

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭58—112104

⑬ Int. Cl.³
G 05 B 19/42
B 25 J 13/00
G 05 D 3/00

識別記号 庁内整理番号
7623—5H
7632—3F
6432—5H

⑭ 公開 昭和58年(1983)7月4日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑮ マニピュレータの誘導装置

京都市右京区花園土堂町10番地
立石電機株式会社内

⑯ 特 願 昭56—214055

⑰ 出 願 人 立石電機株式会社

⑱ 出 願 昭56(1981)12月25日

京都市右京区花園土堂町10番地

⑲ 発 明 者 久野敦司

⑳ 代 理 人 弁理士 岡本宜喜 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

マニピュレータの誘導装置

2. 特許請求の範囲

(1) マニピュレータの一面に設けられた受光素子群から成る受光板と、前記受光板に向けて光を投光する誘導器と、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前記受光回路より得られる信号が所定範囲に達するようにマニピュレータを駆動制御する制御回路とを具備し、前記制御回路は前記誘導器に基づいてマニピュレータを誘導せしめることを特徴とするマニピュレータの誘導装置。

(2) 前記誘導器は、相異なる色彩を有し相異なる方向に光を投光する少なくとも8個の発光素子を有するものであり、前記受光板は前記誘導器の発光素子数に等しい受光板を有し、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項記載のマニピュ

レータの誘導装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は光学的な手段を用いたマニピュレータの誘導装置に関するものである。

従来マニピュレータを所定の位置に誘導するには、操作者自身がマニピュレータを手で動かして誘導するか又は操作部よりダイヤルやボタン操作によつてマニピュレータを動かしていた。こうしてマニピュレータを所望の位置に誘導しロボットに記憶させて物体の搬送等を行なっていた。

しかし前者の誘導方法では重いマニピュレータ自体を操作者が動かさなければならないので操作がめんどろで操作者は疲労し易いという欠点があり、又後者の方法では操作に熟練を要するという欠点があつた。

本発明はこのような従来の欠点を解消することを目的とするものであつて、光学的な誘導手段を用いることにより何人も容易にマニピュレータを誘導することができる新規な誘導装置を提供するものである。

以下本発明の原理について第1図を参照しつつ説明する。本図において、マニピュレータ1には受光素子をマトリックス状に配列した受光板2が設けられ、この受光板2に光を与えるための発光素子を有する誘導器3を用いてマニピュレータを誘導する。第2図は受光板2を示すものであり、受光素子 a_{11} , a_{12} , …… a_{88} が図示のように配列される。ここで誘導器3とマニピュレータ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_{32} の受光強度の和の値として求めることができ、誘導器3の傾き、又は誘導器3と受光板2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_{81} , a_{82} , a_{88} の受光量の差、及び a_{11} , a_{12} , a_{13} の受光量と a_{81} , a_{82} , a_{88} の受光量の差から求めることができる。

従つて受光板2の各受光素子の受光強度に基づいてマニピュレータを制御すれば、マニピュレータ1を誘導器3により制御することが可能となる。

次に本発明の実施例について図面を参照しつつ

詳細に説明する。第3図はマニピュレータ1と誘導器3aを示す斜視図であつて、この実施例においては4種類の色彩即ち赤、緑、青、黄の光を受光する受光板R, G, B, Yを設ける。夫々の受光板R, G, B, Yは第2図に示すマトリックス状の受光素子 $a_{11} \sim a_{88}$ から成立つており、マニピュレータ1の側面に夫々所定距離を隔てて設けられる。誘導器3aは赤、緑、青、及び黄の発光素子r, g, b, yを有しており、これらの4色の光を第9図に示すように仮想の四角錐の各辺を構成するようにして投光するものである。第4図(a)はマニピュレータ1の受光部分の正面図、第4図(b)はマニピュレータ1と誘導器3aとが理想的な位置関係にある場合の断面図、第4図(c)は誘導器3aの正面図であり、夫々軸をそろえて示している。これらの図に示すように受光板R, G, B, Yの間隔をL、受光板と誘導器3aとの間隔を ℓ_1 、第4図(b)上での発光素子r, gの投光軸と誘導器3aの垂直軸との角度を θ 、これらの軸の交点をI、誘導器3aの発光素子r, g, b, yの中心

をH、点H I間の距離を ℓ_0 とすると次式が成立つ。

$$\frac{1}{2} L = (\ell_0 + \ell_1) \tan \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

