機械知能工学科

メカトロニクス総合

MC-07/Rev 15-1.1

第07回

半導体とダイオード

工学部　機械知能工学科

熊　谷　正　朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室RDE

今回の到達目標

○半導体の概略とダイオードを用いた回路

◇半導体のn型とp型を説明できる。

- 半導体、電子、正孔

◇ダイオードを説明できる。

- ダイオードの性質：電流の一方通行
- 順方向降下電圧

◇発光ダイオードの電流制限抵抗を計算できる。

- ダイオードを含む回路の解析

半導体

○基本的事項(電子回路的な面)

◇特徴

- 後述のような使い方ができる物質
- 今時の電子回路類を作るのに不可欠
  ※ずっと前は真空管 and/or リレー
- 増幅などの能動部品は半導体でつくる

◇主な半導体

◎ シリコン(Si, 珪素)　　↓化学:ヒ化ガリウム

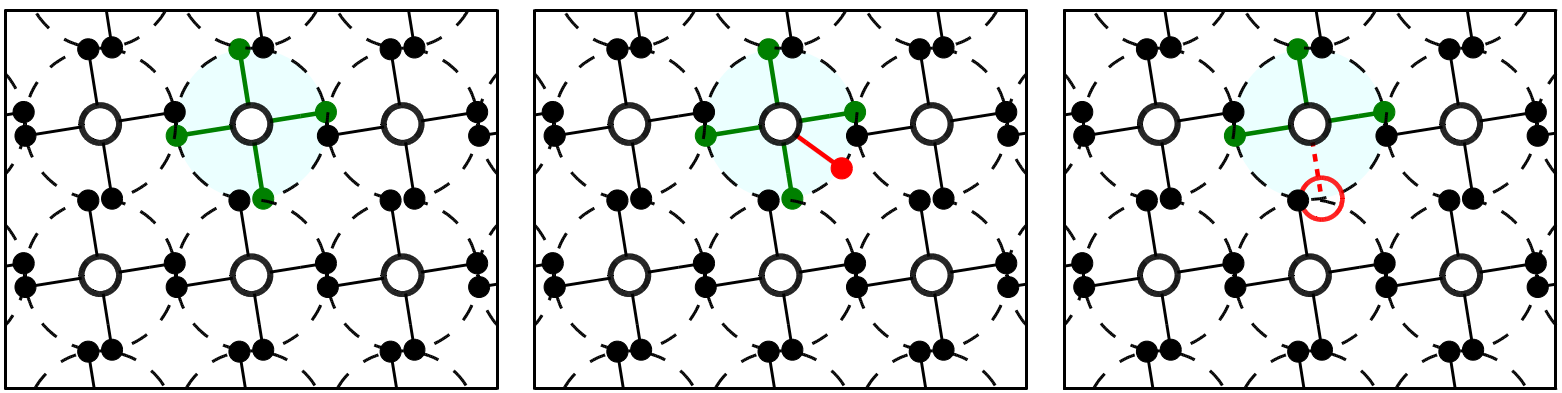
- ゲルマニウム(Ge)　ガリウムヒ素(GaAs)

