

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4541627号
(P4541627)

(45) 発行日 平成22年9月8日(2010.9.8)

(24) 登録日 平成22年7月2日(2010.7.2)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 26/08 (2006.01) G O 2 B 26/08 E

請求項の数 6 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-549121 (P2001-549121)
(86) (22) 出願日 平成12年11月22日(2000.11.22)
(65) 公表番号 特表2003-518650 (P2003-518650A)
(43) 公表日 平成15年6月10日(2003.6.10)
(86) 国際出願番号 PCT/DE2000/004116
(87) 国際公開番号 W02001/048527
(87) 国際公開日 平成13年7月5日(2001.7.5)
審査請求日 平成19年7月20日(2007.7.20)
(31) 優先権主張番号 199 63 382.7
(32) 優先日 平成11年12月28日(1999.12.28)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390023711
ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
ミット ベシユレンクテル ハフツング
ROBERT BOSCH GMBH
ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (番地なし)
Stuttgart, Germany
(74) 代理人 100061815
弁理士 矢野 敏雄
(74) 代理人 100094798
弁理士 山崎 利臣
(74) 代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロミラー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのねじれ軸(17)の周りに静止位置から変位可能な自由に支持されたミラー面(10)を有するマイクロミラーであって、

前記ミラー面(10)は、少なくとも近似的に平行に並んでガイドされた少なくとも2つのトーションビーム(13, 13)を介して、少なくとも1つの支持体(11, 12)に接続されている形式のマイクロミラーにおいて、

前記ミラー面(10)の少なくとも一部分は、表面に導体路(15, 15)を有しており、

前記のミラー面(10)は、回転トルクおよび/または磁束を増加させるために少なくとも1つのループ(16, 16')を有しており、該ループの表面に導体路(15, 15')が1つずつ延在しており、外部の磁場(H)のできる限りに多くの磁束を、前記の導体路(15, 15')によって取り囲み、当該の導体路(15, 15')を通して電流が導かれる際には回転モーメントを前記のミラー面(10)に及ぼすようにしたことを特徴とする、

マイクロミラー。

【請求項 2】

前記トーションビーム(13, 13)は、離隔して平行に並んでガイドされている、請求項1に記載のマイクロミラー。

【請求項 3】

10

20

前記ミラー面（１０）は、４つのトーションビーム（１３，１３）を介して前記支持体（１１，１２）に接続されており、

前記の２つずつのトーションビーム（１３，１３）は、離隔して並んで配置されており、

前記の４つのトーションビーム（１３，１３）は共通のねじり軸（１７）を定める、請求項１または２に記載のマイクロミラー。

【請求項４】

前記ミラー面（１０）は、少なくとも１つの導体路（１５，１５）を介して電氣的に支持体（１１，１２）に接続されており、

該支持体（１１，１２）は、少なくとも１つのコンタクト面（１４，１４）を有する、
請求項１から３までのいずれか１項に記載のマイクロミラー。

【請求項５】

前記の導体路は、トーションビーム（１３，１３）を介して導電的に支持体（１１，１２）に接続されている、

請求項１から４までのいずれか１項に記載のマイクロミラー。

【請求項６】

前記の各導体路（１５，１５）は、対応付けられたトーションビーム（１３，１３）の表面の少なくとも一方の側に平らに延在しており、かつトーションビーム（１３，１３）の当該表面の少なくとも一部分を覆う、

請求項５に記載のマイクロミラー。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は、請求項１の上位概念に記載されたマイクロミラー、殊にマイクロ振動ミラーに関する。

【０００２】

従来の技術

静電駆動器を有するマイクロミラーおよび殊にマイクロ振動ミラーは、すでに特許明細書ＤＥ１９８５７９４６．２に提案されている。ここでは十分に自由に支持されたミラー面と周囲の支持体とが接続されており、この接続は、対になって互いに向き合う２つまたは場合によっては４つのばねウェブまたはトーションビームによって行われる。

