

② 公開特許公報 (A)

昭58—124903

⑤ Int. Cl.³
G 01 B 11/00
G 05 D 3/00

識別記号 庁内整理番号
7428—2F
6432—5H

④ 公開 昭和58年(1983)7月25日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑤ 物体の位置検知装置

京都市右京区花園土堂町10番地
立石電機株式会社内

① 特 願 昭57—9256

⑦ 発 明 者 田坂吉朗

② 出 願 昭57(1982)1月22日

京都市右京区花園土堂町10番地
立石電機株式会社内

⑦ 発 明 者 三笠一男

⑧ 出 願 人 立石電機株式会社

京都市右京区花園土堂町10番地
立石電機株式会社内

京都市右京区花園土堂町10番地

⑦ 発 明 者 久野敦司

⑨ 代 理 人 弁理士 岡本宜喜 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

物体の位置検知装置

2. 特許請求の範囲

(1) 物体の位置検知手段には所定方向に傾けた少
なくとも 3 個の発光素子と、

受光素子群から成り、前記発光素子数に等しい
数の受光板と、

前記受光板の受光素子より得られる受光信号を
所定のパターンに従って信号処理する受光回路と、
前記受光回路の出力に基づいて物体が所定の位
置にあることを検知する判断回路と、を具備せし
めたこと、及び

被検知物体の表面に、夫々前記発光素子数に等
しい数の反射鏡を前記発光素子と受光板との中間
点の配置に等しい位置関係を保ちつつ貼付したこ
とを特徴とする物体の位置検知装置。

(2) 前記発光素子は夫々異なる色彩の光を発光す
るものであり、前記受光板は夫々前記発光素子の
光に対応する光を受光するものであることを特徴

とする特許請求の範囲第 1 項記載の物体の位置検
知装置。

(3) 前記発光素子はその表面上の所定点について
回転対象にならないように配置されていることを
特徴とする特許請求の範囲第 1 項又は第 2 項記載
の物体の位置検知装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は物体の位置及び姿勢を検知する装置に
関するものである。

従来物体の位置や姿勢が所定の状態にあるかど
うかを、その物体に接触することなく容易に検出
することはできなかった。

しかしロボットの誘導、その他種々の用途に非
接触型の位置検知装置が要望されていた。

本発明はこのような要望に鑑みてなされたもの
であって、物体の表面に鏡を貼付し、検知装置か
ら投光した光の反射状態によって物体の位置、姿
勢を検知するようにした物体の位置検知装置を提
供することを目的とする。

以下本発明の構成を実施例につき図面を参照し

つつ説明する。第1図(a)は検知装置のセンサ部分を示す正面図であり、第1図(b)はその検知装置1と検知対象の物体2とが理想的な位置関係にある場合のA-A線断面図である。これらの図において、検知装置1には検知を容易にするために赤、緑、青及び黄の光を夫々発光する発光素子 r, g, b, y を図示の如く検知装置1内に所定角度傾けて埋設する。更に検知装置1の表面にはこれらの4種類の光を夫々受光する受光板 R, G, B, Y を設ける。各受光板 R, G, B, Y は第2図に示すようにマトリックス状の受光素子 $a_{11} \sim a_{33}$ から成立っており、夫々の出力は後述する受光回路に与えられる。発光素子 r, g, b, y は互いに第1図(a)に示すように位置検知を確実にするため中心点 Q に対して回転対称にならないように配置することが好ましく、又受光板 R, G, B, Y は発光素子 r, g, b, y と夫々等しい間隔を隔てて図示のように配置するものとする。一方物体2には所定の大きさの反射鏡 Mr, Mg, Mb, My を夫々発光素子 r, g, b, y と受光板 R, G, B, Y の

