

大形工作機の数値制御装置

Numerical-Control System for Large-sized Machine Tools

三 好 隆*
Takashi Miyoshi

内 容 梗 概

火力プラント水室管板穿孔専用深穴穿孔機の位置決め数値制御装置であり、位置決め精度とともに信頼性が高いことを特長とする。主要性能は位置決め精度 ± 0.1 mm, 制御範囲 $1,500 \times 1,500$ mm, 最大送り速度 2 m/minである。指令テープには標準 1 in 8 単位穿孔テープを使用し、位置決めは、原点に対して行なわれ、粗-精両位置決め制御より構成されており、精位置決め位置検出には磁気検出方式が採用されている。

本文には本装置の性能、指令テープ、位置決め制御方式、運転結果を記述する。

1. 結 言

今回、火力プラント水室管板穿孔専用深穴穿孔機の稼働率向上を目的とした位置決め数値制御装置を完成した(第1図)。

管板は板厚 345 mm, 最大穿孔必要面積 $1,500 \times 1,500$ mm, 穿孔数 $2,000$ 以上であり、本装置には ± 0.1 mmの精度とともに、特に高い信頼性と取り扱いの容易さが要求される。したがって本装置はそれらに重点をおくとともに、一般工作機の位置決め制御にも応用しうるものとして次の特長を備えている。

- (1) 位置決めは原点に対して行なわれ、位置決め制御はテープ読取を除きアナログにて行なわれている。
- (2) 位置決めは粗, 精に区分され、かつ精位置決め検出に磁気検出装置を使用することにより、広い制御範囲に対して累積誤差の発生を防止してある。
- (3) 位置決め残留距離に応じ、送り速度を 2 m/min, $50 \sim 5$ mm/minと切り換え位置決め時間を短縮し、かつ停止点付近で速度制御することにより停止精度を高めてある。
- (4) 位置決めおよび穿孔時間に比べ、テープ読取時間はきわめて短いので、制御を行なう直前にテープ読取を行ない、かつテープ記号を処理する演算記憶回路には電話リレーを使用している。
- (5) テープ読取に対してはマトリックスチェックを採用し、十分なチェックを行なっている。
- (6) 瞬時停電に対する誤動作を防止するため、瞬時停電を検出し、かつ次の位置決めから自動的に再起動する。
- (7) 装置各部に高安定性の機器を用いるとともに、動作確認用各種表示灯、計器、チェック端子などが設けてある。

2. 制御装置の仕様

機械本体可動部はベッド上を左右に移動するコラムと、コラムに取り付けられ上下に移動するヘッド、およびヘッドに取り付けられたドリル機構とから構成されており、コラムとヘッドを移動することによりドリル軸の位置決め制御と、穿孔制御とが行なわれている。

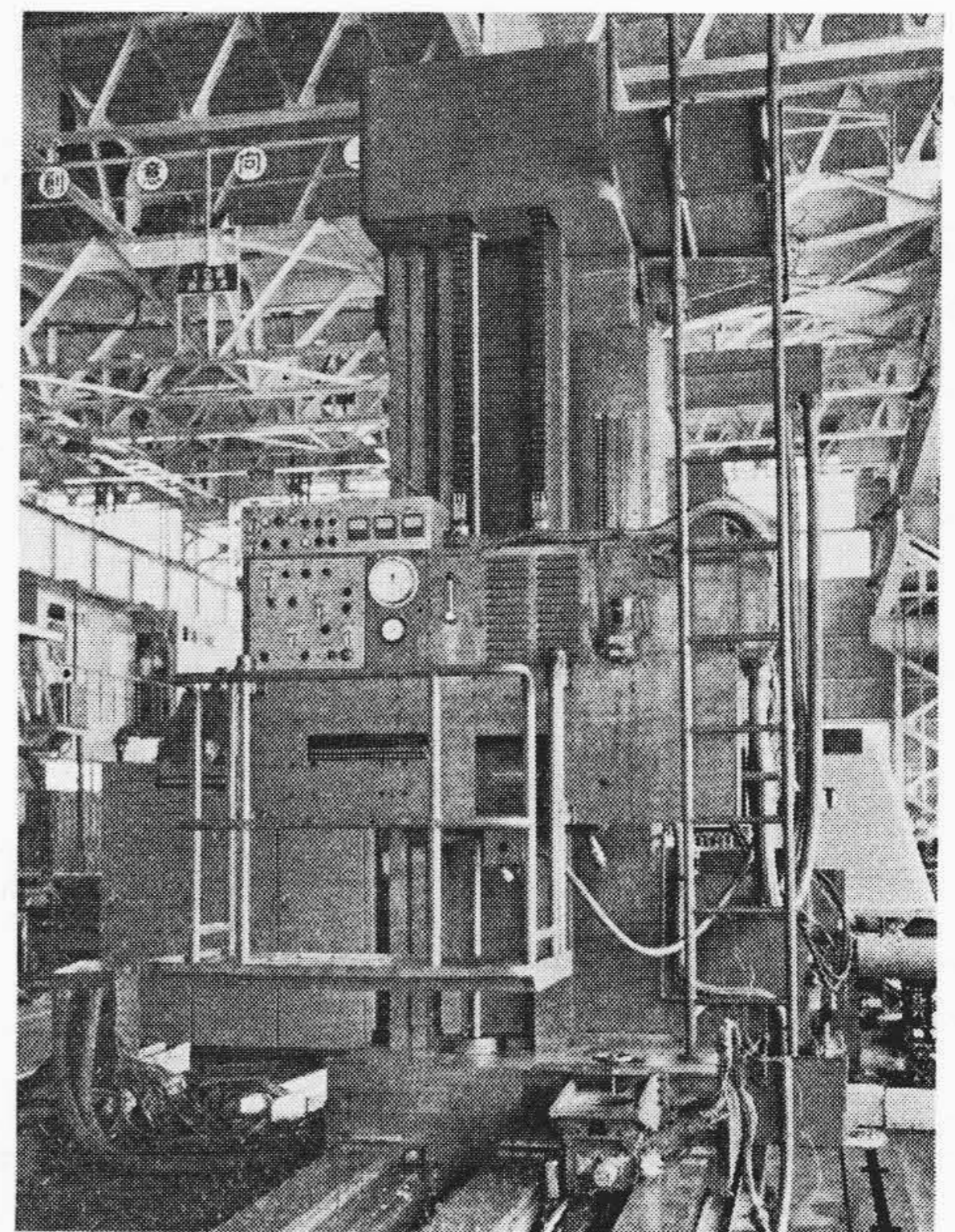
説明の便宜上、コラムとヘッドの位置決めをそれぞれ X , Y 軸の位置決めとし、穿孔制御を Z 軸制御と記述する。

本装置の主要仕様は次のとおりである。

2.1 X , Y 軸の位置決め

- (1) 制御範囲: X , Y 軸とも $1,500$ mm
- (2) 位置決め方式: X , Y 軸とも同一方式である。 X , Y 軸よりなる平面上の 1 点を原点とし、原点に対し位置決め点の指令を行なうもので、常に原点からの X , Y の値を帰還しながら閉ル

* 日立製作所日立工場



手前が数値制御深穴穿孔機で、左後方が数値制御装置である。

第1図 全 装 置

第1表 送り速度と使用電動機

		送り速度 (mm/min)	使用電動機
X , Y 軸位置決め	早送り	2,000	5.5 kW 誘導電動機
	普通送り	50~5	800 W 直流電動機
磁気ヘッド位置決め		30~3	10 W 直流電動機

プで制御を行なう。位置決めは、粗位置決めと、精位置決め検出用磁気ヘッドの位置決めを同時に行ない、両者完了後、精位置決めを行なう。

- (3) 最小指令距離: 0.1 mm
- (4) 位置決め精度: ± 0.1 mm 以下
- (5) 送り速度と使用電動機: 第1表に示す。

2.2 Z 軸制御

- (1) 制御内容: ドリルガイド前後、切削油およびドリル制御より成る。
- (2) 制御方式: あらかじめドリルの移動部分に取付調整されたリミットスイッチにより行なう方式である。
- (3) ドリル制御: ドリル制御はドリルの回転と送りであり、第2表に制御速度と使用電動機を示す。

