

# 電子回路

---

最終コンパイル  
平成 30 年 8 月 11 日

T.Ueda

---



---

All Rights Reserved (c) Takumi Ueda 2018-present.  
個人使用目的以外での使用を禁じます。ただし、教育目的での再配布に限り著作権を  
明示する場合に許諾します。

# 目次

第 1 章 半導体	5
1.1 真性半導体と不純物半導体 . . . . .	5
1.2 バンド理論 . . . . .	6
第 2 章 ダイオード	7
第 3 章 トランジスタ	8
3.1 トランジスタの種類 . . . . .	9
3.2 パイポーラトランジスタ . . . . .	9
3.3 電界効果トランジスタ . . . . .	9
第 4 章 オペアンプ	10
第 5 章 ノイズ対策	12
5.1 コモンモードノイズ . . . . .	12
第 6 章 保護回路	13
索引	13

# 第1章 半導体

## 1.1 真性半導体と不純物半導体

添加物を付加していない純粋な半導体のことを真性半導体という.

真性半導体に少量の不純物を付加したものを不純物半導体という.

真性半導体に5族の不純物を付加したものを  $n$  型半導体という.

ヒ素, リン, アンチモン

ドナー

多数キャリア

電子

少数キャリア

ホール

真性半導体に 3 族の不純物を付加したものを  $p$  型半導体という.  
ホウ素, インジウム, ガリウム  
アクセプタ  
多数キャリア  
ホール  
少数キャリア  
電子

## 1.2 バンド理論

フェルミ準位  
価電子帯  
禁制帯  
励起  
VLSI  
LSI  
IC  
熱暴走トンネル効果

## 第2章 ダイオード

ダイオードは  $n$  型半導体と  $p$  型半導体をつつ接合させた PN 接合により作られる素子である。

空乏層が形成される整流作用

ツェナーダイオード

ツェナー効果

ブレークダウン

アノード

カソード

ホモ接合ヘテロ接合ショットキー接合整流用ダイオード

定電圧ダイオード

定電流ダイオード

ホトダイオード

発光ダイオード

ダイアック

全波整流

半波整流

整流

イコライザ

チョッパ

昇圧チョッパ

降圧チョッパ

リップル

## 第3章 トランジスタ

動作点  
プッシュプル  
シュミットトリガー  
バイポーラトランジスタ  
カレントミラー  
カレントミラー回路  
増幅作用  
スイッチング作用  
エミッタ  
コレクタ  
ベース  
寄生容量  
バイアス  
カップリングコンデンサ  
バイパスコンデンサ  
ダーリントン  
プッシュプル  
エミッタ接地回路  
ベース接地回路  
コレクタ接地回路  
 $h$  パラメータ  
 $z$  パラメータ  
トータムポール  
エミッタフォロア  
飽和領域  
線形領域  
遮断領域  
静特性  
動特性  
バイアス



等価回路  
正帰還  
負帰還  
バーチャルショート  
 $\pi$  型等価回路  
 $T$  型等価回路  
電流源  
フォトリライアック

### 3.1 トランジスタの種類

CMOS  
FET  
MOSFET  
チャネル  
n チャネル  
p チャネル  
サイリスタトライアック

### 3.2 パイポーラトランジスタ

### 3.3 電界効果トランジスタ

ゲート  
ソース  
ドレイン  
  
デプレッション型  
エンハンスメント型  
JFET

## 第4章 オペアンプ

オペアンプ  
コンパレータ  
イマジナリショート  
反転増幅器

$$v_{in} = R_1 i \quad (4.1)$$

$$\begin{aligned} v_{in} &= (R_1 + R_2)i + v_{out} \\ v_{in} &= (R_1 + R_2) \times \frac{v_{in}}{R_1} + v_{out} \\ v_{in} &= \left( v_{in} + \frac{R_2}{R_1} \right) v_{in} + v_{out} \\ \frac{v_{out}}{v_{in}} &= -\frac{R_2}{R_1} \end{aligned} \quad (4.2)$$

非反転増幅器

$$v_{in} = R_1 i \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned} v_{in} + R_2 i &= v_{out} \\ v_{in} + R_2 \times \frac{v_{in}}{R_1} &= v_{out} \\ \frac{R_1 + R_2}{R_1} v_{in} &= v_{out} \\ \frac{v_{out}}{v_{in}} &= \frac{R_1 + R_2}{R_1} \end{aligned} \quad (4.4)$$

ボルテージフォロア  
非反転増幅器の特性

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \quad (4.5)$$

において,  $R_2 = 0, R_1 = \infty$  とすれば

$$v_{out} = v_{in} \quad (4.6)$$

作動増幅器  
積分器  
微分器  
コンパレータ

## 第5章 ノイズ対策

### 5.1 コモンモードノイズ

## 第6章 保護回路

- ヒューズ
  - ガラス管型ヒューズ
  - 平形ヒューズ
  - ミニ平形ヒューズ
  - 温度ヒューズ
  - 限流ヒューズ
- 避雷器
- ガス放電管
- ブレーカー
  - 漏電ブレーカー
- ポリスイッチ
- バリスタ

# 索引

<b>C</b>	
CMOS	9
<b>F</b>	
FET	9
<b>H</b>	
h パラメータ	8
<b>I</b>	
IC	6
<b>J</b>	
JFET	9
<b>L</b>	
LSI	6
<b>M</b>	
MOSFET	9
<b>N</b>	
n 型半導体	5
n チャネル	9
<b>P</b>	
PN 接合	7
p 型半導体	6
p チャネル	9
<b>V</b>	
VLSI	6
<b>Z</b>	
z パラメータ	8

<b>あ</b>	
アクセプタ	6
アノード	7
イコライザ	7
イマジナリショート	10
エミッタ	8
エミッタ接地回路	8
エミッタフォロア	8
エンハンスメント型	9
オペアンプ	10
<b>か</b>	
カソード	7
カップリングコンデンサ	8
価電子帯	6
カレントミラー	8
カレントミラー回路	8
寄生容量	8
禁制帯	6
空乏層	7
ゲート	9
降圧チョッパ	7
コレクタ	8
コレクタ接地回路	8
コンパレータ	10
<b>さ</b>	
サイリスタ	9
非反転増幅器	11
遮断領域	8
シュミットトリガー	8
昇圧チョッパ	7

少数キャリア	5, 6
ショットキー接合	7
真性半導体	5
スイッチング作用	8
正帰還	9
静特性	8
整流	7
整流用ダイオード	7
積分器	11
線形領域	8
全波整流	7
増幅作用	8
ソース	9

---

た

ダーリントン	8
ダイアック	7
ダイオード	7
多数キャリア	5, 6
チャネル	9
チョッパ	7
ツェナー効果	7
ツェナーダイオード	7
定電圧ダイオード	7
定電流ダイオード	7
デプレッション型	9
電子	5, 6
電流源	9
等価回路	9
動作点	8
動特性	8
トータムポール	8
ドナー	5
トライアック	9
ドレイン	9
トンネル効果	6

---

な

熱暴走	6
-----	---

---

は

バーチャルショート	9
バイアス	8
バイパスコンデンサ	8
バイポーラトランジスタ	8
発光ダイオード	7
反転増幅器	10
半波整流	7
非反転増幅器	10
微分器	11
フェルミ準位	6
フォトトライアック	9
負帰還	9
不純物半導体	5
プッシュプル	8
ブレークダウン	7
ベース	8
ベース接地回路	8
ヘテロ接合	7
飽和領域	8
ホール	5, 6
ホトダイオード	7
ホモ接合	7
ボルテージフォロア	10

---

ら

リップル	7
励起	6