



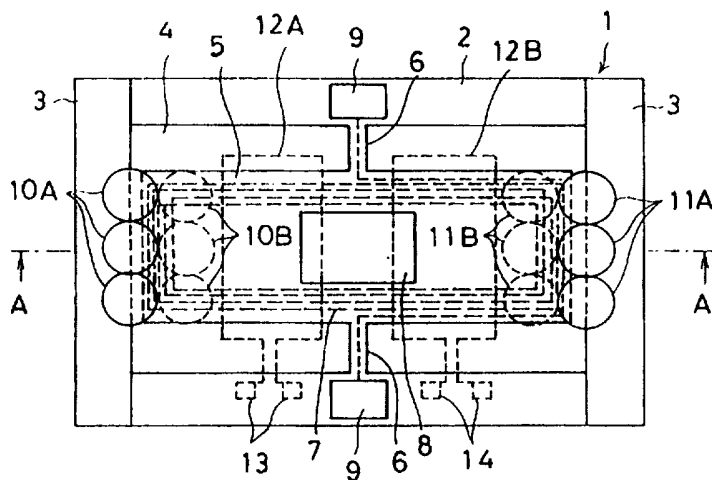
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 G01V 8/10, G01J 1/06, H04N 1/028</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/46896</p> <p>(43) 国際公開日 1997年12月11日(11.12.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01563</p> <p>(22) 国際出願日 1996年6月7日(07.06.96)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本信号株式会社 (NIHON SHINGO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒100 東京都千代田区丸の内三丁目3番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 浅田規裕(ASADA, Norihiro)[JP/JP] 〒338 埼玉県浦和市上木崎一丁目13番8号 日本信号株式会社内 Saitama, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 丹羽宏之(NIWA, Hiroyuki) 〒105 東京都港区新橋一丁目18番16号 日本生命新橋ビル 丹羽国際特許事務所 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title: VARIABLE-AXIS PHOTODETECTOR

(54) 発明の名称 光軸方向可変型光検出装置



(57) Abstract

A movable plate (5) and a torsion bar (6) are integrally formed on a silicon substrate (2). A planar coil (7) is disposed at the peripheral edge portion of the movable plate (5), and a photodiode (8) is disposed at the center. Permanent magnets (10A, 10B, 11A and 11B) are disposed on the upper and lower peripheral edges of the movable plate (5), and detection coils (12A and 12B) for detecting a displacement angle of the movable plate (5) are disposed below the movable plate (5). When a current is supplied to the planar coil (7), a force is generated in association with the magnetic fields of the permanent magnets (10A, 10B, 11A and 11B), and thus the movable plate (5) rotates on the torsion bar (6), so that the direction of the optical axis of the photodiode (8) changes. The displacement angle of the direction of the optical axis can be detected as a change in the mutual inductance between the planar coil (7) and the detection coils (12A, 12B), that is, as a change in voltage induced in the detection coils (12A, 12B).

(57) 要約

シリコン基板2に、可動板5、トーションバー6を一体に形成する。可動片5の周縁部に平面コイル7を設け、中央部にホトダイオード8を設ける。可動板5の周縁部の上下に永久磁石10A、10B、11A、11Bを配置し、可動板5の下に可動板5の変位角を検出する検出コイル12A、12Bを設ける。平面コイル7に電流を流すと、永久磁石10A、10B、11A、11Bによる磁界との関係で力が発生し、可動板5はトーションバー6を軸として回転し、ホトダイオード8の光軸方向が変化する。この光軸方向の変位角は、平面コイル7と検出コイル12A、12B間の相互インダクタンスの変化すなわち、検出コイル12A、12Bの誘導電圧の変化で検出できる。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	US	米国
CG	コンゴ	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル		
CU	キューバ	KR	大韓民国	RO	ルーマニア		
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	RU	ロシア連邦		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	SD	スーダン		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
EE	エストニア	LK	スリランカ				

明 細 書

光軸方向可変型光検出装置

技術分野

本発明は、道路、空港等、比較的大きな対象を監視するのに好適な光検
5 出装置に関するものである。

背景技術

この種の装置としては、①光検出装置をモータで回動するもの、ある
いは②多数の光検出素子を、各素子の光軸方向を相対的に広げて配置す
1 0 るものが考えられる。

しかしながら、前記①のものは、装置が大型で高速操作ができず、コ
ストの面からも実用的ではないという問題がある。また前記②のものは、
各素子の特性のばらつきを補正する必要があるという問題がある。

本発明は、このような状況のもとでなされたもので、小型で高速走査
1 5 ができ、量産によるコストダウンが可能で、各素子の特性のばらつきを
補正する必要のない光検出装置を提供することを目的とするものである。

発明の開示

2 0 (1) この目的を達成するため、この発明の光軸方向可変型光検出装置
を、半導体基板に一体形成した、可動板とこの可動板を前記半導体基板
に対し揺動自在に軸支するトーションバーと、前記可動板の周縁部に設
けた駆動コイルと、この駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段と、
前記可動板に形成した光検出素子とを備え、前記駆動コイルに電流を流

すことにより発生する力により前記可動板を駆動して前記光検出素子の光軸方向を可変する構成とした。

(2) 光軸の変位角を検出するために、前記(1)の構成の駆動コイルと電磁結合する検出コイルを設けた構成とした。

5 (3) 前記(1)可動板の光検出素子を一次元に可動させるために、可動板は単一の1個として構成した。

(4) 前記(1)の可動板を内側二重の構成とし、これにより可動板の光検出素子を二次元で作動できるようにしたもので、半導体基板に一体形成した、外側可動板と、この外側可動板を前記半導体基板に対し揺動自在に軸支する第1のトーションバーと、前記外側可動体の内側にある内側可動板と、この内側可動板を前記外側可動板に対し揺動自在に軸支する、前記第1のトーションバーと軸方向が直交する第2のトーションバーとを備えた、前記外側可動板の周縁部に設けた第1の駆動コイルと、前記内側可動板の周縁部に設けた第2の駆動コイルと、前記第1の
10 駆動コイルに静磁界を与える第1の磁界発生手段と、前記第2の駆動コイルに静磁界を与える第2の磁界発生手段と、前記内側可動板に形成した光検出素子とを備え、前記第1の駆動コイル、第2の駆動コイルに電流を流すことにより発生する力により前記外側可動板、内側可動板を駆動して前記光検出素子の光軸方向を可変する構成とした。

20 (5) 光軸の変位角を検出するために、前記(4)の構成の第1の駆動コイル、第2の駆動コイルと夫々電磁結合する第1の検出コイル、第2の検出コイルを設けた構成とした。

図面の簡単な説明

25 第1図は、実施例1の構成を示す図、第2図は、図1のA-A断面図、第3図は、実施例1の動作説明図、第4図は、実施例1における可

動板の変位角検出の説明図、第5図は、実施例2の構成を示す図、第6図は、実施例3の構成を示す図、第7図は、図6のB-B断面図、第8図は、図6のC-C断面図、第9図は、ホトダイオードを用いる例のブロック図、第10図は、図9の装置の動作を示すフローチャート、第11図は、ラインセンサを用いる例のブロック図、第12図は、エリアセンサを用いる例のブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下本発明を実施例に基づいて説明する。

