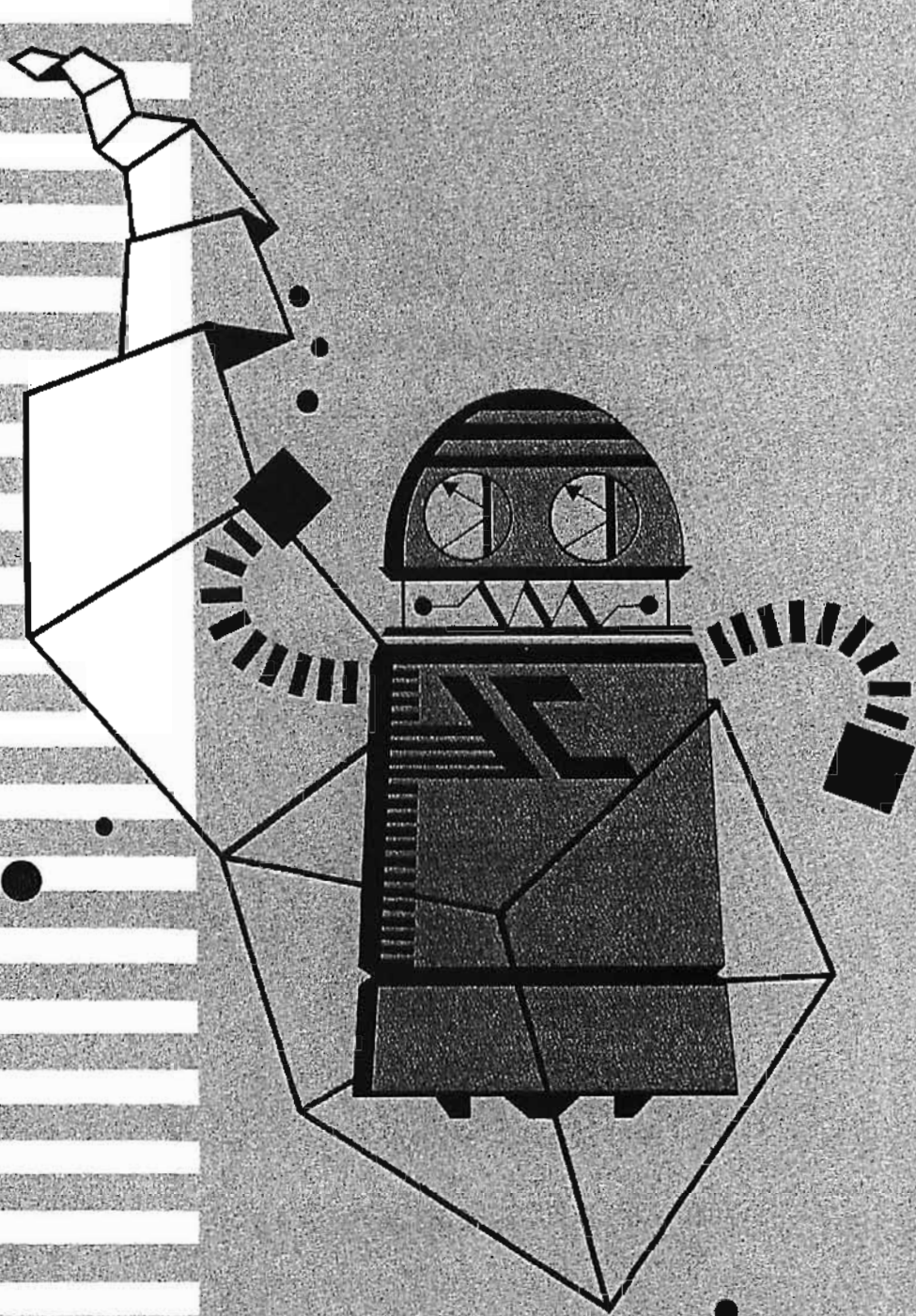


通信教育講座

半導体と電子回路の実際

デジタル編



JTEX

日本技能教育開発センター

●半導体と電子回路の実際(デジタル編)

CONTENTS

● 3ヵ月目学習 (T-3)