半導体

○結晶構造とn型、p型

◇電子の数による、よくある説明

- もとの半導体：自由な電子が少ない
- n型：リンなどを入れる：電子が余る
- p型：ホウ素などを入れる：電子が足りない

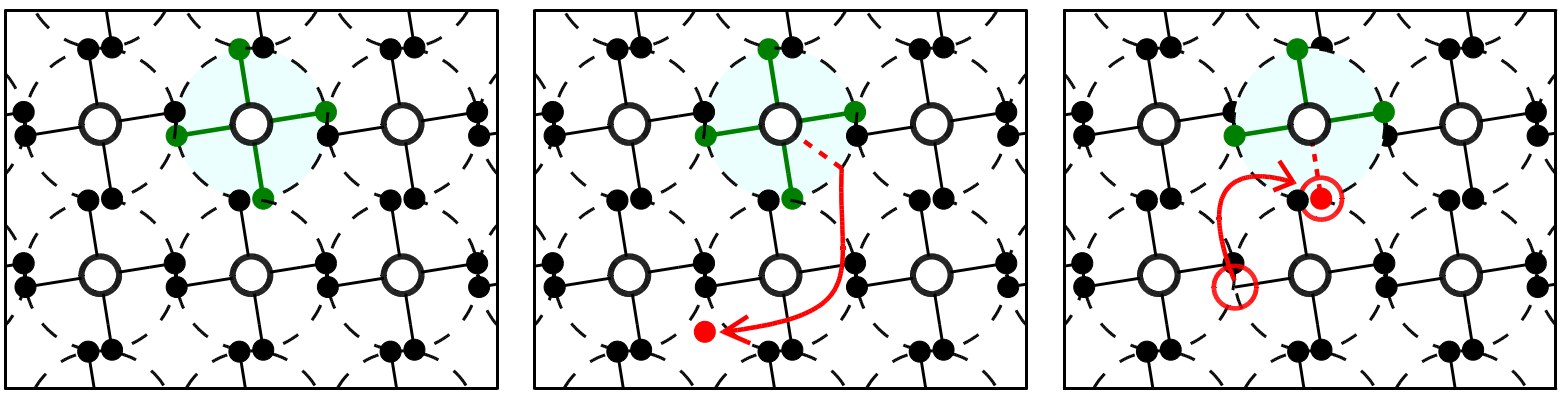


半導体

○電子の移動と電流

◇電子が動く⇔電流、 動ける電子⇔流れやすさ

- 金属等の中の自由電子 → 良導体
- n型：余った電子が外れて動きやすい
- p型：電子の足りないところに、隣から移動



半導体

○電子の移動と電流

※(1)両端での電子の出入
※(2)電子、正孔の拡散

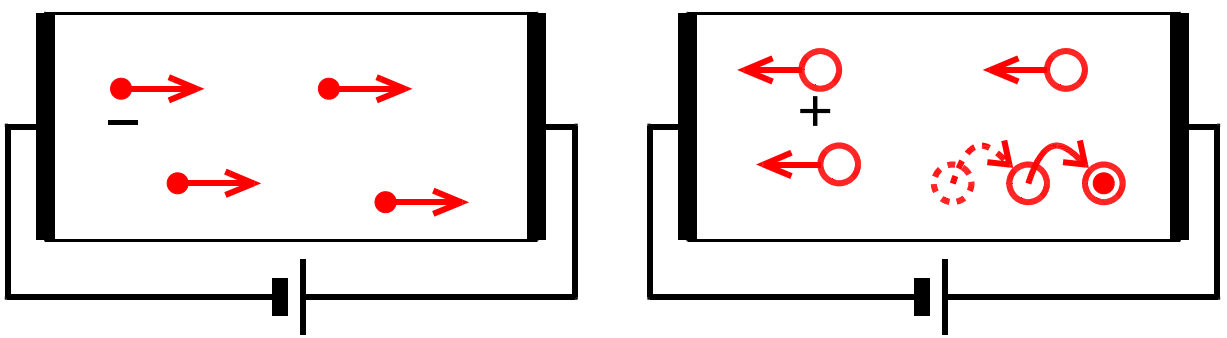
◇n型半導体

・電子(－の電荷)が移動 → プラス側に

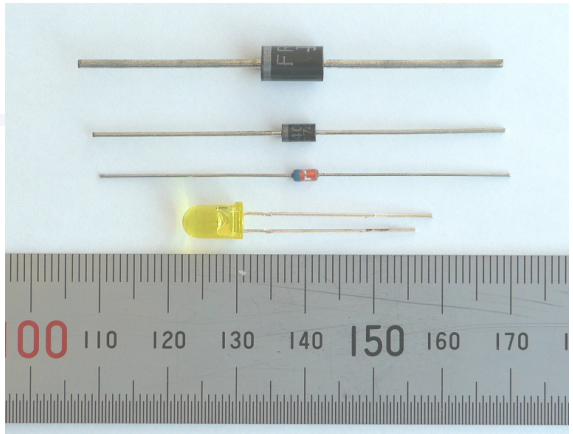
◇p型半導体

・電子の抜けた穴＝正孔(ホール)が移動

・正の電荷(電子より移動度低) → マイナス側に



ダイオード



○基本的事項

◇特徴

- 一方向にのみ電流が流れる。

  ※逆方向にもごく僅かに流れる・意図的に流す種類も

- 流れるときにほぼ一定の両端電圧

  順方向降下電圧(V_F)

