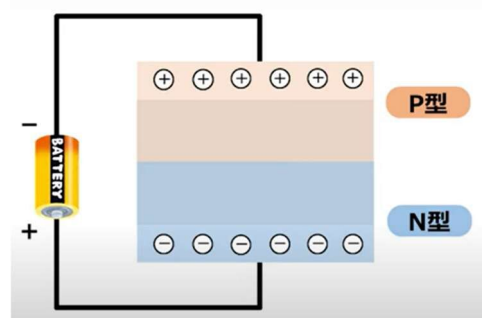
考えよう💡

電池の向きを逆にし、マイナス側を P 型半導体に、プラス側を N 型半導体につなぐとどうなるでしょうか。



MEMO

電池を逆向きにつなげると、電子が移動できないので電流は流れません。



半導体に電流を流す特定の条件とは、この例でいうと電池の向きのこと、これによって、電気を流すか流さないかを制御することができます。

このような仕組みを持つ PN 接合の半導体をダイオードといいます。ダイオードの回路記号は下の図のとおりです。P 型半導体側をアノード、N 型半導体側をカソードと言います。

中学校 第2学年 理科「電気用図記号」

アノードからカソードは矢印みたいで電流の向きに見えます。カソードからアノードは電流をせき止めているみたいです。



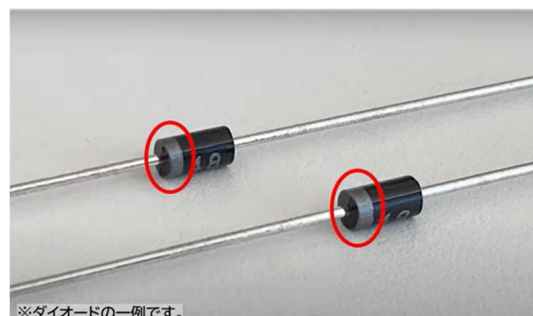
ダイオードの回路記号は電流の向きを表しているように見えますか？

アノード



カソード

実物のダイオードには、カソード側にマークが付いていて向きが分かるようになっています。



※ダイオードの一例です。

ダイオードって LED のことですか？



よく知っているね。LED は発光ダイオードといい、ダイオードの一種です。
(Light Emitting Diode)

電気エネルギーを直接光エネルギーに変換するため変換効率が高く、白熱電球や蛍光灯に比べて電気代がかかりません。



ダイオードには種類があります。整流ダイオード、スナバ専用ダイオード、オルタネータ用ダイオード、TVS ダイオード、ショットキーダイオード... それぞれ用途が異なりますので調べてみましょう。

パワー半導体



半導体というと、マイコン(CPU)やメモリというイメージがありますが、パワー半導体とはどのような半導体なのですか？

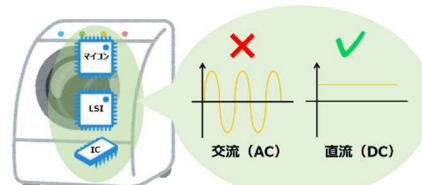
マイコン(CPU)やメモリは演算や記憶などを行う半導体です。対してパワー半導体は**電力の変換や供給**などを行う半導体です。



パワー半導体は、パワーという文字の通り大きな電流電圧を扱うことができるのが特徴です。電化製品やオフィス機器、産業機器、自動車など様々な分野で使われています。

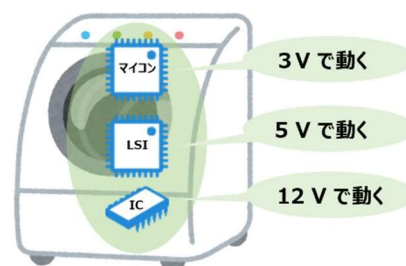


洗濯機を例にして、半導体の役割を簡単に説明します。
家庭のコンセントには交流(AC)100V や 200V が届けられます。



中学校 第2学年 理科「直流と交流」

しかし、このままでは洗濯機を動作させることはできません。なぜかと言うと、洗濯機に含まれる電子部品は、直流電圧(DC)で動作するからです。また、電子部品が動作する電圧は、コンセントの電圧よりもずっと小さく、さらには電子部品ごとに異なります。



