

上巻目次

I 理論編

1. 線形サーボ理論	I - 1
1.1 サーボ機構の特性概説	I - 1
1.2 サーボ理論の基礎	I - 7
1.2.1 ラプラス変換	I - 7
1.2.2 ラプラス変換計算法	I - 10
1.2.3 ラプラス変換の重要定理	I - 12
1.2.4 ラプラス逆変換	I - 14
1.2.5 ラプラス変換による微分方程式の解法	I - 20
1.2.6 伝達関数	I - 25
1.2.7 ブロック線図	I - 36
1.2.8 信号伝達線図	I - 40
1.3 周波数応答	I - 45
1.3.1 ベクトル軌跡	I - 45
1.3.2 Bode 線図	I - 52
1.3.3 ゲイン-位相線図とNichols線図	I - 58
1.4 線形制御系の安定論	I - 63
1.4.1 安定論の基礎	I - 63
1.4.2 Routhの安定判別	I - 63
1.4.3 Hurwitzの安定判別	I - 65
1.4.4 Nyquistの安定論	I - 65
1.5 線形制御系の安定度論	I - 72
1.5.1 安定度	I - 72
1.5.2 Nyquist法の安定度論への拡張	I - 73
1.5.3 位相余有とゲイン余有	I - 74
1.5.4 M_p 規範	I - 76
1.6 定常偏差と過渡応答	I - 79
1.6.1 定常偏差	I - 79
1.6.2 過渡応答	I - 81
1.7 根軌跡法	I - 85
1.8 線形サーボのシンセシス	I - 97

1.8.1	特性補償	I - 97
1.8.2	サーボ機構の設計仕様と設計手順	I - 109
2.	非線形サーボ理論	I - 119
2.1	非線形性	I - 119
2.1.1	非線形性の定義	I - 119
2.1.2	非線形性の種類	I - 119
2.1.3	非線形系の性質	I - 122
2.2	非線形制御系の解析	I - 124
2.2.1	位相面解析法	I - 124
2.2.2	記述関数法	I - 139
2.2.3	非線形系特有の現象	I - 156
2.2.4	非線形最適サーボ	I - 162
3.	サンプル値サーボ理論	I - 168
3.1	サンプル値制御理論の基礎	I - 168
3.1.1	サンブラ	I - 168
3.1.2	z 変換	I - 171
3.1.3	パルス伝達関数	I - 177
3.1.4	閉ループサンプル値系	I - 179
3.1.5	逆 z 変換	I - 181
3.1.6	ホールド回路	I - 183
3.2	サンプル値制御系の安定論	I - 186
3.2.1	安定論の基礎	I - 186
3.2.2	Hurwitz の安定判別	I - 188
3.2.3	拡張されたNyquist安定論	I - 189
3.2.4	Nyquist安定論	I - 191
3.2.5	根軌跡法	I - 194
3.3	拡張 z 変換とかけの応答	I - 196
3.3.1	拡張 z 変換	I - 196
3.3.2	かけの応答	I - 198
3.4	閉ループサンプル値系の定常偏差と過渡応答	I - 203
3.4.1	定常偏差	I - 203
3.4.2	過渡応答	I - 204
3.5	サンプル値制御系の計画	I - 208
3.5.1	連続補償	I - 208
3.5.2	デジタル補償	I - 209

