世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **H02K 33/18, G02B 26/10, H01L 21/302**	**A1**	(11) 国際公開番号 **WO97/41632** (43) 国際公開日 1997年11月6日(06.11.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP96/01148

(22) 国際出願日 1996年4月26日(26.04.96)

(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(THE NIPPON SIGNAL CO., LTD.)[JP/JP]
〒100 東京都千代田区丸の内3丁目3番1号 Tokyo, (JP)
(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1丁目13番8号
日本信号株式会社 与野事業所内 Saitama, (JP)
(74) 代理人
弁理士 笹島富二雄(SASAJIMA, Fujio)
〒105 東京都港区虎ノ門1丁目19番5号
虎ノ門1丁目森ビル Tokyo, (JP)

(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

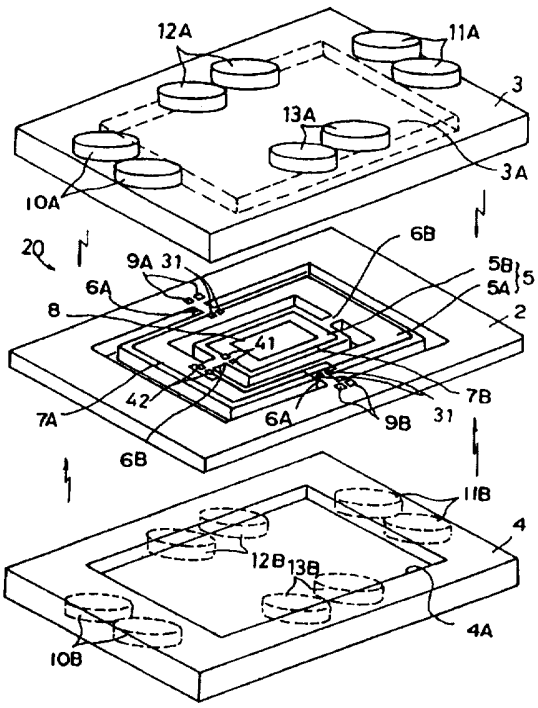
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: **ELECTROMAGNETIC ACTUATOR AND ITS MANUFACTURE**

(54)発明の名称 電磁アクチュエータ及びその製造方法

(57) Abstract

A miniature planar electromagnetic actuator. Torsion bars (6) of the actuator which support a movable plate (5) are conductive because boron is diffused in the bars (6) at a high concentration and the planar coil (7) of the actuator is electrically connected to an external power source through the torsion bars (6). Thus, no disconnection fault occurs because wiring which might break due to repetition of torsional movement of the bars (6) is eliminated, and consequently the durability and reliability of the actuator are improved.



（５７）要約

本発明は、超小型のプレーナ型電磁アクチュエータに関する。

プレーナ型電磁アクチュエータの可動板（５）を軸支するトーションバー（６）部分を、高濃度の硼素を拡散させて導電性とし、外部電源と平面コイル（７）とを、トーションバー（６）自体を介して電気的に接続する。これにより、トーションバーの捩じれ運動の繰り返しによる配線の断線故障の心配がなく、電磁アクチュエータの耐久性及び信頼性が向上する。

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	ボズニア・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	トーゴ
ＢＦ	ブルギナ・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	コンゴー	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	ヴィェトナム
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

電磁アクチュエータ及びその製造方法

〔技術分野〕

本発明は、半導体製造技術を利用して小型化を実現した電磁アクチュエータ及びその製造方法に関し、特に、可動板を駆動するための駆動コイルの断線防止を図った電磁アクチュエータの改良に関する。

〔背景技術〕

従来、半導体製造技術を利用した超小型の電磁アクチュエータとして、本発明者により先に提案された、例えばプレーナ型ガルバノミラー（特願平５－３２０５２４号及び特願平６－９８２４号）、プレーナ型電磁リレー（特願平５－３２０５２５号参照）或いは、光検出装置（特願平６－３１０６５７号参照）等がある。

従来のこの種の電磁アクチュエータについて、プレーナ型ガルバノミラーを例として以下に説明する。

ガルバノミラーは、レーザ光を偏向走査するレーザスキャナ等に利用されるもので、その原理は、磁界中に配置した可動コイルに電流を流すと、電流と磁束とに関連して電磁力が発生して電流に比例した回転力（トルク）が生じる。このトルクとバネ力とが平衡する角度まで可動コイルが回動し、この可動コイルを介して指針を振らせて電流の有無や大小を検出するというガルバノメータの原理を利用したもので、可動コイルと一体に回転する軸に、前記指針の代わりに反射鏡を設けて構成される。

従来の実用的なガルバノミラーとしては、例えば、磁界中に配置する可動コイルの代わりに可動鉄片を用い、その周囲に２つの永久磁石と４つの磁極を設けた磁性体とで磁路を構成する。前記磁性体に巻回した駆動コイルに流す電流の大小及び方向によって磁極間の磁束を変化させることにより、可動鉄片を介して反射鏡を揺動させ、

レーザ光を偏光走査するようにしたものがある（例えば、共立出版株式会社「実用レーザ技術」，Ｐ２１０～２１２，１９８７年１２月１０日発行、等参照）。

しかし、従来のガルバノミラーでは、駆動コイルが機械巻き等であることから小型化することが難しく、従って、このガルバノミラーによるレーザスキャニングシステムや、このシステムを用いるレーザ応用機器の小型化は難しいという問題がある。

かかる問題を解消するため、本発明者は、前述した超小型で薄型のプレーナ型ガルバノミラーを提案した。

かかるプレーナ型ガルバノミラーについて以下に説明する。

このプレーナ型ガルバノミラーは、シリコン基板に、平板状の可動板と、該可動板の中心位置でシリコン基板に対して基板上下方向に揺動可能に可動板を軸支するトーションバーとを一体形成する。前記可動板の上面周縁部には、通電により磁界を発生する平面コイルを設け、可動板の平面コイルで囲まれる上面中央部には全反射ミラーを設ける。可動板を支持するシリコン基板側には、トーションバー部分を介して平面コイルと電気的に接続する一対の電極端子を設ける。そして、互いに対をなす永久磁石を、トーションバーの軸方向と平行な可動板の対辺の平面コイル部分に静磁界が作用するよう可動板周囲に固定する。前述の先願例では、可動部の対辺部分それぞれの上下に一対の永久磁石を配置し、対をなす永久磁石間に発生する静磁界が駆動コイルを所定方向に横切るように構成してある。

