

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6767124号
(P6767124)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(51) Int.Cl.	F 1
G 11 B 21/21	(2006.01)
C 09 J 9/02	(2006.01)
C 09 J 5/06	(2006.01)
G 11 B 21/10	(2006.01)
G 11 B 5/60	(2006.01)

請求項の数 16 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-26872 (P2016-26872)	(73) 特許権者	508130890 ハッチンソン テクノロジー インコーポ レイテッド HUTCHINSON TECHNOLO GY INCORPORATED アメリカ合衆国 55350-9784
(22) 出願日	平成28年2月16日(2016.2.16)		
(65) 公開番号	特開2016-152059 (P2016-152059A)		
(43) 公開日	平成28年8月22日(2016.8.22)		
審査請求日	平成31年2月15日(2019.2.15)		
(31) 優先権主張番号	14/623,774		
(32) 優先日	平成27年2月17日(2015.2.17)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
前置審査		(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100142907 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ディスクドライブサスペンションにおけるマイクロアクチュエータ取り付け接着剤の部分的な硬化化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロアクチュエータを、第1の面及び第2の面を含む上面を有する撓み部材に取着する方法であって、

構造用接着剤の塊が湿潤状態で塗布される、前記構造用接着剤の塊を前記撓み部材の前記第1の面に堆積させること、

前記構造用接着剤が前記湿潤状態にある間に前記撓み部材の前記第1の面と前記マイクロアクチュエータの表面との間に位置付けられ、かつ該撓み部材の第1の面及びマイクロアクチュエータの表面のそれぞれに接触するように、前記マイクロアクチュエータを前記撓み部材にわたって取り付けること、

前記湿潤状態にある間における前記構造用接着剤の塊への硬化エネルギーの第1の印加によって前記構造用接着剤の塊を部分的に硬化させることと、

導電性接着剤の塊が前記撓み部材の前記第2の面、前記マイクロアクチュエータの第1の端子、及び前記部分的に硬化された状態にある前記構造用接着剤の塊のそれぞれに接触するように堆積される、前記導電性接着剤の塊を前記撓み部材に堆積させることと、

前記構造用接着剤及び前記導電性接着剤の塊を、硬化エネルギーの第2の印加によって完全に硬化させることと、を含む方法。

【請求項 2】

前記構造用接着剤の塊は、前記部分的に硬化された状態にある間、前記マイクロアクチュエータの下への前記導電性接着剤の塊の浸透を防止する請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記構造用接着剤の塊は、前記部分的に硬化された状態にあるときは、前記導電性接着剤の塊によって変位しない請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

硬化エネルギの前記第 1 の印加は加熱された空気への暴露を含み、前記空気は少なくともセ氏 130 度まで加熱される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記構造用接着剤の塊は、前記部分的に硬化された状態にある間は、硬化された前記構造用接着剤の表皮、及び依然として前記湿潤状態である前記構造用接着剤のコアを含む請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記構造用接着剤は電気的に絶縁性である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記導電性接着剤の塊を前記撓み部材に堆積させた後で、前記構造用接着剤の塊は、前記撓み部材と前記マイクロアクチュエータとの間に完全に収容される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記撓み部材はステンレス鋼層を含み、前記第 1 の面は前記ステンレス鋼層の面である請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

20

前記第 2 の面は前記撓み部材の導電性パッドである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 の面は、前記第 2 の面とは異なるタイプの金属から形成される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 の面は、前記マイクロアクチュエータの取り付け後では該マイクロアクチュエータの完全に下にあり、一方で前記第 2 の面は、前記マイクロアクチュエータの取り付け後では該マイクロアクチュエータの下にない請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記上面は第 3 の面及び第 4 の面を含み、

30

前記方法は、

付加的な構造用接着剤の塊が湿潤状態で塗布される、前記付加的な構造用接着剤の塊を前記撓み部材の前記第 3 の面に堆積させることと、

付加的な導電性接着剤の塊が前記撓み部材の前記第 4 の面、前記マイクロアクチュエータの第 2 の端子、及び前記付加的な構造用接着剤の塊の面のそれぞれに接触するように堆積される、前記付加的な導電性接着剤の塊を前記撓み部材に堆積させることと、を更に含み、

前記導電性接着剤は前記マイクロアクチュエータの第 1 の側端に沿って堆積され、前記付加的な導電性接着剤の塊は前記マイクロアクチュエータの第 2 の側端に沿って堆積され、

40

前記マイクロアクチュエータは、前記構造用接着剤が前記撓み部材の前記第 3 の面と前記マイクロアクチュエータの前記表面との間に位置付けられ、かつ該撓み部材の第 3 の面及びマイクロアクチュエータの表面のそれぞれに接触するように、前記撓み部材にわたって取り付けられ、

前記部分的に硬化させるステップは、前記湿潤状態にある間における前記付加的な構造用接着剤の塊への硬化エネルギの前記第 1 の印加によって、前記付加的な構造用接着剤の塊を部分的に硬化させることを更に含み、

前記付加的な導電性接着剤の塊は、前記付加的な構造用接着剤の塊が前記部分的に硬化された状態にある間に堆積され、

前記完全に硬化させるステップは、硬化エネルギの前記第 2 の印加によって、前記付加

50

的な構造用接着剤の塊及び前記付加的な導電性接着剤の塊を完全に硬化させることを更に含む請求項1に記載の方法。

【請求項13】

前記構造用接着剤の塊を前記部分的な硬化させることができない場合、前記導電性接着剤の塊は、前記構造用接着剤の塊を変位させ、前記撓み部材の端子パッドを前記撓み部材の構造的な金属層に対して電気的に短絡させる請求項1_2に記載の方法。

【請求項14】

撓み部材アセンブリであって、

第1の面及び第2の面を含む上面を有する撓み部材と、

前記第1の面に配置される構造用接着剤の塊であって、部分的に硬化され、非導電性である前記構造用接着剤の塊と、10

前記撓み部材に取り付けられるマイクロアクチュエータであって、底面及び端子を有し、前記底面が前記構造用接着剤の塊に接触する前記マイクロアクチュエータと、

前記第2の面に配置される導電性接着剤の塊であって、前記端子及び前記構造用接着剤の塊に接触し、湿潤状態である前記導電性接着剤の塊と、を備える撓み部材アセンブリ。

【請求項15】

前記構造用接着剤の塊は、前記導電性接着剤の塊が前記マイクロアクチュエータの下面と前記第1の面との間に浸透することを防止する請求項1_4に記載の撓み部材アセンブリ。

【請求項16】20

前記第1の面は前記撓み部材の構造的な金属層であり、該構造的な金属層は第1の金属から形成され、前記第2の面は前記撓み部材のトレースに電気的に接続する端子パッドであり、該端子パッドは前記第1の金属とは異なる第2の金属から形成される請求項1_4に記載の撓み部材アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ディスクドライブ、及びディスクドライブのサスペンションに関する。特に、本発明は、デュアルステージアクチュエーション(DSA)サスペンションである。