3.5.3 能動的デジタル制御装置による補償と有限整定時間応答	I - 212
4. 統計的サーボ理論	I - 221
4.1 統計的制御理論の基礎	I - 221
4.1.1 確率論概説	I - 221
4.1.2 相関関数	I - 226
4.1.3 パワースペクトル	I - 231
4.2 サーボ理論における統計的手法	I - 241
4.2.1 統計的手法による動特性測定法	I - 241
4.2.2 サーボの2乗平均偏差	I - 242
5. 状態ベクトルシステム理論	I - 253
5.1 動的システム（1次系）とその表現	I - 253
5.1.1 数学的準備	I - 253
5.1.2 1次連続時間系	I - 254
5.1.3 1次離散時間系	I - 256
5.2 連続時間系	I - 258
5.2.1 状態方程式と出力方程式	I - 258
5.2.2 s 領域における諸関係、伝達関数行列	I - 258
5.2.3 状態方程式の解、遷移行列	I - 259
5.3 離散時間系	I - 261
5.3.1 状態方程式と出力方程式	I - 261
5.3.2 z 領域における諸関係	I - 261
5.3.3 状態方程式の解	I - 262
5.4 座標変換と対角比	I - 264
5.4.1 座標変換と固有値	I - 264
5.4.2 対角比	I - 264
5.5 可制御性と可観測性	I - 267
5.5.1 モード領域における可制御性と可観測性	I - 267
5.5.2 可制御の条件	I - 268
5.5.3 可観測の条件	I - 270
5.6 伝達関数から状態空間モデルの作成	I - 272
6. 最適サーボ理論	I - 274
6.1 一般論	I - 274
6.1.1 最適制御問題	I - 274
6.1.2 最大原理	I - 278

6.1.3	ダイナミック・プログラミングの利用	I	279
6.1.4	最適制御の問題点と対策	I	282
6.2	最短時間制御系	I	283
6.2.1	問題の設定	I	283
6.2.2	随伴方程式とハミルトニアン	I	284
6.2.3	いろいろな解法	I	285
6.3	レギュレータ系	I	294
6.3.1	線形最適レギュレータ系	I	294
6.3.2	リカッチ方程式の解法	I	297
6.3.3	ナイキスト線図と感度	I	299
6.3.4	極の漸近的性質と周波数特性	I	302
6.4	最適追従系	I	308
6.4.1	最適追従制御系の設計法	I	309
6.4.2	条件つき安定性と ρ の決定法	I	312
6.4.3	Q, N の決定法と S_c^* の設計アルゴリズム	I	315
6.4.4	数値例	I	318
7.	状態推定フィルタ理論	I	324
7.1	カルマンフィルタ	I	324
7.1.1	フィルタの目的と問題の定式化	I	324
7.1.2	カルマンフィルタの定式化	I	325
7.1.3	実用上の技法と問題点	I	329
7.1.4	連続系のフィルタ	I	334
7.1.5	最適平滑(smoothing)	I	335
7.2	オブザーブ	I	338
8.	状態フィードバックサーボ理論	I	341
8.1	極指定	I	341
8.1.1	極指定可能条件	I	341
8.1.2	極指定の方法	I	343
8.2	非干渉制御	I	349
8.2.1	非干渉化できるための条件およびその方法	I	349
8.2.2	極配置を考慮した非干渉化	I	353

II サーボ機構の構成

1. 一般構成	II - 1
2. 電気サーボ	II - 8
2.1 電気サーボの分類	II - 8
2.1.1 DCサーボとACサーボ	II - 8
2.1.2 電気サーボの将来展望	II - 11
2.2 DCサーボの構成と特性	II - 13
2.2.1 DCサーボモータの基本動作と伝達関数	II - 13
2.2.2 タコジェネフィードバック補償のあるDCサーボ系の構成と伝達関数	II - 14
2.2.3 位置決めDCサーボ系の構成と特性	II - 15
2.3 ACサーボの構成と特性	II - 17
2.3.1 2相サーボモータの動作と伝達関数	II - 17
2.3.2 2相サーボモータによるACサーボ位置決め系の構成例	II - 18
2.3.3 ベクトル制御ACサーボモータの構成と特性	II - 18
2.4 デジタルサーボの構成と特性	II - 20
2.4.1 デジタルサーボの定義	II - 20
2.4.2 デジタルDCサーボのねらい	II - 21
2.4.3 デジタルサーボの構成：その1(パルス列入力デジタルサーボ)	II - 21
2.4.4 デジタルサーボの構成：その2(BCD並入力デジタルサーボ)	II - 23
3. 油圧サーボ	II - 26
3.1 油圧サーボの構成と分類	II - 26
3.1.1 油圧サーボの特徴	II - 26
3.1.2 油圧サーボの基本構成	II - 26
3.1.3 油圧サーボの分類	II - 27
3.1.4 油圧サーボの具体的構成例	II - 28
3.2 油圧サーボ要素の特性	II - 32
3.2.1 案内弁	II - 32
3.2.2 電気・油圧サーボ弁	II - 34
3.2.3 可変容積形ポンプ	II - 38
3.2.4 配管	II - 40
3.2.5 油圧シリンダ	II - 41
3.2.6 油圧モータ	II - 43
3.3 油圧サーボの特性表示と解析	II - 45

