

NCD-16形プリント基板用数値制御ボール盤

Model NCD-16 Numerically Controlled Drilling Machine for Printed-circuit Boards

勝 守 利 夫*
Toshio Katsumori

要 旨

HITAC 8000 シリーズ電子計算機の部品である大形のプリント回路基板の穴あけのために開発された数値制御多軸ボール盤について、その概要および特長について述べる。

1. 緒 言

日立 HITAC 8000 シリーズ電子計算機にはバックボードと呼ばれる大形の多層プリント回路基板（大きさ約 500mm 角）が使われている。このバックボードには部品取付およびスルーホール用の穴を 3,000～10,000 個あけなければならないが、従来の方法は手動のボール盤で行なうので、多くの加工時間を要し、目測で穴の位置を決めるために穴位置の精度も悪い。また、作業者の疲労や勘違いのために穴あけ不良が多くなり、高価な部品の歩留りが悪くなっていた。

本機はこのような欠点をなくすために新しく開発された多軸ボール盤である。加工品には多くの種類があり、穴あけパターンもそれぞれ異なっているので、機械の制御には多種少量加工の自動化に適した数値制御方式を採用し、テーブルの位置決めとドリルの選択をせん孔テープの情報によって行なうようにしている。

本機は従来のボール盤に比べ、次のような特長を有している。

- (1) 数値制御であるため、テンプレートなどが不要であり、多種少量生産に適している。
- (2) 自動機であるため、ひとりの作業で 2～3 台を使うことができる。
- (3) 多軸であるため、加工能率が高い。
- (4) 加工した穴の位置精度が高い。
- (5) 加工ミスがなくなるので、製品の歩留りが向上する。

2. 本 機 の 構 成

本機は機械本体、数値制御装置、クーラント装置の 3 部分より構成されている。表 1 はおもな仕様を示したものである。

機械本体（図 1 および図 2）は 16 本の主軸を備えた立軸の多軸ボール盤である。主軸頭には主軸が 101.6mm（4 インチ）の間隔で 4 行 4 列に配置されている。この主軸間隔は加工品の大きさを約 4 等分したものであり、等ピッチに存在している加工穴のピッチ寸法の整数倍になっている。こうすることにより各主軸は加工品の 1/16 ずつを分担して加工することになる。したがってテーブルの移動距離も加工品の大きさに比べて小さくすることができる。

主軸回転はベルトドライブにより 14,000～28,000rpm の無段変速になっており、超硬合金のドリルを用いてエポキシガラスの基板に穴を加工する。駆動モータには直流モータを 2 個使用し、一つのモータで 8 本の主軸をベルト駆動している。主軸受にはアンギュラコンタクト形玉軸受を使用し、オイルミスト潤滑を行なっている。

本機の構造上の特長の一つは、主軸送りの選択機構である。16 本の主軸は、加工品の穴の配列の関係上、全軸同時に穴あけをするわけ

表 1 主 要 仕 様

テーブルの寸法	750×750 mm
テーブルの左右動き	200 mm
テーブルの前後動き	200 mm
主軸の上下ストローク	7 mm
主 軸 の 数	16 (4 行 4 列に配置)
主 軸 の 間 隔	101.6 mm
主 軸 回 転 速 度	14,000～28,000 rpm (無段)
主 軸 用 モ ー タ	DC 200 W×2 個
テーブルの最小移動量	0.005 mm/パルス
指 令 テ ー プ	8 単位せん孔テープ