従つて受光板R, G, B, Yの中心点Qと誘導器3aの発光素子r, g, b, yの中心点Hとの距離QHは

$$QH = \ell_1 = \frac{L}{2 \tan \theta} - \ell_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。即ち誘導器3aの形状と受光板R, G, B, Yの間隔を決めれば、誘導器3aとマニピュレータ1との理想的な間隔は一律に定まることとなる。

次に受光板R, G, B, Yより得られる受光信号に基づきマニピュレータ1の姿勢を制御する制御回路について以下に説明する。第5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 $a_{11} \sim a_{88}$ 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 $A_i (i=1 \sim$

8)は夫々受光素子 a_{11}, a_{12}, a_{18} の出力信号を加算するものであり、加算器 $A_i (i=4 \sim 6)$ は $a_{4(i-8)}, a_{2(i-8)}, a_{8(i-8)}$ の出力信号を加算するものである。加算器 A_1, A_8 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_4, 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3つの出力 $\alpha_R, \beta_R, \gamma_R$ が得られる。他の3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3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つて、後述する中央処理装置に出力信号を与える。次に第6図を参照しつつ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, 18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18は r_R, r_G, r_B, r_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, 18の出力はアンド回路14に与えられ、その論理和出力がアンプ15及びアンプ回路16に与えられる。アンプ15はこの論理和出力によつて発光ダイオードPDを点灯させるものである。ポイント記憶指示回路17はマニピュレータ1又は誘導器3a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誘導され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つて、その出力はアンド回路16を介して中央処理装置(以下CPU)18に送られる。CPU18にはリードオンリメモリ(以下ROMという)19

されてスリーステートゲート $TG_1 \sim TG_6$ に伝えられる。スリーステートゲート $TG_1 \sim TG_6$ 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つて、パルスエンコーダ $E_1 \sim E_6$ の信号を順次CPU18に与える。CPU18はこのデータをRAM20の領域 $R_1 \dots$ に記憶させる。

次に第8図のフローチャートを参照しつつこのマニピュレータの誘導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CPU18の動作ステップを示すものである。誘導する場合に操作者は第3図に示すように誘導器3aの赤, 緑, 青, 黄の発光素子 r, g, b, y を夫々マニピュレータ1の受光板 R, G, B, Y に対応するように近づける。そうすれば受光板 R, G, B, Y の各受光素子 $a_{11} \sim a_{38}$ に受信信号が得られ、その信号は加算器 $A_1 \sim A_6$ に加えられる。そして加算器 A_2, A_5 の出力は加算器 A_7 で更に加算されて信号 $\beta_R, \beta_G, \beta_B, \beta_Y$ となつてA/D変換器9を介してCPU18に与えられる。ところで信号 $\beta_i (i=R, G, B, Y)$ は各受光素子 $R,$

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。ROM19はCPU18の演算処理手順を記憶するものであり、RAM20は種々のデータを一時記憶するものである。第7図はRAM20の記憶領域を示すものであつて、領域 TH_0, TH_1 は後述するマニピュレータの位置決め精度を定める閾値を記憶する領域であり、領域 $\alpha_R, \beta_R, r_R \dots r_Y$ 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 $J_1 \sim J_6$ はマニピュレータ1を駆動する6個のモータ $J_1 \sim J_6$ 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RAM20には所望の点に至るまでのモータ $J_1 \sim J_6$ の回転量を記憶する複数の領域 $R_1, R_2 \dots$ が設けられ、又各点に至るまでの時間を記憶する領域 $T_1, T_2 \dots$ が設けられる。

次に第6図において6自由度に対応する6個のモータ $J_1 \sim J_6$ の回転量はアブソリュート型パルスエンコーダ $E_1 \sim E_6$ を介して回転角信号に変換

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。

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

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1と誘導器3aとの距離に対応する値となる。従つて全ての $\beta_i (i=R, G, B, Y)$ がいずれもあらかじめ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1と誘導器3aは大局的な位置合せができていことになる。第8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つて、この関係が成立たなければマニピュレータ1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 $\alpha_i, r_i (i=R, G, B, Y)$ がチェックされる。第5図の構成より明らかなように α_i, r_i は次式で表わされる。

$$\alpha_i = \sum_{j=1}^8 a_{1j}^i - \sum_{j=1}^8 a_{8j}^i \quad (i=R, G, B, Y)$$