1 0 (実施例1)

図1、図2は実施例1である“光軸方向可変型光検出装置”の構成を示す図である。本実施例は、後述の実施例2、実施例3と同様に、検流計（ガルバノメータ）と同じ原理で動作するものである。なお、図1、図2で判り易くするため大きさを誇張して示している。後述の図3、
1 5 図5、図6、図7、図8についても同様である。

図1及び図2において、光軸方向可変型光検出装置1は、半導体基板であるシリコン基板2の上下面に、それぞれ例えばホウケイ酸ガラス等からなる上側及び下側絶縁基板としての平板状の上側及び下側ガラス基板3、4を接合した3層構造となっている。前記上側ガラス基板3は、
2 0 後述する可動板5上部分を開放するようシリコン基板2の左右端（図1における）に積層されている。

前記シリコン基板2には、平板状の可動板5と、この可動板5の中心位置でシリコン基板2に対して基板上下方向に揺動可能に可動板5を軸支するトーションバー6とが半導体製造プロセスにおける異方性エッチングによって一体形成されている。従って、可動板5及びトーションバー6もシリコン基板2と同一材料からなっている。前記可動板5の上
2 5

面周縁部には、可動板5駆動用の駆動電流と、この駆動電流に重畳する変位角検出用の検出用電流とを流すための銅薄膜からなる平面コイル7が、絶縁被膜で覆われて設けられている。前記検出用電流は、下側ガラス基板4に後述するように設けられる検出コイル12A、12Bとの相互インダクタンスに基づいて可動板5の変位を検出するためのものである。

ここで、コイルは抵抗分によってジュール熱損失があり、抵抗の大きな薄膜コイルを平面コイル7として高密度に実装すると発熱により駆動力が制限されることから、本実施例では、公知の電解メッキによる電鍍コイル法によって前記平面コイル7を形成してある。電鍍コイル法は、基板上にスパッタで薄いニッケル層を形成し、このニッケル層の上に銅電解めっきを行って銅層を形成し、コイルに相当する部分を除いて銅層及びニッケル層を除去することで、銅層とニッケル層からなる薄膜の平面コイルを形成するもので、薄膜コイルを低抵抗で高密度に実装できる特徴があり、マイクロ磁気デバイスの小型化・薄型化に有効である。

また、可動板5の平面コイル7で囲まれた上面中央部には、光検出素子であるpnホトダイオード8が公知の手法で形成されている。更に、シリコン基板2のトーションバー6の側方上面には、平面コイル7とトーションバー6の部分を介して電氣的に接続する一対の電極端子9、9が設けられており、この電極端子9、9は、シリコン基板2に電鍍コイル法による平面コイル7と同時に形成される。

上側及び下側ガラス基板3、4の左右側(図1における)には、前記トーションバー6の軸方向と平行な可動板5の対辺の平面コイル7部分に磁界を作用させる、互いに対をなす円形状の永久磁石10A、10Bと11A、11Bが設けられている。上下の互いに対をなす各3個ずつの永久磁石10A、10Bは、上下の極性が同じとなるよう、例えば図

2に示すように、下側がN極、上側がS極となるよう設けられている。
また、他方の各3個ずつの永久磁石11A、11Bも、上下の極性が同
じとなるよう、例えば図2に示すように、下側がS極、上側がN極とな
るよう設けられている。そして、上側ガラス基板3側の永久磁石10A
5と11A及び下側ガラス基板4側の永久磁石10Bと11Bは、図2か
ら判るように、互いに上下の極性が反対となるように設けられる。

また、前述したように、下側ガラス基板4の下面には、平面コイル7
と電磁結合可能に配置され各端部がそれぞれ対をなす電極端子13、
14に電氣的に接続された一对のコイル12A、12Bがパターンニング
10されて設けられている（なお、図1では、模式的に1本の破線で示した
が実際は複数巻回してある）。検出コイル12A、12Bは、トーショ
ンバー6に対して対称位置に配置されて可動板5の変位角を検出するも
ので、平面コイル7に駆動電流に重畳して流す検出用電流に基づく平面
コイル7と検出コイル12A、12Bとの相互インダクタンスが、可動
15板5の角度変位により一方が接近して増加し他方が離間して減少するよ
う変化するので、例えば相互インダクタンスに基づいて出力される電圧
信号の変化を差動で検出することにより可動板5の変位角をが検出でき
る。

次に、動作について説明する。

20 例えば、一方の電極端子9を+極、他方の電極端子9を一極として平
面コイル7に電流を流す。可動板5の両側では、永久磁石10Aと10
B、永久磁石11Aと11Bによって、図3の矢印Bで示すような可動
板5の平面に沿って平面コイル7を横切るような方向に磁界が形成され
ており、この磁界中の平面コイル7に電流が流れると、平面コイル7の
25 電流密度と磁束密度に応じて平面コイル7、言い換えれば可動板5の両
端に、電流・磁束密度・力のフレミングの左手の法則に従った方向（図

3の矢印Fで示す)に力Fが作用し、この力はローレンツ力から求められる。

この力Fは、平面コイル7に流れる電流密度を*i*、上下永久磁石による磁束密度をBとすると、下記の(1)の式で求められる。

$$5 \quad F = i \times B \dots\dots (1)$$

実際には、平面コイル7の巻数*n*と、力Fが働くコイル長*w*(図3中に示す)により異なり、下記の(2)の式のようにになる。

$$F = n w (i \times B) \dots\dots (2)$$

一方、可動板5が回動することによりトーションバー6が振じられ、
10 これによって発生するトーションバー6のばね反力*F'*と可動板5の変位角*φ*の関係は、下記の(3)式のようにになる。

$$\phi = (M_x / G I_p) = F' (L / 8.5 \times 10^9 r^4) \times l_1 \dots\dots (3)$$

ここで、*M_x*は振りモーメント、*G*は横弾性係数、*I_p*は極断面二次
15 モーメントである。また、*L*、*l₁*、*r*はそれぞれ、トーションバーの中心軸から力点までの距離、トーションバーの長さ、トーションバーの半径であり、図3に示してある。

そして、前記力*F*とばね反力*F'*が釣り合う位置まで可動板5が回動する。従って、(3)式の*F'*に(2)式の*F*を代入することにより、
20 可動板5の変位角*φ*は平面コイル7に流れる電流*i*に比例することが判る。

従って、平面コイル7に流す電流を制御することにより、可動板5の
- 変位角*φ*を制御することができるので、例えば、トーションバー6の軸に対して垂直な面内において光検出素子8の光軸方向を自由に制御でき、
25 連続的にその変位角を変化させれば、監視対象を1次元に走査できる。