第2表 制御速度と使用電動機

	制御速度	使用電動機	制御範囲
ドリル送り	0.01~0.015 mm/rev	2.2kW 誘導電動機	345mm
ドリル回転	300~2,000 rev/min	10kW 直流電動機	—

2.3 深穴穿孔機仕様

- (1) 使用ドリル: ガンドリル
- (2) 穿孔径: 16.1 mmφ
- (3) 穿孔長: 345 mm
- (4) コラム移動範囲: 3,000 mm
- (5) ヘッド移動範囲: 1,500 mm
- (6) 補機: 切削油用誘導電動機 5.5 kW
 クランプ油用誘導電動機 1.5 kW
 潤滑油用誘導電動機 0.2 kW

3. 数値制御方式の詳細

数値制御装置の指令を行なうテープの仕様を説明し、次に全体の制御システムを説明する。

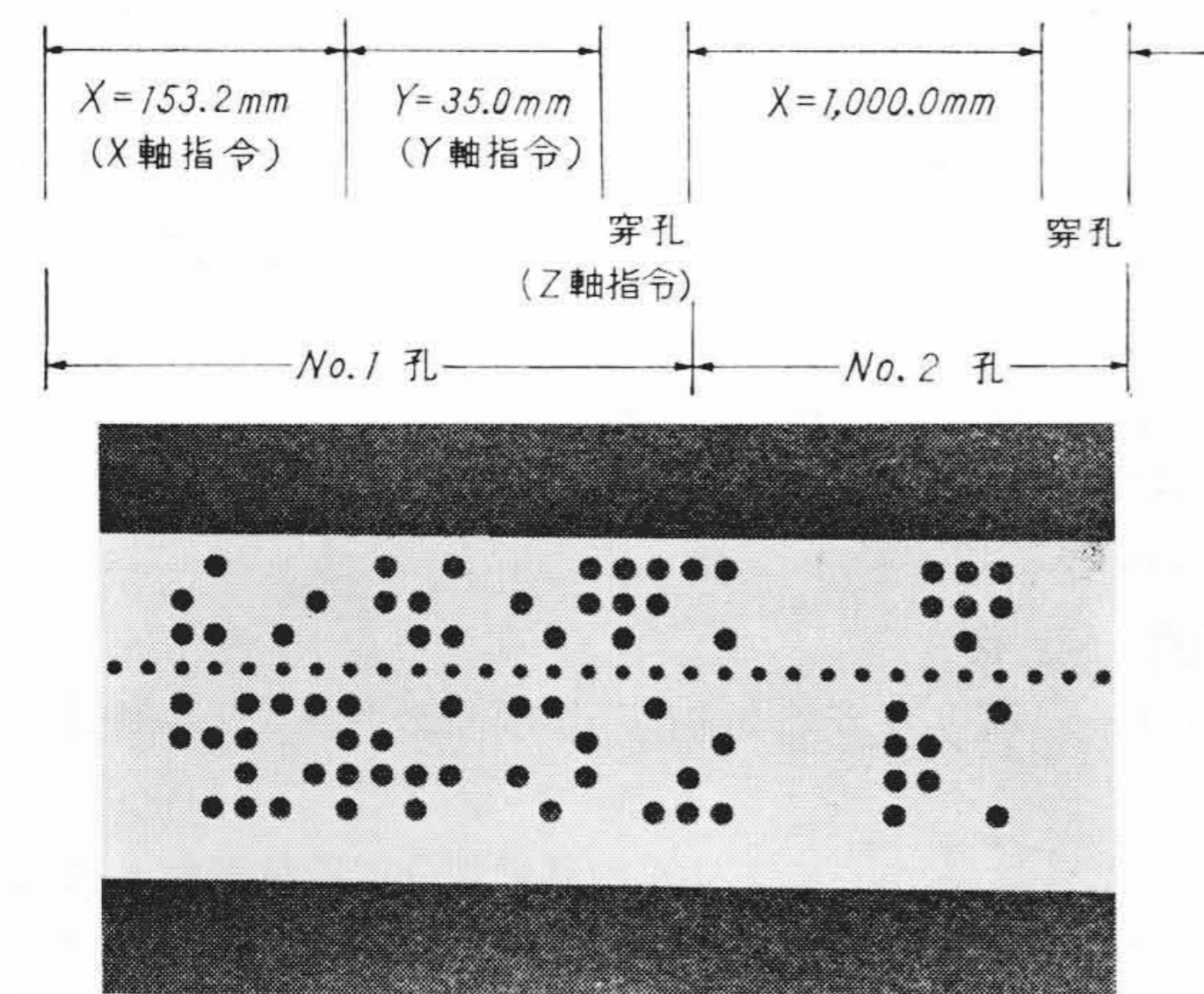
3.1 穿孔テープ

第3表はテープのコード表を、第2図は穿孔テープ例を示したものである。テープには標準1 in 8 単位穿孔テープを使用しており、図面から適当な加工工程を定めることにより容易に作成される。第3表において、情報コードにはNo. 1~4 の4単位、チェックにはNo. 5~7 の3単位を使用し、記号内容は下記より成っている。

- 数値記号: 0, 1, 2, …… 9
- 制御系統記号: X, Y, Z
- テープ一行程ブロック記号(位置決め用): BDATA
- 同上(穿孔用): BDRILL
- 停止記号: STOP

第3表

記号	列										X	Y	Z	B DATA	B DRILL	S TOP
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1								●	●	●	●	●	●	●	●	●
2				●	●	●	●					●	●	●	●	●
3			●	●			●	●				●	●	●		●
4		●		●			●				●				●	●
5		●	●		●				●	●			●			●
6		●	●		●	●		●			●		●			●
7		●		●	●		●			●				●		●



第2図 穿孔テープ

なお数値記号は2進化10進数となっている。

これらの記号により作成した加工工程の一部が第2図である。図において、No. 1 孔が X=153.2 mm, Y=35.0 mm の位置に、また No. 2 孔が X=1,000.0 mm, Y=35.0 mm の位置に穿孔を行なうための穿孔テープである。No. 1 孔の場合に関しテープ読取順に説明する。

