

純流体素子を使った材料寸法の自動選別装置

An Automatic Gaging and Segregating Apparatus Using Pure Fluid Logic Elements

天 野 松 男*
Matsuo Amano

鈴 木 清 光*
Seikô Suzuki

長 谷 川 洸*
Hikaru Hasegawa

要 旨

純流体素子の自動化機器への適用は最も手近で利用度も高い。今回、この素子を用いて材料寸法のモデル自動選別装置を試作し、その実用性を確かめた。装置は純流体素子回路部分のほか、検出部分、操作部分にも、純流体システムに適した固有のものを用いる必要があり、これらの点もあわせ考慮して試作し実験した結果 ± 0.01 mm 程度までの寸法差を検知、選別できることが確かめられ、今後の実用化への明るい見通しがえられた。

1. 緒 言

純流体素子が世間から注目され始めてから、数年経過した現在、世界の関係メーカー各社では標準素子の仕様がほぼ固まり、これらがどの程度の実用性をもつかを各種具体的機器に適用して、その作動性を検討しつつあるのが一般の情勢である。

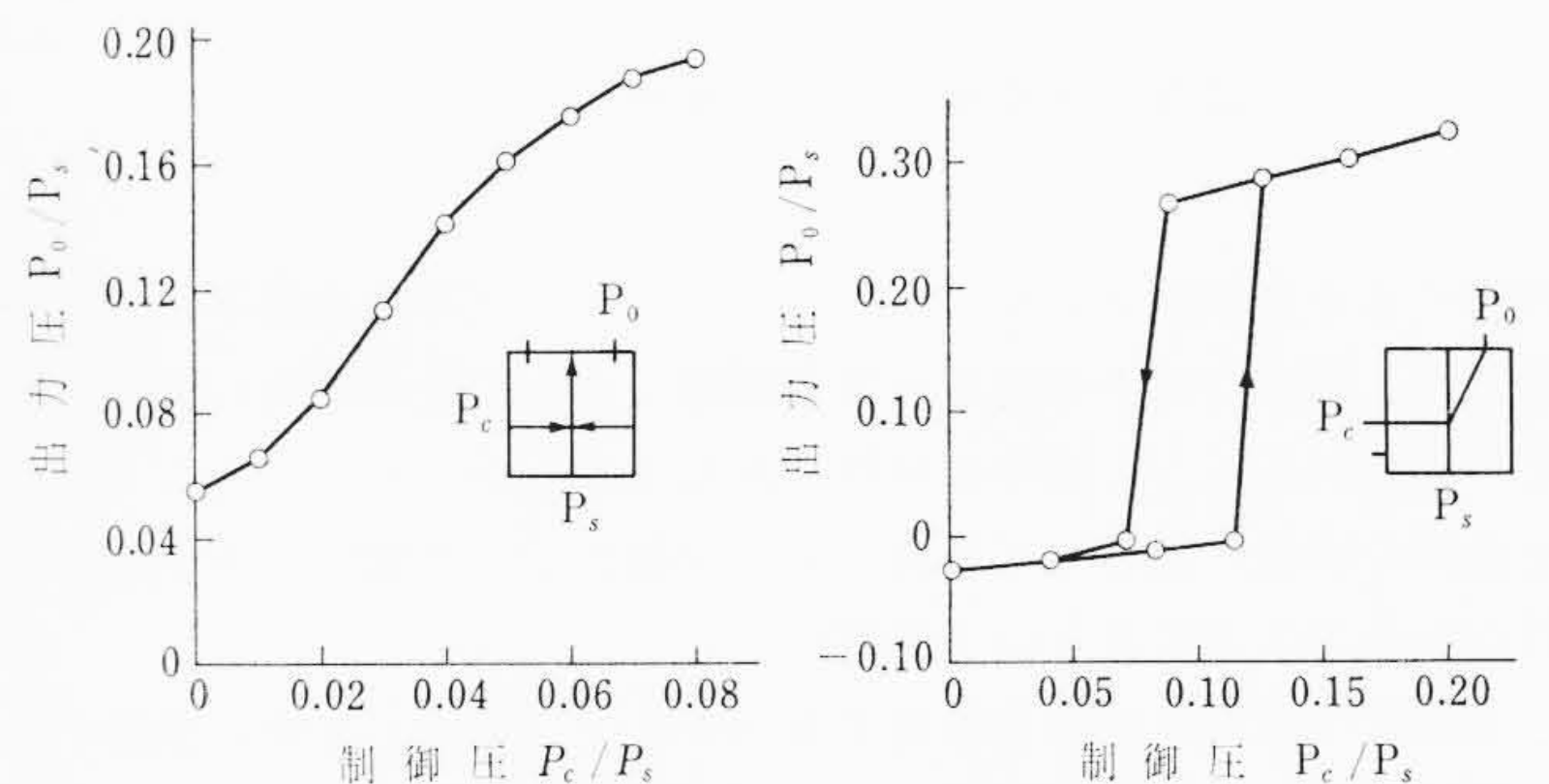
日立製作所でも一応この素子の形状と特性の関係を実験的に、は握できたのでこれらを組み合わせた複合回路を作り、先回のボール盤自動回路⁽¹⁾に引き続き、材料寸法のモデル自動選別装置に適用して実際の作動特性を確かめたのでその結果を報告する。

2. 純流体素子の基本形状とその特性

流体の相互作用あるいは流体と流路壁との相互作用に基づいて論理動作や比例増幅動作を行なわせる純流体素子には種々の形式があるが、いずれも高耐環境性、そのほか固有の特長をもっている。本研究に利用したものは側壁付着形と偏向増幅形を基調とするものでその代表的な例を示したのが図1である。左側が比例増幅素子（偏向増幅形）、右側が論理和素子（側壁付着形）でいずれも光学腐食方法を用いて加工したもので、前者では図のようにセンターベント流路を設けて比例性の向上を、また後者では循環流スプリッタによりスイッチング特性の向上を図った。その作動性については図2のように制御圧 P_c と出力圧 P_o との間にそれぞれ比例増幅およびスイッチング特性がえられるものである。

3. 自動選別装置の構成

この実験で試作した自動選別装置の構成を図3に、外観を図4に示す。本装置の動作概略を述べれば図3のような構成において、ベルトによって移動する品物に対し、これとわずかなすき間を隔てて



(a) 比例増幅素子 (偏向増幅形) (b) 安定素子 (論理和素子) (側壁付着形)