$$r_i = \sum_{j=1}^8 a_{j1}^i - \sum_{j=1}^8 a_{j8}^i \quad (\quad \quad)$$

従つて誘導器 8a に対して受光板 R, G, B, Y を有するマニピュレータ 1 に偏位や傾きが少なければ $|\alpha_i|$, $|r_i|$ の値も小さくなる。そこでステップ 81, 82 において各 $|\alpha_i|$, $|r_i|$ が所定^(値) TH_1 以下であるか否かが判断される。 $|\alpha_i| < TH_1$, $|r_i| < TH_1$ の式が成立しない場合はステップ 83 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 83 において偏差 SA を求めて RAM 20 の SA_p 領域に記憶させる。ここで SA は次式

$$SA = |\alpha_R| + |\alpha_G| + |\alpha_B| + |\alpha_Y| + |r_R| + |r_G| + |r_B| + |r_Y| \dots \dots \dots (4)$$

によつ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。ここで第 9 図は誘導器 8a の発光素子 r, g, b, y と受光板 R, G, B, Y の相対的な位置関係を

向か否かをチェックする。初期状態においては全て RAM 20 の $J_1 \sim J_6$ 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 85 においてモータ J_1 の回転角 $\Delta\phi_1 = +P_1$ としてモータ J_1 を駆動し、その方向を記憶する。ステップ 84 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 86 において回転角 $\Delta\phi_1 = -P_1$ としてモータ J_1 をしてその方向を記憶する。その後ステップ 87 において式 (4) より求められる偏差 SA を RAM 20 の領域 SA_A に記憶させ、モータ J_1 の駆動前の偏差 SA_A と比較する。偏差が減少している場合はステップ 88 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 85 又は 86 の回転方向とは逆方向にモータ J_1 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 89) その後ステップ 88 に進む。こうして制御ルーチン C_1 (ステップ 84 ~ 89) においてモータ J_1 を動作させた後、モータ J_2 を同様の制御ルーチン C_2 により制御する。次いでモータ J_3 から J_6 に至るまで次々に同様の制御ルーチン $C_3 \dots \dots C_6$ によつてモータ

示す概念図であり、受光板 R, G, B, Y を含む面を x, y 平面とし、この平面に垂直な Z 軸を考える。そして x, y, z 軸の回りに回転方向を夫々図示のように ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 とする。6 自由度を有するマニピュレータ 1 は x, y, z 方向への平行移動及び ϕ_1, ϕ_2, ϕ_3 方向への回転移動が可能であつて、これらの移動に伴つて受光回路 4, 5, 6 の出力 α_i, β_i, r_i が変動する。第 10 図は微小な偏位によつて生じる出力の変動関係を示すものであつて、 \nearrow は増加、 \searrow は減少、 $-$ は不変を表す。従つて偏差 SA が小さくなるようにモータ $J_1 \sim J_6$ を制御することによつてマニピュレータ 1 を誘導器 8a が指示する位置に移動させることができる。第 8 図において制御ルーチン $C_1 \sim C_6$ は夫々モータ $J_1 \sim J_6$ を制御するルーチンである。

ここでモータ $J_1 \sim J_6$ の回転角の増加分を夫々 $\Delta\phi_1, \Delta\phi_2, \Delta\phi_3 \dots \dots \Delta\phi_6$ とし、各モータ $J_1 \sim J_6$ の最小回転角を $P_1, P_2, P_3 \dots \dots P_6$ ($P_i > 0$) とする。そしてステップ 84 において RAM 20 に記憶されているモータ J_1 の前回の回転方向が正方

を駆動してマニピュレータ 1 を誘導器 8a に追従させる。そしてステップ 80 に戻つ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 1 は誘導器 8a によつ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誘導器 8a を持つて所望の位置にまで移動させるとマニピュレータ 1 もこれに追従して動作し、マニピュレータ 1 を所望の位置に導くことが可能となる。ロボットアーム 1 が所望の位置に達して、ステップ 81, 82 によつてチェックされている条件式 $|\alpha_i| < TH_1, |r_i| < TH_1$ 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 6 図に示す閾値回路 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 P D が点灯し、追従制御の完了を表示する。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 CPU 18 にその信号を送る。この時のモータ $J_1 \sim J_6$ の回転角はアブソリュート型パルスエンコーダ $E_1 \sim E_6$ に

よつ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 $TG_1 \sim TG_6$ を順次制御し、そのコード化されたデータを RAM 20 の領域 $R_1, R_2 \dots$ 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追従完了表示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ることもできる。