かかるプレーナ型ガルバノミラーの動作は次のようである。

可動板の両側では、永久磁石によって可動板の平面に沿って平面コイルを横切るような方向に磁界が形成されている。この磁界中の平面コイルに電流を流すと、平面コイルの電流密度と磁束密度に応じて可動板の両端に、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に磁気力が作用して可動板が回動する。一方、可動

板の回動によりトーションバーが捩じられてバネ反力が発生し、前記磁気力とバネ反力が釣り合う位置まで可動板が回動する。可動板の回動角は平面コイルに流れる電流に比例するので、平面コイルに流す電流を制御すれば可動板の回動角を制御できる。

従って、トーションバーの軸に対して垂直な面内で、全反射ミラーに入射するレーザ光の反射方向を自由に制御でき、全反射ミラーの変位角を連続的に反復動作させれば、レーザ光のスキャニングができる。

また、シリコン基板に第1のトーションバーを介して軸支される枠状の外側可動板と、前記第1のトーションバーと軸方向が直交する第2のトーションバーを介して前記外側可動板に軸支される平板状の内側可動板とを設け、内側可動板上面中央に全反射ミラーを設けた2軸構造のガルバノミラーもある。

この2軸構造のものは、外側可動板上面の平面コイルと内側可動板上面の平面コイルの両方に電流を流せば、外側可動板と内側可動板が互いに直角方向に回動し、全反射ミラーでレーザ光を偏向走査すると2次元的な走査が行える利点がある。

尚、一方の平面コイルのみ電流を流した場合は、1軸構造と同様の動きとなる。

ところで、この種のプレーナ型ガルバノミラーの場合、従来では可動板上面に設けた平面コイルを可動板を支持するシリコン基板側の電極端子に接続するための配線は、1軸及び2軸のいずれの場合も、トーションバーの部分にパターニングするようにしている。

このため、可動板駆動時のトーションバーの捩じれ運動の繰り返しによって、平面コイルの金属材料が金属疲労によって断線する可能性があり、平面コイルの疲労強度によってガルバノミラーの寿命が決まってしまうという問題がある。

本発明は上記の事情に鑑みなされたもので、駆動コイルの断線故

障を生じることのない電磁アクチュエータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

〔発明の開示〕

このため本発明では、半導体基板に、可動板と該可動板を前記半導体基板に対して揺動可能に軸支するトーションバーと一体形成し、前記可動板の周縁部に設けた駆動コイルと、該駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段とを備え、前記駆動コイルに電流を流すことにより発生する磁気力により前記可動板を駆動する構成の電磁アクチュエータにおいて、前記トーションバーの少なくとも一部を導電性に形成し、この導電領域を介して外部電源と駆動コイルとを電気的に接続する構成とした。

かかる構成によれば、トーションバー部分に多結晶構造の金属の電気配線がなくなるので、トーションバーの捩じれ運動に起因する金属疲労による電気配線の断線故障がなくなる。尚、ここで用いる半導体基板は単結晶構造なので、弾性限界の範囲内の使用であれば寿命は半永久的である。従って、電磁アクチュエータの寿命を延ばすことができる。

また、前記トーションバー全体を導電性とするとよい。

また、前記可動板の駆動コイルで囲まれる中央部に反射鏡を設けてガルバノミラーとすれば、超小型で薄型のガルバノミラー提供することができる。

また、前記可動板が、枠状の外側可動板と平板状の内側可動板とからなり、前記トーションバーが、半導体基板に前記外側可動板を軸支する第１のトーションバーと該第１のトーションバーと軸方向が直交し前記外側可動板の内側に前記内側可動板を軸支する第２のトーションバーとからなり、前記外可動板の上面に第１の駆動コイルを設け、前記内側可動板の上面周縁部に第２の駆動コイルを設けると共に当該第２の駆動コイルで囲まれた内側可動板中央部に前記

反射鏡を設けて構成したガルバノミラーとした。

かかる構成によれば、２軸構造のガルバノミラーを形成することができ、レーザ光等の偏向走査を２次元的に行える利点がある。

また、前記第１及び第２のトーションバーは、互いに近接し且つ電気的に絶縁された全体を導電性とした２本に分割構成するようにするとよい。

また、トーションバー形成部分を除いて半導体基板の下面から上面に向けて異方性エッチングにより貫通させて半導体基板に揺動可能に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に駆動コイルを形成する工程と、駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段を固定する工程を備えた電磁アクチュエータの製造方法において、トーションバー形成部分の少なくとも一部にＰ型不純物を高濃度に拡散して導電領域を形成した後、前記異方性エッチングにより可動板を形成し、駆動コイルを形成する際に、同時に前記導電領域の両端部に、当該導電領域を外部電源側と駆動コイル側にそれぞれ接続するための電極端子部を形成するようにした。

また、前記Ｐ型不純物として、硼素、アルミニウム、ガリウム及びインジウムのいずれか１つを使用するようにした。

このように、トーションバー形成部分の少なくとも一部に、Ｐ型不純物、例えば硼素、アルミニウム、ガリウム及びインジウムのいずれか１つを高濃度に拡散して導電領域を形成すると、異方性エッチングにより可動板を形成する際に、トーションバー形成部分の硼素が高濃度に拡散された導電領域では、特定のエッチング液でエッチング速度が極端に遅くなり、トーションバー形成部分が残って導電領域を有するトーションバーが形成できる。

このように形成したトーションバーの導電領域の体積抵抗率は、10^{-3}Ωｃｍ程度あり、シリコン真性半導体の体積抵抗率2.3×10^{5}Ωｃｍに比べて格段に抵抗率が低く、駆動コイルへの電流供給路と

