

## 目 次

## 第1章 直流モータ

1.1	直流モータの基本構造と種類	1
1.1.1	ロータとステータ	1
1.1.2	フィールドとアマチュア	1
1.1.3	電磁石モータ	2
1.1.4	永久磁石モータ	3
1.1.5	スロット形	5
1.1.6	スロットレス形	6
1.1.7	ムービングコイル形	6
1.1.8	ディスク形	7
1.1.9	プリント形	8
1.2	直流モータの原理	9
1.2.1	左手の法則	9
1.2.2	トルク定数	10
1.2.3	逆起電力定数と右手の法則	11
1.2.4	トルク対速度特性	12
1.2.5	ブラシとコミュテータ	13
1.2.6	転流と整流	14
1.3	選定と実装に関する諸問題	15
1.3.1	緒 言	15
1.3.2	アマチュア・インダクタンスと電気的時定数	15
1.3.3	減 磁	16
1.3.4	アマチュア構造とインダクタンス	17
1.3.5	黒鉛ブラシとコミュテータ表面	18
1.3.6	貴金属ブラシ	19
1.4	直流モータの伝達関数と諸定数	20
1.4.1	電気的時定数	20
1.4.2	機械的時定数	23
1.4.3	伝達関数の諸形式	25
1.4.4	負荷を含む伝達関数	27

1.4.5	駆動回路を含んだ伝達関数 .....	27
1.4.6	機械的時定数は小さいほど良い .....	29
1.4.7	パワーレート .....	30
1.4.8	静特性と伝達関数 .....	31
1.4.9	諸係数比較 .....	33

## 第2章 交流モータ

2.1	基本構造 .....	35
2.1.1	インナ・ロータ形 .....	35
2.1.2	アウト・ロータ形 .....	35
2.1.3	ステータの働き——回転磁界を発生する装置 .....	37
2.1.4	同期速度 .....	37
2.1.5	ロータの各種構造とモータの名称 .....	38
2.2	トルク発生の原理 .....	41
2.2.1	<i>BIL</i> だけでは不十分 .....	41
2.2.2	磁化によるトルクとその性質 .....	42
2.2.3	磁力線の張力による統一解釈 .....	43
2.3	非同期モータ .....	44
2.3.1	かご形誘導モータ .....	45
2.3.2	塊状鉄心モータ .....	47
2.3.3	表面導体モータ .....	49
2.3.4	ドラッグカップ・モータ .....	50
2.3.5	混成形 .....	51
2.4	同期モータ .....	51
2.4.1	レラクタンス・モータ .....	51
2.4.2	永久磁石モータ .....	54
2.4.3	ヒステリシス・モータ .....	55
2.5	回転磁界の形成と運転方式 .....	65
2.5.1	直流電源とインバータによる運転 .....	65
2.5.2	単相コンデンサ運転 .....	70
2.6	誘導モータの伝達関数 .....	75

## 第3章 ブラシレス・モータ

3.1	ブラシレス・モータとは .....	77
-----	-------------------	----

3.2	3相ブリッジ形モータ	78
3.3	直流モータとの関係と比較	81
3.3.1	ムービング・コイル形式のブラシレス・モータはありうるか	81
3.3.2	トルク特性の比較	82
3.3.3	トルク定数と逆起電力定数	83
3.3.4	転流のメカニズム	83
3.3.5	位置検出の方法	85
3.4	一方向通電形モータ	86
3.5	ホールモータ	88
3.5.1	ホール素子とホール効果	88
3.5.2	ホールモータの基本原理	89
3.5.3	速度制御機構を伴ったホールモータ	92

## 第4章 ステップモータ

4.1	ステップモータとは	96
4.2	原理と基本形式	99
4.2.1	VR形ステップモータ	99
4.2.2	ステップ角を小さくするには	101
4.2.3	VR形モータの定量的考察	102
4.2.4	モノファイラ巻とバイファイラ巻	106
4.2.5	単層分布形と多段形	107
4.2.6	ヘテロポーラ形とホモポーラ形	108
4.2.7	PM形ステップモータ	108
4.2.8	ハイブリッド形ステップモータ	109
4.2.9	リニア・ステップモータ	112
4.3	多相ステップモータの運転方式と応用	114
4.3.1	励磁方式	114
4.3.2	運転回路	119
4.4	ステップモータの閉ループ運転	122
4.5	ステップモータの特性に関する用語	126
4.6	VR形とハイブリッド形および直流モータとの比較	127
4.6.1	直流モータのステップ駆動	128
4.6.2	直流モータのPLL制御とステップモータ	133
4.6.3	発生トルクの比較	135

## 第5章 小形モータのフィードバック制御

5.1	直流サーボモータの速度制御	139
5.1.1	ブロック線図の考え方	139
5.1.2	定量的な表わし方	142
5.1.3	速度はどのように定まるか	144
5.1.4	速度変動について	145
5.1.5	ボード線図での考察	148
5.1.6	キャリヤ周波数の影響	152
5.1.7	サーボ系の安定判別	153
5.1.8	位相補償	154
5.1.9	サーボ回路の改善	156
5.2	誘導モータの速度制御	157
5.3	直流サーボモータによる位置の制御	158
5.3.1	基本的考え方	158
5.3.2	速度のフィードバックによる安定化	159
5.3.3	運転回路の一例	160
5.4	周波数制御と位相制御(PLL)の比較	161

## 第6章 モータの電気力学

6.1	電磁気学上の力にはどんなものがあるか	165
6.1.1	基本式	165
6.1.2	線形と非線形	166
6.1.3	(6.1)式はすべての非線形を含む	168
6.1.4	電磁モータと静電モータ	168
6.1.5	磁気分極(磁化)による力の表現について	169
6.2	回転力(トルク)の表現	170
6.2.1	基本式	170
6.2.2	非突極形のロータ	170
6.2.3	線形の場合	172
6.2.4	突極形ロータの取扱い方	172
6.3	トルクの面力による表現	174
6.3.1	体積力と面力	174
6.3.2	磁力線の傾斜によるトルク	176

6.3.3	ゴムひもの原理は注意を要する	177
6.4	ポインティングのベクトルによる考察	178
6.4.1	ポインティングのベクトル $\mathbf{E} \times \mathbf{H}$	178
6.4.2	ポインティングの定理の適用	178
6.4.3	回転しているロータの場合	179
6.4.4	トルクの面力表示（静電力を含むとき）	182
6.4.5	機械エネルギーを輸送するエネルギー・ベクトル	182
6.5	スティルチェス積分による磁化トルクの解析	183
6.5.1	スティルチェス積分	183
6.5.2	周期スティルチェス積分の応用	185
6.5.3	ヒステリシス・モータ	186
6.5.4	ステップモータ	191
付録1	単位換算表	197
付録2	実用計算式	198