又本実施例では 6 方向の運動を可能にする 6 個のモータを駆動制御するために 4 枚の受光板を用いているが、少なくとも 8 枚の受光板があれば制御は可能である。又自由度が 6 以下の場合には 1 枚の受光板を用いても制御することができる。

以上詳細に説明したように本発明のマニピュレータの誘導装置は、マニピュレータの一面に設けられた受光素子群から成る受光板と、受光板に向けて光を投光する誘導器と、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つて信

号処理する受光回路と、受光回路の出力に基づいて受光回路より得られる信号が所定範囲に達するようマニピュレータを駆動制御する制御回路とを有し、誘導器に基づいてマニピュレータを誘導するようにしたものである。そのため操作者は重いマニピュレータを手動で動かす必要はないので誘導によつて疲労を生じることもなく、誘導操作が極めて容易となる。又ダイヤルやボタン操作によつて誘導するのでなく直接マニピュレータを誘導するための熟練者でなくとも容易に誘導することが可能となる。

4. 図面の簡単な説明

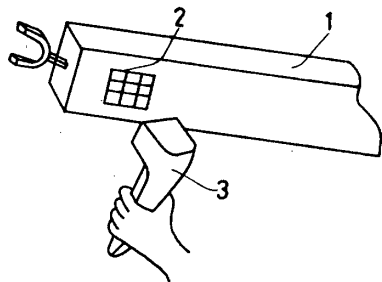
第 1 図及び第 3 図はマニピュレータの誘導装置によりマニピュレータを誘導する状態を示す斜視図、第 2 図は受光板を示す正面図、第 4 図(a)はマニピュレータの受光部分の正面図、第 4 図(b)はマニピュレータと誘導器とが理想的な位置関係にある場合の断面図、第 4 図(c)は誘導器の正面図、第 5 図は受光回路のブロック図、第 6 図は制御回路のブロック図、第 7 図は RAM 20 のメモリマップ、

第 8 図は中央処理装置の動作を示すフローチャート、第 9 図は発光素子と受光板の相対的な位置関係を示す概念図、第 10 図は $x, y, z, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ の微小偏位による受光回路の出力変化を示す表である。

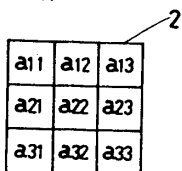
1 …… マニピュレータ、2, R, Y, G, B
 …… 受光板、3, 3a …… 誘導器、4, 5, 6,
 7 …… 受光回路、8, 9, 10 …… A/D 変換器、
 18 …… CPU、19 …… ROM、20 …… RAM、
 $J_1 \sim J_6$ …… モータ

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)

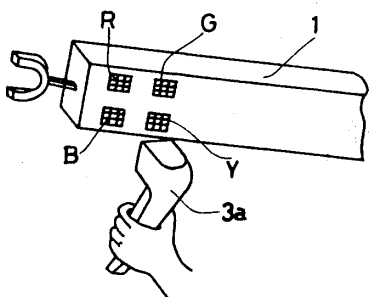
第 1 圖



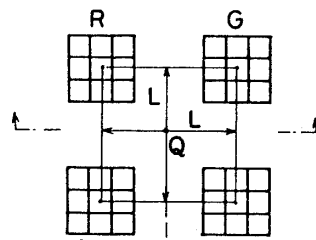
第 2 圖



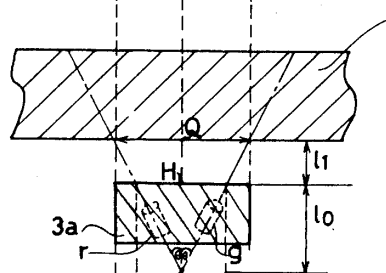
第 3 圖



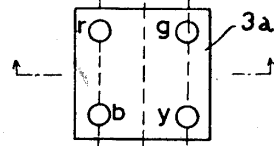
第 4 圖 (a)