図2 純流体素子の作動特性例

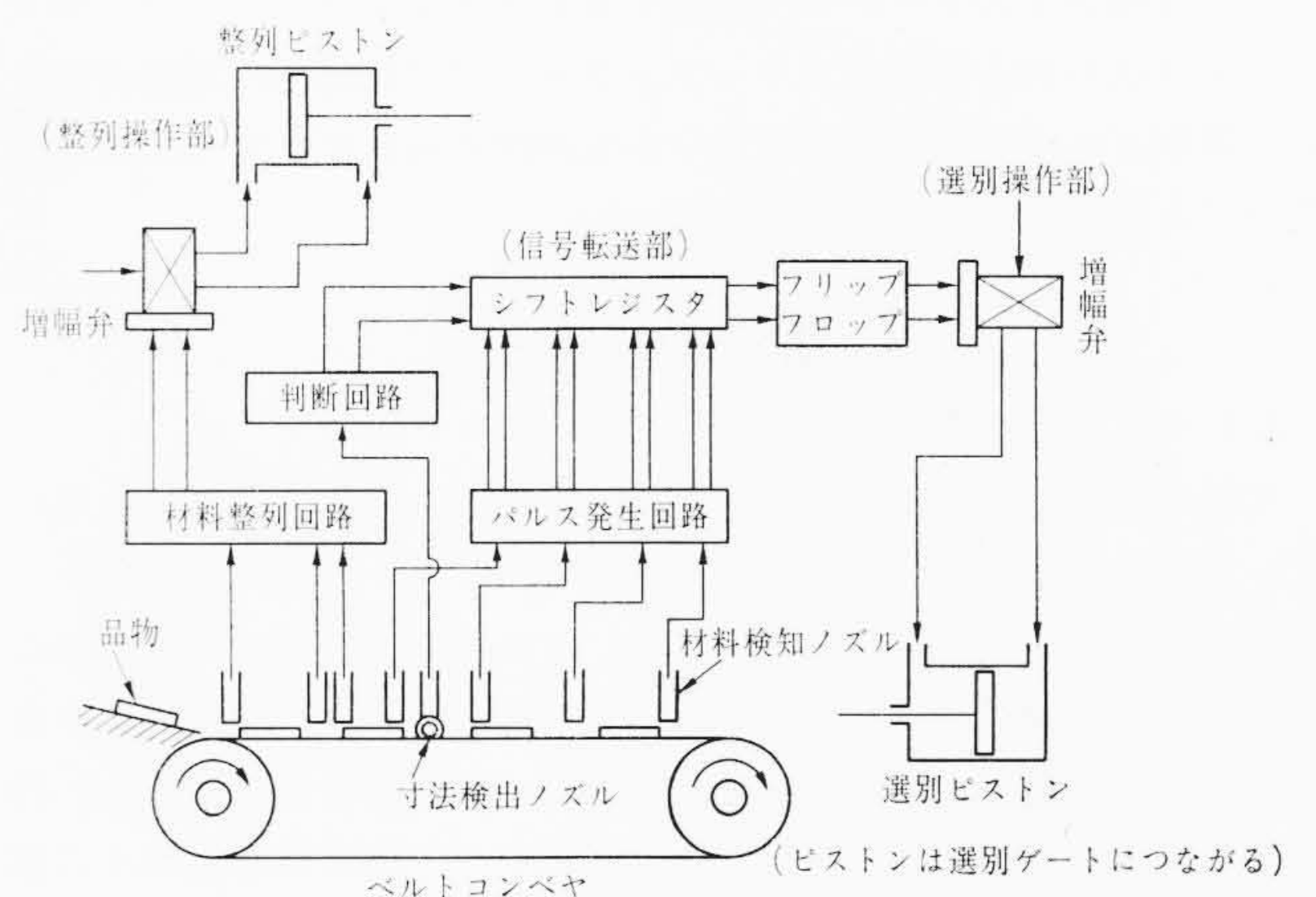
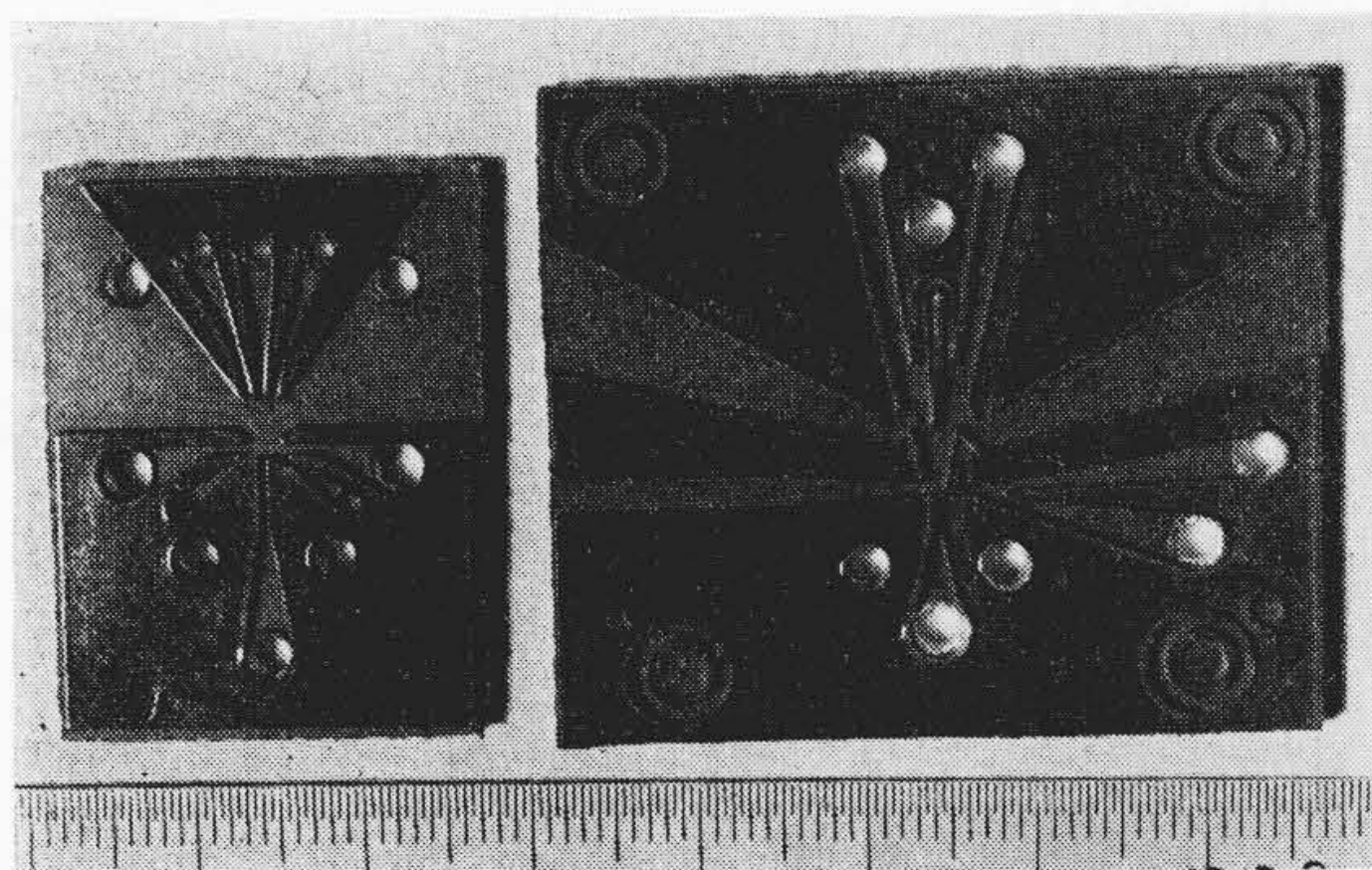


