

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3545794号  
(P3545794)

(45) 発行日 平成16年7月21日(2004.7.21)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

G 1 1 B 7/135  
G 1 1 B 7/09G 1 1 B 7/135 Z  
G 1 1 B 7/09 A

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平5-337402	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー
(22) 出願日	平成5年12月28日(1993.12.28)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(65) 公開番号	特開平7-201067	(74) 代理人	100067873 弁理士 樺山 亨
(43) 公開日	平成7年8月4日(1995.8.4)	(74) 代理人	100090103 弁理士 本多 章悟
審査請求日	平成12年6月8日(2000.6.8)	(72) 発明者	高浦 淳 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
		審査官	中野 浩昌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波路型光信号検出素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも、基板上に形成されたバッファ層と、このバッファ層の上に形成された導波路層と、この導波路層の上に形成されたクラッド層を有するスラブ型導波路と、このスラブ型導波路へ外部光を結合・励振するプリズムカプラと、前記スラブ型導波路内に設けられ、導波光の光軸近傍を含む導波光の右半分と左半分とをそれぞれ取り込む2つの導波路型反射集光器と、この2つの導波路型反射集光器のそれぞれの焦点位置近傍に設けた第1、第2の分割型光検出器とを備えた導波路型光信号検出素子において、前記2つの導波路型反射集光器は、それぞれ異なる焦点距離を持ち、且つ、前記第1の分割型光検出器に各々接続された第1の差動増幅器と第1の加算器と、前記第2の分割型光検出器に各々接続された第2の差動増幅器と第2の加算器と、前記第1の加算器と前記第2の加算器に各々接続された第3の差動増幅器と第3の加算器とを備えることを特徴とする導波路型光信号検出素子。

【請求項 2】

前記第1の差動増幅器及び前記第2の差動増幅器から出力される信号をフォーカス誤差信号とし、前記第3の差動増幅器から出力される信号をトラック誤差信号とし、前記第3の加算器から出力される信号をRF信号とすることを特徴とする請求項1記載の導波路型光信号検出素子。

【請求項 3】

通常は焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第2の分割型光検

10

20

出器における差信号をフォーカス誤差信号として用い、前記第2の分割型光検出器の検出領域を越えた場合には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第1の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いることを特徴とする請求項1または2記載の導波路型光信号検出素子。

【請求項4】

前記導波路型光信号検出素子を、光ディスクに対して情報の記録・再生を行う光ピックアップに用いたことを特徴とする請求項1乃至3の何れか一つに記載の導波路型光信号検出素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【産業上の利用分野】

この発明は、光ディスクメモリ等の光ピックアップに用いられ、光ディスクのフォーカシング制御を行うための導波路型光信号検出素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、種々の導波路デバイスが提案されているが、それらの多くは、スラブ導波路上に光源や集光路、反射偏向路、スプリッタ、光検出器、分波器、光結合器の機能素子を集積配置したものである。

具体的な構成としては、例えば、基板上に、バッファ層、導波路層、クラッド層を積層し、この導波路層に接着層によってプリズムカプラを接着したものである。

20

これらの導波路デバイスの中で、反射型集光器とその焦点に分割型の光検出器を配置構成したタイプのものや、図10に示すように、一对の前記反射型集光器30a, 30bを導波光の光軸対称に並配置し、各々の反射型集光器30a, 30bの焦点に分割型光検出器の光検出器16, 17及び20, 21を配置構成したタイプ(外部光結合器にプリズムカプラ5を用いている)のものがある。

【0003】

このタイプの導波路デバイスは、光ディスクに対して情報の記録・再生を行う光ピックアップにおけるフォーカス誤差信号、トラック誤差信号、RF信号を検出する導波路型光信号検出素子として提案されており、これは並配置した一对の反射型集光器の各々の光学的仕様、即ち焦点距離やNAが同一となっている。例えば、同図に示すように、光検出器16, 17による検出信号を $I_{16}$ ,  $I_{17}$ 、又光検出器20, 21による検出信号を $I_{20}$ ,  $I_{21}$ とすると、