して十分使用することができる。

また、反射鏡を形成する工程を加えることで、プレーナ型の超小型且つ薄型のガルバノミラーを形成することができる。

〔図面の簡単な説明〕

第１図は、本発明に係る電磁アクチュエータの第１実施例を示す構成図である。

第２図は、同上第１実施例のトーションバー部分の構成図である。

第３図は、同上第１実施例の製造工程の説明図である。

第４図は、本発明の第２実施例を示す構成図である。

第５図は、同上第１実施例のトーションバー部分の構成図である。

第６図は、本発明の第３実施例の要部構成図である。

〔発明を実施するための最良の形態〕

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第１図及び第２図に本発明に係る電磁アクチュエータとして１軸構造のガルバノミラーに適用した第１実施例の構成を示す。

第１図において、ガルバノミラー１は、シリコン基板２の上下面に、図中矢印で示すように、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ガラス基板３，４を陽極接合して３層構造としている。前記各ガラス基板３，４は、それぞれ中央部に例えば超音波加工によって形成した溝３Ａ，４Ａを設けた構造とし、これにより、シリコン基板２に形成される後述の可動板５の揺動空間を確保している。前記シリコン基板２には、前述の平板状の可動板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、本発明の特徴である導電性を有するトーションバー６，６とが異方性エッチングによって一体形成される。前記トーションバー６，６の構成については、第２図を参照しながら後で詳述する。

前記可動板５の上面周縁部には、通電により磁界を発生する銅薄

膜の駆動コイルとしての平面コイル７及び電極端子31が電鋳コイル法等を用いて形成されている。可動板５の平面コイル７で囲まれる上面中央部には、反射鏡としての全反射ミラー８がアルミニウム蒸着により形成されている。シリコン基板２のトーションバー６，６の側方上面には、トーションバー６，６の部分を介して平面コイル７の電極端子31と電気的に接続する一対の電極端子９，９が電鋳コイル法等で形成されている。

上側及び下側ガラス基板３，４の図中左右側には、前記トーションバー６，６の軸方向と平行な可動板５の対辺の平面コイル７部分に静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。互いに対をなす永久磁石10A，10Bは、例えば下側がＮ極、上側がＳ極となるよう設けられ、互いに対をなす永久磁石11A，11Bは、逆に下側がＳ極、上側がＮ極となるよう設けられる。ここで、前記永久磁石10A，10Bと11A，11Bが静磁界発生手段に相当する。

次に、本発明の特徴である前記トーションバー６，６について第２図を参照して詳述する。尚、各トーションバー６，６部分は同様の構成であるので、ここでは、一方のトーションバー部分について説明する。

本実施例のトーションバー６部分は、Ｐ型不純物、例えば硼素が高濃度に拡散されてトーションバー６全体が導電性を有している。そして、この導電性のトーションバー６の半導体基板２側端部付近には、図中破線で示す導電領域内に、外部電源（図示せず）に電気的に接続するための電極端子９が形成される。また、トーションバー６の可動板５側端部付近には、図中破線で示す導電領域内に、可動板５上の平面コイル７に電気的に接続するための電極端子31が形成されている。

かかる構成において、平面コイル７は、導電性のトーションバー

6を介して外部電源と電気的に接続されて電流が供給される。そして、例えば硼素の不純物濃度を約10^{20}／ｃｍ^3 とすれば、前記トーションバー6の導電領域の体積抵抗率は約10^{-3}Ωｃｍであり、シリコンの真性半導体の体積抵抗率である2.3 ×10^5 に比べて極めて低く導電性が高いので、十分に電流通路として機能することができる。

このように、トーションバー6を導電性にし、トーションバー6自体を介して平面コイル7に電流を供給する構成とすれば、トーションバー6上に多結晶構造の金属配線パターンを設ける必要がなくなり、トーションバー6の捩じれ運動による金属配線の断線故障をなくすことができる。そして、半導体基板は単結晶構造なので、弾性限界の範囲内の使用であれば寿命は半永久的である。従って、プレーナ型ガルバノミラーの寿命が延ばすことができ、信頼性が向上する。

尚、本実施例のガルバノミラーの動作原理は、従来と同様であるので、ここでは説明を省略する。

次に上記第1実施例のガルバノミラーのトーションバー部分の製造工程を、第2図を参照しながら説明する。

まず、シリコン基板101 の上下面を熱酸化して酸化膜102 を形成する（ａ工程）。

次に、表面側のトーションバー形成部分の酸化膜を除去して不純物拡散用の穴103 を形成し（ｂ工程）、この穴から不純物の硼素を高濃度に拡散して導電領域104 を形成する（ｃ工程）。

1100℃で1時間熱酸化して導電領域104 上に酸化膜を形成し（ｄ工程）、更にその上にスパッタリングによってSiO_2 膜を形成する（ｅ工程）。

次に、裏面側にホトリソグラフにより貫通穴のパターンを形成し、貫通穴105 部分の酸化膜をエッチング除去した後（ｆ工程）、貫通穴105 部分に異方性エッチングを行う。これにより、可動板5部分

が形成されると共に、P^+ エッチストップ作用により導電領域104はエッチングされず、導電領域104からなる導電性のトーションバー6も同時に形成される（工程ｇ）。尚、Ｐ型不純物として硼素（Ｂ）の代わりに、アルミニウム（Ａｌ）、ガリウム（Ｇａ）或いはインジウム（Ｉｎ）等を用いてもP^+ エッチストップ作用を利用することができる。また、P^+ エッチストップ作用を利用せずに形成する場合は、Ｐ型不純物として、リン（Ｐ）、砒素（Ａｓ）、アンチモン（Ｓｂ）、ビスマス（Ｂｉ）等を使用することができる。

次に、電極端子形成部分の酸化膜を除去してコンタクトホール106を形成する（ｈ工程）。

次に、表面側の酸化膜102上に、従来公知の電鋳コイル法によって平面コイル7及び電極端子9，31を形成する（工程ｉ）。

電鋳コイル法は、シリコン基板101の表面側にニッケルのスパッタを行ってニッケル層を形成し、電解めっき又はスパッタにより銅層を形成する。次にポジ型のレジストで平面コイル及び電極端子に相当する部分をマスクし、銅エッチング、ニッケルエッチングを順次行い、エッチング後、レジストを除去し、更に、銅電解めっきを行ってニッケル層の全周を銅で覆い平面コイル及び電極端子に相当する銅層を形成する。次に、銅層を除いた部分にネガ型のメッキレジストを塗布した後、銅電解めっきを行って銅層を厚くして、平面コイル及び電極端子を形成する。