図3 自動選別装置の構成



(左) 比例増幅素子 (右) 論理和素子

図1 純流体素子

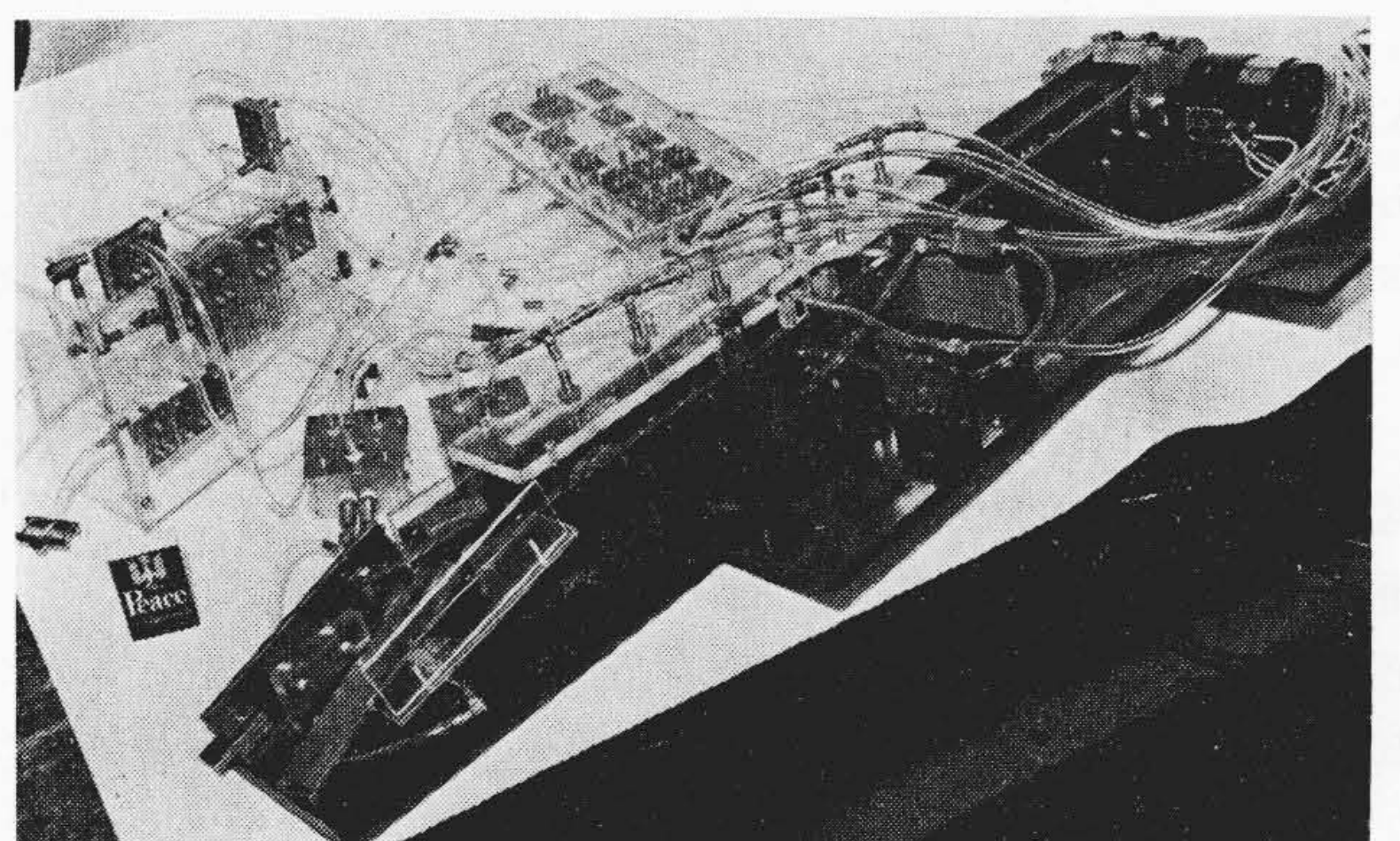


図4 自動選別装置

* 日立製作所日立研究所

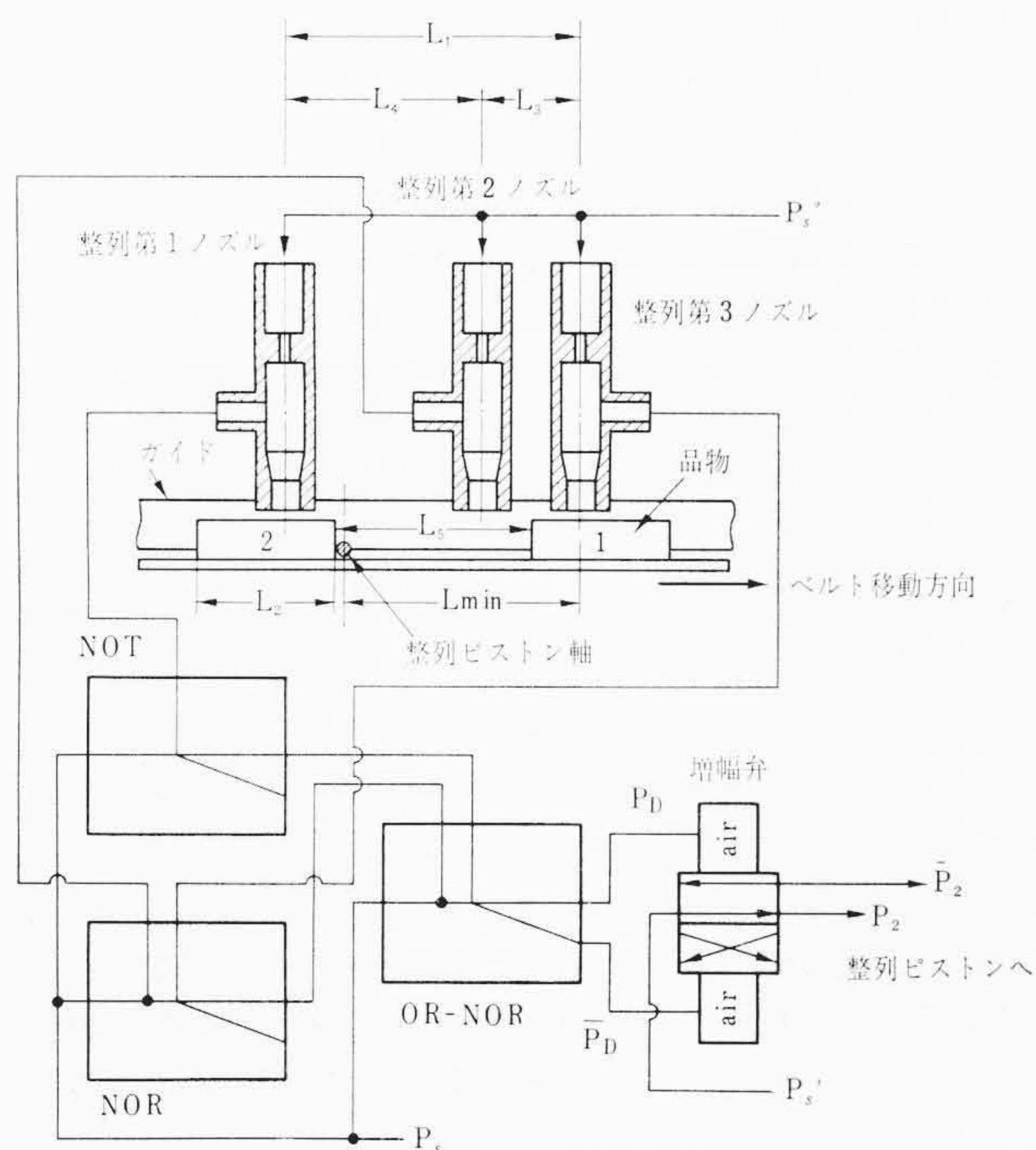


図8 材料整列回路構成

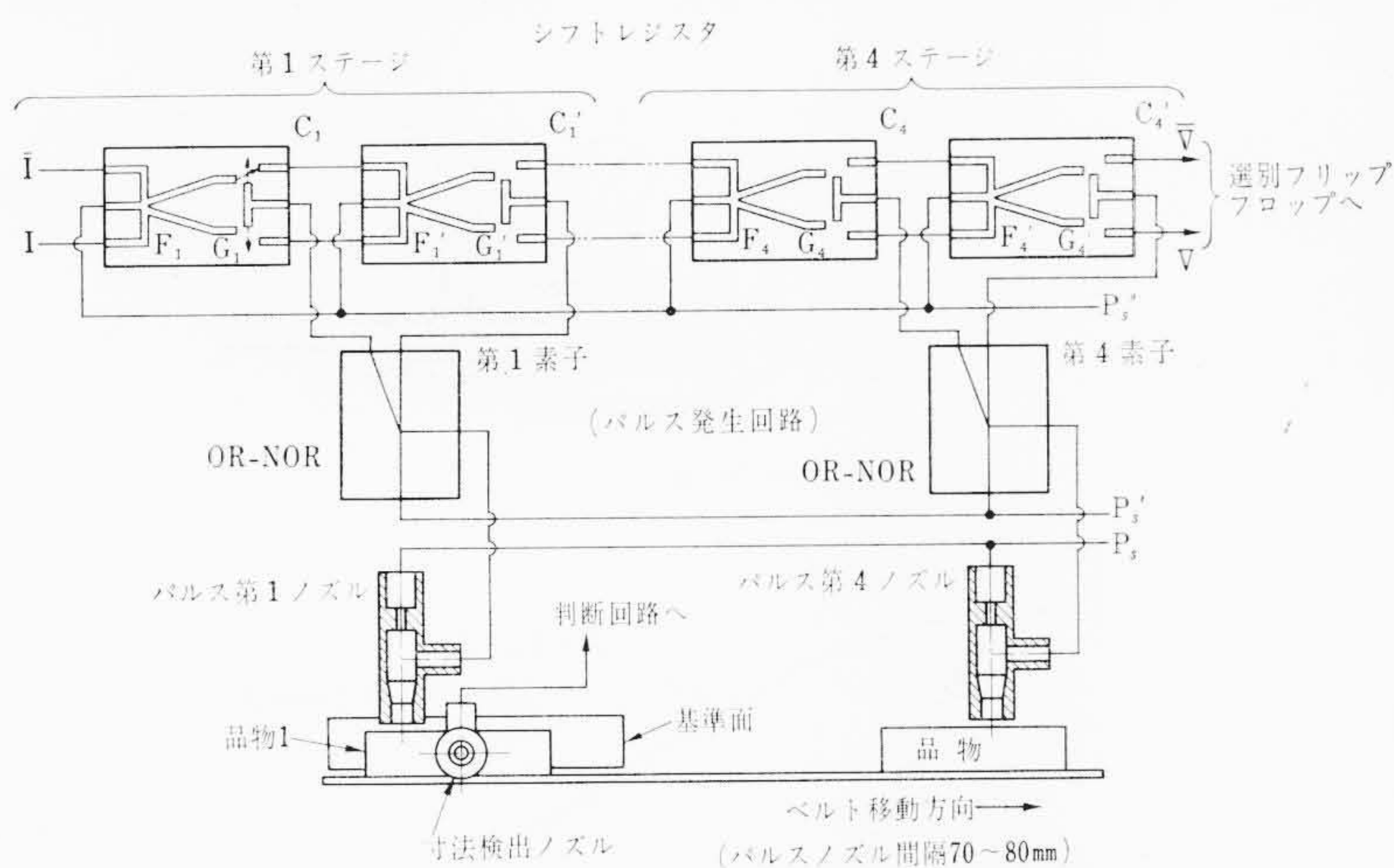


図9 信号転送回路の構成

L_5 : 品物間隔

L_{min} : 品物設定間隔

品物間隔の極端な場合、たとえばその間隔がゼロで密着して移動してきた場合でも本回路の作動性には変わりなく、その間隔が設定値 L_{min} に達するまでは操作ピストンが後続品物の側面を押して停止させている。

なお、間隔のせまい品物配列状態が続いたりあるいは移動速度がはやい場合には品物の累積状態が生ずる可能性がある。しかしこれには別途対策を考慮しているが、ここでは述べない。信号転送回路は図9, 10のようなシフトレジスタ⁽³⁾が主体となっている。これはフリップ・フロップ素子 F_1, F_1' などと偏向増幅形のゲート G_1, G_1' などからなる回路板 C_1, C_1' などが8個直列につながったものである。この部分の各ステージは2個ずつ1対の回路板からなっているが、これとともにステージ付属の OR-NOR 素子およびパルスノズル1個ずつを備えている。OR-NOR 素子の両出口から出る出力はシフトパルスとして各回路板の偏向増幅形のゲート G_1, G_1' などにはいるようになっている。OR-NOR 素子の制御流路は図のような普通形式のパルスノズルの背圧室と通じ、ノズルの噴口が品物

表1 材料整列回路信号表

作動部 経過	No. 1 ノズル	No. 2 ノズル	No. 3 ノズル	NOT	NOR	OR-NOR (NOR 側)	操 作 ピストン
1	0	0	0	1	1	0	0 (後退)
2	1	0	0	0	1	0	0 (後退)
(3)	1	1	0	0	0	1	1 (前進)
(4)	1	1	1	0	0	1	1 (前進)
5	1	0	1	0	0	1	1 (前進)
6	1	0	0	0	1	0	0 (後退)

上表は $L_{min} > L_5$ のときの作動信号
(ただし $L_4 > L_5$ のときカッコ番号付加)
 $L_5 > L_4$ のときカッコ番号除外)