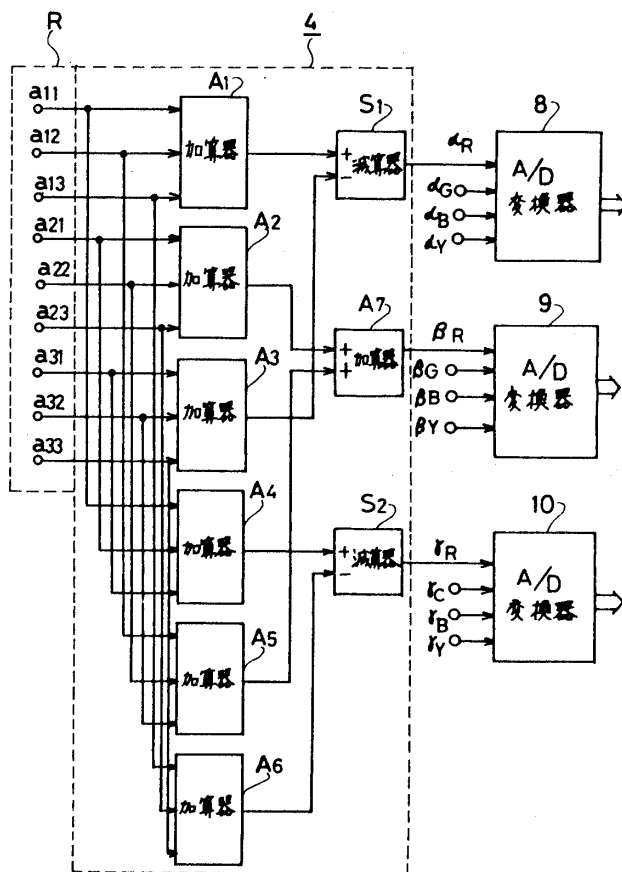
第 4 圖 (b)

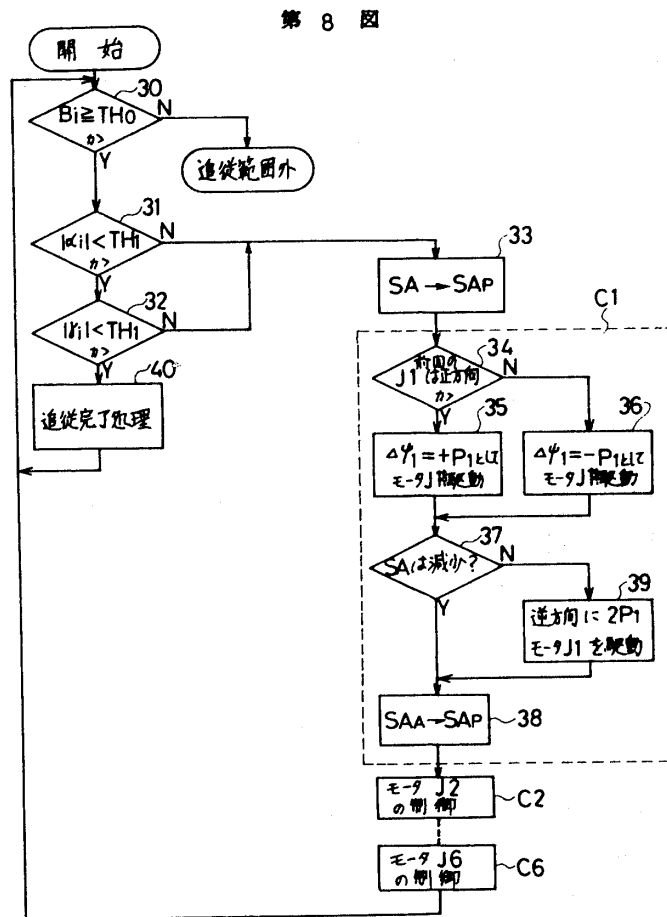
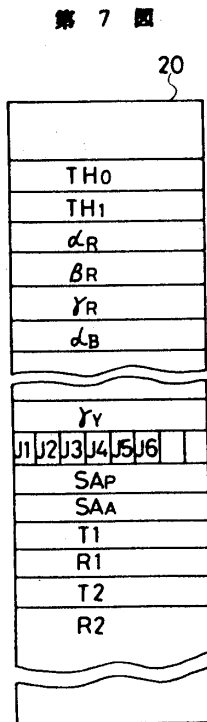
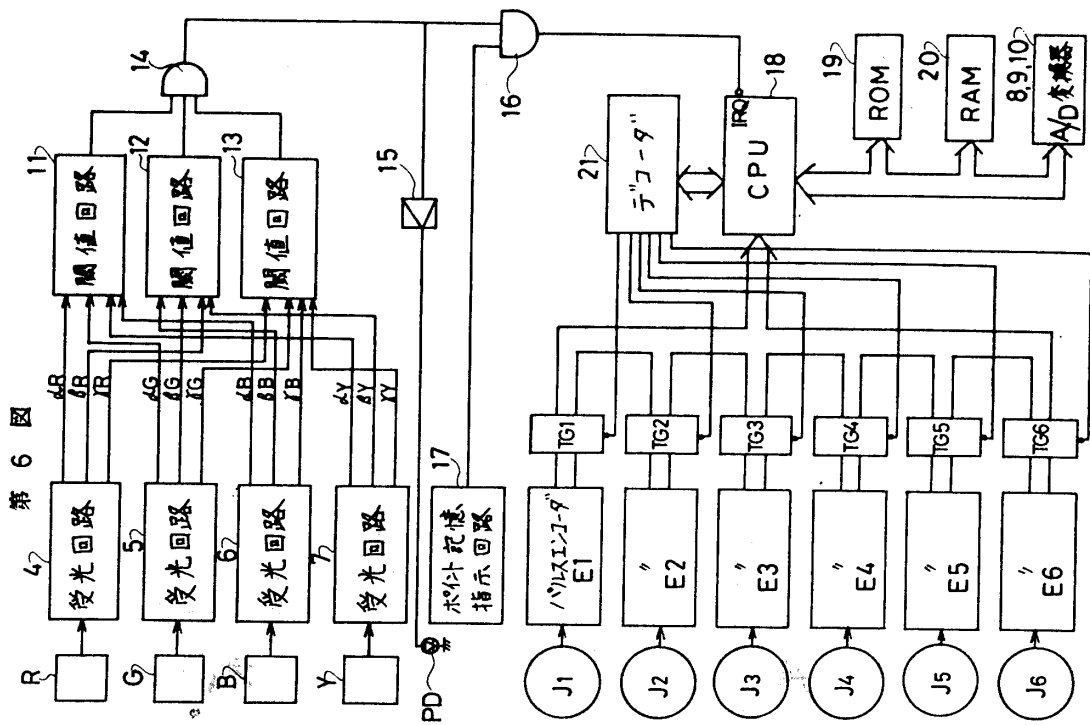


