

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4401442号
(P4401442)

(45) 発行日 平成22年1月20日(2010.1.20)

(24) 登録日 平成21年11月6日(2009.11.6)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 26/08 (2006.01)
B 8 1 C 1/00 (2006.01)
B 8 1 B 3/00 (2006.01)G O 2 B 26/08 E
B 8 1 C 1/00
B 8 1 B 3/00

請求項の数 11 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平11-533132	(73) 特許権者	ローベルト ボツシュ ゲゼルシヤフト
(86) (22) 出願日	平成10年10月26日(1998.10.26)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(65) 公表番号	特表2001-513223(P2001-513223A)		ドイツ連邦共和国 D-70442 シュ
(43) 公表日	平成13年8月28日(2001.8.28)		ツツガルト ポストファッハ 3002
(86) 国際出願番号	PCT/DE1998/003129		20
(87) 国際公開番号	W01999/032919	(74) 代理人	弁理士 矢野 敏雄
(87) 国際公開日	平成11年7月1日(1999.7.1)	(74) 代理人	弁理士 山崎 利臣
審査請求日	平成17年10月24日(2005.10.24)	(74) 代理人	弁理士 久野 琢也
(31) 優先権主張番号	19757197.2	(74) 代理人	弁護士 ラインハルト・アインゼル
(32) 優先日	平成9年12月22日(1997.12.22)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロメカニカル式の装置のための製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロメカニカル式の振動ミラー装置のための製造方法であって、

第1の層(10)と第2の層(20)と第3の層(30)とを有する3層の構造体(10, 20, 30)を準備し、この際に第2の層(20)を第1の層(10)と第3層(30)との間に設置する段階と、

第1の層(10)を、第2の層までエッチングによって掘り込んで、島領域(40)を形成し、この島領域(40)が、第2の層(20)上に存在する、1つ又は多数の接続ウェブ(50)を介して島領域(40)を取り囲む第1の層(10)の領域に接続されるようにする段階と、

第3の層(30)の領域(70, 80)を、第2の層(20)までエッチングによって掘り込み、第2の層(20)の領域(75, 85)を前記島領域(40)を残して取り除き、この島領域(40)が、1つ又は多数の接続ウェブ(50)を中心にして運動有利にはねじり振動それも、島領域(40)の部分が第3の層(30)のエッチングによって掘り込まれた領域(70, 80)内に突入するような振幅を有するねじり振動を行うことができるようにする段階とを有する、

ことを特徴とする、マイクロメカニカル式の装置のための製造方法。

【請求項2】

まず、第3の層(30)の領域(70)をエッチングによって掘り込み、次いで第1の層(10)をエッチングによって掘り込み、次いで第2の層(20)の領域(75)を取り

除く、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

第 3 の層 (30) の領域 (70) のエッチングによる堀り込みを、異方性の裏側エッチングによって行う、請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

第 1 の層 (10) のエッチングによる堀り込みを、ドライエッチングによって行う、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

まず第 1 の層 (10) を第 2 の層 (20) までエッチングによって堀り込み、次いで第 2 の層 (20) の領域 (85) を第 3 の層 (30) まで取り除き、次いで第 3 の層 (30) の領域 (80) をエッチングによって堀り込む、請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 6】

第 3 の層 (30) の領域 (80) のエッチングによる堀り込みを、第 3 の層 (30) の領域 (80) を多孔性にするために異方性の裏側エッチングによって行い、次いで多孔性にされた領域 (80) を取り除く、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

第 2 の層 (20) の領域 (20) をアノード化電解質内で直接取り除く、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

対抗電極 (110, 120) をベース (100) 上に取り付け、該ベース (100) を第 3 の層 (30) 上にボンディングして、対抗電極 (110, 120) がほぼ島領域 (40) に向き合って位置するようにする段階を行う、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

20

【請求項 9】

絶縁層 (20) を介在してシリコン基板層 (30) 上に 3 層構造 (10, 20, 30) として設けられた SOI 層 (10) を備えた SOI 構造を準備する段階を行う、請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

接続ウェブ (50) として、第 1 の層 (10) の狭く残された領域を使用する、請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の方法。

30

【請求項 11】

接続ウェブ (50) として、金属製の追加的な層の狭い領域を使用する、請求項 1 から 10 までのいずれか 1 項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