この光検出素子8の光軸の変位角*φ*を制御する際に、平面コイル7

に、駆動電流に重畳して駆動電流周波数に比べて少なくとも100倍以上の周波数で変位角検出用の検出用電流を流す。すると、この検出用電流に基づいて、平面コイル7と下側ガラス基板5に設けた検出コイル12A、12Bとの間の相互インダクタンスによる誘導電圧がそれぞれの検出コイル12A、12Bに発生する。検出コイル12A、12Bに発生する各誘導電圧は、可動板5、いい換えれば、光検出素子8が水平位置にある時には、検出コイル12A、12Bと対応する平面コイル7との距離が等しいことから等しくなりその差は零である。可動板5が前述の駆動力でトーシヨンバー6を支軸として回動すると、一方の検出コイル12A（または12B）では接近して相互インダクタンスの増加により誘導電圧は増大し、他方の検出コイル12B（又は12A）では離間して相互インダクタンスの減少により誘導電圧は低下する。従って、検出コイル12A、12Bに発生する誘導電圧は光検出素子8の変位に応じて変化し、この誘導電圧を検出することで、光検出素子8の光軸変位角 ϕ を検出することができる。

そして、例えば、図4に示すように、検出コイル12A、12Bの他に2つの抵抗を設けて構成したブリッジ回路に電源を接続し、検出コイル12Aと検出コイル12Bとの中点と2つの抵抗の中点との電圧を入力とする差動増幅器を設けて構成した回路を用い、前記両中点の電圧差に応じた差動増幅器の出力を、可動板5の駆動系にフィードバックし、駆動電流を制御するようにすれば、光検出素子8の光軸変位角 ϕ を精度良く制御することが可能である。

以上説明したように、本実施例では、光検出素子を含む可動部を小型、軽量にできるので、光検出素子の光軸方向を高速で可変でき、監視対象を高速走査できる。また要部である可動板、トーシヨンバー、ホトダイオードを同一半導体基板から半導体素子製造プロセスを利用して形

成 できるので、量産によるコストダウンが期待できる。また1個のホトダイオードで監視対象を走査するので、各素子の特性のばらつきを補正する必要もない。

(実施例2)

5 図5は実施例2である“光軸方向可変型光検出装置”の構成を示す図である。

前述した実施例1は、光軸方向を1次元で振るものであるが、この本実施例は、2次元で振ることができるように、トーションバーを互いに直交させて2つ設けた2軸の光検出装置の例である。なお実施例1と同一の要素には同一符号を付し説明を省略する。

10 図5において、本実施例の光軸方向可変型光検出装置21は、半導体基板であるシリコン基板2の上下面に、それぞれホウケイ酸ガラス等からなる上側及び下側絶縁基板としての上側及び下側ガラス基板3、4を、矢印で示すように重ねて接合した3層構造とする。上側及び下側ガラス基板3、4は、図に示すように、それぞれ中央部に例えば超音波加工によって形成した方形状の凹部3A、4Aを設けた構造であり、シリコン基板2に接合する場合、上側ガラス基板3では、凹部3Aを下側にしてシリコン基板2側に位置するようにして接合し、下側ガラス基板4では、凹部4Aを上側にして同じくシリコン基板2側に位置するようにして接合する。これにより、後述する光検出素子8を設ける可動板5の揺動空間を確保すると共に密閉する構成としている。

前記シリコン基板2には、棒状に形成された外側可動板5Aと、この外側可動板5Aの内側に軸支される内側可動板5Bとからなる平板状の可動板5が設けられている。前記外側可動板5Aは、第1のトーションバー6A、6Aによってシリコン基板2に軸支され、前記内側可動板5Bは、前記第1のトーションバー6A、6Aとは軸方向が直交する

25

第2のトーシヨンバー6 B, 6 Bで外側可動板5 Aの内側に軸支されている。可動板5 A, 5 Bと第1及び第2の各トーシヨンバー6 A, 6 Bは、シリコン基板2に異方性エッチングによる一体形成されており、シリコン基板2と同一材料からなっている。

- 5 また、外側可動板5 Aの上面には、シリコン基板2上面に形成した一対の外側電極端子9 A, 9 Aに一方の第1のトーシヨンバー6 Aの部分を介して両端がそれぞれ電氣的に接続する平面コイル7 A (図では模式的に1本線で示すが可動板5 A上では複数の巻数となっている) が絶縁層で被覆されて設けられている。また、内側可動板5 Bの上面には、シリ
- 10 リコン基板2に形成された一対の内側電極端子9 B, 9 Bに、一方の第2のトーシヨンバー6 Bから外側可動板5 A部分を通り、第1のトーシヨンバー6 Aの他方側を介してそれぞれ電氣的に接続する平面コイル7 B (図では模式的に1本線で示すが外側可動板5 Aと同様に内側可動板5 B上では複数の巻数となっている) が絶縁層で被覆されて設けられ
- 15 ている。これら平面コイル7 A, 7 Bは実施例1と同様に、前述した公知の電解めっきによる電鍍コイル法によって形成してある。なお、前記外側及び内側電極端子9 A, 9 Bは、シリコン基板2上に電鍍コイル法により平面コイル7 A, 7 Bと同時に形成される。平面コイル7 Bで囲まれた内側可動板5 Bの中央部には、公知の手法で光検出素子であるホ
- 20 トダイオード8が形成されている。

- 上側及び下側ガラス基板3, 4には、2個ずつ対となったそれぞれ8個ずつの円板状の永久磁石10 A~13 A, 10 B~13 Bが、図示のように配置されている。上側ガラス基板3の互いに向かい合う永久磁石10 A, 11 Aは、下側ガラス基板4の永久磁石10 B, 11 Bとで外
- 25 側可動板5 Aの平面コイル7 Aに磁界を作用して平面コイル7 Aに流す駆動電流との相互作用によって外側可動板5 Aを回動駆動させるための

ものであり、また、上側ガラス基板3の互いに向かい合う永久磁石12 Aと13 Aは、下側ガラス基板4の永久磁石12 B、13 Bとで内側可動板5 Bの平面コイル7 Bに磁界を作用させて平面コイル7 Bに流す駆動電流との相互作用によって内側可動板5 Bを回動駆動させるためのものである。そして、互いに向き合った永久磁石10 Aと11 Aは上下の極性が互いに反対、例えば永久磁石10 Aの上面がS極の時は永久磁石11 Aの上面はN極となるように設けられ、しかも、その磁束が可動板5の平面コイル部分に対して平行に横切るよう配置されている。その他の互いに向き合っている永久磁石12 Aと13 A、永久磁石10 Bと11 B及び永久磁石12 Bと13 Bも同様である。更に、上下方向で対応する永久磁石10 Aと10 Bとの間の関係は、上下の極性は同じ、例えば永久磁石10 Aの上面がS極の時は永久磁石10 Bの上面もS極となるように設ける。その他の上下で対応している永久磁石11 Aと11 B、永久磁石12 Aと12 B及び永久磁石13 Aと13 Bも同様であり、これにより、可動体5の両端部で互いに相反する方向に力が作用するようになる。

