

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3741477号

(P3741477)

(45) 発行日 平成18年2月1日(2006.2.1)

(24) 登録日 平成17年11月18日(2005.11.18)

(51) Int. Cl.

G O 1 C 15/00 (2006.01)

F I

G O 1 C 15/00 1 O 5 Z

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平8-60664	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成8年3月18日(1996.3.18)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開平9-250927		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成9年9月22日(1997.9.22)	(74) 代理人	100082670
審査請求日	平成15年3月4日(2003.3.4)		弁理士 西脇 民雄
		(72) 発明者	片山 康隆
			東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト
			プコン内
		(72) 発明者	木村 和昭
			東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト
			プコン内
		(72) 発明者	笹川 潤
			東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト
			プコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測量システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動的に水平方向と鉛直方向とに回転させて所定方向を視準する測量機を有する測量システムにおいて、

目標地点側から投光された信号光を受光する方向検出手段と、該方向検出手段の受光に基づき信号光の投光方向を視準するように視準方向を回転制御する制御手段とを有し、該方向検出手段は測量機本体の回転方向に合わせて配置され、該方向検出手段は視準方向を精密に受光する一個の精密方向検出手段と、前記信号光の投光方向を概略検出するために複数の方向に向けて設けられた粗方向検出手段とからなり、前記制御手段は前記粗方向検出手段の受光差異により信号光の投光方向を概略視準させる測量システム。

10

【請求項2】

前記方向検出手段は、視準方向に対して、水平に回転する測量機本体の前後及び左右に配置される請求項1に記載の測量機システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、測量機を遠隔操作して測量を行う測量システムの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

測量を行うための測量システムは、例えば基準点に置かれた測量機と、測量機が視準する

20

目標点に置かれた視準目標である反射鏡（コーナーキューブ等）から構成されている。測量システムに使用される測量機は、一般に測距・測角を電氣的に処理する測量機であって、手動操作型の測量機、水平回転および垂直回転をモーターで駆動する自動測量機、走査光を投光し、目標点の反射鏡を追尾する機能を備えた自動追尾式の自動測量機等がある。

【0003】

測量には、測量機が視準する目標点に視準目標を一致させる場合と、目標点に置かれた視準目標を測量機が視準する場合とがあるが、このとき、目標点にいる作業員が基準点に置かれた測量機を確認するため、その測量機にポイント設定装置を設けたものがある。そのポイント設定装置は、左右（又は上下左右）と中央とで発光色が異なるポイント設定光を出射し、測量機の視準方向を概略示唆させるものである。

10

【0004】

手動操作型の測量機による測量では、基準点側の作業員が測量機を操作し、目標点に設置された視準目標の反射鏡を探して測量を行う。測量機の視準する目標点に視準目標を一致させる場合には、測量機側の作業員と視準目標側の作業員とが無線連絡しながら行うか、あるいはポイント設定光によって概略位置決めしてから無線連絡することにより行っている。

【0005】

自動測量機による測量の場合も、手動操作型の測量機とその視準作業は大略同様であるが、自動測量機の場合、これに加えてポイント設定光を頼りに目標点側から無線等により自動測量機を操作することができる。また、視準方向と一致するガイドレーザー光を投光するガイドレーザー装置を装備している自動測量機の場合には、視準目標に一致させることが可能であるため、測量機側に原則として作業員はいなくても良く、図1はその自動測量機による測量システムを示している。

20

【0006】

その図1において、1は測量機、2は望遠鏡部、3は無線通信機である。この測量機1は基準点Aに設置される。この測量機1は目標点Bに向かって距離測定光P1を出射する。望遠鏡部2の視準軸は距離測定光P1と同軸（又は平行）とされている。この測量機1は零位置からの水平角及び鉛直角を測角することが可能で、水平方向及び垂直方向に自動的に回転させる自動回転機構が備えている（その自動回転機構の詳細構成については、例えば、特願平4-131078号を参照）。

