

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4486896号
(P4486896)

(45) 発行日 平成22年6月23日 (2010. 6. 23)

(24) 登録日 平成22年4月2日 (2010. 4. 2)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 R 1/067 (2006. 01)

G O 1 R 1/067

C

G O 1 R 1/073 (2006. 01)

G O 1 R 1/073

D

H O 1 L 21/66 (2006. 01)

H O 1 L 21/66

B

請求項の数 28 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2004-563896 (P2004-563896)
 (86) (22) 出願日 平成15年12月18日 (2003. 12. 18)
 (65) 公表番号 特表2006-511804 (P2006-511804A)
 (43) 公表日 平成18年4月6日 (2006. 4. 6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/040829
 (87) 国際公開番号 W02004/059330
 (87) 国際公開日 平成16年7月15日 (2004. 7. 15)
 審査請求日 平成18年12月7日 (2006. 12. 7)
 (31) 優先権主張番号 10/328, 083
 (32) 優先日 平成14年12月23日 (2002. 12. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505377474
 フォームファクター, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 945
 51, リバーモア, サウスフロント
 ロード 7005
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100062409
 弁理士 安村 高明
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小電子接触構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中央の細長い軸に沿って配置されている細長い柱状の微小機械構造体であって、

前記構造体は、

各層が構造材料からなる複数の積層された構造層であって、各層は、遠位端部および近接端部において互いに積層されている、構造層と、

前記構造体の近接端部の実質上剛直な基部部分と、

前記中央の軸に沿って、前記基部部分から延伸する弾力性を有する中間部分であって、前記弾力性を有する部分は、前記複数の層の少なくとも2つに画定されている複数のアームからなる、中間部分と、

前記構造体の遠位端部の、前記弾力性を有する部分から延伸する接触先端とを含み、

前記基部は、前記複数の層の少なくとも中間層と外側層とからなり、

前記アームは、前記外側層に画定され、前記弾力性を有する中間部分の外側層は、互いに独立して移動する、構造体。

【請求項 2】

前記複数のアームのそれぞれが、前記基部部分に取り付けられている第1端部と前記接触先端に取り付けられている第2端部とを有する、請求項1に記載の構造体。

【請求項 3】

前記複数のアームのそれぞれの前記第2端部が、その対応する第1端部に関して前記中

央の軸の周りに配置され、前記構造体はその中央の軸の方向に押圧されたときに、前記接触先端が前記基部部分に対して前記中央の軸の周りを回転する、請求項 2 に記載の構造体。

【請求項 4】

前記複数のアームのそれぞれの前記第 2 端部が、前記中央の軸に関してその対応する第 1 端部と位置合わせされ、前記構造体はその中央の軸の方向に押圧されたときに、前記接触先端が前記基部部分に対して前記中央の軸の周りを回転しない、請求項 2 に記載の構造体。

【請求項 5】

前記複数のアームのそれぞれが、前記複数の層の外側層に画定され、その 1 つの層に前記第 1 端部と前記第 2 端部とを有する、請求項 2 に記載の構造体。

10

【請求項 6】

前記複数のアームのそれぞれが、前記外側層の 1 つの層に画定され、その 1 つの層に前記第 1 端部と前記第 2 端部とを有する、請求項 2 に記載の構造体。

【請求項 7】

前記複数のアームのそれぞれが、前記複数の層の対向する外側層に画定され、各アームが、前記外側層の一方の層に前記第 1 端部を、前記外側層の対向する層に前記第 2 端部を有する、請求項 2 に記載の構造体。

【請求項 8】

前記複数のアームのそれぞれが、前記外側層の一方の層を前記外側層の対向する層に接続する中央層の部分をさらに含む、請求項 7 に記載の構造体。

20

【請求項 9】

前記複数のアームのそれぞれが、前記外側層の一方の層を前記外側層の対向する層に接続する接合部分をさらに含む、請求項 7 に記載の構造体。

【請求項 10】

前記複数のアームが二重螺旋形状を画定する、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 11】

前記複数の層のそれぞれが、パターン形成された犠牲層上に構造材料を付着することと、前記犠牲層を除去することとにより形成されている、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 12】

30

前記弾力性を有する部分の前記複数のアームが曲がりくねった形状を有する、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 13】

前記複数の層の外側層が、前記基部部分と前記接触先端の間の中間の前記弾力性を有する部分において、一点で互いに接続されている、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 14】

前記接触先端が前記複数の層の本質的に剛直な積層を含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 15】

前記複数の層のそれぞれが、ニッケル、コバルト、およびこれらの合金から選択された材料を含む、請求項 1 に記載の構造体。

40

【請求項 16】

前記構造体を概して被覆する導電性材料の被覆をさらに含む、請求項 1 に記載の構造体。

【請求項 17】

探針装置であって、

前記探針装置は、

軸に沿って配置されているタイプの複数の接触プローブであって、

前記複数の接触プローブのそれぞれは、

接触部分において互いに積層された複数の層と、

基部部分と、

50

前記接触部分と前記基部部分の間に配置されている弾力性を有する部分と
を含み、前記弾力性を有する部分が複数のアームを含み、前記接触部分および前記基部部分のそれぞれは、2つの外側層が前記弾力性を有する部分において互いに独立して移動するように、前記2つの外側層の間に間隔を提供するスペーサ層を含み、前記接触プローブは、押圧されたときに前記基部部分に対して前記接触部分をツイストするように構成されている、複数の接触プローブと、

前記複数の接触プローブが挿入されている貫通孔部を有する基板であって、前記接触部分の少なくとも一部分が前記貫通孔部から外に延伸するように、前記接触プローブのそれぞれの弾力性を有する部分が前記接触部分を付勢する、基板と
を含む、探針装置。

10

【請求項18】

前記貫通孔部がねじ山を付けられ、前記接触プローブのそれぞれの前記接触部分が、前記貫通孔部のねじ山と可動の係合をするねじ係合構造をさらに含む、請求項17に記載の探針装置。

【請求項19】

前記接触プローブのそれぞれが、前記基板の表面に対して配置されているアンカー部をさらに含む、請求項17に記載の探針装置。

【請求項20】

前記貫通孔部のそれぞれがねじ山のついた管状部を含む、請求項17に記載の探針装置。

20

【請求項21】

前記ねじ山のついた管状部のそれぞれがロジウムを含む、請求項20に記載の探針装置。

【請求項22】

各接触構造の軸は、前記接触部分、前記基部部分、および前記接触構造の前記弾力性を有する部分を通り、各接触プローブは、前記接触構造の前記軸に関してツイストするように構成されている、請求項17に記載の探針装置。

【請求項23】

探針装置であって、
前記探針装置は、
軸に沿って配置されているタイプの複数の接触プローブであって、前記複数の接触プローブのそれぞれは、

30

複数の積層された構造層と、
前記構造層に画定された接触部分と、
前記構造層に画定された基部部分と、
前記接触部分と前記基部部分との間に配置された弾力性を有する部分と
を含み、前記弾力性を有する部分は、前記複数の層のうちの少なくとも2つに画定された複数のアームを含み、前記層は、前記弾力性を有する部分において独立して移動可能である、複数の接触プローブと、

前記複数の接触プローブが挿入されている貫通孔部を有する基板であって、前記接触部分の少なくとも一部分が前記貫通孔部から外に延伸するように、前記接触プローブのそれぞれの前記弾力性を有する部分が前記接触部分を付勢する、基板と
を含む、探針装置。

40

【請求項24】

前記複数のアームのそれぞれは、前記基部部分に取り付けられている第1端部と、前記接触部分に取り付けられている第2端部とを含み、前記複数のアームのそれぞれの前記第2端部は、その対応する第1端部に関して前記軸の周りに配置され、前記接触プローブが押圧されたときに、前記接触部分が前記基部部分に対して前記軸の周りを回転する、請求項17に記載の探針装置。

【請求項25】

50

前記接触プローブのそれぞれは、複数の積層された構造層を含み、
前記接触部分は、前記積層された構造層に画定され、
前記基部部分は、前記積層された構造層に画定され、
前記複数のアームは、前記複数の層のうちの少なくとも２つに画定される、請求項１７
に記載の装置。

