

電子回路 第5回

半導体・ダイオード

今日の内容

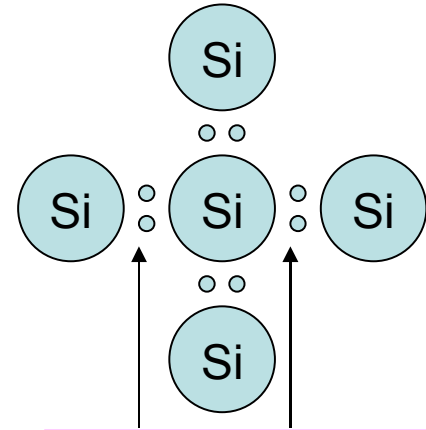
- 半導体
- ダイオード

半導体とは？

- 半導体とは、導体と絶縁体の中間の性質を示す物質
 - 導線ほどは電気は通さないが、ガラスなどよりは通す
 - 物質の抵抗率がちょうど中間ぐらい
 - この後に出てくるP型・N型半導体と区別するため、**真性半導体**と呼んだりする
- これら(真性)半導体に不純物を加えると、**自由電子**や**正孔**ができて導体のような性質を示したりする

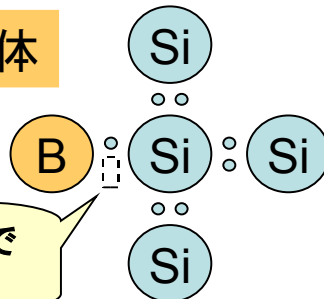
半導体の構造

- シリコン・ゲルマニウムなどの真性半導体に不純物を混ぜたもの
 - ガリウム・砒素・ホウ素など
- 混ぜた物質により、半導体内部に正孔や自由電子ができる
 - 単体のシリコンは最外殻電子4で、周囲四つのシリコン原子と共有結合し、電子はガッチリと固定されている
 - が、そこに不純物を加えることで余った電子ができたり(自由電子)、足りない電子ができたり(正孔)する
- どっちができるかは混ぜた物質による
 - シリコン(Si・最外殻電子4)に
 - 砒素(As・最外殻電子5)を混ぜると自由電子が(N型半導体)
 - ホウ素(B・最外殻電子3)を混ぜると正孔ができる(P型半導体)



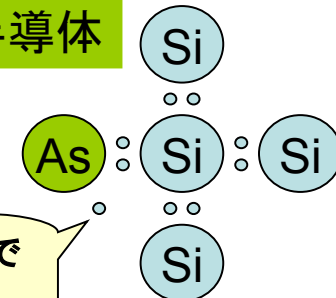
シリコンの安定な共有結合
(最外殻原子4)

P型半導体



最外殻電子が3なので、一個足りない

N型半導体



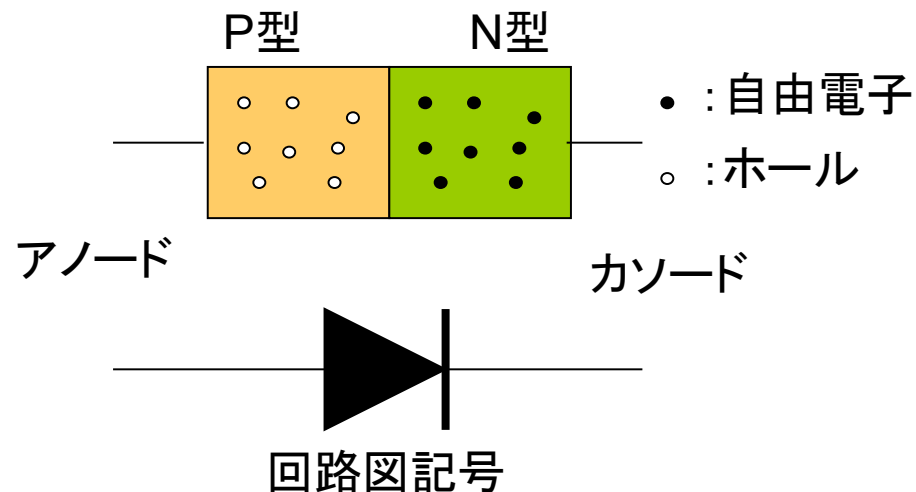
最外殻電子が5なので、一個余る

P型半導体・N型半導体

- **正孔**ができた半導体のことを、プラスの電荷が伝わるので**P (Positive) 型半導体**という
- **自由電子**ができた半導体のことを、マイナスの電荷が伝わるので**N (Negative) 型半導体**という
- これら2つを組み合わせるといろいろな効果を持った素子が作成できる！