第 4 圖 (c)

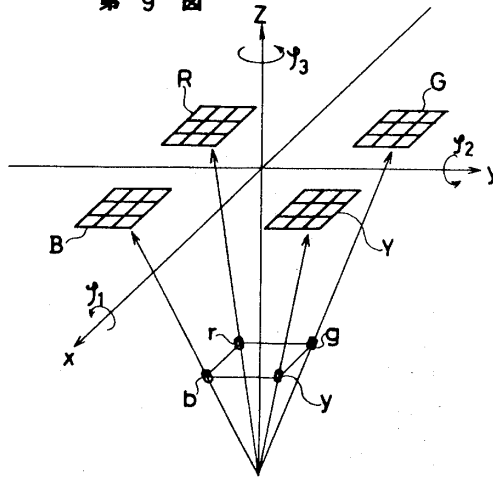


第 5 圖





第 9 図



第 10 図

出力変化		α_R	α_G	α_B	α_Y	β_R	β_G	β_B	β_Y	γ_R	γ_G	γ_B	γ_Y
微小偏位	+X方向	↗	↗	↗	↗	-	-	-	-	-	-	-	-
	-X方向	↖	↖	↖	↖	-	-	-	-	-	-	-	-
	+Y方向	-	-	-	-	-	-	-	-	↗	↗	↗	↗
	-Y方向	-	-	-	-	-	-	-	-	↖	↖	↖	↖
	+Z方向	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	-Z方向	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙
回転移動	+y1方向	-	-	-	-	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	-y1方向	-	-	-	-	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙
	+y2方向	↗	↗	↗	↗	-	-	-	-	-	-	-	-
	-y2方向	↖	↖	↖	↖	-	-	-	-	-	-	-	-
	+y3方向	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
	-y3方向	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙	↙

手続補正書（方式）

昭和57年5月13日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和56年特許願214055号

2. 発明の名称

マニピュレータの誘導装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 京都府京都市右京区花園土堂町10番地

名 称 (294)立石電機株式会社

代表者 立 石 孝 雄

4. 代理人

住 所 〒550大阪府大阪市西区西本町1丁目13番38号

新興産ビル8階

電話 大阪 06-531-0557 番

氏 名 (8436)弁理士 岡 本 宜 喜

5. 補正命令の日付 昭和57年4月27日(発送日)

6. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

明細書第17頁第4行の「出力変化を示す表」の記載を「出力変化を示す図」と訂正します。

以 上