30

フォーカス誤差信号は、 $(I_{16} + I_{21}) - (I_{17} + I_{20})$

トラック誤差信号は、 $(I_{16} + I_{17}) - (I_{20} + I_{21})$

RF信号は、 $(I_{16} + I_{17}) + (I_{20} + I_{21})$

を各々算出することにより得ることができる。

この機能構成による導波路型光信号検出素子は、フォーカス誤差信号の検出感度と検知幅(フォーカス引き込み幅)は常に一定であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

40

しかしながら、上記従来の導波路型光信号検出素子においては、光ディスクにおけるフォーカス誤差信号の検出感度と検知幅(フォーカス引き込み幅)は常に一定であって、高検出感度でしかも検知幅が広いという要望に応えることができなかった。例えば、外乱等によって光ディスクの位置が大きくずれた場合は、検知幅が狭いためにデフォーカスの検知領域を越えてしまい、デフォーカス量を検知できないという問題点があった。

そこで、この発明は、上述した従来の問題点を解消して、光ピックアップのフォーカス誤差信号を高感度(高精度)に検出でき、且つ検知幅も広い導波路型光信号検出素子を提供することを課題としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

50

この発明の要旨とするところは、少なくとも、基板上に形成されたバッファ層と、このバッファ層の上に形成された導波路層と、この導波路層の上に形成されたクラッド層を有するスラブ型導波路と、このスラブ型導波路へ外部光を結合・励振するプリズムカプラと、前記スラブ型導波路内に設けられ、導波光の光軸近傍を含む導波光の右半分と左半分とをそれぞれ取り込む2つの導波路型反射集光器と、この2つの導波路型反射集光器のそれぞれの焦点位置近傍に設けた第1、第2の分割型光検出器とを備えた導波路型光信号検出素子において、前記2つの導波路型反射集光器は、それぞれ異なる焦点距離を持ち、且つ、前記第1の分割型光検出器に各々接続された第1の差動増幅器と第1の加算器と、前記第2の分割型光検出器に各々接続された第2の差動増幅器と第2の加算器と、前記第1の加算器と前記第2の加算器に各々接続された第3の差動増幅器と第3の加算器とを備えたこと

10

にある（請求項1）。そして、この導波路型光信号検出素子においては、前記第1の差動増幅器及び前記第2の差動増幅器から出力される信号をフォーカス誤差信号とし、前記第3の差動増幅器から出力される信号をトラック誤差信号とし、前記第3の加算器から出力される信号をRF信号とする（請求項2）。さらに、この導波路型光信号検出素子においては、通常は焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第2の分割型光検出器における差信号をフォーカス誤差信号として用い、前記第2の分割型光検出器の検出領域を越えた場合には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第1の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いる（請求項3）。

20

【0006】

【作用】

本発明の導波路型光信号検出素子では、2つの導波路型反射集光器は、それぞれ異なる焦点距離を持つため、導波光の集光位置のずれに関して、その検出感度は高いが検出角度範囲は狭い分割型光検出器と、検出感度は低いが検出角度範囲は広い分割型光検出器とを有することになる。

そして、本発明の導波路型光信号検出素子では、前記第1の分割型光検出器に各々接続された第1の差動増幅器と第1の加算器と、前記第2の分割型光検出器に各々接続された第2の差動増幅器と第2の加算器と、前記第1の加算器と前記第2の加算器に各々接続された第3の差動増幅器と第3の加算器とを備えており、前記第1の差動増幅器及び前記第2の差動増幅器から出力される信号をフォーカス誤差信号とし、前記第3の差動増幅器から出力される信号をトラック誤差信号とし、前記第3の加算器から出力される信号をRF信号としており、さらに、通常は焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第2の分割型光検出器における差信号をフォーカス誤差信号として用い、前記第2の分割型光検出器の検出領域を越えた場合には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第1の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いるので、フォーカシングの検出感度を、焦点距離の異なる2つの導波路型反射集光器で2段に切り換えることができる。

30

従って、前記導波路型光信号検出素子を、光ディスクに対して情報の記録・再生を行う光ピックアップに用いた場合には、光ディスクのデフォーカス量が小さい通常時は、焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第2の分割型光検出器における差信号をフォーカス誤差信号として用いて、高感度なフォーカス誤差検出を行う。また、外乱等によって光ディスクのデフォーカス量が大きい時には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第1の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いることにより、検知幅の広いフォーカス誤差検出を行う。