X軸指令ブロック

第1行: 穿孔「7」: X軸指令ブロックが7行から構成されていることを示す。この数値は読取チェック用である。

第2行: 穿孔「X」: X軸系統の位置決めであることを示す。

第3行~第6行: X=153.2 mm の座標に位置決めすることを示す。なおこれはテープを経済的に使用するため、テープには1けたの値から2351と穿孔する。

第7行: 穿孔「B_{DATA}」: ブロック記号で、テープリーダー停止信号およびX=153.2 mm の位置決め開始信号を発生させる。

Y軸指令ブロック: X軸と同様につき省略する。

Z軸指令ブロック

第1行: 穿孔「Z」: Z軸系統の制御であることを示す。

第2行: 穿孔「B_{DRILL}」: ブロック記号であって、テープリーダー停止信号およびZ軸制御開始信号を発生させる。

なおZ軸制御の場合は必ず2行でテープ穿孔されるため、X, Y軸制御の場合と異なり1ブロックの行数を示す数値記号の穿孔は行なわない。

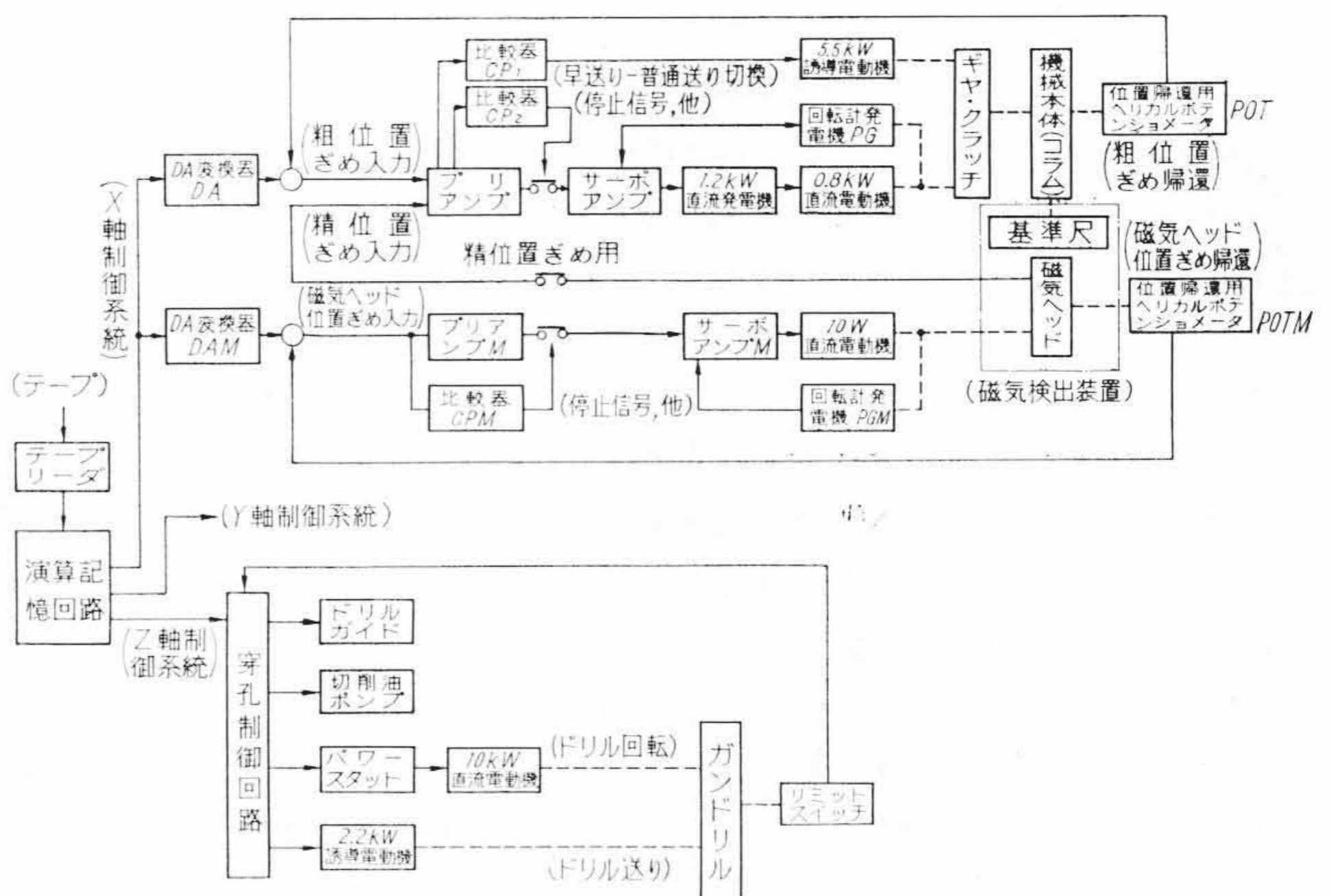
テープの7単位中3単位を各行の情報に対するチェックに使用することを先に述べたが、チェックは各行ともテープ読取時に行なわれ、第1式に示すチェックマトリックス[B]と、読み取った各行の数値によるマトリックス[A]との積が常に[000]となることにより行なう。

数値記号「7」を読み取った場合を一例として示す。

$$[B] = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

「7」は第3表より知られるように、0 1 1 1 1 0 0と読まれるため、

$$[A] = [0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0] \dots\dots\dots (2)$$



第3図 全制御系統図

となり、

$$[A] \times [B] = [0 \ 0 \ 0] \dots \dots \dots (3)$$

を得る。

本チェック方式により、7単位中3単位までの読み取り誤りを検出できる。

3.2 全制御系統

第3図に全制御系統図を示し、以下本図の説明をする。

テープリードは前ブロックのX, Y, Z軸各制御完了信号により起動され、またテープのブロック記号を読み取ることによって演算記憶回路より出されるブロック信号と非常停止信号とにより停止させられる。前述のように穿孔テープはX, Y, Z軸の各制御ごとにブロック記号で区分されているが、そのブロックは順次そのブロックの制御を行なうたびごとに読み取られ、演算記憶回路に与えられる。演算記憶回路では、読み込まれた記号を前述のようにチェックし、誤りのないことを確認したのちディコード(2進→10進変換)し記憶するとともに、X, YもしくはZ軸制御系統に指令を与える。指令内容は、X, Y軸制御の場合はDA変換器にデジタルで位置決め座標の値を指令するとともに位置決め開始記号を、またZ軸制御の場合は、穿孔制御回路にZ軸制御開始信号を与えることである。X軸制御系統をX=153.2mmに位置決めする場合を例にして説明する。

2進10進数の数値記号153.2mmは演算記憶回路により10進数に変換され、1mmを最小の単位とする上位けた(すなわち153mm)と10mm未満0.1mmを最小単位とする下位けた(3.2mm)とに分けられて、おのおのDA変換器DA, DAMに与えられ、各DA変換器より座標に応じた直流電圧が発生する。次いで演算記憶回路より位置決め開始信号が出されると、DAを入力とするコラムの粗位置決めと、DAMを入力とする磁気ヘッドの位置決めが同時に開始される。

粗位置決めはまず5.5kW誘導電動機により早送りされる。位置帰還用ヘリカルポテンシオメータPOTはコラムの位置に応じて直流電圧を発生するため、コラムの移動によりDAとPOTの差電圧は徐々に小さくなる。差電圧が10mm相当(すなわちX=153mm)に対し位置決め残留距離が10mm)になり、比較器CP₁が信号を出すと5.5kW誘導電動機と800W直流電動機が切り換えられ、プリアンプ-サーボアンプ-直流発電機-800W直流電動機-コラム-POTの閉ループにより普通送りされる。普通送りは回転計発電機PGの出力をサーボアンプに負帰還することにより、50~5mm/minの速度制御を行なっている。残留距離が0.5mmになると比較器CP₂出力が発生し、粗位置決め完了信号を出し停止する。そのときの位置はDAの入力信号が153mmであることと誤差をεmmとすることにより、(4)式に示すΔXの距離をのこして位置決めされたことになる。

$$\Delta X = 153.2 - (153 \pm |\epsilon|) = 0.2 \mp |\epsilon| \dots (4)$$

一方、磁気ヘッドはコラムと機械的に全く分離しており、最大移動距離は10mmでその一端を基準点0mmとして位置決めされる。本例では3.2mm移動され、その際コラム粗位置決め普通送りと同様の方式でDAMの3.2mm相当の出力電圧により、プリアンプM-サーボアンプM-10W直流電動機-磁気ヘッド-磁気ヘッド位置帰還用ヘリカルポテンシオメータPOTMの閉ループにより行なわれる。

粗位置決めと磁気ヘッドの位置決めの両者が完了すると、精位置決めを開始する。精位置決めは、粗位置決めの際の残留距離ΔXmmを零とし、所期の目標値X=153.2mmにコラムを位置決めする目的

で行なうもので、磁気検出装置により行なわれる。磁気検出装置は(詳細は後述する)コラムの移動10mmごとに同一出力を発生する装置で基準尺の歯凹部の中心と磁気ヘッドの中心のずれを、方向を出力符号で、その大きさを出力の大きさで示すものである。あらかじめコラムが原点にあるとき、歯凹部と磁気ヘッドの各中心を一致し、磁気検出装置の出力を零としてあるため、磁気ヘッドが基準点にあり、コラムのみ前述のように粗位置決めすると、磁気検出装置の出力は、(3±|ε|)mmとなる。ところが磁気検出装置も前述のように3.2mm移動してあるため精位置決め動作にはいる場合の磁気検出装置出力は(5)式相当の電圧となり、

$$3.2 - (3 \pm |\epsilon|) = 0.2 \mp |\epsilon| \dots \dots \dots (5)$$

(4)式のΔXmmと一致する。したがって磁気検出装置の出力を零とするように制御することによりコラムをX=153.2mmに精位置決めし得るのである。精位置決めは磁気検出装置-プリアンプ-サーボアンプ-直流発電機-800W直流電動機-コラム-磁気検出装置の閉ループで行なわれ、CP₂の出力により停止信号を出し精位置決めを完了するとともに、X軸制御を完了する。