【背景技術】30

【0002】

デュアルステージアクチュエーション(DSA)ディスクドライブヘッドサスペンション、及びDSAサスペンションを組み込んだディスクドライブが一般的に既知であり、市販されている。例えば、サスペンションのベースプレート上又は他の取り付け部分上の、すなわちサスペンションのばね領域又はヒンジ領域に対して近位の、アクチュエーション構造部を有するDSAサスペンションが、Okawaraによる特許文献1、Shumによる特許文献2、Fuchinoによる特許文献3、及びImamuraによる特許文献4に記載されている。サスペンションのロードビーム又はジンバル部分、すなわちばね領域又はヒンジ領域に対して遠位に位置付けられるアクチュエーション構造部を有するDSAサスペンションも既知であり、例えば、Jurgensonによる特許文献5、Krinkによる特許文献6及びYaoによる特許文献7に開示されている。同一位置に配置されるジンバルベースのDSAサスペンションが、Milleerによる特許文献8、Milleerによる特許文献9、及び、Milleerによる特許文献10に開示されている。上記で明記した特許及び特許出願はそれぞれ、あらゆる目的でそれらの全体が参照により本明細書に援用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0067151号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2012/0002329号明細書40

50

【特許文献3】米国特許出願公開第2011/0242708号明細書

【特許文献4】米国特許第5,714,444号明細書

【特許文献5】米国特許第5,657,188号明細書

【特許文献6】米国特許第7,256,968号明細書

【特許文献7】米国特許出願公開第2008/0144225号明細書

【特許文献8】米国特許第8,681,456号明細書

【特許文献9】米国特許第8,891,206号明細書

【特許文献10】米国特許出願公開第2014/0098440号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

DSAサスペンションの改善された性能が依然として必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

種々の実施形態は、マイクロアクチュエータを撓み部材(flexure)に取着する方法に関する。方法は、構造用接着剤の塊を撓み部材の第1の面に堆積させることを含み、構造用接着剤の塊は湿潤状態で塗布される。方法は、構造用接着剤が湿潤状態にある間に撓み部材の第1の面とマイクロアクチュエータの表面との間に位置付けられ、かつ撓み部材の第1の面及びマイクロアクチュエータの表面のそれぞれに接触するように、マイクロアクチュエータを撓み部材にわたって取り付けることを更に含む。方法は、湿潤状態にある間における構造用接着剤の塊への硬化エネルギーの第1の印加によって構造用接着剤の塊を部分的に硬化させることを更に含む。方法は、導電性接着剤の塊を撓み部材に堆積させることを更に含み、導電性接着剤の塊は、撓み部材の第2の面、マイクロアクチュエータの第1の端子、及び部分的に硬化された状態にある構造用接着剤の塊のそれぞれに接触するように堆積される。方法は、構造用接着剤の塊及び導電性接着剤を、硬化エネルギーの第2の印加によって完全に硬化させることを更に含む。

20

【0006】

種々の実施形態は、第1の面及び第2の面を有する撓み部材を含む撓み部材アセンブリに関する。撓み部材アセンブリは、第1の面に配置される構造用接着剤の塊を更に含み、構造用接着剤の塊は部分的に硬化され、構造用接着剤の塊は非導電性である。撓み部材アセンブリは、撓み部材に取り付けられるマイクロアクチュエータを更に含み、マイクロアクチュエータは底面及び端子を有し、底面は構造用接着剤の塊に接触する。撓み部材アセンブリは、第2の面に配置される導電性接着剤の塊を更に含み、導電性接着剤の塊は端子及び構造用接着剤の塊に接触し、導電性接着剤の塊は湿潤状態である。

30

【0007】

種々の実施形態は、マイクロアクチュエータを撓み部材に取着する方法に関する。方法は、構造用接着剤の塊を撓み部材に堆積させることを含み、構造用接着剤の塊は湿潤状態で塗布され、構造用接着剤の塊は非導電性である。方法は、マイクロアクチュエータの下面を湿潤状態の構造用接着剤の塊に接触させることによって、マイクロアクチュエータを撓み部材にわたって取り付けることを更に含む。方法は、湿潤状態にある間における構造用接着剤の塊への硬化エネルギーの第1の印加によって構造用接着剤の塊を部分的に硬化させることを更に含む。方法は、導電性接着剤の塊を撓み部材に堆積させることを更に含み、導電性接着剤の塊は構造用接着剤の塊に接触し、導電性接着剤の塊は湿潤状態で塗布され、構造用接着剤の部分的な硬化の状態は、導電性接着剤が撓み部材とマイクロアクチュエータの下面との間に逃げること、及び構造用接着剤を変位させることを防止する。方法は、構造用接着剤の塊及び導電性接着剤を、硬化エネルギーの第2の印加によって完全に硬化させることを更に含む。

40

【0008】

種々の実施形態の更なる特徴及び変更形態が、本明細書において更に説明されるとともに図面に示される。複数の実施形態が開示されるが、本開示の更に他の実施形態が、本開

50

示の例示的な実施形態を示し記載する以下の詳細な説明から当業者には明らかとなるであろう。したがって、図面及び詳細な説明は、事実上例示的なものとみなされ、限定的であるとみなされるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】デュアルステージアクチュエーション（DSA）構造部を有する撓み部材を有するサスペンションのロードビーム側の斜視図である。

【図2】図1に示されているサスペンションの遠位端の撓み部材側（すなわち、図1に示されている側と反対の側）の斜視図である。

【図3】マイクロアクチュエータを有するDSA構造部を強調するようにサスペンションの部分が図から除かれた状態の撓み部材の遠位端のステンレス鋼側の斜視図である。 10

【図4】マイクロアクチュエータを有する撓み部材の遠位端の俯瞰図である。

【図5】図4と同じであるが、細部を示すようにマイクロアクチュエータが取り外された状態の俯瞰図である。

【図6】図5と同じであるが、細部を示すように接着剤が取り外された状態の俯瞰図である。

【図7】部分的に組み付けられた撓み部材の実施形態の図6の線A-Aに沿う断面図である。

【図8】図7と同じであるが、実施形態が更に組み付けられた状態にあるときの断面図である。 20

【図9】図8と同じであるが、実施形態が更に組み付けられた状態にあるときの断面図である。

【図10】図9と同じであるが、実施形態が更に組み付けられた状態にあるときの断面図である。

【図11】図10と同じであるが、省かれるステップに起因して代替的な構成を示す断面図である。

【図12】撓み部材を組み付ける方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

複数の実施形態が開示されるが、本開示の範囲内にある更に他の実施形態が、例示的な実施形態を示し記載する以下の詳細な説明から当業者には明らかとなるであろう。したがって、図面及び詳細な説明は、事実上例示的なものとみなされ、限定的であるとみなされるべきではない。 30

【0011】

図1は、同一位置に配置されるか又はジンバルベースのデュアルステージアクチュエーション（DSA）構造部を有する撓み部材4を有するサスペンション2のロードビーム側の斜視図である。図1に示すように、サスペンション2は、近位取り付け構造部としてベースプレート6を含む。サスペンション2は、ばね領域又はヒンジ領域12に沿ってベースプレート6に連結される剛性の領域又はビーム領域10を有するロードビーム8を含む。ロードビーム8はステンレス鋼から形成することができる。撓み部材4は、撓み部材4の遠位端にジンバル14を含む。DSA構造部16が、ロードビーム8の遠位端に隣接してジンバル14に位置付けられる。本明細書において用いられる場合、近位及び遠位は、サスペンション2の長手方向軸線に沿う相対的な方向を指す。例えば、ベースプレート6は、ロードビーム8の近位にある。軸の矢印(key)13が、図1及び後続の図においてX軸、Y軸及びZ軸を示す。サスペンション2は、遠位方向及び近位方向にX軸に沿って概ね細長い。本明細書において用いられる場合、横方向は、Y軸に沿い、サスペンション2の長手方向軸線に直交する左右の方向を表す。撓み部材4を含むサスペンション2は、X軸及びY軸によって画定されるX-Y平面と概ね同一平面上にある。Z軸は、高さ並びに下及び上の向きを表す。 40

