

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3378886号
(P3378886)

(45) 発行日 平成15年2月17日(2003.2.17)

(24) 登録日 平成14年12月13日(2002.12.13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

G 0 1 V 8/12

G 0 1 V 9/04

A

G 0 1 S 17/02

G 0 1 S 17/02

A

G 0 1 V 8/10

G 0 1 V 9/04

T

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-188048

(22) 出願日 平成11年5月28日(1999.5.28)

(65) 公開番号 特開2000-338259(P2000-338259A)

(43) 公開日 平成12年12月8日(2000.12.8)

審査請求日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(73) 特許権者 501213860
独立行政法人産業安全研究所
東京都清瀬市梅園1-4-6

(73) 特許権者 596020967
株式会社オプトロン
神奈川県相模原市鹿沼台1丁目2番24号

(72) 発明者 梅崎 重夫
東京都清瀬市梅園1丁目4番6号 労働
省産業安全研究所内

(72) 発明者 廣瀬 巧
神奈川県相模原市鹿沼台1丁目2番24号
株式会社オプトロン内

(74) 代理人 100081455
弁理士 橋 哲男

審査官 本郷 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回帰反射形の安全及び正常確認装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザー光を発光する投光器と、レーザー光を鏡面に当て、鏡面を設定角度だけ回転させることで所定の領域内にレーザー光を拡散させるスキャンニング装置と、回帰反射体を設けた反射板と、レーザー光を電気信号に変換する受光器と、受光器が発生する電気信号を処理する信号処理回路を備えている回帰反射形のレーザー装置であり、レーザー光が走査する領域の両端に未確認領域を設け、その内側に正常確認領域を設け、さらにその内側に安全確認領域を設け、安全確認領域と正常確認領域に備えた反射板に、回帰反射体を所定の幅、個数又は設置間隔で設け、安全確認領域の反射板に設けた回帰反射体の幅、個数又は設置間隔と、正常確認領域の反射板に設けた回帰反射体の幅、個数又は設置間隔を異なるものとすることによって、両領域の走査時に受光

2

器から発生する電気信号の時間幅、周波数又は時間間隔を異なるものとし、前記電気信号のパターンが所定の正常パターンと一致する場合は、運転許可信号を出力することを特徴とする回帰反射形の安全及び正常確認装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、正常確認領域、安全確認領域及び未確認領域の走査時に対応するタイミング信号を発生させ、このタイミング信号と受光器が発生する電気信号に対して論理演算を施すことによって、所定の正常パターンとの比較を行い、正常パターンと一致する場合は、運転許可信号を出力することを特徴とする回帰反射形の安全及び正常確認装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、安全確認領域内に人体や物体又はその一部が存在していないことの確認

(安全確認)だけでなく、装置が安全確認領域の全域を正常に走査していることの確認(正常確認)も併せて行う回帰反射形の安全及び正常確認装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】機械の運転を開始するときには、機械の動作範囲内に人体や物体が存在していないかを確認することが必要である。以下、この確認を「安全確認」と呼ぶ。安全確認を行う際は、作業者が機械の動作範囲内を直接目で見て行う方法が一般的である。しかし、人間の視覚には生理的限界があるために、機械の動作範囲が広大となったり、作業者の位置から死角となる場所があったりすると、作業者による安全確認は相当な困難を伴う作業となる。

【0003】このため、従来の機械装置では、鏡(ミラー)を設けて作業者が死角となる場所を間接的に確認できるようにしたり、複数の作業者が共同して安全確認を行ったり、運転開始時の作業標準を詳細に定めるなどして、作業者による安全確認の誤りを防止するようにしていた。しかし、人間の行動には必ず誤りを伴うものであり、上記のような対策は確実性に問題があった。そこで、最近では、非接触式のセンシング手段によって機械の動作範囲内の安全確認を自動的に行う装置が開発されてきている。

【0004】上記のような装置の代表例が光線式(赤外線式)の安全装置である。しかし、この装置では、赤外線が到達できる距離は高々数m程度であるために、機械の動作範囲が広大なものには適用できない。そこで、最近では、通常の光(赤外光)と比較して遠方に到達しやすいレーザー光を利用した安全装置が使われるようになってきた。

【0005】レーザー光を利用した安全装置には、拡散反射形と呼ばれるものがある。これは、投光器から発光されたレーザー光をミラーの鏡面に当て、鏡面を回転させることで所定の走査領域内にスキヤニング装置を用いてレーザー光を拡散させていき、このときに走査領域内からレーザー光が返ってこないことをもって人体や物