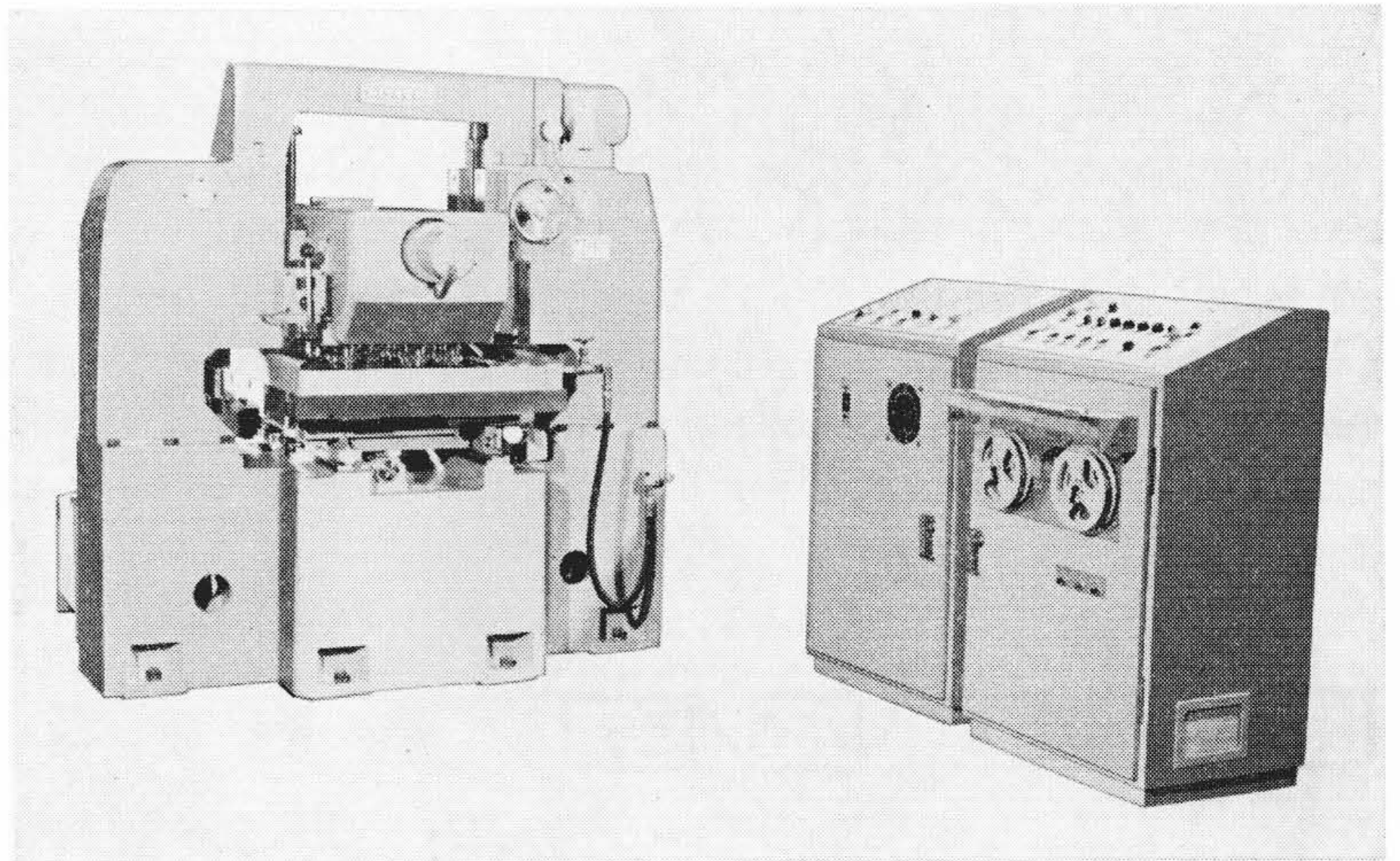


図 1 NCD-16 形数値制御ボール盤

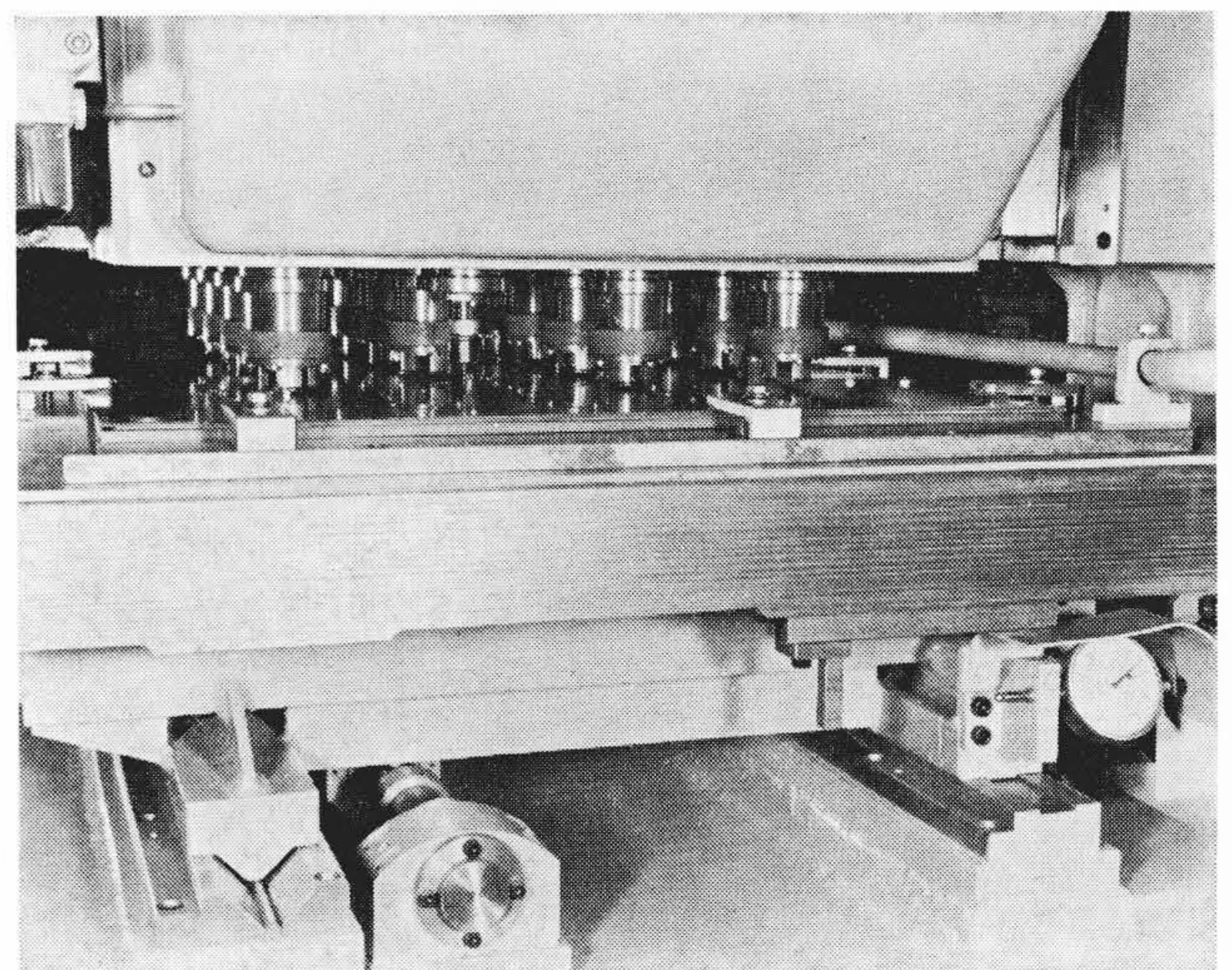


図 2 テーブルおよび主軸頭

* 日立製作所川崎工場

ではなく、穴あけのたびごとに送りかける主軸の組合せが変わってくる。したがって各主軸ごとに送りの有無が選択できるようにしなければならない。

図4は主軸送り機構の原理図である。テーブルの位置決めが終わるとカム軸が回転をはじめ。その際、テープ指令で選択された主軸のストッパが図4(b)のようにレバー支点の上下動を止めるので、その主軸には送りがかかる。選択されない主軸は(a)図のようにレバー支点が上下に動き、主軸はストッパのために送りが止められている。このストッパはいわば引金の役をなすものであり、これを動かすために小さなソレノイドを励磁するだけで主軸の選択ができるわけである。カム軸は直流モータにより駆動され、無段変速が可能である。カム軸が1回転するとカムの回転は自動的に停止し、次の穴あけ場所までテーブルの位置決めが行なわれる。

テーブルの案内面にはローラガイドを使用し、パルスモータの回転を歯車で減速してボールねじを駆動している。つまり、テーブルの送りは直接デジタルな駆動を行なっている。