【0012】

10

20

30

40

50

図2は、サスペンション2の遠位端の撓み部材4側の詳細な斜視図である。図2は、図1に対してサスペンション2の反対側を示す。ヘッドスライダ18が、ロードビーム8とは反対側のサスペンション2においてジンバル14のタング20に取り付けられる。スライダ18は、タング20のスライダ取り付け領域に取り付けられる。スライダ取り付け部は、スライダ18(又はスライダ18が取着される構成要素)を、エポキシ等の接着剤等によって取着することができるタング20の表面である。スライダ18をジンバル14の異なる部分に取着することができるが理解されるであろう。図2は、ジンバル14に取り付けられているマイクロアクチュエータ22を更に示している。

【0013】

撓み部材4は幾つかの層から構成される。撓み部材4はステンレス鋼層24を含む。ステンレス鋼層24は、撓み部材4への構造的な骨格として働くことができる。ステンレス鋼の代わりに、ステンレス鋼以外の金属を使用することができる。ステンレス鋼層24はばねアーム30を含むことができる。ステンレス鋼層24はタング20を含む。タング20をばねアーム30によって支持することができる。図2に示すように、タング20はばねアーム30同士の間に位置付けられる。

10

【0014】

撓み部材4は絶縁回路層26を含む。絶縁回路層26をステンレス鋼層24に取着することができる。絶縁回路層26は、ステンレス鋼層24の平面に対して平行である平面として延びることができる。絶縁回路層26は、フライングリードセグメント等における種々の位置においてステンレス鋼層24から延びることができる。絶縁回路層26は、絶縁材料27(例えばポリイミド又は他の誘電体)の1つ又は複数の層によって絶縁される複数のトレース28を含むことができる。例えば、絶縁材料27の上部層及び底部層が、複数のトレース28を挟み、複数のトレース28を電気的に絶縁することができ、絶縁材料27の上部層及び底部層は、絶縁回路層26の上面及び底面を画定する。トレース28は、銅又は別の導電性材料から形成することができる。絶縁材料27はポリイミド又は別のポリマーであり得る。トレース28は、当該技術分野において既知であるように、ディスクドライブの制御回路部に近位に電気的に接続することができる。トレース28は、マイクロアクチュエータ22等の種々の構成要素に遠位に電気的に接続することができる。スライダ18は、サスペンション2に沿って読み書き信号を送信するようにトレース28のうちの1つ又は複数に電気的に接続することができる。

20

【0015】

図3は、DSA構造部16を強調するようにサスペンション2の部分が図から除かれた状態の、撓み部材4の遠位端のステンレス鋼側の斜視図である。DSA構造部16は、ロードビーム8(図3には示されていない)とヘッドスライダ18との間で撓み部材4のジンバル14に取り付けられるマイクロアクチュエータ22を含む。マイクロアクチュエータ22に印加される電気的な駆動信号に応答して、マイクロアクチュエータ22は、タング20及びスライダ18を含むジンバル14の部分を、概ね横断方向のトラッキング軸線を中心に駆動する。

30

【0016】

図2に示すように、絶縁回路層26は、ステンレス鋼層24のばねアーム30の下のアーム29を含むことができる。アーム29は、タング20の対向する側方にあり得る。撓み部材4は端子パッド32を含む。より詳細には、端子パッド32は、絶縁回路層26のアーム29に取り付けることができる。端子パッド32は、金属(例えば銅)から形成され、絶縁回路層26の絶縁材料27を通して露出され、導電性接着剤34のそれぞれの塊へのアクセスを提供し、トレース28に電気的に接続させることができる。本明細書において更に示されるように、マイクロアクチュエータ22は、端子パッド32に少なくとも部分的に取り付けることができる。導電性接着剤34の塊は、マイクロアクチュエータ22のそれぞれの陽極及び陰極の端子に接続することができる。導電性接着剤34の塊は、撓み部材4上でマイクロアクチュエータ22を機械的に支持することができる。導電性接着剤34の塊は、他の選択肢の中でも、(例えば銀が充填された)導電性エポキシを含む

40

50

ことができる。導電性接着剤の1つの選択肢は、HENKEL（登録商標）ABLESTIK（登録商標）MA-2エポキシである。端子パッド32は通常、ステンレス鋼層24には電気的に接続されない。

【0017】

マイクロアクチュエータ22は、一対の構造用接着剤44の塊によって撓み部材4により支持される。構造用接着剤44の塊は、マイクロアクチュエータ22と撓み部材4との間に位置付けられ、マイクロアクチュエータ22及び撓み部材4に接触する。図示のように、構造用接着剤44の塊の対は、端子パッド32から横方向内方に位置決めすることができる。構造用接着剤の1つの選択肢は、HENKEL（商標）ABLESTIK（商標）20-35STエポキシである。

10

【0018】

図3では、マイクロアクチュエータ22は、トラッキング駆動信号がマイクロアクチュエータ22に印加されないニュートラルな非駆動状態にある。使用時に、第1の駆動信号が、トレース28及び導電性接着剤34の塊を介してマイクロアクチュエータ22の両端に印加される。（例えば第1の極性を有する）第1の駆動信号によって、マイクロアクチュエータ22の形状が変化する。より詳細には、マイクロアクチュエータ22の長さが（例えばY軸に沿って）概ね拡張する。マイクロアクチュエータ22の拡張によって、タング20、及びタング20に取り付けられているスライダ18が、回転軸線を中心に第1の方向に機械的に撓む。回転軸線はZ軸と概ね平行である。同じように、但し第1の駆動信号に対して逆の極性を有する第2の駆動信号の印加によって、マイクロアクチュエータ22が概ね収縮する。マイクロアクチュエータ22の収縮によって、タング20、及びタング20に取り付けられているスライダ18が回転軸線を中心に第2の方向に機械的に撓み、第2の方向は第1の方向とは反対である。マイクロアクチュエータ22の作動によるタング20の回転によって、スライダ取り付け部がトラッキング軸線を中心に回転し、これによりスライダ18がトラッキング軸線を中心に回転する。

20

【0019】

図4～図6は、細部を示すように種々の構成要素が取り外された状態の、撓み部材4の上面21の俯瞰図である。図4は、撓み部材4に取り付けられたマイクロアクチュエータ22の俯瞰図である。図4の俯瞰図は、ステンレス鋼層24のばねアーム30を示している。各ばねアーム30は、外側部分36、内側部分38、及び外側部分36を内側部分38に接続する遠位屈曲部40を含む。図示のように、外側部分36は、概ね近位-遠位軸線（X軸）に沿って延び、ばねアーム30は、ばねアーム30が内側部分38に180°回転するように、遠位屈曲部40において内方に湾曲する。内側部分38は、近位-遠位軸線（X軸）に沿って延びるように配向することもできる。なお、内側部分38は外側部分36の横方向内側にある。ステンレス鋼層24は、ばねアーム30の内側部分38から内方に延びる支柱42を含み、タング20を構造的に支持する。支柱42は、タング20に直接的に接続するステンレス鋼層24の唯一の部分であってもよい。

30

【0020】

絶縁回路層26は、ステンレス鋼層24のばねアーム30の下のアーム29を含むことができる。アーム29は、タング20の対向する側方にあり得る。絶縁回路層26のアーム29は支柱セクション25を含むことができる。支柱セクション25は、内方に延び、絶縁回路層26のタング部分37に接続する。支柱セクション25は、Y軸に対して平行に、ステンレス鋼層24の支柱42の下に延びる。絶縁回路層26のタング部分37はタング20の下にある。