次に、２層目の平面コイルと絶縁するため、例えば感光性ポリイミド等の絶縁層107を形成する。この絶縁層107は、電極端子部と１層目と２層目とのコイル接続部を除いて形成する（ｊ工程）。

次に、前記絶縁層107の上に、再度電鋳コイル法によって２層目の平面コイルを形成し（ｋ工程）、その上に感光性ポリイミド等の絶縁層107を形成する（ｌ工程）。

その後は、可動板５の上面中央部にアルミニウム蒸着により全反

射ミラー8を形成し、シリコン基板の上下面に上側ガラス基板3と下側ガラス基板4をそれぞれ陽極接合によって結合し、上下のガラス基板3，4の所定位置に永久磁石を取付ける。

次に、2軸のガルバノミラーに適用した本発明の第2実施例について説明する。

上記第1実施例の1軸のガルバノミラーの場合は、トーションバー部分に1本の配線があれば足りるが、2軸のガルバノミラーでは、トーションバー部分に2本の配線を必要とする。

第4図及び第5図に本発明の電磁アクチュエータとして2軸構造のガルバノミラーに適用した第2実施例の構成を示す。尚、第1実施例と同一要素には同一符号を付してある。

第4図において、2軸のガルバノミラー20では、シリコン基板2の可動板5が、枠状の外側可動板5Aと平板状の内側可動板5Bとで構成される。外側可動板5Aは、第1のトーションバー6A，6Aでシリコン基板2に軸支される。内側可動板5Bは、前記第1のトーションバー6B，6Bと互いに直交形成された第2のトーションバー6B，6Bで外側可動板5Aに軸支される。外側可動板5A上面には、第1のトーションバー6Aの一方の部分を介してシリコン基板2上の一対の外側電極端子9A，9Aに電気的に接続する電極端子31及び第1の駆動コイルとしての平面コイル7A（図では電極端子近傍を除いて模式的に1本線で示す）が設けられている。また、内側可動板5B上面には、第2のトーションバー6Bの一方から外側可動板5A部分を通り、第1のトーションバー6Aの他方側を介してシリコン基板2上の内側電極端子9B，9Bに電気的に接続する電極端子41及び第2の駆動コイルとしての平面コイル7B（図では電極端子近傍を除いて模式的に1本線で示す）が設けられると共に、中央部に全反射ミラー8が形成される。尚、内側可動板5Bの平面コイル7Bに第2のトーションバー6Bを介して接続す

る外側可動板５Ａ部分のコイル配線端部に、電極端子42が形成される。

また、本実施例の２軸構造の場合には、上側及び下側ガラス基板３，４には、２個づつ対となったそれぞれ８個づつの静磁界発生手段としての永久磁石10Ａ～13Ａと10Ｂ～13Ｂが図示のように配置される。永久磁石10Ａ，10Ｂと11Ａ，11Ｂは、外側可動板駆動用の磁界を発生させるものであり、永久磁石12Ａ，12Ｂと13Ａ，13Ｂは、内側可動板駆動用の磁界を発生させるものである。

第５図に第２実施例の前記第１及び第２のトーションバー６Ａ，６Ｂ部分の構成を示し説明する。尚、各トーションバー６Ａ，６Ｂ部分は同様の構成であるので、ここでは、外側可動板５Ａ側の平面コイル７Ａと電極端子９Ａを接続するトーションバー部分について説明する。

第５図に示すように、トーションバー６Ａ部分に、図の一点鎖線で示すように、間隔を設けて平行に互いに絶縁して２つの不純物拡散による導電領域104，104を形成する。

この場合、約300 μｍの幅のトーションバー６Ａに対して、各導電領域104，104の幅は約50μｍ程度あればよく、半導体製造技術における素子間分離技術によって２つの導電領域104，104を互いに絶縁するのは可能であり、何ら支障はなく実現できる。

かかる構成により、第１実施例と同様に、プレーナ型ガルバノミラーの寿命を延ばし信頼性を向上できる。

尚、内側可動板５Ｂ側の平面コイル７Ｂを外側可動板５Ａ上のコイル配線に接続する第２のトーションバー６Ｂ部分は、第５図において、電極端子９Ａが電極端子42に代わり、電極端子31が電極端子41に代わり、平面コイル７Ａが平面コイル７Ｂに代わるだけである。

また、第６図に示す第３実施例のようにトーションバー部分を構成してもよい。

即ち、トーションバー6Aの中間部分を貫通させて、互いに近接した2本のトーションバー6a，6bに分割構成し、各トーションバー6a，6bを、第2図に示す第1実施例と同様に、全体に不純物を拡散させて導電領域とする。

この場合は、トーションバーが1本の構造とはトーションバーによるバネ反力特性が異なり、磁気力とバネ反力との関係が1本の場合と異なるが、ガルバノミラーとして動作させるのには何ら影響はなく、第1及び第2実施例と同様にコイルの断線防止効果を有し、プレーナ型ガルバノミラーの寿命を延ばし信頼性を向上できる。

尚、1軸のガルバノミラーの場合も、第5図に示すように、トーションバー6の一部に不純物拡散による導電領域を形成するようにしてもよいことを言うまでもない。また、各永久磁石を他の固定部に取り付けるようにすれば、上側及び下側のガラス基板3，4は必ずしも必要ではない。

本実施例では、電磁アクチュエータとしてプレーナ型ガルバノミラーに適用した例を示したが、前述したプレーナ型電磁リレーや光検出装置等の電磁アクチュエータについても適用できることは言うまでもない。

以上のように本発明によれば、トーションバー部分を導電性として、トーションバーの導電領域を介して外部電源と駆動コイルとを電気的に接続する構成としたので、トーションバーの捩じれ運動の繰り返しによるコイル通電用配線の断線故障を防止でき、プレーナ型の電磁アクチュエータの耐久性及び信頼性を向上できる。

