

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-167536  
(P2010-167536A)

(43) 公開日 平成22年8月5日(2010.8.5)

(51) Int.Cl.  
B81B 3/00 (2006.01)

F1  
B81B 3/00

テーマコード(参考)  
3C081

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-12927(P2009-12927)  
(22) 出願日 平成21年1月23日(2009.1.23)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100091292  
弁理士 増田 達哉  
(74) 代理人 100091627  
弁理士 朝比 一夫  
(72) 発明者 中村 真希子  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(72) 発明者 溝口 安志  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 3C081 AA18 BA28 BA44 BA47 BA54  
CA32 CA42 EA08 EA41

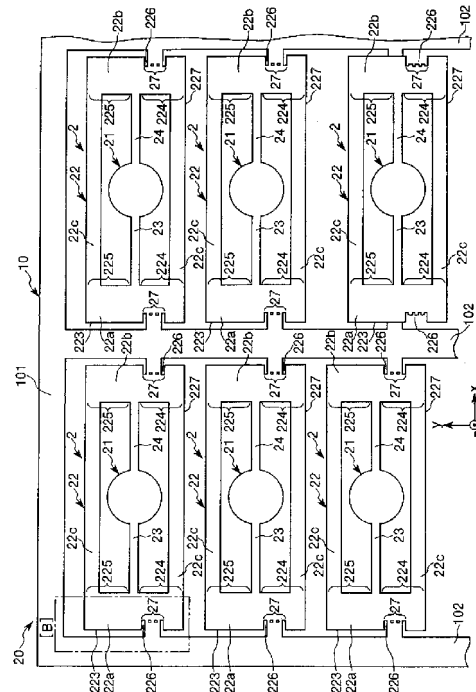
(54) 【発明の名称】 アクチュエータおよびアクチュエータ連結体

(57) 【要約】

【課題】例えばアクチュエータが組み込まれたアクチュエータ組立体を製造する際に、当該アクチュエータをフレームから容易かつ確実に分離することができ、また、この分離したアクチュエータの位置決めを容易かつ確実に行なうことができるアクチュエータおよびアクチュエータ連結体を提供すること。

【解決手段】アクチュエータ2は、フレーム10に固定されており、板状の可動板21と、可動板21を支持する支持板22と、可動板21と支持板22とを連結し、支持板22に対し可動板21を回動可能に支持する回動軸23、24とを備えるものである。このアクチュエータ2の支持板22は、その外周部の一部に形成され、可動板21側に向かって凹没する凹部226を有している。凹部226は、フレーム10に対して、脆弱な破断部27を介して連結されており、破断部27を破断することによりフレーム10から分離される。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

フレームに固定されており、板状の可動板と、該可動板を支持する支持板と、前記可動板と前記支持板とを連結し、該支持板に対し前記可動板を回動可能に支持する回動軸とを備えるアクチュエータであって、

前記支持板は、その外周部の一部に形成され、前記可動板側に向かって凹没する凹部を有し、

前記凹部は、前記フレームに対して、脆弱な破断部を介して連結されており、該破断部を破断することにより前記フレームから分離されることを特徴とするアクチュエータ。

## 【請求項 2】

前記支持板は、前記可動板をその外周方向に沿って囲む枠状をなすものである請求項 1 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 3】

前記凹部は、前記可動板を介して、対向して 2 つ配置されており、

前記 2 つの凹部に、それぞれ、前記破断部が配置されている請求項 2 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 4】

前記各破断部は、前記支持板の前記回動軸の長手方向の両側にそれぞれ配置されている請求項 3 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 5】

前記破断部は、前記支持板の前記回動軸の延長線上の部分には形成されていない請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のアクチュエータ。

## 【請求項 6】

前記破断部は、前記支持板の前記回動軸に対して片側に偏在している請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のアクチュエータ。

## 【請求項 7】

前記破断部は、押圧により容易に破断可能なものであり、

前記支持板の前記破断部が形成されている部分と前記回動軸を介して反対側の部分は、前記破断部を破断する際に前記支持板の厚さ方向に押圧される押圧部として機能する請求項 6 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 8】

前記破断部は、ミシン目または薄肉部である請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のアクチュエータ。

## 【請求項 9】

前記破断部は、前記ミシン目であり、前記回動軸と直交する方向に沿って間欠的に形成された複数の孔を有する請求項 8 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 10】

前記各孔は、それぞれ、前記回動軸と直交する方向に沿った長尺状をなすものである請求項 9 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 11】

前記孔の長さは、隣接する前記孔同士の間隔の長さと同じまたはそれよりも短い請求項 10 に記載のアクチュエータ。

## 【請求項 12】

前記凹部は、その深さが 100 ~ 200  $\mu\text{m}$  である請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載のアクチュエータ。

## 【請求項 13】

前記可動板と前記支持板と前記回動軸とは、一体的に形成されている請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載のアクチュエータ。

## 【請求項 14】

フレームと、該フレームに固定された複数のアクチュエータを有するアクチュエータ連

10

20

30

40

50

結体であって、

前記各アクチュエータは、それぞれ、板状の可動板と、該可動板を支持する支持板と、前記可動板と前記支持板とを連結し、該支持板に対し前記可動板を回動可能に支持する回動軸とを備え、

前記支持板は、その外周部の一部に形成され、前記可動板側に向かって凹没する凹部を有し、

前記凹部は、前記フレームに対して、脆弱な破断部を介して連結されており、該破断部を破断することにより前記フレームから分離されることを特徴とするアクチュエータ連結体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエータおよびアクチュエータ連結体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば、半導体チップを製造するときには、1枚のシリコンウェハをダイシングにより格子状に切断し、その切断された複数の小片をそれぞれ半導体チップとして用いることが知られている（例えば、特許文献1参照）。

このような製造方法では、シリコンウェハをダイシングソーで切断する際には、シリコンウェハをダイシングテープに貼り付けて固定し、この固定状態で、ダイシングソーで

20

【0003】

しかしながら、ダイシングソーの回転数によっては、切断された各半導体チップ（小片）の切断面に、それぞれ、バリが生じてしまう場合があった。そして、このバリが生じた半導体チップが、例えば回路基板等に組み込まれることがあった。回路基板に組み込む際に、半導体チップの前記バリが生じた面（切断面）を、いわゆる「突き当て」による位置決めをすると、このバリの分、半導体チップの位置がズレてしまい、正確な位置決めを行なうことができなかつた。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開平8-250454号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、例えばアクチュエータが組み込まれたアクチュエータ組立体を製造する際に、当該アクチュエータをフレームから容易かつ確実に分離することができ、また、この分離したアクチュエータの位置決めを容易かつ確実に行なうことができるアクチュエータおよびアクチュエータ連結体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明のアクチュエータは、フレームに固定されており、板状の可動板と、該可動板を支持する支持板と、前記可動板と前記支持板とを連結し、該支持板に対し前記可動板を回動可能に支持する回動軸とを備えるアクチュエータであって、