40

【0021】

端子パッド32は、絶縁回路層26のアーム29にそれぞれ取り付けられる。各端子パッド32は、図4の俯瞰図において上方に面するパッド面46を含む。図4の俯瞰図は、構造用接着剤44の塊のそれぞれが、マイクロアクチュエータ22の（X軸に沿う）全幅を延びることができることを示している。例えば、構造用接着剤44の塊の遠位縁及び近位縁は、マイクロアクチュエータ22の遠位縁及び近位縁をそれぞれ越えて遠位及び近位

50

に延びる。代替的には、構造用接着剤44の塊の遠位縁及び近位縁と、マイクロアクチュエータ22の遠位縁及び近位縁とをそれぞれ位置合わせすることができる。

【0022】

マイクロアクチュエータ22は、図5の俯瞰図では、図4に比して取り外されている。図5の俯瞰図は、導電性接着剤34の塊が端子パッド32上、詳細にはパッド面46上に全体的に含まれることを示している。図5の俯瞰図は、構造用接着剤44の塊が、端子パッド32からばねアーム30の内側部分38までそれぞれ横方向に延びることができるこことを示している。代替的には、構造用接着剤44の各塊は、端子パッド32から絶縁回路層26の絶縁面48（図6に関連して更に説明すると、端子パッド32とばねアーム30の内側部分38との間に位置付けられる絶縁面48）までしか横方向に延びず、内側部分38までは延びなくてもよい。別の実施形態では、構造用接着剤44の各塊は、ばねアーム30の内側部分38及び絶縁面48の少なくとも一方に配置され、端子パッド32には配置されなくてもよい。10

【0023】

図6は、導電性接着剤34の塊及び構造用接着剤44の塊が取り除かれた状態の撓み部材4の俯瞰図を示している。絶縁回路層26のフットプリントは、ステンレス鋼層24のフットプリントに概ね対応することができるが、図6に示すように、それらのそれぞれのフットプリントには幾らかの違いが存在する。

【0024】

図6の俯瞰図は、端子パッド32が概ね長円形状であることを示している。端子パッド32は、X軸に沿う向きの矩形等の他の形状の形態であってもよい。端子パッド32は、撓み部材4の対向する側方（例えば左及び右）にある。端子パッド32はともに、撓み部材4に沿って同じ長手方向（例えばX軸に沿う）位置に位置付けられる。端子パッド32は、ステンレス鋼層24には接触しないようにすることができ、特にステンレス鋼層24から電気的に隔離することができる。（例えばパッド面46の下の）各端子パッド32のベース部分を、第1の金属から形成することができ、一方でパッド面46は第2の金属から形成することができる。第1の金属は銅又はステンレス鋼であり得る。第2の金属は金であり得る。第2の金属は、パッド面46を形成するときに、ベースの第1の金属にめっきすることができる。20

【0025】

撓み部材4の各側方には、端子パッド32とばねアーム30の内側部分38との間に隙間が存在する。隙間は、絶縁面48によって少なくとも部分的に画定される。絶縁面48は絶縁回路層26の一部であり、絶縁材料27から形成される。この隙間は、端子パッド32（及び関連する電気回路）を、電気的な接地として機能し得るステンレス鋼層24から電気的に分離することができる。30

【0026】

図7～図10は、撓み部材4を形成する組み付けステップを示している。詳細には、図7～図10は、図6の線AAに沿う断面図の観点からの順次の組み付けステップを示している。線AAに沿う断面図は、撓み部材4の一方の側方（例えば左側）を示しており、マイクロアクチュエータ22の両側を取り付けるように、示されている側において行われるステップと鏡像のように、同一のステップを撓み部材4の他方の側方（例えば右側）において同時にを行うことができることが理解されるであろう。40

【0027】

図7では、撓み部材4は、絶縁回路層26に連結されるステンレス鋼層24のみを含むものとして示されている。図7は、ステンレス鋼層24におけるばねアーム30の外側部分36及び内側部分38、並びにタング20を示している。撓み部材4の上面21及び底面23が図7に示されている。絶縁回路層26はトレース28及び絶縁材料27から形成される。絶縁材料27は、他の選択肢の中でもポリアミド等の絶縁性ポリマーであり得る。2つのトレース28が図7に示されているが、任意の数のトレース（例えば、1つ、3つ、4つ、又はそれ以上）を、絶縁材料27内に埋め込むことができることが理解され得50

る。トレース 28 は代替的には、絶縁材料 27 の表面に沿って延びることができる。(左側の)一方のトレース 28 は、端子パッド 32 に接触し、一方のトレース 28 と端子パッド 32 との間に電気的接続部を形成する。図 7 に示すように、一方のトレース 28 は端子パッド 32 の底面に接触し、端子パッド 32 の底面は絶縁回路層 26 の上面に面して接触する。

【0028】

図 8 は、構造用接着剤 44 の塊が後の組み付けステップにおいて撓み部材 4 の上面 21 に堆積されている以外は、図 7 と同じ断面図を示している。構造用接着剤 44 の塊は好ましくは導電性ではない。構造用接着剤 44 の塊は、種々のタイプのエポキシ等の高分子電気絶縁体であり得る。構造用接着剤 44 の塊は、従来の接着剤ディスペンサのノズルから吐出することができる。図 8 に示すように、構造用接着剤 44 の塊は端子パッド 32 上にある。特に、構造用接着剤 44 の塊はパッド面 46 に接触する。構造用接着剤 44 の塊は更に絶縁回路層 26 上にある。特に、構造用接着剤 44 の塊は絶縁面 48 に接触する。構造用接着剤 44 の塊はステンレス鋼層 24 上にもある。特に、構造用接着剤 44 の塊はばねアーム 30 の内側部分 38 上にある。構造用接着剤 44 の塊は、ばねアーム 30 の内側部分 38 の金属面 50 に接触する。付加的な構造用接着剤 44 の塊を、撓み部材 4 の他方の側面に同じ方法で吐出し得ることが理解されるであろう。

【0029】

構造用接着剤 44 の塊は湿潤状態で塗布される。本明細書において用いられる場合、湿潤状態は、全体的に又はほぼ全体的に硬化していない接着剤を指す。湿潤状態の接着剤は固化していないものとすることができる。湿潤状態の接着剤は表面に沿って流れることができる。湿潤状態の接着剤は、(例えば毛細管現象に起因して)表面に沿って逃げることができる。湿潤状態の接着剤は、容易に塗り付けるか又はにじませることが可能であり、湿潤状態の接着剤は脆性破壊が可能ではない。幾つかの実施形態では、最近では湿潤状態の接着剤が吐出されており、硬化エネルギー(例えば指向性又は強力なエネルギー)は接着剤に適用されていない。