40

【0007】

【実施例】

以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。図1において、導波路型光信号検出素子7は、シリコン基板1上にバッファ層として熱酸化膜2が、その上にスラブ型の導波

50

路層としてシリコンオキシナイトライド膜 3 が、このシリコンオキシナイトライド膜 3 (以後、導波路層 3 と言う) の上にクラッド層として導波路層 3 より屈折率の低いシリコンオキシナイトライド膜 4 が形成されていて、導波路層 3 には、接着層 6 によりプリズムカプラ 5 が接合されている。

そして、図 2 に示すように、このプリズムカプラ 5 より導波路層 3 に結合・励振された導波光 8 の光軸 10 の左半分を反射させる導波路型反射集光器 9 a 及び 9 b が配置され、導波光 14 を焦点 11 へ集光させる。又導波光 8 の光軸 10 の右半分を反射させる導波路型反射集光器 12 a 及び 12 b が配置され、導波光 18 を焦点 13 へ集光させる。

この焦点 11 の後方に、焦点 11 へ向かう導波光 14 の光軸成分 15 に対してスラブ平面内において略垂直となるように、第 1 の分割型光検出器を構成する 2 つの光検出器 16 及び 17 が光軸 15 に対して対称に並置されている。同様に、焦点 13 の後方に、焦点 13 へ向かう導波光 18 の光軸成分 19 に対してスラブ平面内において略垂直となるように、第 2 の分割型光検出器を構成する 2 つの光検出器 20 及び 21 が光軸 19 に対して対称に並置されている。

#### 【0008】

さらに、図 5 に示すように、第 1 の分割型光検出器を構成する光検出器 16 及び 17 は差動増幅器 22 に接続され、第 2 の分割型光検出器を構成する光検出器 20 及び 21 も同様に差動増幅器 23 に接続されている。

尚、図 6 に示すように、差動増幅器 22 の前段に、初段増幅器 34 及び 35 を、又差動増幅器 23 の前段に初段増幅器 36 及び 37 を設けた構成にしても良い。

また、導波路型反射集光器 9 a , 9 b 及び導波路型反射集光器 12 a , 12 b の配置構成は、上記実施例に限らず、図 3 あるいは図 4 に示す構成も考えられる。同図において、同一部材には同一番号を付している。

上記構成において、プリズムカプラ 5 より導波路層 3 に結合・励振された導波光 8 の光軸 10 近傍よりその左半分が導波路型反射集光器 9 a 及び 9 b によって反射されて焦点 11 へ集光され、導波光 8 の光軸 10 近傍よりその右半分が導波路型反射集光器 12 a 及び 12 b によって反射されて焦点 13 へ集光される。このように、外部光が平行光である場合、導波光 8 は焦点 11 と焦点 13 に分離・集光され、差動増幅器 22 , 23 から得られる信号はゼロとなる。

#### 【0009】

また、外部光が発散光である場合は、導波光 8 の集光位置が焦点位置 11 及び 13 に対して導波光 8 の進行方向へいくらかずれる。この時、焦点 11 に対する集光位置のずれ量を  $Z_{11}$ 、焦点 13 に対する集光位置のずれ量を  $Z_{13}$  とすると、導波路型反射集光器 9 及び 12 の焦点距離が異なっているために  $Z_{11} > Z_{13}$  となる。この場合においては、差動増幅器 22 , 23 において得られる信号を各々  $I_{22}$  ,  $I_{23}$  (図 7 参照、光検出器 16 , 17 等の信号を各々  $I_{16}$  ,  $I_{17}$  等とする) とすると、 $I_{22} < I_{23}$  となる。また、前記発散光の発散角  $\theta$  が増大して行く場合、 $I_{22}$  及び  $I_{23}$  は共に増大するが、増分は  $I_{23}$  の方が大きい。

#### 【0010】

さらに、外部光が収束光である場合は、導波光 8 の集光位置が焦点位置 11、13 よりも前方へずれることになり、前記ずれ量  $Z_{11}$  と  $Z_{13}$  は  $Z_{11} < Z_{13}$  であり、差動増幅器 22 , 23 による信号  $I_{22}'$  ,  $I_{23}'$  は前記  $I_{22}$  ,  $I_{23}$  とは符号が逆転するが  $|I_{22}'| < |I_{23}'|$  であり、収束角  $\theta$  が増大すると増加率は  $|I_{23}'|$  の方が大きいので、 $|I_{22}'| < |I_{23}'|$  の差も増大する。