1章 デジタル回路の基礎 1

1. 微分・積分回路 3

 (1) 微分回路 3

 a. 三角波入力 3

 b. 正弦波入力 7

 (2) 積分回路 8

 a. 方形波入力 9

 b. 正弦波入力 11

2. 波形操作回路 14

 (1) パルス信号 14

 a. パルス波形の定義 14

 b. パルスの微分・積分 15

 (2) マルチバイブレータ 20

 a. 非安定マルチバイブレータ 20

 b. 単安定マルチバイブレータ 22

3. F/Vコンバータ・V/Fコンバータ 25

 (1) F/Vコンバータ 25

 a. F/Vコンバータの動作 25

 b. 実用F/Vコンバータ 27

 (2) V/Fコンバータ 29

 a. V/Fコンバータの動作 29

 b. 実用V/Fコンバータ 32

4. パルスの制御回路	34
(1) PWM電圧制御	34
a. PWMの動作	34
b. PWM電圧制御の応用	37
(2) PAM電圧制御とPLL制御	39
a. PAM電圧制御	39
b. PLL制御	40
2章 論理回路の基礎	45
1. 論理回路の数値	47
(1) 情報量	47
a. 2進数・8進数・16進数・BCD	47
b. 2進数の四則演算・補数演算	51
(2) 論理代数	57
a. ブール代数とベン図	57
b. カルノー図	61
2. ゲート回路	64
(1) 基本ゲート	64
a. OR・AND・NOTゲート	64
b. NOR・NANDゲート	69
(2) 論理のいろいろ	73
a. 正論理と負論理	73
b. EXORとEXNOR	77
3. フリップフロップ回路	79
(1) フリップフロップ回路	79
a. RSラッチ	79
b. JKフリフロ	82
(2) フリフロのいろいろ	85
a. DラッチとDフリフロ	85
b. Tフリフロ	88
4. シフトレジスタとカウンタ	91
(1) シフトレジスタ	91

- a. 直列と並列 91
- b. 右シフトと左シフトのレジスタ 95
- (2) カウンタ 98
 - a. 非同期式カウンタ 98
 - b. 同期式カウンタ 102

● 4ヵ月目学習 (T-4)

3章 デジタル制御回路	107
1. 制御信号の選択と符号化	109
(1) マルチプレクサとデマルチプレクサ	109
a. マルチプレクサ	109
b. デマルチプレクサ	112
(2) エンコーダとデコーダ	116
a. エンコーダ	116
b. デコーダ	118
2. タイマ回路	122
(1) タイマのいろいろ	122
a. オンデイレとオフデイレ	122
b. オペアンプのタイマ回路	123
(2) デジタルタイマ	126
a. タイマICのタイマ回路	126
b. タイマICの発振回路	127
3. シーケンス制御	128
(1) シーケンスの基本	128
a. 回路図の流れ	128
b. 展開接続図	131
(2) プログラマブルコントローラ(PC)	133
a. PCのシステム	133
b. PCの動作	139
4. D/AコンバータとA/Dコンバータ	142
(1) D/Aコンバータ	142

- a. コードのいろいろ 142
- b. D/Aコンバータ 144
- (2) A/Dコンバータ 149
 - a. 変換方式のいろいろ 149
 - b. 帰還比較形のA/Dコンバータ 150

4章 マイコンと制御 155

1. CPUと周辺回路 157

- (1) CPUと動作 157
 - a. CPU 157
 - b. CPUの動作 162
- (2) インタフェースとメモリ 163
 - a. インタフェース 164
 - b. メモリ 171

2. 入出力回路 175

- (1) 入力回路 175
 - a. キー(Key)の入力 175
 - b. その他入力回路 176
- (2) 出力回路 180
 - a. ダーリントン接続とオープンコレクタ 180
 - b. オープンコレクタの出力回路 180

3. DCモータの制御 183

- (1) DCモータ 183
 - a. DCモータの原理 183
 - b. DCモータのいろいろ 187
- (2) DCモータの制御回路 189
 - a. 制御システム 189
 - b. マイコンの制御 193