本発明は、マイクロメカニカル式の装置特にマイクロメカニカル式の振動ミラーのための製造方法に関する。

任意のマイクロメカニカル式の装置に使用可能であるが、本発明及び本発明の課題はマイクロメカニカル式の振動ミラーに関連するものである。

マイクロメカニカル式の振動ミラーのための多くの構造的な変化実施例が存在する。例えば、"Texas Instruments, L.J. Hornbeck, Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng. 1150 (1989) 86; J. Buehler et al. J. MEMS 6(1997) 126" に開示されているように、アルミニウム・ダイヤフラムは静電的な力によって変位させることができる。

40

単結晶シリコンのシリコン [IBM, K. E. Petersen, IBM J. Res. Develop. 24(1980) 631] 又は多結晶シリコン [CSEM, V.P. Jaeklin et al., Proc. IEEE Micro Electro Mech. System Workshop, FL, USA(1993) 124] より成る可動なミラーについても同様に開示されている。

本発明の課題は、特に数百 μm の範囲内の側方寸法を有する大きいミラーにおいて、僅かな度数範囲内の非常に小さい角度変位が可能であって、この小さい角度変位が制限された最大可能な縁部変位を生ぜしめるようにすることである。表面マイクロメカニカルの考え方においては、縁部変異は数マイクロメートルの小さい基板間隔によって制限され、これ

50

に対してバルク・マイクロメカニカルの構成部材においては、厚いねじりばね懸架部は、大きい駆動電圧においても比較的小さいねじり角度だけが許容されるか、若しくは製造許容誤差がミラー特性の大きいばらつきを生ぜしめることになる。

発明の利点

請求項1の特徴を有する本発明による製造方法は、公知の解決策に対して、プロセス技術を困難なものにすることなしに、大きい変位角度が得られるという利点を有している。

本発明に基づく考え方は、マイクロメカニカル式の装置特にシリコンより成る共振式の振動ミラー装置を、接続ウェブ有利にはシリコンより成る長いバーに、その長手方向軸線を中心にして回転するような形式で自由可動に懸架したという点にある。またバルク材料は完全に排除することができる。つまりウェーハは局所的に貫通孔開けされているので、装置は接続ウェブを中心にして、装置の一部が取り除かれたバルク材料(Bulkmaterial)の領域内に突入するような振幅を有するねじり振動を行うことができる。

共振式の振動ミラー装置の場合には、ミラーの反射面は同時にミラーを調節するためのアクチュエータとして用いられる。例えば調節された対抗ボンドによってミラーの下側に位置決めされた対抗電極は、ミラー面と共にコンデンサを形成する。電圧を供給することによって、ミラーエレメントは変位せしめられる。この装置は周囲圧力で駆動することができる。何故ならばミラーと対抗ボンディングされた駆動電極との間の大きい間隔に基づいて比較的わずかな空気摩擦しか存在しないからである。ミラーエレメントがアクチュエータによってその機械的な共振にさらされると、静電的な力によって得られる、アクチュエータの変位は、機械的な品質のファクターによって高められる。

従属請求項には、請求項1に記載した製造方法の有利な変化実施例及び改良について記載されている。

有利な実施態様によれば、まず、第3の層の領域をエッチングによって掘り込み、次いで第1の層をエッチングによって掘り込み、次いで第2の層の領域を取り除くようにした。本発明の別の有利な実施態様によれば、第3の層の領域をエッチングによる掘り込みを、異方性の裏側エッチングによって行うようにした。確立されたウェット(湿式)エッチング法例えばKOH, TMAHによって、シリコンに深い構造を安価にエッチングすることができる。構造化には、凸状の角縁部を保護するための補正構造が必要である。

本発明の別の有利な実施態様によれば、第1の層のエッチングによる掘り込みを、ドライ(乾式)エッチングによって行うようにした。ウェットエッチング法によれば、確実なプロセスで $>100\mu\text{m}$ の側方寸法だけを有するマイクロメカニカル式のばね懸架部が実現される。これに対して表面マイクロメカニカルにおいては、ドライエッチングプロセス(プラズマトレンチ)によって、 $10\mu\text{m}$ の側方寸法を有し、ひいては大きいアスペクト比を有する任意の構造が基板内に垂直にエッチングされる。勿論、深いエッチング $>100\mu\text{m}$ は費用の理由により効果的に利用できない。