30

【0007】

目標点Bにはポール4が立てられる。ポール4には反射鏡5が設置されると共に、無線通信機6、メモリ機能付制御装置7が取り付けられている。その目標点Bに設置の反射鏡5と測量機1の望遠鏡部2の視準軸とを一致させることにより、測量機1から目標点Bまでの距離及びその角度を測量機1に測定させることができる。なお、メモリ機能付制御装置7は無線通信機3、6を介して測量機1の制御を行うほか、測量機1の測定結果を目標点B側で記録し、読出す場合に用いられる。自動追尾式の自動測量機の場合、自動測量機による測量に比べてより一層省力化が可能であり、ポイント設定装置等により概略視準目標を一致させ、自動追尾式の自動測量機からの走査光により目標点の反射鏡を検知して視準する。

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

そのポイント設定光は、望遠鏡部2の視準軸と反射鏡5とを合致させるために用いられる。従って、測量機1の望遠鏡部2が肉眼で概略見える距離のところが好ましく、基準点Aから基準点Bまでの距離が遠すぎて肉眼で測量機1の望遠鏡部2を概略確認できない場合には、どの方向からポイント設定光が目標点Bに到来するか予測がつかず、望遠鏡部2の視準軸を反射鏡5に合致させ難いという不都合がある。

【0009】

また、自動追尾式の自動測量機を用いて測量を行う測量システムは、障害物が基準点Aと目標点Bとの間に存在せず、かつ、目標点Bに設置したポール4をゆっくりと移動させる

50

場合、複数個の予め定められた目標点Bを繰り返し測定する場合には、非常に優れているが、複数個の目標点をマーキングする場合、移動測定を行う場合、反射鏡5を自動追尾させなければならない、車、人等が基準点Aと目標点Bとの間を通過して、自動追尾用の光束を遮断するようなこと、目標点Bを変更するためにポール4を移動させる途中に、樹木、建物等の障害物があって自動追尾用の光束を遮断するようなことがあると、その自動測量機が反射鏡5を見失うことになり、その結果、自動測量機が広範囲を探索する反射鏡サーチモード（反射鏡を探索するモード）となり、反射鏡5を探索するのにかなりの時間を要するという不都合がある。

【0010】

無線通信機3、6により作業中断、作業開始を無線波P2により送受信し、自動測量機1を制御する場合も、基準点Aから目標点Bまでの距離が遠くて、測量機1を目視で確認し難いときには、望遠鏡部2の視準を反射鏡5に合致させ難いという不都合がある。また、無線波P2の規制が世界各国で異なり、各国毎に無線通信機3、6の周波数、出力を変更する必要がある。

【0011】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、その目的とするところは、自動測量機の検知範囲を越えて自動測量機が全く別の方向を向いていたとしても容易に自動測量機を目標点が存在する方向に向けることができ、かつ、各国毎の規制を極力受けることなく、自動測量機がその望遠鏡部を目視により確認でき難い程目標点から遠くにある場合でも、自動測量機の望遠鏡部の視準軸を目標点に合致させることのできる測量システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の測量システムは、自動的に水平方向と鉛直方向とに回動させて所定方向を視準する測量機を有する測量システムにおいて、目標地点側から投光された信号光を受光する方向検出手段と、該方向検出手段の受光に基づき信号光の投光方向を視準するように視準方向を回動制御する制御手段とを有し、該方向検出手段は測量機本体の回動方向に合わせて配置され、該方向検出手段は視準方向を精密に受光する一個の精密方向検出手段と、前記信号光の投光方向を概略検出するために複数の方向に向けて設けられた粗方向検出手段とからなり、前記制御手段は前記粗方向検出手段の受光差異により信号光の投光方向を概略視準させることを特徴とする。

請求項2に記載の測量システムは、前記方向検出手段は、視準方向に対して、水平に回転する測量機本体の前後及び左右に配置されることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】

【0014】

【発明の実施の形態1】

図2において、11は三脚に設置された自動測量機を示している。この自動測量機11は基準点Aに設置されている。この自動測量機11は図3に示すように基盤12、測量機本体の一部を構成する托架部13、望遠鏡部14を有する。托架部13は垂直軸Vの回りに水平方向に回転される。望遠鏡部14は水平軸Hの回りに鉛直方向に回転される。基盤12の内部には、図示は略すが托架部13を水平方向に回転させる自動回転機構が設けられ、托架部13の内部には、図示は略すが望遠鏡部14を鉛直方向に回転させる自動回転機構が設けられている。これらの自動回転機構は托架部13の内部に設置のCPU24（図5、図7参照）によって制御される。望遠鏡部14は望遠鏡を有し、図3において15はその望遠鏡の一部を構成する対物レンズを示している。