◇種類／関連品

- 一般用(信号、整流)
- 発光ダイオード(LED)
- フォトダイオード
- ツェナーD　等

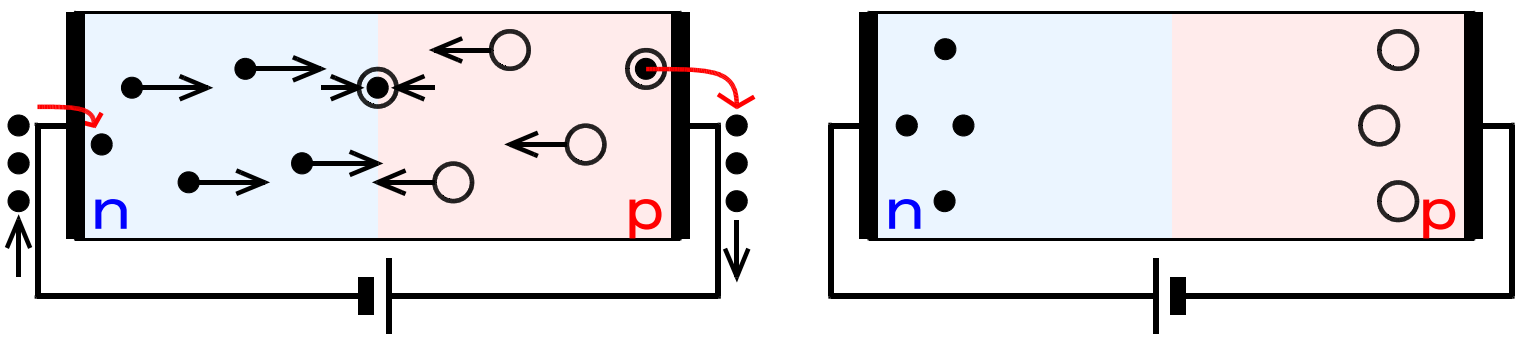
ダイオード

○おおまかな構造と動作イメージ

※かなり簡略化

◇構造

- n型とp型を接合（したような構造に作る）
- p：＋　n：－　の電圧で流れる　：順方向
  → PN接合面付近で対になって消える
- p：－　n：＋　の電圧で流れず　：逆方向