4. ステッピングモータの制御 199

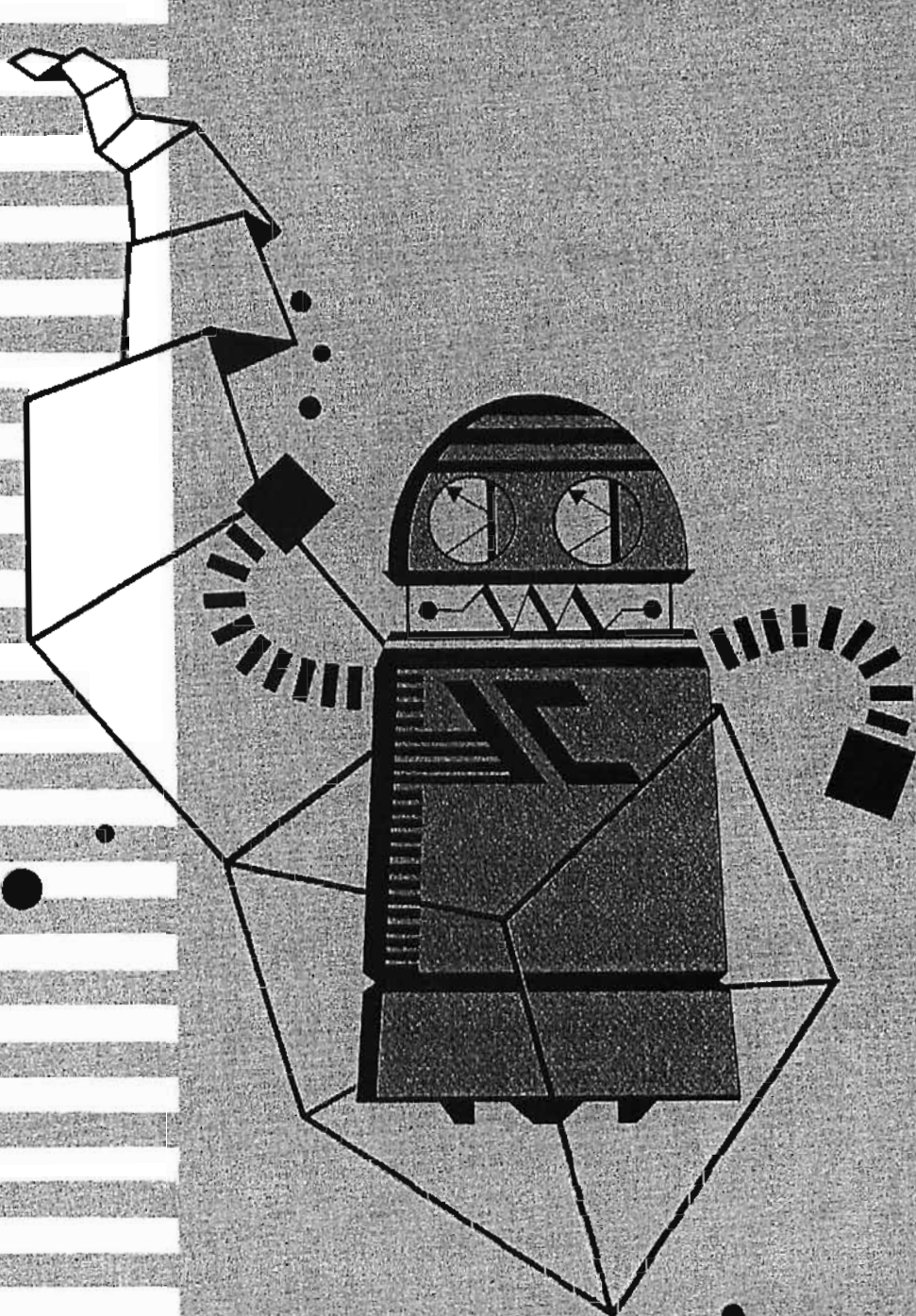
- (1) ステッピングモータ 199
 - a. ステッピングモータの原理 199
 - b. ステッピングモータのいろいろ 202

(2) ステッピングモータの制御回路	203
a. 制御システム	203
b. マイコンの制御	207
5章 デジタル回路応用例	211
1. スペクトラム拡散通信実験	213
(1) スペクトラム拡散通信概要	213
(2) スペクトラム拡散方式	213
a. 変復調方式	214
b. PN系列	215
c. 同期補足と同期保持	216
(3) 調歩同期	218
(4) 実験回路	219
a. A/D変換部	224
b. 調歩同期回路部	226
c. 擬似ランダム符号発生回路, 変調部	232
d. PLL部	237
2. テレビ実験	240
(1) テレビの同期	240
(2) LED方式テレビ実験回路	241
a. 同期回路部	246
b. タイミング回路部	248
c. 表示部	259
さくいん	261

通信教育講座

半導体と電子回路の実際

アナログ編



JTEX
3*** 日本技術教育研究センター

●半導体と電子回路の実際(アナログ編)

CONTENTS

● 1ヵ月目学習	(T-1)
1章 半導体の性質	1
1. 物質の基本的性質	3
(1) 原子の構造	3
(2) 物質の成り立ち	5
a. イオン結合	5
b. 共有結合	7
c. 金属結合	7
d. 分子結合	8
(3) 電気抵抗から見た分類	8
2. 真性半導体と不純物半導体	11
(1) 半導体のキャリア	11
(2) N形半導体	13
(3) P形半導体	15
3. 電子エネルギーの表し方	17
(1) エネルギーバンド図	17
(2) フェルミ準位	19
(3) 不純物半導体のエネルギーバンド図	20
4. P-N接合半導体の動作	22
(1) P-N接合	22
(2) P-N接合の整流作用	24
(3) 降伏現象	27
5. トランジスタの基本動作	29