【0015】

この測量機11は測距光束P1を目標点Bに設置のポール4に取り付けられた反射鏡（例えば、コーナキューブ）5に向けて出射する。その測距光束P1の出射方向は対物レンズ15の光軸、すなわち、望遠鏡部14の視準軸と同軸又は平行とされている。測距光束

P 1は反射鏡 5により反射され、測量機 1 1はその反射光束を受光することにより、基準点 Aから目標点 Bまでの距離を測定する。ポール 4には、図 2に示すように測量機 1 1に向けて信号光 P 3を投光する信号光投光装置 1 6が設けられている。

【0016】

この信号光投光装置 1 6は、図 4に示すように、CPU 1 7 Aと変調回路 1 7 Bとドライブ回路 1 7 Cとこのドライブ回路 1 7 Cによって点灯・消灯される発光素子 1 7 Dと、必要に応じてセットされる集光用の投光レンズ 1 7 Eとから構成されている。CPU 1 7 Aはメモリ機能付制御装置 7により制御され、1 7 FはCPU 1 7 Aとメモリ機能付制御装置 7とを接続するインタフェースである。その信号光 P 3は投光レンズ 1 7 Eを介して放射状に出射され、例えばパルス光から構成される。

10

【0017】

図 3に示す測量機 1 1には、信号光 P 3を受光して信号光投光装置 1 6が存在する方向を粗検出する粗方向検出装置 2 0と、信号光 P 3を受光して信号光投光装置 1 6が存在する方向を精密検出する精密方向検出装置 2 1とが設けられている。その粗方向検出装置 2 0は例えば左右の托架部 1 3、望遠鏡部 1 4の接眼レンズ（図示を略す）の側に設けられており、精密方向検出装置 2 1は望遠鏡部 1 4の対物レンズ 1 5の側に設けられている。図 5に示すように、粗方向検出部 2 0は、概略受光窓 2 0 E、受光素子 2 0 A、電気フィルター回路 2 0 B、復調回路 2 0 C、A/D変換回路 2 0 Dとから構成されている。信号光 P 3は変調されて信号光投光装置 1 6から出射され、その信号光 P 3は受光素子 2 0 Aで受光される。受光素子 2 0 Aはその信号光 P 3を光電変換し、その光電変換信号は電気フ

20

【0018】

例えば、測量機 1 1の後部の粗方向検出装置 2 0とその右部の粗方向検出装置 2 0とが同時に信号光 P 3を受光した場合、受光した粗方向検出装置 2 0の位置により受光時点の測量機本体の視準方向と目標点の方向との差異が把握でき、これに基づいて測量機 1 1を目標点に概略向けることができ、光電変換信号の強弱を検知することにより、その信号光 P 3の到来方向の判断の精度がより一層向上する。粗方向検出部 2 0により目標点 Bに測量機 1 1の視準方向を概略向けられると、精密方向検出装置 2 1が信号光 P 3を受光する。

30

【0019】

図 6は精密方向検出装置 2 1の受光部 2 1 Fの概略図を示している。その図 6において、2 2は集光レンズ、2 3は受光素子である。精密方向検出装置 2 1は粗方向検出装置 2 0の電気回路と同様の電気回路を有する。信号光 P 3は集光レンズ 2 2により受光素子 2 3上に集光される。受光素子 2 3には、例えばCCD、PSD、二分割型あるいは四分割型素子が用いられ、受光素子 2 3は視準方向と信号光 P 3の到来方向との差異を検出する。精密方向検出装置 2 1は、測量機 1 1が目標点 Bを視準できる程度の受光精度を必要とし、自動測量機のガイドレーザー光が投光する視準目標の範囲及び走査光の走査範囲が角度にして数分であるので、ここでは、この自動測量機の精度と同程度の精度としている。