(3)

$$\frac{L}{D} = \tan \theta \quad \dots\dots (1)$$

しかるに物体2がここに示した理想的な位置からずれている場合には受光板 R, G, B, Y の各受光素子の受光強度が異なってくる。即ち物体2と検知装置1との距離は受光素子の中心線を通る素子、即ち a_{12}, a_{22}, a_{32} と a_{21}, a_{22}, a_{23} の受光強度の和の値として求めることができ、物体2の傾き、又は物体2と受光板 R, G, B, Y との位置ずれは受光素子の両側の素子の受光強度差、即ち a_{11}, a_{21}, a_{31} の受光量と a_{31}, a_{32}, a_{33} の受光量の差、及び a_{11}, a_{12}, a_{13} の受光量と a_{31}, a_{32}, a_{33} の受光量の差から求めることができる。従って受光板 R, G, B, Y の各受光素子の受光強度に基づいて物体2の位置を検知することができる。又この信号を用いて物体の姿勢を制御したり、何かの装置のトリガ信号として用いることも可能である。

次に受光板 R, G, B, Y より得られる受信信号によりマニピュレータ8の位置を検知する検知

(5)

中間点の配置に等しい位置関係を保ちつつその表面に貼付する。第3図は検知対象がロボットのマニピュレータ8である場合の位置検知操作を示すものであって、その表面に図示の如く反射鏡 Mr, Mg, Mb, My を配置する。そして検知装置1の発光素子 r, g, b, y と受光板 R, G, B, Y の中間点が反射鏡の位置にくるようにしてマニピュレータの位置を検知する。

ところで検知対象の物体2の反射鏡 Mr, Mg, Mb, My が第1図(a), (b)に示すように検知装置1の発光素子 r, g, b, y と受光板 R, G, B, Y の中間点に夫々位置し、且検知装置1の表面と物体2の表面が所定距離 D を隔てて平行である場合には、各発光素子 r, g, b, y より投光された光が物体2の各反射鏡 Mr, Mg, Mb, My により反射されて受光板 R, G, B, Y の中央に照射される。従って各受光板の中央の受光素子 a_{22} の受光強度が最も強くなる。この場合には各反射鏡 Mr, Mg, Mb, My と発光素子 r, g, b, y の開口部との距離を L とすると次式が成立つ。

(4)

回路、及びこの検知回路の信号を用いてマニピュレータ8の姿勢を制御する制御回路について以下に説明する。

第4図は各受光板に夫々対応して設けられる受光回路の一例を示すものである。本図を受光板 R の受光回路4とすると、その受光素子 $a_{11} \sim a_{33}$ は図示のように加算器 $A_1 \sim A_6$ に接続される。即ち加算器 A_1 ($i = 1 \sim 3$)は夫々受光素子 a_{11}, a_{12}, a_{13} の出力信号を加算するものであり、加算器 A_4 ($i = 4 \sim 6$)は $a_{1(i-3)}, a_{2(i-3)}, a_{3(i-3)}$ の出力信号を加算するものである。加算器 A_1, A_3 の出力は減算器 S_1 に与えられて減算され、加算器 A_2, A_5 の出力は加算器 A_7 に与えられて加算され、加算器 A_3, A_6 の出力は減算器 S_2 に与えられて減算される。ここで減算器 S_1 の出力を α_R 、加算器 A_7 の出力を β_R 、減算器 S_2 の出力を γ_R とする。こうして受光板 R の受光回路4より8つの出力 $\alpha_R, \beta_R, \gamma_R$ が得られる。他の8つの受光板 G, B, Y の受光回路5, 6, 7からも同様にして夫々8つの出力 $\alpha_G, \beta_G, \gamma_G$ と $\alpha_B, \beta_B, \gamma_B$ 及び $\alpha_Y, \beta_Y, \gamma_Y$ が得られ

(6)