数値制御装置(図3)はテープリーダーで指令せん孔テープの内容を読み取り、テーブルの位置決めおよびドリルの選択などを制御している。装置の上面は操作パネルになっており、おもな運転操作はこのパネルで行なわれる(図5、6)。また、このパネルには各主軸ごとのドリルサイクルカウンタがあり、各ドリルの穴あけ回数を計数し、ドリル交換時期を知る手がかりが得られるようになっている(図6)。

3. 入 力 テ ー プ

入力テープには一般の数値制御工作機と同様に25.4mm幅、8単位の紙テープを使用している。図7は本機で使用するテープコードである。コードは原則としてEIA標準のコードであるが、ドリル選択用として一部に特殊なコード(10~15の6種)が使われている。

テープの入力指令は図8のように各ブロックともテーブル移動量およびドリル選択命令よりなっている。テープリーダーより1ブロックの命令を読み込むと、テーブルがテープ指令の量だけ移動した後、ドリル選択命令によって選ばれたドリルのみが穴あけをする。テーブル移動量に関しては、加工穴が等ピッチで並んでいる場合、毎ブロックに同じ数値をせん孔する煩わしさを避けるため、移動量が前のブロックと同一の場合にはテーブル移動量の命令を省略できるようになっている。この移動量の省略のためにテープの長さを約半分に短縮することが可能になっている。