前記支持板は、その外周部の一部に形成され、前記可動板側に向かって凹没する凹部を有し、

前記凹部は、前記フレームに対して、脆弱な破断部を介して連結されており、該破断部を破断することにより前記フレームから分離されることを特徴とする。

これにより、例えばアクチュエータが組み込まれたアクチュエータ組立体を製造する際

50

に、当該アクチュエータをフレームから容易かつ確実に分離することができ、また、この分離したアクチュエータの位置決めを容易かつ確実にこなうことができる。

【0007】

本発明のアクチュエータでは、前記支持板は、前記可動板をその外周方向に沿って囲む枠状をなすものであることが好ましい。

これにより、アクチュエータでは、可動板が、支持板に対し、確実に安定して回転することができる。

本発明のアクチュエータでは、前記凹部は、前記可動板を介して、対向して2つ配置されており、

前記2つの凹部に、それぞれ、前記破断部が配置されていることが好ましい。

これにより、2つの破断部において、アクチュエータがフレームから分離される前の状態で両破断部が不本意に破断して当該アクチュエータが離脱するのを防止し得る程度の、強度が確保される。

【0008】

本発明のアクチュエータでは、前記各破断部は、前記支持板の前記回転軸の長手方向の両側にそれぞれ配置されていることが好ましい。

これにより、2つの破断部において、アクチュエータがフレームから分離される前の状態で両破断部が不本意に破断して当該アクチュエータが離脱するのを防止し得る程度の、強度が確保される。

【0009】

本発明のアクチュエータでは、前記破断部は、前記支持板の前記回転軸の延長線上の部分には形成されていないことが好ましい。

これにより、破断部を容易かつ確実に破断することができ、よって、アクチュエータが確実に得られる。

本発明のアクチュエータでは、前記破断部は、前記支持板の前記回転軸に対して片側に偏在していることが好ましい。

これにより、破断部を容易かつ確実に破断することができ、よって、アクチュエータが確実に得られる。

【0010】

本発明のアクチュエータでは、前記破断部は、押圧により容易に破断可能なものであり、

前記支持板の前記破断部が形成されている部分と前記回転軸を介して反対側の部分は、前記破断部を破断する際に前記支持板の厚さ方向に押圧される押圧部として機能することが好ましい。

これにより、破断部に応力が集中し、よって、当該破断部が容易かつ確実に破断することとなる。

【0011】

本発明のアクチュエータでは、前記破断部は、ミシン目または薄肉部であることが好ましい。

これにより、破断部を容易かつ確実に破断することができ、よって、アクチュエータが確実に得られる。

本発明のアクチュエータでは、前記破断部は、前記ミシン目であり、前記回転軸と直交する方向に沿って間欠的に形成された複数の孔を有することが好ましい。

これにより、支持板を例えば押圧した際に、破断部の孔が形成されていない各部分に、それぞれ応力が確実に集中し、よって、当該各部分(破断部)をより容易に破断することができる。

【0012】

本発明のアクチュエータでは、前記各孔は、それぞれ、前記回転軸と直交する方向に沿った長尺状をなすものであることが好ましい。

これにより、支持板を例えば押圧した際に、破断部の孔が形成されていない各部分に、

10

20

30

40

50

それぞれ応力が確実に集中し、よって、当該各部分（破断部）をより容易に破断することができる。

【0013】

本発明のアクチュエータでは、前記孔の長さは、隣接する前記孔同士の間隔の長さと同じまたはそれよりも短いことが好ましい。

これにより、破断部において、フレームから分離される前の状態で破断部が不本意に破断してアクチュエータが離脱するのを防止し得る程度の、強度が確保される。

本発明のアクチュエータでは、前記凹部は、その深さが100～200μmであることが好ましい。

これにより、凹部では、その内側に破断部が確実に位置することとなり、よって、アクチュエータの位置決めを阻害するのが確実に防止される。

本発明のアクチュエータでは、前記可動板と前記支持板と前記回転軸とは、一体的に形成されていることが好ましい。

これにより、アクチュエータを製造する際の製造工程の簡素化を図ることができ、また、可動板と支持板と軸部材とを高精度に形成することができる。

【0014】

本発明のアクチュエータ連結体は、フレームと、該フレームに固定された複数のアクチュエータを有するアクチュエータ連結体であって、

前記各アクチュエータは、それぞれ、板状の可動板と、該可動板を支持する支持板と、前記可動板と前記支持板とを連結し、該支持板に対し前記可動板を回転可能に支持する回転軸とを備え、

前記支持板は、その外周部の一部に形成され、前記可動板側に向かって凹没する凹部を有し、

前記凹部は、前記フレームに対して、脆弱な破断部を介して連結されており、該破断部を破断することにより前記フレームから分離されることを特徴とする。

これにより、例えばアクチュエータが組み込まれたアクチュエータ組立体を製造する際に、当該アクチュエータをフレームから容易かつ確実に分離することができ、また、この分離したアクチュエータの位置決めを容易かつ確実にこなうことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明のアクチュエータ（第1実施形態）を有するアクチュエータ組立体を示す平面図である。

【図2】図1中のA-A線断面図（横断面図）である。

【図3】本発明のアクチュエータ連結体の平面図である。

【図4】図3中の一点鎖線で囲まれた領域[B]の拡大図である。

【図5】図1に示すアクチュエータ組立体の製造方法を説明するための図（図1中のA-A線断面図に対応する図）である。

【図6】図1に示すアクチュエータ組立体の製造方法を説明するための図（図1中のA-A線断面図に対応する図）である。

【図7】本発明のアクチュエータの第2実施形態を示す横断面図である。

【図8】本発明のアクチュエータの第3実施形態を示す横断面図である。

【図9】図8に示すアクチュエータの製造方法を説明するための図である。

【図10】図8に示すアクチュエータの製造方法を説明するための図である。

【図11】図1に示すアクチュエータ組立体を有する画像形成装置を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明のアクチュエータおよびアクチュエータ連結体を添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明のアクチュエータ（第1実施形態）を有するアクチュエータ組立体を示

10

20

30

40

50

す平面図、図 2 は、図 1 中の A - A 線断面図（横断面図）、図 3 は、本発明のアクチュエータ連結体の平面図、図 4 は、図 3 中の一点鎖線で囲まれた領域 [ B ] の拡大図、図 5 および図 6 は、それぞれ、図 1 に示すアクチュエータ組立体の製造方法を説明するための図（図 1 中の A - A 線断面図に対応する図）、図 11 は、図 1 に示すアクチュエータ組立体を有する画像形成装置を示す概略図である。なお、以下では、説明の都合上、各図のアクチュエータの長手方向を「x 軸方向」、アクチュエータの幅方向を「y 軸方向」、アクチュエータの高さ方向を「z 軸方向」と言う。また、図 2、図 5 および図 6（図 7 ~ 図 10 も同様）中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。

【0017】

図 1 および図 2 に示すように、アクチュエータ組立体 1 は、アクチュエータ 2 と、アクチュエータ 2 を下方から支持する支持基板 4 と、アクチュエータ 2 が備える可動板 21 を回動させるための駆動手段 5 とを有している。

10

図 3 に示すように、アクチュエータ 2 は、製造過程で複数、フレーム 10 に連結、支持されている（以下これを「アクチュエータ連結体 20」と言う）。そして、アクチュエータ連結体 20 では、アクチュエータ 2 をフレーム 10 から分離する（取り出す）ことができる。

図 1 および図 2 に示すように、アクチュエータ 2 は、可動板 21 と、可動板 21 を支持する支持板（支持部）22 と、可動板 21 と支持板 22 とを連結、支持する軸部材（回動軸）23、24 とを備えている。