る。出力 $\alpha_R, \alpha_G, \alpha_B, \alpha_Y$ は A/D 変換器 8 に与えられ、出力 $\beta_R, \beta_G, \beta_B, \beta_Y$ は A/D 変換器 9 に与えられ、出力 $\gamma_R, \gamma_G, \gamma_B, \gamma_Y$ は A/D 変換器 10 に与えられる。A/D 変換器 8, 9, 10 は入力信号をデジタル量に変換するものであって、後述する中央処理装置に出力信号を与える。次に第 5 図を参照しつつ判断回路及びその信号を用いてマニピュレータの姿勢を制御する制御回路の構成を説明する。本図に示すように受光回路 4, 5, 6, 7 の出力は閾値回路 11, 12, 13 にも与えられている。閾値回路 11 は $\alpha_R, \alpha_G, \alpha_B, \alpha_Y$ の出力が与えられ、それらの値がいずれも所定の閾値 TH_1 より小さい場合に出力を発生するものである。閾値回路 12 は $\beta_R, \beta_G, \beta_B, \beta_Y$ の出力が与えられ、それらの値がいずれも所定の閾値 TH_0 より大きい場合に出力を発生するものである。又閾値回路 13 は $\gamma_R, \gamma_G, \gamma_B, \gamma_Y$ の出力が与えられそれらの値がいずれも所定の閾値 TH_1 より小さい場合に出力を発生するものである。閾値回路 11, 12, 13 は被検知物体 2 (この場合はマニピュレータ 3) が検知装置 1 に対して所定の位

(7)

TH_0, TH_1 は後述するマニピュレータの位置決め
の精度を定める閾値を記憶する領域であり、領域
 $\alpha_R, \beta_R, \gamma_R \dots \gamma_Y$ は A/D 変換器 8, 9, 10 より与え
られる $\alpha_R, \beta_R \dots$ のデータを記憶する領域である。
又領域 J1~J6 はマニピュレータ 3 を駆動する 6 個
のモータ J1~J6 の回転方向を記憶する領域であり、
領域 SA_P, SA_A はモータを駆動する前後の偏差 SA の
値を記憶する領域である。更に RAM 20 には所望の
点に至るまでのモータ J1~J6 の回転量を記憶する
複数の領域 R1, R2 ... が設けられ、又各点に至るま
での時間を記憶する領域 T1, T2 ... が設けられる。
次に第 5 図においてマニピュレータ 3 の位置の 6
自由度に対応する 6 個のモータ J1~J6 の回転量は
アブソリュート型パルスエンコーダ E1~E6 を介し
て回転角信号に変換されてスリーステートゲート
TG1~TG6 に伝えられる。スリーステートゲート
TG1~TG6 はデコーダ 21 の制御信号に基づいて入力
信号の伝達を制御するものであって、パルスエン
コーダ E1~E6 の信号を順次 CPU 18 に与える。CPU
18 はこのデータを RAM 20 の領域 R1 ... に記憶させる。

(9)

置にあるか否かを閾値 TH_0, TH_1 を用いて判断する
ものであって、その出力はアンド回路 14 に与えら
れる。アンド回路 14 は閾値回路 11, 12, 13 の論理和
出力を出すものであって、閾値回路 11, 12, 13 と共
に検知装置 1 の判断回路 S を構成している。さて
アンド回路 14 の出力は次段のアンプ 15 及びアンド
回路 16 に与えられる。アンプ 15 はこの論理和出力
によって発光ダイオード PD を点灯させるもので
ある。ポイント記憶指示回路 17 は検知装置 1 又は
マニピュレータ 3 に設けられるスイッチを含んで
おり、マニピュレータが所望の位置にあると判断
した場合にその位置を記憶させる信号を発生させ
るものであって、その出力はアンド回路 16 を介し
て中央処理装置 (以下 CPU という) 18 に送られる。
CPU 18 にはリードオンリメモリ (以下 ROM という)
19 及びランダムアクセスメモリ (以下 RAM という)
20 から成る記憶手段が接続される。ROM 19 は CPU
18 の演算処理手順を記憶するものであり、RAM 20
は種々のデータを一時記憶するものである。第 6
図は RAM 20 の記憶領域を示すものであって、領域

(8)