体が存在していないと判断し、安全を確認する装置である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のような拡散反射形のレーザー装置は、作業者の安全を確保するために欠かせないものである。しかし、この装置では、反射率の低い人体や物体から直接レーザー反射光を受け取る方式であるために、受光器に到達する反射光のエネルギーはきわめて微弱なものとなり、投・受光器の設置場所から5~10m程度離れた範囲までしか走査領域を設定できないという問題があった。また、エネルギーが微弱であるために、ちょっとした光ノイズや電磁ノイズによっても、誤って運転許可信号を出力してしまうという問題があった。さらに、上記の装置では、故障(たとえば、投光器の故障によってレーザー光の発光が停止する。スキヤニング装置の故障によって走査領域の全域をスキヤンできなくなる。受光器や信号処理回路の故障によって誤って運転許可信号を出力するなど)や光環境の変化(これには、外乱光の強度変化、投光器から発光する光の強度変化、光学系の汚れによる受光感度の変化などがあげられる)によって装置が正常に作動しないことがあった(表1参照)。このようなときは、走査領域内に作業者が存在しているにもかかわらず、これを検知できないという問題があった。

【0007】上記のような問題を解決するために、装置の多重化や自己診断によって故障対策を行うという方法が実施されている。しかし、仮にこのような方法を採用したとしても、反射光のエネルギーは依然として微弱であるために、走査領域を遠方まで拡張するのは不可能であり、ノイズの問題も依然として残存するという問題があった。また、これらの対策は、投・受光器や信号処理回路の電気的な故障を対象としたものであり、スキヤニング装置の故障や光環境の変化に対しては効果がないという問題があった(表1参照)。さらに、投光器、スキヤニング装置、ハーフミラー、レンズ等の多重化は、コストアップの原因ともなり現実的でないという問題があった。

表 1 各装置毎の故障対策の可否

装置の名称	故障の形態と対策の可否			
	投光器の 発光停止	スキャン ニング装 置の故障	光環境の 変化	受光器や 信号処理 回路の電 氣的故障
拡散反射形のレーザー装置	×	×	×	×
多重化や自己診断によって故障 対策を行っている 拡散反射形のレーザー装置	○	×	×	○
回帰反射形のレーザー装置	○	×	×	×
請求項 1 記載の、回帰反射形の 安全及び正常確認装置	○	○	○	×
請求項 2 記載の、回帰反射形の 安全及び正常確認装置	○	○	○	○

注) ○は故障対策が可能、×は故障対策が困難であることを意味する。

【0008】上記目的を達成するための本発明では、レーザー光の反射方式を人体や物体からの直接反射である拡散反射形でなく、後述する回帰反射形とすることによって、従来の装置と比較して桁違いに高い反射光を得られるために、走査領域を遠方まで拡張できる装置の開発を目的とした。以下、この装置を「回帰反射形のレーザー装置」と呼ぶ。また、本発明では、安全確認領域内に人体や物体が存在していないことの確認（安全確認）だけでなく、装置が安全確認領域の全域を正常に走査していることの確認（正常確認）も併せて行っているために、安全確認領域内へ人体や物体が進入したときだけでなく、投光器の発光停止、受光器や信号処理回路の電氣的故障、スキャンニング装置の故障、光環境の変化が起きたときでも確実に運転許可信号の出力が停止できる装置の開発を目的とした。以下、この装置を「回帰反射形の安全及び正常確認装置」と呼ぶ。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための請求項 1 記載の回帰反射形のレーザー装置は、レーザ

ー光を発光する投光器と、レーザー光を鏡面に当て、鏡面を設定角度だけ回転させることで所定の領域内にレーザー光を拡散させるスキャンニング装置と、回帰反射体を設けた反射板と、レーザー光を電気信号に変換する受光器と、受光器が発生する電気信号を処理する信号処理回路を備えている装置であり、このような装置の構成をもって前述した従来の課題を解決するための手段としている。

40 【0010】また、上記課題を解決するための請求項 1 記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置は、レーザー光が走査する領域の両端に未確認領域を設け、その内側に正常確認領域を設け、さらにその内側に安全確認領域を設け、安全確認領域と正常確認領域に備えた反射板に回帰反射体を所定の幅、個数又は設置間隔で設け、安全確認領域の反射板に設けた回帰反射体の幅、個数又は設置間隔と、正常確認領域の反射板に設けた回帰反射体の幅、個数又は設置間隔を異なるものとするこ