ドリル選択命令は図9のようにテープ上に主軸頭のドリル配列を

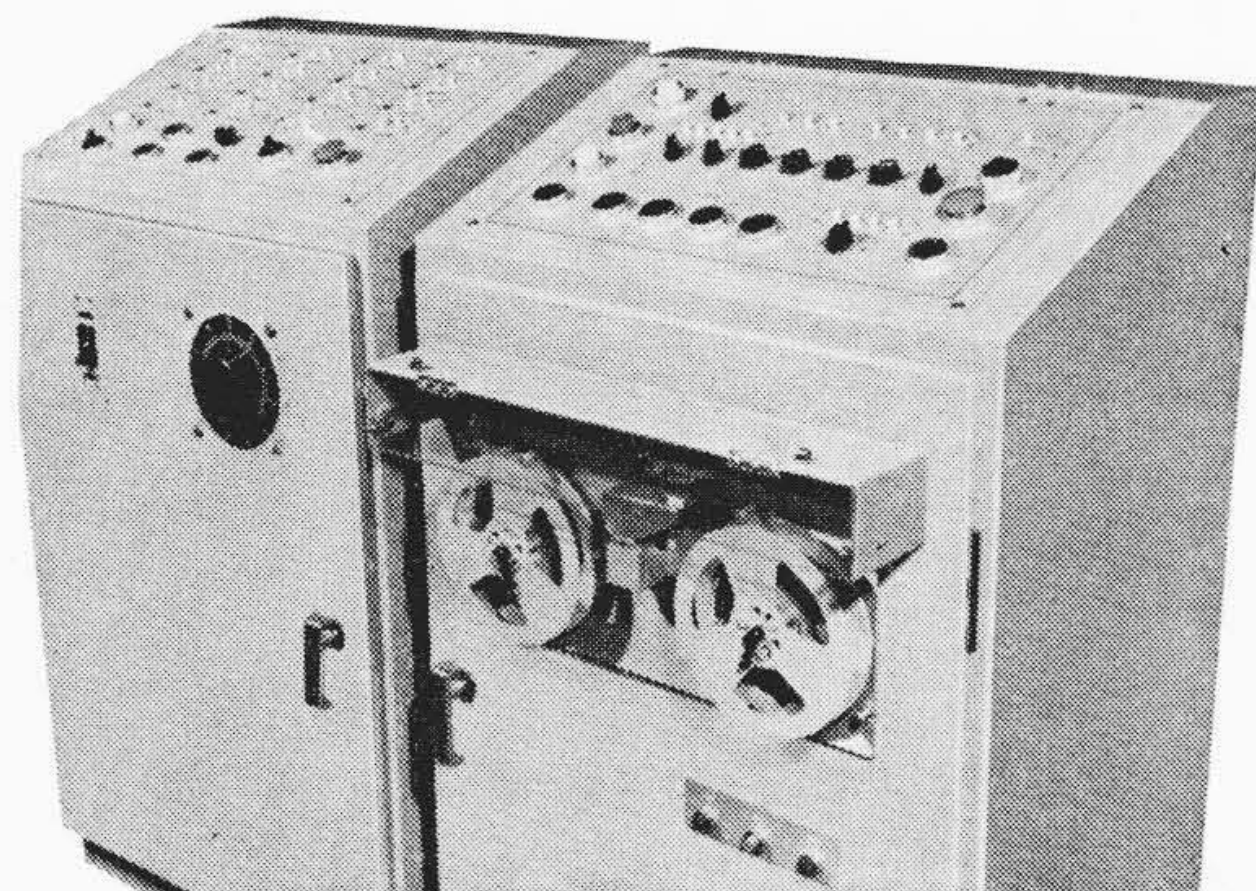