この導波路型光信号検出素子 7 (以後、センサ 7 と言う) は、上記のように、差動増幅器 22 , 23 の信号から外部光の平行度、発散・収束角度を検出する異なる検出感度を持つセンサとしての機能を有するが、発散あるいは収束角度が所定の値を越えると光検出器 16 , 17 等への入射光量がゼロになるので、この光検出器 16 , 17 の角度検出機能は失われる。また、検出感度を高くすると、検出角度範囲が狭くなり、検出感度を低くすると、検出角度範囲は広くなるという特性を備えているので、当該センサ 7 は、検出信号  $I_2$

10

20

30

40

50

$I_{23}$  をフォーカシング誤差信号として用い、レンズアクチュエータへのフィードバック制御を行う光ピックアップ等の用途に適している。

#### 【0011】

したがって、光ディスクに対してオンフォーカス状態に対物レンズ位置がある場合、高感度なる分割型光検出器でフォーカシング制御を実行し、又外乱等によって光ディスク位置が大きくずれた場合にも、低感度ながらデフォーカス検知幅の広い他方の分割型光検出器を用いてフォーカシング制御を行う。即ち、高感度なる分割型光検出器のデフォーカス検知幅の限界まで追い込んだ後、低感度なる分割型光検出器によるフォーカシング制御へ切り換える。

そこで、上記センサ7を光源分離型光ピックアップに用いた場合について説明する。図8に示すように、光源(LD)38からの光がコリメータレンズ39を介して偏向ビームスプリッタ40へ入射する。又光ディスク(光情報記録媒体)43からの光は対物レンズ42、1/4板41、偏向ビームスプリッタ40を介して当該センサ7のプリズムカプラ5へ入射する。センサ7の構成は図2に示したものと同様であって、同一部材には同一番号が付されている。

#### 【0012】

さらに、図9に示すように、第1の分割型光検出器を構成する光検出器16及び17には第1の差動増幅器22及び第1の加算器24が接続され、第2の分割型光検出器を構成する光検出器20及び21にも同様に第2の差動増幅器23及び第2の加算器25が接続され、第1の加算器24及び第2の加算器25には第3の差動増幅器27及び第3の加算器28が接続されている。

この構成において、光源38を射出した発散光はコリメータレンズ39によって平行光とされ、偏向ビームスプリッタ40によって光ディスク43方向へ反射される。この反射光は1/4板41によって円偏光に変換され、対物レンズ42により光ディスク43の記録面上に集光される。この記録面上にて反射された前記集光光は対物レンズ42を介して1/4板41により直線偏光に変換され、偏向ビームスプリッタ40を透過してプリズムカプラ5へ入射し、センサ7の導波路内へ導光される。

#### 【0013】

ところで、このセンサ7の光ディスク43のトラック溝方向に対する配置構成については、図8に示すように、このセンサ7のy方向成分が光ディスク43のトラック溝方向と一致するように配置すると、オントラック時には、図9に示す第1の加算器24から出力される光検出器16、17の和信号 $I_{24}$ と第2の加算器25から出力される光検出器20、21の和信号 $I_{25}$ は $I_{24} = I_{25}$ となる。また、図8において、対物レンズ42による集光スポットの位置が+y方向へはずれると $I_{24} < I_{25}$ 、又は逆に-y方向へはずれると $I_{24} > I_{25}$ となる。

したがって、図9に示すように、トラック誤差信号( $T_r$ )は第3の差動増幅器27から出力される、光検出器16、17の和信号 $I_{24}$ と光検出器20、21の和信号 $I_{25}$ の差信号 $I_{27}$ ( $I_{25} - I_{24}$ )を用い、又RF信号(ピット信号)は第3の加算器28から出力される、前記 $I_{24}$ と $I_{25}$ の和信号 $I_{28}$ を用いる。そして、フォーカス誤差信号は、第1の差動増幅器22から出力される光検出器16、17の差信号 $I_{22}$ 、あるいは第2の差動増幅器23から出力される光検出器20、21の差信号 $I_{23}$ を用いる。