Y軸制御系統はX軸と同一のため説明を略す。

Z軸はZ軸制御開始信号により穿孔制御回路が動作し、ドリルガイド、ドリル回転、ドリル送り、切削油弁の制御が行なわれる。これらの制御は、ドリル送り範囲345mmをドリルの移動により動作される3~4個のリミットスイッチにより区分し、各区間別に順次組合せ制御されるもので、その内ドリル送り速度とドリル回転数は被穿孔物材質により、区間ごとに自由に調整変更しうようになっている。

4. 装置各部

次に本数値制御装置のうち、特に詳細説明を要する装置に関して説明する。

4.1 DA変換器とヘリカルポテンシオメータ

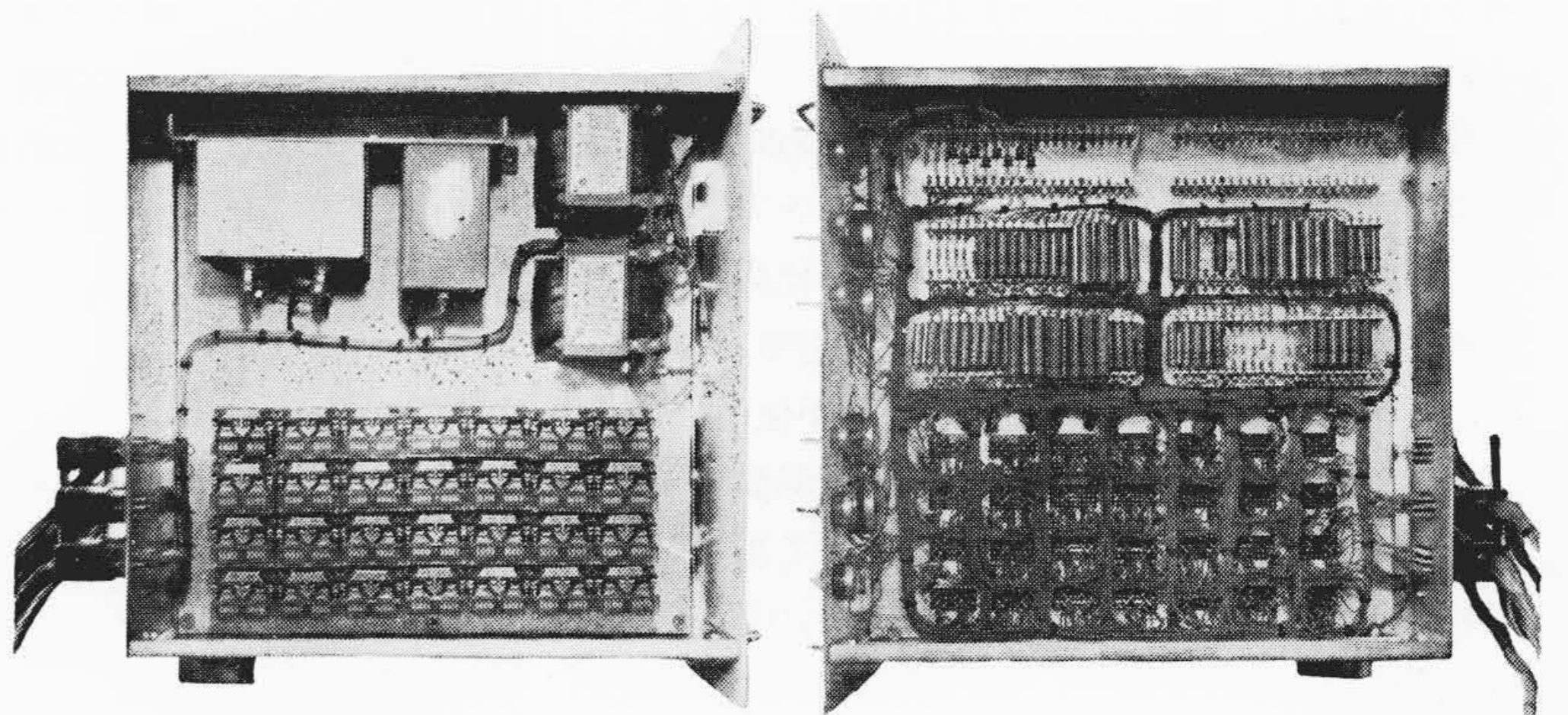
第4図にDA変換器の外観を示し、第5図に磁気ヘッド位置決め用DA変換器DAMと位置帰還用ヘリカルポテンシオメータPOTMとの回路構成を示す。

DAMの出力特性は1V/0.1mmであって直列に接続され、一定電圧の印加された抵抗体r₀~r₉, r'₀~r'₉, R₁~R₉および演算記憶回路にて10進数に変換された数値信号0~9mmと小数第1位目の0.0~0.9mmにより動作する長寿命の各電話リレーR_{y0}~R_{y9}, R_{y00}~R_{y09}とにより構成されている。DA変換方式は

$$r_0 = r_1 = \dots = r_9 = r'_0 = r'_1 = \dots = r'_9 = r$$

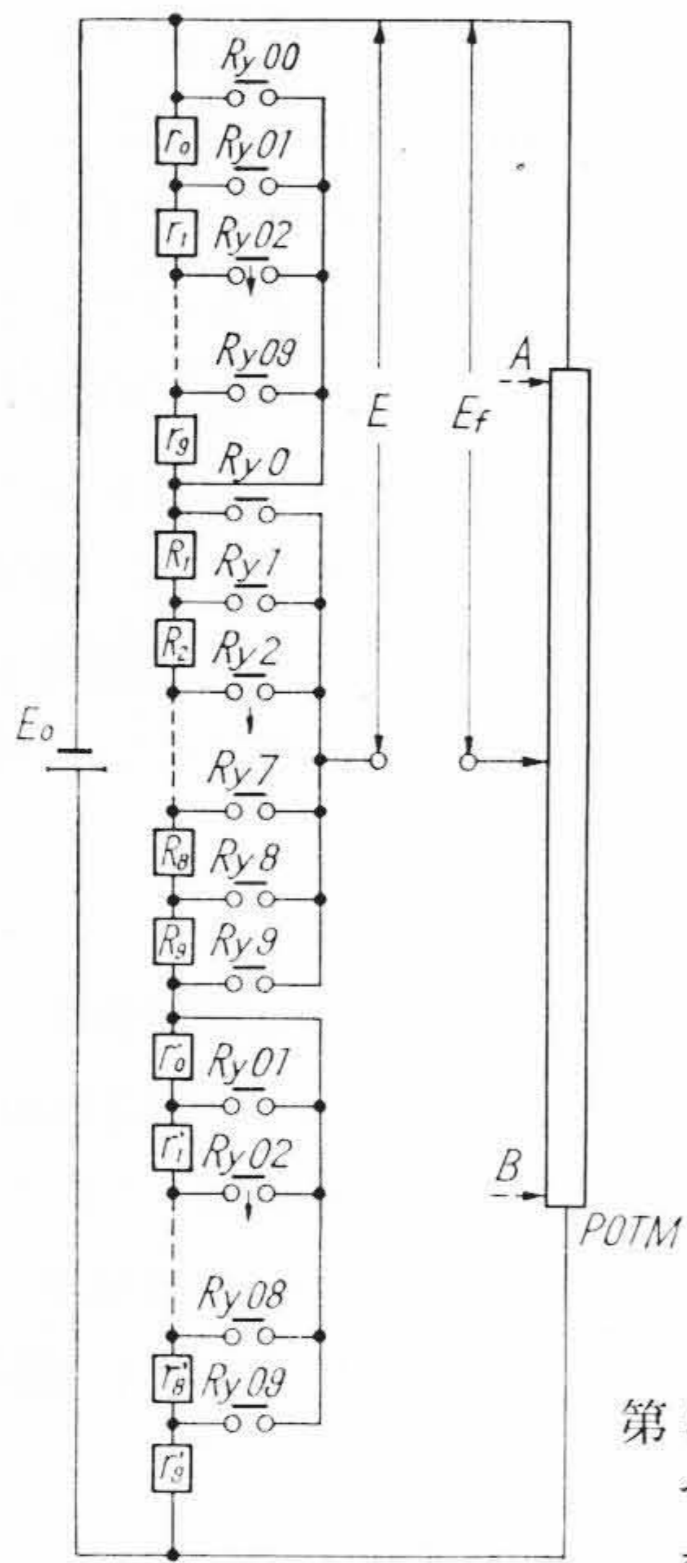
$$R_1 = \dots = R_9 = 10r$$

とすることにより、前記一定電圧を磁気ヘッド最大移動距離10mmに対する出力とし、全数値信号lmmに対し(6)式に示す電圧出力Eを得るものである。ただしE₀は前記一定電圧である。