【０００３】

ＵＳ５７４８１７２からはさらに磁気駆動器を有するマイクロミラーがすでに公知である。ここでも同様に十分に自由に支持されたダイアフラムが、互いに向き合う２つのトーションビームを介して周囲の支持体に接続されている。ミラー面の下側には導体ループまたは巻線の形態の導体路が設けられており、これらを通して電流を流すことができ、これによって外部の磁界を加えれば、回転モーメントがミラー面に作用する。

【０００４】

本発明の課題は、殊に磁気駆動器に対しても有利な機械的負荷容量の高い新しいミラー設計を開発することである。ここでこの高い機械的負荷容量をつぎのようにして達成する。すなわちミラー面を支持体に接続するトーションビームまたはばねウェブを、ねじれおよび振動に対して強くないしは負荷容量を大きく構成することによって高い機械的負荷容量を達成するのである。

【０００５】

発明の利点

本発明のマイクロミラーは、従来技術に比して、高い機械的負荷容量と、破損に対する高い安定性を有するという利点を有し、同時にミラー面を静止位置から変位させるないしは励振してねじれ振動を発生させるために比較的低い電圧しか必要としない。

【０００６】

さらに本発明のようにトーションビームを構成することによって有利にも、公知のマイク

10

20

30

40

50

ロミラーの場合に比して、ミラー面を変位させるために全体としてより大きな駆動力が必要であり、これは上記の高い安定性に結びつく。

【0007】

最後に本発明にしたがって少なくとも2つの、少なくとも近似的に平行に並んでガイドされるトーションビームを介してミラー面と支持体とを接続することより、同程度の曲げ強さであれば、これらの平行なトーションビームとその間にある中間空間との合計の幅を有する単一のトーションビームに比して、低減されたねじり剛性が得られる。これによって全体的なミラー設計の安定性を高めると同時にミラー面のより大きな変位角が可能になる。

【0008】

本発明の有利な発展形態は、従属請求項に記載されている。

【0009】

殊に有利であるのは、ミラー面を、互いに向き合う2つ側において、離隔して平行に並んでガイドされた2つのトーションビームによりそれぞれ支持体に接続する場合である。これにより各トーションビームの表面に導体路を被着することができ、ここでこの導体路はトーションビームの全面積を占めることができ、これにより導体路が互いに絶縁されるのと同時に、トーションビームの幅が最適に利用される。これによって殊に有利にも、トーションビームの表面に設けられた導体路を介して、例えば10mA～1Aの殊に大きな電流を流すことができる。

【0010】

さらにトーションビームの表面に延在する導体路の幅をできる限り広くすることができる。それは導体路相互の電氣的な絶縁という問題が生じないからである。

【0011】

幅を広くした導体路と、トーションビーム表面の最適利用とによって全体として高い電流負荷容量が得られ、これは磁気駆動器の場合に高い磁力ないしは回転モーメントに結びつく。したがって本発明によるマイクロミラーの設計によって比較的に大きな力が形成されることに起因して、有利にもトーションビームのより頑強な設計を選択することができる。

【0012】

したがって離隔して平行に並んでガイドされた2つのトーションビームと、その間にある中間空間とを合計した全体的な幅は、従来技術から公知の相応する単一のトーションビームの幅よりも大きい。

【0013】

さらに本発明のばね設計では、2つのトーションビームと所属の中間空間との合計の幅を有する単一のトーションビームのねじり剛性よりも低いねじり剛性が得られ有利である。

【0014】

上記のばね設計は、この他に、互いに垂直な2つのねじり軸を有するマイクロミラーに有利に転用することもできる。

【0015】

さらに、トーションビームの表面の導体路と、部分的に支持体に設けられるコンタクト面と、ミラー面の表面でガイドされる導体路とを、表面メタライゼーションのそれ自体公知の方法によって簡単に形成することができ有利である。