次に第 7 図のフローチャートを参照しつつこの
マニピュレータを誘導する際の検知装置の動作に
ついて説明する。フローチャートにおいて引出線
を用いて示す符号は CPU 18 の動作ステップを示す
ものである。この位置検知装置 1 を用いてマニピ
ュレータ 3 を誘導する場合に操作者は第 3 図に示
すようにマニピュレータ 3 の反射鏡 Mr, Mg, Mb, My
を夫々検知装置 1 の発光素子 r, g, b, y と受
光板 R, G, B, Y の中央に位置するように近づ
ける。そうすれば発光素子 r, g, b, y の光は
夫々反射鏡 Mr, Mg, Mb, My で反射し、受光板 R, G,
B, Y の各受光素子 a₁₁ ~ a₃₃ に受信信号が得ら
れ、その信号は加算器 A₁ ~ A₆ に加えられる。そし
て加算器 A₂, A₅ の出力は加算器 A₇ で更に加算され
て信号 $\beta_R, \beta_G, \beta_B, \beta_Y$ となって A/D 変換器 9 を介
して CPU 18 に及び閾値回路⁽¹²⁾に与えられる。とこ
ろで信号 β_i ($i = R, G, B, Y$) は各受光素子 R,
G, B, Y の縦と横の中央を通る受光素子の受光
強度の和で表される。今ある表示素子 a_{pq} の受光
強度を a_{pq}ⁱ ($p, q = 1 \sim 3, i = R, G, B,$

Y)と表すものとする、 β_i は次式で表わされる。

$$\beta_i = \sum_{j=1}^3 a_{2j}^i + \sum_{k=1}^3 a_{k2}^i \quad \dots\dots (3)$$

このように β_i は各受光板の中央を通る行列の受光強度で表されるため、その値はマニピュレータ3と検知装置1との距離に対応する値となる。従って全ての β_i ($i=R, G, B, Y$)がいずれもあらかじめ閾値回路12及びRAM20に設定した閾値 TH_0 より大きい場合にはマニピュレータ3は大局的な位置合せができていないことになる。第7図のステップ30はこの関係式 $\beta_i \geq TH_0$ の成否を判断するステップであって、この関係が成立たなければマニピュレータ3の追従が不可能であるとする。この関係が成立つ場合にはステップ31,32において α_i, γ_i ($i=R, G, B, Y$)がチェックされる。第4図の構成より明らかなように α_i, γ_i は次式で表わされる。

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^3 a_{1j}^i - \sum_{j=1}^3 a_{3j}^i \quad (i=R, G, B, Y)$$

(1)

前回の回転方向が正方向か否かをチェックする。初期状態においては全てRAM20のJ1~J6領域に回転は正方向と記憶されているものとする、ステップ35においてモータJ1の回転角 $\Delta\phi = +P_1$ としてモータJ1を駆動し、その方向を記憶する。ステップ34において前回は逆方向であると判断された場合には、ステップ36において回転角 $\Delta\phi = -P_1$ としてモータJ1を駆動してその方向を記憶する。その後ステップ37において式(4)より求められる偏差SAをRAM20の領域 SA_A に記憶させ、モータJ1の駆動前の偏差 SA_P と比較する。偏差が減少している場合はステップ38に進んで SA_A のデータを SA_P に移す。又偏差が増加している場合はステップ35又は36の回転方向とは逆方向にモータJ1を $2P_1$ の回転角分回転するように駆動してその方向を記憶し、(ステップ39)、その後ステップ38に進む。こうして制御ルーチンC1(ステップ34~39)においてモータJ1を動作させた後、モータJ2を同様の制御ルーチンC2により制御する。次いでモータJ3からJ6に至るまで次々に同様の制御ルーチンC3~C6によ

(1)

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^3 a_{j1}^i - \sum_{j=1}^3 a_{j3}^i \quad (i=R, G, B, Y)$$