本数値制御装置用DA変換器全体が内蔵しており、左図がシャシ上面観、右図が下面観である

第4図 DA変換器外観



第 5 図 DA 変換器 DAM と磁気ヘッド位置決め帰還用ヘリカルポテンショメータ

$$E = \frac{l}{10} \times E_0 \quad (0 \leq l < 10 \text{ mm}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

POTM は 20 回転形で分解能 3×10^{-4} 、直線性 5×10^{-4} であり、しゅう動子は磁気ヘッドが 0~10 mm 移動することにより A 点から B 点へ移動するよう磁気ヘッドに取付調整されている。したがって、POTM の出力電圧 E_f は (7) 式となり、 E_f と E の差電圧を制御することにより磁気ヘッドの位置決めをすることができる。

$$E_f = \frac{l_f}{10} \times E_0 \quad (0 \leq l_f < 10 \text{ mm}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

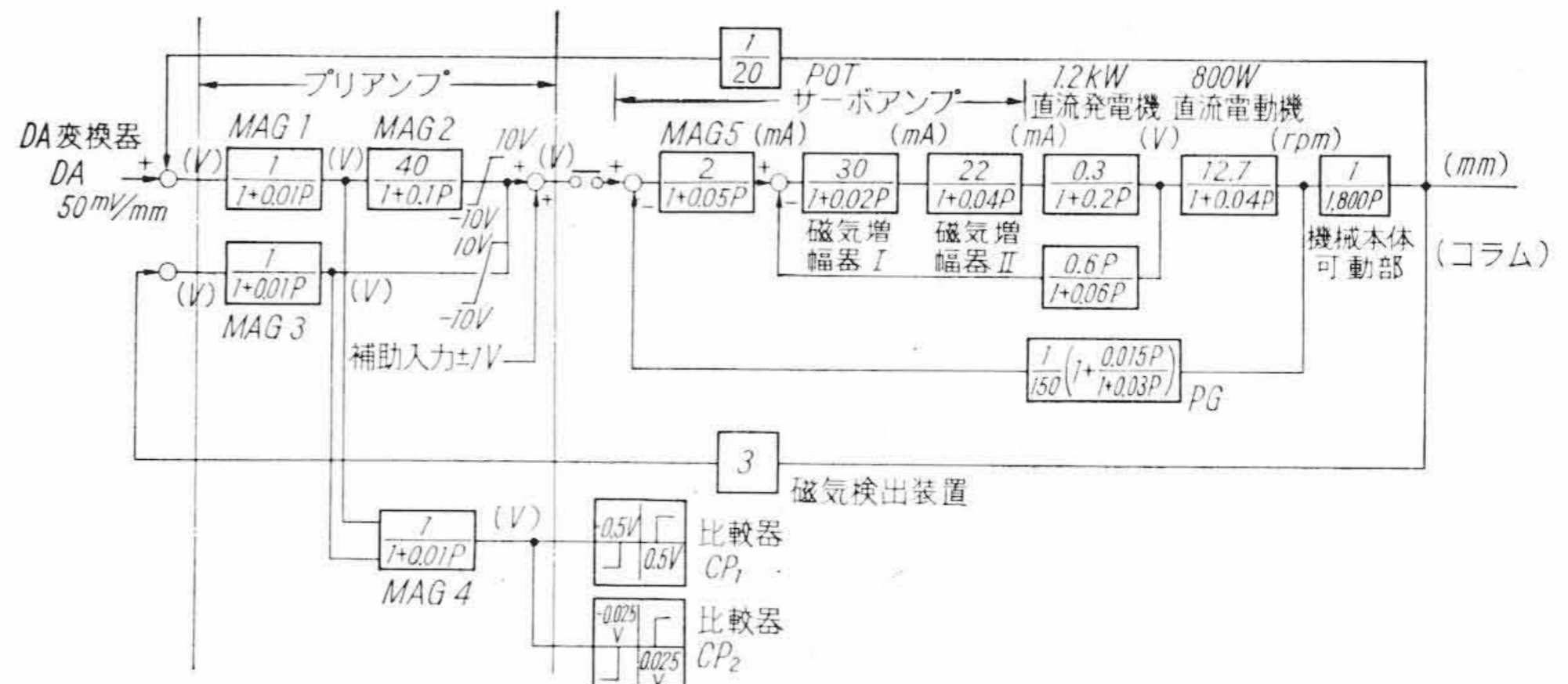
粗位置決め用 DA 変換器は制御範囲が 1,500 mm であるため容量は DAM より大きい、出力特性は 50 mV/1 mm で原理的に同一であるため説明を省略する。なお POT は POTM と同一のヘリカルポテンショメータである。

4.2 機械本体普通送り制御部

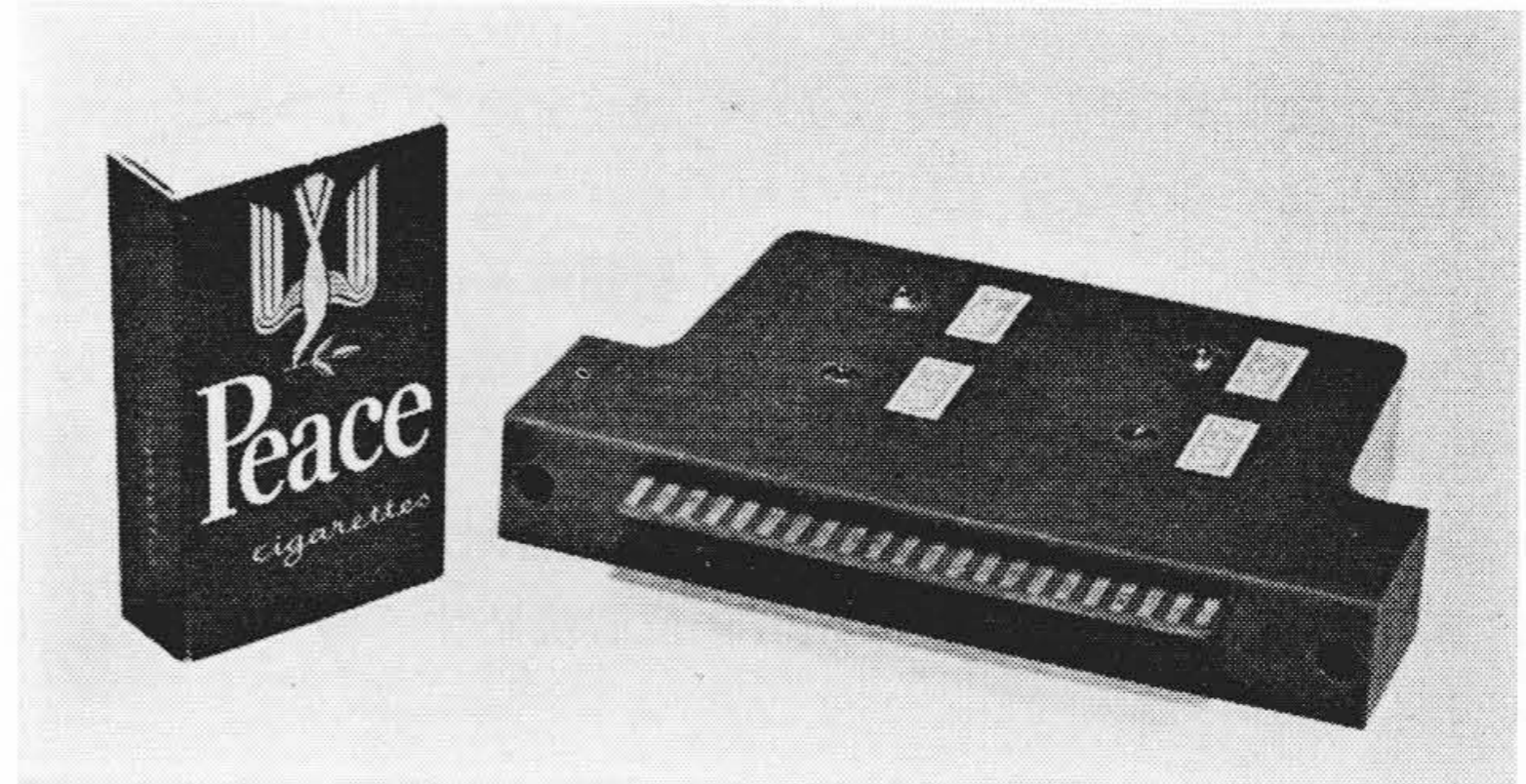
数値制御位置決めにおいては、数値指令や位置検出とともにサーボ系も精度、応答度、安定性の点で重要である。本装置では残留距離に対し機械本体の送り速度をすみやかに変化追従させ、停止点付近で安定した低速度を得ることにより、停止位置のばらつきを少なくするとともに、すみやかに停止させる目的で速度制御を行なっている。X 軸制御系統の普通送りに関するブロック図を第 6 図に示す。速度制御における最高速度 50 mm/min は磁気演算増幅器 MAG₂、MAG₃ の飽和を利用して、機械本体可動部の応答特性に応じて飽和の解ける点、すなわち残留距離に対して速度制御を行なう範囲を自由に設定しうるようにしてあり、実際には残留距離が粗位置決め時 5 mm 以下、精位置決め時 3.3 mm 以下の範囲で速度制御するように調整してある。