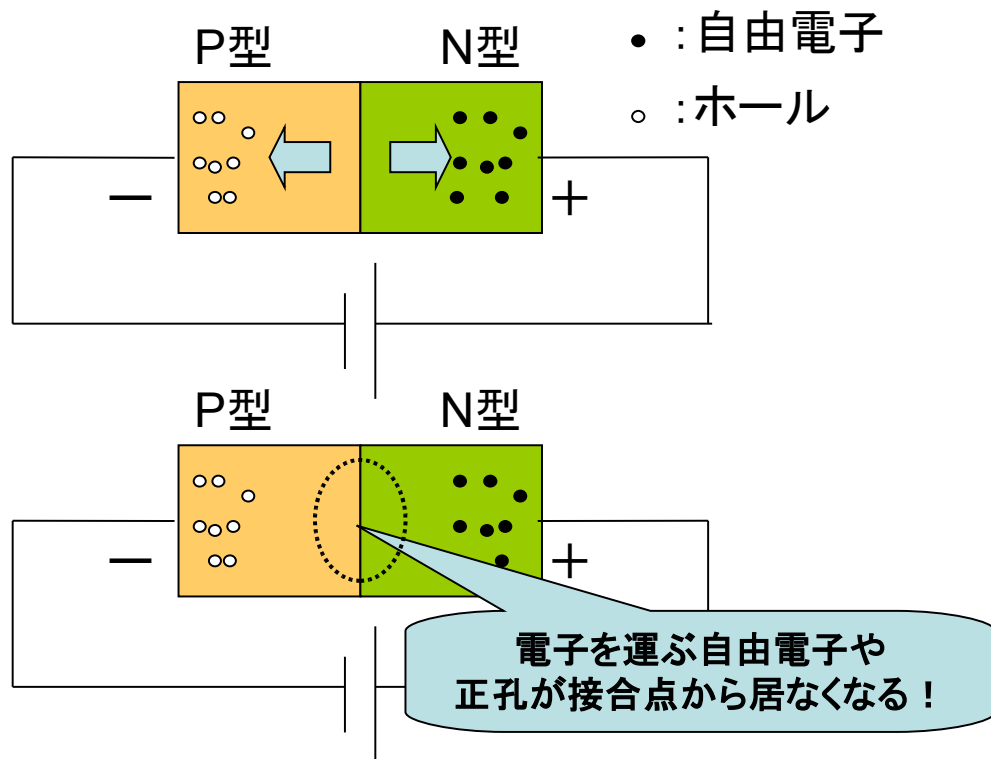
PN接合：ダイオード

- P型半導体とN型半導体をくっつけたものをダイオードという
- N型のほうをカソード、P型のほうをアノードという



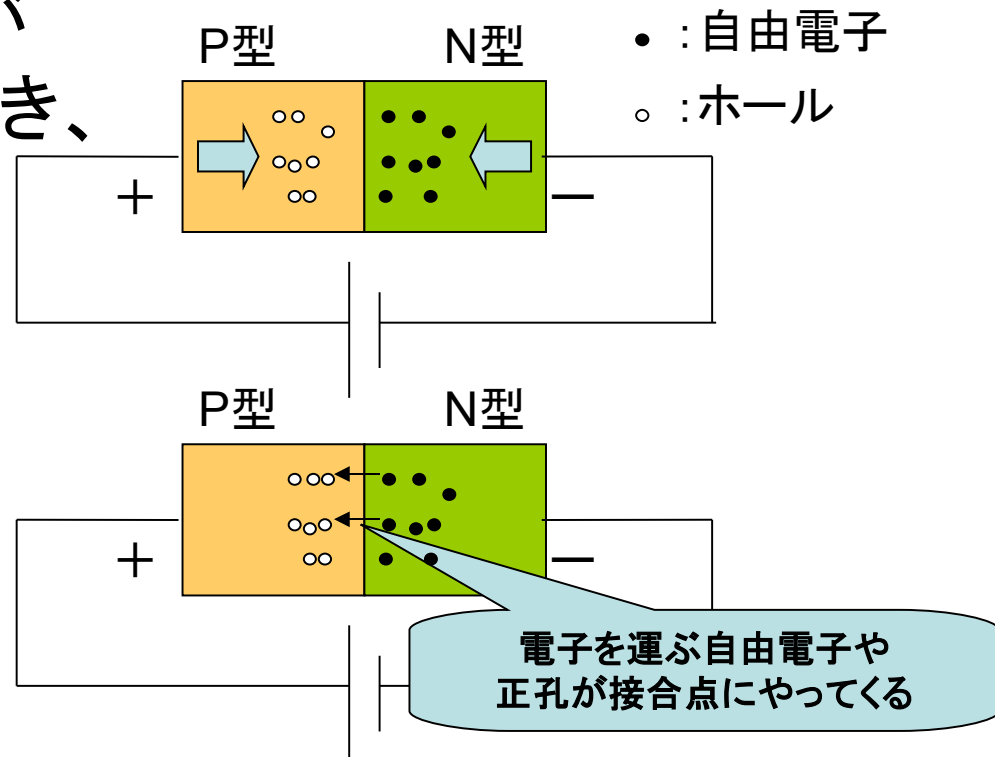
N型のほうから+の電圧をかけると・・・

- 自由電子とホールは電極側に移動する
 - − マイナスの電圧に正孔(+)が引き寄せられ、プラスの電圧に自由電子(−)が引き寄せられる