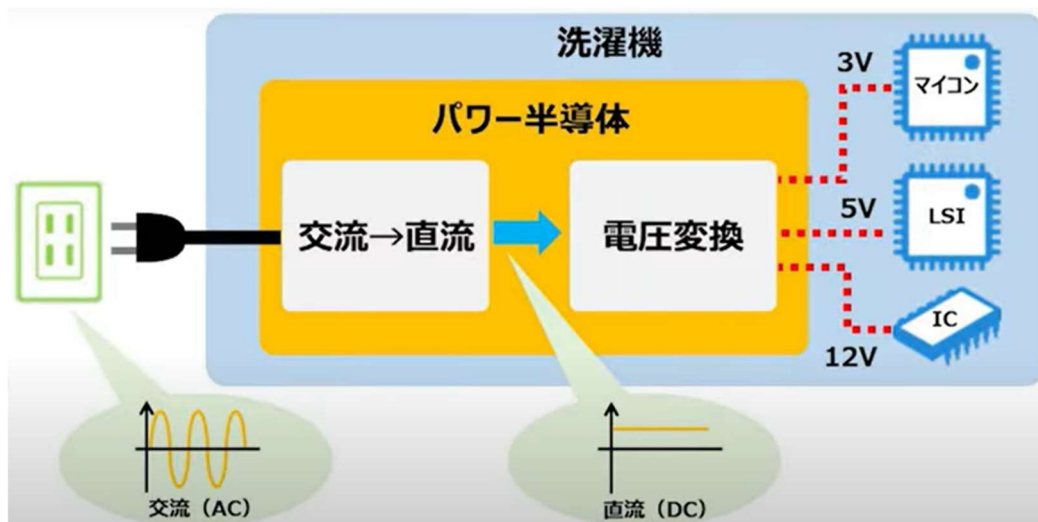
考えよう💡



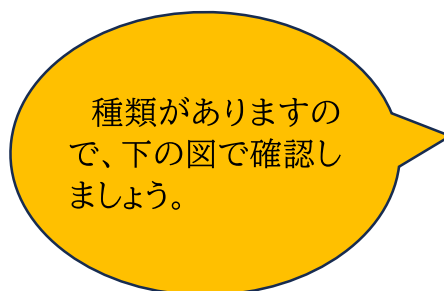
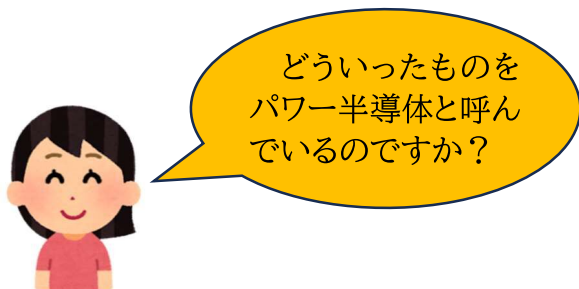
洗濯機が動作するようにするためには、パワー半導体がどのような役割を持てばよいのでしょうか。

MEMO

パワー半導体は、コンセントに届けられた交流電圧を直流電圧に変換し、さらにそれぞれの電子部品にあった電圧に変換します。こうすることで、電子部品が動作、つまりは洗濯機が動作できるようになります。



パワー半導体が電子部品に必要な電圧を適切に供給することで、私たちの身近にある電子機器を動作しています。私たちの暮らしにパワー半導体は欠かせない存在です。



主にダイオード、トランジスタ、IC をパワー半導体と呼んでいます。これらにも種類があり、ダイオードにはショットキーダイオード、高速整流ダイオードなど、トランジスタには IGBT、パワーMOSFET など、そして IC にはモータードライバ、AC/DC コンバータなどがあります。

パワー半導体が行う電力変換の具体例を 4 つ紹介します。

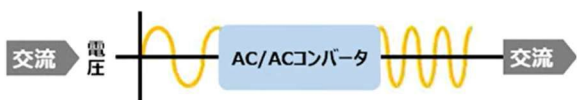
1 交流を直流にする。



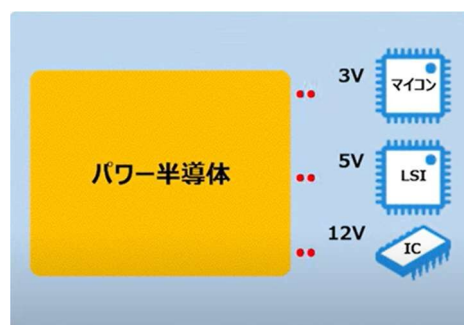
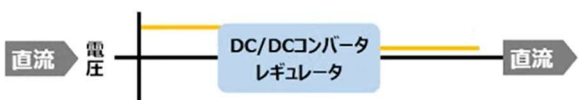
2 直流を交流にする。