【0018】

20

可動板 21 は、その形状が円板状をなすものである。

この可動板 21 の上面には、光反射性を有する光反射部 211 が設けられている。光反射部 211 は、例えば、Al、Ni 等の金属膜で構成されている。このような光反射部 211 を備えることにより、可動板 21 が回動した際に光反射部 211 で反射した光を対象物等に走査することができ、アクチュエータ組立体 1 を例えば光スキャナとして用いることができる。なお、この光反射部 211 は、図 1 の構成では平面視で円形をなしているが、これに限定されず、例えば、四角形をなしていてもよい。

【0019】

図 1 に示すように、可動板 21 は、支持板 22 に囲まれている。この支持板 22 は、軸部材 23、24 を介して、可動板 21 を支持する。

30

支持板 22 は、平面視で長方形をなす板状の部材であり、可動板 21 をその外周方向に沿って囲む枠状（リング状）をなすものである。このような形状の支持板 22 は、4 つの部分に分けることができる。すなわち、支持板 22 は、その一端側（図 1 中左側）に位置する一端部 22a と、他端側（図 1 中右側）に位置する他端部 22b と、一端部 22a と他端部 22b との間に架設された 2 本の間中部 22c とに分けられる。

【0020】

図 1 に示すように、支持板 22 の一端部 22a と可動板 21 との間には、軸部材 23 が配置され、これらを連結している。また、支持板 22 の他端部 22b と可動板 21 との間には、軸部材 24 が配置され、これらを連結している。

軸部材 23、24 は、それぞれ、その形状が棒状をなし、弾性変形可能（捩り変形可能）である。また、軸部材 23 と軸部材 24 とは、同軸上に設けられている。このような軸部材 23、24 が設けられていることにより、アクチュエータ 2 では、可動板 21 が、支持板 22 に対し、軸部材 23、24 回り（当該可動板 21 の面と平行な軸回り）に確実に安定して回動することができる。

40

【0021】

図 5（図 2）に示すように、以上のようなアクチュエータ 2 は、その母材となる基板 3 から、例えばエッチングにより、可動板 21 と、支持板 22 と、軸部材 23、24 とが一体的に形成されたものである。基板 3 は、Si 層 31、SiO<sub>2</sub> 層 32 で構成された積層構造基板である。なお、基板 3 としては、Si 層 31 と SiO<sub>2</sub> 層 32 とで構成されたものに限定されず、例えば、SiO<sub>2</sub> 層 32 を SiN 層に代えたものであってもよい。

50

## 【0022】

このようにアクチュエータ2は1枚の基板3を加工して製造されていることにより、例えば、アクチュエータ2を製造する際の製造工程の簡素化を図ることができ、また、可動板21と、支持板22と、軸部材23、24とを高精度に形成することができる。

前述したように、アクチュエータ2は、下方から支持基板4により支持されている。この支持基板4は、板状の基台41と、その上面に設けられた枠部材42とを備えている。

## 【0023】

基台41は、間隙(空間)43を介してアクチュエータ2と対向配置されている。この基台41は、平面視でアクチュエータ2(支持板22)よりも大きい長方形をなしている(図1、図2参照)。

枠部材42は、基台41とアクチュエータ2との間に位置し、間隙43の間隙距離を規制するものである。この枠部材42は、基台41の外周方向に沿った枠状をなしている。

## 【0024】

また、図1に示すように、枠部材42の上面には、支持板22の一端部22aと1つ(図1中下側)の中間部22cとにそれぞれ対応する(当接する)位置に、位置決め用突部421、422が突出して形成されている。位置決め用突部421、422は、それぞれ、支持基板4にアクチュエータ2を接合する際に、アクチュエータ2の支持基板4に対する位置決めを行なうための部分である。

## 【0025】

位置決め用突部421は、枠部材42の幅方向に沿って形成され、位置決め用突部422は、枠部材42の長手方向に沿って形成されている。また、位置決め用突部421と位置決め用突部422とは、互いに端部同士が離間している。すなわち、枠部材42の図1中左下の角部423付近では、位置決め用突部421、422がともに欠損している。

このような基台41および枠部材42の構成材料としては、特に限定されず、例えば、各種セラミックス、ガラス、シリコン等を用いることができる。

基台41と枠部材42との接合方法としては、特に限定されず、例えば、接着剤により接合(接着)してもよい。また、基台41および枠部材42の一方がガラスで構成され、他方がシリコンで構成されている場合には、陽極接合などにより接合してもよい。

## 【0026】

次に、駆動手段5について説明する。

図2に示すように、駆動手段5は、永久磁石51と、コイル52と、電源回路53とを有している。

永久磁石51は、可動板21の下面に、例えば接着(接着剤や溶媒による接着)により接合されている。この永久磁石51は、棒磁石であり、その長手方向に磁化されている。永久磁石51は、図2に示す構成では、その左側がN極、右側がS極となっている。また、図1に示すように、永久磁石51は、その長手方向が軸部材23、24と直交するように配置されている。

## 【0027】

このような永久磁石51としては、特に限定されず、例えば、ネオジウム磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石などを用いることができる。

コイル52は、導電性を有する材料(例えば銅)で構成された線状体を、枠部材42の内周部(間隙43内)に、その周方向に沿って巻回して形成されたものである。図1に示すように、平面視で、コイル52は、その内側に永久磁石51が位置するように設けられている。これにより、コイル52への通電により発生する磁界を永久磁石51に効率的に作用させることができ、よって、省電力化を図りつつ、可動板21を確実に回転させることができる。なお、コイル52を構成する線状体は、その外周部が絶縁性を有する被覆部材(チューブ)で覆われている。

## 【0028】

電源回路53は、コイル52に電氣的に接続され、コイル52に交流電圧を印加するものである。コイル52に交流電圧を印加した際には、コイル52の周りにz軸方向の磁力

10

20

30

40

50

を有する磁界が発生し、かつ、その磁界の向きが周期的に切り替わる。すなわち、コイル 5 2 の上側が N 極、下側が S 極となる第 1 の状態と、コイル 5 2 の上側が S 極、下側が N 極となる第 2 の状態とが、交互に切り換わる。

【0029】

第 1 の状態では、永久磁石 5 1 の S 極が上方へ、N 極が下方へそれぞれ磁氣的に引き付けられ、よって、可動板 2 1 が軸部材 2 3 ( 軸部材 2 4 ( x 軸 ) ) を中心として反時計回りに回転する。

第 2 の状態では、永久磁石 5 1 の N 極が上方へ、S 極が下方へそれぞれ磁氣的に引き付けられ、よって、可動板 2 1 が軸部材 2 3 ( 軸部材 2 4 ) を中心として時計回りに回転する。

【0030】

このような第 1 の状態と第 2 の状態とを交互に繰り返すことにより、可動板 2 1 を軸部材 2 3 回りに回転させることができる。

なお、本実施形態では、電源回路 5 3 によりコイル 5 2 へ交流電圧を印加するものについて説明したが、可動板 2 1 を回転させることができれば、これに限定されず、例えば、電源回路 5 3 によりコイル 5 2 へ直流電源を間欠的に印加するように構成されていてもよい。