 - − その結果、自由電子と正孔が離れてしまい、電荷が通せなくなる



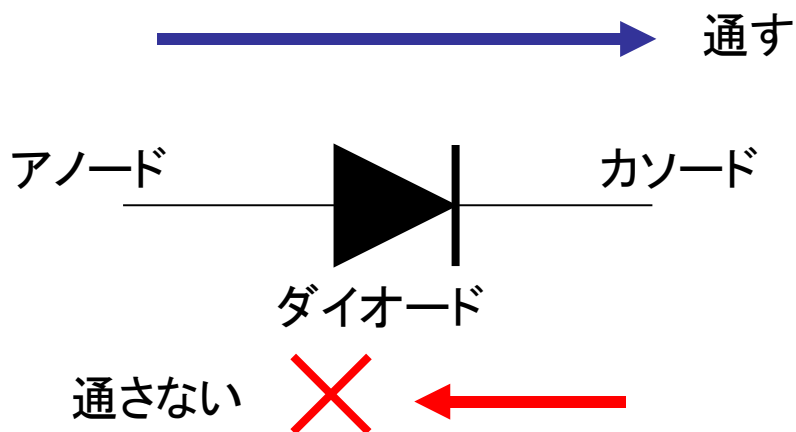
P型のほうから+の電圧をかけると・・・

- 自由電子とホールは接合側に移動する
 - プラスの電圧に正孔(+)が反発し、
マイナスの電圧に自由電子(-)が反発する
 - その結果、自由電子が
正孔に収まることができ、
電流が通せる