そして、下側ガラス基板4の下面には、前述した平面コイル7 A、7 Bとそれぞれ電磁結合可能に配置された検出コイル15 A、15 Bと16 A、16 Bがパターンニングされて設けられている。検出コイル15 A、15 Bは、第1のトーションバー6 Aに対して対称位置に設けられ、検出コイル16 A、16 Bは第2のトーションバー6 Bに対して対称位置に設けられそれぞれ対をなしている。そして、一对の検出コイル15 A、15 Bは、外側可動板5 Aの変位角を検出するもので、平面コイル7 Aに駆動電流に重畳して流す検出用電流に基づく平面コイル7 Aと検出コイル15 A、15 Bとの相互インダクタンスが、外側可動板5 Aの角度変位により変化し、この変化に応じた電気信号を出力す

る。この電気信号によって外側可動板5 Aの変位角が検出できる。一対の検出コイル1 6 A, 1 6 Bは同様にして内側可動板5 Bの変位角を検出するものである。

次に動作を説明する。

- 5 外側可動板5 Aの平面コイル7 Aに駆動電流を流せば、第1のトーシヨンバー6 A, 6 Aを支点として外側可動板5 Aが電流方向に応じて回動し、この際に内側可動板5 Bも外側可動板5 Aと一体に回動する。この場合、ホトダイオード8は、実施例1と同様の動きとなる。一方、内側可動板5 Bの平面コイル7 Bに駆動電流を流せば、外側可動板5 A
- 1 0 の回動方向と直角方向に、外側可動板5 Aに対して内側可動板5 Bが第2のトーシヨンバー6 B, 6 Bを支点として回動する。

- 従って、例えば平面コイル7 Aの駆動電流を制御して、外側可動板5 Aを1周期回動操作した後、平面コイル7 Bの駆動電流を制御し内側可動板5 Bを一定角度変位させるようにし、この操作を周期的に繰り返
- 1 5 せばホトダイオード8の光軸を2次元に振ることができ、監視対象を2次元に走査できる。

なお、本実施例のように、ホトダイオード8の上方にガラスが存在する場合にはこのガラス面に反射防止膜等を被覆しておくが良い。

- 一方、平面コイル7 A及び平面コイル7 Bに流す各駆動電流に重畳さ
- 2 0 せて、検出用電流を流せば、検出コイル1 5 A, 1 5 Bと平面コイル7 A間及び検出コイル1 6 A, 1 6 Bと平面コイル7 Bの相互インダクタンスにより実施例1と同様の原理で、外側可動板5 Aの変位は例えば
- 図4と同様の回路を介して検出コイル1 5 A, 1 5 Bの差動出力によって検出することができ、内側可動板5 Bの変位検出コイル1 6 A,
- 2 5 1 6 Bの差動出力によって検出することができ、この差動出力を外側可動板5 A及び内側可動板5 Bの各駆動系にフィードバックさせれば、外

側可動板5 A及び内側可動板5 Bの変位を精度よく制御することが可能となる。なお、言うまでもないが、本実施例の2軸の光検出装置の場合は、図4と同様の回路を、外側可動板変位検出用と内側可動板変位検出用として2つ設けるものである。

- 5 かかる実施例2の構成によれば、実施例1と同様の効果に加えて、監視対象の走査が2次元的に行え、走査領域を実施例1の1軸の場合に比べて増大させることができる。また、可動板5の揺動空間を、上下のガラス基板3、4と周囲のシリコン基板2とによって密閉するので、この密閉空間を真空状態とすることにより、可動板5の回動動作に対する空
- 10 気抵抗がなくなり、可動板5 A、5 Bの応答性が向上するという効果を有する。

- 更に、平面コイル7 A、7 Bに流す駆動電流を大きくして可動板5 A、5 Bの変位量を大きく設定する場合には、密閉した可動板揺動空間内を真空とせず、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスを封入するのが
- 15 望ましく、特に熱伝導性の良いヘリウムが好ましい。これは、平面コイル7に流す電流量を大きくすると平面コイル7からの発熱量が多くなり、可動板5 A、5 B周囲が真空状態では可動板からの放熱が悪くなるので、不活性ガスを封入することによって可動板5 A、5 Bからの放熱性を真空状態に比べて高め熱影響を低減させることができる。なお、不
- 20 活性ガスを封入することで、可動板5 A、5 Bの応答性に関しては、真空状態に比べて多少低下することになる。

 なお、前述の実施例1の上下のガラス基板を、実施例2と同様の凹部を設ける構造として可動板部分を密閉構造としてもよいことは言うまでもない。

- 25 (実施例3)

 図6、図7、図8は、実施例3である“光軸方向可変型光検出装置”

の構成を示す図である。

本実施例は、実施例2と同様の2軸の例である。なお、実施例2と同一要素には同一符号を付して説明を省略する。

本実施例の2軸の光軸方向可変型光検出装置31は、前述した実施例5
2と略同様の構成であるが、本実施例では、図6～図8に示すように、上下のガラス基板3、4が、実施例2のものとは異なり、凹部3A、4Aのない平板状になっている。そして、上側ガラス基板3には、可動板5上方部分に可動板5の形状に応じて角状の開口部3aを設け、ホトダイオード8上方の部分を開放状態として検出光が直接ホトダイオード8に入射できるようにしてある。そして、上下のガラス基板3、4が平板状としてあるため、中間のシリコン基板2を上下に別のシリコン基板を積層して3層構造とし、その中間層に可動板5を形成することで可動板5の回動スペースを確保するようにしてある。

また、図6に破線で示すように、下側ガラス基板4の下面に、外側可動板5Aの変位検出用の検出コイル15A、15B及び内側可動板5Bの変位検出用の検出コイル16A、16Bが、対応する平面コイル7A、7Bと電磁結合可能な位置にパターンニングされて設けられている。

かかる構成の本実施例の動作、効果は、実施例2と同様であり、説明を省略する。

(変形)

以上の各実施例では、光検出素子としてホトダイオードを形成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、複数のホトダイオードからなるラインセンサ、あるいはエリアセンサを形成する形で実施することができる。また光検出素子としてホトトランジスタ、ホトコンダクタ、CCD等を用いる形で実施することができる。なお必要に応じてこ

これらの光検出素子の前面には入射光を収束するマイクロレンズを設ける。

また実施例2では直線的に走査しているが、対象によっては同心円状にあるいはらせん状に走査する形で実施することができる。

- 5 また、各実施例では、可動板の中央部をトーションバーで軸支しているが、これに限らず、可動板の端部たとえば図1における可動板5の右辺部を軸支する形で実施することができ、この場合、左辺側に1個の検出コイルを設けて変位角を検出することになる。

- 10 また各実施例では、可動板に設けた平面コイルに駆動電流と検出用電流を流しているが、駆動電流の周波数が数キロヘルツと高いときは駆動用電流を検出用電流に兼用し、検出用電流を重畳しない形で実施することができる。

- 15 また各実施例では、2個の検出コイルの出力の差により変位角を検出しているが、1個の検出コイルを設けその出力により変位角を検出する形で実施することができる。

(使用例)

以上説明した光軸方向可変型光検出装置の使用例を図9～図12により説明する。

- 20 図9は光検出素子にホトダイオードPDを用い、2軸駆動する例のブロック図である。この例は前記実施例2、実施例3の装置を用いる例である。実施例1の装置を用いる例は、この例において一つの軸たとえばY軸のないものに相当する。