〔産業上の利用可能性〕

本発明は、この種の超小型のプレーナ型電磁アクチュエータの耐久性を向上でき、この種のプレーナ型電磁アクチュエータを応用する機器の寿命及び信頼性を向上でき、産業上の利用可能性が大である。

請求の範囲

（1）半導体基板に、可動板と該可動板を前記半導体基板に対して揺動可能に軸支するトーションバーと一体形成し、前記可動板の周縁部に設けた駆動コイルと、該駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段とを備え、前記駆動コイルに電流を流すことにより発生する磁気力により前記可動板を駆動する構成の電磁アクチュエータにおいて、前記トーションバーの少なくとも一部を導電性に形成し、この導電領域を介して外部電源と駆動コイルとを電気的に接続する構成としたことを特徴とする電磁アクチュエータ。

（2）前記トーションバー全体を導電性とした請求項1記載の電磁アクチュエータ。

（3）前記可動板の駆動コイルで囲まれる中央部に反射鏡を設けて構成されるガルバノミラーである請求項1記載の電磁アクチュエータ。

（4）前記可動板が、枠状の外側可動板と平板状の内側可動板とからなり、前記トーションバーが、半導体基板に前記外側可動板を軸支する第1のトーションバーと該第1のトーションバーと軸方向が直交し前記外側可動板の内側に前記内側可動板を軸支する第2のトーションバーとからなり、前記外可動板の上面に第1の駆動コイルを設け、前記内側可動板の上面周縁部に第2の駆動コイルを設けると共に当該第2の駆動コイルで囲まれた内側可動板中央部に前記反射鏡を設けて構成したガルバノミラーである請求項3記載の電磁アクチュエータ。

（5）前記第1及び第2のトーションバーは、互いに近接し且つ電気的に絶縁された全体を導電性とした2本に分割構成される請求項4記載の電磁アクチュエータ。

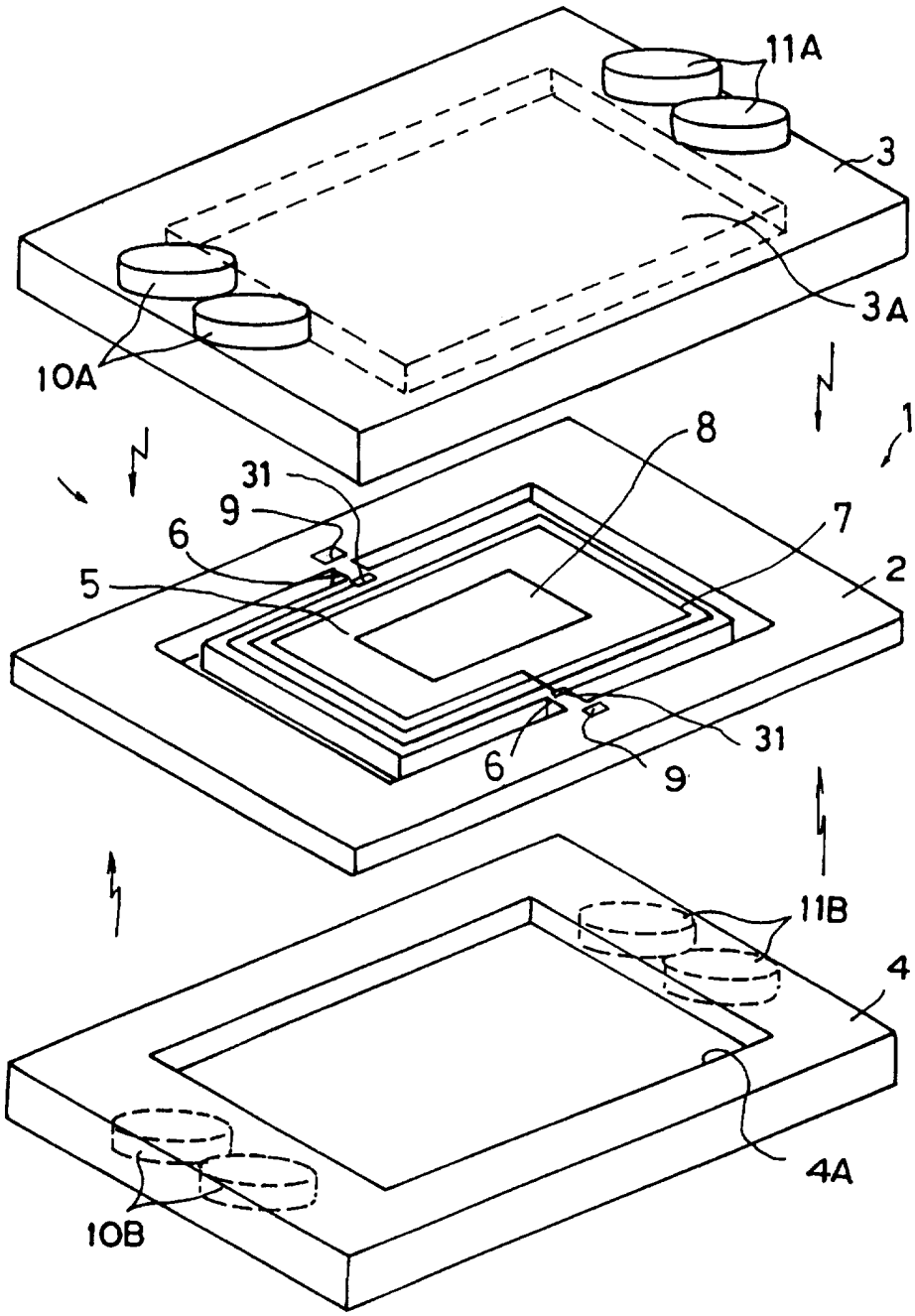
（6）トーションバー形成部分を除いて半導体基板の下面から上面に向けて異方性エッチングにより貫通させて半導体基板に揺動可能