ダイオード

○バリエーション

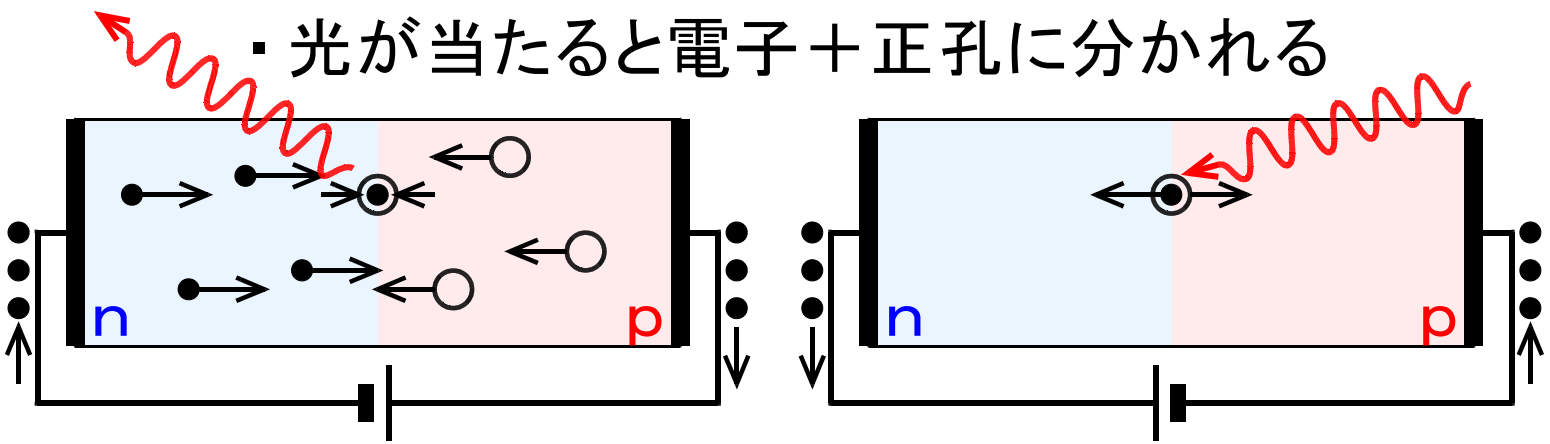
◇発光ダイオード　LED

・結合するときに光としてエネルギーを放出

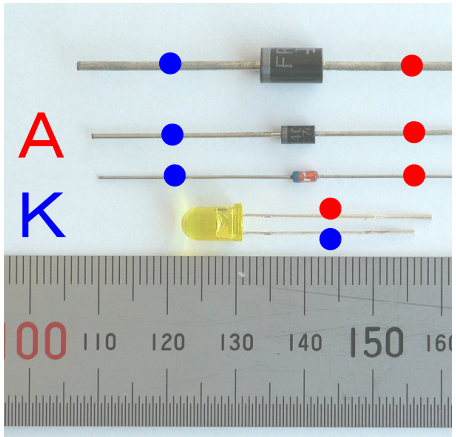
※電圧→結合エネ→波長の短さ

◇フォトダイオード　（太陽電池）

・光が当たると電子＋正孔に分かれる



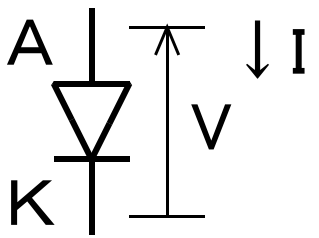
ダイオード



○電子回路内でのダイオード

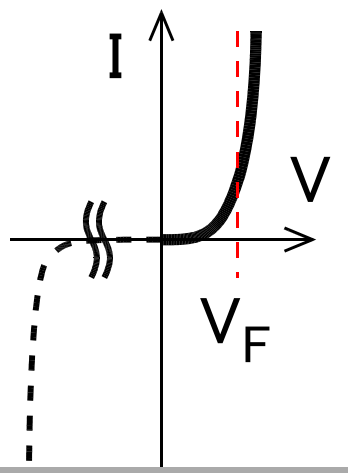
◇記号と端子

- A：アノード　　K：カソード
- ▽の方向が順方向



◇特性

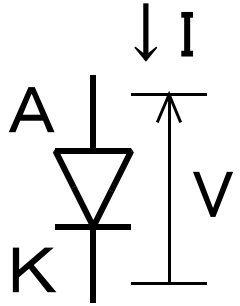
- 順方向に電圧をかけると、ある電圧から電流が大きく増加
- 流れているときは、ほぼ一定の端子間電圧＝順方向降下電圧



ダイオード

○電子回路内でのダイオード

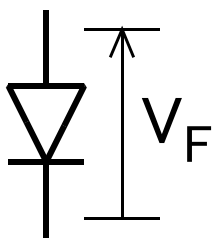
◇用途



◎ 一方向にのみ電流を流したい

・意図的に少し電圧を下げたい

◇解釈/設計上の方針



・一方向のみに流れる

・流れるときにV_Fだけ電圧が下がる

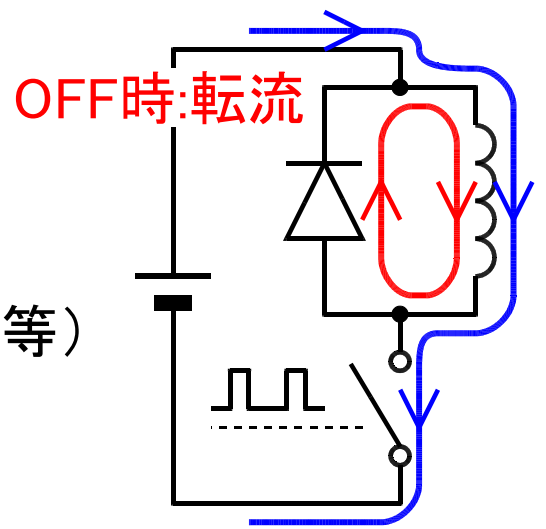
V_F：順方向降下電圧

一般的なシリコンD：0.6～0.7～1.0[V]

ダイオード

○電子回路内でのダイオード

→基礎BS13



◇メカトロ・電力回路的用途

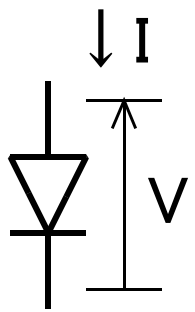
- フリーホイールダイオード
  ※コイルの逆起電力対策
- 逆流防止（電源ライン、電池等）
- 整流（交流→一方向）

◇留意点

- 消費電力：V_F(≒1)が大きく影響→発熱
- ”リカバリ(逆回復)時間” ”逆方向電圧”
  ※On→Offになる時間　※逆向きにかけられる電圧

ダイオードを含む回路の計算

○流れる/流れない　＆　順方向降下電圧



◇常に流れる回路：場合分け不要

- LEDの電流制限、逆流防止(平常)