50 によって、両領域の走査時に受光器から発生する電気信号の時間幅、周波数又は時間間隔を異なるものとし、前記電気

信号のパターンが所定の正常パターンと一致する場合は、運転許可信号を出力することを特徴とする装置であり、このような装置の構成をもって前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0011】さらに、上記課題を解決するための請求項2記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置は、正常確認領域と安全確認領域の走査時間に対応するタイミング信号を発生させ、このタイミング信号と受光器が発生する電気信号に対して論理演算を施すことによって、所定の正常パターンとの比較を行い、正常パターンと一致する場合は、運転許可信号を出力することを特徴とする装置であり、このような装置の構成をもって前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、請求項1記載の回帰反射形のレーザー装置の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明における回帰反射形のレーザー装置の構成図である。この装置は、レーザー光を発光する投光器1と、レーザー光を鏡面2に当て、鏡面を設定角度だけ回転させることで所定の領域内にレーザー光を拡散

表2 拡散反射形と回帰反射形

装置の名称	走査領域内に 人体や物体が 存在している	投光器の故障	走査領域内に 人体や物体が 存在していない
拡散反射形のレーザー装置	運転停止	運 転 許 可	
回帰反射形のレーザー装置	運 転 停 止		運 転 許 可

【0014】次に、請求項1記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置の実施の形態を図面を参照して説明する。図2は、本発明における安全確認領域、正常確認領域及び未確認領域と、反射板及び回帰反射体の配置図である。この装置では、レーザー光が走査する領域（上述の「走査領域」に相当する）11の両端に未確認領域12A及び12Bを設け、その内側にレーザー光による走査が安全確認領域の全域に及んでいることを確認するための正常確認領域13A及び13Bを設けるとともに、13Aと13Bの領域の間に人体や物体の全部又は一部が存在していないことを確認するための安全確認領域14を設けている。ここで、未確認領域を設けるのは、レーザー光の走査が検知領域の両端に到達したときは、走査速度の減速と走査方向の反転が必要であるために、このような領域については安全及び正常確認を行えないためである。

* 反射板5と、レーザー光をハーフミラー6とレンズ7を用いて集光する集光装置8と、集光装置が集めたレーザー光を電気信号に変換する受光器9と、受光器が発生する電気信号を処理する信号処理回路10を備えている。なお、集光装置としては、ハーフミラーとレンズの一方だけ、又はこれら以外の集光装置を用いることもできる。

【0013】図1の回帰反射体には回帰反射テープや回帰反射板が含まれる。また、回帰反射形の装置とは、反射板5に回帰反射体4を設けて、この反射体からの反射光を受光器9で常時確認する装置である。この装置では、故障によって投光器が発光を停止したときは受光器の出力信号はオフとなり、機械の運転を停止できるという利点がある（表2参照）。これに対し拡散反射形の装置では、投光器の故障によってレーザー光の発光が停止すると、走査領域内に作業者が存在しているにもかかわらず、これを検知できないため、誤って運転許可信号を出力してしまうという問題がある（表2参照）。したがって、作業者の安全を確保するためには、レーザー光の走査方式は拡散反射形でなく、回帰反射形でなければならない。

【0015】また、この装置では、安全確認領域に設置した反射板15と正常確認領域に設置した反射板16A及び16Bに、所定のパターン（所定の幅、個数又は設置間隔）を持った回帰反射体を設けている。これは、レーザー光の走査時に、回帰反射体が存在している箇所と、存在していない箇所でのレーザー光の反射率を著しく違ったものとして、回帰反射体の配置に応じた特定のパターン（特定の時間幅、周波数又は時間間隔）を有する電気信号を受光器に出力するためである。

【0016】さらに、この装置では、安全確認領域の反射板に設けた回帰反射体17のパターン（幅、個数又は設置間隔）と、正常確認領域の反射板に設けた回帰反射体18A及び18Bのパターン（幅、個数又は設置間隔）を異なるものとしている。これは、各領域の走査時に受光器から発生する電気信号のパターン（時間幅、周波数又は時間間隔）を異なるものとし、これによってレ