【請求項２６】

前記接触部分は、前記構造層の全てに画定され、
前記基部部分は、前記構造層の全てに画定され、
前記弾力性を有する部分の前記アームのそれぞれは、前記構造層のうちの全てよりも少
ない構造層に画定される、請求項２５に記載の装置。

10

【請求項２７】

前記接触プローブは、押圧されたときに前記接触部分をツイストするように構成されて
いる、請求項２３に記載の装置。

【請求項２８】

前記接触部分は、前記構造層の全てに画定され、
前記基部部分は、前記構造層の全てに画定され、
前記弾力性を有する部分の前記アームのそれぞれは、前記構造層のうちの全てよりも少
ない構造層に画定される、請求項２３に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【０００１】

本発明は、半導体ウエハと電子装置を試験し又は組み立てる際に電子装置を探針するの
に利用され、あるいは他の電気的な接続用途に利用されるような微小電子ばね接触構造体
に関する。

【背景技術】

【０００２】

より小型でより高度な電子部品に対する要求は、より小さなかつより複雑な集積回路（
IC）に対する必要性を余儀なくしている。同様に、より小さなかつ大量の導線は、試験又
はバーンインのような容易に分解可能な用途、並びに実装における恒久的な又は半恒久的
な取付の双方に対して、より高度な電子接続の計画を必要とする。一般的に、より切り立
った電気接続が構造体のより大規模なアレイを組織化する。しかしながら一般に垂直な電
気接続構造体は、その接続構造体がIC又は他の電子装置の、パッド又は導線と接触する際
に、全く又はほとんど拭い動作をもたらすことがない。拭い動作は、パッド又は導線上の
酸化物又は他の汚染物を打ち破り、パッド又は導線との電気接触を改善する結果を導く。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

本発明は、リソグラフ形成工程を利用して小規模で製造することができる微小電子ばね
接触子を提供する。

【課題を解決するための手段】

40

【０００４】

本発明のばね接触子は、本質的に垂直位置で接触器に取り付けられ（すなわち実質上接
触器と垂直）、したがって密集した接触子を有する接触アレイ構成を製造することができ
る。本発明の一実施形態では、ばね接触子は、押圧された場合に、捻れるように構成され
、したがって接触子の接触先端は回転し、拭い動作をもたらす。接触子は、捻れるように
構成されているが、横方向において、ほんの僅かに撓むか又は全く撓まないように構成さ
れている。

【０００５】

微小電子ばね接触子のより完全な理解、並びに本発明の微小電子ばね接触子の付加的な
利点及び目的を、好適な実施形態に関する以下の詳細な説明を斟酌することにより当業者

50

に提供する。先ず簡単に記述する添付の図面を参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

図面の縮尺は随意であるが、図面が概して非常に拡大して示されていることを理解されたい。

【0007】

本発明は、リソグラフ工程を利用して形成可能な探針様の接触子構造体を提供する。本明細書は、本発明の例示的な実施形態及び応用を記述する。しかしながら本発明は、それらの例示的な実施形態及び応用、又は例示的な実施形態及び応用を動作する仕方、もしくは本明細書に記述される仕方に制限されない。

10

【0008】

図1A～8Cは、本発明の第1の実施形態の変形を例示的に示す。示すように、それらの例示的な変形のそれぞれは、平面的な構造層の積層体からなり（図1Aにのみ点線で示す）、リソグラフ工程を利用して容易に製造することができる造作からなる。また例示的な構造体の全ては、複数のアームからなる弾力性を有する中間部分からなる。弾力性を有する中間部分は、構造体が軸方向で押圧されると、構造体の接触先端が回転するように構成されている。第1の実施形態のこれらの特徴及び他の特徴は、以下の議論からより明らかとなる。

【0009】

特に、図1Aに示す接触構造体100に関して、構造体100は、概して中央の長手方向の軸101に沿って配置されている細長い柱状の微小機械構造体100によって概して特徴付けられている。本発明の構造体の縮尺に特別な制限はないが、構造体は概して、電気接触子のような用途に対して、長さが約0.05mmから5.0mmの範囲にある縮尺で利用されることが理解されなければならない。（もちろん図は必ずしも縮尺にしたがっていない。）構造体100は、層102、104、106のような複数の積層された構造層からなる。示すように組み立てられると、層は一体構造を形成する。

20

【0010】

組み立てられると、例示的な構造体100は、構造体100の近接端部における実質上剛直な基部部分108、中央の軸に沿って基部部分から延伸する弾力性を有する中間部分110、構造体100の遠位端部における弾力性を有する部分110によって支持されている接触先端112の少なくとも3つの区別される部分からなる。

30

【0011】

基部部分108は、積層されている関係において、中央層104及び外側層102、106からなる。基部108を、プローブカード用の接触器のような接触器アセンブリに取り付けるのに適する任意の形状とすることができる。構造体100を、特にファインピッチ（密集した）アレイでの、半導体装置の試験のような用途に対する接触器として使用することが適していることに注意されたい。概して、構造体100のような本発明による探針様の構造体を、様々の異なる接触器において配列することができる。

【0012】

中間部分110は、それぞれ外側層102及び106に画定されている複数のアーム114a及び114bからなる。各アーム114a及び114bは、基部108と比較して相対的に弾力性を有し、基部と接触先端112の間に延伸し、したがって基部の上方に接触先端を支持する。アーム114a及び114bは、軸101に関して軸対称に配列されている。各アームは2つの端部を有する。例えばアーム114aは、基部に接続されている第1端部116a及び接触先端に接続されている第2端部116bを有する。

40

【0013】

アーム114a及び114bは、各アームの第2端部がアームの対応する第1端部に対して中央の軸101の周りで回転するように、接触先端112及び基部108に接続されている。図1Bは、軸101に対して暗示されている幾何学的な関係を図解する。例えば、点「a」はアーム114aの第1端部116aを表す。対応して、点「b」は同じアームの第2端部116bを表す。点

50

「b'」は、点aと同じ平面内（すなわち軸101に垂直な平面）にあり、軸101と平行な線に見積もられている点bの位置を示す。b'とaの間に示されている角度「 θ 」はアームの端部間の回転角の量（すなわち角度変位）である。実質的な角度変位が、複数のアームの接続端部間で示されると、構造体が軸101の方向で押圧される場合に、構造体100の接触先端は、中央の軸101の周りで回転する。

【0014】

代替的に、複数のアームのそれぞれの第2端部が、軸101に対して、各アームの第1端部と位置合わせされるように、アーム114a、114bは、接触先端112及び基部108に接続されている。図2は、位置合わせされた端部、例えば216a、216bを有するアーム214a、214bを備えた、本発明の実施形態による接触構造体200を示す。図1に示す構造体と同様に、接触構造体200は、軸201に沿って配置され、外側層202、206、中央層204からなり、これらの層はともに、基部分208、弾力性を有する部分210、接触先端212を形成する。アーム214a、214bは、軸201の方向で弾力性の範囲を増大させるように曲がりくねっている。構造体100と異なり、構造体200の接触先端212は、純粋な押圧動作（回転することのない）が望まれている場合のためのものであり、軸方向の押圧力が適用された場合、軸201の周りで回転する傾向はない。

【0015】

弾力性を有する中間部分は、種々の性能特性を達成するように異なるように構成される。例えば回転方向の変位に対する軸方向の変位の相対的な比率を、弾力性を有するアームの相対的配置を変化させることによって制御することができる。実際には、弾力性を有するアームの相対的配置を変化させることにより、接触構造体に関係した多くのパラメータを制御し、これには、単位押圧力に対する回転量を制限することは含まれず、単位押圧力に対する押圧量、撓み量及び/又は座屈量、接触構造体のばね定数（すなわち「k」値）等が含まれる。もちろん例示的な接触構造体100、200（及び本明細書で記述及び図解する他の接触構造体）は、弾力性を有する中間部分に一組のアームを示すが、図7のように、複数組のアームを形成することもできる。

【0016】

図3に示す接触構造体は、接触先端312に対して基部308を接続する弾力性を有する中間部分310に曲がりくねったアームを有する相対的配置を例示する。接触子100と同様に、接触子300は、他方に対して軸301の周りで回転する対向する端部を備えた弾力性を有するアーム314a、314bを有する。接触子200と同様に、弾力性を有するアームは比較的高い程度に折り畳まれ、曲がりくねっている。したがって接触先端312は、接触子300が軸方向で押圧されると、軸301の周りで回転する。また接触子100と比較すると、より大きな軸方向の変位に比例して、回転方向の変位の各単位が関連づけられている。