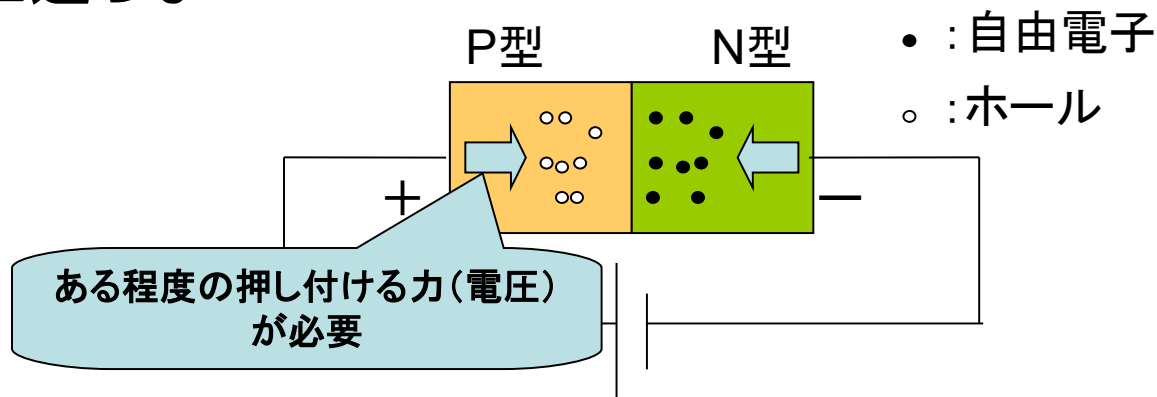
ダイオードの性質：順方向性

- まとめると・・・
 - アノードからカソードへの電流を通す
 - カソードからアノードへの電流を通さない

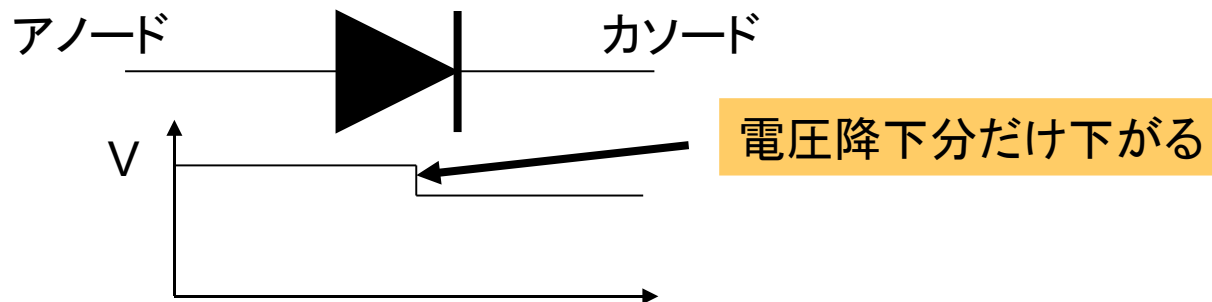


ダイオードの性質その2: 電圧降下

- アノードからカソードへは通すが、ある程度電圧がかからないと通らない



- それ以上の電圧を掛けた場合、その分だけ電圧が**下がる**
- これを、「順方向電圧降下」という

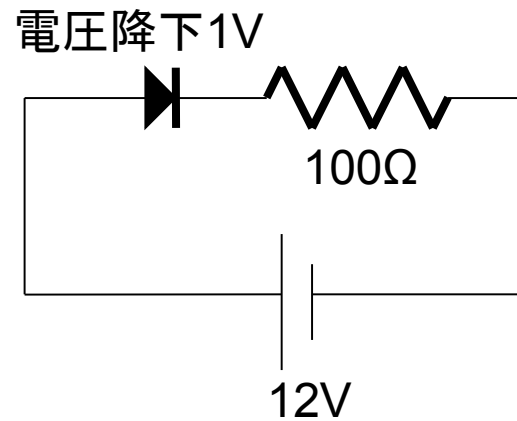


簡単な実験

- 豆電球、ダイオードで順方向性を確認
- テスターで順方向電圧降下を確認
- 電子回路シミュレータで試してもいい

練習問題

- 次の回路に流れる電流は？

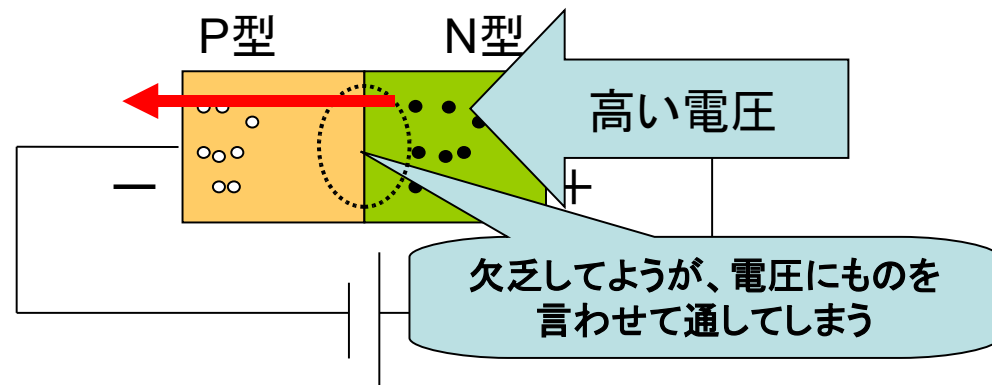


電圧降下

- シミュレータで見てもほとんど変化が無い
- 直流で計算する場合は、電圧降下分を引いてから考える