【0031】

さて、前述したように、アクチュエータ連結体 2 0 では、アクチュエータ 2 は、フレーム 1 0 から分離することにより得られるものである。

図 3 に示すように、フレーム 1 0 は、アクチュエータ 2 を製造する際に、多数のアクチュエータ 2 を一括して連結、支持する部材である。このフレーム 1 0 は、図 3 中左右方向 ( x 軸方向 ) に延在する第 1 のランナー 1 0 1 と、第 1 のランナー 1 0 1 に接続され、図 3 中上下方向 ( y 軸方向 ) に延在する複数の第 2 のランナー 1 0 2 とで構成されている。このようなフレーム 1 0 により、多数のアクチュエータ 2 を行列状に配置することができる。これにより、省スペースで多数のアクチュエータ 2 を配置することができる ( 多数個取り ) 。そして、多数のアクチュエータ 2 は、同じ構成であるため、後述する各アクチュエータ 2 の破断部 2 7 は、それぞれ、当該アクチュエータ 2 に対して同じ位置に配置される。また、多数のアクチュエータ 2 をフレーム 1 0 から分離する際にアクチュエータ 2 を 1 つずつ順に ( 例えば図 3 中では右下から順に ) 分離することができ、その分離作業を容易に行なうことができる。

【0032】

多数のアクチュエータ 2 は、それぞれ、同じ構成であるため、以下 1 つ ( 図 3 中の左側最上段 ) のアクチュエータ 2 について代表的に説明する。

図 1 ( 図 3、図 4 も同様 ) に示すように、アクチュエータ 2 では、支持板 2 2 の一端部 2 2 a および他端部 2 2 b にそれぞれ、可動板 2 1 側に向かって凹没する凹部 2 2 6 が形成されている。すなわち、アクチュエータ 2 では、支持板 2 2 に、可動板 2 1 を介して対向する 2 つの位置にそれぞれ、可動板 2 1 側に向かって凹没する凹部 2 2 6 が形成されている。この各凹部 2 2 6 は、それぞれ、平面視で、軸部材 2 3 ( 軸部材 2 4 も同様 ) の長手方向と直交する方向に沿った長尺状をなす。

【0033】

図 3、図 4 に示すように、アクチュエータ 2 は、フレーム 1 0 から分離される前の状態では、2 本の第 2 のランナー 1 0 2 の間に位置している。また、アクチュエータ 2 は、支持板 2 2 の一端部 2 2 a ( 外周部 ) の凹部 2 2 6 ( 一部 ) と一端側の第 2 のランナー 1 0 2 の途中とが連結され、支持板 2 2 の他端部 2 2 b ( 外周部 ) の凹部 2 2 6 ( 一部 ) と他端側の第 2 のランナー 1 0 2 の途中とが連結されている。そして、一端側および他端側の各連結部 ( 凹部 2 2 6 ) には、それぞれ、ミシン目で構成され、脆弱で破断が容易な ( 破断可能な ) 破断部 2 7 が形成されて ( 配置されて ) いる。各破断部 2 7 をそれぞれ破断した際に、アクチュエータ 2 がフレーム 1 0 ( 第 2 のランナー 1 0 2 ) から分離される ( 図 3 中の右側最下段のアクチュエータ 2 参照 ) 。

10

20

30

40

50



## 【0034】

アクチュエータ組立体1を製造する際には、この分離されたアクチュエータ2を支持基板4に接合する。このとき、アクチュエータ2の支持板22の一端部22aの外側(凹部226が形成されている側)の辺223を、支持基板4の枠部材42の位置決め用突部421に当接させ(突き当て)、アクチュエータ2の支持板22の中間部22cの外側(図1中下側)の辺227を、支持基板4の枠部材42の位置決め用突部422に当接させる(突き当てる)。そして、この当接状態(図1参照)で、アクチュエータ2と支持基板4とを接合する。

## 【0035】

ところで、フレーム10から分離されたアクチュエータ2では、各破断部27がそれぞれ凹部226内(内側)に位置している(図3中の右側最下段のアクチュエータ2参照)。このため、当接状態では、支持板22の一端部22aの破断部27が、支持基板4の枠部材42の位置決め用突部421に当接するのが確実に防止される。これにより、例えばバリが生じ得る破断部27が当接せずに、支持板22の一端部22aの辺223が、支持基板4の枠部材42の位置決め用突部421に確実に当接し、よって、アクチュエータ2の支持基板4に対する位置決め(アライメント)を容易かつ確実にこなうことができる。

10

## 【0036】

また、前述したように、可動板21を介して対向する2つの凹部226にそれぞれ破断部27が配置されている。すなわち、各破断部27は、支持板22の回動軸23、24の長手方向の両側にそれぞれ配置されている。これにより、これら2つの破断部27において、フレーム10から分離される前の状態で両破断部27が不本意に破断してアクチュエータ2が離脱するのを防止し得る程度の、強度が確保される。

20

## 【0037】

また、図4に示すように、各凹部226は、それぞれ、その深さD1が100~200 $\mu$ mであるのが好ましく、150~200 $\mu$ mであるのがより好ましい。これにより、各凹部226では、その内側に破断部27が確実に位置することとなり、よって、アクチュエータ2の支持基板4に対する位置決めを阻害する、すなわち、破断部27が位置決め用突部421に当接するのが確実に防止される。

## 【0038】

支持板22の両側に位置する(形成された)凹部226での各破断部27は、互いに同じ構成であるため、以下、一端側の破断部27について代表的に説明する。

30

前述したように、この破断部27(凹部226)は、支持板22の一端部22aに位置している。そして、破断部27は、一端部22aの軸部材23に対して片側(図1中下側)の部分に偏在している。すなわち、破断部27は、一端部22aの軸部材23の延長線上の部分には形成されていない(図1参照)。従って、一端部22aは、破断部27が形成されている部分(以下この部分を「破断部形成部224」と言う)と、軸部材23を介して破断部形成部224と反対側の、破断部27が形成されていない部分(以下この部分を「破断部非形成部225」と言う)とに分けることができる。

## 【0039】

破断部27を破断するときには、例えば指先で、破断部非形成部225をその厚さ方向(図3の紙面奥側に向かって)に押圧する。この押圧により、破断部27に応力が集中し、よって、当該破断部27が容易かつ確実に破断することとなる。これにより、アクチュエータ2を製造する際に当該アクチュエータ2をフレーム10から容易かつ確実に分離することができ、よって、アクチュエータ2を確実に得ることができる。このように、破断部27は、押圧と言う簡単な操作で破断され、また、破断部27を破断した際の破断片(破断くず)が生じるのも防止される。

40

## 【0040】

また、分離されたアクチュエータ2では、振動特性に影響しない部分(可動板21に対してできる限り遠位となる部分)、すなわち、支持基板4に接合される支持板22に破断部27が形成されている。

50

また、一端部 22a では、破断部非形成部 225 が、破断部 27 を破断する際に押圧される押圧部として機能する部分であると言える。

【0041】

また、破断部 27 は、辺 223 に沿った長さ（全長） $L_1$  が、その辺 223（一端部 22a の幅）の長さ  $L_2$  の 10～40% であるのが好ましく、20～40% であるのがより好ましい。これにより、破断部 27 に対する押圧による破断操作をより容易に行なうことができる。