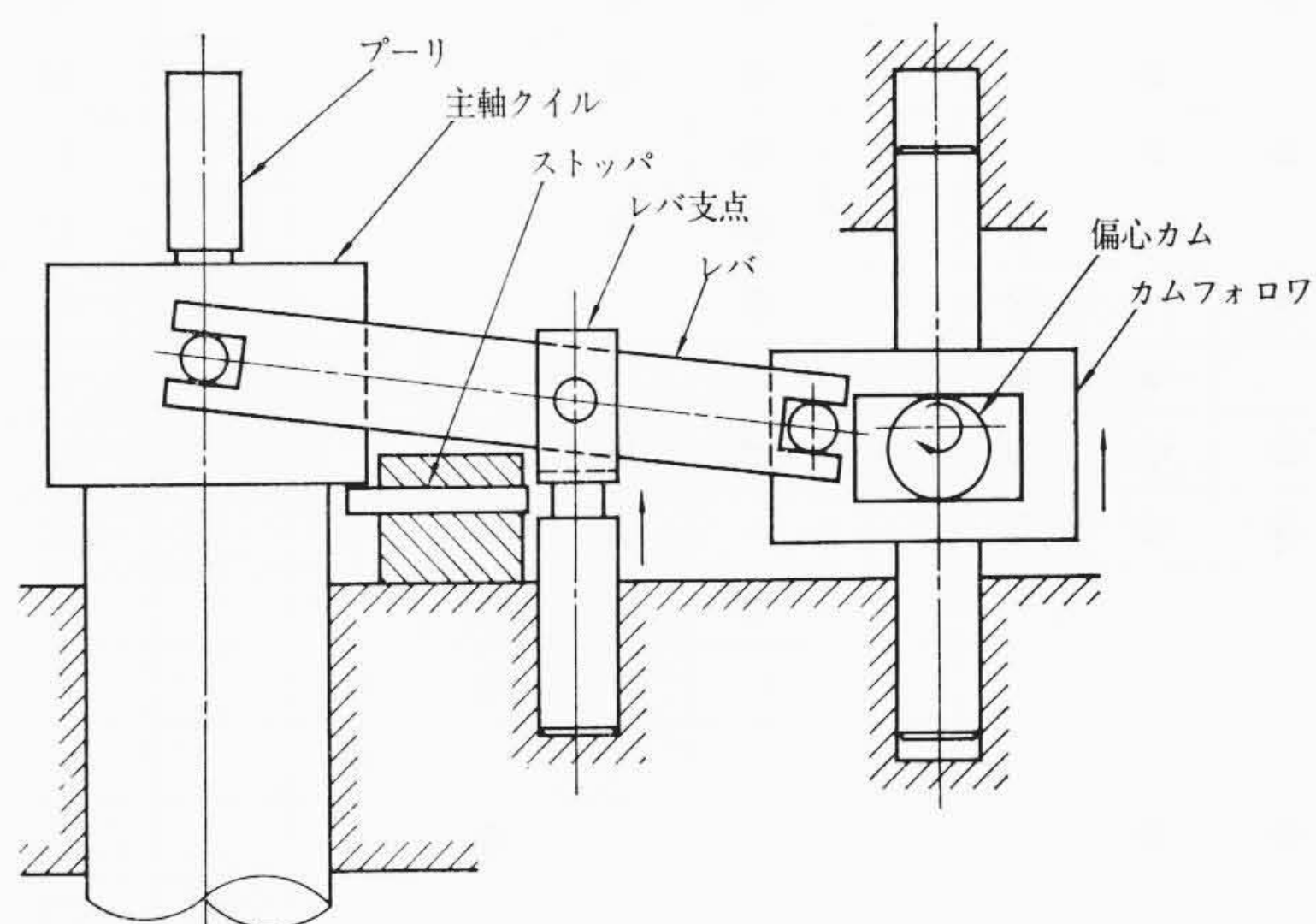
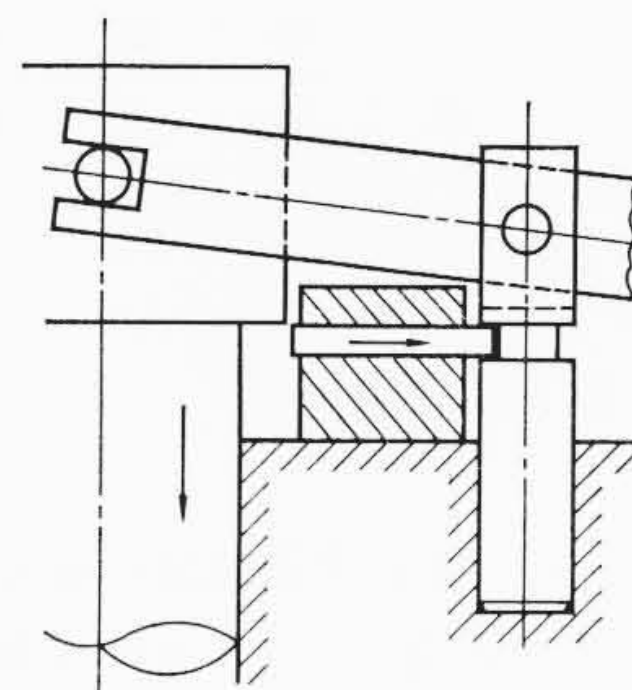