- 25 図10を参照し、動作を説明する。S1（ステップS1）において、X軸の検出コイルを含むX軸変位角検出器25の出力をA-Dコンバータ26でデジタルデータに変換してマイコン23に入力し、S2で前記デジタルデータにもとづきX軸テーブルを検索し、その検索結果に基づ

5 きS3でX軸位置を算出する。S4でY軸の検出コイルを含むY軸変位角検出器27の出力をA-Dコンバータ26でデジタルデータに変換してマイコン23に入力し、S2で前記Y軸のデジタルデータにもとづきY軸テーブルを検索し、その検索結果に基づきS6でY軸位置を算出する。S3、S6の算出結果に基づきS7で画像フレームアドレスを算出する。S8でホトダイオード20の出力を増幅し、A-Dコンバータ22でデジタルデータに変換してマイコン23に入力する。S9で前述のホトダイオードのデジタルデータを、メモリ24における前記画像フレームアドレへ転送し記憶する。この動作をすべての画像フレームアドレスについて繰り返し監視対象についての所要の監視データを得る。

10 図11は光検出素子にCCDライセンサを用い1軸駆動する例である。この場合、ラインセンサ28の光軸を振って監視対象をY軸方向に走査すると共に、ラインセンサ28の各画素の信号を順次取り出し監視対象をX軸方向に走査する。

15 図12は、光検出素子にCCDエリアセンサを用い、2軸駆動する例である。この場合、エリアセンサ29の光軸を振って監視対象をX軸、Y軸両方向に走査すると共に、エリアセンサ29の各画素の信号を順次取り出し監視対象を更に詳細に走査する。

20 以上説明したように、本発明によれば、小型で高速走査ができ、量産によるコストダウンが可能な光検出装置を提供できる。

更に、請求項3記載の発明によれば、2次元の走査ができ、請求項2、請求項4の発明によれば、光軸の変位角が検出でき、またフィードバックを利用して光軸の変位角を精度良く制御できる。

産業上の利用可能性

25 以上のようになるので、本発明は、バーコードスキャナーCD-ROMドライブ、自動改札の各種機器のセンサーに利用でき、しかもきわめ

て精度よく制御できる。

請 求 の 範 囲

- 1 半導体基板に一体形成した、可動板とこの可動板を前記半導体基板に対し揺動自在に軸支するトーションバーと、前記可動板の周縁部に
- 5 設けた駆動コイルと、この駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段と、前記可動板に形成した光検出素子とを備え、前記駆動コイルに電流を流すことにより発生する力により前記可動板を駆動して前記光検出素子の光軸方向を可変することを特徴とする光軸方向可変型光検出装置。
- 2 駆動コイルと電磁結合する検出コイルを設けたことを特徴とする
- 10 請求項1記載の光軸可変型光検出装置。
- 3 可動板は単一の1個として構成したことを特徴とする請求項1記載の光軸方向可変型光検出装置。
- 4 半導体基板に一体形成した、外側可動板と、この外側可動板を前記半導体基板に対し揺動自在に軸支する第1のトーションバーと、前記
- 15 外側可動体の内側にある内側可動板と、この内側可動板を前記外側可動板に対し揺動自在に軸支する、前記第1のトーションバーと軸方向が直交する第2のトーションバーとを備えた、前記外側可動板の周縁部に設けた第1の駆動コイルと、前記内側可動板の周縁部に設けた第2の駆動コイルと、前記第1の駆動コイルに静磁界を与える第1の磁界発生手段と、前記第2の駆動コイルに静磁界を与える第2の磁界発生手段と、前記内側可動板に形成した光検出素子とを備え、前記第1の駆動コイル、第2の駆動コイルに電流を流すことにより発生する力により前記外側可動板、内側可動板を駆動して前記光検出素子の光軸方向を可変することを特徴とする光軸方向可変型光検出装置。
- 20
- 5 第1の駆動コイル、第2の駆動コイルと夫々電磁結合する第1の検出コイル、第2の検出コイルを設けたことを特徴とする請求項4記載
- 25