大きい変位角度を有するマイクロミラーを製造するための本発明による方法は、有利な形式で、側方に大きく溶解される、ミラー構造のドライエッチングと、裏側構造の一般的な深いエッチングとの組合せから成っている。

本発明の別の有利な実施態様によれば、まず第1の層をエッチングによって掘り込み、次いで第2の層の領域を取り除き、第3の層の領域のエッチングによる掘り込みを行うようにした。

本発明の別の有利な実施態様によれば、第3の層の領域のエッチングによる掘り込みを、第3の層の領域を多孔性にするために異方性の裏側エッチングによって行い、次いで多孔性にされた領域を取り除くようにした。この場合、前側保護(保護層又はエッチボックス; Aetzdose)は必要ではなく、例えばゴールド又はクローム/ゴールド又は $\text{SiO}_2+\text{Cr}+\text{Au}$ その他が必要である。大きい部材においては、 (100) 標準ウェーハにおける面消費は、KOH・エッチングされた裏側空洞に対して著しく低減される。

別の有利な実施態様によれば、第2の層の領域をアノード化電解質内で直接取り除くようにした。中間の第2の層の付加的なエッチング例えば犠牲層エッチングは必要ない。何故ならば、第2の層例えば酸化物は、アノード化電解質内でエッチングされるからである。

10

20

30

40

50

アノード化は、一般的な半導体製造において問題はない、KOH及びNaOHが使用されるのではなく、例えばフッ化水素酸及びDI・水等のCMOS・コンパチブルなプロセス液導体（Prozessflüssigkeiten）が使用される。

本発明の別の実施態様によれば、対抗電極をベース上に取り付け、該ベースを第3の層上にボンディングして、対抗電極がほぼ島領域に向き合って位置するようにする段階を行うようにした。この場合、ミラーを容量的に駆動するための対抗電極は、有利な形式で適当な絶縁材料に対抗ボンディングされる。

本発明の別の有利な実施態様によれば、絶縁層を介在してシリコン基板層上に3層構造として設けられたSOI層を備えたSOI構造を準備する段階を行うようにした。これはマイクロメカニクスにおいて一般的な標準構造である。

本発明の別の有利な実施態様によれば、接続ウェブとして、第1の層の狭く残された領域を使用するようにした。この狭い領域は、エッチングプロセスによる適当なマスク形状によって形成される。これは、振動ミラー装置の場合においては、ねじりばねとして使用される。

本発明の別の実施態様によれば、接続ウェブとして、有利な形式で金属製の追加層を使用するようにした。この追加層は、振動ミラー装置の場合にはねじりばねとして使用される。別の装置を実現する場合には、接続ウェブは支承部材として使用される。

図面

本発明の実施例が図面に示されていて、以下に詳しく説明されている。

図1a乃至図1eには、振動ミラーを製造するための本発明による方法の有利な第1実施例によるプロセス段階の横断面図が示されており、

図2a乃至図2eには、振動ミラーを製造するための本発明による方法の有利な第2実施例によるプロセス段階の横断面図が示されており、

図3には、図1d若しくは図2dのプロセス段階における振動ミラーの平面図が示されている。

実施例の説明

図1a乃至図1eには、振動ミラーを製造するための本発明による方法の有利な第1実施例によるプロセス段階の横断面図が示されている。

図1aにSOI層10を備えたSOIウェーハ構造が示されており、このSOIウェーハ構造は、絶縁層20（例えば酸化層）を介在させてシリコン基板層30上に設けられている。

図1bには、シリコン基板層30が絶縁層20まで、ウェットエッチングによって掘り込まれている。これは有利な形式でTMAH、KOHによって行われ、空洞領域70を製造するために、前側がエッチング保護され、後ろ側がマスクングされたSOIウェーハにおいて実施される。

次いで図1cによれば、SOI層10のエッチングによる掘り込みが、絶縁層20上に存在する島領域40を形成するために、絶縁層20まで行われる。この島領域40は、2つの接続ウェブ50（図3参照）を介して、島領域40を取り囲むSOI層10の領域60に接続されている。エッチングは、裏側・空洞領域70の塗装後に適当なドライエッチング法例えばプラズマトレンチ（Plasmatrenc）によって行われる。それによって、マスクングされた接続ウェブ50を残して、ばね懸架部を備えたミラー構造が、SOI層10の薄いシリコン内に構造化される。