に軸支される可動板を形成する工程と、可動板上面周囲に駆動コイルを形成する工程と、駆動コイルに静磁界を与える磁界発生手段を固定する工程を備えた電磁アクチュエータの製造方法において、トーションバー形成部分の少なくとも一部にP型不純物を高濃度に拡散して導電領域を形成した後、前記異方性エッチングにより可動板を形成し、駆動コイルを形成する際に、同時に前記導電領域の両端部に、当該導電領域を外部電源側と駆動コイル側にそれぞれ接続するための電極端子部を形成するようにしたことを特徴とする電磁アクチュエータの製造方法。

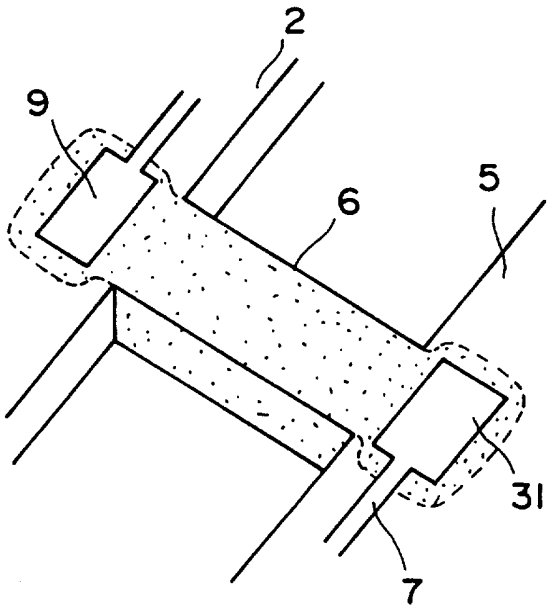
（7）前記P型不純物が、硼素、アルミニウム、ガリウム及びインジウムのいずれか1つである請求項6記載の電磁アクチュエータの製造方法。

（8）駆動コイルで囲まれた可動板中央部に反射鏡を形成する工程を備えてなる請求項6記載の電磁アクチュエータの製造方法。

第 1 図

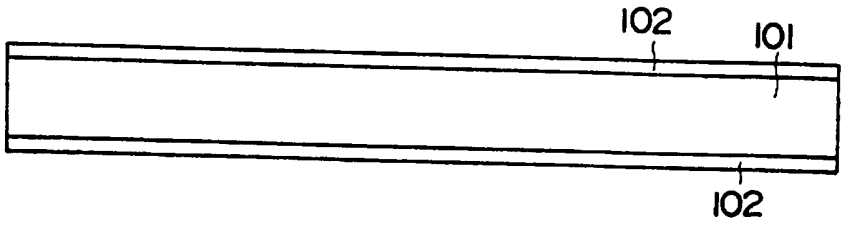


第 2 図

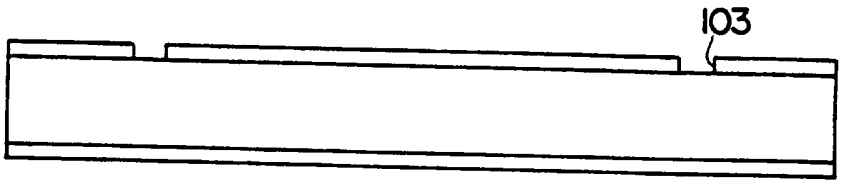


第 3 図 (1)

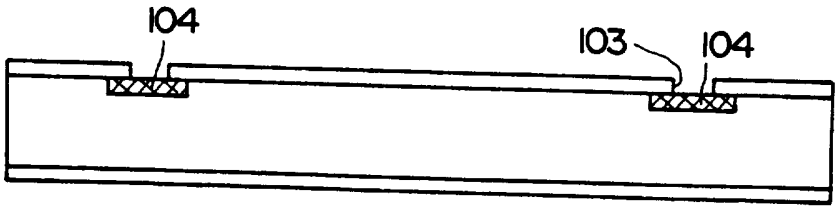
(a)



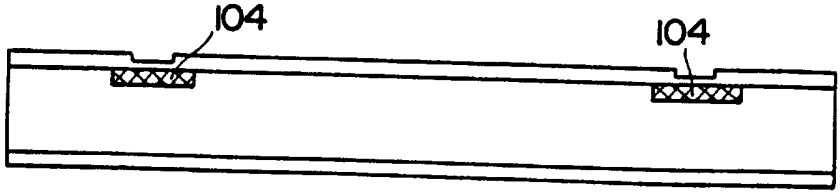
(b)



(c)

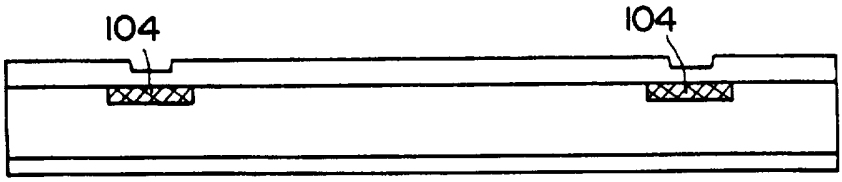


(d)

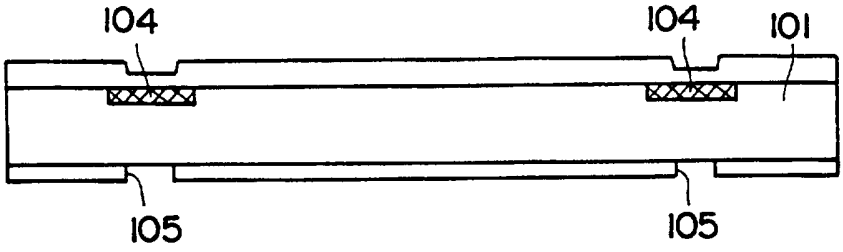


第 3 図 (2)

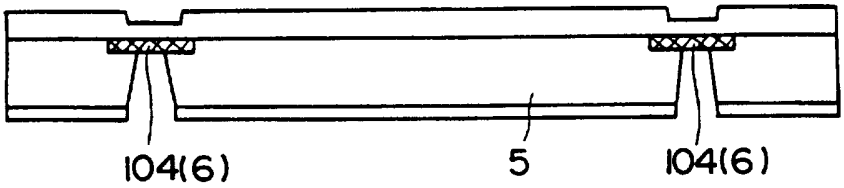
(e)