従って検知装置1に対して

マニピュレータ3に偏位や傾きが少なければ $|\alpha_i|, |\gamma_i|$ の値も小さくなる。そこでステップ31,32においては各 $|\alpha_i|, |\gamma_i|$ が所定値 TH_1 以下であるか否かが判断される。 $|\alpha_i| < TH_1, |\gamma_i| < TH_1$ の式が成立たない場合はステップ33以下のルーチンにおいて追従制御が行なわれる。即ち追従制御の指標としてステップ33において偏差SAを求めてRAM20の SA_P 領域に記憶させる。ここでSAとは次式

$$SA = |\alpha_R| + |\alpha_G| + |\alpha_B| + |\alpha_Y| + |\gamma_R| + |\gamma_G| + |\gamma_B| + |\gamma_Y| \quad \dots\dots (4)$$

によって与えられるものをいい、この値が小さくなる程正しい位置に近づいていると考えられる。ここでモータJ1~J6の回転角の増加分を夫々 $\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3, \dots, \Delta\phi_6$ とし、各モータJ1~J6の最小回転角を $P_1, P_2, P_3, \dots, P_6$ ($P_i > 0$)とする。そしてステップ34においてRAM20に記憶されているモータJ1の

(2)

ってモータを駆動してマニピュレータ3を検知装置1に追従させる。そしてステップ30に戻って同様の処理ルーチンを繰り返す。そうすればマニピュレータ3は検知装置1によって指示される正しい位置に近づいてくることとなる。それ故第8図に示すように操作者が検知装置1を持って所望の位置にまで移動させるとマニピュレータ3もこれに追従して動作し、マニピュレータ3を所望の位置に導くことが可能となる。マニピュレータ3が所望の位置に達して、ステップ31,32によってチェックされている条件式 $|\alpha_i| < TH_1, |\gamma_i| < TH_1$ が成立すると、ステップ40において各関節の固定等追従完了処理が行なわれる。この場合第5図に示す判断回路Sの閾値回路11,12,13も同時に出力を発生するため、アンド回路14の論理和出力により発光ダイオードPDが点灯し、マニピュレータ3が検知装置1に対して所定位置にあることを表示する。操作者がその位置をロボットに記憶させておきたい場合にはポイント記憶指示回路17を通じてCPU18にその信号を送る。この時のモータJ1

～J6の回転角はアブソリュート型パルスエンコーダE1～E6によってコード化されており、CPU 18はデコーダ21を介してスリーステートゲートTG1～TG6を順次制御し、そのコード化されたデータをRAM 20の領域R1,R2…の一つに記憶させる。こうすれば所望の位置情報をロボットに記憶させることができる。

尚本実施例では追従制御を行なうための閾値及び目標位置検知を行なう為の閾値としていずれも TH_0 、 TH_1 を用いたが夫々異なる閾値を用いてもよい。

又本実施例ではマニピュレータの位置を検知するために4個の発光素子と受光板を用いているが、少なくとも3個の発光素子と受光板があれば位置検知及びその信号に基づく制御は可能である。

更に本実施例ではマニピュレータの位置を制御するためにこの位置の検知装置を用いているが、マニピュレータ側に発光素子と受光板を設けて検知装置とし、ロボットが操作しようとする物体の位置を制御するようにすることもできる。

09

第5図は検知装置、及びマニピュレータ内の制御回路のブロック図、第6図はRAM 20のメモリマップ、第7図は中央処理装置の動作を示すフローチャートである。

1…検知装置、2…物体、r、g、b、y…発光素子、Mr、Mg、Mb、My…反射鏡、R、Y、G、B…受光板、3…マニピュレータ、4、5、6、7…受光回路、8、9、10…A/D変換器、18…CPU、19…ROM、20…RAM、J1～J6…モータ、S…判断回路