【0016】

さらに本発明のマイクロミラーは、静電駆動器にも磁気駆動器にも備え付けることができる。

【0017】

最後に、実際のミラー面が、外側の領域に対称に取り付けられた2つのループを有することによってつぎのような利点を得られる。すなわちこれらのループを同時にミラー面に対するストッパとして使用することができ、ひいてはこれらと、殊にトーションビームとを衝突および一時的な過負荷から保護することができることである。ここで上記のループによ

10

20

30

40

50

り、ミラー面の表面でガイドされる導体路によって包囲される、外部の磁界の磁束が格段に増大する。このために有利にはミラー面が過剰にねじれた際、これらのループが上部ないしは下部のケーシング面または支持体に当接して、トーションビームの折れが阻止されるようにする。

【 0 0 1 8 】

ミラー面のこれらの付加的なループが殊に有利であるのは、本発明のマイクロミラーを静的に変位させたい場合、およびできる限り小さなエアダンパーを達成するためにミラー面と周囲の支持体との間に空隙を設ける場合である。

【 0 0 1 9 】

要約すると本発明のマイクロミラーは、大きな駆動力が小さな駆動電圧で得られるという利点を有し、ここでは同時にマイクロミラーの改善された安定性と、作製の際の高い歩留まりとが得られる。それは形成されるマイクロ構造体が全体的に比較的頑強だからである。この他に本発明のマイクロミラーは完全にそれ自体公知の作製手法によって作製することができ、このため加工の際に新たな方法ステップおよび作製技術は不要である。

【 0 0 2 0 】

図面

本発明を以下、図面に基づき詳しく説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、静電駆動器を有するマイクロミラーの第 1 実施例を示しており、図 2 は、磁気駆動器を有する第 2 実施形態を示しており、図 3 は、磁気駆動器を有するマイクロミラーの第 3 実施形態を示している。

【 0 0 2 2 】

実施例

図 1 は、マイクロ振動ミラーの形態で実施されたマイクロミラー 5 を示している。

【 0 0 2 3 】

さらに詳しくいうと、例えばシリコン製の支持体 1 1 , 1 2 からそれ自体公知のように図示のマイクロミラー 5 が加工構造化される。典型的には $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m} \times 400\mu\text{m}$ のサイズを有する矩形のミラー面 1 0 が設けられ、これらのミラー面の互いに向き合う 2 つの面には、離隔して平行に並んでガイドされた 2 つずつのトーションビーム 1 3 , 1 3 が設けられている。ばねウェブとして作用するトーションビーム 1 3 , 1 3 によって、ミラー面 1 0 と、このミラー面を例えば側方において、かつ下方の領域において包囲する支持体 1 1 , 1 2 とが接続され、これによってミラー面 1 0 は十分に自由に支持される。また支持体 1 1 , 1 2 は例えばシリコンウェーハである。

【 0 0 2 4 】

さらにトーションビーム 1 3 , 1 3 は $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の長さ、 $2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の高さ、 $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ の幅とを有している。さらにこれらは $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ の間隔で互いに平行に配置されており、これによってこの間隔に相応する中間空間が、トーションビーム 1 3 , 1 3 の間に生じる。

【 0 0 2 5 】

ミラー面 1 0 の下には静電駆動器を実現するための電極面があり、これの一部に公知のように電極 1 8 が被着されている。さらにこのミラー面には少なくとも一部に、例えば下側にメタライゼーション部を有しており、これらはトーションビーム 1 3 , 1 3 によってガイドされる導体路を介して外部の電圧供給部に接続されている。

【 0 0 2 6 】

これにより、電圧を電極 1 8 ないしはミラー面 1 0 に印加することによって、静電気力をミラー面 1 0 と電極 1 8 との間に作用させることができ、トーションビーム 1 3 , 1 3 によって定められる軸に平行なねじれ軸 1 7 の周りでミラー面 1 0 が変位する。

【 0 0 2 7 】

図 1 の実施例についてのさらなる説明、殊にマイクロミラー 5 の作製、電氣的な制御および端子接続についてのさらなる詳細は省略する。それはこれらの詳細は当業者には公知だ