速度制御系は粗位置決め時と精位置決め時で入力回路が異なるのみで閉ループは共通しており、次の諸点が考慮されている。

- (1) 残留距離零付近での送り速度が極度に低下するのを避けるため速度制御系に 5 mm/min 相当の補助入力を与えてある。
- (2) 初段に磁気演算増幅器 MAG₅ が使用してあり系の低ドリフト、高安定性を図ってある。なお磁気演算増幅器に関してはすでに日立評論 Vol. 44, No. 7 に詳述してあるので詳細は略する。
- (3) 紙面の都合で詳細は省略するが、閉ループの利得は 31 V/V で応答度を高めてあり、系の安定性を出すため、PG 出力の MAG₅ への帰還回路および直流発電機出力の磁気増幅器 I への帰還回路に考慮が払ってある。階段状入力に対する系の諸常数を示



第 6 図 X 軸制御系統普通送りブロック図



プリント板にトランジスタ他素子を取り付られ、全体をモールドしてある

第 7 図 比較器

第 4 表 比較器の動作点

比較器	比較設定電圧	相当する残留距離
CP ₁	±0.5V	±10mm
CP ₂	±25mV	(粗位置決め) ±0.5mm
		(精位置決め) ±0.01mm

すと、

- 時定数: 0.09 s
- 最大値に達する時間: 0.18 s
- オーバーシュート: 目標値に対し約 10%
- 振動振幅の減衰率: 0.25

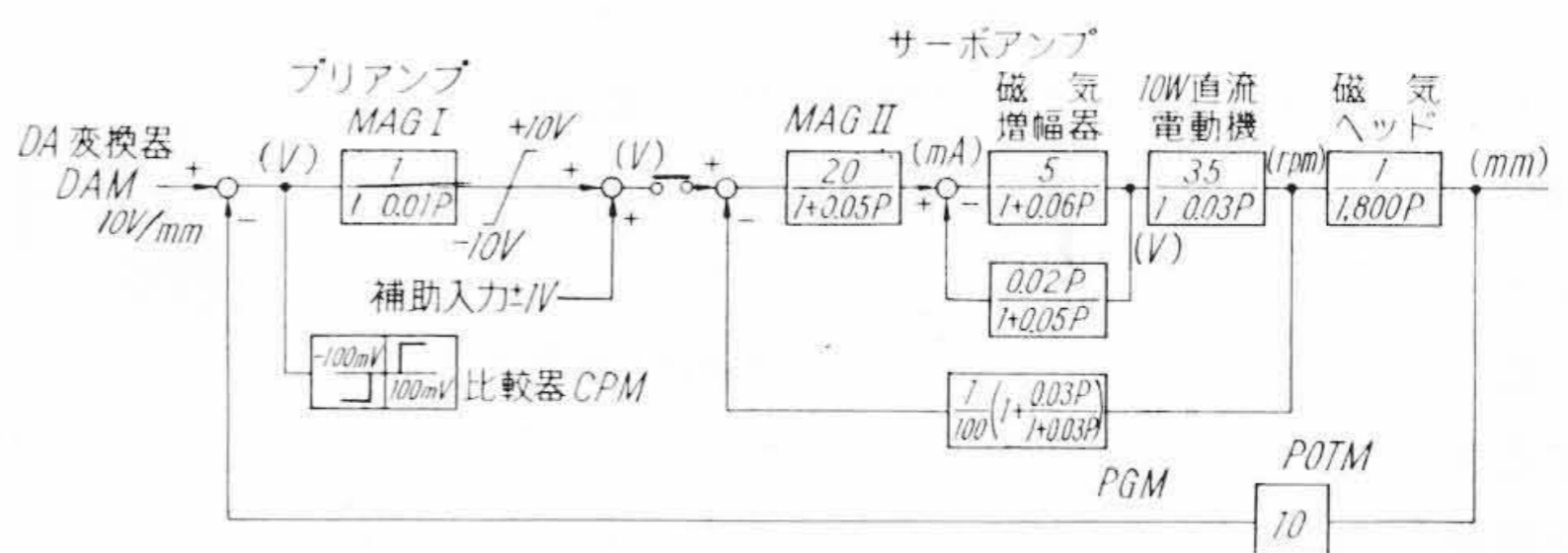
停止信号および早送り—普通送り切換信号を発生する比較器の外観を第 7 図に示す。回路はトランジスタで構成され、入力に 2 個のトランジスタを並列に接続し、定電流を供給しうち 1 個のベースを接地し、他のベースを入力端とするもので、感度、安定性がすぐれている。比較器の動作点は第 4 表に示すとおりである。