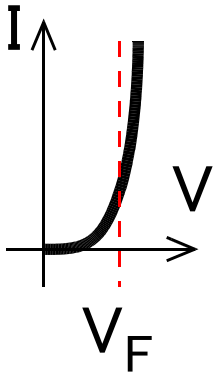
◇状況で流れの有無が変わる回路

- 回路の動作から、有無を判定、場合分け
- 電流を主に考える例：フリーホイールD

  → 流れているときにV_Fが生じるとみる
- 電圧を主に考える例：クリップ回路

  → 両端の電圧がV_Fを超えそうかどうか

ダイオードを含む回路の計算

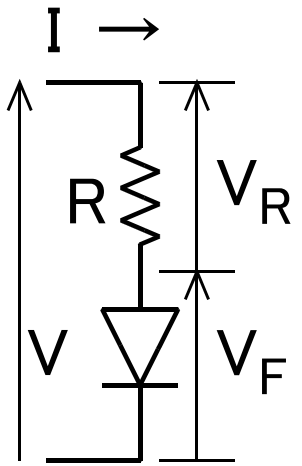


○LEDの回路

◇LEDの電流制限抵抗

- LED光量は電流による＆流しすぎで壊れる
- 適切な電流が流れるように抵抗を直列に

※「電圧を調整する」では難



◇計算方法

- LEDのV_Fを固定値とみる(例：2V)

→ 抵抗で降下させる電圧($V_R=V-V_F$)

→ 抵抗値が決まる($V_R \div I$)

ダイオードを含む回路の計算

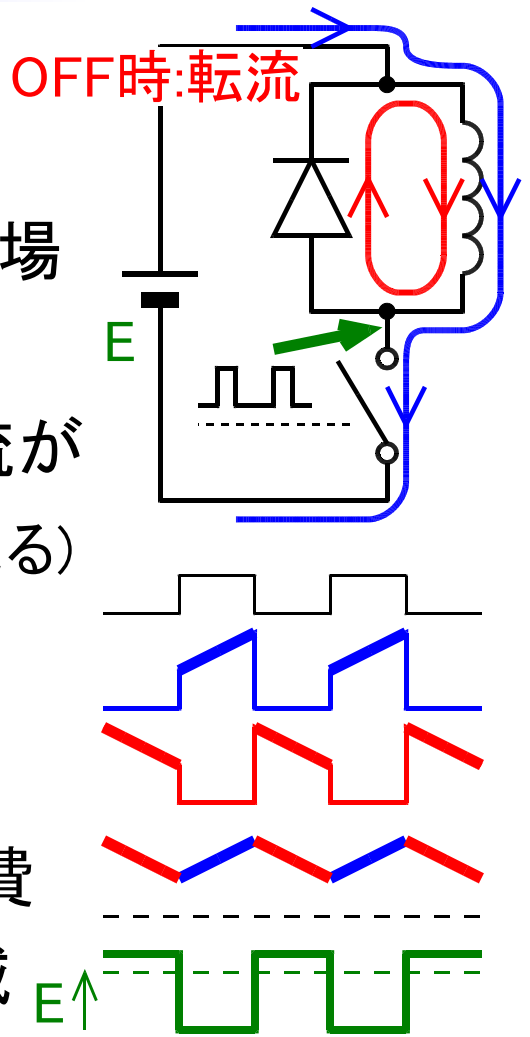
○フリーホイールダイオード

◇スイッチオフでの電流の行き場

- 流れによる結果を考える
- スイッチオンの最後の電流が引き継がれる(or平均だけ見る)

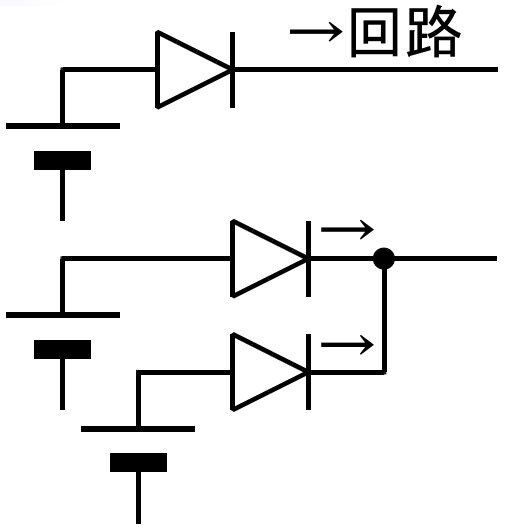
◇オフ→Dに切り替わる

- Dの両端には電圧V_F
- 消費電力 V_F・I →Dで消費
- コイルのエネ減少、電流減



ダイオードを含む回路

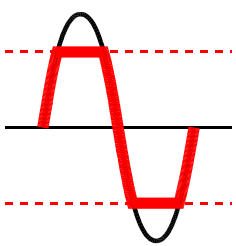
○その他の事例



◇逆流防止回路(逆接続防止)

- 電源側への逆流防止
- 2電源の並列利用
- 定常的な電力消費に注意

◇クリップ回路



- 回路の入力などが過大になることを防ぐ
- 電源等に逃がす:V_F分は超過