【0017】

図4A～4B、図5A～5Bは、軸方向の押圧の結果生じる、中央の長手方向の軸の周りの接触先端の回転を示す。図4A～4Bに示す接触子400は、接触子100と同様の形式である。接触子100と同様に、弾力性を有する部分410のアームの対向する端部414a、414bは、軸401の周りで互いに対して角度に関して変位されている。その結果、接触子400が軸方向で押圧されると、接触先端412は、軸401の周りで基部408に関して回転する。図4Aは、押圧されていない状態の接触子400を示す。図4Bは、押圧された状態の接触子400を示す。基部408に対する先端412の回転は明らかである。

【0018】

同様の接触子500を、それぞれ押圧されていない状態及び押圧されている状態で、図5A～5Bに示す。弾力性を有する部分510のアーム514a、514bは、複数の平行な枝部、例えば枝部518a～518cに分割されている。これは、いくらか異なる性能特性を可能とする。基部508に対する先端512の回転は図5Bにおいて明らかである。

【0019】

接触子100と概して同じ形式の種々の接触構造体のさらなる例を図6及び7に示す。接触子600は、弾力性を有する部分610に、接触子200及び300のアームとは異なるように配向

10

20

30

40

50

された曲がりくねったアーム614a~614bを有する。アーム614a~614bのそれぞれは、垂直部分622a及び622bのような、2つの隔置された垂直部分を含む。より正確には、垂直部分は軸601と位置合わせされている柱状部である。図6に示す相対的配置は、アーム614a~614bの可塑性の変形が発生し得る前に、軸方向の押圧に対して硬質のストップを有利にもたらし。軸601の方向に完全に押圧されると、アーム614a~614bは、基部608及び先端部分612の底面とその屈曲部において接触する。例えば屈曲部620aは先端612の底面と接触し、屈曲部620bは基部608の上面と接触する。この接触が発生すると、圧縮荷重はアーム614a~614bの4つの垂直部分に移し替えられる。アームの垂直部分は、4つの比較的堅い柱状部として機能し、さらなる軸方向の押圧を阻止する。

【0020】

10

図7に示す接触子700は、やはり垂直部分を有するアーム714a~714bからなり、垂直部分は軸701と位置合わせされている柱状部である。またこれまで記述した全ての実施形態は積層構造体であるが、中央層704及び、外側層702、706からなる接触子700の積層構造体は、図1~6のものとより明確に区別される。またアーム714a、714bは多数の曲がりくねった屈曲部を含み、したがって接触構造体700に対する軸方向の変位の範囲が増大する。アーム714a、714bはともに、中央層例えば棒状部724a、724bに形成されている連結部により間隔をもって保持されている。代替的な実施形態では、連結棒状部を備える又は備えない多数の連続的な屈曲部を同様に利用することにより、垂直部分を含まない弾力性を有するアームと使用することが可能であることを理解されなければならない。

【0021】

20

図8A~8Cは、二重螺旋構造の弾力性を有する部分810からなるアーム814a、814bを備える弾力性を有する中間部分810を有する実施形態による接触子800を示す。接触子800を、軸方向の押圧が徐々に大きくなる状態において示す。各アーム814a、814bは、対向する外側層802、806の双方の中に画定され、層802の第1の部分及び層806の第2の部分からなり、これら2つの部分はそれぞれ接合部826a、826bにより結合されている。接合部826a、826bは、中央層804内に形成することができ、又はワイヤ接合部のような分離した要素とすることができる。二重螺旋構造は、軸801の方向での軸方向の圧縮及び軸801の周りの角度に関する回転の双方に対してより大きな範囲を有利にもたらし。

【0022】

30

上記議論から明らかであるように、変形を本発明の範囲内で利用することができる。上記の例は、例示する目的のみで提供され、制限することを目的としていない。いずれにしても、最適な設計は特定の用途の要求に従う。当業者は、各特定の用途の要求に適合するように、本発明の好適な積層された柱状接触構造体を設計することができる。正に1つの例のように、接触構造体の部分は、屈曲するように形成され、すなわち接触構造体の部分は、選択された場所において接触構造体の1つ又はそれ以上の特性を変化させることによって、制御された仕方で（回転及び/又は押圧に加えて）、接触構造体の中央の軸から移動される。例えば接触構造体の弾力性を有する部分の一对のアームの一方を、他方のアームよりも一層強く形成し、より弱い方のアームの方に接触構造体を屈曲させることができる。

【0023】

40

図9A~9Iは、本発明の積層された接触構造体を製造するための例示的な方法を図解する。図9A~9Bに示すように、最初のステップにおいて、第1マスク層904を犠牲基板902上に形成し、所望の接触構造体の外側層の形状でパターンつけされた凹所910を、ホトリソグラフなどにより形成する。

【0024】

犠牲基板から接触構造体を最終的に容易に解放するために、犠牲基板902の表面を、第1マスク層904を適用する前に、当業界で公知であるように、解放層を被覆することにより下処理することができる。解放層は、容易にエッチングにより取り除かれる材料である。好適な解放層の材料には、銅、金、アルミニウム、チタン-タンゲステン、ポリマーが含まれる。

50

【 0 0 2 5 】

図 9 C に示すように、第 1 マスク層 904 の開口部 910 を、構造体の材料 912 で充填し、接触構造体の第 1 の外側層を形成する。電気メッキ、化学気相成長、スパッタ付着、無電解メッキ、電子ビーム付着、熱蒸着を含む任意の好適な付着方法を利用して、開口部に構造体の材料を付着する。電気メッキを利用する場合には、第 1 マスク層の直下の犠牲基板上に短絡（シード）層を付着することが好ましい。構造体の材料 912 は、パラジウム、金、ロジウム、ニッケル、コバルト、銀、白金、導電性窒化物、導電性炭化物、タングステン、チタン、モリブデン、レニウム、インジウム、オスミウム、ロジウム、銅、耐火金属、それらの合金（これらの材料の 2 つ又はそれ以上からなる任意の組み合わせを含む）、同様の材料のような導電性のばね材料であることが好ましい。マスク層 904 及び、開口部 910 に付着されている材料 912 の上面を、例えば研削、研磨、ラッピングにより平坦化することができる。

10

【 0 0 2 6 】

さらに上記工程を 1 又はそれ以上の回数繰り返し、1 つ又はそれ以上の付加的な層を形成する。示す例において、工程を 2 回以上繰り返し、中央層及び接触構造体の第 2 外側層を形成する。図 9 D ~ 9 F に図解するように、第 2 マスク層 906 を第 1 マスク層 904 の上に付着する。凹所（単数又は複数）914a ~ 914e を、材料層 912 の直上の第 2 マスク層に形成し、これは、接触構造体の中央層の所望の形状にパターン形成されている。さらにこれらの凹所を、材料 912 と同様の材料又は異なる材料である好適な構造体の材料 916 で充填する。構造体層 912 及び 916 は、互いにしっかりと付着される。随意的に、構造体の材料 916 で凹所 914a ~ 914e を充填する前に、構造体層 912 の上面を処理して、材料 912 に対する材料 916 の付着を促進することができる。例えば材料 912 の表面を粗面化し、又は付着材料の層を材料 912 の表面に適用することができる。また他の短絡（シード）層を、第 1 マスク層及び/又は材料 912 の上面に適用し、電気メッキによる材料 916 の付着を促進することができる。材料 916 を付着すると、材料層 916 及びマスク層 906 の上面を、先のように、次の層に対する下処理のために平坦化する。

20

【 0 0 2 7 】

図 9 G ~ 9 I に図解するように、第 2 マスク層 906 上に第 3 マスク層 908 を付着する。凹所（単数又は複数）920 を、中央の材料層 916 の直上の第 3 マスク層に形成し、これは、接触構造体の第 2 外側層の所望の形状でパターン形成されている。さらに凹所 920 を、第 3 構造体層の材料 922 で充填する。構造体の材料 922 は、材料 912、916 と同様とすることも、又は異なる材料とすることもできる。再度第 2 マスク層 906 及び材料 916 の表面を処理して材料 916 の付着を促進し、及び/又は第 2 マスク層 906 及び材料 916 の表面に短絡（シード）層を適用し、電気メッキによる材料 922 の付着を促進することができる。