4.3 磁気検出装置

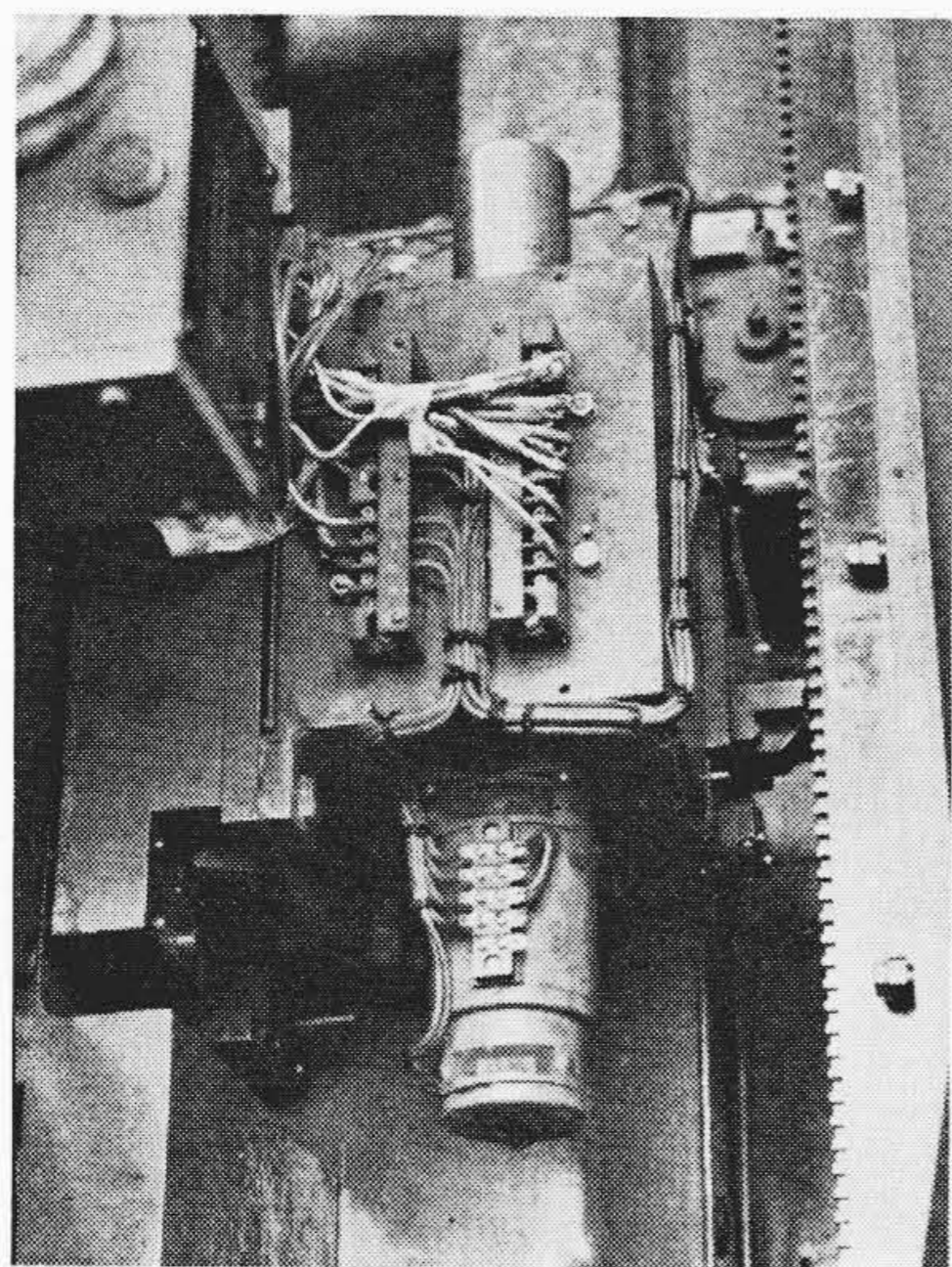
(1) 磁気ヘッドの位置決め

磁気ヘッド位置決め用ブロック図を第 8 図に示す。制御方式は機械本体普通送りとほぼ同一方針で設計されたものであるが、機械本体精位置決めの入力となる要素で高精度の位置決めが要求されるため次の点が異なっている。

- (a) DAM および POTM の特性は 0.1 V/0.01 mm と位置決



第 8 図 X 軸制御系統磁気ヘッド位置決めブロック図



右側が基準尺で、左側が磁気ヘッドとその駆動装置である。

第9図 磁気検出装置外観

め入力が大きく、かつ入力回路に磁気演算増幅器 $MAG_{1,II}$ を使用し、信頼性を高めている。

(b) 速度制御系には 3 mm/min 相当の補助入力を与えてあり、特性は下記のように設定してある。

利得: 35 V/V

時定数: 0.06 s

最大値に達する時間: 0.11 s

オーバーシュート: 目標値に対し 10% 以下

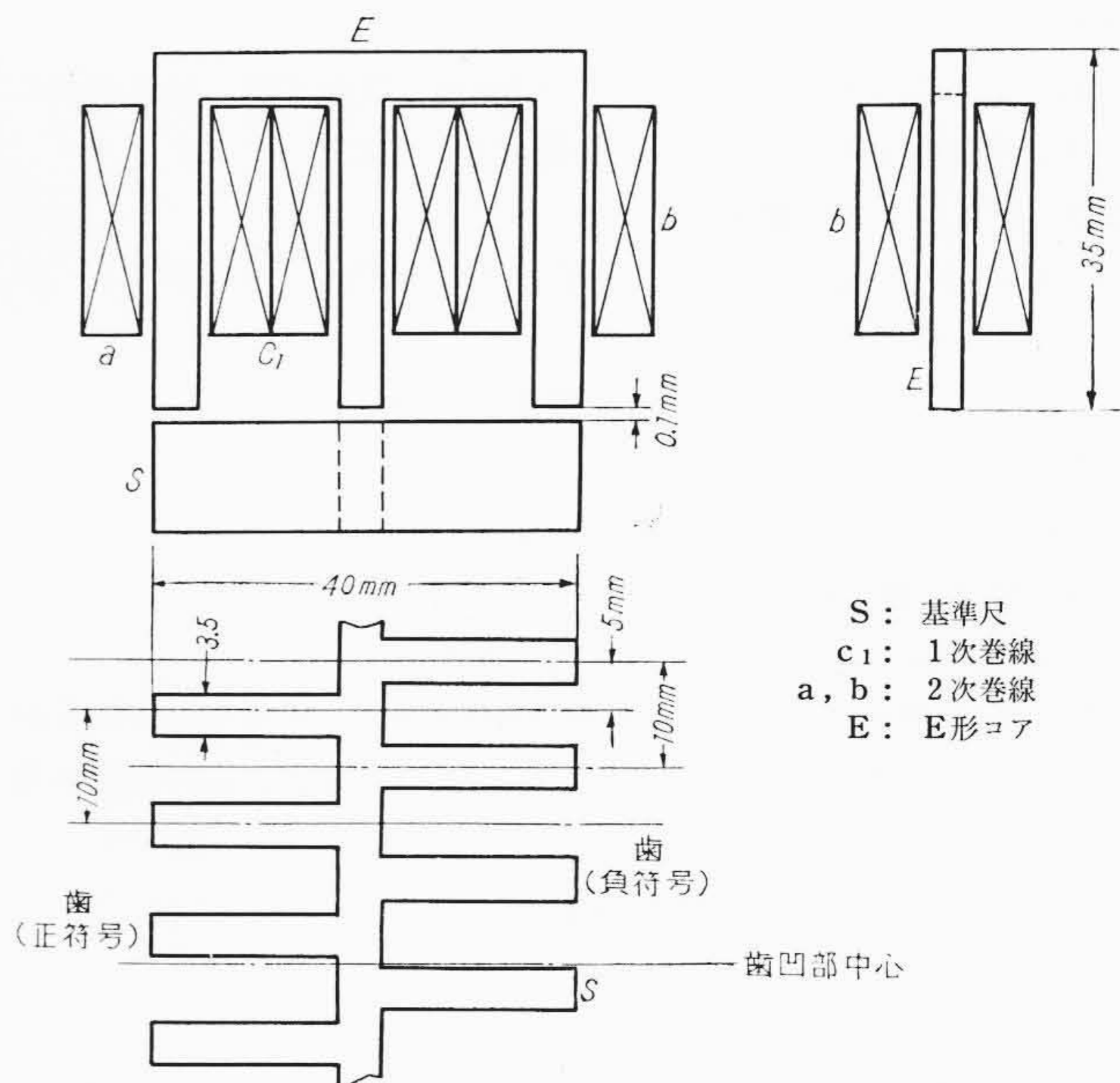
振動振幅の減衰率: 約 0.2

(c) 停止信号用比較器 CPM は前述比較器と同一のもので、DAM と POTM の差電圧を直接入力とし、CPM 入力換算ドリフトを小さくするとともに、停止位置の検出をすみやかにこなっている。CPM の比較設定電圧は 100 mV で、相当する残留距離は 0.01 mm である。