【0030】

図 9 は、マイクロアクチュエータ 22 が撓み部材 4 に取り付けられていることを除いて、図 8 と同じ断面図を示している。マイクロアクチュエータ 22 の左側が図 9 に示されており、マイクロアクチュエータ 22 の右側は、撓み部材 4 の右側において端子パッド 32 にわたって撓み部材 4 の右側に同じように取り付けられ得ることが理解されるであろう。図示のように、マイクロアクチュエータ 22 の底面 70 は、構造用接着剤 44 の塊(例えば、構造用接着剤 44 の塊の上面)に接触する。依然として湿潤状態である構造用接着剤 44 の塊は、マイクロアクチュエータ 22 の底面 70 に一致する。構造用接着剤 44 の塊は、マイクロアクチュエータ 22 の重量に応じて変形し、横方向に広がることができる。しかし、構造用接着剤 44 の塊は、マイクロアクチュエータ 22 を支えるのに十分な粘度であって、マイクロアクチュエータ 22 の底部がパッド面 46、金属面 50 及びステンレス鋼層 24 の少なくとも一方に接触しないようにマイクロアクチュエータ 22 の重量によって構造用接着剤 44 が完全に押し出されることを防止するのに十分な粘度を有することができる。図 9 に示すように、マイクロアクチュエータ 22 の側端及び構造用接着剤 44 の塊は位置合わせされるが、幾つかの他の実施形態では、構造用接着剤 44 の塊は、マイクロアクチュエータ 22 の端を越えて横方向に延びていてもよく、又は構造用接着剤 44 の塊は、マイクロアクチュエータ 22 が構造用接着剤 44 を越えて横方向に延びるように、マイクロアクチュエータ 22 の下でへこんでいてもよい。

【0031】

マイクロアクチュエータ 22 は、構造用接着剤 44 の塊が湿潤状態にある間に構造用接着剤 44 の塊に取り付けられる。マイクロアクチュエータ 22 の取り付け後に、部分的な硬化ステップを行う。部分的な硬化ステップは、集束していたり強力であったりする硬化エネルギーの短い印加を含むことができる。硬化エネルギーは、加熱された空気(例えば、加熱された空気を吹き付けるノズルからの加熱された空気、又は箱形炉若しくはコンベヤ炉

10

20

30

40

50

等の炉内にアセンブリを入れることによる加熱された空気)の印加、又は他の選択肢の中でも、放射(例えば赤外線)の印加を含むことができる。1つの例では、構造用接着剤44の塊は、セ氏150度まで加熱された空気に2秒間暴露することによって部分的に硬化させることができる。別の選択肢では、構造用接着剤44の塊は、セ氏130度まで加熱された空気に32秒間暴露することによって部分的に硬化させることができる。本明細書において用いられる場合、「部分的に硬化」とは、硬化エネルギーへの暴露によって、もはや完全な湿潤状態ではないが、暴露後に依然として完全には硬化されていない、接着剤の塊の状態を指す。

【0032】

部分的な硬化ステップは、構造用接着剤44の塊を部分的に硬化させるか又は少なくとも部分的に固化させるが、構造用接着剤44の塊の実質的な部分を未硬化のままにする。部分的な硬化ステップの目的は、構造用接着剤44の塊の大部分を未硬化のままにしながら、構造用接着剤44のその位置を維持することである。部分的な硬化ステップは、本明細書において更に説明する幾つかの利点を有する。

10

【0033】

幾つかの実施形態では、部分的な硬化ステップは、構造用接着剤44の塊の薄い表面層しか硬化させない。例えば、部分的な硬化ステップは、湿潤状態の構造用接着剤44よりも高い粘度を有し、表皮内に残りの湿潤状態の構造用接着剤44の塊を含み得る構造用接着剤44の塊上の表皮層を形成することができる。幾つかの場合、部分的な硬化ステップは、構造用接着剤44の塊の5%(質量又は体積)未満を硬化させることができる。部分的な硬化ステップは、構造用接着剤44の塊を完全に硬化させるのに必要な最小限の量のエネルギーよりも実質的に少ないエネルギーの印加を含むことができる。

20

【0034】

なお、部分的な硬化ステップは、構造用接着剤44の塊が撓み部材4とマイクロアクチュエータ22との間にある間に行われ、硬化エネルギーは、マイクロアクチュエータ22、及び部分的に組み付けられた撓み部材4の全体に印加することができる。例えば、部分的に組み付けられた撓み部材4を、コンベヤ炉を通して送ることができ、部分的な硬化ステップは、部分的に組み付けられた撓み部材4がコンベヤ炉を出ると完了する。

【0035】

図10は、図9と同じであるが、導電性接着剤34の塊を塗布した後の断面図を示している。導電性接着剤34の塊は、部分的な硬化ステップを行った後で堆積され、したがって、導電性接着剤34の塊は、部分的な硬化手順の硬化エネルギーに晒されない。図10に示すように、導電性接着剤34の塊は、端子パッド32のパッド面46に堆積される。導電性接着剤34の塊はまた、マイクロアクチュエータ22の端子72に接触して堆積される。導電性接着剤34の塊は、端子パッド32と端子72との間に電気的接続を確立し、それによって、マイクロアクチュエータ22をトレース28に電気的に接続する。理解されるように、撓み部材4の対向する側方において別の導電性接着剤34の塊との同様の電気的接続がなされ、マイクロアクチュエータ22の第2の端子とトレース28又はステンレス鋼層24(接地として)との間に第2の電気的接続を確立し、マイクロアクチュエータ22の端子にわたって信号を印加することを可能にし、マイクロアクチュエータ22を電気的に活性化してマイクロアクチュエータ22を拡張又は収縮させる。

30

【0036】

双方の導電性接着剤34の塊の塗布後に、完全な硬化ステップを行うことができる。この完全な硬化ステップでは、十分な硬化エネルギーが導電性接着剤34の塊及び部分的に硬化した構造用接着剤44の塊に印加され、全ての接着剤を完全に硬化させる。例えば、構造用接着剤44の各塊の硬化は、塊が全体的に硬化され、湿潤状態又は部分的に硬化した構造用接着剤44が残らないように完成される。構造用接着剤44の塊は、完全に硬化すると、マイクロアクチュエータ22を撓み部材4に結合させる。導電性接着剤34の各塊の硬化は、塊が全体的に硬化され、湿潤状態又は部分的に硬化した導電性接着剤34が残らないように、この単一のステップで開始及び完了する。撓み部材4全体を、導電性接着

40

50

剤 3 4 の塊及び構造用接着剤 4 4 の塊のそれぞれを完全に硬化させるように計算される持続時間にわたって、高温の炉内に入れておくことができる。代替的には、導電性接着剤 3 4 の塊及び構造用接着剤 4 4 の塊は、導電性接着剤 3 4 の塊及び構造用接着剤 4 4 の塊を硬化させるのに十分な量の強力なエネルギーを提供するように硬化放射源（例えば紫外線ランプ）に暴露することができる。なお、完全な硬化ステップとは別個のプロセスにおいて導電性接着剤 3 4 の塊を部分的に硬化させないことが望ましい。導電性接着剤 3 4 の接合部は、初期硬化ステップによって接着剤を部分的にしか硬化させない複数の硬化ステップの代わりに、1つの完全な硬化ステップに供されると、それらの最も高い歩留りを有することができる。したがって、導電性接着剤 3 4 の塊を硬化させる完全な硬化ステップは、接着剤が完全に硬化すると計算される時点まで連続的であり、中断されず、好ましくは、完全な硬化を達成するのに必要な程度よりも長くはない。本明細書において用いられる場合、「完全に硬化される」とは、硬化エネルギーへの暴露によって、塊の体積全体が本質的に完全に硬化される接着剤の塊の状態を指す。完全に硬化された接着剤の塊の硬化エネルギーへの更なる暴露は、塊の機械的特性を知覚的には改善しない。