40

【0020】

図 6に示すように、集光レンズ 2 2の光軸 L 2は望遠鏡部 1 4の視準軸と平行（あるいは同軸）になるように配設されている。光軸 L 2が受光素子 2 3と垂直に交わる点 aを原点（0, 0）とする。図 7において、例えば、信号光 P 3が矢印 F 方向から測量機 1 1に到来するものとする、接眼側の面 Xに設けられた粗方向検出装置 2 0と托架部 1 3の一面 Y側に設けられた粗方向検出装置 2 0とに信号光 P 3が同時に受光され、托架部 1 3の一面 Z側に設けられた粗方向検出装置 2 0に設けられた粗方向検出装置 2 0には信号光 P 3が受光されない。各粗方向検出装置 2 0の検出出力は測量機 1 1のCPU 2 4に入力される。また、例えば、信号光 P 3が矢印 F' 方向から測量機 1 1に到来するものとする、

50

面Xに設けられた粗方向検出装置20のみに信号光P3が受光される。更に、信号光P3が矢印F'方向から測量機11に到来するものとする、面Xに設けられた粗方向検出装置20の受光出力よりも面Yに設けられた粗方向検出装置20の受光出力が大きくなる。CPU24は各面X、Y、Zに設けられた粗方向検出装置20の受光出力の有無とその相対的な大きさによって、測量機11の対物レンズ15が概略信号光P3の到来方向に向けられるように測量機11を水平方向に回転させるための指令を出力する。

【0021】

ここでは、図7において、信号光P3が矢印F方向から測量機11に到来するものとし、測量機11が水平方向に回転されると、対物レンズ15が概略信号光P3の到来方向に向けられる。これによって、図6に示すように、信号光P3が精密方向検出装置21の集光レンズ22の視野内に入り、信号光P3の光点P4が受光素子23に形成される。この光点P4の形成位置が例えば座標値 $b(x, y)$ であるとする。制御装置24はこの座標値 $b(x, y)$ に基づきこの座標値 $b(x, y)$ が座標値 $b(0, 0)$ となるように測量機本体を水平方向に回転させると共に垂直方向に回転させる。これにより、信号光P3の到来方向Fと光軸L2とを一致させることができる。

【0022】

この発明の実施の形態1に示す自動測量機11の場合、対物レンズ15の配設箇所の上に精密方向位置検出装置21が設けられているので、例えば、望遠鏡部14が信号光P3を受光しにくい上向きを向いていると、図6に示すように、光点P4'が受光素子23から外れた位置に形成されるため、受光しにくい状態となる。これを避けるためには、望遠鏡部14を鉛直方向の回りに定期的に回転させる構成とすれば良い。また、粗方向位置検出装置を受光素子23を挟んで上下方向両側に設ける構成、あるいは、図3に示すように、望遠鏡部14の精密位置検出装置21を挟んでその両側に粗方向位置検出装置20'を設ける構成としても良い。

【0023】

【発明の実施の形態2】

図8はハンドル部25に筐体26を設け、筐体26の両側面27と背面28とに粗方向検出装置20を設け、前面29に精密方向検出装置21を設ける構成としたものであり、この構成によれば、現存の測量機11を大幅に変更することなく本発明を実施できる。

【0024】

この発明の実施の形態2の場合、粗方向検出装置20、精密方向検出装置21を測量機本体の托架部13の上部に設けられているので、発明の実施の形態1に示す一体型の自動測量機11（図3参照）に較べて上下方向の動作が制限される。例えば、鉛直方向斜め上、あるいは斜め下方から信号光P3が到来する場合、その受光面積が見掛け上小さくなるので、鉛直方向斜め上、あるいは斜め下方から測量機11に信号光P3が到来する場合には、その光電変換信号の出力は水平方向から到来する場合に較べて相対的に小さくなる。例えば、信号光P3が鉛直斜め上方から到来する場合、発明の実施の形態1で説明したと同様に、交点P4が受光素子23から外れた位置に形成されるので、信号光P3の到来方向を精密に検出することが不可能となる。鉛直方向真上、鉛直方向真下から信号光P3が到来する場合、受光が困難となる。もしも、鉛直方向真上、鉛直方向真下から信号光P3が測量機11に到来する可能性がある場合には、測量機11の鉛直方向真上、鉛直方向真下の面に粗方向検出装置20を設ければ良いし、各粗方向検出装置20に集光レンズを設けて集光量を向上させる構成としても良く、要するに、死角が存在しないように各粗方向検出装置20を設ける構成とすれば良い。更に、同一面に複数の粗方向検出装置20を設けて、受光光量を増大させるようにしても良い。