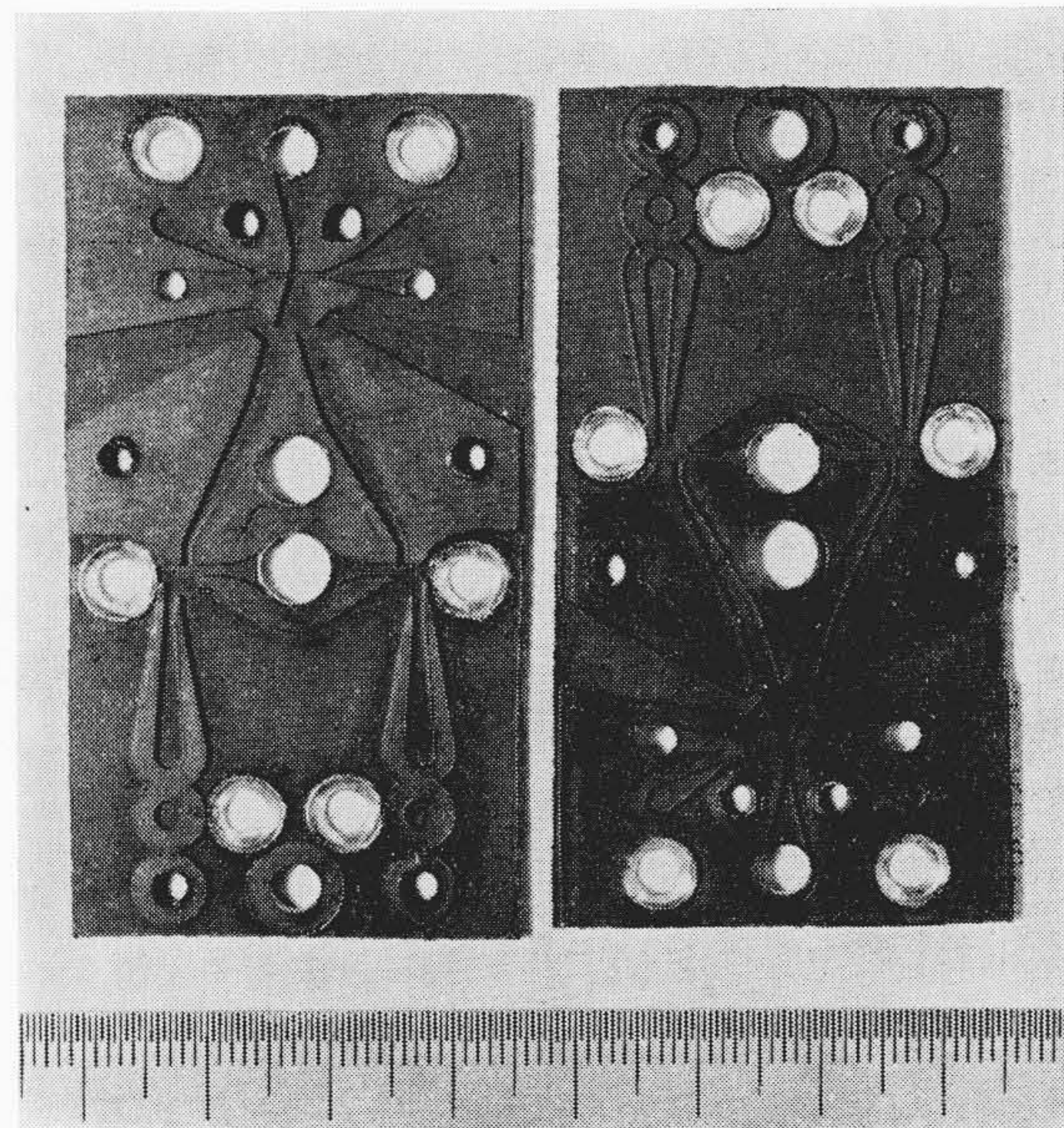


図10 シフトレジスタ回路のユニット

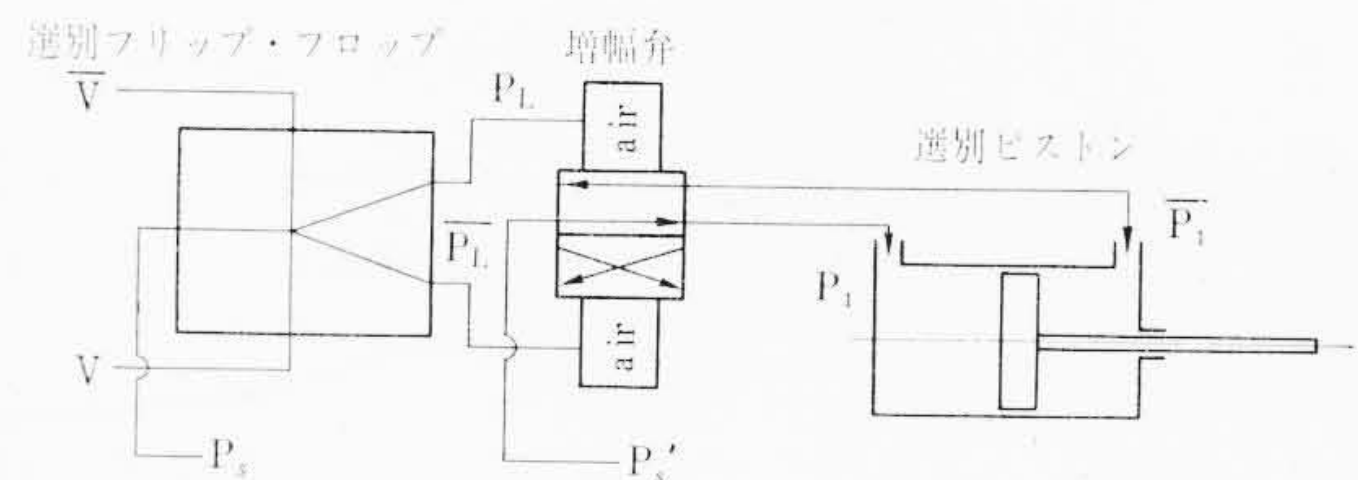


図11 選別操作部構成

の通過により遮へいあるいは開放されるとその背圧が上昇あるいは下降して OR-NOR 素子の流れ方向を切り換える。

したがってこのシフトパルスは各ステージ対のシフトレジスタ回路板にはいてゲート G_1, G_1' などを交互に開閉し、シフトレジスタの一端からはいる合格あるいは不合格信号 $V, \bar{V}$ を交互に干渉なく後段ステージに転送させる。

4.3 操作部分

操作部分の構成は図11のように、選別フリップ・フロップ、増幅弁、選別ピストンからなっている。この部分にシフトレジスタより送られてくる合格、不合格信号 $V, \bar{V}$ がはいると、選別フリップ・フロップが動作し、増幅弁を介して操作圧 $P_1, \bar{P}_1$ でピストンを動かし、選別動作をする。

この選別装置の増幅弁として、図12に示すようなパイロット増幅弁を用いることによって、応答性が良くなり、また小形にすることができた。

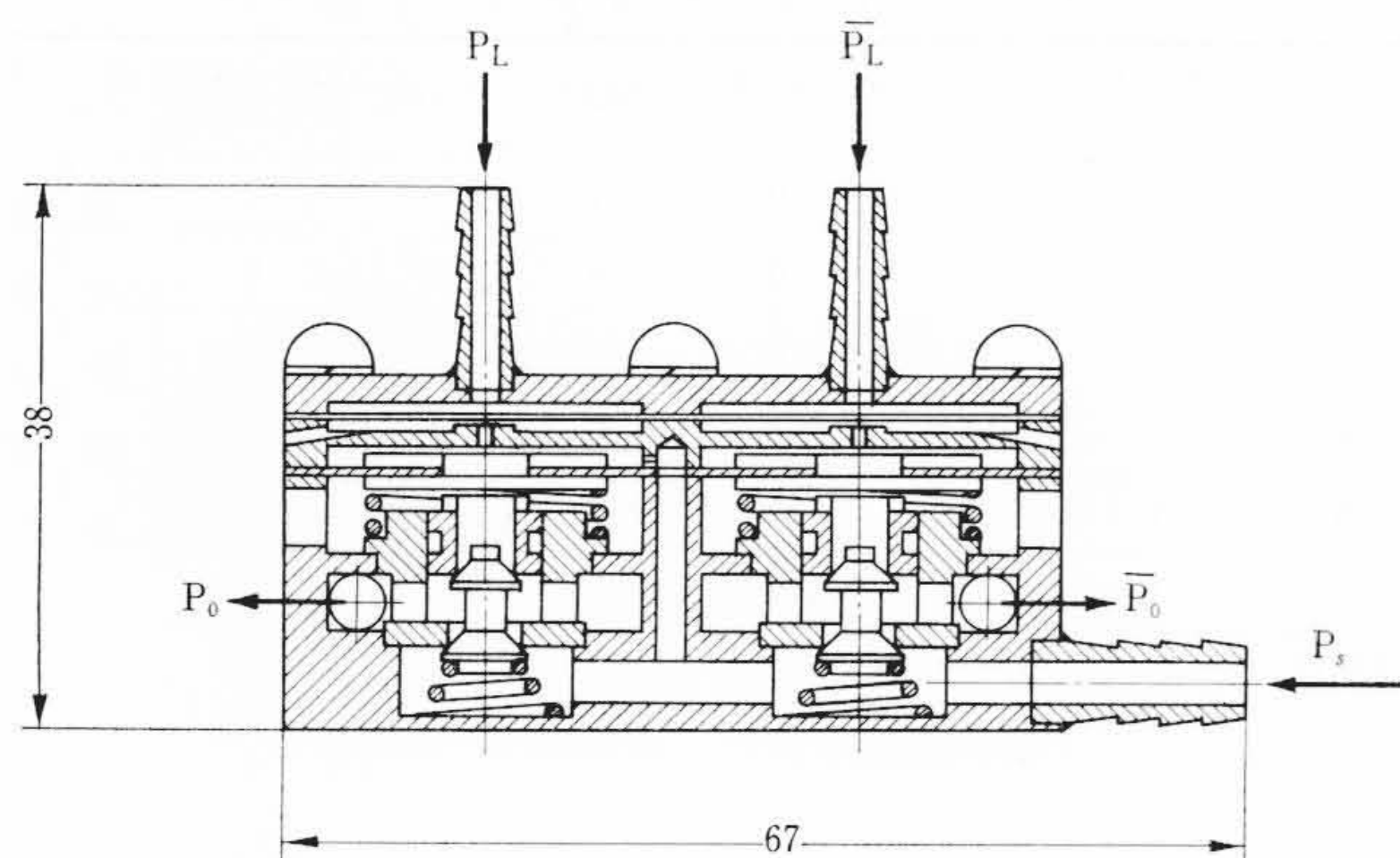


図12 パイロット増幅弁の構造図

5. 実験結果

5.1 検出部分の作動特性

検出ノズルには図5の寸法検出ノズルと品物の通過を検知する図8, 9の整列ノズル, パルスノズルとを用いた。品物の通過を検知するノズルは普通形式の背圧形のノズルでじゅうぶんである。