前述したように、破断部 27 は、ミシン目で構成されている。このため、破断部 27 には、辺 223 に沿って（軸部材 23 と直交する方向に沿って）間欠的に形成された複数（図示の構成では 2 つ）の孔 271 が形成されている。各孔 271 は、それぞれ、一端部 22a（支持板 22）を厚さ方向に貫通するものである。また、各孔 271 は、それぞれ、辺 223 に沿った（平面視で）長尺状をなすものである。

【0042】

このような孔 271 が形成されていることにより、一端部 22a の破断部非形成部 225 を押圧した際に、破断部 27 の孔 271 が形成されていない各部分 272 に、それぞれ応力が確実に集中し、よって、当該各部分 272（破断部 27）をより容易に破断することができる。

また、図 4 に示すように、孔 271 の長さ  $L_3$  は、隣接する孔 271 同士の間（部分 272）の長さ  $L_4$  よりも短い。これにより、破断部 27 において、フレーム 10 から分離される前の状態で破断部 27 が不本意に破断してアクチュエータ 2 が離脱するのを防止し得る程度の、強度が確保される。なお、長さ  $L_3$  は、10～100  $\mu\text{m}$  であるのが好ましく、30～40  $\mu\text{m}$  であるのがより好ましい。また、長さ  $L_3$  は、長さ  $L_4$  よりも短いのに限定されず、長さ  $L_4$  と同じであってもよい。

また、孔 271 の形成数は、2 つに限定されず、例えば、3 つ以上であってもよい。

以上のようなアクチュエータ組立体 1（アクチュエータ 2（アクチュエータ連結体 20））は、例えば、次のようにして製造することができる。この製造方法について、図 5、図 6 を参照しつつ説明する。

【0043】

[1] まず、図 5（a）に示すように、アクチュエータ連結体 20（アクチュエータ 2）の母材となる基板 3 を用意する。

また、予め支持基板 4 も用意しておく。この支持基板 4 には、コイル 52 が設置されている。

[2] 次に、図 5（b）に示すように、基板 3 の Si 層上に、各アクチュエータ 2（可動板 21 と支持部 22 と軸部材 23、24）と、フレーム 10 との平面視形状に対応する形状をなすレジストマスク M1 を形成する。

【0044】

[3] 次に、レジストマスク M1 を介して、Si 層 31 をエッチングする。その後、レジストマスク M1 を除去する。これにより、図 5（c）に示すように、アクチュエータ 2（可動板 21 と支持部 22 と軸部材 23、24 とが一体的に形成されたもの）とフレーム 10 とが一体的に形成された Si 層 31 が得られる。

また、このとき、破断部 27 も形成される。このように、可動板 21 と支持部 22 と軸部材 23、24 とを形成すると同時に破断部 27 も形成することができるので、アクチュエータ連結体 20 を製造する際の製造コストを抑制することができる。

【0045】

なお、Si 層 31 をエッチングするとき、SiO<sub>2</sub> 層 32 は、エッチングのストップ層として機能する。このようなエッチング方法としては、例えば、プラズマエッチング、リアクティブイオンエッチング、ビームエッチング、光アシストエッチング等の物理的エッチング法、ウェットエッチング等の化学的エッチング法等のうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせる用いることができる。

【0046】

10

20

30

40

50

【 4 】 次いで、図 5 ( d ) に示すように、 $\text{SiO}_2$  層 3 2 の、各アクチュエータ 2 とフレーム 1 0 との平面視形状に対応する部分と、各アクチュエータ 2 の可動板 2 1 の永久磁石 5 1 が設置されない部分とを除いた部分を除去する。これにより、各アクチュエータ 2 とフレーム 1 0 との平面視形状に対応する部分と、各アクチュエータ 2 の可動板 2 1 の永久磁石 5 1 が設置されない部分とを除いた部分が形成された  $\text{SiO}_2$  層 3 2 を得ることができる。

その後、前述したように、各アクチュエータ 2 の破断部 2 7 を破断して、当該アクチュエータ 2 をフレーム 1 0 から取り外す。

【 0 0 4 7 】

【 5 】 次いで、図 6 ( e ) に示すように、可動板 2 1 の上面に、金属膜を形成し、光反射部 2 1 1 を形成する。このような金属膜の形成方法としては、真空蒸着、スパッタリング ( 低温スパッタリング ) 、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、金属箔の接合等が挙げられる。

また、さらに、可動板 2 1 の下面に永久磁石 5 1 を接着 ( 接着剤や溶媒による接着 ) により接合する。

以上より、光反射部 2 1 1 と永久磁石 5 1 とが配置されたアクチュエータ 2 が得られる。

【 0 0 4 8 】

【 6 】 次いで、図 6 ( f ) に示すように、このアクチュエータ 2 を、予め用意しておいた支持基板 4 に、接着 ( 接着剤や溶媒による接着 ) により接合する。このとき、前述したように、アクチュエータ 2 の支持板 2 2 を支持基板 4 ( 枠部材 4 2 ) の位置決め用突部 4 2 1 、 4 2 2 に当接して、位置決めした状態で接合する。

その後、支持基板 4 に設置されているコイル 5 2 と電源回路 5 3 とを接続する。これにより、アクチュエータ組立体 1 が得られる。

【 0 0 4 9 】

以上のような構成のアクチュエータ組立体 1 は、例えば、画像形成装置に内蔵する ( 適用する ) ことができる。ここでは、その一例として、アクチュエータ組立体 1 をイメージング用ディスプレイの光スキャナとして用いた場合を説明する ( 図 1 1 参照 ) 。なお、スクリーン S の長手方向を「横方向」といい、長手方向に直角な方向を「縦方向」という。また、アクチュエータ組立体 1 ( アクチュエータ 2 ) における x 軸がスクリーン S の横方向と平行であり、y 軸がスクリーン S の縦方向と平行である。

【 0 0 5 0 】

プロジェクタ 9 は、レーザーなどの光を照出する光源装置 9 1 と、複数のダイクロイックミラー 9 2 、 9 2 、 9 2 と、アクチュエータ組立体 1 ( アクチュエータ 2 ) とを有している。

光源装置 9 1 は、赤色光を照出する赤色光源装置 9 1 1 と、青色光を照出する青色光源装置 9 1 2 と、緑色光を照出する緑色光源装置 9 1 3 とを備えている。

【 0 0 5 1 】

各ダイクロイックミラー 9 2 は、赤色光源装置 9 1 1 、青色光源装置 9 1 2 、緑色光源装置 9 1 3 のそれぞれから照出された光を合成する光学素子である。

このようなプロジェクタ 9 は、図示しないホストコンピュータからの画像情報に基づいて、光源装置 9 1 ( 赤色光源装置 9 1 1 、青色光源装置 9 1 2 、緑色光源装置 9 1 3 ) から照出された光をダイクロイックミラー 9 2 で合成し、この合成された光がアクチュエータ組立体 1 によって 2 次元走査され、スクリーン S 上でカラー画像を形成するように構成されている。

【 0 0 5 2 】

2 次元走査の際、可動板 2 1 の y 軸回りの回動により光反射部 2 1 1 で反射した光がスクリーン S の横方向に走査 ( 主走査 ) される。一方、可動板 2 1 の x 軸回りの回動により光反射部 2 1 1 で反射した光がスクリーン S の縦方向に走査 ( 副走査 ) される。