10

20

30

40

50

からである。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 の実施例の択一的な実施形態を示しており、ここでは静電駆動器の代わりに磁気駆動器が使用されている。このためにミラー面 1 0 の表面の少なくとも一方の側に導体路 1 5 , 1 5 が設けられている。これらの導体路は有利にはミラー面の外側の周縁部をガイドされ、これによってこれらの導体路により、できる限り大きな面積がミラー面 1 0 において取り囲まれるようにする。導体路 1 5 , 1 5 は、例えば公知のように表面メタライゼーション、例えば金からなる表面メタライゼーションを部分的に被着することによって形成される。図 2 の導体路 1 5 , 1 5 ができる限り大きな電流に耐られるようにするため、さらに有利であるのは、導体路 1 5 , 1 5 できる限り厚くかつ平らに構成することである。

10

【 0 0 2 9 】

導体路 1 5 , 1 5 は、ミラー面 1 0 を出発してそれぞれ対応するトーションビーム 1 3 ないしは 1 3 を介して電氣的なコンタクト面 1 4 , 1 4 にガイドされる。これらは例えば公知のように支持体 1 1 , 1 2 に被着されている。ここで各導体路 1 5 , 1 5 は、それらにそれぞれ対応付けられたトーションビーム 1 3 ないしは 1 3 の全面積を占める。

【 0 0 3 0 】

2 つの導体路 1 5 , 1 5 の電氣的な分離は、トーションビーム 1 3 , 1 3 の間に設けられている中間空間によって保証される。

20

【 0 0 3 1 】

導体路 1 5 , 1 5 の厚さは、有利には 1 0 0 n m ~ 2 μ m であるが、1 0 μ m に達することも可能である。その幅は有利には 5 μ m ~ 5 0 μ m である。その他に導体路 1 5 , 1 5 は有利には金からなる。

【 0 0 3 2 】

図 2 において、記入されたシンボル H によってさらに示されているのは、図 2 のマイクロミラー 5 が外部の磁界内にあることである。

【 0 0 3 3 】

マイクロミラー 5 の動作時には、例えば 1 0 V ~ 3 0 V の外部の電圧を、隣り合う 2 つのコンタクト面 1 4 , 1 4 に印加することにより、また反対側の残りの 2 つのコンタクト面 1 4 , 1 4 を用いて電流路を閉じることにより、例えば 1 0 m A ~ 5 0 0 m A の電流 I が導体路 1 5 , 1 5 を流れ、これによって、説明した導体路 1 5 , 1 5 の配置構成により、ミラー面 1 0 のサイズによって定められる面積 A を取り囲む閉じられた導体ループが形成される。

30

【 0 0 3 4 】

したがって加えられた電流 I と、外部の磁界 H とによって回転モーメント T がミラー面 1 0 に作用し、ここではつぎが成り立つ。すなわち

【 0 0 3 5 】

【 数 1 】

$$\vec{T} = \vec{I} \cdot \vec{A} \times \vec{B} \quad \text{かつ} \quad \vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$$

40

【 0 0 3 6 】

したがって加えられる電流 I , 外部の磁界 B ないしは H の強度、および導体ループによって取り囲まれた面積 A に比例するこの回転モーメント T は、ねじり軸 1 7 の周りのミラー面 1 0 の旋回ないしはねじれを発生させる。これにより、加えられる電流 I および / または外部の磁界 H を適切に、例えば周期的に変化させることによって簡単にミラー面 1 0 のねじり振動を励振することができる。

【 0 0 3 7 】

しかしながら説明した実施例は、明らかにミラー面 1 0 の静的な変位にも有利である。

50

【 0 0 3 8 】

全部をひっくるめると、ミラー面 1 0 にできる限り大きな力ないしはできる限り大きな回転モーメントを達成するために、説明した実施例において有利であるのは、導体路 1 5 , 1 5 をミラー面 1 0 の表面の少なくとも一方の側に案内して、外部の磁界 H のできる限り多くの磁束が、導体路 1 5 , 1 5 によって取り囲まれるようにすることである。