【0025】

図9に示すように、精密方向位置検出装置21の受光部21Fを回転中心Oを中心に上下方向に回転可能の構成とし、光点P4が受光素子23の原点 $a(0, 0)$ に位置するように精密方向位置検出装置21の受光部21Fを回転させ、精密方向位置検出装置21の受光部21Fの基準位置からの回転角を測定検知し、その値を測量機11のCPU24に入

10

20

30

40

50

力することにより測量機 11 の視準軸を信号光 P3 の到来方向に向けさせることができる。この他、図 10 に示すように、反射鏡 30 を精密方向位置検出装置 21 の受光部 21F に設け、パルスモータ、あるいは、エンコーダ付のモータにより光点 P4 が受光素子 23 の原点 a (0, 0) に位置するようにこの反射鏡 30 を鉛直方向に回動させ、基準位置からの反射鏡 30 の回動角を測定し、これにより信号光 P3 の到来方向を精密に検出する構成とし、同様にその値を測量機 11 の CPU 24 に入力させることにより測量機 11 の視準軸を信号光 P3 の到来方向に向けさせることができる。この場合、受光素子 23 には小面積のものを使用することができる。

【0026】

信号光 P3 には、測量機 11 の制御情報を重畳させることができ、例えば、測量機 11 の電源オン、オフコマンド、測量機 11 の水平方向右回り、水平方向左回りの制御情報、鉛直方向上回り、鉛直方向下回りの制御情報を測量機 11 に向けて送信することにすれば、測量機 11 を効率よく制御できることになり、更には、望遠鏡部 14 にポイント設定光部 31 を設け、作業員がそのポイント光を目視することによって、より一層精確な視準を行わせる構成とすることもできる。

【0027】

加えて、図 2 に示すように、望遠鏡部 14 に光データ送信機 33 を設け、ポール 4 に光データ受信機 34 を設けることにすれば、必要に応じて、測定結果の情報、測量機 11 の制御データ等の測量機 11 の情報を目標点 B 側の作業員に知らせることができ、この場合、光データ送信機による送信光として測距光 P1 あるいは追尾式測量機の場合には追尾光束を用いる構成とすれば、測量機 11 の構成を大幅に複雑化することなく、測量データ送信機能を追加できる。

【0028】

本発明は、以上説明したように、粗方向位置検出装置 20 により信号光 P3 の到来方向を検出して精密方向位置検出装置 21 をその到来方向に向け、精密方向位置検出装置 21 によりその信号光 P3 の到来方向を精密に検出し、測量機 11 の視準軸を目標点 B に合致させるものであり、受光素子 23 は二次元位置を検出する CCD に限られるものではなく、一次元検出素子を互いに直交する方向に配設して光点 P4 の二次元位置を検出する構成、一次元検出素子のみを鉛直方向に設け、粗方向検出装置 20 により検出された検出結果に基づいて測量機 11 を水平方向に回動させて、交点 P4 がその一次元検出素子を横切る直前で一旦その回動を停止させ、その後、測量機 11 をゆっくりと同方向に回動させて交点 P4 がその一次元検出素子を横切った時点を検出し、測量機 11 の回動慣性により一次元検出素子を横切って停止した時点から反対方向に測量機 11 をゆっくりと回動させ、これを数回繰り返すことにより暫時交点 P4 の結像位置を一次元検出素子上に収束させる構成とすれば、一次元検出素子のみを用いても、信号光 P3 の到来方向を検出することができる。