なお、図 1 1 中では、ダイクロイックミラー 9 2 で合成された光をアクチュエータ組立

10

20

30

40

50

体 1 によって 2 次元的に走査した後、その光を固定ミラー M で反射させてからスクリーン S に画像を形成するように構成されているが、固定ミラー M を省略し、アクチュエータ組立体 1 によって 2 次元的に走査された光を直接スクリーン S に照射してもよい。

また、アクチュエータ組立体 1 (アクチュエータ 2) が適用可能な画像形成装置としては、プロジェクタ 9 の他、プリンタも挙げられる。

【 0 0 5 3 】

< 第 2 実施形態 >

図 7 は、本発明のアクチュエータの第 2 実施形態を示す横断面図である。

以下、この図を参照して本発明のアクチュエータおよびアクチュエータ連結体の第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

10

【 0 0 5 4 】

本実施形態は、破断部の構成が異なること以外は前記第 1 実施形態と同様である。

図 7 に示すアクチュエータ連結体 20 A では、アクチュエータ 2 A が、薄肉脆弱部 (薄肉部) で構成された破断部 27 A を介して、フレーム 10 と連結されている。この破断部 27 A は、辺 223 に沿って溝 273 が形成されており、その溝 273 によって、基板 3 の厚さが溝 273 の底部 274 に向かって漸減した部分となっている。

このような構成の破断部 27 A が形成されていることにより、アクチュエータ 2 A を製造する際に破断部 27 A を破断してフレーム 10 から容易かつ確実に分離することができ、よって、アクチュエータ 2 A が確実に得られる。

20

【 0 0 5 5 】

< 第 3 実施形態 >

図 8 は、本発明のアクチュエータの第 3 実施形態を示す横断面図、図 9 および図 10 は、それぞれ、図 8 に示すアクチュエータの製造方法を説明するための図である。

以下、この図を参照して本発明のアクチュエータおよびアクチュエータ連結体の第 3 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

本実施形態は、アクチュエータの母材となる基板の構成が異なること以外は前記第 1 実施形態と同様である。

30

図 8 に示すアクチュエータ 2 B (アクチュエータ連結体 20) は、その母材となる基板 3 B から形成されたものである。この基板 3 B は、Si 層 31 と、Si 層 31 の下面に形成された SiO<sub>2</sub> 層 32 (第 1 の SiO<sub>2</sub> 層) と、Si 層 31 の上面に形成された SiO<sub>2</sub> 層 33 (第 2 の SiO<sub>2</sub> 層) とで構成された積層構造基板である。

このような構成のアクチュエータ 2 B は、次のようにして製造することができる。この製造方法について、図 9、図 10 を参照しつつ説明する。

【 0 0 5 7 】

[ 1' ] まず、図 9 (a) に示すように、アクチュエータ 2 B の母材となる基板 3 B を用意する。

[ 2' ] 次いで、図 9 (b) に示すように、基板 3 B の SiO<sub>2</sub> 層 32 および 33 上にそれぞれレジストマスク M2 および M3 を形成する。この形成順番は、SiO<sub>2</sub> 層 32 および 33 のうち、どちらを先にしてもよいが、SiO<sub>2</sub> 層 33 側を先にするのが好ましい。また、レジストマスク M3 は、次工程で SiO<sub>2</sub> 層 32 にエッチングを施す際、そのエッチングから、SiO<sub>2</sub> 層 33 を保護する保護膜として機能するものである。

40

【 0 0 5 8 】

[ 3' ] 次いで、図 9 (c) に示すように、レジストマスク M2 に対して、パターニングを施す。これにより、レジストマスク M2 が所望の (アクチュエータ 2 B に対応した) 形状をなす。そして、図 9 (d) に示すように、このレジストマスク M2 を介して、例えば前述したようなエッチング方法により、SiO<sub>2</sub> 層 32 をエッチングする。その後、図 9 (e) に示すように、例えば硫酸による洗浄やアッシング等により、レジストマスク

50

M 2 および M 3 を一括して除去する。

【 0 0 5 9 】

[ 4 ' ] 次いで、図 1 0 ( f ) に示すように、S i O 2 層 3 2 に対し、S i O 2 層 3 2 ごと、レジストマスク M 4 を形成する。このレジストマスク M 4 は、次工程で S i O 2 層 3 3 にエッチングを施す際、そのエッチングから、S i O 2 層 3 2 を保護する保護膜として機能するものである。

また、S i O 2 層 3 2 に対してもレジストマスク M 5 を形成する。

【 0 0 6 0 】

[ 5 ' ] 次いで、図 1 0 ( g ) に示すように、レジストマスク M 5 に対して、パターンニングを施す。これにより、レジストマスク M 5 が所望の ( アクチュエータ 2 B に対応した ) 形状をなす。そして、図 1 0 ( h ) に示すように、このレジストマスク M 5 を介して、例えば前述したようなエッチング方法により、S i O 2 層 3 3 をエッチングする。その後、図 1 0 ( i ) に示すように、レジストマスク M 4 および M 5 を一括して除去する。

10

【 0 0 6 1 】

[ 6 ' ] 次いで、図 1 0 ( j ) に示すように、S i 層 3 1 に対し、S i O 2 層 3 2 および 3 3 をマスクとして、例えばその両面側からエッチングを施す。これにより、前述した第 1 実施形態と同様に、アクチュエータ 2 B ( 可動板 2 1 と支持部 2 2 と軸部材 2 3 、 2 4 とが一体的に形成されたもの ) とフレーム 1 0 とが一体的に形成された S i 層 3 1 が得られる。

以降の工程は、前述した第 1 実施形態で記載した製造方法の工程 [ 5 ] 以降の工程とほぼ同じである。

20

【 0 0 6 2 】

以上、本発明のアクチュエータおよびアクチュエータ連結体を図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、アクチュエータおよびアクチュエータ連結体を構成する各部は、同様の機能を発揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

また、本発明のアクチュエータおよびアクチュエータ連結体は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成 ( 特徴 ) を組み合わせたものであってもよい。

【 0 0 6 3 】

例えば、破断部が、ミシン目と破断部とを組み合わせたような構成のものであってもよい。

30

また、破断部を破断する際の押圧は、指先による押圧に限定されず、例えば、機械 ( 器具 ) による押圧でもよい。

また、破断部は、押圧により破断されるのに限定されず、折り曲げにより破断されてもよい。

【 0 0 6 4 】

また、アクチュエータは、S i 層と S i 層の下面に形成された S i O 2 層との積層体をなすものであるが、これに限定されず、S i 層の上面にさらに S i O 2 層が形成された積層体をなすものであってもよい。

また、支持板は、可動板をその周方向に沿って囲むような枠状 ( リング状またはコ字状 ) をなすものに限定されず、例えば、可動板を介して 2 つ設置されたものであってもよい。

40

また、アクチュエータは、その母材となる積層構造基板からエッチングにより製造されるものであり、そのエッチングは、積層構造基板に対しその両面側から行なうこともできるし、片面側から行なうことができる。