図3 数 値 制 御 装 置



(a) 送りをかけない状態



(b) 送りをかける状態

図4 主 軸 送 り 機 構

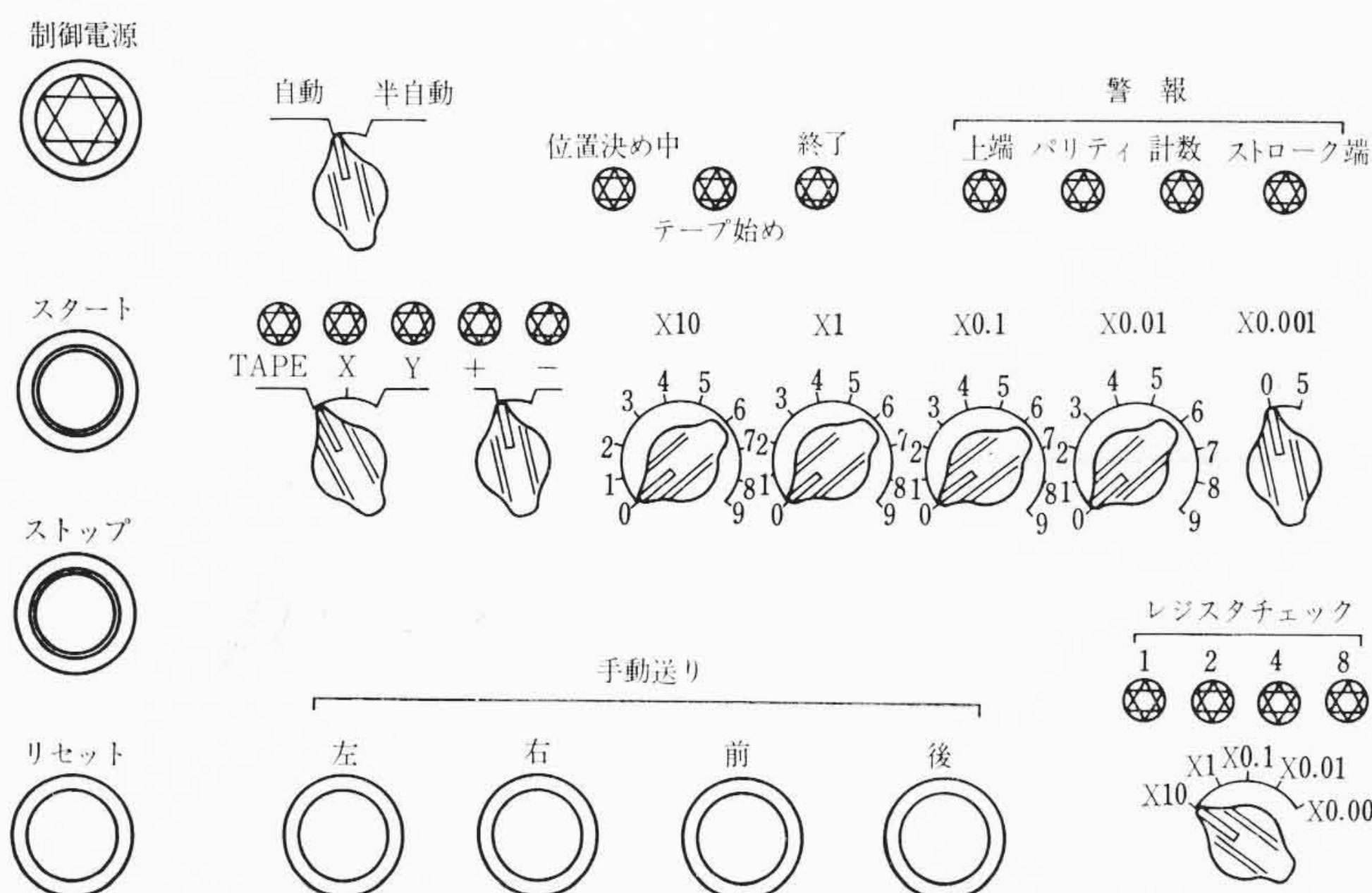


図5 操 作 パ ネ ル (1)

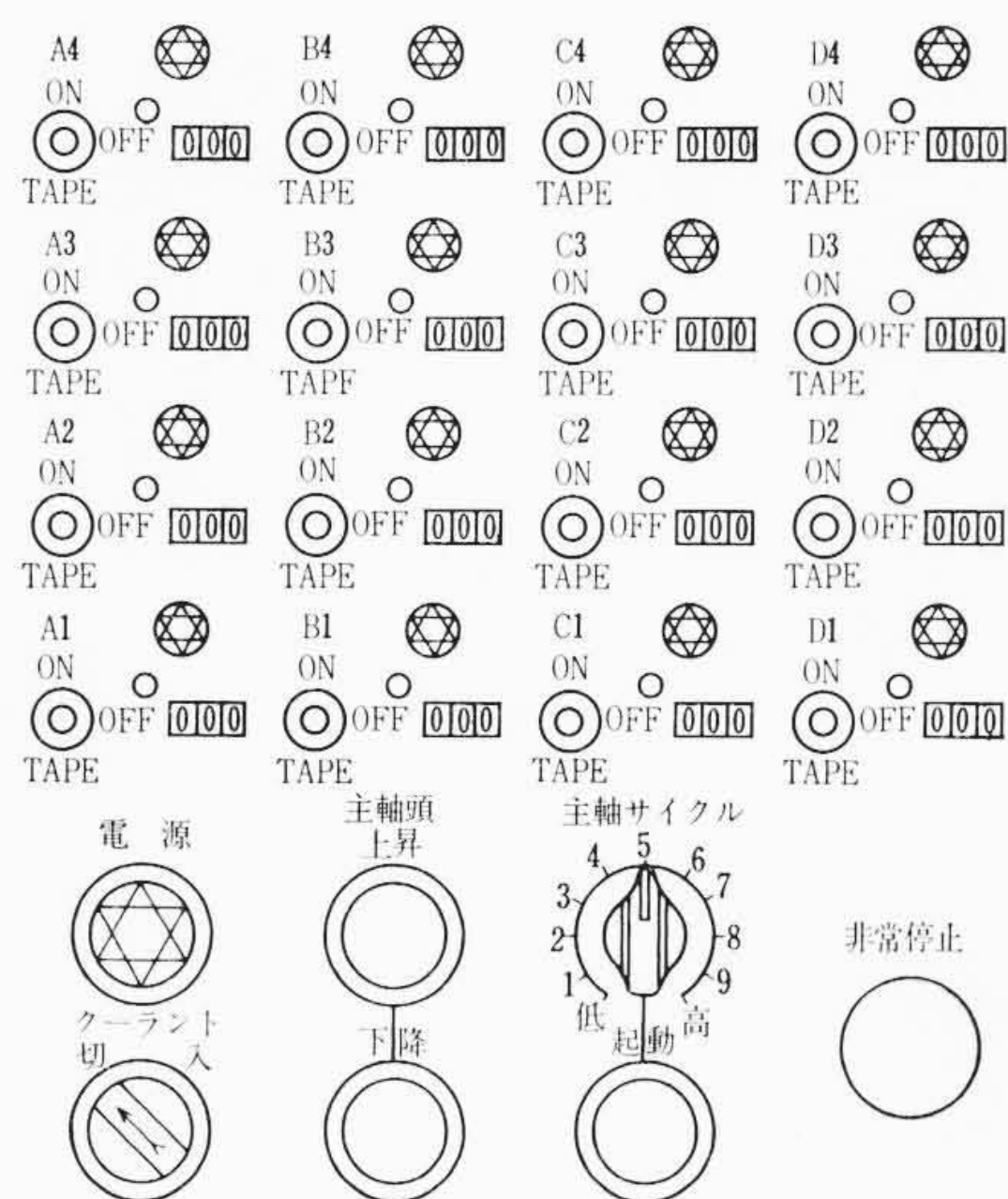


図6 操 作 パ ネ ル (2)