寸法検出ノズルは寸法変化に対する出力圧の変化(増幅感度)が大きく, かつその直線性も良いことが必要である。図13は普通形式の背圧形ノズルと寸法検出用の特殊設計のノズルとの, 間げき X と

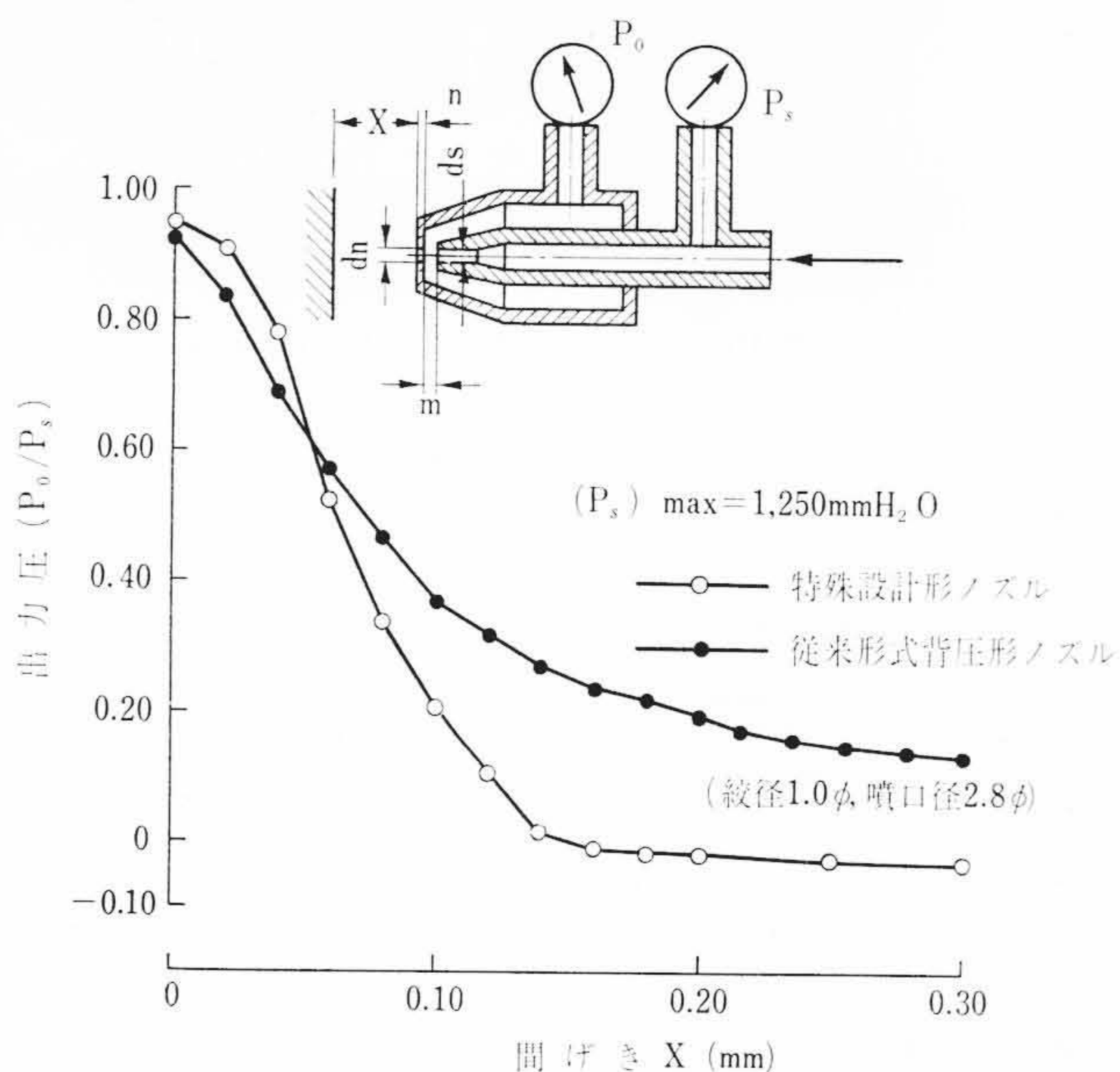


図13 特殊設計形ノズルの特性

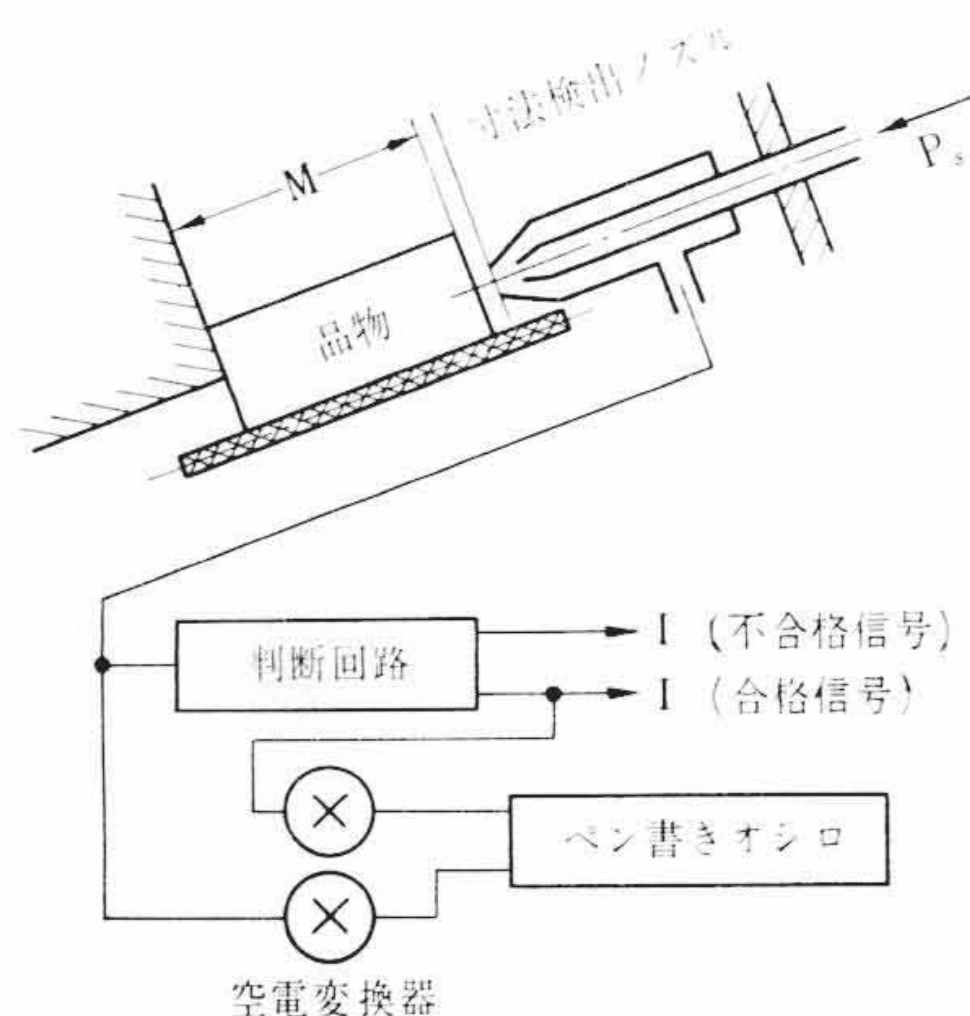


図15 作動特性実験回路

出力圧 P_0/P_s の関係の特性実測値を比較したものである。特殊設計のノズルでは, 間げき X が0.14 mm までほぼ一定の直線性を保ち, 背圧形ノズルに比べて X の大きい領域ではほぼ40%の直線範囲拡大がみられ, 増幅感度も0.01 mmの X 変化で供給圧の6%強となっている。これは前にも述べたように, X の増加に伴い壁のノズル背圧に及ぼす影響が少なくなる反面, ノズルからの噴出流によって圧力取出空間の空気が引き込まれ, 圧力低下が生ずるためである。その背圧特性は主として供給絞り ds , 背圧絞り dn および二つの噴出口端間げき m によって決定される。図14は寸法検出用ノズルの二つの噴出口端間げき m をパラメータにしたときの, 間げき X と出力圧 P_0/P_s の関係である。この噴出口端間げき m が大きくなると, 噴流の出力圧空間内の引き込みよりも, この空間への流入量がふえて背圧形の特性に近づくことは図14の傾向からも推測される。