(2) 磁気検出装置の特性

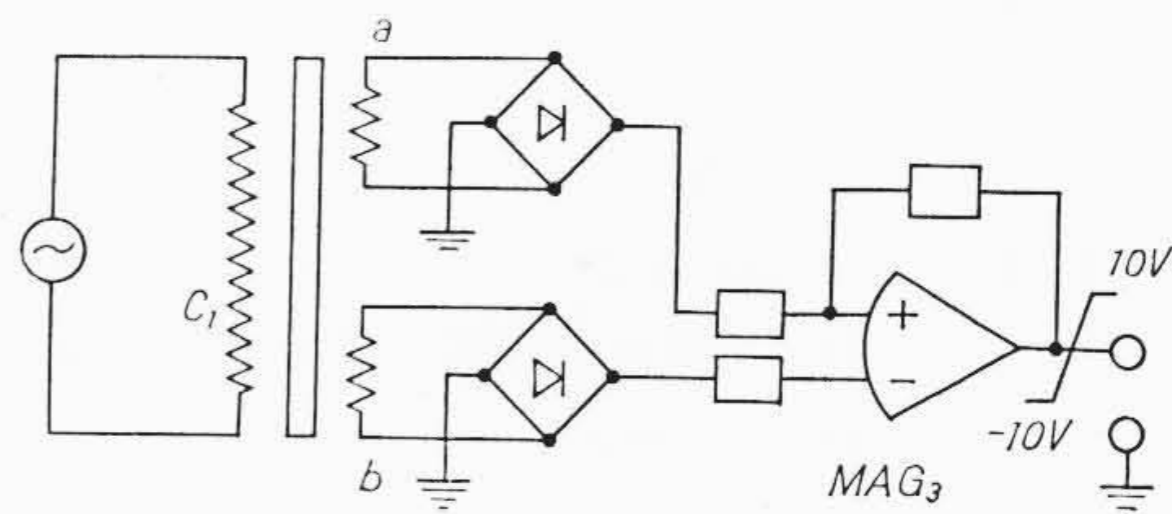
第9図は外観を、第10図は基準尺と磁気ヘッドの関係位置を、第11図は接続図を示す。基準尺は機械本体可動部に取り付けられ、磁気ヘッドが可動部から機械的に分離されて、10W サーボモータにて駆動される構造で、かつ基準尺は 10 mm ピッチで同一寸法の歯から成り立ち、磁気ヘッドの E コアと基準尺表面との間げきは 0.1 mm となっている。磁気検出装置の位置検出原理は次のとおりである。E 形コアの 1 次巻線が交流電源で励磁されており、基準尺と磁気ヘッドの関係位置が変わることによって 2 次巻線 a, b に関する各磁気回路が変わり、そのため a, b 各巻線の誘起電圧が変化するというにある。この a, b 各誘起電圧の変化の取り出し方としては、普通の差動変圧器に使用されるように a, b の巻線を差動的に接続する方法があるが、この方法では平衡点(原理的に a, b の出力が等しく差動接続の出力が零になると考えられる点)でも製作誤差により磁気回路の一致が不可能で、完全な零出力が得られないことと、平衡点からの変位の方向を判別するには位相検波する必要があるという欠点のため、本装置では第11図のように、a, b 各巻線出力をおのおの全波整流し、磁気演算増幅器 MAG_3 の引算端子に入れることにより MAG_3 出力の大きさに変位の大きさを、またその極性により変位の方向を検出している。基準尺と磁気ヘッドの関係位置に対する MAG_3 の出力特性は 30 mV/0.01 mm で、3.3 mm 以上は一定出力 10 V となっている。

磁気検出装置の特長は



磁気ヘッドと基準尺の関係位置を示す。右図は磁気ヘッド、下図は基準尺のみを示す。

第10図 磁気検出装置



磁気検出装置の出力回路構成を示す。

第11図 磁気検出装置接続図

- (a) 基準尺と磁気ヘッドが機械的に分離して、おのおの機械本体可動部と固定部に取り付けられているため、バックラッシュに無関係に正確に機械本体可動部の位置を検出しうる。
- (b) 基準尺は 500 mm 程度のものを継ぎ合わせ使用しうるため、位置決め制御範囲の大小に関係なく、位置決め精度を出しうる。
- (c) 磁気ヘッドの 2 次巻線が差動的に接続されるため温度、1 次励磁電源などの変動による誤差が生じない。
- (d) 10 mm ごとに生じる平衡点での出力は完全に零で、かつ平衡点に対する変位の方向が出力の極性により判別しうる。

5. 運転結果と総合精度

精度は粗位置決め、磁気ヘッド位置決め、精位置決めの 3 者に分類される。これらの各位置決め精度に関する各装置につき測定した誤差と、総合運転結果とを述べる。

5.1 粗位置決め

本誤差は ±5 mm 未満であれば、総合精度に関係しないものである。

- (1) DA 変換器 DA: 最大誤差 ±0.4 mm。DA 変換器を構成する各抵抗体の抵抗値、温度係数のばらつきおよびリレー接点と配線材の抵抗などより生じる。
- (2) POT: 最大誤差 ±1.4 mm。POT の非直線性と分解能とにより生じる誤差と POT しゅう動子と機械本体可動部との結合部分のバックラッシュの誤差から生じる。
- (3) MAG_1 および MAG_4 : 最大誤差 ±0.1 mm。電源変動、温度変動により MAG_1 入力換算ドリフトが ±1~3 mV 発生するこ

とによる。

(4) 比較器 CP₂: 最大誤差 ±0.2 mm。電源変動, 温度変動により比較設定電圧が ±10 mV 変動することによる。

5.2 磁気ヘッド位置決め

各部に発生する誤差の原因は, 前記と同一であるから省略し, 誤差の大きさのみを述べる。

(1) DA 変換器 DAM: 最大誤差 ±0.004 mm

(2) POTM: 最大誤差 ±0.007 mm

(3) 比較器 CPM: 最大誤差 ±0.001 mm

5.3 精位置決め

本位置決めには磁気ヘッド位置決め誤差が加算される。

(1) 磁気検出装置: 最大誤差 ±0.024 mm。基準尺および E 形コア, 1 次, 2 次巻線などの製作誤差および取付調整誤差により発生する。

(2) MAG₃: ±0.001 mm 以下

(3) CP₂: ±0.005 mm 以下

(4) 磁気ヘッド位置決め: ±0.015 mm

5.4 運転結果

X, Y, Z 軸の各運転結果の一例を第 5 表に示す。ただし本例は原点を起点として制御した場合である。

上記のほか各種の運転結果下記のように所期の目標を上まわる好結果を得ることができた。

	目標値	実測値
総合精度	100 mm 未満	最大 0.030 mm
	100~500 mm 未満	最大 0.035 mm
	500~1,500 mm	最大 0.045 mm

第 5 表 X, Y, Z 軸の各運転結果

		X=153.2mm	Y=35.0mm
所要時間 (s)	テープ読取り	2.4	2.0
	粗位置決め	16.5	13.0
	磁気ヘッド位置決め	10.0	14.0
	精位置決め	11.0	6.5
	穿孔	690	
精度 (mm)	粗位置決め	1.9	0.8
	磁気ヘッド位置決め	0.013	0.005
	精位置決め (総合精度)	0.025	0.010
	精位置決め (総合精度) 繰り返し最大ばらつき	0.005 以下	0.005 以下

6. 結 言

本数値制御装置は, すでに管板の深穴穿孔機制御に使用されており, 生産性の向上に役だっている。

ジグボラなど高精度の工作機を除く, ボール盤, 中ぐり盤などに本装置を応用するに当たっては, 既設の工作機に粗位置決め位置帰還用ヘリカルポテンショメータと精位置決め用磁気検出装置を取り付けることにより容易に, かつ安価に実行できる。

位置決め精度と速度をさらに高めるため, 磁気検出装置の構造と磁気ヘッドの位置決め方法に関し現在検討を進めている。

終わりに本装置の製作に当たりご指導とご協力をいただいた日立工場平川部長, 西課長および関係各位に深く感謝する。



特許の紹介



特許第 298687 号 (特公昭 36-21790)

只野文哉・木村博一

電 子 顕 微 鏡

近時, 電子光学装置における蛍光板として透明板上に蒸着または気相反応法により蛍光体を数ミクロン程度の厚さに塗布した透明蛍光体の使用が注目されている。このような蛍光体は解像度の高いこと, 機械的強度の大きいこと, 電子線に対して強いことなど多くの特長を有している。この発明は上記透明蛍光体を使用し, 電子線によってこの蛍光体上に作られた光学像をさらに光学的に拡大あるいは縮小し得るようにした電子顕微鏡に関するものである。

図に示すように, 上記電子顕微鏡は電子レンズ系による電子光学的拡大像を観察し得るようにするとともに, 上記レンズ系における中間電子像の位置に透明蛍光板を配置し得るようにし, この蛍光板により電子光学的中間拡大像を光学像に変換し, 以下これを光学的に拡大あるいは縮小し, 電子光学的拡大率と光学的拡大率との総合拡大率で最終光学像を前記電子光学像を観察すると同一位置で観察し得るように構成してある。したがって極めて低い倍率から電子顕微鏡の特長である高倍率まで, 非常に広範囲にわたり, しかも極めて容易に像が得られる効果がある。(永 田)