【 0 0 3 7 】

硬化前に、導電性接着剤 3 4 の各塊は湿潤状態で塗布される。導電性接着剤 3 4 の塊は、図 1 1 に関連して本明細書において更に説明するように、マイクロアクチュエータ 2 2 の底面 7 0 と撓み部材 4 の上面 2 1（詳細には、パッド面 4 6、絶縁面 4 8 及び金属面 5 0）との間の狭いスペース内に逃げるという本来の傾向を有する。図 1 0 に示すように、構造用接着剤 4 4 の塊は、マイクロアクチュエータ 2 2 の下へ湿潤状態の導電性接着剤 3 4 の塊が浸透することを防止又は制限するバリアを形成している。部分的な硬化ステップ、並びに構造用接着剤 4 4 の塊の結果として生じる部分的な硬化及び剛性の増大に起因して、構造用接着剤 4 4 の塊は、導電性接着剤 3 4 の塊のそのような移動を防止又は制限するダムを形成する。したがって、構造用接着剤 4 4 の塊は、導電性接着剤 3 4 の塊と導電性素子（例えばステンレス鋼層 2 4）との間の電気絶縁バリアとして機能することができる。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 は、構造用接着剤 4 4 が部分的な硬化ステップに供されなかった、図 1 0 に示す例に対して代替的な例の断面図である。この例では、構造用接着剤 4 4 の塊の全体は、導電性接着剤 3 4 の塊の印加時は湿潤状態であった。構造用接着剤 4 4 の塊は湿潤状態では容易に移動可能であるため、湿潤状態の導電性接着剤 3 4 がより低い表面エネルギー状態を達成しやすることによって、湿潤状態の導電性接着剤 3 4 がマイクロアクチュエータ 2 2 の底面 7 0 と撓み部材 4 の上面 2 1（詳細には、パッド面 4 6、絶縁面 4 8 及び金属面 5 0）との間の狭いスペース間に逃げ、構造用接着剤 4 4 を変位させる。図 1 1 に示すように、構造用接着剤 4 4 の塊は、導電性接着剤 3 4 の内方への移動によって横方向内方に（例えば金属面 5 0 にわたってさらに）押される。構造用接着剤 4 4 の塊の部分的な硬化は、湿潤状態の導電性接着剤 3 4 の塊によって構造用接着剤 4 4 の塊に加えられる機械的な力に抵抗するのに十分な程度に構造用接着剤 4 4 の塊の剛性を高める。

【 0 0 3 9 】

マイクロアクチュエータ 2 2 の下への導電性接着剤 3 4 の浸透は、マイクロアクチュエータ 2 2 の下に導電性素子が存在するため、特に問題となり得る。例えば、図 1 1 に示すように、導電性接着剤 3 4 の塊は、ばねアーム 3 0 の内側部分 3 8 においてステンレス鋼層 2 4 に接触している。これは、トレース 2 8 のうちの1つからステンレス鋼層 2 4 への電気的短絡を生じ、それによって、マイクロアクチュエータ 2 2 の端子 7 2 にわたって本来は生じる電位を、全体的に排除しないにしても実質的に低下させる。代替的なシナリオでは、導電性接着剤 3 4 は、記載した逃げる作用に起因してマイクロアクチュエータ 2 2 の下に引き込まれることでマイクロアクチュエータ 2 2 の端子 7 2 に接触しなくなるため、電気的短絡が他の箇所で生じるか否かにかかわらず、マイクロアクチュエータ 2 2 の端子 7 2 にわたって駆動信号を印加することができない。部分的に硬化された構造用接着剤 4 4 の塊によって形成されるダムはしたがって、必要とされる場所に導電性接着剤 3 4 を

10

20

30

40

50

保ち（例えば、端子パッド 3 2 のパッド面 4 6 とマイクロアクチュエータ 2 2 の端子 7 2 との間のブリッジ）、導電性接着剤 3 4 が望ましくない場所に進むこと（例えば、ステンレス鋼層 2 4 に接触すること）を防止し、したがって、製造歩留りを高める。

【 0 0 4 0 】

なお、図 1 0 を再び参照すると、部分的に硬化された場合の、構造用接着剤 4 4 の塊によって形成されるダムは、マイクロアクチュエータ 2 2 と撓み部材 4 との間の横方向開口を完全に満たすことができる。より詳細には、構造用接着剤 4 4 の塊は、パッド面 4 6 からマイクロアクチュエータ 2 2 の底面 7 0 まで延びることができる。付加的に又は代替的に、マイクロアクチュエータ 2 2 の横方向縁からへこんだ位置において、構造用接着剤 4 4 の塊は、絶縁面 4 8 からマイクロアクチュエータ 2 2 の底面 7 0 まで延びることができる。少なくともこれらの方で、構造用接着剤 4 4 の塊は、撓み部材 4 とマイクロアクチュエータ 2 2 との間の（例えば Z 軸に沿う）垂直高さを占める。さらに、構造用接着剤 4 4 の塊は、マイクロアクチュエータ 2 2 の全幅及び導電性接着剤 3 4 の塊の少なくとも一方に沿って延びることができる。例えば、図 4 の X 軸に沿って測定すると、構造用接着剤 4 4 の塊は、マイクロアクチュエータ 2 2 の近位及び遠位の双方、及び導電性接着剤 3 4 の塊の近位及び遠位の双方の少なくとも一方に延びることができるか、又はマイクロアクチュエータ 2 2 の近位及び遠位の縁、及び導電性接着剤 3 4 の塊の近位及び遠位の縁の少なくとも一方まで延びることができる。したがって、導電性接着剤 3 4 の塊は、構造用接着剤 4 4 の塊によって形成される（例えば、Z - X 軸によって形成される平面と平行な）壁に接触することができ、壁は、導電性接着剤 3 4 の塊の広がりと同等であるか又はそれよりも大きい広がりを有する。部分的に硬化された場合、構造用接着剤 4 4 の塊の壁のこうした広がりは、導電性接着剤 3 4 の塊が構造用接着剤 4 4 の塊の周りを通るスペースを与えない。

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は、サスペンションの構成要素を組み付けるステップを示すフロー図である。方法は、撓み部材を形成すること（9 1）を含む。撓み部材は、本明細書において示されている撓み部材 4 又は他の撓み部材であり得る。撓み部材は、部分的な組み付け状態にあり得る。撓み部材は、任意の既知の技法によって形成することができる。

【 0 0 4 2 】

方法は、撓み部材に少なくとも 1 つの構造用接着剤の塊を堆積させること（9 2）を更に含む。構造用接着剤の塊は、1 つ又は複数の位置に堆積させることができる。例えば、構造用接着剤の 2 つの異なる塊を、撓み部材の 2 つの異なる位置に堆積させることができる。少なくとも 1 つの構造用接着剤の塊は湿潤状態で堆積される（9 2）。

【 0 0 4 3 】

方法は、少なくとも 1 つの湿潤状態の構造用接着剤の塊にマイクロアクチュエータを取り付けること（9 3）を更に含む。少なくとも 1 つの湿潤状態の構造用接着剤の塊は、マイクロアクチュエータが載る唯一の構成要素であり得る。幾つかの場合、マイクロアクチュエータは、少なくとも 1 つの構造用接着剤の塊の存在に起因して、ポリアミド、ステンレス鋼、及び撓み部材の他の層の少なくとも一方に接触しない。

【 0 0 4 4 】

方法は、少なくとも 1 つの構造用接着剤の塊を部分的に硬化させること（9 4）を更に含む。なお、部分的に硬化させるステップ 9 4 は、少なくとも 1 つの構造用接着剤の塊を完全には硬化させない。好ましくは、部分的な硬化 9 4 は、塊が流れることを防止するために必要であるだけしか構造用接着剤の各塊を硬化させない。前述したように、部分的な硬化 9 4 のエネルギーは、部分的に組み付けられた撓み部材を、炉又は他の加熱された空気、放射エネルギー、又は硬化プロセスを容易にするか若しくは加速させる他のタイプのエネルギー源に短く暴露することによって送達することができる。

