

目 次

著者のことば	(1)
増補改訂にあたって	(3)

第1章 数値制御序説

1.1 数値制御の誕生	1
1.2 アメリカのNC工作機械の開発その後	4
1.3 わが国のNC工作機械の開発と実用化への現状	8
1.4 NC 機械はどのように働くのか?	11
1.4.1 NC タレット・パンチプレス	12
1.4.2 NC フライス盤	15
1.5 NC 機械の種類	18
1.5.1 位置決め制御	18
1.5.2 位置決め/直線切削制御	19
1.5.3 輪郭制御	20

第2章 デジタル技術の基礎知識

2.1 デジタル技術とNC	21
2.2 論理素子	21
2.3 固体素子	27
2.4 NOR, NAND, CD 素子とその利点	30
2.5 数のシステムと表現	31
2.5.1 数の表現法と10進数と2進数	31
2.5.2 2進化10進法	32
2.5.3 単位距離符号	33
2.5.4 代表的な単位距離符号(グレー符号)	35

(1) グレー符号より純2進符号への変換法則	35
(2) 純2進符号よりグレー符号への変換法則	35
2.5.5 単位距離 BCD 符号	36
2.5.6 負の数の表現としての補数	38
2.6 基本演算回路としての加算と減算	38
2.6.1 2進数の加減算	38
2.6.2 10進数の加減算	40
2.6.3 3余り BCD とペサリック符号	42
2.7 順列符号	42
2.7.1 「2-out-of-5」符号	44
2.8 符号変換回路	45
2.8.1 BCD の9の補数回路	45
2.8.2 BCD および 2-out-of-5 符号の10進数変換回路	46
2.9 レジスタ	47
2.10 カウンタ (計数回路)	50

第3章 検出装置

3.1 位置検出装置	53
3.2 目盛線の光電的読取り	53
3.3 格子を利用する検出器 (モアレ縞)	57
3.4 磁気格子を利用する検出器	62
3.5 興味ある主・副尺検出系	63
3.5.1 光電的方式	63
3.5.2 電磁的方式	67

第4章 制御テープ

4.1 制御テープ	71
4.2 制御テープの符号 (コード)	72
4.3 テープ・フォーマット	76
1) シーケンス番号	76
2) 準備機能	76
3) 数値語	76
4) 送り速度	77
5) 主軸回転数	78
6) 工具選択機能	78
7) 補助機能	79
4.4 G-機能の説明	79
4.4.1 円弧補間	79

4.4.2	ねじ切り	80
4.4.3	多軸マシンの制御軸の選択	81
4.4.4	その他のG-機能の説明	81
4.5	M-機能の説明	82
4.6	フォーマット・クラシフィケーション	82
(1)	NC マシンのタイプ	83
(2)	フォーマット・クラシフィケーションの略記	83
(3)	フォーマット・ディテール	84
4.7	フォーマットのタイプ	85

第5章 数値制御の方式

NC のクラス	87
5.1 位置ぎめ制御の2方式	88
5.1.1 インCREMENTAL方式	88
5.1.2 絶対値方式 (アブソリュート方式)	90
5.2 INCREMENTAL方式	92
5.2.1 ノイズの防止	92
5.2.2 パルスモータを用いる方式	93
5.2.3 特殊なINCREMENTAL的方式	94
5.3 絶対値方式	98
5.3.1 アナログ方式	98
5.3.2 DA 変換器	99
5.3.3 レゾルバ方式の新しい考案	102
5.3.4 デジタル方式	106
5.3.5 IBM の符号板	110
5.3.6 油圧式位置ぎめ	111
5.4 結合方式	113
5.5 輪郭制御の基本的な方式	115
5.5.1 パルスを用いる方式	115
5.5.2 パルスを用いない方式	124
5.6 パルス分配の諸方式	129
5.6.1 BRMの直線近似の誤差について	129
5.6.2 マーグラの2進レート乗算器	133
5.6.3 代数演算方式によるパルス分配器	134
5.6.4 DDA方式	139
5.6.5 円弧補間方式	141
5.6.6 二次曲線の補間	142
5.6.7 速度調整方式	143

第6章 サーボ機構と NC 機械の駆動系

6.1	サーボ機構の二つのタイプ	146
6.1.1	油圧サーボ機構	146
6.1.2	油圧サーボの等価力学系	151
6.1.3	電気サーボ系	153
6.1.4	油圧サーボにおける不安定性	157
6.1.5	速度フィードバックによる特性改善	157
6.2	サーボモータと機械系のマッチング	158
6.2.1	慣性モーメント	158
6.2.2	モータ馬力とギヤ比の決定	162
6.2.3	駆動系のダイナミックスの簡単な評価	163