104
104

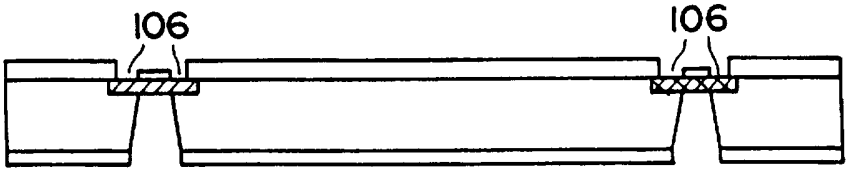
(f)


104
104
101
105
105

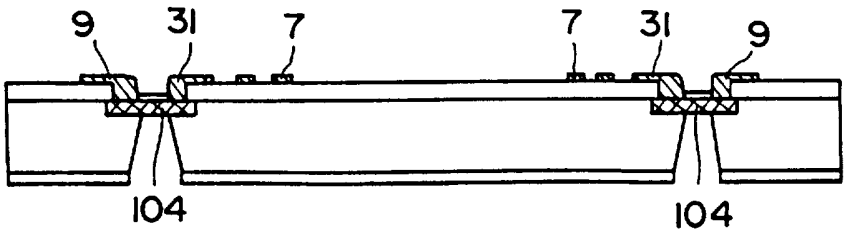
(g)


104(6)
5
104(6)

(h)

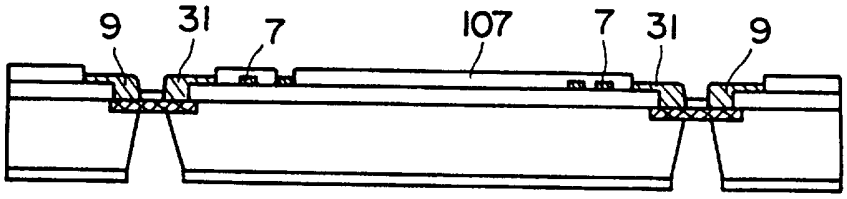

106
106

(i)

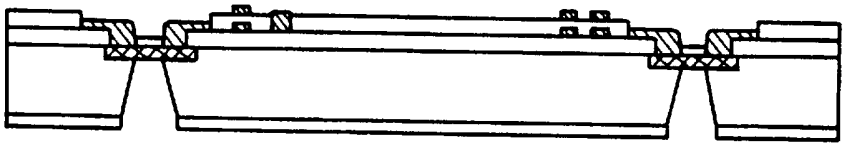

9
31
7
7
31
9
104
104

第 3 図 (3)

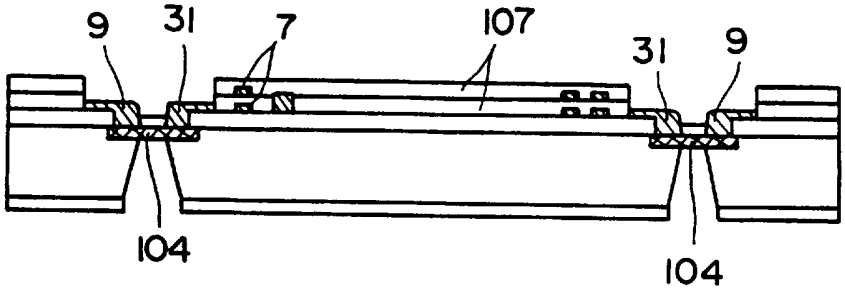
(j)



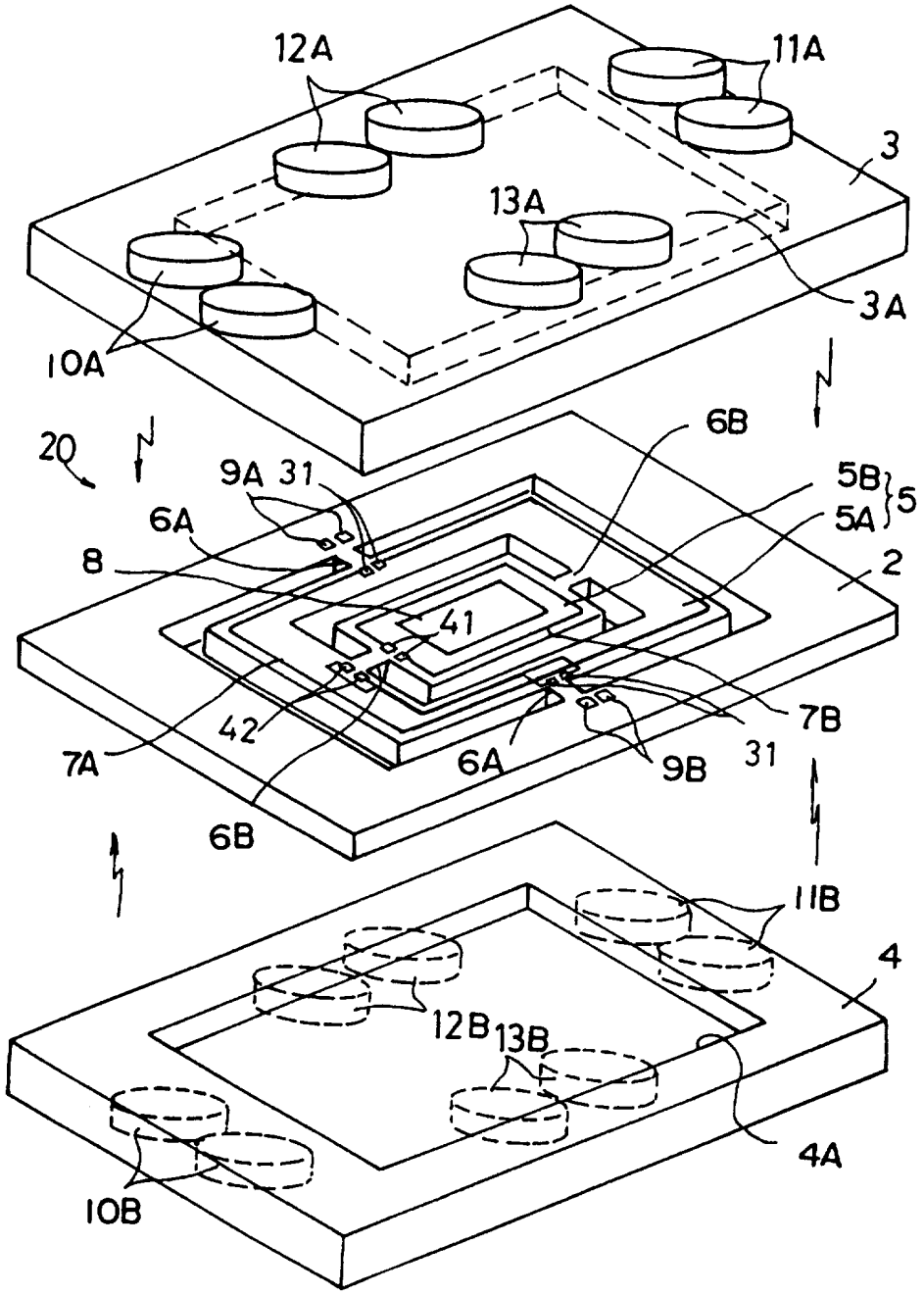
(k)