3 周波数を変える。



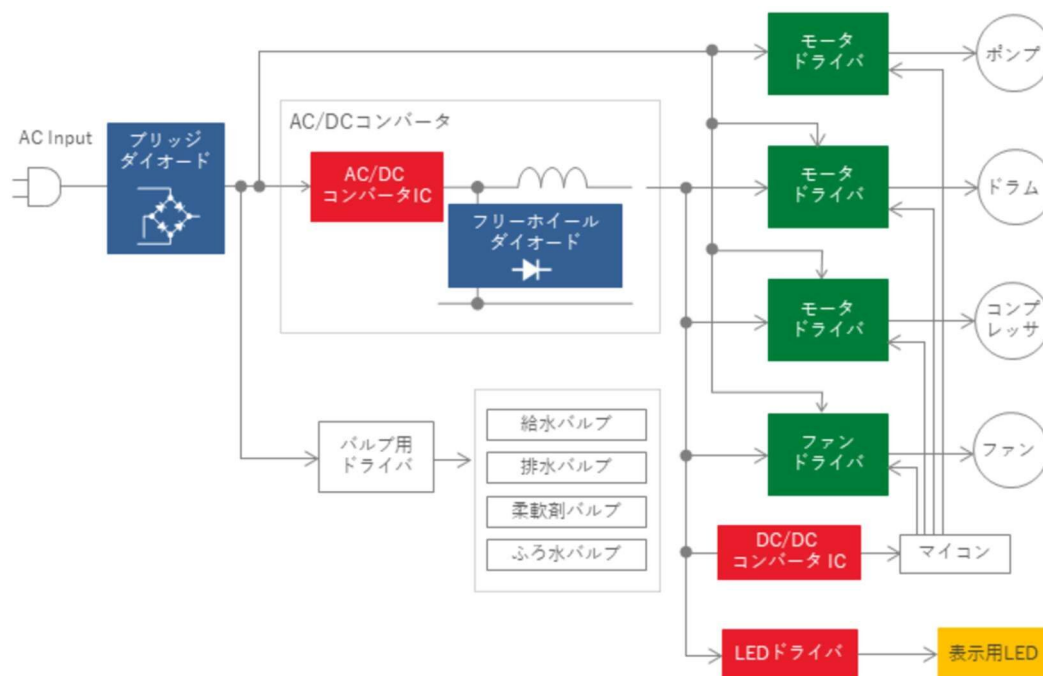
4 電圧を変える。



パワー半導体は、変換した電力を電子部品に供給します。

中学校 理科 第2学年「周波数」

洗濯機を動かすための回路図は下の図のようになっています。どこに半導体があるか探してみましょう。

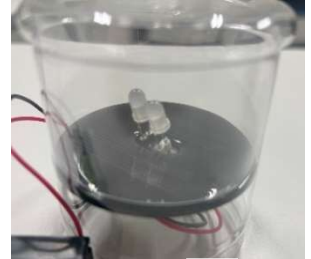


半導体は、私たちの身の回りの電気製品すべてに使われており、私たちは知らない間に半導体を使用しています。半導体がなくなると、電話、メール、家庭で使っている電化製品などすべて使えなくなってしまいます。半導体について知り、半導体のさらなる活用を考えていきましょう。



サンケン電気のペットボトル®で半導体を考えてみよう!!

右の写真の物体がペットボトル®です。
ペットボトル®について詳しく見てみましょう。
発光ダイオード(LED)が見えます。ダイオードも
半導体の一つです。
発光ダイオードの下に黒い台座は、太陽光電池です。