レーザー光が安全確認領域と正常確認領域のいずれの領域を走査しているかを区別できるようにするためである。なお、18Aと18Bのパターン(幅、個数又は設置間隔)は同じものとしてもよいし、異なるものとしてもよい。

【0017】上記のような構成の下で正常確認領域をレーザー光で走査したときは、装置が正常であり、かつ安全確認領域または正常確認領域に人体や物体の全部又は一部が存在していなければ、受光器には図3(a)のPのようなオン/オフ波形で所定の時間幅を有するものが、所定の周波数、所定の時間間隔で発生する。また、安全確認領域をレーザー光で走査したときは、図3(a)のQのようなオン/オフ波形で所定の時間幅を有するものが、所定の周波数、所定の時間間隔で発生する。以下、これらの波形を「正常パターン」と呼ぶ。この正常パターンが受光器から発生しているときは、安全と正常の両方が確認できているとして、運転許可信号を出力する。

【0018】これに対し、安全確認領域または正常確認領域に人体や物体の全部又は一部が存在しているときは、出力信号PとQは図3(b)のような異常パターン(直流信号)となって、正常パターンからずれる。また、故障によって投光器の発光が停止したとき、スキャン装置の故障によってレーザー光が安全確認領域の全域を走査できなくなったとき、光環境が変化したとき(これには、外乱光の強度変化、投光器から発光する光の強度変化、光学系の汚れによる受光感度の変化などがあげられる)、又は反射テープがずれたり汚れたりしたときも、出力信号は正常パターンからずれる。よって、このときには運転許可信号の生成を停止させる。

【0019】以上のように、請求項1記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置では、人体や物体の全部又は一部が安全確認領域に進入したときだけでなく、投光器の発光停止、スキャン装置の故障、光環境の変化が起きたときでも、運転許可信号の出力を停止できる。これは、拡散反射形のレーザー装置(多重化や自己診断によって故障対策を行っているものを含む)や回帰反射形のレーザー装置にはない特徴である(表1参照)。

【0020】次に、請求項2記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置の実施の形態を図面を参照して説明する。図4は、本発明における信号処理回路のブロック図である。この回路は、タイミング信号発生器19、帯域フィルタ20A及び20B、ANDゲート21A及び21Bから構成されている。図で、タイミング信号発生器19は、正常確認領域、安全確認領域及び未確認領域の走査時にそれぞれオン信号となるタイミング信号P、Q、Rを発生させるための回路である。この回路では、各領域の走査時に同期したオン信号を発生させるために、図5に示すような位置関係で面板22に穴23A(正常確認領域の走査時に通光となる)、23B(安全

確認領域の走査時に通光となる)、23C(未確認領域の走査時に通光となる)と光電センサの投・受光器24A及び25A(パルスPを生成)、24B及び25B(パルスQを生成)、24C及び25C(パルスRを生成)を設けておく。

【0021】以上のような構成とすれば、レーザー光が正常確認領域を走査しているときは、光電センサの投光器24Aから出た光は穴23Aを通して受光器25Aの出力信号をオンとする。また、レーザー光が安全確認領域を走査しているときは、光電センサの投光器24Bから出た光は穴23Bを通して受光器25Bの出力信号をオンとする。さらに、レーザー光が未確認領域を走査しているときは、光電センサの投光器24Cから出た光は穴23Cを通して受光器25Cの出力信号をオンとする。以上より、受光器25からは所定のタイミング信号が発生できる。ただし、穴23A乃至23Cは各領域の走査開始時だけ光が通る構成とし、このときに受光器に発生する信号をトリガ信号としてタイミング信号を発生させることもできる。

【0022】次に、帯域フィルタ20Aは、正常確認領域の走査時に発生する周波数帯域の電気信号(すなわち正常パターン)だけを通過させ、他の電気信号は通過させない構成とする。図6は、本発明における帯域フィルタの構成図である。このフィルタでは、コイル26とコンデンサ27による直列共振回路で通過させる周波数が選択され、この周波数の電気信号はトランス28を介してコイル29とコンデンサ30による並列共振回路に伝達されて、さらに通過させる周波数が選択される。これにより、図6の回路を用いて正常確認信号 S_N を生成することができる。ただし、図6の回路では、コイル26とコンデンサ27による直列共振周波数とコイル29とコンデンサ30による並列共振周波数は同一の周波数でなければならない。