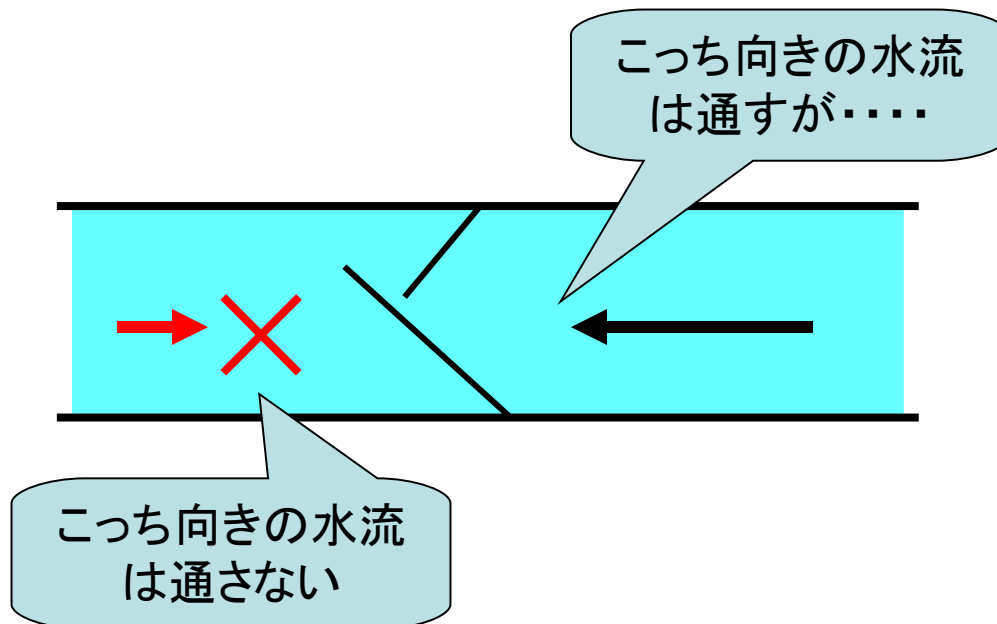
ダイオードの性質その3: 雪崩(アヴァランチ)効果

- 先ほど逆方向には流れないと説明したが、**とても高い電圧**がかかった場合には、ダイオードが負けて電流を通してしまう
- これを**雪崩効果**という
- 普通のダイオードの場合これが起こるとダイオードは再起不能になるが、この効果を利用するように調整されたダイオードもある
 - ツェナーダイオード



ダイオードを水路でたとえると？

- ダイオードは「弁」としての役割を果たす
- 整流回路や復調回路のダイオードは血管の弁と同じような働きをする



ダイオードの種類

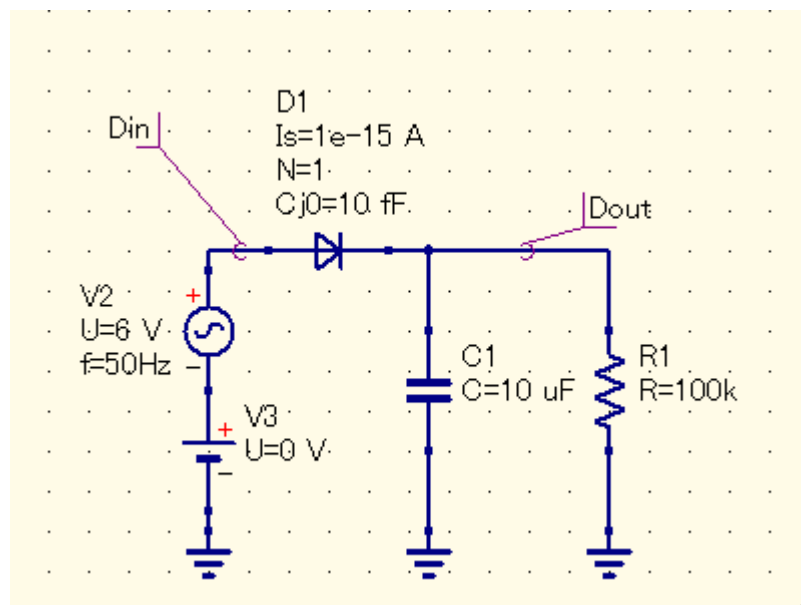
- PNダイオード
 - 通常のダイオード
- ショットキーバリアダイオード
 - 反応が早いダイオード
- ツェナダイオード
 - アヴァランチ効果を利用するダイオード
- バリキャップダイオード
 - 電圧によって静電容量が変わるダイオード
- エサキダイオード
 - 順方向電圧をかければかけるほど、流れる電流がすくなくなるダイオード
- 発光ダイオード(LED)