30

【 0 0 2 8 】

マスク層 904、906、908 を取り除き、仕上げられた接触構造体を犠牲基板から解放する。間近にある例の場合には、図 1 に示す接触子 100 と類似するが、付加的なアームの対 114 a、114 b を有している。接触構造体を、犠牲基板から解放した後に、さらに処理する。例えば付加的な強さ、弾力性、耐腐食性及び/又は伝導性をもたらすように 1 つ又はそれ以上の被覆を接触構造体にメッキする。もちろん各層を独立して処理することができる。例えば各層を形成した後、その層に対して被覆を適用する。もちろんこのような被覆を、構造材料を付着する前に適用して、構造材料の下側を被覆することができ、又は層内の構造材料の上面及び下面の双方を被覆するように被覆を付着することもできる。さらに 2002 年 7 月 24 日出願の共有されている米国特許出願第 10/202,712 号に開示されている任意の技術を利用するなどして、複数のこのような接触構造体をプローブアレイに組み立てることができる。この特許出願は参照することによって、その内容を全て本発明に取り入れることとする。

40

【 0 0 2 9 】

除去可能なタブ（図示せず）を接触構造体に形成し、取扱いを容易にすることができることに注意されたい。また複数のこのような接触構造体を同時に形成することができ、仮

50

の相互接続を、取扱いの間及び/又は組立の間、保持するように形成することができる。また接触構造体の部分を、接触構造体の他の部分とは異なる接触子材料から形成することが可能であることに注意されたい。例えば図9D～9Fに図解するステップは、2つ又はそれ以上のサブステップにおいて実施可能である。正に1つの例として、第1サブステップにおいて、最初の第2マスク層906を適用し、接触構造体の先端を画定する凹所914eのみを有するようにパターン形成する。さらに凹所914eを先端の材料で充填し、最初の第2マスク層を取り去る。第2サブステップにおいて、新たな後続の第2マスク層906を適用し、凹所914a～914dを有するようにパターン形成し、さらにそれらの凹所を接触構造体の材料で充填する。これは結局同じ形状の接触構造体を製造するが、先端を、接触構造体の残余とは異なる材料から形成する。

10

【0030】

代替的に、異なる材料からなる接触先端を、層912の前に、最初の層に形成し、結果接触先端を結果生じる接触構造体の外側層に生じさせることができる。先端における接触力が柱状接触子の中央の軸と整列していないので、外側層の接触先端は、屈曲モードにおいて使用される又は屈曲と捻れの組み合わせで使用される接触構造体に対して特に好適である。

【0031】

図10A～10Fは、積層された接触構造体を製造する他の例示的な方法を図解する。この図解する例は、接触構造体800の弾力性のある部分810のアーム814a、814bが一層より多い層に形成されている、図8Aに示す接触構造体800と同様の接触構造体を製造することを示す。結果得られる接触構造体800において、アーム814bは、1つの層802に一方の端部を、他の層806に他方の端部を有する。

20

【0032】

図10A及び10Bは、図8Aに図解する接触構造体800の第1の層802の形成を図解する。図10A及び10Bに示すように、第1マスク層1504を犠牲基板1502に適用し、第1マスク層をパターン形成し、接触構造体の第1の層を画定する凹所1510を形成する。さらに凹所1510を第1の構造材料1512で充填し、接触構造の第1の層を形成する。接触先端812の部分、アーム814a及び814bの部分、基部808の部分が第1の層内に形成されることが明らかである。

【0033】

図10C及び10Dは、図8Aに図解する接触構造体800の第2の層804の形成を図解する。図10C及び10Dに示すように、第2マスク層1506を第1マスク層1504及び第1の構造材料1512の上に適用する。第2マスク層1506をパターン形成して、形成されるべき接触構造体の第2の層を画定する凹所1514を形成し、凹所1514を第2の構造材料1516で充填し、接触構造の第2の層を形成する。接触構造体800の第2の層804は、接触先端812の部分、接合部826a、826b、基部808の部分を含む(図8参照)。

30

【0034】

図10E及び10Fは、図8Aに図解する接触構造体800の第3の層806の形成を図解する。図10E及び10Fに示すように、第3マスク層1508を第2マスク層1506及び第1の構造材料1516の上に適用し、第3マスク層1508をパターン形成し、形成されるべき接触構造体の第3の層を画定する凹所1520を形成する。さらに凹所1520を第3の構造材料1522で充填し、図8Aの接触構造の第3の層806(図8A参照)を形成する。さらに図8Aを参照すると、接触構造体800の第3の層806には、接触先端812の部分、アーム814a及び814bの部分、基部808の部分が含まれている。もちろん各層の凹所に付着された構造層は、層間で同様とすることも、異なるものとする你也可以する。

40

【0035】

図11A～11Hは、結果得られる接触構造体が2層のみを含む積層された接触構造体を製造する他の例示的な方法を図解する。示すように、図11A及び11Bは、犠牲基板1302上に第1マスク層1304を適用し、凹所1310を形成するように第1マスク層をパターン形成し、凹所1310を第1の構造材料1312で充填するステップを図解する。

50

【 0 0 3 6 】

図 1 1 C 及び 1 1 D に示すように、構造材料 1312 に付着をもたらす材料 1311 を結果得られる接触構造体のアームに対応する構造材料 1312 の部分に付着する。付着をもたらす材料 1311 を、潤滑材料、容易にエッチングにより取り除くことができる犠牲材料、等とすることができる。さらに付着をもたらす材料 1311 を、代替的に、結果得られる接触構造体のアームに対応する領域の全てに適用することができる。他の代替例のように、構造材料 1316 の第 2 の層の付着を促進する材料を、アームの全ての部分又は一部分を除く任意の場所の、構造材料 1312 の第 1 の層の表面に適用することができる。

【 0 0 3 7 】

したがって接触構造体の第 2 の層は、図 1 1 E 及び 1 1 F に図解するように形成される。示すように第 2 マスク材料 1306 を第 1 マスク層 1304 上に適用し、第 2 マスク層 1306 を凹所 1314 が形成されるようにパターン形成し、凹所 1314 を第 2 の構造材料 1316 (第 1 の構造材料 1314 と同様であっても、又は相違していても良い) で充填する。マスク層 1304、1306 はさらに除去され、結果得られる接触構造体は犠牲基板 1302 から解放される。付着をもたらす材料 1311 としてエッチング可能な材料を使用する場合には、付着をもたらす材料をエッチングにより取り除くことができる。結果得られる例示的な接触構造体は、概して図 1 A に図解する接触構造体 100 と同様であるが、内側層 104 を有さない。(もちろん図 1 1 A ~ 1 1 F に示す例は、図 1 に示す接触構造体 100 の中間部分 110 に示す一組のアーム 114a、114b ではなく、二組のアームを有する弾力性を有する中間部分を備えている。)

図 1 2 は、上記のような接触構造体の例示的な応用を図解する。図 1 2 に示すように、押圧された場合に(先に議論したように)、好ましくは回転する形式である接触構造体 1600 のアレイが、保持基板 1610 の貫通孔部 1604 に組み込まれている。また図 1 2 に示すように、接触構造体 1600 の基部端部は、ハンダ 1622 又は他の手段(例えば鉛付け、溶接、付着など)により間隔変換器基板 1620 のパッド 1624 に固着されている。示すように、間隔変換器基板 1620 は、対応するパッド 1628 及び導電性の相互接続 1626 を有し、相互接続はパッド 1624 をパッド 1628 に電氣的に接続する。間隔変換器基板 1620 は、それ自体より大きな装置内に組み込まれている。例えば間隔変換器基板 1620 は、米国特許第 5,974,662 号の図 5 の間隔変換器 506 を置換可能であり、この特許は参照することにより、その内容を全て本発明に取り入れるることとする。保持基板 1610 は、取付用金具、留め金、付着材料、等を含む任意の好適な手段により、間隔変換器基板 1620 に固着される。また複数の保持基板 1610 は、接触構造体 1600 の多数のアレイを形成するように 1 つの間隔変換器基板 1620 に固着される。加えて貫通孔部が導電性材料によって随意的に被覆される。したがって上述したように、接触構造体 1600 は、随意的に屈曲するように設計され、貫通孔部の導電性の側面と接触して、接触構造体を介する電気抵抗を低減させる可能性がある。