【0023】同様に、帯域フィルタ20Bは、安全確認領域の走査時に発生する周波数帯域の電気信号(すなわち正常パターン)だけを通過させ、他の電気信号は通過させない構成とする。このための回路は、図6と同じである。これにより、フィルタ20Bを使って安全確認信号 S_S を生成することができる。

【0024】以上のような方式によって正常確認領域、安全確認領域及び未確認領域の走査時間に対応するタイミング信号P、Q、Rを生成することができる(図7参照)。また、正常確認信号 S_N と安全確認信号 S_S を生成することができる。ここで、P、Q、Rが生成しているときを各々論理値1、生成していないときを論理値0の2値論理変数で表し、安全確認領域内に人体や物体が存在していないときを $S_S = 1$ 、存在しているときを $S_S = 0$ 、装置が正常であるときを $S_N = 1$ 、正常でないときを $S_N = 0$ とすると、機械の運転許可信号Wは次式となる。

$$W = P \cdot S_N \vee Q \cdot S_s \vee R$$

ただし、Wは機械の運転許可を意味する2値論理変数であり、W = 1のとき運転許可、W = 0のとき不許可を意味する。また、「 \cdot 」は論理積、「 \vee 」は論理和を意味する記号である。

【0025】図4の回路は、故障時に誤って運転許可信号を出力してはならない。このためには、回路内の電気信号を安全をオン信号、危険と故障をオフ信号に割り当てるとともに、受光器9及び25、ANDゲート21、帯域フィルタ20を故障時に誤ってオン信号を出力しない構成としなければならない。このうち、受光器とANDゲートについては、このような性質を持つ素子が既に市販されている。また、帯域フィルタ20の故障モードとしては、図6のP₁、P₂、P₃、P₄の箇所の断線が考えられるが、これらの故障の発生時はいずれも帯域フィルタからの出力信号は発生しない側となる。よって、図4の回路は、故障時に誤って運転許可信号を出力しない構成とすることができる。

【0026】以上のように、請求項2記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置では、人体や物体の全部又は一部が安全確認領域に進入したときだけでなく、投光器の発光停止、受光器や信号処理回路の電氣的故障、スキャンニング装置の故障、光環境の変化が起きたときでも、運転許可信号の出力を停止できる。これは、拡散反射形のレーザー装置（多重化や自己診断によって故障対策を行っているものを含む）、回帰反射形のレーザー装置、及び請求項1記載の回帰反射形の安全及び正常確認装置にはない特徴である（表1参照）。

【0027】本発明を適用できる装置は、機械の可動範囲内に人体や物体の全部又は一部が進入するような装置であるならば、ほとんどすべてに適用が可能である。たとえば、製造業の場合でいえば、自動倉庫に設けられているスタッカクレーンの走行範囲、無人搬送車の走行範囲、FMSやCIM等の広大領域を有する生産システムの内部領域、産業用ロボット、大型プレス機械、コンベヤ等の可動範囲に対しても適用が可能である。

【0028】また、建設業の場合でいえば、ビル自動施工システムの内部領域や、建設用機械又は建設用ロボットの可動範囲に対しても適用が可能である。さらに、港湾荷役業の場合でいえば、ガントリークレーンやストラドルキャリアなどの走行範囲内に対する適用が可能である。なお、本装置は、踏切への人体や物体（自動車等）の進入、ホームからの人体の転落の検出等にも応用が可能である。

【0029】

【発明の効果】本発明では、レーザー光の反射方式を人体や物体からの直接反射である拡散反射形でなく、反射板に回帰反射体を設けて、この反射体からの反射光を常時確認する回帰反射形とすることによって、従来の装置と比較して桁違いに高い反射光を得られるために、走査

(1)

領域を遠方まで拡張できるという効果がある。また、本発明では、安全確認領域内に人体や物体が存在していないことの確認（安全確認）だけでなく、装置が安全確認領域の全域を正常に走査していることの確認（正常確認）も併せて行っているために、安全確認領域内へ人体や物体が進入したときだけでなく、投光器の発光停止、受光器や信号処理回路の電氣的故障、スキャンニング装置の故障、光環境の変化が起きたときでも確実に運転許可信号の出力が停止できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における回帰反射形のレーザー装置の構成図である。