第 1 列	第 2 列	第 3 列	ス プ ロ ケ ット 穴	第 4 列	第 5 列	第 6 列	第 7 列	第 8 列	
			•			●			0
●			•						1
	●		•						2
●	●		•		●				3
		●	•						4
●		●	•		●				5
●	●	●	•		●				6
●	●	●	•						7
			•	●					8
●			•	●	●				9
	●		•	●	●				10
●	●		•	●					11
		●	•	●	●				12
●		●	•	●					13
	●	●	•	●					14
●	●	●	•	●	●				15
●	●	●	•		●	●			X
			•	●	●	●			Y
			•		●	●	●		+
			•				●		-
●	●		•			●			T
			•					●	CR
●			•		●	●			EOB
			•	●		●	●		H
●		●	•		●	●	●		E
●	●	●	•	●	●	●	●		DEL

(注) CR=CARRIAGE RETURN
EOB=END OF BLOCK
DEL=DELETE

図 7 テープコード

考え、穴あけをするドリルに対応する部分にせん孔したものである。この方法では 4 キャラクタの命令で 16 本の主軸から任意の主軸を選択できるので、テープの長さを短くするのに役だっている。

1 枚のバックボードを加工するには 1,000~2,000 ブロックの長さのテープが必要となる。このテープはかなり長いものであり(約 20 m), 入力テープの作成には電子計算機を用いるのが原則である。本