6. FET (電界効果トランジスタ)	34
(1) 接合形FET	34
(2) MOS FET	37
7. 光半導体	40
(1) 受光素子	40
a. 光導電素子の動作原理	40
b. 光起電現象	42
(2) 発光素子	42
2章 受動素子の性質	45
1. 抵抗(R)回路	47
(1) オームの法則	47
(2) 抵抗の使い方	48
a. 電流調整器としての利用	48
b. 電圧分割器としての利用	49
(3) 正弦波交流の表し方	52
a. 瞬時値	52
b. 実効値と平均値	54
(4) 抵抗回路の電圧と電流	57
2. インダクタンス(L)回路	59
(1) 電磁誘導作用と誘導起電力	59
(2) 自己インダクタンス(L)	60
(3) 相互インダクタンス	62
(4) 誘導リアクタンス	63
(5) 正弦波交流のベクトル表示	65
(6) トランス	68
a. トランスの巻線比と電圧・電流の関係	68
b. インピーダンス整合	70
3. 静電容量(C)回路	72
(1) 静電容量と電荷	72
(2) コンデンサの接続	73
(3) 交流電源の接続	75

(4) 容量リアクタンス	77
4. 組み合わせ回路	79
(1) R-C回路	79
a. 直列接続	79
b. 並列接続	82
(2) R-L回路	84
(3) R-L-C回路	84
a. 直列接続	84
b. 並列接続	86
5. 交流回路の電力	91
(1) Rだけの回路	91
(2) LまたはCだけの回路	92
(3) R・L・Cを含む回路	93
3章 能動素子の基本的特性と使い方	97
1. トランジスタ	99
(1) トランジスタの種類	99
(2) 電気的性能の表し方	102
(3) 基本的な使い方	104
a. トランジスタによる増幅の意味	104
b. バイアス回路	105
(4) 負荷と負荷線	109
a. 直流負荷線	109
b. 交流負荷線	110
(5) 等価回路	114
(6) 増幅度と利得	117
(7) 接地形式	119
2. FET	121
(1) 種類と特徴	121
(2) 増幅度の表し方	123
(3) バイアスの与え方	124
(4) 増幅度の求め方	125

3. OPアンプ	127
(1) OPアンプの概要	127
a. 条件と図記号	127
b. OPアンプの種類と名称	128
(2) OPアンプの等価回路	131
a. 差動増幅回路	132
b. 直流増幅回路	134
c. 出力回路	134
(3) OPアンプの特性	136
a. オフセット	136
b. バイアス	137
c. 同相信号除去比: CMR	138
d. スルーレート	138
e. その他の特性	139
(4) 使用上の注意	139
4. IC	142
(1) アナログICの種類	142
(2) デジタルICの種類	144
(3) 論理レベル	145
(4) 等価回路	147
(5) 論理図記号	150
● 2ヵ月目学習	(T-2)
4章 OPアンプ回路	153
1. OPアンプ回路	155
(1) 反転増幅回路	155
(2) 非反転増幅回路	157
(3) 加算回路	158
(4) 減算回路	160
(5) 微積分回路	161
(6) コンパレータ	166

- (7) パルス発生回路 169
- (8) 関数発生回路 170
- (9) 実際のOPアンプ回路を作るに当たっての基本的な留意事項 172
 - a. オフセット補正抵抗 172
 - b. R_1 , R_2 の選定 174
 - c. 周波数特性 176

5章 電子回路..... 179

1. 増幅回路..... 181

- (1) 増幅回路の種類 181
 - a. 周波数による分類 181
 - b. 信号レベルによる分類 182
 - c. バイアスによる分類 182
 - d. 周波数帯域幅 183
- (2) 低周波増幅回路 184
 - a. 小信号増幅回路 184
 - b. 負帰還増幅回路 188
 - c. 大信号増幅回路 192
- (3) 高周波増幅回路 198
 - a. 等価回路 198
 - b. 結合回路 200
 - c. 小信号増幅回路 202
 - d. 大信号増幅回路 202

2. 発振回路..... 204

- (1) 用途と種類 204
 - a. CR発振器 205
 - b. LC発振器 205
 - c. 水晶発振器 205
 - d. セラミック、メカニカル振動子 205
- (2) 発振の原理と条件 206
- (3) CR発振回路 207
 - a. CR移相形発振回路 207

b. ブリッジ形発振回路	209
(4) LC発振回路	211
a. 同調形発振回路	211
b. 三素子形発振回路	212
(5) 水晶発振回路	214
a. 水晶の電気的特性	214
b. 水晶発振回路	215
3. 変・復調回路	217
(1) 変調の理論	217
a. 振幅変調(AM)	217
b. 周波数変調(FM)	220
c. 位相変調(PM)	222
(2) AM回路	225
a. 変調回路	225
b. 復調回路	230
(3) FM回路	232
a. 変調回路	232
b. 復調回路	234
(4) PM変調回路	237
4. 電源回路	241
(1) 整流回路	241
a. 半波整流回路	241
b. 全波整流回路	242
(2) 平滑回路	244
(3) 安定化回路	245

付録 電気用図記号