第7章 NC 機械における特定なサーボ機構の例

7.1	電気-油圧パルスモータ	165
7.2	デジタル位相変調 (DPM) のデジタルサーボ系	167
7.3	特殊サーボモータ	170

第8章 プログラミング

8.1	プログラミングの諸方式	172
8.2	FAPT-2	172
8.2.1	FAPT-2 とは	172
8.2.2	definition statement	174
8.2.3	点の記述	174
8.2.4	直線の記述	176
8.2.5	円の記述	177
8.2.6	切削の記述	180
(1)	Pi/Pj 直線切削	180
(2)	Pi/Pj/Pk, α 円弧切削	180
(3)	平面の指定	181
(4)	平面指定と直線切削の結合形	181
(5)	Fi 送り速度	182
(6)	W α ワークの位置	182
(7)	Ki モードの種類	182
(8)	Mi 補間機能	187
(9)	Stop 停止	187

8.2.7	Control statement	190
(1)	statement の遂行順序	190
(2)	statement number	191
(3)	Jn 無条件ジャンプ	191
(4)	Jn, Pj/Sk, α 条件付ジャンプ	192
(5)	Jn, j と Return, j サブルーチンの構成	193
(6)	Tn, Sj/Sk, α トランスファ	194
(7)	Tn, Sj/Ck, α トランスファ	194
(8)	Tn, Cj/Ck, α トランスファ	194
8.2.8	read, Pj	194
8.2.9	statement 一覧表	196
8.3	APT	198
8.3.1	APT とは	198
8.3.2	APT 言語とは	200
(1)	ジオメトリ・ステートメント	202
(2)	モーション・ステートメント	205
8.3.3	APT の3次元プログラミング	208
(1)	LCONIC	209
(2)	TABCYL	209
(3)	翼曲面の加工のためのプログラムの考え方	211
8.4	FAPT-2, APT-III を使ったパート・プログラム例	213
8.4.1	パート・プログラム例の1	213
(1)	FAPT-2	213
(2)	APT-III	214
8.4.2	パート・プログラム例の2	215
(1)	FAPT-2	215
(2)	APT-III	217
8.4.3	パート・プログラム例の3	220
(1)	FAPT-2	220
(2)	APT-III	222
8.4.4	パート・プログラム例の4	225
(1)	FAPT-2	225
(2)	APT-III	227
8.4.5	パート・プログラム例の5	228
(1)	FAPT-2	228
(2)	APT-III	229
8.4.6	パート・プログラム例の6	231
(1)	FAPT-2	231
(2)	APT-III	232

第9章 数値制御工作機械と加工例

9.1 数値制御工作機械	233
9.2 フライス盤	245
9.3 ボール盤および中ぐり盤 (治具ボアを含む)	250
9.4 旋盤およびタレット旋盤	259
9.5 型彫盤	264
9.6 マシニング・センタ	266
9.7 特殊機械	270
9.8 NC 工作機械による加工例	274

第10章 NC 工作機械の経済性

10.1 基本的考察条件	279
10.2 NC 機械の経済的な領域	280
(1) 1ロットの製品個数が少ない場合	280
(2) 部品は複雑であるか?	281
10.3 NC 工作機械の経済評価の方法	281
10.3.1 ペイバック方式	281
10.3.2 MAPI方式	282
10.4 製品1個の生産コストよりの評価例	285
10.5 最適加工政策についての考察	287
10.6 NC 旋盤の評価例	288
10.7 NC 機械のマシン・アワーレート	290
10.8 NC の利点	291

第11章 機械工場の電子計算機制御

11.1 3つの産業形態	293
(1) 制御の目的からみれば	293
(2) 生産サイクルからみれば	294
(3) 製品の多様性からみれば	294
(4) 製品の性格からみれば	294
(5) 生産設備とシステム化からみれば	294
11.2 第3の産業形態	295
(1) 機能設計と最適化問題	295
(2) 生産設計と自動化問題	296
(3) ジョブショップ形機械工場の自動化	297
11.3 機械工場とシステム工学的考察	297

11・4	電子計算機による NC 工作機械群の総括制御システム	298
11・4・1	システムの構成	298
11・4・2	システムの運用と動作概要	301
11・4・3	ソフトウェアの概要	308
11・5	システム 24 (イギリス・モーリン・マシン社)	309
11・5・1	システム 24 の概要	309
11・5・2	システム 24 の要点	311
11・6	機械工場の大形化と管理の自動化問題	313
11・7	システム 24 の経済評価法	316
付録 1 NC 用語解説		(1)
付録 2 数値制御工作機械関連の特許一覧表		(25)
索引		(35)