【 0 0 3 8 】

図 1 3 は、貫通孔部 1004 にねじ山が付けられている保持基板 1010 の代替的な例を図解する。接触構造体 1100 は、貫通孔部 1004 内のねじ山と係合するねじ係合部 1104 を含む。示すように、また接触構造体 1100 は、アンカー部 1102 を含む。(また図 1 2 に図解する接触構造体 100 がアンカー部を含み得ることは明らかである。)力が接触構造体 1100 の先端に適用され、接触構造体を押圧すると、接触構造体は、ねじ係合部 1104 がねじ山が付けられた貫通孔内 1004 内を上昇するように回転する。このようにして押圧されるが回転するようには構造的に設計されていない接触構造体 1100 でさえも(図 1 ~ 8 に関する上記を参照)、回転するように形成することができる。このような回転はねじ切りによって調整されることに注意されたい。

【 0 0 3 9 】

図 1 4 A ~ 1 4 E は、保持基板 1010 のようなねじ山のついた貫通孔部を有する保持基板を形成する例示的な方法を図解する。

【 0 0 4 0 】

図 1 4 A に示すように、容易にエッチングにより取り除くことができる材料からなる棒状部 1002 を、ねじ山付き管状部を形成する材料で被覆する。例えば棒状部 1002 を銅から形

10

20

30

40

50

成することができ、被覆をロジウムから形成することができる。しかしながら棒状部1002及び被覆を、金属材料を含む任意の材料とすることもできる。棒状部1002を、制限するのではなく、円形、正方形、長方形、多角形などを含む任意の断面寸法とすることができる。理解されるように、棒状部がエッチングされて取り除かれると、被覆材料により形成された管状部が残される。管状部の内径を増大させるために、管状部を形成する最終の被覆層に先立ち、1つ又はそれ以上の中間被覆層を棒状部に形成することができる。中間被覆層は、棒状部とともにエッチングにより取り除かれる。代替的には、中間被覆を適所に保持することができる。例えば潤滑剤からなる第1の中間被覆が最終の管状部の内壁を形成し、それによって管状部は潤滑された内壁を有する。もちろん任意の恒久的な被覆を、所望の特性を達成するためにさらに処理することができる（棒状部をエッチングにより取り除く前、又は後に）。例えば付加的な被覆は、改善された強さ、腐食に対する保護、改善された導電性、改善された付着特性を付加する。

10

【0041】

棒状部1002が、最終被覆を適用する前に捻られていることが好ましい。もちろん棒状部1002は、1つ又はより多くの被覆が適用される際に、その捻れた位置に保持される。

【0042】

図14Bに示すように、被覆された捻れた棒状部1004はねじ山様の螺旋パターンを形成する。単一の方に捻れている棒状部を示すが、また棒状部が2つ又はそれ以上で反対方向に捻れていることが望まれることもある。捻ることによって生成されるねじ山様螺旋パターンは、最終的に、接触先端に回転をもたらす管状部のねじ山となる。

20

【0043】

図14Cに示すように、捻れた棒状部は部分1004に切断され（任意の数の部分が切断され、多くのうちの2つを示す）、それぞれ第1基板1006及び第2基板1008の位置合わせされた孔部又はピッチのような他の保持造作に配置される。図14Dに示すように、さらに凝固可能な基板材料1010が、2つの基板1006、1008の間で形作られる。2つの基板は、図14Dに示すように、互いに留め金により固定され（留め金は図示しない）、さらに型内に配置される。代替的には、2つの基板は、型を画定する側壁プレートを含む。

【0044】

凝固可能な基板材料1010が凝固すると、第1及び第2基板1006、1008が取り除かれる（例えばエッチングにより）。棒状部1002及び任意の中間被覆層もまたエッチングにより取り除かれる。第1及び第2基板、棒状部、中間被覆を、それらが同じ工程ステップにおいてエッチングにより取り除くことができるように同様の材料から形成することができる。随意的に結果得られる基板1010の上面及び下面の一方又は双方を、図14Eに示すように平坦化することができる。代替的に、第1及び第2基板の一方又は双方を基板1010に取り付けたままとすることができる。例えば1006と同様であるが、各管状部の端部に心合わせされている管状部1004の内径よりも小さな開口を有する基板を、管状部の内側構成要素に対するリテーナーとして機能するように裏側に残すことができる。さらに他の代替的な例では、管状部1004の端部を除去することなく基板を取り除き（例えばエッチングにより）、それによって管状部1004の端部が基板1010の一方又は双方の表面から延伸する。したがって管状部は、保持基板1010のねじ山付き貫通孔部を形成する。

30

40

【0045】

図15A～15Iは、アンカー部1102及びねじ係合部1104（図13参照）を備えている接触構造体を製造する例示的な方法を図解する。図15A及び15Bは接触構造体の第1の層の形成を図解する。図15A及び15Bに示すように、第1マスク材料1404を犠牲基板1402に適用する。第1マスク材料を凹所を有するようにパターン形成し、これを構造材料1414で充填し、接触構造体の第1の層を形成する。図15C及び15Dに図解するように、接触構造体の第2の層を同様に形成する。示すように、第2マスク材料1406を第1マスク材料1404及び第1の構造材料1414の上に適用する。第2マスク材料1406を凹所を有するようにパターン形成し、凹所を構造材料1416で充填し、接触構造体の第2の層を形成する。図15E及び15Fに示すように、この工程は、再度接触構造体の第3の層を形成す

50

るように繰り返される。すなわち第3の構造材料1418を、第3マスク材料1408の凹所に充填する。図15G及び15Hは、接触構造体の第4の層が形成されているさらなる繰り返しを図解する。示すように、構造材料1420を第4マスク材料1410の凹所に充填する。図15Iに示すように、この工程は、図12に示す接触構造体1100が仕上げられるまで、3つの付加的な層1412において繰り返され、その後マスク層の全ては除去され、接触構造体が犠牲基板1402から解放される。もちろん各層の凹所に付着された構造材料を、各層において、同様とすることも異なるものとする你也可以。実際に各層をそれ自体、異なる材料又は変化する材料からなる複数の副層から形成することもできる。

【0046】

図9A～9I、図10A～10F、図11A～11F、図15A～15Iに図解する例示的な工程は、概して同様であり、材料、変形、付加的な処理、異なる材料からなる先端の形成、解放層もしくはシード層の利用、付着促進材の利用、異なる材料からなる複数の副層における層の形成、など上述の工程の任意の一つに対して議論もしくは言及した任意の事柄は、上述した工程の他の任意の工程に対して実施可能であることは明らかである。

【0047】

したがって微小電子ばね接触子の好適な実施形態を開示してきたが、先に議論した実施形態の特定の利点が達成されることが当業者には明らかであることが明らかである。また本発明の種々の変更、適合、代替的な実施形態が本発明の範囲及び精神内でなされ得ることが明らかである。例えばばね接触子を図解したが、上述の本発明の原理は他の用途に対する回転する他の形式の構造体に等しく適用可能であることは明らかである。他の例として、上記の例は、犠牲基板上にただ1つの接触構造体を形成することを示すが、通常多くのばね接触子が1つの犠牲基板上に同時に形成される。本発明は添付の特許請求の範囲の記載により画定される。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1A】本発明による例示的なばね接触子を示す斜視図である。

【図1B】図1に示すのと同様の構造の、弾力性を有するアームの配列を示す線図である。

【図2】本発明の代替的な実施形態による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図である。

【図3】本発明の代替的な実施形態による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図である。

【図4A】本発明による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図であり、押圧されていない状態を示す。

【図4B】本発明による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図であり、押圧されている状態を示す。

【図5A】本発明による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図であり、押圧されていない状態を示す。

【図5B】本発明による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図であり、押圧されている状態を示す。