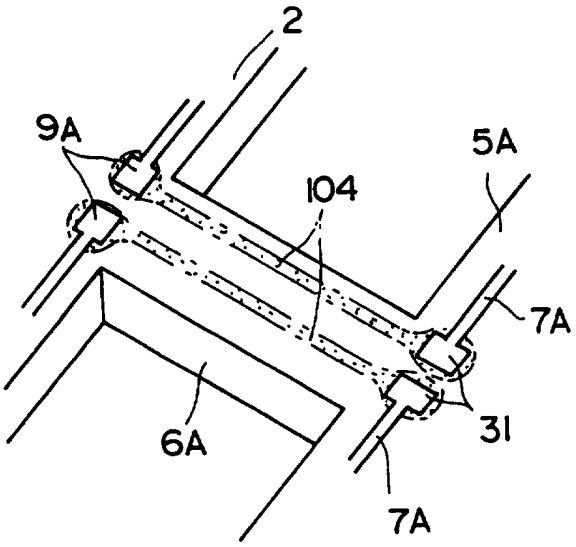
(l)



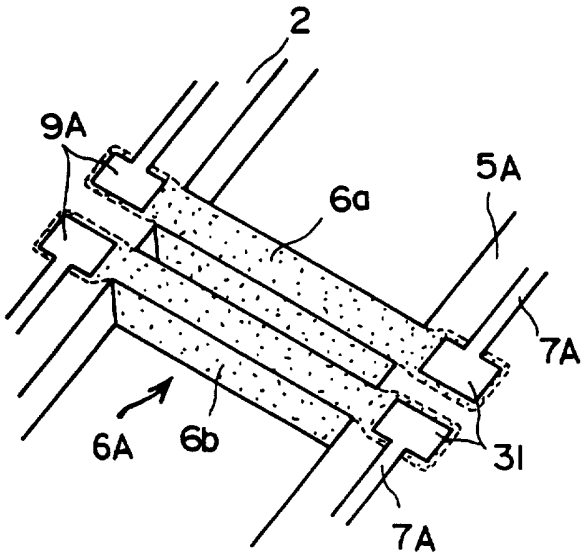
第 4 図


12A
11A
3
13A
3A
10A
20
9A 31
6B
5B
5A
5
6A
8
2
41
42
7A
6A
9B
31
7B
6B
11B
4
12B
13B
4A
10B

第 5 図



第 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/01148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl^6 H02K33/18, G02B26/10, 104, H01L21/302

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 H02K33/18, G02B26/10, 104, H01L21/302

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 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.
Y	JP, 60-107017, A (Hitachi, Ltd.), June 12, 1985 (12. 06. 85), Lines 4 to 18, lower left column, page 1, lines 14 to 18, lower left column, lines 9 to 11, lower right column, page 3, page 5, Fig. 2 (Family: none)	1 - 8
Y	JP, 7-218857, A (The Nippon Signal Co., Ltd. and another), August 18, 1995 (18. 08. 95), Line 2, left column to line 5, right column, page 2, page 15, Fig. 15 (Family: none)	1 - 8
Y	JP, 7-175005, A (The Nippon Signal Co., Ltd. and another), July 14, 1995 (14. 07. 95), Line 2, left column to line 18, right column, page 2, page 12, Fig. 19 (Family: none)	1 - 8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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	Date of mailing of the international search report
July 9, 1996 (09. 07. 96)	July 23, 1996 (23. 07. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／０１１４８

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ⁶　Ｈ０２Ｋ３３／１８　　Ｇ０２Ｂ２６／１０，１０４　　Ｈ０１Ｌ２１／３０２

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．Ｃｌ⁶　Ｈ０２Ｋ３３／１８　　Ｇ０２Ｂ２６／１０，１０４　　Ｈ０１Ｌ２１／３０２

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
日本国公開実用新案公報　　１９７１－１９９６

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
Ｙ	ＪＰ，６０－１０７０１７，Ａ（株式会社日立製作所）１２．６月．１９８５（１２．０６．８５）第１頁左下欄第４行－第１８行，第３頁左下欄第１４行－第１８行，第３頁右下欄第９行－第１１行，第５頁第２図（ファミリーなし）	１－８
Ｙ	ＪＰ，７－２１８８５７，Ａ（日本信号株式会社外１名）１８．８月．１９９５（１８．０８．９５）第２頁左欄第２行－右欄第５行，第１５頁第１５図（ファミリーなし）	１－８
Ｙ	ＪＰ，７－１７５００５，Ａ（日本信号株式会社外１名）１４．７月．１９９５（１４．０７．９５）第２頁左欄第２行－右欄第１８行，第１２頁第１９図（ファミリーなし）	１－８

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐ 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ー
「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の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
０９．０７．９６

国際調査報告の発送日　23.07.96

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）　３Ｈ　７６２７
橋　本　　武

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９２年７月）