3.3.1 弁制御方式	II-45
3.3.2 容積制御方式	II-55
3.4 油圧サーボの設計	II-62
3.4.1 仕様の整理	II-62
3.4.2 系の構成	II-62
3.4.3 機器の選定	II-63
3.4.4 制御性能の計算と改善方法の検討	II-65
4. 空気圧サーボ	II-66
4.1 空気圧サーボの基本構成	II-66
4.2 オリフィスの特性	II-67
4.3 空気圧ノズル・フラツパ系	II-69
4.4 空気圧サーボ弁の伝達関数	II-72
4.5 案内弁・シリンダ	II-73
5. 速度サーボ	II-77
5.1 速度サーボの定義	II-77
5.2 速度サーボ系の構成	II-78
5.2.1 サーボモータの伝達関数	II-79
5.2.2 速度サーボ系の伝達関数	II-79
5.3 PLL制御	II-81
5.3.1 PLL制御とは	II-81
5.3.2 PLL制御によるモータ速度制御	II-82
5.4 同期運転	II-84
5.4.1 アナログ同期運転	II-84
5.4.2 デジタル同期運転	II-88

III 要素・機器編

1. 検出要素	III-1
1.1 ポテンシオメータ	III-1
1.1.1 ポテンシオメータの分類	III-1
1.1.2 ポテンシオメータの構造と性能	III-2
1.1.3 ポテンシオメータの抵抗素子	III-3
1.1.4 ポテンシオメータの構造	III-5
1.1.5 ポテンシオメータの取付種類	III-6
1.1.6 ポテンシオメータ用語解説	III-6
1.1.7 ポテンシオメータの応用	III-11
1.1.8 ポテンシオメータの注意点と選定方法	III-11
1.1.9 使用上の注意	III-14
1.1.10 ポテンシオメータの選定	III-14
1.2 シンクロ、レゾルバ	III-17
1.2.1 種類と構造	III-17
1.2.2 一般原理	III-20
1.2.3 巻線	III-24
1.2.4 性能	III-25
1.2.5 シンクロ／デジタル変換器	III-27
1.2.6 シンクロの選定法	III-28
1.3 インダクトシン	III-31
1.3.1 構造	III-31
1.3.2 動作原理	III-32
1.3.3 インダクトシンの種類と仕様	III-34
1.3.4 取扱方法	III-36
1.4 磁気応用変位変換器	III-42
1.4.1 差動変圧器	III-42
1.4.2 短絡リング式差動変圧器	III-49
1.4.3 可動結合子式変位変換器	III-50
1.4.4 渦電流式変位変換器	III-51
1.4.5 磁気平衡式角度変換器	III-52
1.4.6 半導体形変換器	III-53
1.4.7 超音波式変位変換器	III-55
1.5 エンコーダ	III-58