#### 【0014】

また、前述したように、第1の分割型光検出器の光検出器16、17の差信号 $I_{22}$ の特性については、フォーカス誤差検出感度は第2の分割型光検出器の光検出器20、21の差信号 $I_{23}$ よりも低い、フォーカス誤差検出可能なデフォーカス幅(フォーカス引き込み幅)は広い。したがって、オンフォーカス周辺の際は、差信号 $I_{23}$ を用いてアクチュエータへのフィードバック制御を行い、外乱等によって光ディスク43位置が大きくずれて差信号 $I_{23}$ の検出領域を越えた場合、差信号 $I_{22}$ を用いたフィードバック制御へ切り換える。例えば、図7に示すように、差信号 $I_{23}$ が $I_{th}$ に達したら、差信号 $I_{22}$ のフィードバック制御に切り換える構成にする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように、請求項 1 の導波路型光信号検出素子においては、導波路型反射集光器は、それぞれ異なる焦点距離を持ち、且つ、第 1 の分割型光検出器に各々接続された第 1 の差動増幅器と第 1 の加算器と、第 2 の分割型光検出器に各々接続された第 2 の差動増幅器と第 2 の加算器と、前記第 1 の加算器と前記第 2 の加算器に各々接続された第 3 の差動増幅器と第 3 の加算器とを備えるので、従来のようなバルク光学系を用いた素子では困難であった構成、即ち同一検出素子内に、導波路素子の特徴を失うことなく感度の異なる 2 つのセンサ機能を集積化して、且つコンパクトな構成が可能となる。

そして、請求項 2, 3 の導波路型光信号検出素子においては、前記第 1 の差動増幅器及び前記第 2 の差動増幅器から出力される信号をフォーカス誤差信号とし、前記第 3 の差動増幅器から出力される信号をトラック誤差信号とし、前記第 3 の加算器から出力される信号を RF 信号としており、さらに、通常は焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第 2 の分割型光検出器における差信号をフォーカス誤差信号として用い、前記第 2 の分割型光検出器の検出領域を越えた場合には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第 1 の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いるので、フォーカシングの検出感度を、焦点距離の異なる 2 つの導波路型反射集光器で 2 段に切り換えることができる。

また、請求項 4 のように、前記導波路型光信号検出素子を、光ディスクに対して情報の記録・再生を行う光ピックアップに用いた場合には、光ディスクのデフォーカス量が小さい時は、焦点距離の短い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第 2 の分割型光検出器における差信号をフォーカス誤差信号として用い、また、光ディスクのデフォーカス量が大きい時には、焦点距離の長い方の前記導波路型反射集光器側に配置された前記第 1 の分割型光検出器の差信号をフォーカス誤差信号として用いるので、フォーカシングの検出感度を焦点距離の異なる 2 つの導波路型反射集光器で 2 段に切り換えることにより、高精度なフォーカシング機能と広いフォーカシング範囲とを併せ持たせることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明の実施例の導波路型光信号検出素子を示す側面図である。

【 図 2 】 この発明の実施例の導波路型光信号検出素子を示す平面図である。

【 図 3 】 この発明の他の実施例の導波路型光信号検出素子を示す平面図である。

【 図 4 】 この発明の他の実施例の導波路型光信号検出素子を示す平面図である。

【 図 5 】 差動増幅器を接続した光検出器を示す構成図である。

【 図 6 】 差動増幅器及び初段増幅器を接続した光検出器を示す構成図である。

【 図 7 】 フォーカス誤差信号とディスク位置ずれとの関係を示す特性線図である。

【 図 8 】 光ディスクと光ピックアップを示す概略構成図である。

【 図 9 】 光ピックアップにおける誤差信号検出回路を示す構成図である。

【 図 10 】 従来の導波路型光信号検出素子を示す平面図である。

## 【 符号の説明 】

1	基板	
2	バッファ層	
3	導波路層	
4	スラブ型導波路	
5	プリズムカブラ	
9 a , 9 b	導波路型反射集光器	
1 2 a , 1 2 b	導波路型反射集光器	
1 6 , 1 7	第 1 の分割型光検出器を構成する光検出器	
2 0 , 2 1	第 2 の分割型光検出器を構成する光検出器	
4 3	光ディスク	