【0029】

【発明の効果】

本発明に係わる測量システムは、以上説明したように構成したので、自動測量機の検知範囲を越えて自動測量機が全く別の方向を向いていたとしても容易に自動測量機を目標点が存在する方向に向けることができ、かつ、各国毎の規制を極力受けることなく、自動測量機がその望遠鏡部を目視により確認でき難い程目標点から遠くにある場合でも、自動測量機の望遠鏡部の視準軸を目標点に合致させることのできる測量システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 従来の測量システムの一例を示す説明図である。

【図 2】 本発明の測量システムの一例を示す説明図である。

【図 3】 本発明の発明の実施の形態 1 に係わる測量機の一例を示す斜視図である。

【図 4】 本発明に係わる信号光投光装置の一例を示すブロック回路図である。

【図 5】 本発明に係わる粗方向検出装置の一例を示すブロック回路図である。

【図 6】 本発明に係わる精密方向検出装置の一例を示すブロック回路図である。

10

20

30

40

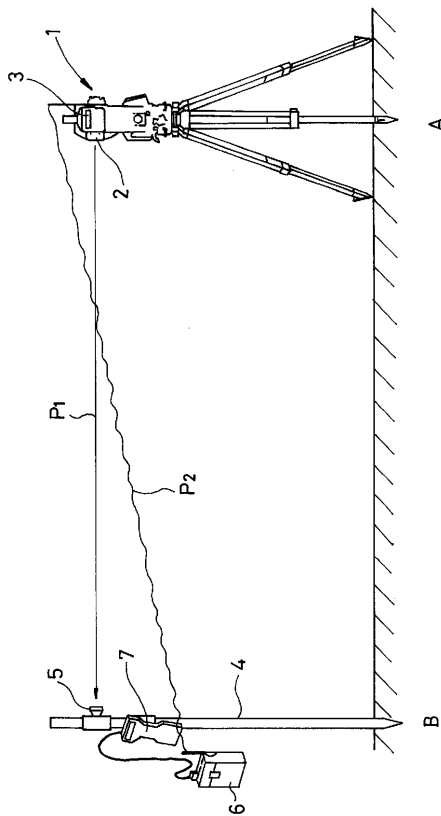
50

- 【図 7】 本発明に係わる測量システムの作用を説明するための説明図である。
 【図 8】 本発明の発明の実施の形態 2 に係わる測量機他の例を示す斜視図である。
 【図 9】 本発明に係わる精密方向検出装置の変形例を示す図である。
 【図 10】 本発明に係わる精密方向検出装置の他の変形例を示す図である。

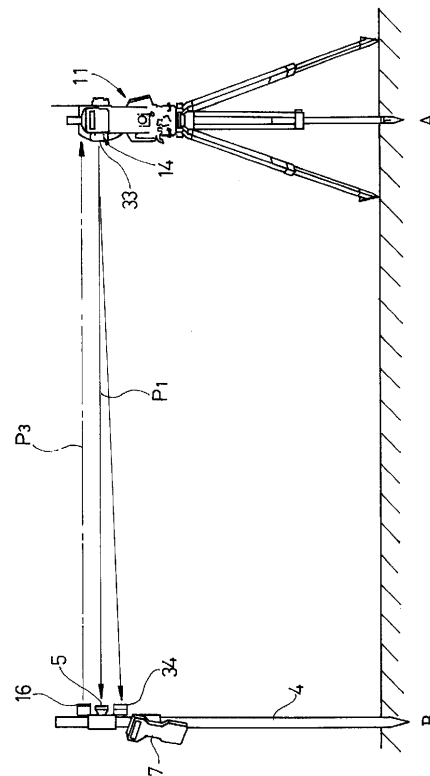
【符号の説明】

- 1 1 … 測量機
 1 6 … 信号光投光装置
 2 0 … 粗方向検出装置
 2 1 … 精密方向検出装置
 2 4 … 制御装置 (C P U)
 A … 基準点
 B … 目標点