1.5.1 エンコーダの原理	III - 58
1.5.2 エンコーダの種類	III - 59
1.5.3 インクリメンタル型エンコーダ	III - 63
1.5.4 使用目的別のエンコーダ	III - 67
1.6 光電顕微鏡	III - 72
1.6.1 光電顕微鏡の基本構成	III - 72
1.6.2 走査型光電顕微鏡	III - 74
1.6.3 静止型光電顕微鏡	III - 81
1.6.4 エッジセンサ	III - 83
1.7 磁気スケール	III - 85
1.8 レーザ干渉計	III - 90
1.8.1 レーザ干渉計とは	III - 90
1.8.2 レーザ光源	III - 90
1.8.3 マイケルソン干渉計	III - 92
1.8.4 2波長レーザを用いたレーザ干渉計	III - 93
1.8.5 ホログラフィを用いたレーザ干渉計	III - 95
1.9 容量形検出器	III - 96
2. 増幅、補償要素・機器	III - 104
2.1 サーボ増幅器	III - 104
2.1.1 サーボ増幅器の分類	III - 104
2.1.2 位相制御式サイリスタ増幅器	III - 105
2.1.3 パルス幅変調式トランジスタ増幅器	III - 118
2.2 補償回路	III - 129
2.2.1 ゲインの決定	III - 130
2.2.2 位相進み回路による補償	III - 130
2.2.3 位相遅れ回路による補償	III - 132
2.2.4 位相遅れ・進み回路	III - 132
2.2.5 補償の実施法	III - 133
2.2.6 実例	III - 136
2.3 速度発電機	III - 140
2.3.1 永久磁石形交流速度発電機	III - 140
2.3.2 誘導速度発電機	III - 141
2.3.3 永久磁石形直流速度発電機	III - 151
2.4 流体式ダンパ	III - 153
2.5 クラッチ・ブレーキ	III - 155
2.5.1 クラッチ・ブレーキの分類	III - 155

2.5.2	電磁クラッチ・ブレーキの構造と特徴	III-155
2.5.3	電磁クラッチ・ブレーキの特性と励磁回路	III-159
2.5.4	クラッチ・ブレーキの選定	III-164
2.6	案内弁	III-170
2.7	電気油圧サーボ弁	III-174
2.7.1	サーボ弁の構造	III-174
2.7.2	サーボ弁の分類	III-174
2.7.3	サーボ弁の特性表示方法と特性試験	III-177
2.7.4	サーボ弁取り扱い上の注意	III-180
2.7.5	サーボ弁の選定	III-183
2.8	空気圧機器	III-189
2.8.1	空気圧機器一般	III-189
2.8.2	空気圧フィルタ	III-192
2.8.3	減圧弁	III-195
2.8.4	ルブリケータ	III-197
2.8.5	サーボ弁	III-199
2.8.6	電磁弁	III-201
2.8.7	消音器	III-206
2.8.8	その他	III-207
3.	アクチュエータ	III-209
3.1	サーボ電動機	III-209
3.1.1	DC低慣性サーボモータ	III-209
3.1.2	低速大トルクDCサーボ電動機	III-230
3.1.3	プリントモータ	III-251
3.1.4	カップモータ形プリントモータ	III-261
3.1.5	AC 2相サーボモータ	III-275
3.1.6	スピンドルモータ	III-294
3.2	ステップモータ	III-306
3.2.1	概要	III-306
3.2.2	各種ステップモータの動作原理及び特徴	III-307
3.2.3	ステップモータの諸特性	III-316
3.2.4	ステップモータの使用法	III-324
3.2.5	ステップモータの選定方法	III-337
3.2.6	各種ステップモータの仕様ならびに特性	III-342
3.3	油圧アクチュエータ	III-356
3.3.1	油圧シリンダ	III-356

3.3.2 回転油圧モータ	III-369
3.3.3 油圧トランスミッション	III-384
3.3.4 油圧ユニット	III-393
3.4 空気圧アクチュエータ	III-402
3.4.1 空気圧アクチュエータ一般	III-402
3.4.2 空気圧シリンダ	III-403
3.4.3 揺動形アクチュエータ	III-409
3.4.4 空気圧モータ	III-412
3.4.5 ポジショナ	III-414

資料編

索引

