## 電子回路

最終コンパイル 平成 30 年 8 月 11 日

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者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 1.2. バンド理論 第 1. 半導体

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

#### 1.2 バンド理論

フェルミ準位

価電子帯

禁制帯

電子

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 型半導体を一つづつ接合させた 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
ホモ接合へ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
発光ダイオード
ダイアック
全波整流
半波整流
整流

チョッパー 昇圧チョッパー 降圧チョッパー 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 增幅作用 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 トーテムポール 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

π 型等価回路

T 型等価回路

電流源

フォトトライアック

#### 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

$$v_{in} = R_1 i \tag{4.1}$$

$$v_{in} = (R_1 + R_2)i + v_{out}$$

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

$$v_{in} = \left(v_{in} + \frac{R_2}{R_1}\right)v_{in} + v_{out}$$

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$(4.2)$$

非反転增幅器

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

$$v_{in} + R_2 i = v_{out}$$

$$v_{in} + R_2 \times \frac{v_{in}}{R_1} = v_{out}$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} v_{in} = v_{out}$$

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

$$(4.4)$$

ボルテージフォロア 非反転増幅器の特性

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \tag{4.5}$$

において、 $R_2=0, R_1=\infty$  とすれば

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

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 ミニをヒューズ 温度ヒューズ 限雷器 ガレーンズ 調電ストーカー ポリスタ

# 索引

<u>C</u>	あ
CMOS9	アクセプタ6
F	アノード7
FET9	イコライザ7
FE19	イマジナリショート10
<u>H</u>	エミッタ8
h パラメータ8	エミッタ接地回路8
	エミッタフォロア8
<u> </u>	エンハンスメント型9
IC6	オペアンプ10
J	か
JFET 9	カソード7
	カップリングコンデンサ8
<u>L</u>	価電子帯6
LSI6	カレントミラー8
M	カレントミラー回路8
MOSFET9	寄生容量8
11001 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 1	禁制帯6
<u>N</u>	空乏層7
n 型半導体5	ゲート9
n チャネル9	降圧チョッパー7
P	コレクタ8
PN 接合7	コレクタ接地回路8
p 型半導体	コンパレータ10
p 至十等体9	
p	<u> </u>
V	サイリスタ9
VLSI6	非反転増幅器11
	遮断領域8
<u>Z</u>	シュミットトリガー8
z パラメータ8	昇圧チョッパー7

少数キャリア5,6	な
ショットキー接合7	熱
真性半導体5	
スイッチング作用8	<u>は</u>
正帰還9	バ、
静特性8	バ
整流7	バ
整流用ダイオード7	バ
積分器11	発
線形領域8	反
全波整流7	半
增幅作用8	非
ソース9	微
た	ファファ
ダーリントン8	負!
ダイアック7	不
ダイオード7	プ
多数キャリア	ブ
チャネル9	べ・
チョッパー7	べ・
ツェナー効果7	^.
ツェナーダイオード7	飽
定電圧ダイオード7	ホ、
定電流ダイオード7	ホ
デプレッション型9	ホ:
電子5,6	ボ
電流源9	
等価回路9	<u>6</u>
動作点8	リ
動特性8	励,
トーテムポール8	
ドナー5	
トライアック9	
ドレイン9	
トンネル効果6	

熱暴走	<u>′</u>	
バーチャルショート		
バイパスコンデンサ	は	
バイパスコンデンサ	バーチャルショート	9
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       16         半皮転増幅器       16         カンルミ準位       6         フォトトライアック       6         資保       5         アがシュプル       6         ガレークダウン       7         ベース接地回路       8         ベース接合       8         ホール       5         ホモ接合       7         ボルテージフォロア       16         5       1         リップル       7	バイアス	8
発光ダイオード10反転増幅器10半波整流15非反転増幅器16フェルミ準位17フォトトライアック19負帰還19不純物半導体17ブレークダウン17ベース接地回路18ベテロ接合18ホール19ホール10ち10	バイパスコンデンサ	8
反転増幅器 10 半波整流 10 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 ブレークダウン 7 ベース 接地回路 8 ベース 接地回路 8 ペテロ接合 9 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	バイポーラトランジスタ	8
半波整流       1         非反転増幅器       1         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         ブレークダウン       6         ベース接地回路       5         ベース接地回路       5         ホール       5         ホール       5         ホモ接合       5         リップル       7	発光ダイオード	7
非反転増幅器 10 微分器 17 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 ブレークダウン 7 ベース 接地回路 8 ベース 接地回路 8 ペテロ接合 7 飽和領域 8 ホール 5,6 ホール 5,6 ホモ接合 7 ホモ接合 7 ホモ接合 7 ホモ接合 7 ホモジフォロア 10 ら リップル 7	反転増幅器	10
微分器	半波整流	7
フェルミ準位	非反転増幅器	10
フォトトライアック	微分器	11
負帰還	フェルミ準位	6
不純物半導体	フォトトライアック	9
プッシュプル	負帰還	9
ブレークダウン	不純物半導体	5
ベース	プッシュプル	8
ベース接地回路	ブレークダウン	7
ヘテロ接合	ベース	8
飽和領域	ベース接地回路	8
ホール	ヘテロ接合	7
ホトダイオード	飽和領域	8
ホモ接合	ホール	. 5, 6
ボルテージフォロア 10 ら リップル	ホトダイオード	7
ら リップル	ホモ接合	7
リップル	ボルテージフォロア	10
リップル	6	
励起		
	励起	6