ダイオードを利用した回路

- 整流
- 検波
- 電圧安定器

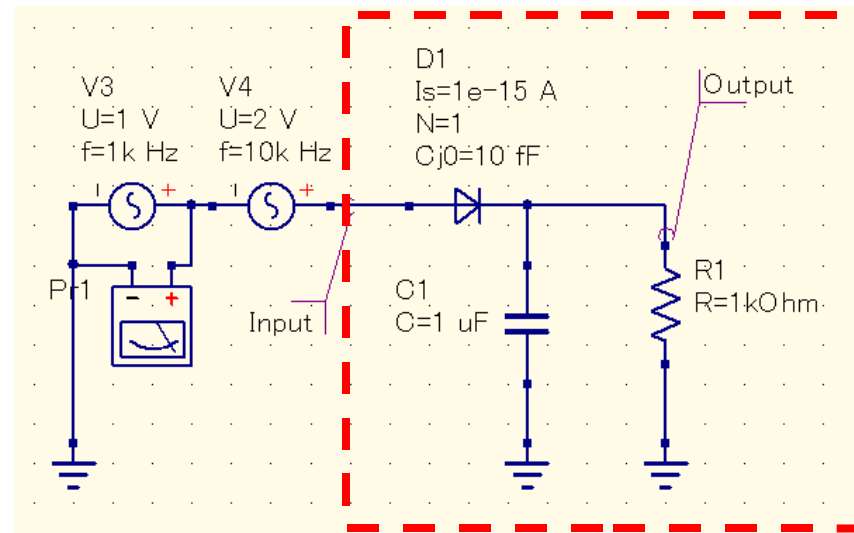
整流回路

- 交流を直流にする回路
– ACアダプター等
- ダイオードで逆方向の成分を消し、コンデンサーでならす



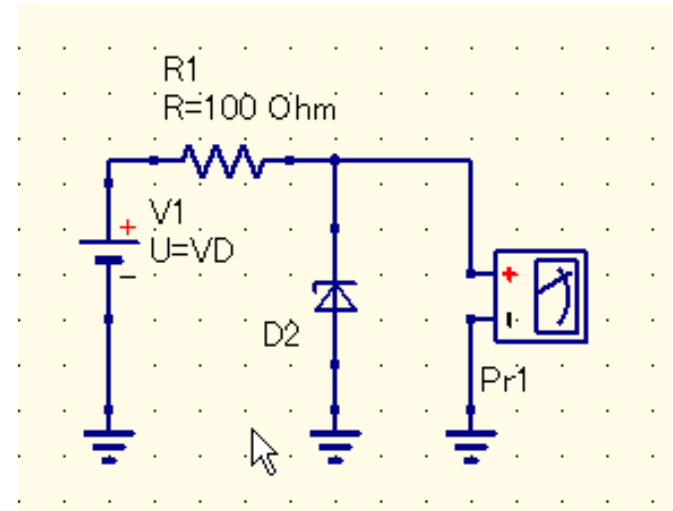
検波回路

- ラジオなどのAM波(振幅変調波)から音声信号を取り出す
- 原理的には整流回路とほとんど同じ



電圧安定器

- 比較的低い電圧で雪崩効果が始まるツェナーダイオードを逆向きに繋ぐ
- 雪崩効果が始まる電圧(ツェナー電圧)を越えると、超えた分はダイオードを流れていく
- そのため、ある回路に過電圧がかかることを防げる



振幅制限

- ある信号の上限や下限を決めることができる
 - 上限を決める:リミッタ回路
 - 下限を決める:クリツパ回路
 - 両方を決める:スライサ回路

その他の用途

- 発振に使う
- センサーに使う(フォトダイオード)
- スイッチングに使う(直流降圧)

まとめ

- 半導体
- ダイオード
 - 性質
 - 種類
 - 利用例