次にこの寸法検出ノズルを前述の判断回路に結合し, 微小寸法変化をもつ7個の品物を通過させ, これに対応するノズル背圧信号と判断回路の出力信号を図15のように空電変換器を介してペン書きオシロに記録させた結果を示したのが図16である。7個の品物寸法 M は(19,970) (19,980) (19,990) (20,000) (20,010) (20,020) (20,030) mm であり, 合格信号 I は(19,990) (20,000) (20,010) mm が出ている。図において合格信号以外のところでひげ状の信号が発生しているが, これは合, 否にかかわらず品物が寸法検出ノズルに相対する初期に, 過渡的に発生するもので, 合格品の場合はきわめて短時間

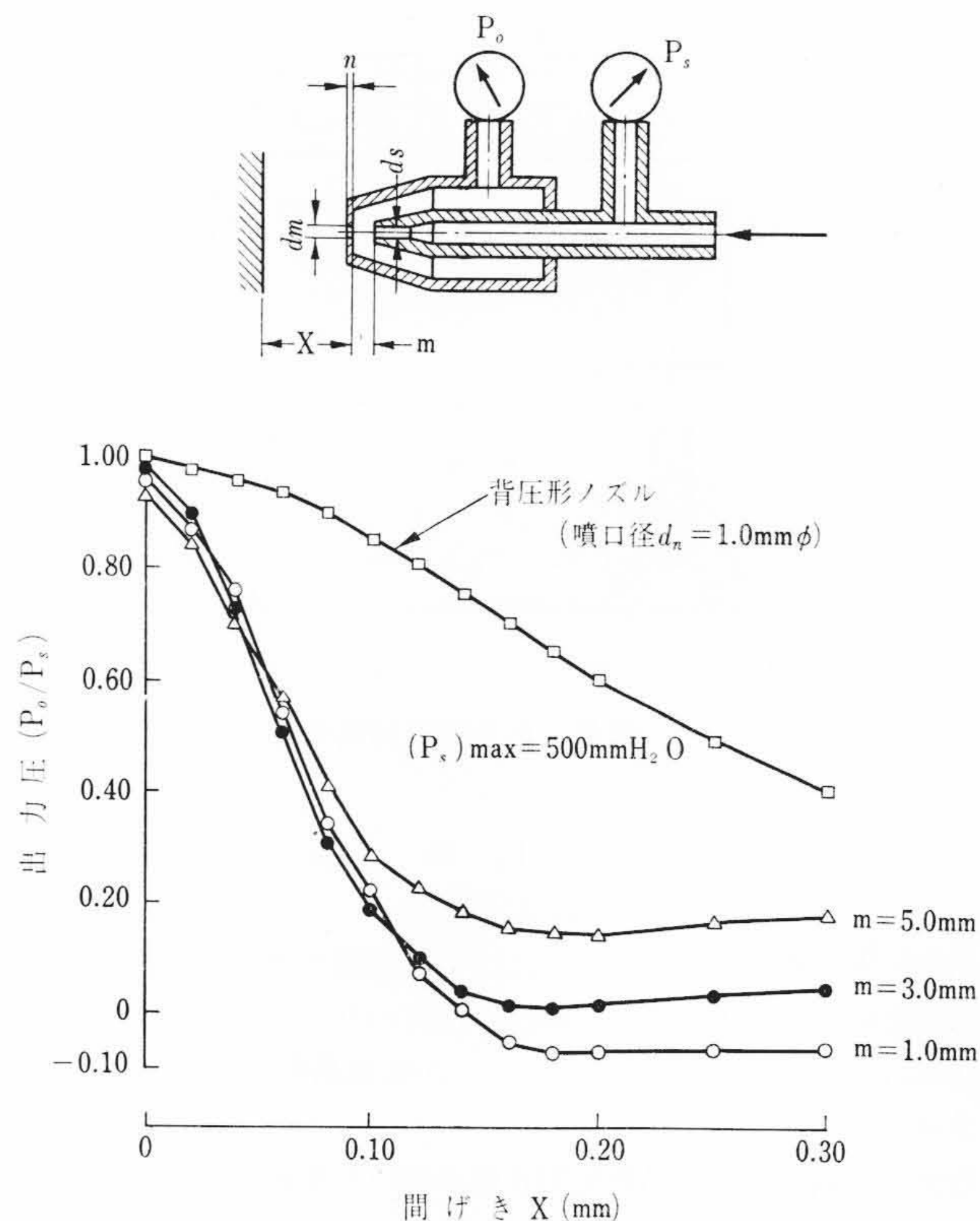


図14 噴出口端間げき m による間げき X と出力圧の関係

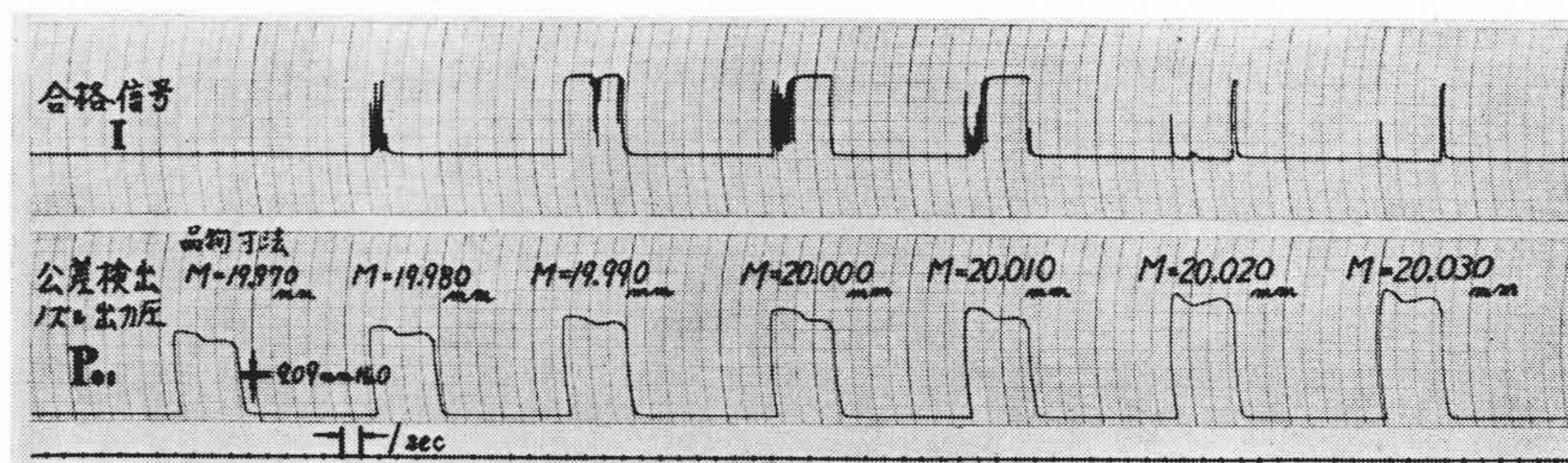
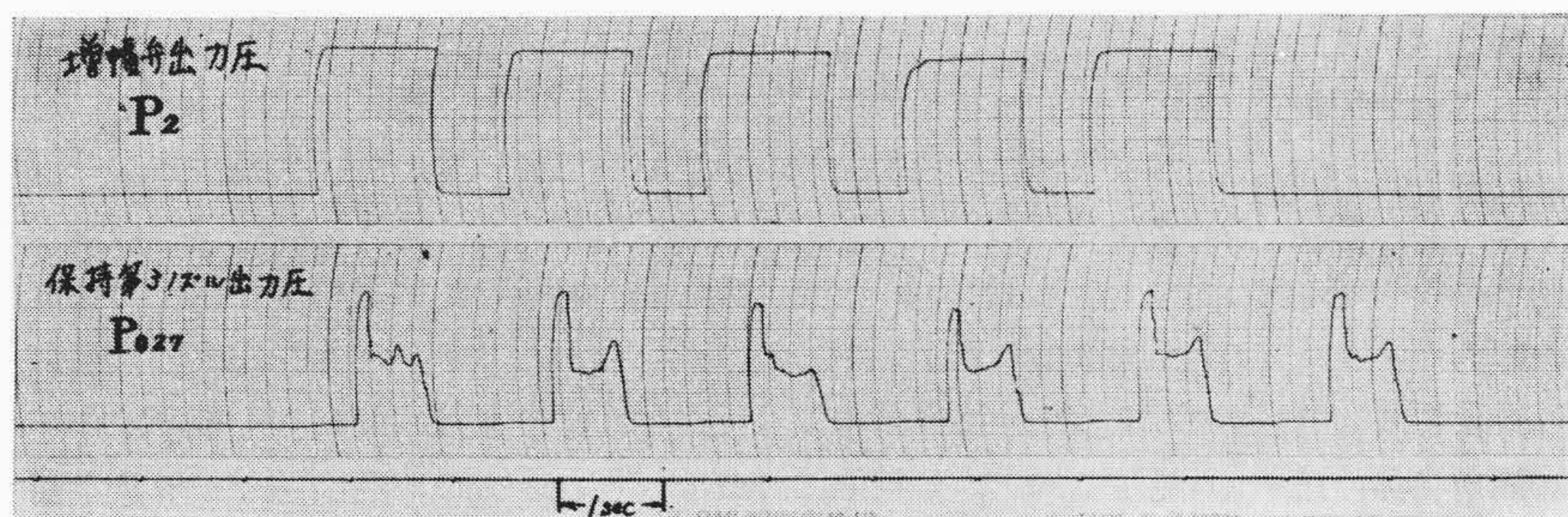
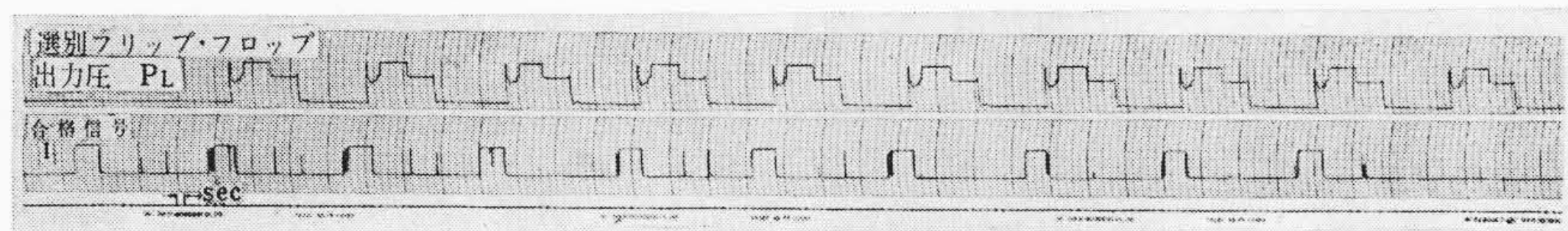