【図6】本発明の代替的な実施形態による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図である。

【図7】本発明の代替的な実施形態による種々の例示的なばね接触子を示す斜視図である。

【図8A】本発明の実施形態による例示的なばね接触子を、徐々に押圧が強くなる状態において示す斜視図であり、このばね接触子は、接合部により結合されているとともに対向する外側層に形成されている弾力性を有するアームを備えている。

【図8B】本発明の実施形態による例示的なばね接触子を、徐々に押圧が強くなる状態において示す斜視図であり、このばね接触子は、接合部により結合されているとともに対向する外側層に形成されている弾力性を有するアームを備えている。

【図 8 C】本発明の実施形態による例示的なばね接触子を、徐々に押圧が強くなる状態において示す斜視図であり、このばね接触子は、接合部により結合されているとともに対向する外側層に形成されている弾力性を有するアームを備えている。

【図 9 A】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 9 B】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 9 C】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 9 D】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

10

【図 9 E】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 9 F】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 9 G】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 9 H】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 9 I】本発明によるばね接触子を製造する方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

20

【図 10 A】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 10 B】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 10 C】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 10 D】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 10 E】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

30

【図 10 F】本発明によるばね接触子を製造する他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 11 A】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 11 B】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 11 C】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 11 D】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

40

【図 11 E】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 11 F】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 12】探針用途用のばね接触子のアレイを図解する断面概略図である。

【図 13】ばね接触子のアレイを保持するための貫通孔部を有する基板を図解する断面概略図である。

【図 14 A】貫通孔部を製造する方法の例示的な工程を図解する斜視図である。

【図 14 B】貫通孔部を製造する方法の例示的な工程を図解する斜視図である。

50

【図 1 4 C】貫通孔部を製造する方法の例示的な工程を図解する斜視図である。

【図 1 4 D】貫通孔部を製造する方法の例示的な工程を図解する斜視図である。

【図 1 4 E】貫通孔部を製造する方法の例示的な工程を図解する斜視図である。

【図 1 5 A】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 1 5 B】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

【図 1 5 C】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 1 5 D】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

10

【図 1 5 E】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 1 5 F】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

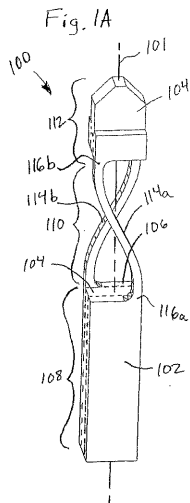
【図 1 5 G】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する平面概略図である。

【図 1 5 H】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

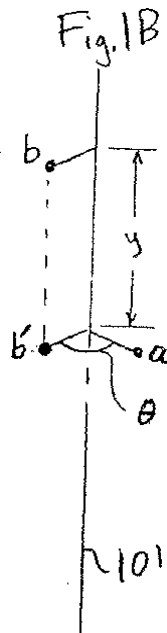
【図 1 5 I】本発明によるばね接触子を製造するさらに他の方法の例示的な工程を図解する断面概略図である。