特許出願人 立石電機株式会社
代理人弁理士 岡本宜喜（ほか1名）

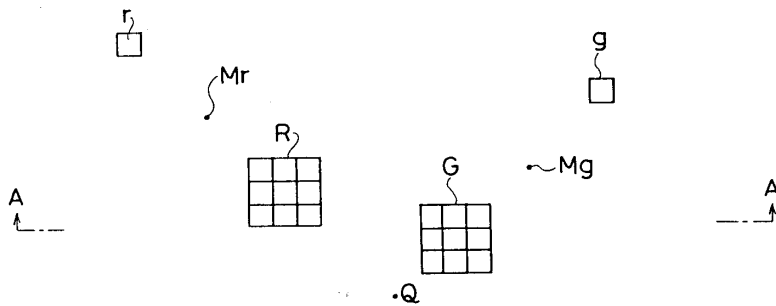
以上詳細に説明したように本発明においては被検知物体の表面に反射鏡を貼付すると共に物体の位置検知手段に所定方向に傾けた発光素子と、受光素子群から成る受光板と、受光素子より得られる受光信号を所定のパターンに従って信号処理する受光回路と、その出力に基づいて物体が所定位置にあることを検知する判断回路を設けたものである。従って被検知物体に直接接触することなくその物体の位置、姿勢を検知することが可能である。更にロボットのマニピュレータ等その位置や姿勢を制御することができるものについては、この検知信号に基づいてマニピュレータを誘導することも可能である。

4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は検知装置1のセンサ部分を示す正面図、第1図(b)は検知装置1と被検知物体とが理想的な位置関係にある場合のA-A線断面図、第2図は各受光板の受光素子を示す正面図、第3図はこの検知装置を用いてマニピュレータを誘導する場合の斜視図、第4図は受光回路のブロック図、

09

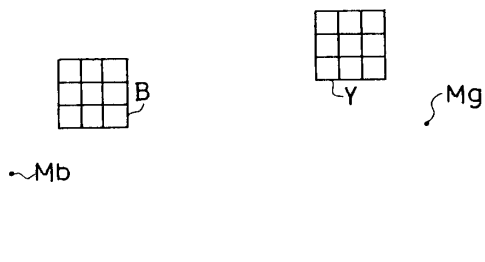
第 1 図 (a)