【 0 0 4 5 】

方法は、少なくとも 1 つの導電性接着剤の塊を撓み部材に堆積させること（9 5）を更に含む。少なくとも 1 つの導電性接着剤の塊を少なくとも 1 つの部分的に硬化した構造用

10

20

30

40

50

接着剤の塊にそれぞれ接触させて配置することができる。導電性接着剤は、流れることが可能な湿潤状態で堆積される(95)。部分的に硬化された構造用接着剤の各塊は、湿潤状態の導電性接着剤の移動を阻止することができ、部分的に硬化された構造用接着剤はそれによってダムとして働く。幾つかの実施形態では、部分的に硬化された構造用接着剤は、マイクロアクチュエータと撓み部材との間の(少なくとも1つの導電性接着剤の塊が沿って逃げる)スペースへ少なくとも1つの導電性接着剤の塊が浸透することを制限するか又は防止することができる。

【0046】

方法は、構造用接着剤及び導電性接着剤の塊を完全に硬化させること(96)を更に含む。完全に硬化させるステップ96は、それぞれの塊を硬化させる高エネルギーの連続的な印加であるものとすることができます。前述したように、完全な硬化96のエネルギーは、部分的に組み付けられた撓み部材を、炉又は他の加熱された空気、放射エネルギー、又は硬化プロセスを容易にするか若しくは加速させる他のタイプのエネルギー源に連続的に中断することなく暴露することによって送達することができる。部分的な硬化94のステップに比して、完全な硬化96のステップは、硬化エネルギーへのより長い暴露やより強力な暴露を含むことができる。

10

【0047】

なお、幾つかの理由から、導電性接着剤を撓み部材に配置する前に構造用接着剤を単に完全に硬化させるのではなく、導電性接着剤を撓み部材に配置する前に構造用接着剤を部分的に硬化させること(94)が望ましい。第1に、構造用接着剤を完全に硬化させるのに必要なエネルギーは強力である可能性があり(例えば、通常の作業温度よりもはるかに高い熱を含む)、接合部及びマイクロアクチュエータの完全性を損なう可能性があるため、構造用接着剤及びマイクロアクチュエータの暴露を必要な硬化エネルギーだけに制限することが望ましい。第2に、完全な硬化96のステップは、部分的な硬化94のステップよりも実質的に長い時間がかかるため、2回の完全な硬化サイクルが必要とされる場合、処理時間がより長くなる。

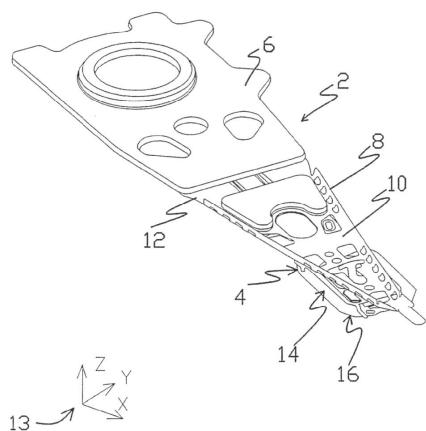
20

【0048】

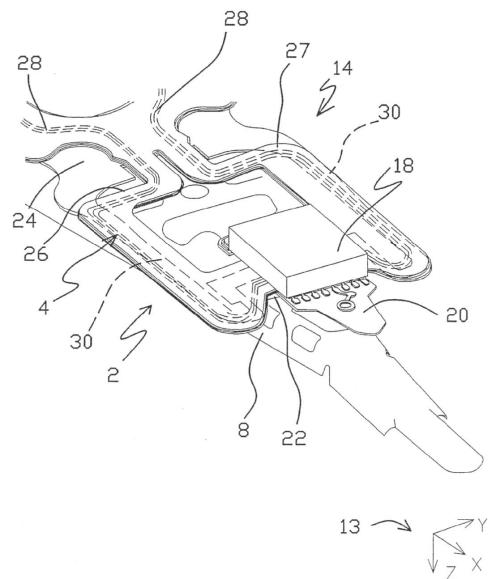
本発明を、好ましい実施形態を参照して記載したが、当業者は、本発明の主旨及び範囲から逸脱することなく形態及び細部に変更を加えることができることを認識するであろう。例えば、特定の同一位置に配置されるDSA構造部に関連して記載されているが、本明細書において記載されるマイクロアクチュエータ及び関連する特徴を、ベースプレート6又はロードビーム8に取り付けられるマイクロアクチュエータのように、他の同一位置に配置されるDSA構造部及び同一位置に配置されないDSA構造部の少なくとも一方を含む、他のDSA構造部と関連して用いることができる。