20

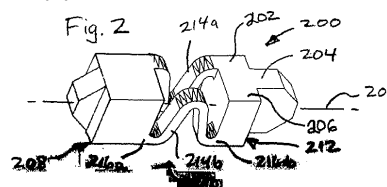
【図 1 A】



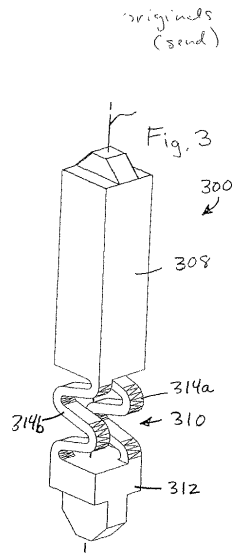
【図 1 B】



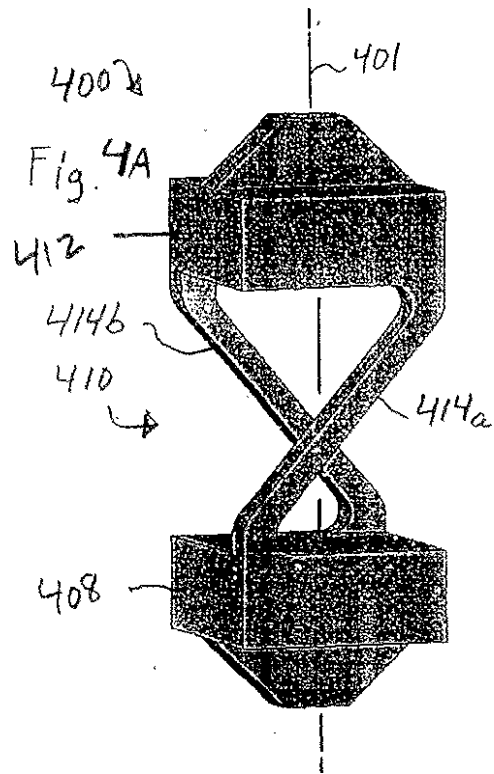
【図 2】



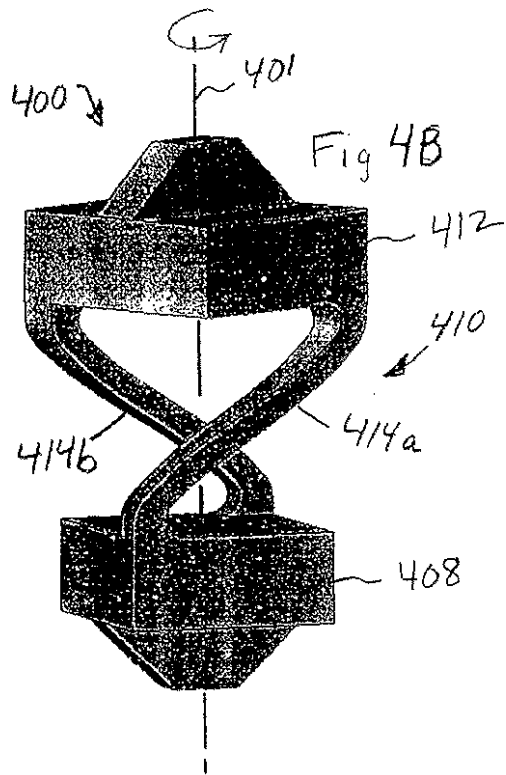
【図 3】



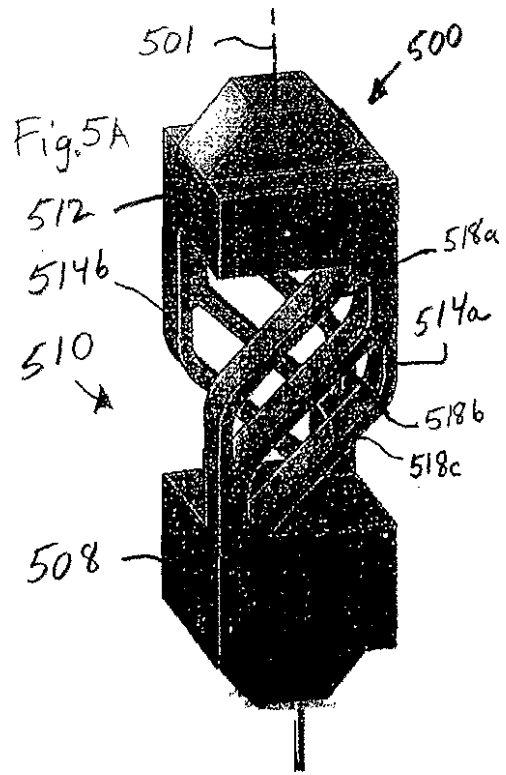
【図 4 A】



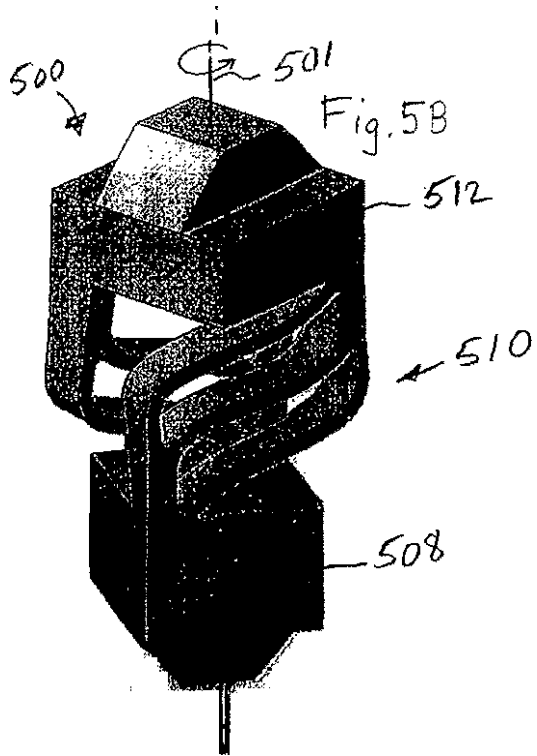
【図 4 B】



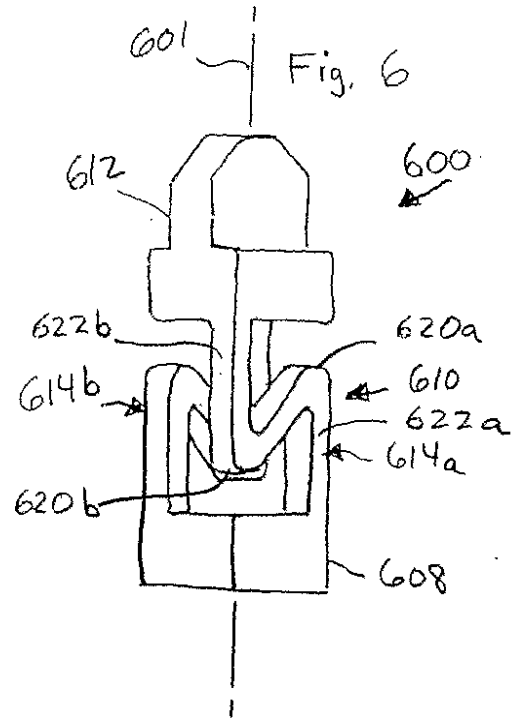
【図 5 A】



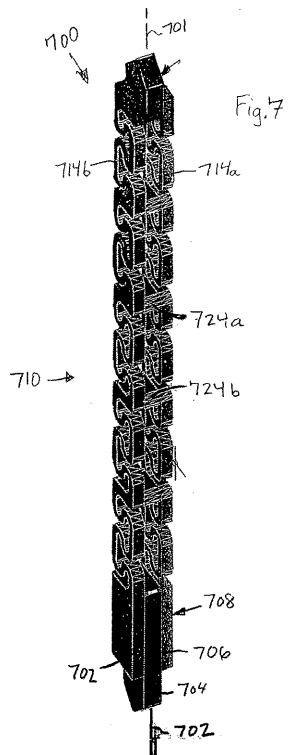
【図 5 B】



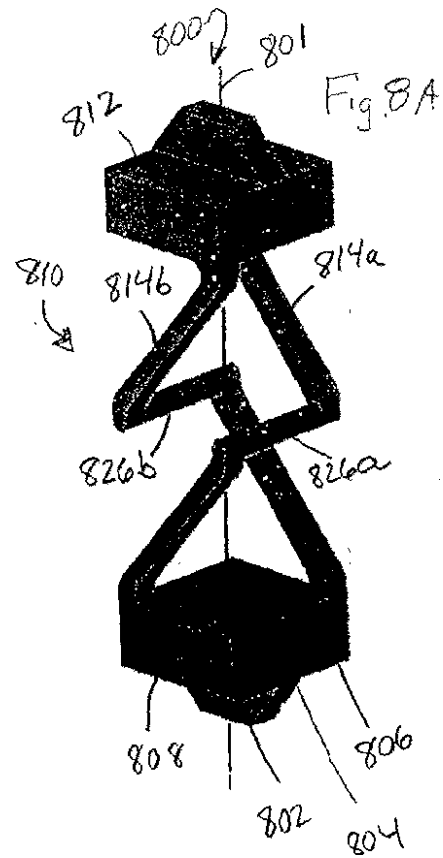
【図 6】



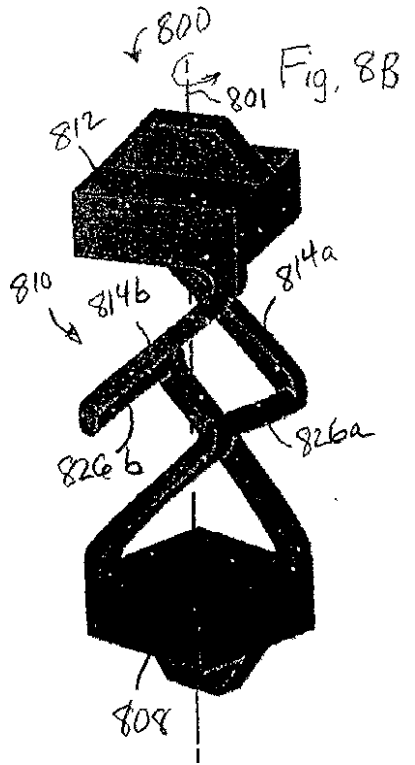
【図 7】



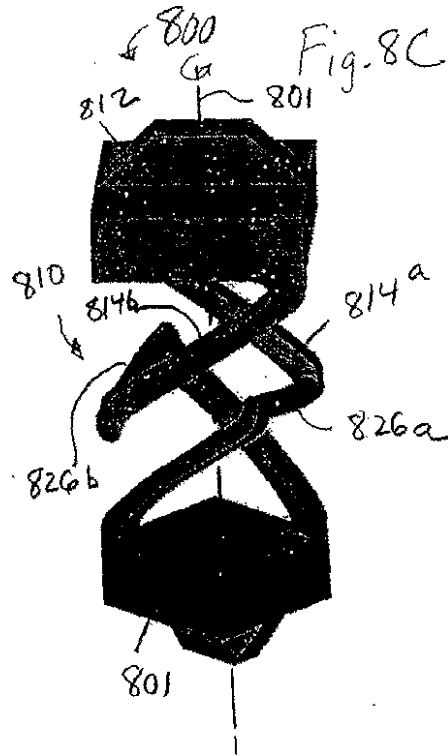
【図 8 A】



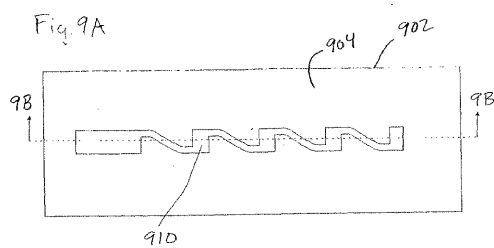
【図 8 B】



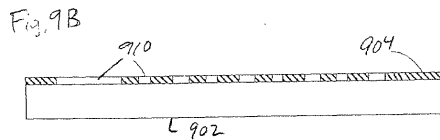
【図 8 C】



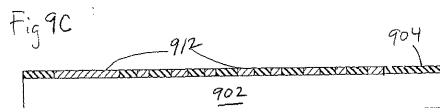
【図 9 A】



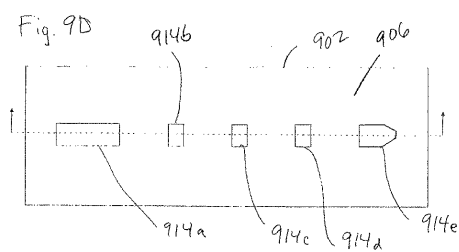
【図 9 B】



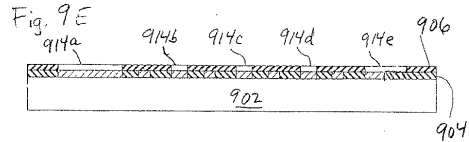
【図 9 C】



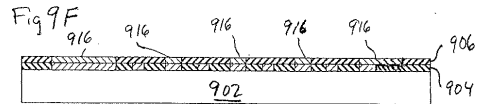
【図 9 D】



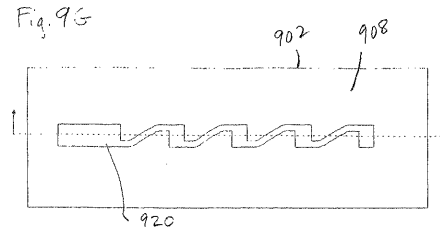
【図 9 E】



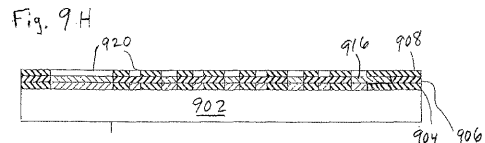
【図 9 F】



【図 9 G】



【図 9 H】

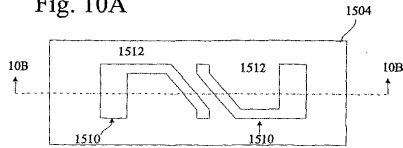


【図 9 I】



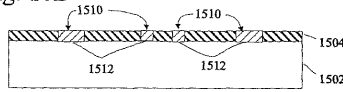
【図10A】

Fig. 10A



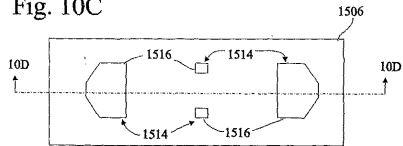
【図10B】

Fig. 10B



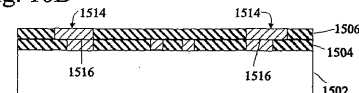
【図10C】

Fig. 10C



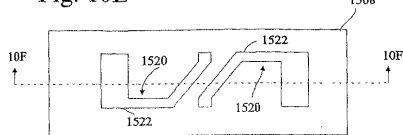
【図10D】

Fig. 10D



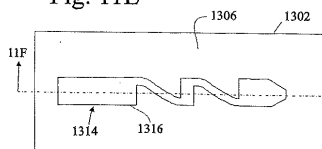
【図10E】

Fig. 10E



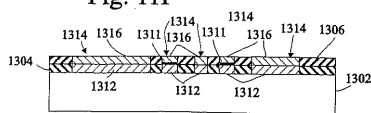
【図11E】

Fig. 11E



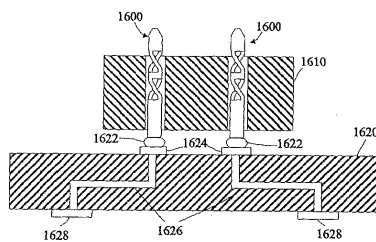
【図11F】

Fig. 11F



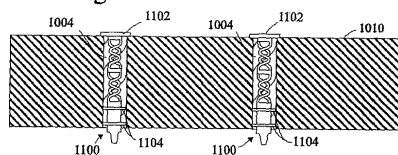
【図12】

Fig. 12



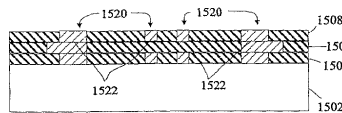
【図13】

Fig. 13