【 符号の説明 】

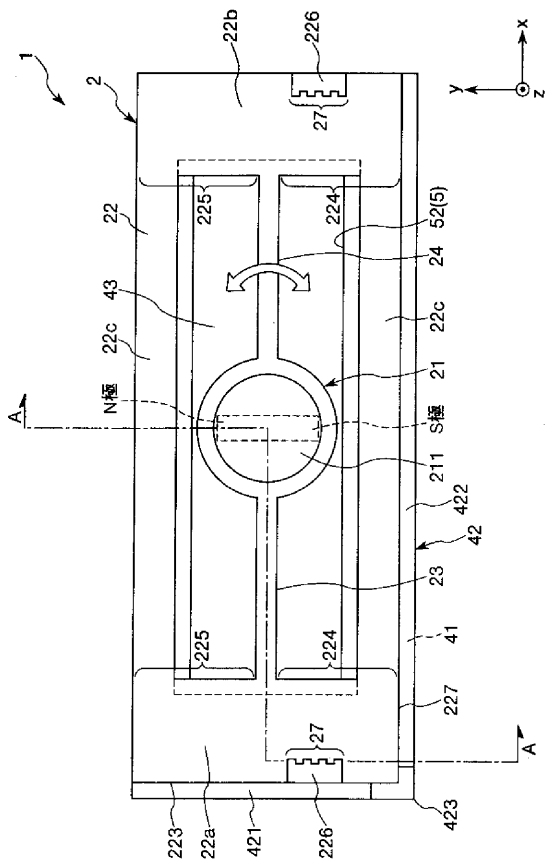
【 0 0 6 5 】

1 ... .. アクチュエータ組立体 2、2 A、2 B ... .. アクチュエータ 2 1 ... .. 可動板  
2 1 1 ... .. 光反射部 2 2 ... .. 支持板 ( 支持部 ) 2 2 a ... .. 一端部 2 2 b ... .. 他端部  
2 2 c ... .. 中間部 2 2 3 ... .. 辺 2 2 4 ... .. 破断部形成部 2 2 5 ... .. 破断部非形成部  
2 2 6 ... .. 凹部 2 2 7 ... .. 辺 2 3、2 4 ... .. 軸部材 ( 回動軸 ) 2 7、2 7 A ...

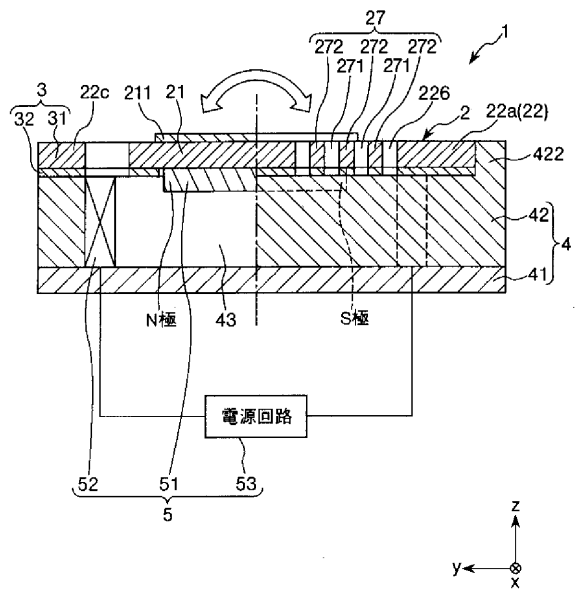
50

- ... 破断部 271 ... 孔 272 ... 部分 273 ... 溝 274 ... 底部 3、3B ...
- ... 基板 31 ... Si層 32 ... SiO<sub>2</sub>層 33 ... SiO<sub>2</sub>層 4 ... 支持基板
- 41 ... 基台 42 ... 枠部材 421、422 ... 位置決め用突部 423 ... 角部
- 43 ... 間隙(空間) 5 ... 駆動手段 51 ... 永久磁石 52 ... コイル 53 ...
- 電源回路 9 ... プロジェクタ(画像形成装置) 91 ... 光源装置 911 ... 赤色光源装置 912 ... 青色光源装置 913 ... 緑色光源装置 92 ... ダイクロイックミラー
- 10 ... フレーム 101 ... 第1のランナー 102 ... 第2のランナー 20、20A ... アクチュエータ連結体 D1 ... 深さ L1、L2、L3、L4 ... 長さ M1、M2、M3、M4、M5 ... レジストマスク M ... 固定ミラー S ... スクリーン