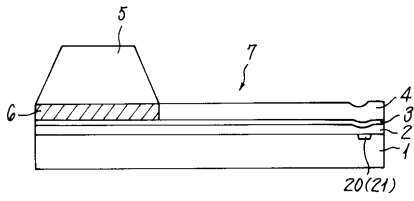
10

20

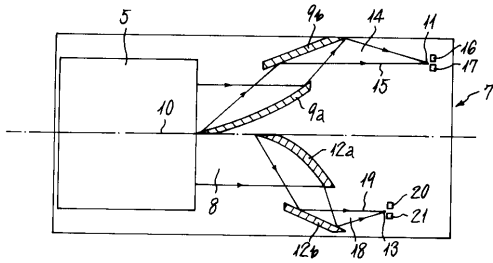
30

40

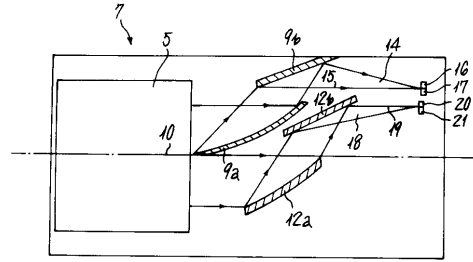
【図1】



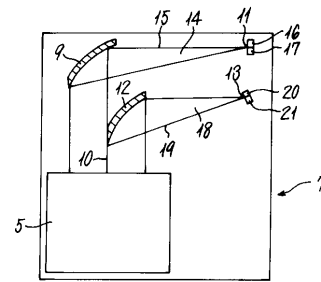
【図2】



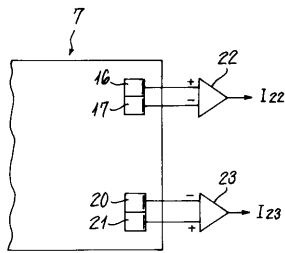
【図3】



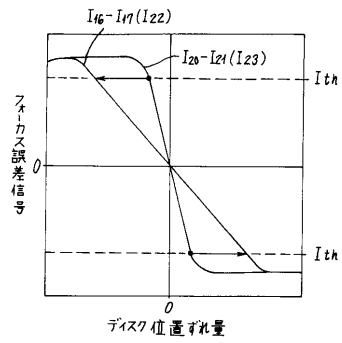
【図4】



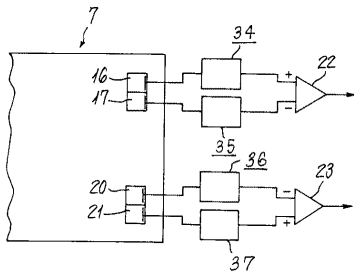
【図5】



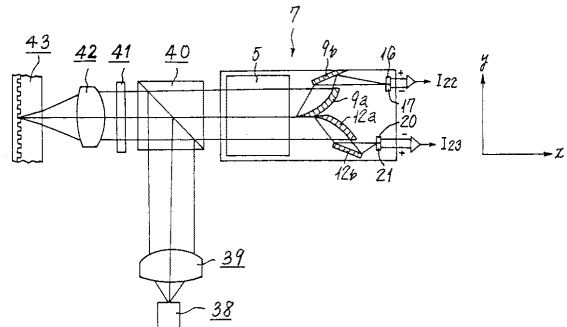
【図7】



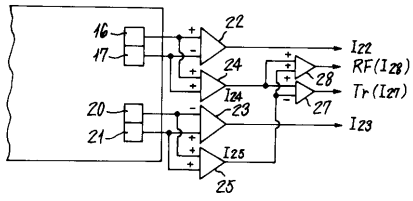
【図6】



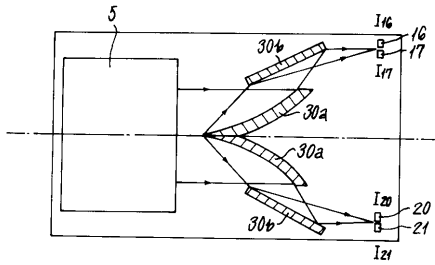
【図8】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 319543 (JP, A)  
特開平04 - 017133 (JP, A)  
特開平01 - 307023 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
G11B 7/09 - 7/22