

目 次

第1章 パワースイッチング工学の基本事項

1.1 電力変換における磁気素子の役割	2
1.2 電力変換の方式	4
1.3 電圧源と電流源および負荷	5
1.4 パワーエレクトロニクスにおける応用	9
1.5 Excelによるスイッチング回路のシミュレーション	10
1.6 EMC問題とその認識	14
問 題	15

第2章 パワースイッチング用半導体デバイス

2.1 シリコン物性の基本事項	17
2.2 pn接合とダイオード	19
2.2.1 pinダイオード	22
2.2.2 少数キャリア蓄積効果	23
2.2.3 スナバ回路	24
2.3 パワートランジスタ	26
2.4 サイリスタ	29
2.5 GTO・GCTサイリスタ	32
2.6 MOSFET	34
2.7 IGBT	36
2.7.1 トレンチ構造IGBT	38
2.7.2 PMとIPM	39
2.8 ショットキーバリアダイオード	41
2.9 パワーデバイスの特性比較	42
2.10 パワーデバイスの使用法	45
2.10.1 ゲートドライブ	45
2.10.2 デバイスの放熱	46
2.10.3 異常電圧対策	47
2.10.4 異常電流対策	47
問 題	47

第3章 直流 - 直流変換

3.1 降圧チョッパ	49
3.2 昇圧チョッパ	51
3.3 昇降圧チョッパ	52
3.4 チョッパの動作モードと動作解析法	54
3.4.1 電流連続モードと状態平均法	55
3.4.2 電流不連続モードとエネルギーバランス法	57
3.4.3 負荷としてのチョッパの機能	60
3.5 四象限チョッパ	65
3.5.1 四象限チョッパの制御：3レベルと2レベル	66
3.5.2 デッドタイム	69
3.6 絶縁形変換回路とDC-DCコンバータ	70
3.6.1 二巻線リアクトルと変圧器	70
3.6.2 実用回路Ⅰ：フライバックコンバータ	73
3.6.3 実用回路Ⅱ：フォワードコンバータ	75
3.6.4 実用回路Ⅲ：フルブリッジコンバータ	78
問 題	80

第4章 直流 - 交流変換

4.1 単相インバータ	83
4.2 三相インバータ	89
4.2.1 三角波比較法によるPWM制御	90
4.2.2 座標変換による三相量の一括処理——空間ベクトル法	92
4.2.3 三相交流回路の空間ベクトル表示	94
4.2.4 空間ベクトルの回転座標系への変換	98
4.2.5 三相インバータによる空間電圧ベクトルの発生	103
1. 直接空間ベクトル法	104
2. 実用空間ベクトル法	106
3. 空間ベクトル法の利点	109
4. 制御用マイクロプロセッサの機能	112
4.2.6 空間ベクトルを用いた回路解析	113
4.2.7 同期PWMと非同期PWM	118
4.3 電流源インバータ	119
4.3.1 電流形インバータ	119
4.3.2 電流制御インバータ	122
1. a-b-c座標系における制御	122

2. ヒステリシスコンパレータによる制御	123
3. 回転座標系における制御	126
4.4 高電圧インバータおよび大電力インバータ	129
4.4.1 NPCインバータ(3レベルインバータ)	130
4.4.2 多重インバータ	134
1. 出力側変圧器結合多重インバータ	134
2. 入力側変圧器結合多重インバータ	134
問 題	136

第5章 交流 - 直流変換

5.1 単相半波整流回路と偏磁現象	139
5.2 単相全波(ブリッジ)整流回路	141
5.3 三相全波整流回路	146
5.3.1 三相ブリッジダイオード整流回路	146
5.3.2 三相ブリッジ制御整流回路	148
5.3.3 三相整流回路の転流重なり現象	152
5.3.4 制御整流回路のインバータ動作	155
5.3.5 三相整流回路の諸量	156
5.3.6 多重整流回路——大電力用整流回路	158
5.3.7 複合整流回路	162
5.3.8 PWMコンバータ	164
5.3.9 倍電圧整流回路と複数倍電圧整流回路	168
5.3.10 PAM & PWMインバータ	169
5.3.11 直流リアクトルと交流リアクトル	170
問 題	171

第6章 交流 - 交流変換

6.1 間接形交流-交流変換回路	175
6.1.1 電流形交流-交流変換回路	175
6.1.2 電圧形交流-交流変換回路	177
6.2 サイクロコンバータ	178
6.3 交流スイッチ制御	182
6.3.1 小容量交流スイッチと抵抗回路制御	182
6.3.2 大容量交流スイッチとLR回路制御	183
6.3.3 大容量交流スイッチによるコンデンサ回路制御	185
問 題	186

第7章 その他のスイッチング技術

7.1 共振形変換回路	187
7.1.1 直列共振変換回路	187
1. 電流進みモード	188
2. 電流遅れモード	190
7.1.2 並列共振変換回路	192
7.2 準共振形ソフトスイッチング技術	193
7.2.1 電流形共振スイッチ	193
7.2.2 電圧形共振スイッチ	196
7.3 同期整流回路	199
問 題	201

第8章 パワーエレクトロニクス

8.1 交流電動機の可変速駆動	203
8.1.1 誘導機の V/f 制御	203
8.1.2 電流源インバータによるトルク制御	206
8.1.3 汎用インバータ	209
8.1.4 エアコンなどの家庭電化製品	210
8.1.5 揚水発電電動機と風力発電機	211
8.1.6 電車駆動	213
8.1.7 船舶の推進	213
8.2 電力系統応用	214
8.2.1 直流送電と周波数変換	214
8.2.2 アクティブフィルタ	215
8.2.3 力率補償装置	217
8.2.4 無停電電源装置	218
8.3 その他の応用	219
8.3.1 高周波加熱と電磁調理器	219
8.3.2 独立分散電源	221
8.3.3 インバータ点灯蛍光灯	222
問 題	223
参考文献	224
URL 情報	225
付録 一体化電源からの供給電力	226
問題解答	227
索 引	238