図1dによれば、絶縁層20をガス層内でエッチングすることによって、又は湿式化学式にエッチングすることによって、ミラー構造は、絶縁層20の取り除かれた領域75を形成することによって、浮動若しくは片持ち式（freitragend）である。

図1eによれば、振動ミラーを駆動するために適した電極110及び120が、絶縁されたベース100の裏側に取り付けられており、ベース100はシリコン基板層30上にボンディングされているか又は接着されている。振動ミラーの、導電性の高ドーピングされたシリコンは、対抗電極として働くので、ねじり振動は、T及びT'で示された方向で可能である。これらのT及びT'で示された方向は、振動ミラーの一部がシリコン基板層3

10

20

30

40

50

0のエッチングによって掘り込まれた領域70内に突入する振幅を有している。

図2a乃至図2eには、振動ミラーを製造するための本発明による方法の有利な第2実施例によるプロセス段階の横断面図が示されている。

図2aは図1aと同じ図がつまり一般的なSOI構造が示されている。

第1実施例との違いは、図2bによれば、まずSOI層10のエッチングが振動ミラー（2つの接続ウェブ50を介して、絶縁領域40を取り囲む第1の層の領域60に接続されている）に相当する絶縁領域40を形成するために、絶縁層20まで行われる、という点にある。これは、第1実施例におけるのと同様に、高い側方分解能（Lateralaufloesung）を有する適当なドライエッチング法によって行われる。

図2cによれば、例えばゴールドによって相応にマスクングされた裏側において、アノード化が行われる。この場合、形成しようとする裏側・空洞領域80の完全なアノード化において、電圧の急激な変化（Spannungssprung）によって末端の確認が可能である。高ドーピングされたバルク（Bulk）の電解質の接触がカソード側で行われる。同時に、中間層20の酸化物は領域85を形成するためにアノード化された電解質例えばフッ化水素酸（Flusssäure）内で直接行われる。アノード化パラメータを適当に選択することによって、アノード化率は、酸化物より成る絶縁層20のエッチング率よりも著しく大きく選択することができる。これによって上側のSOI層10の周囲領域のわずかなサイドエッチングだけが行われる。

次いで図2dによれば、 NH_3 、希釈されたKOH又はこれと類似のものによって、領域80における多孔性のシリコンの溶解が行われる。

図2eによれば、図1eと同様に、振動ミラーを駆動するために適当な対抗電極110、120が設けられている。これらの対抗電極110、120は、ベース100上に絶縁して設けられており、このベース100は、例えば接着又はボンディングによってSOI構造に結合される。

図3には、図1d若しくは図2dのプログラム段階における振動ミラーの平面図が示されており、この場合、この図3には、ねじりばねとしての2つの接続ウェブ50が明示されており、これらの接続ウェブ50は、このように形成された振動ミラー40のための回転軸線Aを規定している。

本発明は、以上のようにより有利な実施例を用いて説明されているが、これらの実施例のみに限定されるものではなく、多くの変形実施例が可能である。

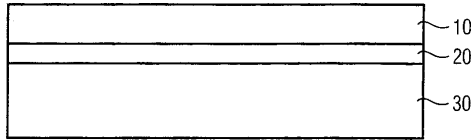
例えば付加的な電極を、第3の層側に向いた、島領域の面上に設けてもよい。

また本発明は、SOI構造に限定されるものではなく、マイクロメカニカルな装置のすべての汎用の材料のために使用可能である。

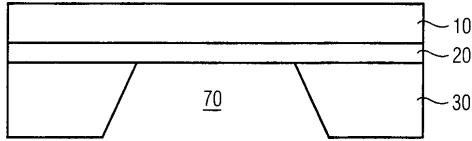
本発明の製造方法によれば、レーザ装置、バーコードレーザ、スペース監視（Raumüberwachung）、自動車のシートライニング識別（Sitzbelegungserkennung）又はこれと類似のものに用いる非常に大きい振幅のためのマイクロメカニカル式の振動ミラーを製造することができる。

以上述べた実施例ではミラー構造が示されているが、本発明は、島領域がミラーエレメントではなく、その他のメカニカル式のアクチュエータ例えば調節部材又はこれと類似のものである構造にも使用することができる。