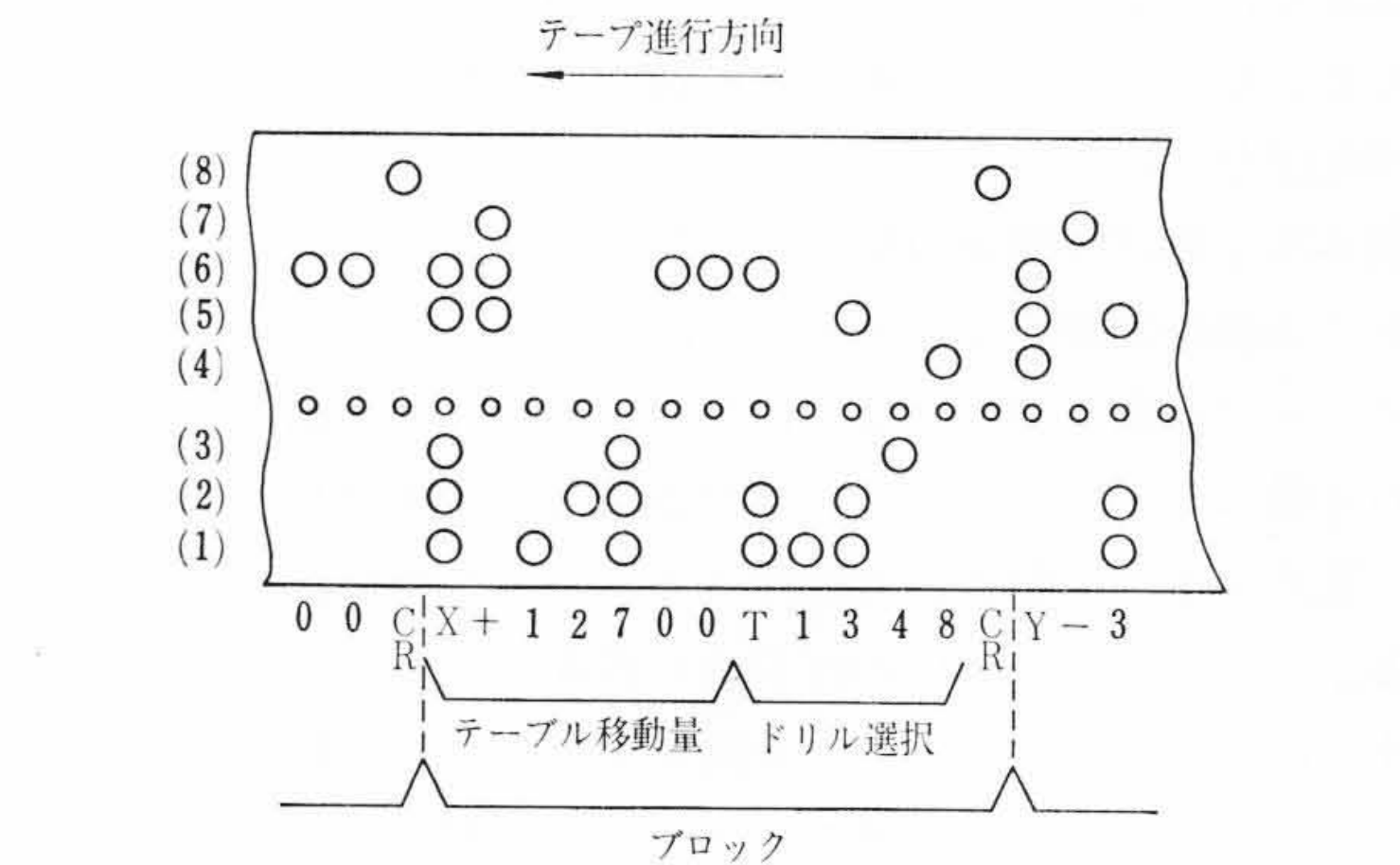


図 8 テープ指令形式

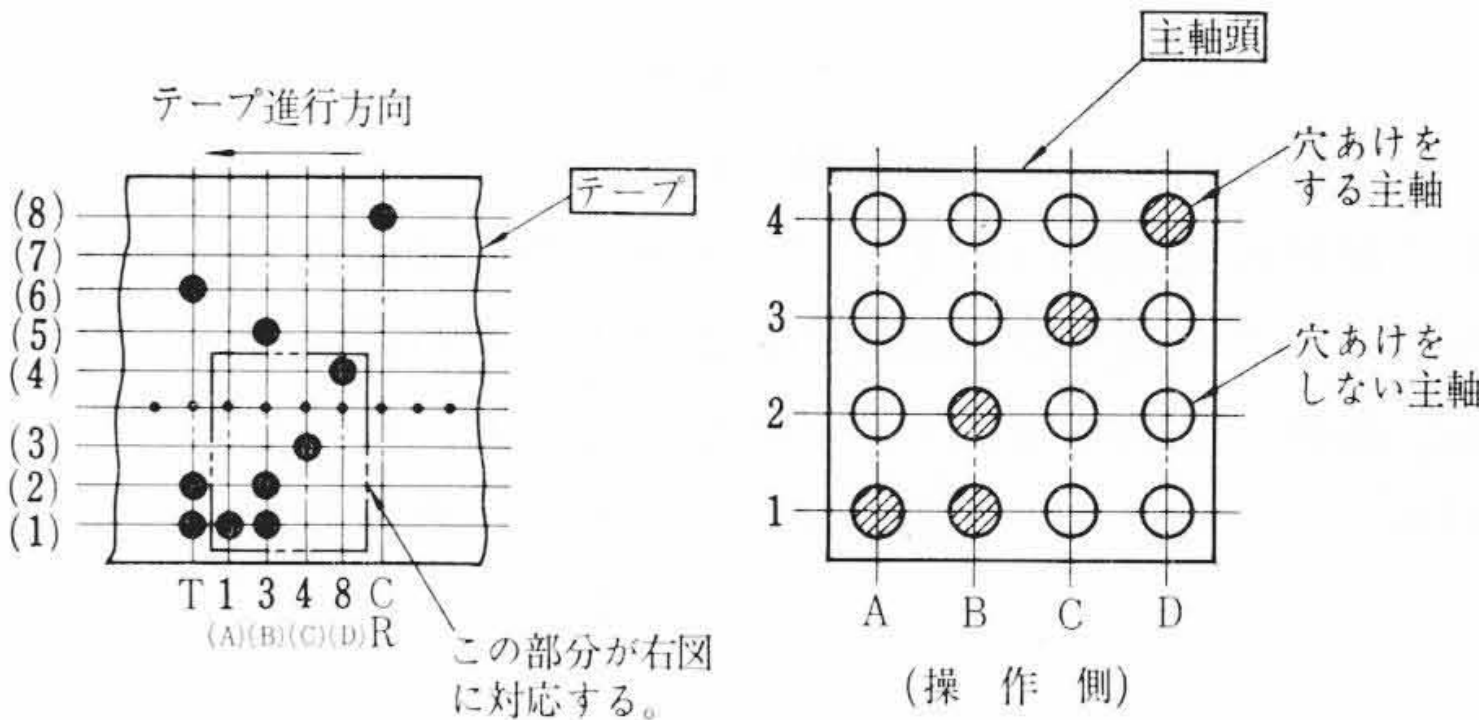


図 9 テープのドリル選択命令

機のような位置決め (Positioning) の数値制御工作機においても、テープ作成に電子計算機を用いることによりテープ作成は能率的に行なわれ、テープのまちがいの極度に減らすことができた。

4. 結 言

本機はすでに日立製作所神奈川工場において使用され、製品の精度、信頼度、生産性の向上に顕著な効果をあげている。また、本機の入力テープは電子計算機によって得られた設計データを、ふたたび電子計算機で処理して作っている。これは単に加工を自動化するだけではなく、設計から加工までの大きな流れの自動化の一環ともなるので、その意味でも一つの改革をもたらすものである。

今後とも集積回路の普及にともない、大形多層回路基板が増加するものと思われるが、このようなプリント回路板の穴あけ加工用数値制御多軸ボール盤の需要も増大するものと思う。