【 0 0 3 9 】

図 3 では、図 2 の発展形態で本発明の別の実施例が説明されている。この実施例は、図 2 とつぎの点だけが異なる。すなわちミラー面 1 0 は、支持体 1 1 , 1 2 からの相応する有利な加工構造化によって、側方のループ 1 6 , 1 6 を有する点だけが図 2 と異なるのである。ループ 1 6 , 1 6 は有利には対称に配置されており、導体路 1 5 , 1 5 によって取り囲まれる面積が増すことによって、取り囲まれる磁束を増大させるないしは回転モーメントを増大させるためにもっぱら使用される。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 のループ 1 6 , 1 6 は、例えば $500\text{ }\mu\text{m} \sim 1\text{ mm}$ の全長と、 $100\text{ }\mu\text{m} \sim 500\text{ }\mu\text{m}$ の全幅とを有している。その厚さはミラー面 1 0 の厚さに等しい。ループ 1 6 , 1 6 はさらにトーションビーム 1 3 , 1 3 と類似に形成されている。すなわちこれらは空間を取り囲む狭いウェブの形状を有しており、ここでこのウェブの表面にはそれぞれ対応する導体路 1 5 ないしは 1 5 が延在しており、これらの導体路によって有利には表面が完全に覆われている。

【 0 0 4 1 】

20

図 3 のミラー面 1 0 がループ 1 6 , 1 6 を有することによって、電流路を閉じた際に発生する導体ループは全体として比較的大きな面積を取り囲み、このため電流 I と磁界 H とが同じであれば、格段に大きな回転トルク T を形成することができる。

【 0 0 4 2 】

また加えられる外部の磁界は、有利には $1\text{ mTesla} \sim 1000\text{ mTesla}$ の強度を有し、かつ例えばミラー面 1 0 の周囲に配置される永久磁石または電磁石によって形成される。

【図面の簡単な説明】

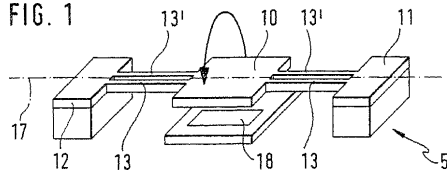
【図 1】 静電駆動器を有するマイクロミラーの第 1 実施例を示す図である。

【図 2】 磁気駆動器を有する第 2 実施形態を示す図である。

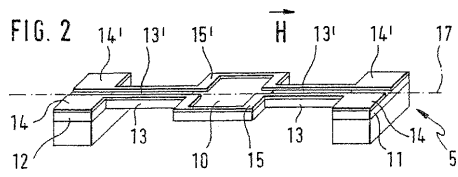
【図 3】 磁気駆動器を有するマイクロミラーの第 3 実施形態を示す図である。

30

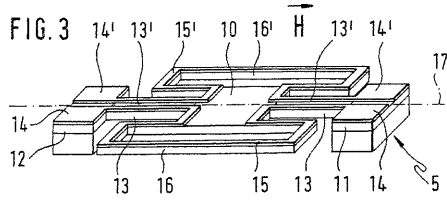
【図 1】
FIG. 1



【図 2】
FIG. 2



【図 3】
FIG. 3



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(74)代理人 230100044

弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 アンドレアス ニーンドルフ

ドイツ連邦共和国 ベルリン アマーゼーシュトラッセ 2 5

(72)発明者 カールステン フンク

アメリカ合衆国 カリフォルニア マウンテン ヴュー エルドラ ドライヴ 7 1

審査官 吉田 英一

(56)参考文献 欧州特許出願公開第 0 0 7 5 4 9 5 8 (E P , A 1)

特開平 0 8 - 1 8 6 9 7 5 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 4 8 3 3 4 (J P , A)

独国特許出願公開第 1 9 7 2 8 5 9 8 (D E , A 1)

英国特許出願公開第 0 2 2 7 5 7 8 7 (G B , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 26/08