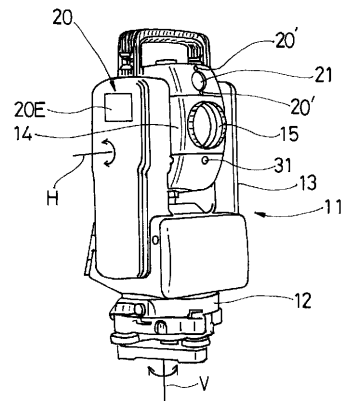
【図 1】



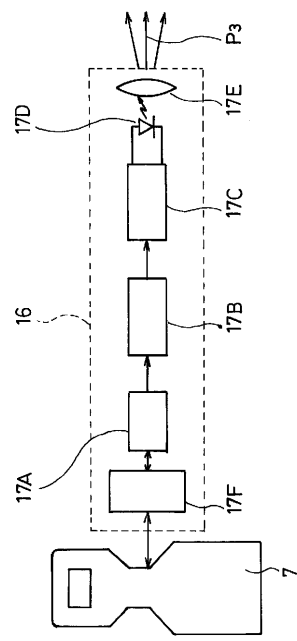
【図 2】



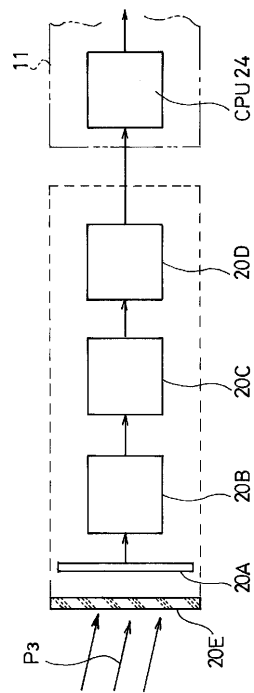
【図 3】



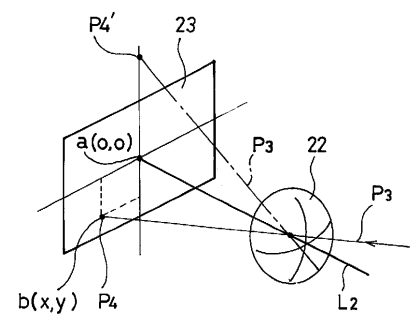
【図 4】



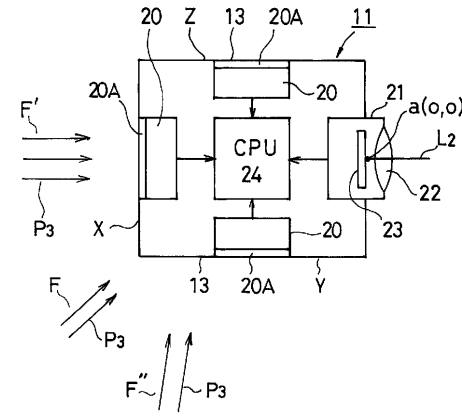
【図 5】



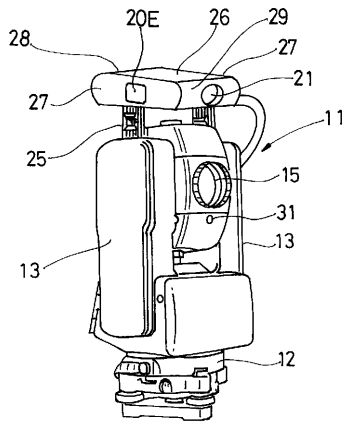
【図 6】



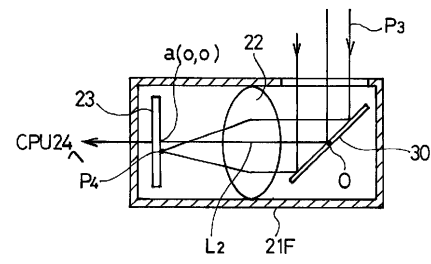
【図 7】



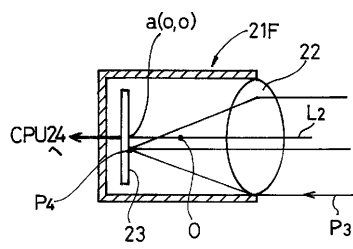
【図 8】



【図 10】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 越川 和重
東京都板橋区蓮沼町7 5番1号株式会社トプコン内

審査官 関根 洋之

(56)参考文献 特開昭63-281012 (JP, A)
特開昭59-026082 (JP, A)
実開昭62-047913 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01C 15/00
G01S 7/48- 7/51
G01S 17/00-17/95