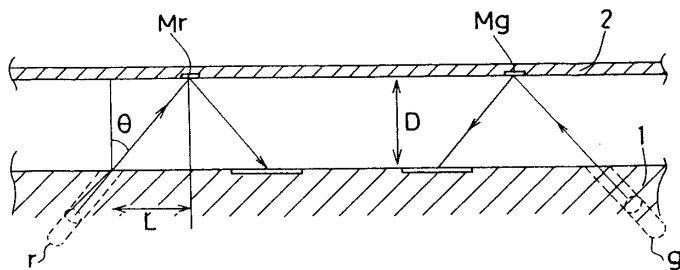
第 2 図

R, G, B, Y

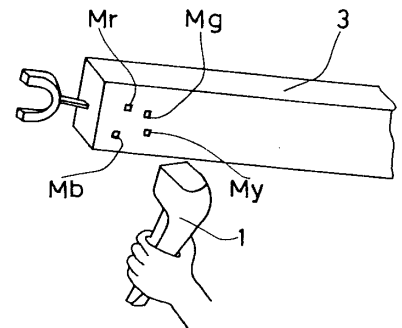
a11	a12	a13
a21	a22	a23
a31	a32	a33

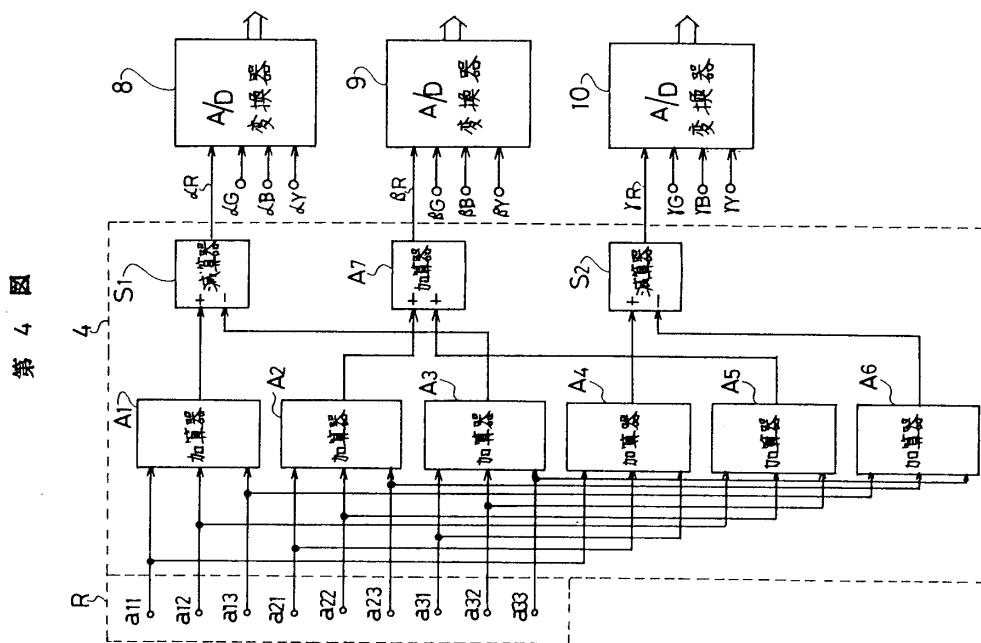
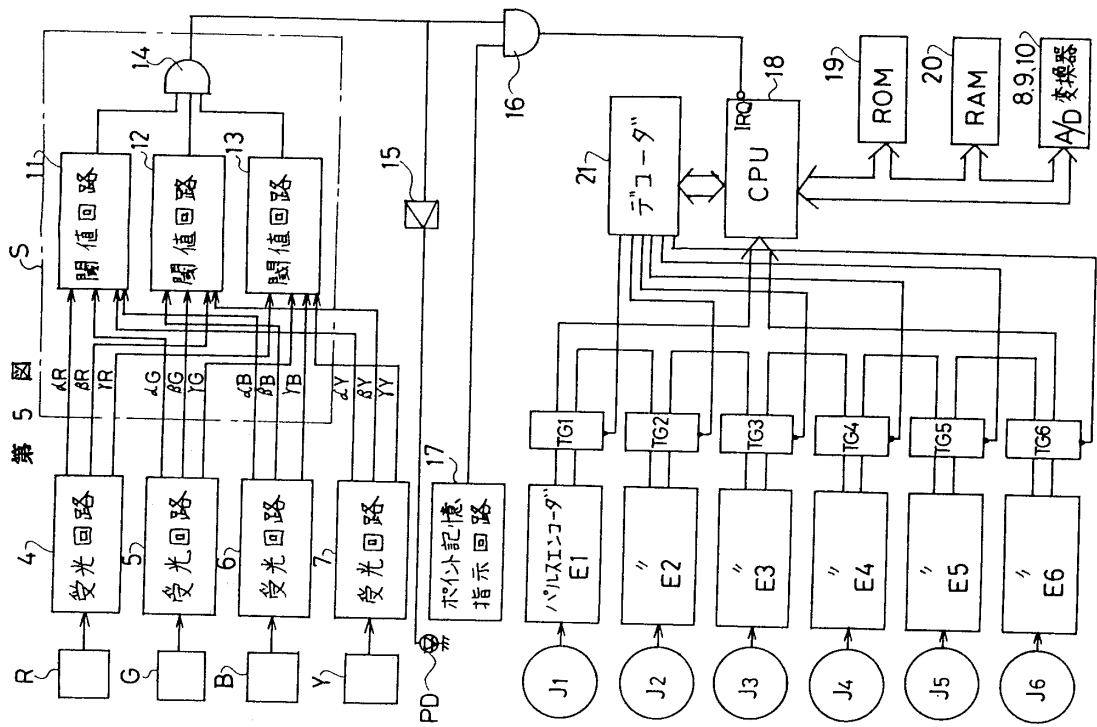


第 1 図 (b)



第 3 図





第 7 図