30

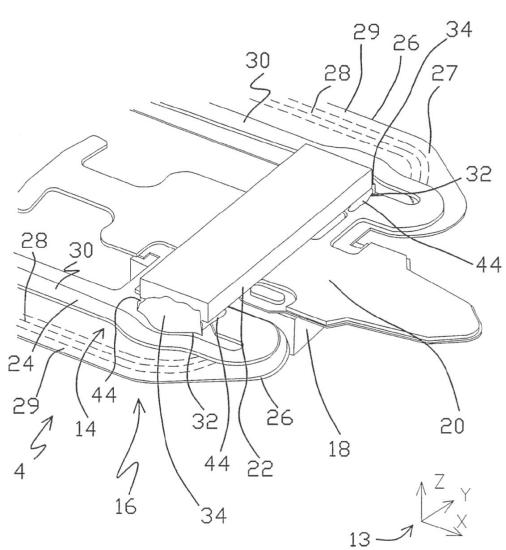
【図1】



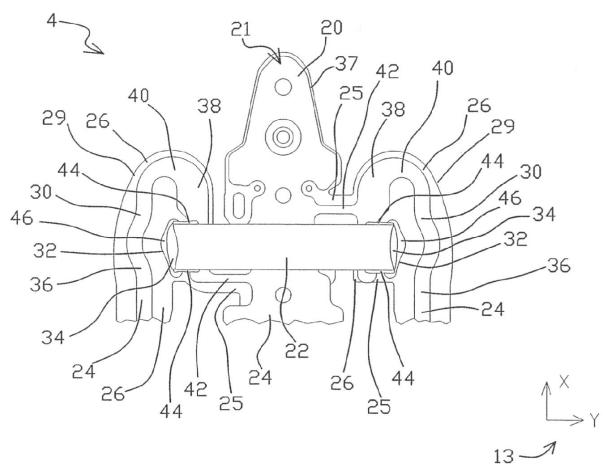
【図2】



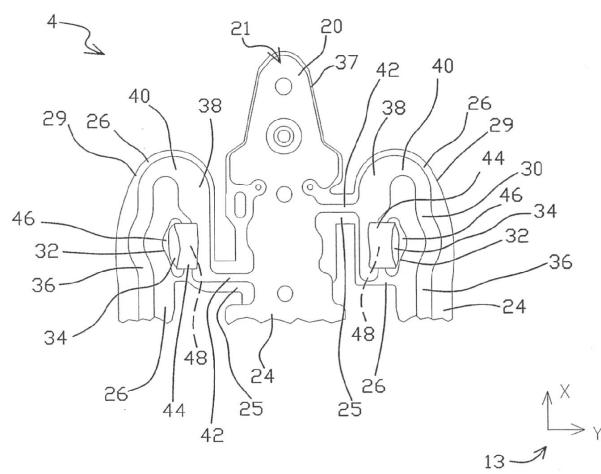
【図3】



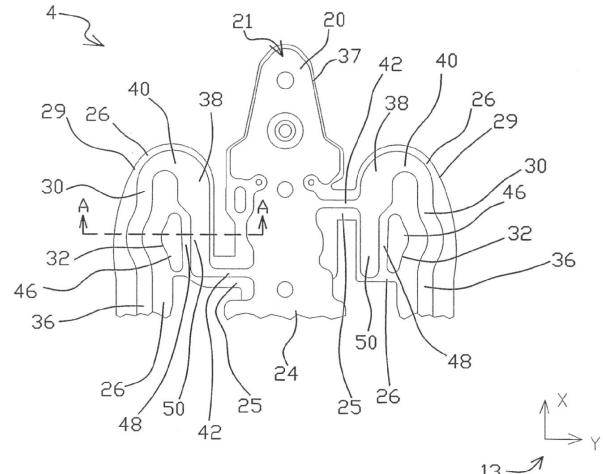
【図4】



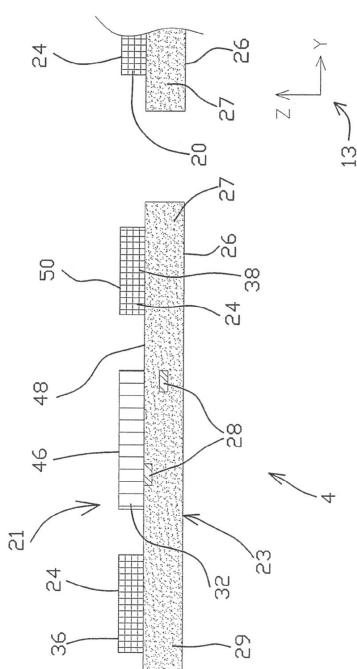
【 5 】



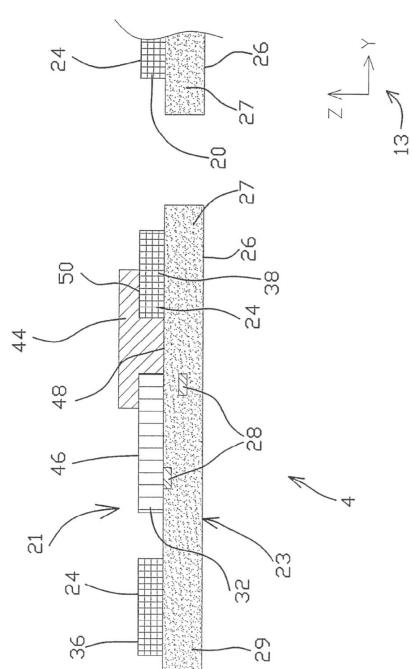
【 図 6 】



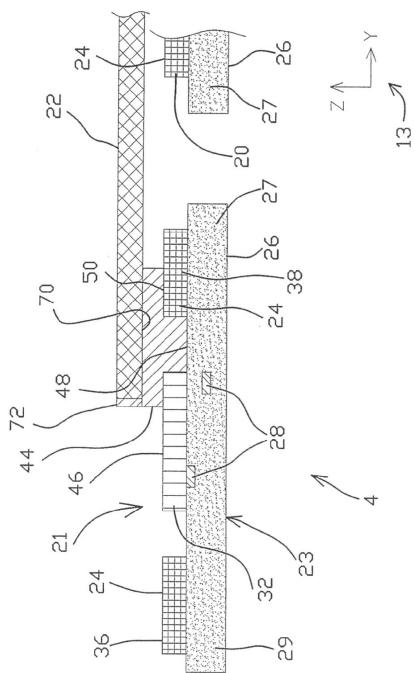
【 四 7 】



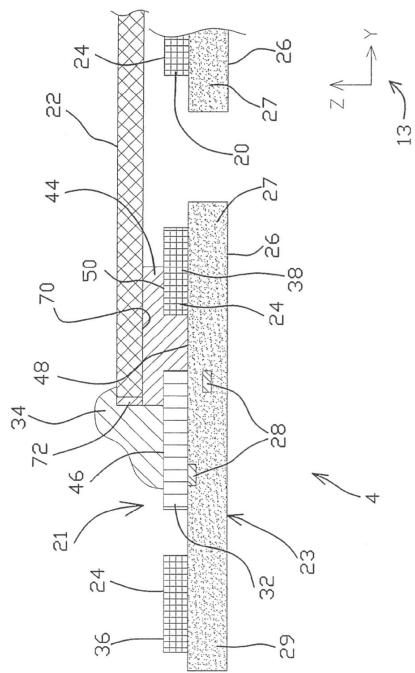
【図8】



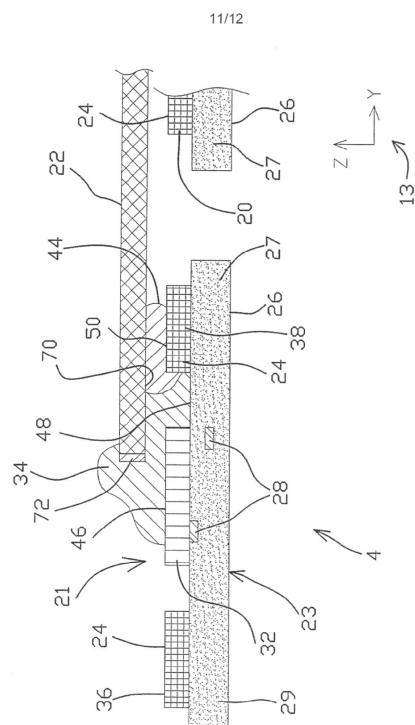
【図9】



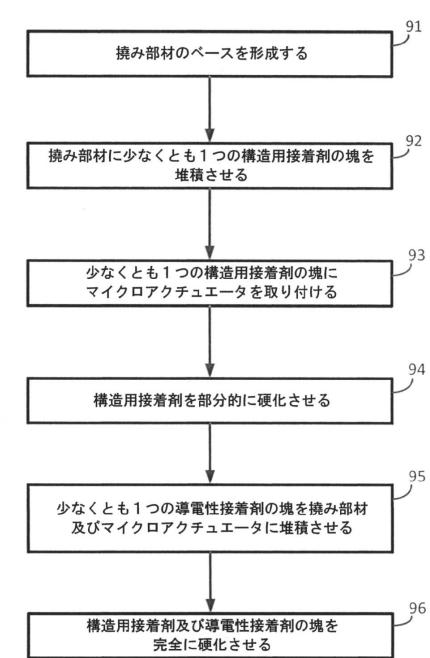
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 1 1 B 5/60

P

(72)発明者 スコット ジェイ. クレイ

アメリカ合衆国 55395 ミネソタ州 ウィンステッド マラード アベニュー 835

(72)発明者 ジョン エル. シューマン

アメリカ合衆国 55355 ミネソタ州 リッチフィールド セブンス ストリート イースト
810

(72)発明者 トレント エイ. ジョンソン

アメリカ合衆国 55350 ミネソタ州 ハッチンソン シェイディ リッジ ロード 486

(72)発明者 ルーク イー. ローズ

アメリカ合衆国 54016 ウィスコンシン州 ハドソン クーリー トレイル 824

審査官 中野 和彦

(56)参考文献 特開2011-216160 (JP, A)

特開2010-154632 (JP, A)

特開2001-308145 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 1 1 B 21 / 21

C 0 9 J 5 / 0 6

C 0 9 J 9 / 0 2

G 1 1 B 5 / 6 0

G 1 1 B 21 / 1 0