図16 判断回路作動特性 (コンベヤ速度 0.72 m/min)



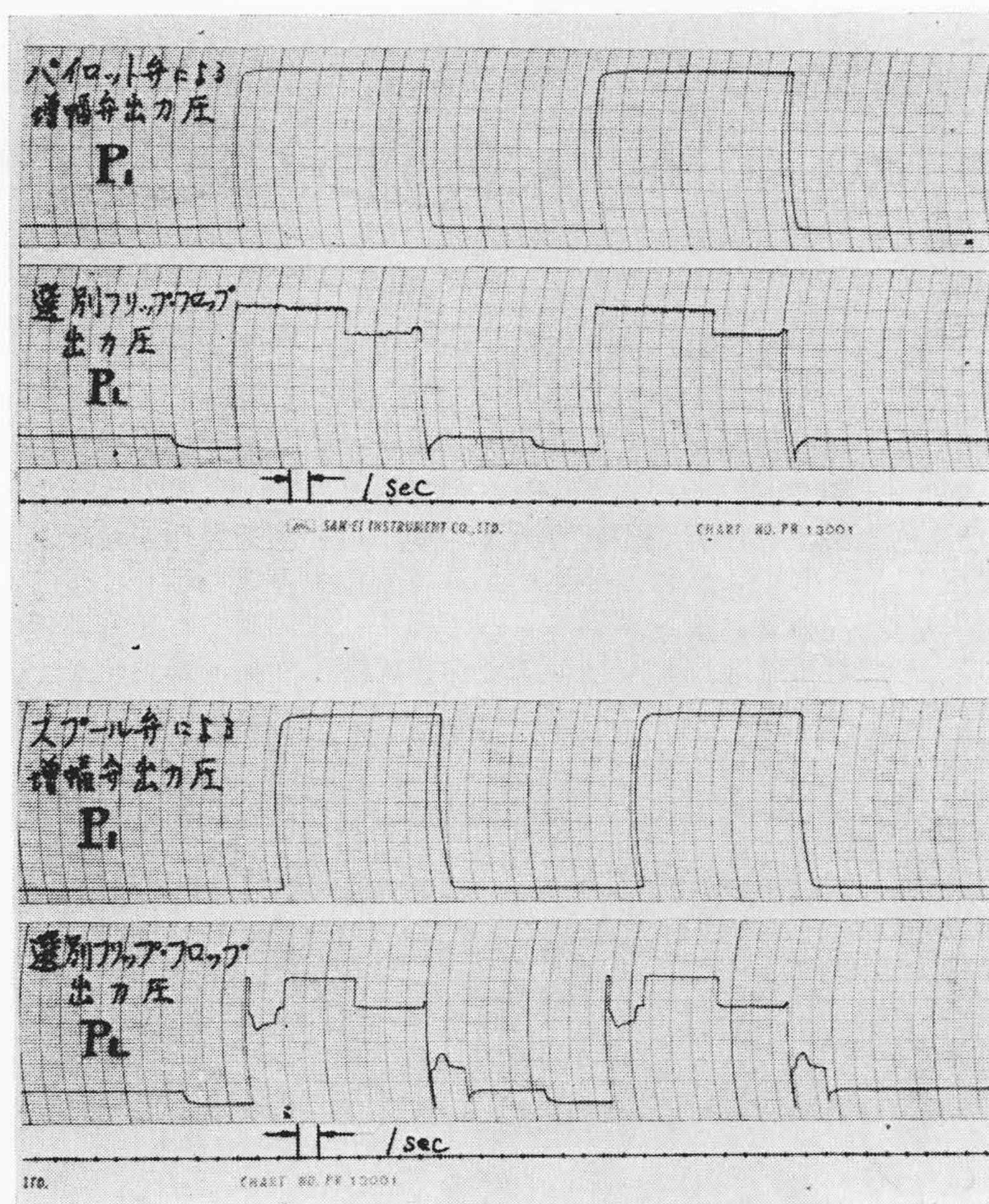
増幅弁：パイロット方式（コンベヤ速度 3.6 m/min）

図17 材料整列回路作動特性



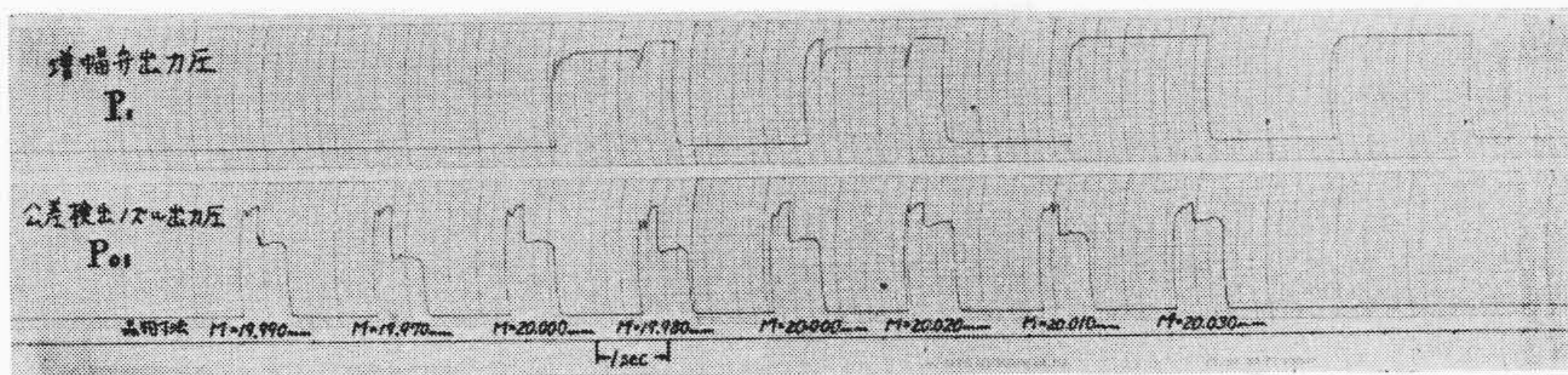
増幅弁：スプール方式（コンベヤ速度 0.72 m/min）

図18 シフトレジスタ作動特性



（コンベヤ速度 0.72 m/min）

図19 パイロット方式とスプール方式の作動特性



増幅弁：パイロット方式（コンベヤ速度 3.6 m/min）

図20 選別装置の作動特性

に消失し、必ずシフトレジスタの1方のゲートのみが開いている間に正常に復するのでその中に誤動作として記憶転送されることはない。図でもわかるように、この寸法検出ノズルと判断回路は ± 0.01 mmまでの寸法差が判定できる。

5.2 伝達部分の作動特性

図17はベルトコンベヤで送られてくる品物の間隔を一定値以上

に保つ材料整列回路の作動特性を示したものである。これは前述の図9における第3整列ノズルの背圧と操作ピストン用増幅弁出力圧との相互関係を前と同様空電変換器を介して記録させたものである。この記録は特に極端な場合、すなわち品物間隔ゼロの場合であるが、両圧力の位相は常に一定であって増幅弁出力圧が上昇してピストンを作動させ、品物を停止させたのち、品物がノズルに相対しさらにこれを去っていくとき、すなわち一定間隔に達したときピストンが後退している状態が観察される。

次に信号転送回路の主体となる4ステージシフトレジスタの作動特性の記録を示したのが図18である。これは判定精度 20.00 ± 0.01 mmを基準にして、合格、不合格の品物をそれぞれ10個あらかじめ決め、合格→不合格の順に並べて品物と品物との間隔 L_5 をゼロにして、ベルトコンベヤ上を移動させたときの特性である。

シフトレジスタの入力信号として、合格、不合格信号が交互にはいるから、図11の選別フリップ・フロップの出力信号 P_L も交互に10回出ることになる。図18はこの作動を忠実に再現し、シフトレジスタが良好に作動していることを示している。また合格信号以外の場所で生ずるひげ状の過渡的記録についてはすでに説明したとおりで、誤動作の原因とならない。

5.3 操作部分の作動特性

装置の選別速度は主として増幅弁および操作ピストンの応答速度に左右される。本装置では特にこの点を考え高応答のパイロット形増幅弁を設計し、従来使用していたスプール形のそれと特性を比較した。図19はその結果を示したものである。同図は前述図11のように選別フリップ・フロップと増幅弁をつないで両者の圧力の相互関係を時間軸上に記録させたものである。従来のスプール形では選別フリップ・フロップ素子の出力圧に対するピストンの作動おくれが大きいのに対し、パイロット弁形ではほとんど観察されないことがわかる。これは後者において構造上空間容量、ストロークなどを本質的に小さくしたことによるものである。