太陽光電池の裏面には基板があります。
半導体は、この中に使われているのです。



太陽光電池の
裏面に取り付
けた基板

ペットボトル®を裏からみた写真です。基板からのびた導線
が電池につながっています。



考えよう💡

半導体の特性を考えて、ペットボトル®の仕組みや半導体を使った新しい電子機器について考えてみましょう。

半導体はどうやってつくられるのか

半導体製品はクリーンルームと呼ばれるチリやホコリを徹底管理した工場で製造しているため、通常は製造している様子を見学することができません。

次の動画では、半導体ができあがるまでの工程を、実際の映像とともに紹介しています。



【前工程編】工場見学:半導体ができるまで | 実際の製造工程を見ながらわかりやすく解説!!【サンケン電気】

次の動画では、半導体製品ができあがるまでの工程を、実際の映像とともに紹介しています。



【後工程編】工場見学:半導体ができるまで | 実際の製造工程を見ながらわかりやすく解説!!【サンケン電気】

Si に代わる半導体素材とは

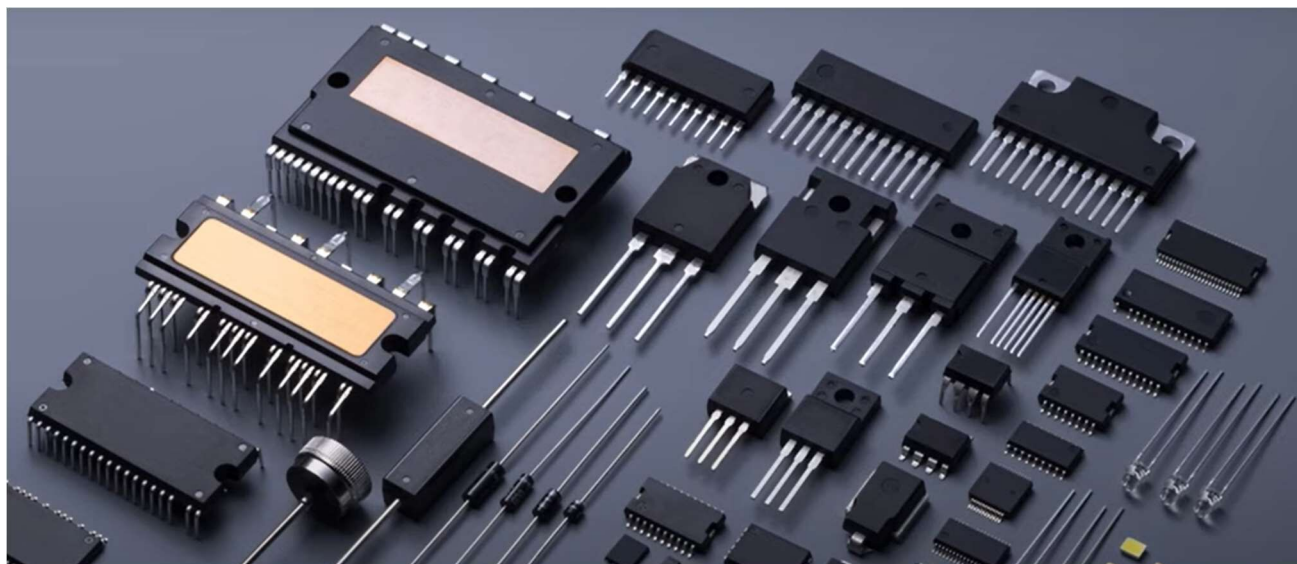
現在主流の半導体素材は Si(シリコン)です。

次の動画では、シリコンに換わる注目素材の SiC(シリコンカーバイド／炭化ケイ素)と GaN(ガリウムナイトライド／窒化ガリウム)の概要をわかりやすく説明しています。



【基礎講座】Si に換わる注目素材 | SiC・GaN 半導体をわかりやすく解説!!【サンケン電気】

※QR コードをスキャンすると、サンケン電気株式会社の公式 YouTube 動画サイトへ移動します。



引用・参考

○【基礎講座】こどもから大人まで！半導体を超カンタンに説明【サンケン電気】

<https://youtu.be/M7ZlWjjZThI?si=4ynaVVmq8xuJign7>

○【基礎講座】ゼロから学ぶ！半導体の基礎知識 | 実物をみながらわかりやすく解説！！【サンケン電気】

<https://youtu.be/bfIMtiAml08?si=TxFB0gqEYdZWffri>

○【基礎講座】パワー半導体とは？概要をわかりやすく解説！！【サンケン電気】

<https://www.youtube.com/watch?v=1Ay4US8maK4>

○基礎知識・特集 | サンケン電気

<https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/knowledge/index.html>

○洗濯機 | サンケン電気（回路図）

<https://www.semicon.sanken-ele.co.jp/ap/ha/washing-machine/index.html>



©NIIZA CITY2010

半導体 Semiconductor

作成日 令和7年8月1日

編集者 新座市教育委員会

埼玉県新座市野火止1-1-1

048-477-7142

kyo-shien@city.niiza.lg.jp

サンケン電気株式会社

埼玉県新座市北野3-6-3

<https://www.sanken-ele.co.jp/>