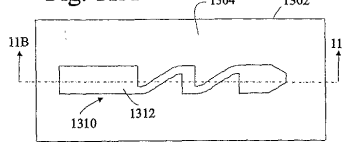
【図10F】

Fig. 10F



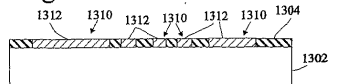
【図11A】

Fig. 11A



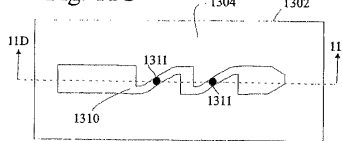
【図11B】

Fig. 11B



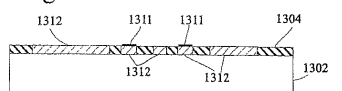
【図11C】

Fig. 11C



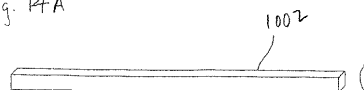
【図11D】

Fig. 11D



【図14A】

Fig. 14A



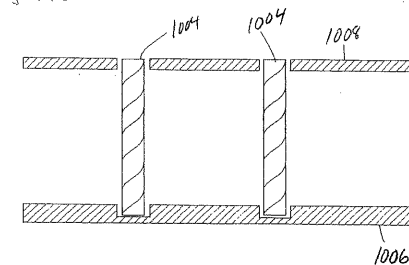
【図14B】

Fig. 14B



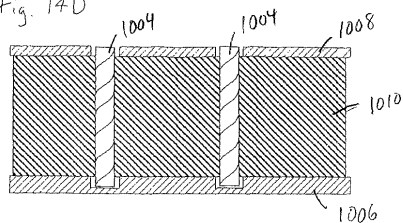
【図14C】

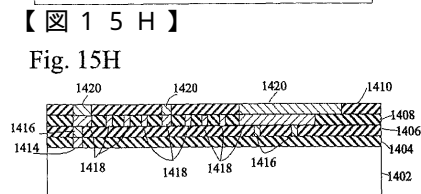
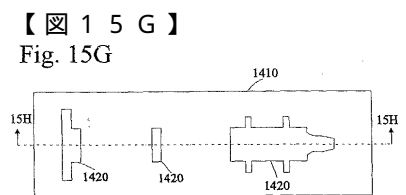
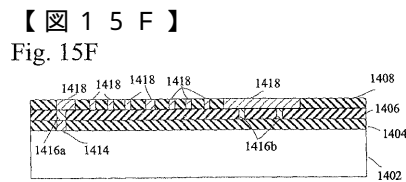
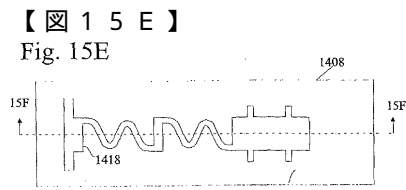
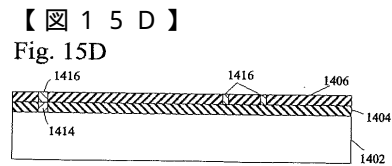
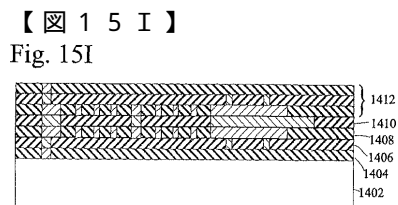
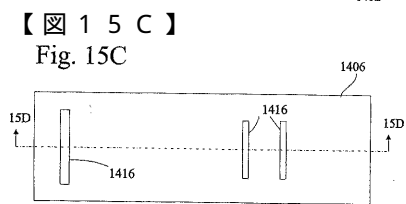
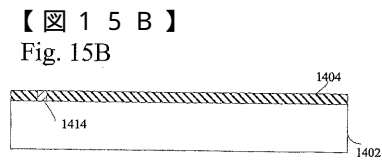
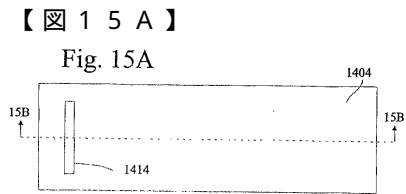
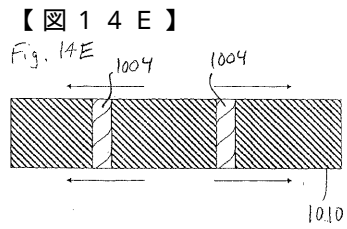
Fig. 14C



【図14D】

Fig. 14D





フロントページの続き

- (72)発明者 グループ，ゲーリー，ダブリュー
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 5 8 8，プリザントン，シングルツリー・コート・6 8 0 7
- (72)発明者 マシュー，ゲータン，エル
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 5 5 0，リバモアー，オレンジ・ウェイ・6 5 9
- (72)発明者 マドセン，アレク
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 4 6 0 6，オークランド，トゥエルブス・アベニュー・2 5 2
6

審査官 荒井 誠

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 2 9 2 4 3 6 (J P , A)
特表平 0 8 - 5 0 8 6 1 3 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 8 3 6 6 1 (J P , A)
米国特許第 0 4 7 7 3 8 7 7 (U S , A)
特開 2 0 0 1 - 0 5 6 3 4 5 (J P , A)
特表 2 0 0 1 - 5 1 9 9 0 4 (J P , A)
実開昭 6 2 - 0 6 9 1 6 4 (J P , U)

(58)調査した分野(Int.Cl.，D B 名)

G01R 1/067
G01R 1/073
H01L 21/66