5.4 自動選別装置の作動特性

装置個々のユニット特性に引き続き、選別装置の実際の作動を調べた。測定方法は図15のユニットのときと大差なく、微小寸法差をもつ品物の寸法を検出ノズルで検知し、その

背圧と最終段の選別ピストン用増幅弁出力圧を空電変換器を介し、ペン書きオシロで記録させたものである。図20はその作動特性である。これは8個の品物の寸法 M を(19,990) (19,970) (20,000) (19,980) (20,000) (20,020) (20,010) (20,030) mmの順に、その間隔 L_5 をゼロにして並べ、ベルトコンベヤ速度 3.6 m/minにしたときの特性である。これによると選別ピストンの動作は(19,990)

(20,000) (20,010) の品物を合格とし、それ以外の品物を不合格としている。同記録によって寸法検出ノズルと判断回路は $\pm 0.01\text{ mm}$ までの寸法差を判定できることがわかる。

コンベヤベルト速度は選別処理能力に関係するので速いのが望ましい。このベルト速度を 7.2 m/min にすると基準面と品物の端面が完全な接触をしないことがあって、寸法検出ノズル出力圧 P_{01} が品物寸法に対応する真の圧力を出さなくなってしまう。このことによりベルト速度 7.2 m/min ではばらつきが大きい。素子自体の応答性はまだまだかなり高いところにあるので、基準面を改良すれば、この点は解決できるものと考ええる。

なお、本装置においてベルト速度 3.6 m/min のときの選別処理能力は2秒に1個である。

6. 結 言

このモデル自動選別装置の試作によって、純流体素子および複合回路の自動化装置への適用性は有望であることがわかり、ベルトコンベヤ速度 3.6 m/min において $\pm 0.01\text{ mm}$ までの寸法差を判定選別できることが確かめられた。しかしながら実際利用するに当たっては寸法検出部分の融通性、測定間引き範囲の拡大、被測定体移動速度の向上、長期間の作動安定性などの技術的問題など解決を要する問題も多々あり今後さらに検討していきたいと考える。

参 考 文 献

- (1) 長谷川, 鈴木, 天野: 無可動形流体論理素子と小形ボール盤制御への応用 日立評論 48 1156~1160 (昭 41-10)
- (2) 塚原: 空気マイクロメータ, 科学技術院 (昭 37-8)
- (3) 尾崎: わが国における Fluidics の応用現状, 計測と制御 Vol. 6, No. 12 p. 913~926 (昭 42-12)



特許 第493572号 (特公昭40-2484号)

特 許 の 紹 介



犬 塚 績・宮 尾 英 夫

停 電 時 エ レ ベ ー タ 自 動 着 床 方 式

この発明はエレベータの電源が停電した場合にエレベータ駆動装置内に蓄積されているエネルギーによって最寄り階床に運転し、停止させるものである。ワードレオナード方式を使用した直流エレベータにおいて停電時にレオナード発電機やこの発電機の駆動用交流回転機および励磁機などに蓄積されている慣性エネルギーを使用し、しばらくの間運転を続ける考えは過去にもあったが実用されてはいない。

この発明はそのアイディアを具体化したもので、エレベータがたとえば上昇運転中に停電すると母線 R-T 間に接続された停電検出リレー 1R が消勢され接点 $1R_3$ を閉じ、運転リレー 2R および上昇リレー 3R を付勢し続ける。(停電検出リレーの接点 $1R_3$ がない場合、誘導電動機 IM の電源が停電した後しばらく経過すると励磁機 E_x の出力電圧は回転速度の低下とともに下がり定格電圧の 80% 以下となると電圧リレー 5R が消勢される。そこで接点 $5R_1$ が開きとびら主リレー 6R を消勢し、接点 $6R_2$ の開放によって電動機 M の界磁直列抵抗 MFR の抵抗を増して電流を減少し電流リレー 7R を消勢する。そのため接点 $7R_1$ が開いてエレベータを停止するに至る) しかしながら本発明においては停電検出リレーの接点 $1R_3$ によって接点 $7R_1$ は短絡されるので、停電時エレベータは励磁機 E_x の出力電圧が低下しても運転を続行するのである。

一方停電検出リレー 1R が消勢すると図示されない階床呼び登録回内に強制的に人工呼びが登録される。そこでエレベータの全階床に呼びが発生したと同様になり通常の減速、停止制御回路が作動し、レオナード発電機 G の分巻界磁抵抗 GFR の抵抗を順々に増加し(接点 23, 22, 21, 20 の順に開放する)発電機 G への指令電圧を下げることになり、エレベータケージ CA の速度は降下し最寄り位置に着床する。

運転リレー 2R および下降リレー 4R が付勢されエレベータが下降運転している場合も上記と同様に制御される。

走行中に停電になった場合は上述のように安全に着床、開扉(ひ)されるが、走行し始める以前に停電が起った場合には次のように動作する。エレベータを起動させるため起動ボタン S_4 を押し、とびら主リレー 6R が付勢されると閉扉回路(図示しない)が形成され閉

扉が開始される。このとき停電がおきると停電検出リレー 1R が消勢され、その接点 $1R_1$ が開路されるので、とびら主リレー 6R が消勢され閉扉が中断される。つづいて開扉動作が始まるのである。

このように本発明によれば走行中停電の場合は最寄り階床に正規の減速、着床制御によって停止して開扉し、走行前停電の場合は閉扉動作を中止し開扉するので乗客は安全、迅速にケージ外に脱出できる。(渡辺)

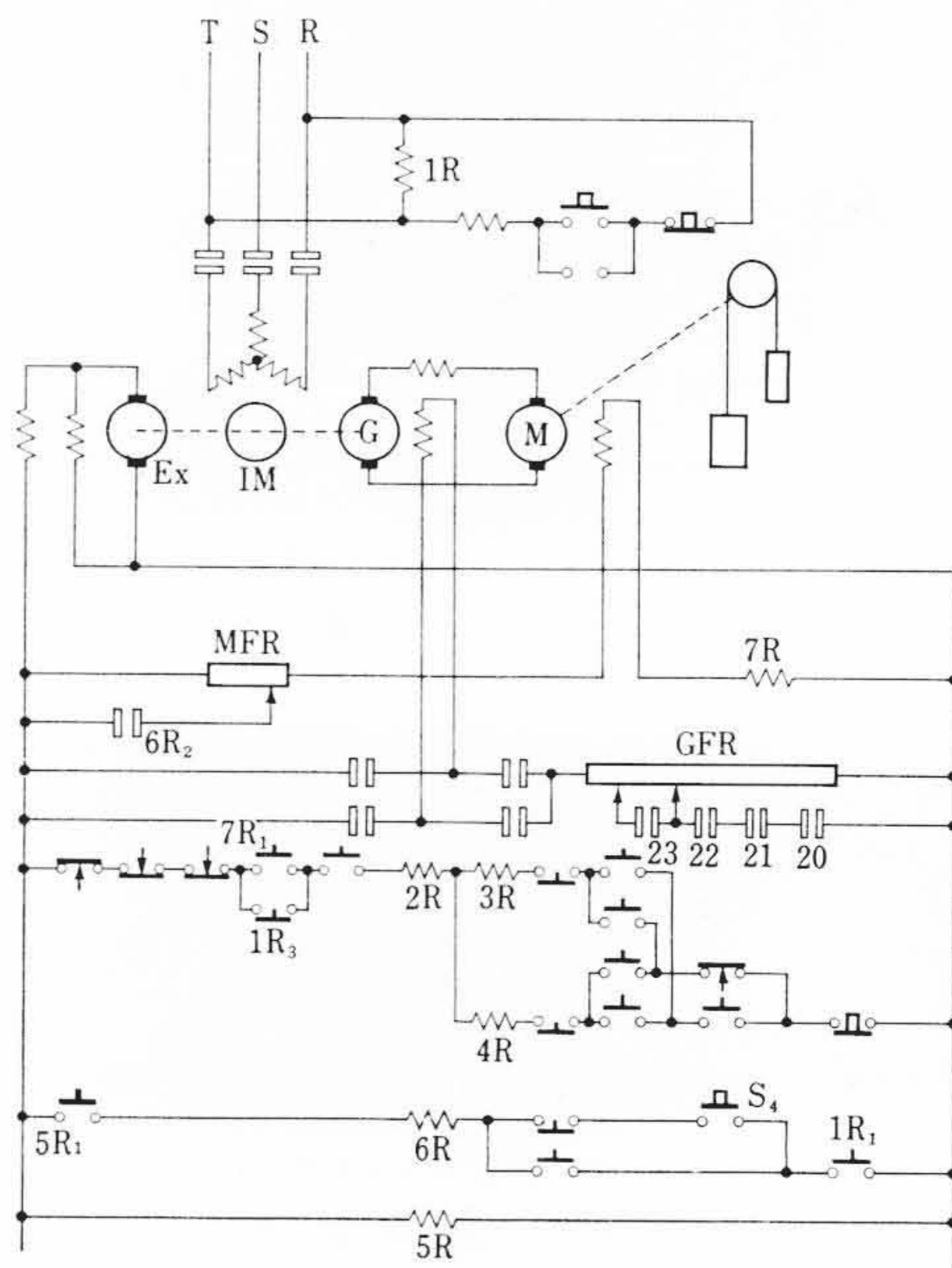


図 1