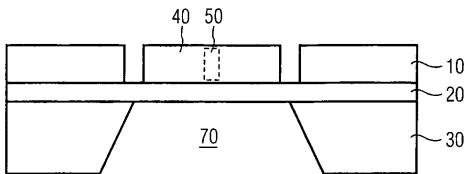
【図 1 a】
FIG. 1a



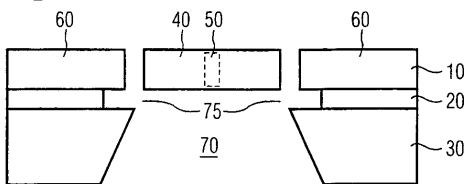
【図 1 b】
FIG. 1b



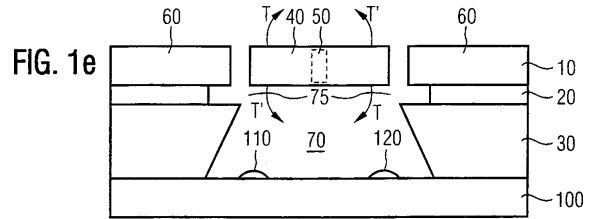
【図 1 c】
FIG. 1c



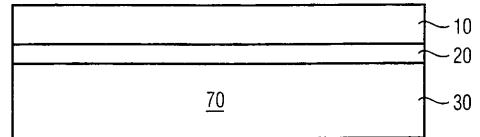
【図 1 d】
FIG. 1d



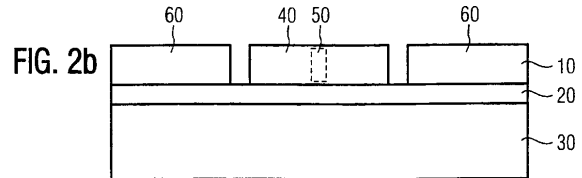
【図 1 e】



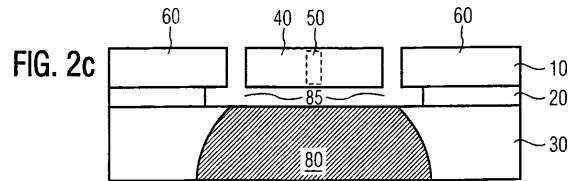
【図 2 a】
FIG. 2a



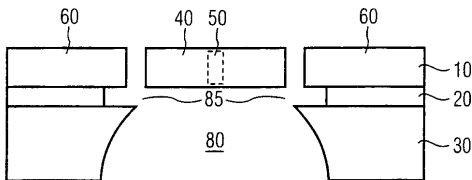
【図 2 b】



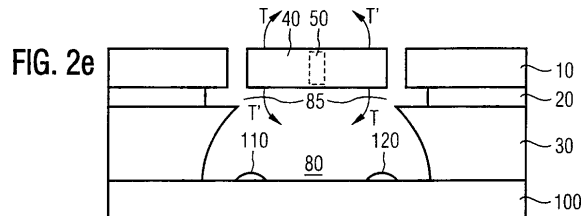
【図 2 c】



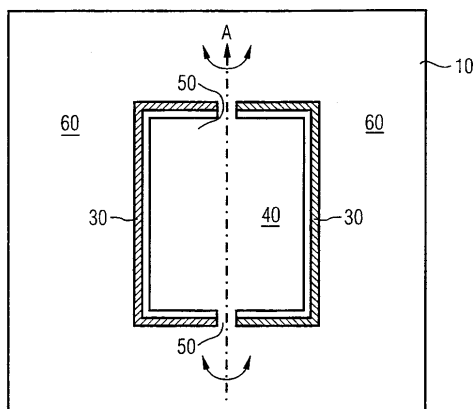
【図 2 d】
FIG. 2d



【図 2 e】



【図 3】
FIG. 3



フロントページの続き

(72)発明者 カルステン フンク

ドイツ連邦共和国 D-70195 シュツツトガルト レハールシュトラッセ 12

(72)発明者 ヴィルヘルム フライ

ドイツ連邦共和国 D-70178 シュツツトガルト ゴフィーエンシュトラッセ 13

審査官 河原 正

(56)参考文献 特開平10-253912 (JP, A)

特表2001-519726 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 26/08

B81B 3/00

B81C 1/00