の光軸方向可変型光検出装置。

図1

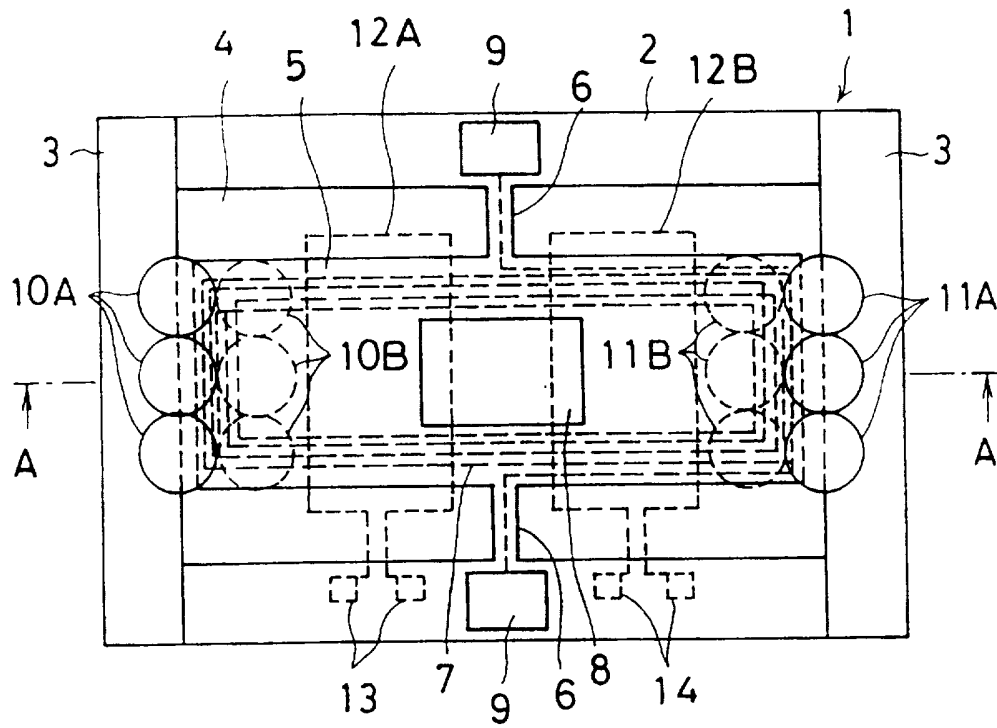


図2

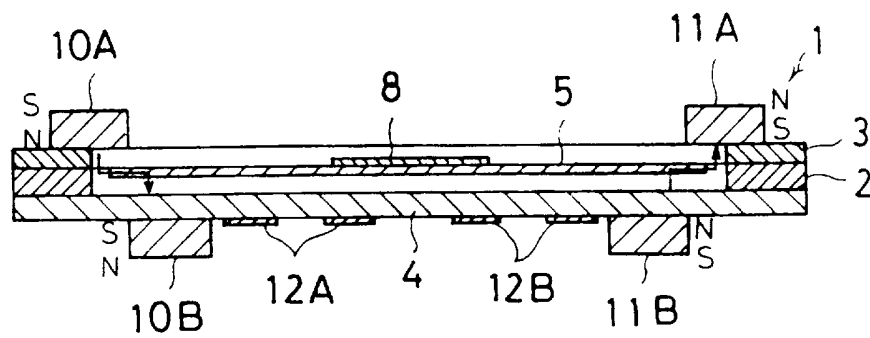


図3

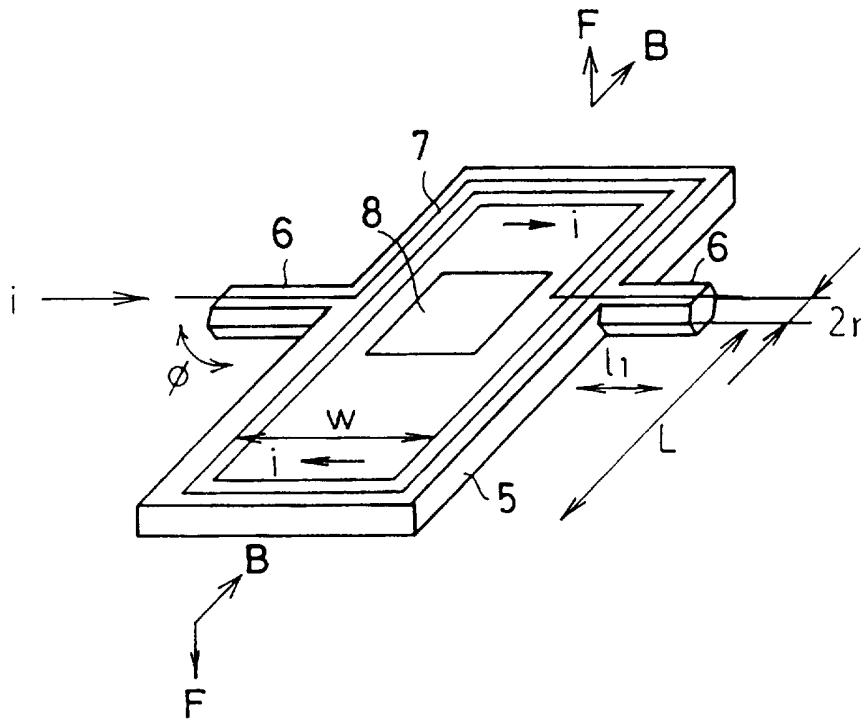


図4

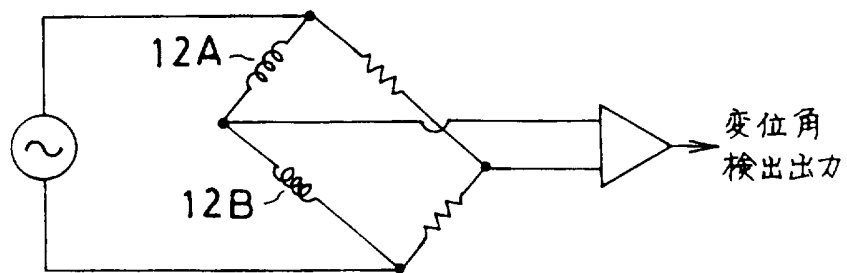


図5

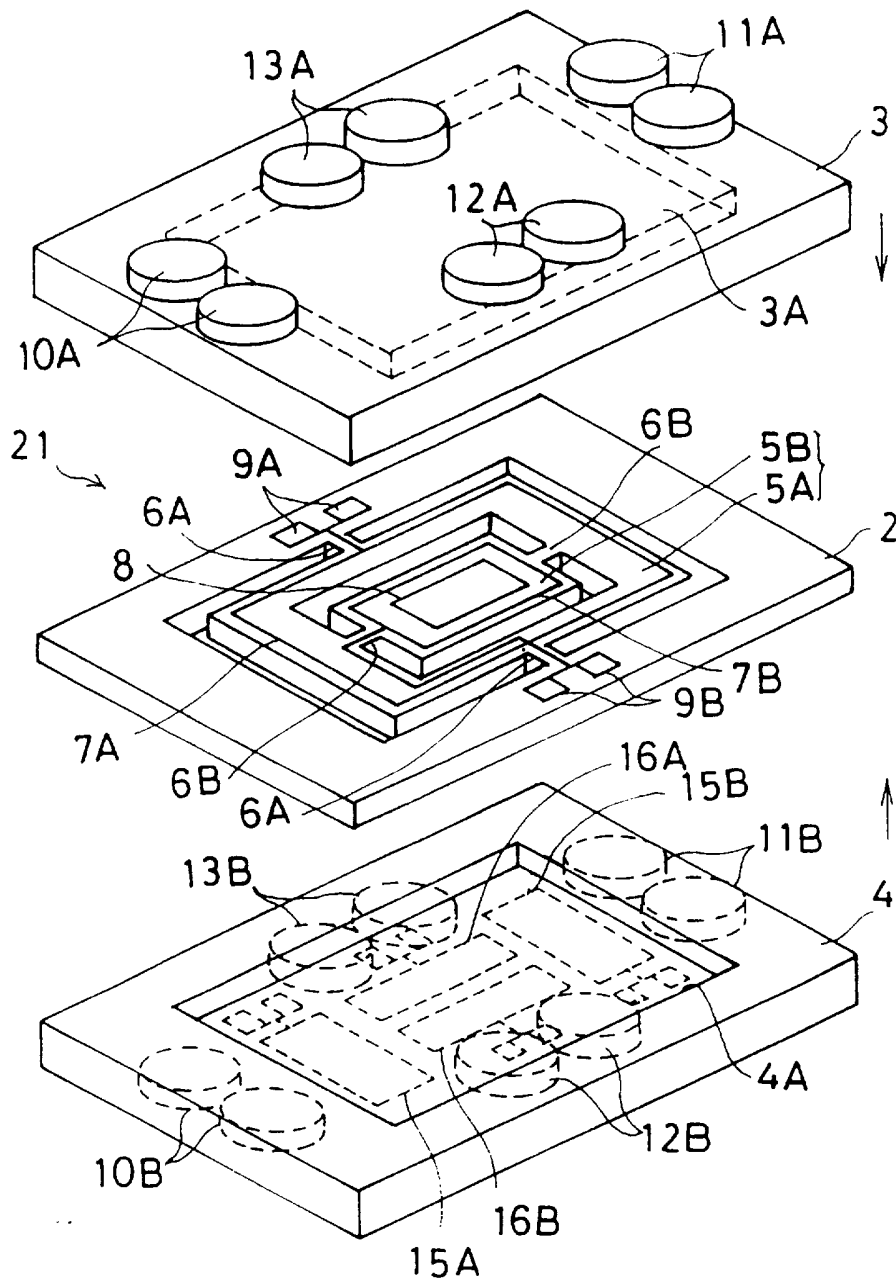


図6

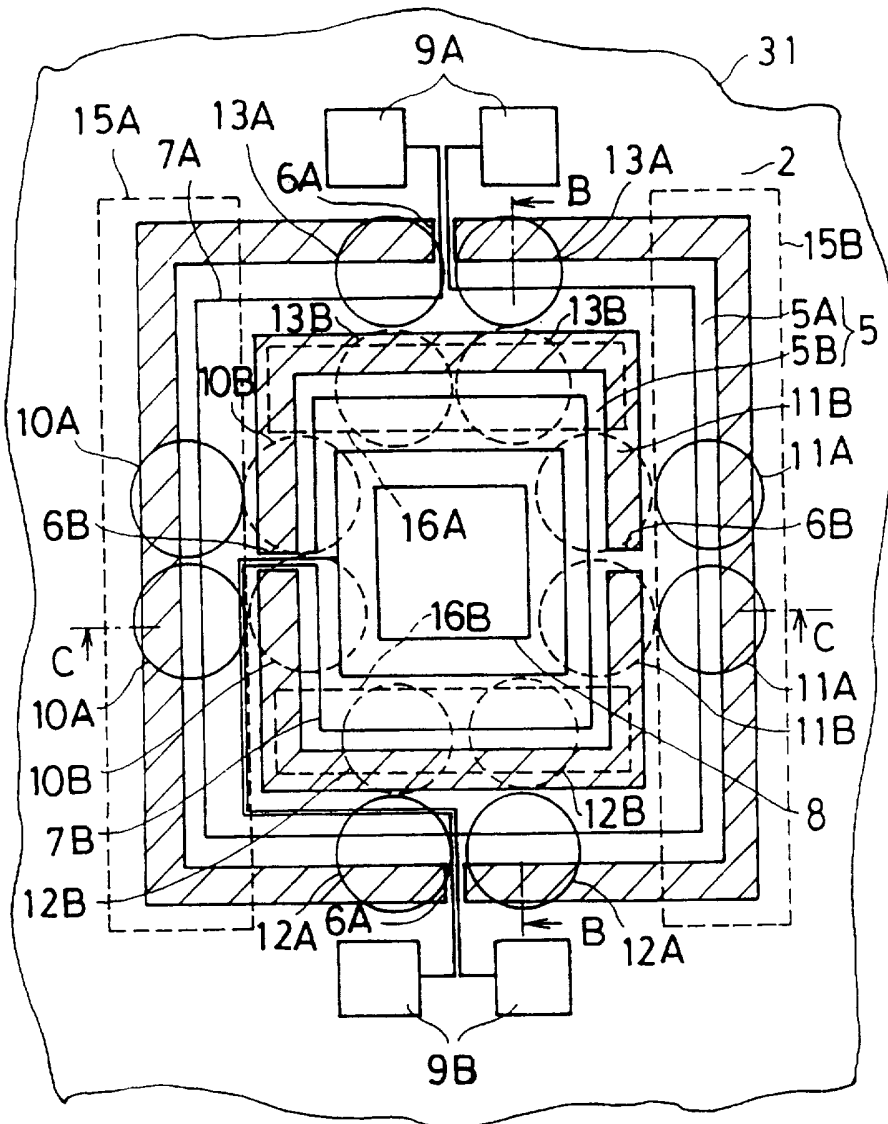


図7

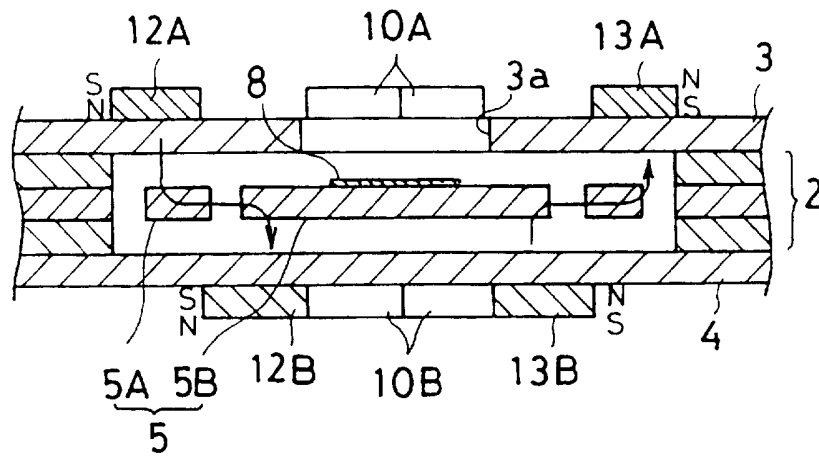


図8

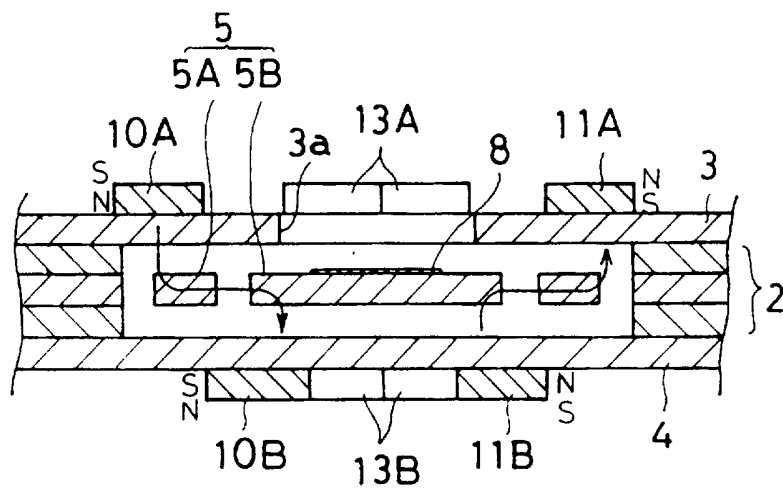


図9

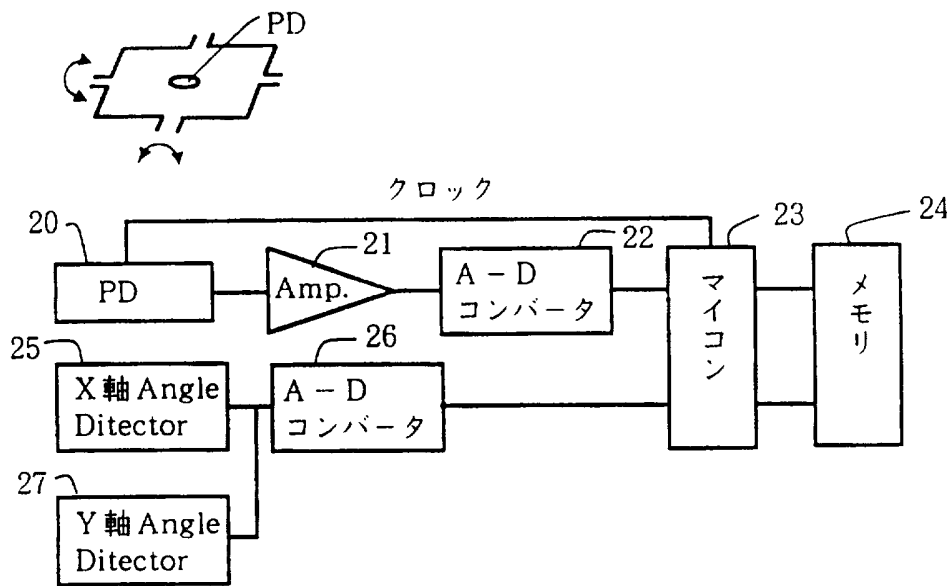


図 10

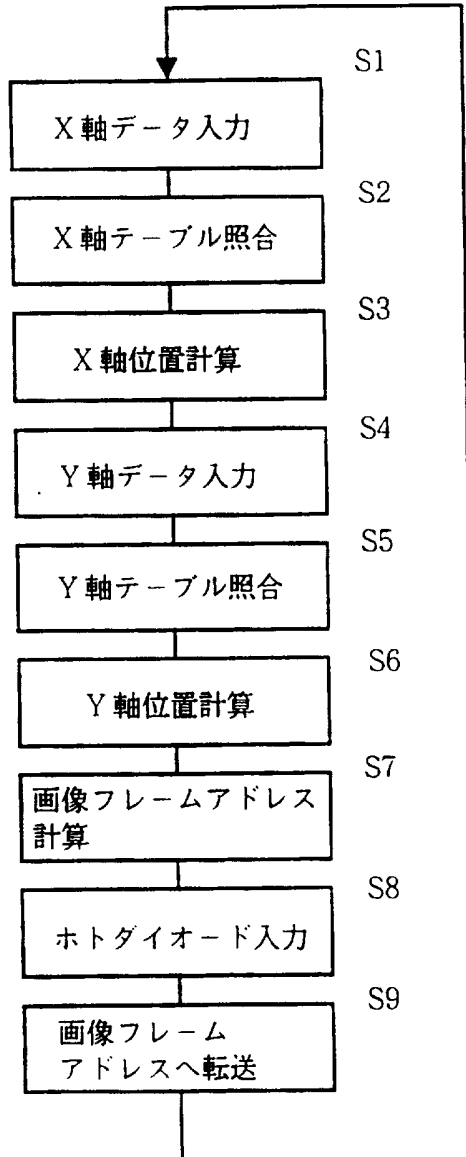


図 11

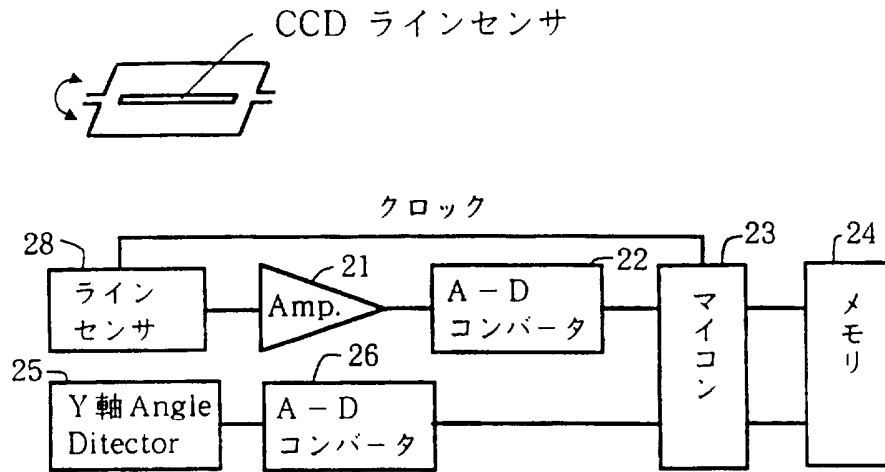
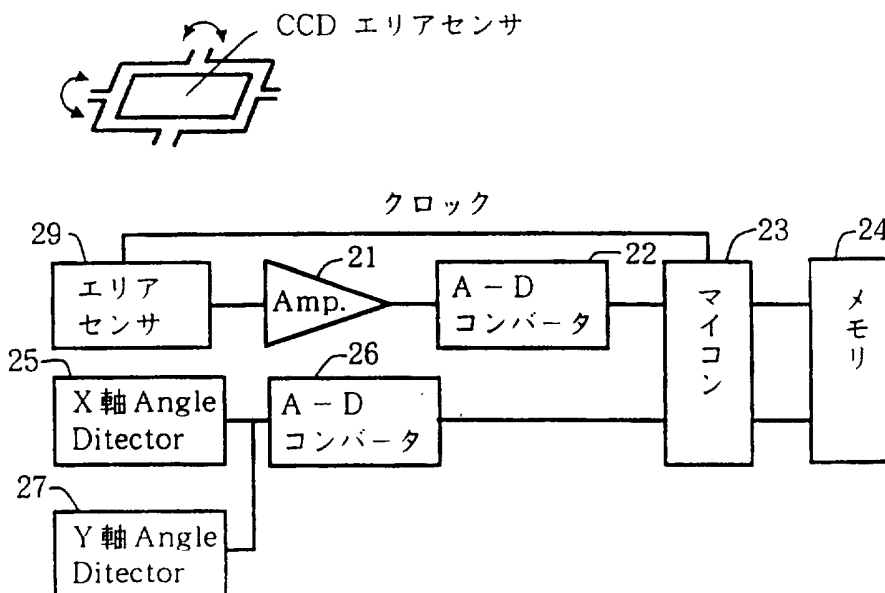


図 12




INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/01563

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl ⁶ G01V8/10, G01J1/06, H04N1/028 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int. Cl ⁶ G01V8/10-8/26, G01J1/06, H01N1/028-1/031, G01S3/78-3/789 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996 Jitsuyo Shinan Toroku Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996 Koho 1996 - 1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1996 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 06-66852, B2 (Ricoh Company, Ltd.), August 24, 1994 (24. 08. 94), Fig. 2 (Family: none)	1 - 5
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the written application of Japanese Utility Model Application No. 57193/1982 (Laid-open No. 160369/1983) (The Nippon Signal Co., Ltd.), October 25, 1983 (25. 10. 83) (Family: none)	1 - 5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search August 12, 1996 (12. 08. 96)		Date of mailing of the international search report August 27, 1996 (27. 08. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁶ G01V8/10, G01J1/06, H04N1/028		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁶ G01V8/10-8/26, G01J1/06, H01N1/028-1/031, G01S3/78-3/789		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1996年 日本国登録実用新案公報 1994-1996年 日本国実用新案登録公報 1996-1996年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 06-66852, B2 (株式会社リコー), 24. 8月. 1994年 (24. 08. 94), 第2図 (ファミリーなし)	1-5
A	日本国実用新案登録出願昭和57-57193号 (日本国実用新案登録出願公開昭和58-160369号) の願書に添付された明細書及び図面のマイクロフィルム (日本信号株式会社) 25. 10月. 1983年 (25. 10. 83), (ファミリーなし)	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリ 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 12. 08. 96	国際調査報告の発送日 27.08.97	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 菊井 広行	2G 7324  電話番号 03-3581-1101 内線 3226