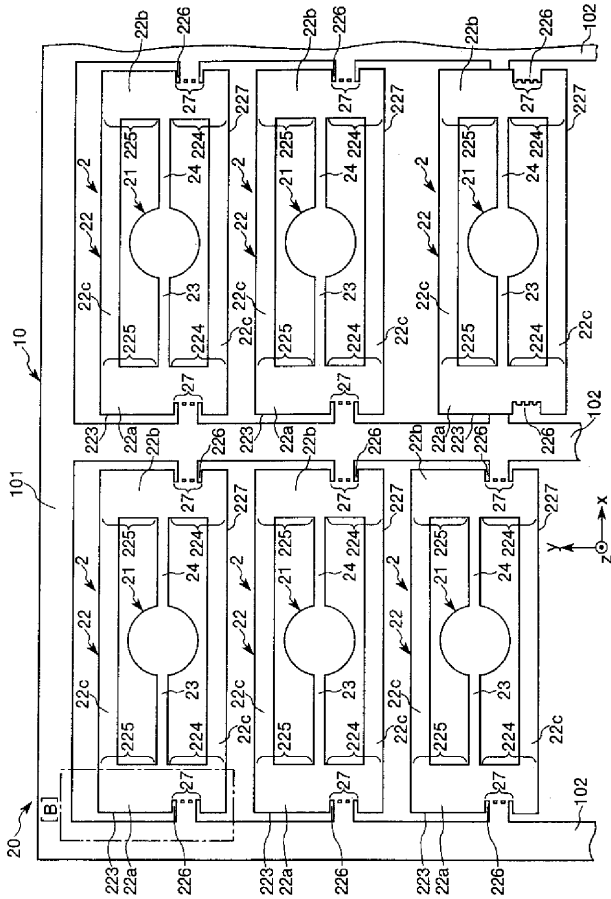
【図1】



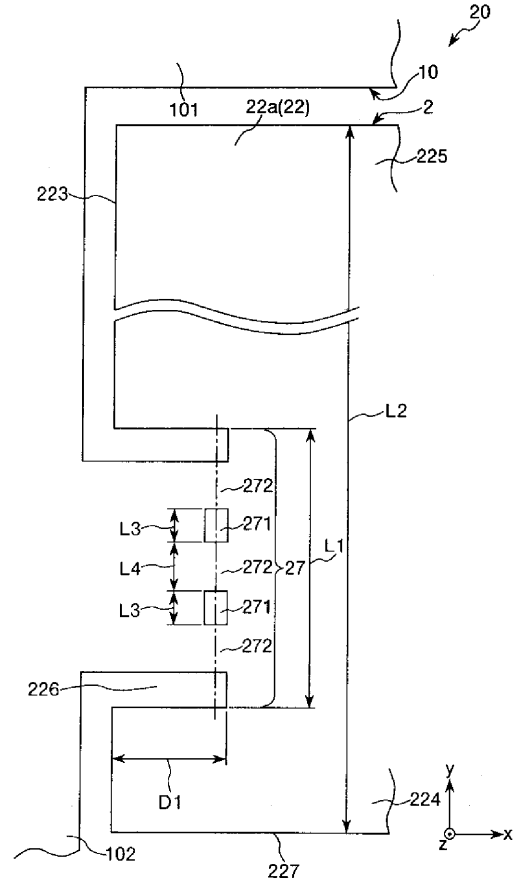
【図2】



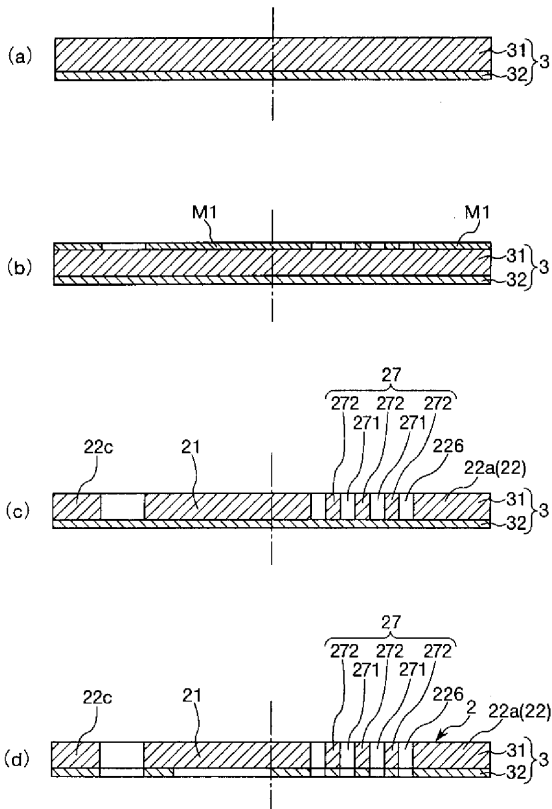
【 図 3 】



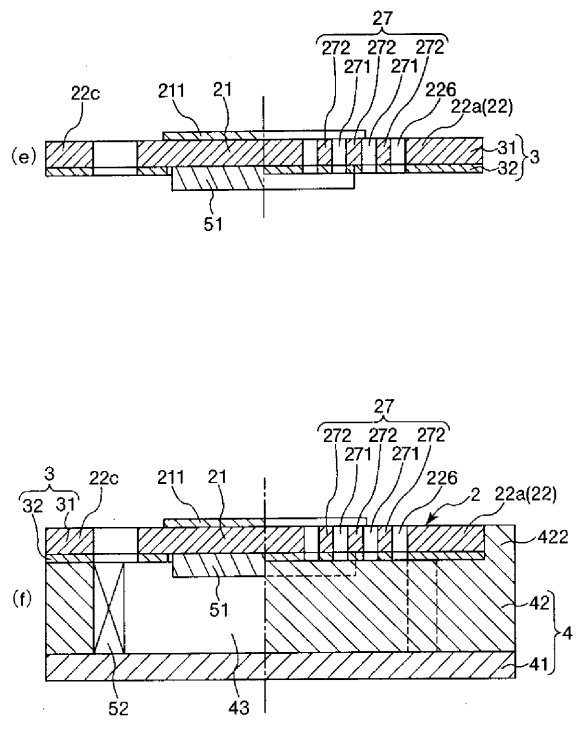
【 図 4 】



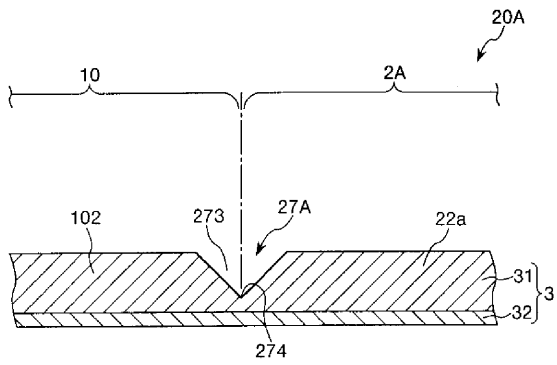
【 図 5 】



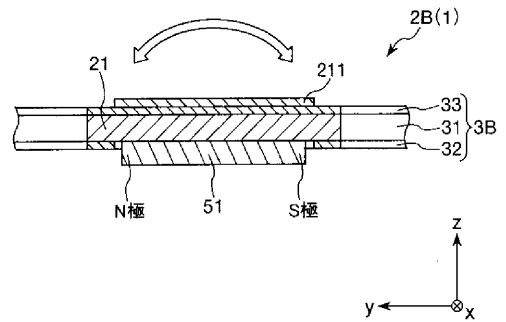
【 図 6 】



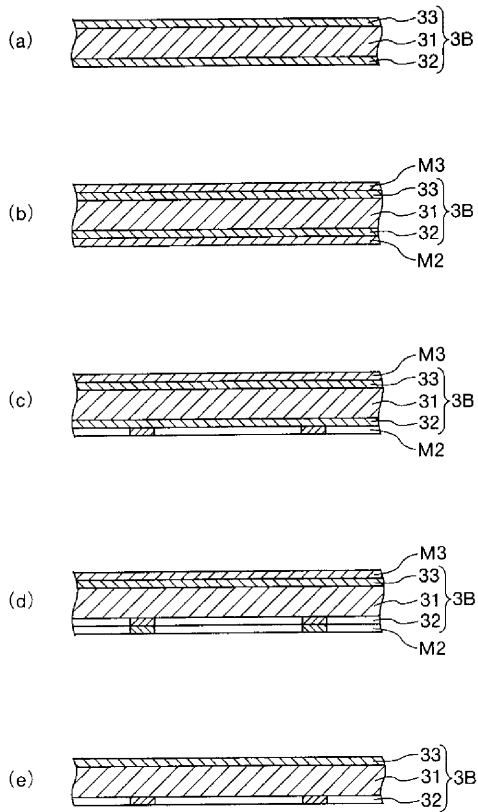
【 図 7 】



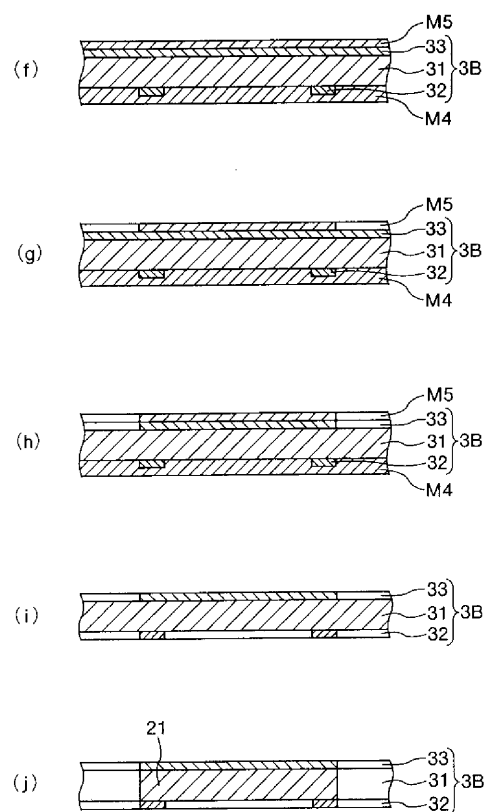
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】





【 図 1 1 】