【図2】本発明における安全確認領域、正常確認領域及び未確認領域と、反射板及び回帰反射体の配置図である。

【図3】本発明における正常パターン信号と異常パターン信号の相違を示した図である。

【図4】本発明における信号処理回路のブロック図である。

【図5】本発明におけるタイミング信号P、Q、Rの発生機構の構成図である。

【図6】本発明における帯域フィルタの構成図である。

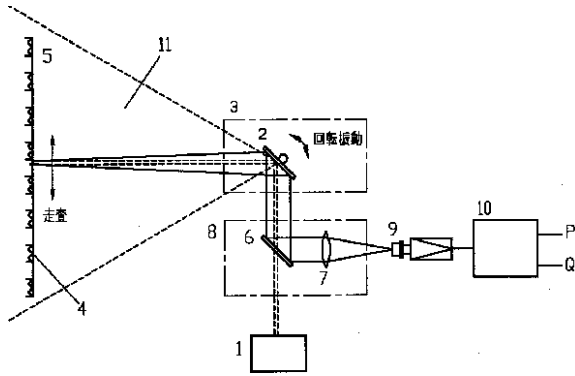
【符号の説明】

- 1 投光器
- 2 鏡面
- 3 スキャンニング装置
- 4 回帰反射体
- 5 反射板
- 6 ハーフミラー
- 7 レンズ
- 8 集光装置
- 9 受光器
- 10 信号処理回路
- 11 走査領域
- 12 未確認領域
- 13 正常確認領域
- 14 安全確認領域
- 15 反射板（安全確認領域に設置）
- 16 反射板（正常確認領域に設置）
- 17 回帰反射体（安全確認領域に設置）
- 18 回帰反射体（正常確認領域に設置）
- 19 タイミング信号発生器
- 20 帯域フィルタ
- 21 ANDゲート
- 22 面板
- 23 面板に設けた穴
- 24 光電センサの投光器
- 25 光電センサの受光器
- 26 コイル

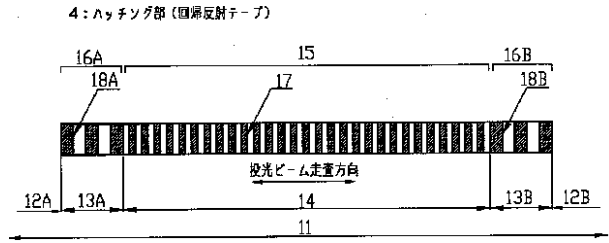
27 コンデンサ
28 トランス

* 29 コイル
* 30 コンデンサ

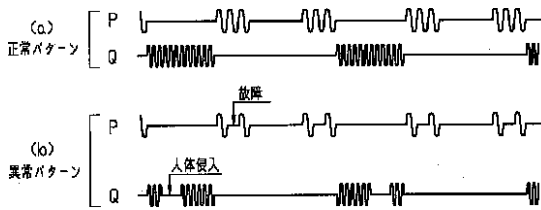
【図1】



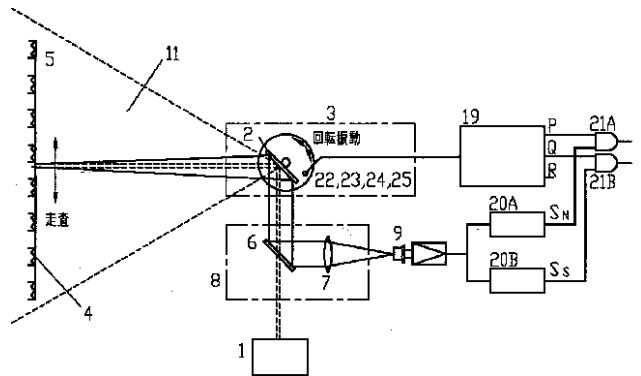
【図2】



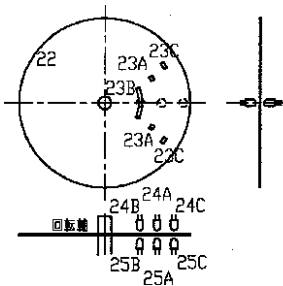
【図3】



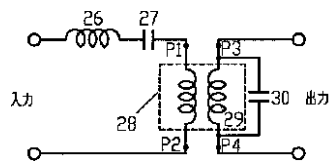
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 9 - 184889 (J P , A)
 特開 平 9 - 185778 (J P , A)
 特開 平 1 - 272991 (J P , A)
 特開 昭 61 - 193323 (J P , A)
 実開 平 1 - 163885 (J P , U)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 G01V 8/12
 G01S 17/02
 G01V 8/10