

(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2017-158366
(P2017-158366A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO2N 11/00 (2006.01)	HO2N 11/00 Z	5H681
HO2N 2/00 (2006.01)	HO2N 2/00 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-41241 (P2016-41241)
(22) 出願日 平成28年3月3日 (2016.3.3)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100091096
弁理士 平木 祐輔
(74) 代理人 100105463
弁理士 関谷 三男
(74) 代理人 100129861
弁理士 石川 滝治
(72) 発明者 新宅 裕二
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 5H681 DD39 DD95

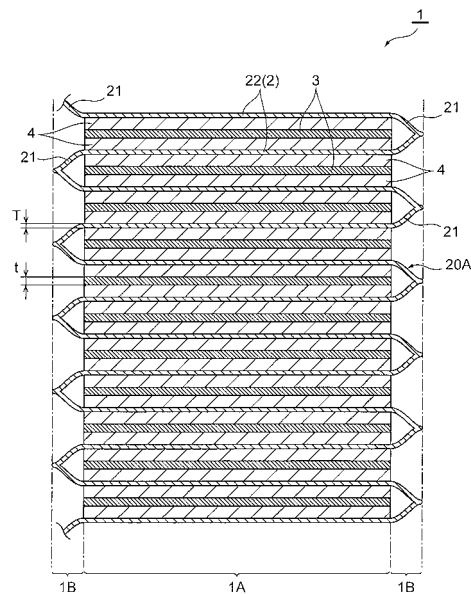
(54) 【発明の名称】 アクチュエータ

(57) 【要約】

【課題】電極面を有効に利用することができるアクチュエータを提供する。

【解決手段】アクチュエータ1は、正電極3と、負電極2と、これらの電極間に挟まれる電気応答性樹脂層4とを複数積層してなる。負電極2は、一枚の電極部材20Aを積層方向に沿ってS字状に折り畳むことにより形成されている。積層方向に隣接する負電極2同士の間には、正電極3がその上下両側に設けられた電気応答性樹脂層4を介して挟持されている。電極部材20Aは、所定の間隔で配列される複数の電極部22と、隣接する電極部22同士を連結する連結耳部21とを有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

正電極と、負電極と、これらの電極間に挟まれる電気応答性樹脂層とを複数積層してなるアクチュエータであって、

前記正電極及び前記負電極のうち、少なくとも一方の電極は、一枚の電極部材を積層方向に沿ってS字状に折り畳むことにより形成され、

積層方向に隣接する前記一方の電極同士の間には、他方の電極がその両側に設けられた前記電気応答性樹脂層を介して挟持されていることを特徴とするアクチュエータ。

【請求項 2】

前記電極部材は、所定の間隔で配列される複数の電極部と、隣接する前記電極部同士を連結する連結耳部とを有し、

隣接する前記電極部同士は、これらを連結する前記連結耳部の折り曲げによって互いに折り畳まれ、

各電極部において、該電極部に連結される前記連結耳部と、隣接する前記電極部に連結される前記連結耳部の連結耳部同士がなす角度は、 180° 以外であることを特徴とする請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、正電極と、負電極と、これらの電極間に挟まれる電気応答性樹脂層とを複数積層してなるアクチュエータに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、正電極と負電極の間に電気応答性樹脂層を挟んでなる素子に電圧を印加することで、電気応答性樹脂層が変形する性質を利用したアクチュエータが知られている。この種のアクチュエータでは、変形量を増加させるために上述の素子が複数積層されて用いられている。一例として、例えば特許文献 1 に記載のアクチュエータでは、正電極と負電極の間に電気応答性樹脂層を挟み、同一極性の電極同士が重なるようにS字状に折り畳まれて積層されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2007 - 252132 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、上述の特許文献 1 に記載のアクチュエータでは、電極同士が折り畳まれた部分に同一極性の電極同士が直接接触しており、該電極の片面にしか電気応答性樹脂層が積層されていない。このため、電極面が有効に利用できていない問題が生じている。

【0005】

本発明は、このような技術課題を解決するためになされたものであって、電極面を有効に利用できるアクチュエータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明に係るアクチュエータは、正電極と、負電極と、これらの電極間に挟まれる電気応答性樹脂層とを複数積層してなるアクチュエータであって、前記正電極及び前記負電極のうち、少なくとも一方の電極は、一枚の電極部材を積層方向に沿ってS字状に折り畳むことにより形成され、積層方向に隣接する前記一方の電極同士の間には、他方の電極がその両側に設けられた前記電気応答性樹脂層を介して挟持されていることを特徴とする。

【0007】

10

20

30

40

50

本発明に係るアクチュエータでは、正電極及び負電極のうち、少なくとも一方の電極が一枚の電極部材を積層方向に沿ってS字状に折り畳むことにより形成され、積層方向に隣接する一方の電極同士の間には他方の電極がその両側に設けられた電気応答性樹脂層を介して挟持されているので、各電極の両面を全て電極として利用することが可能になる。このため、各電極の電極面を有効に利用することができる。

【0008】

また、本発明に係るアクチュエータにおいて、前記電極部材は、所定の間隔で配列される複数の電極部と、隣接する前記電極部同士を連結する連結耳部とを有し、隣接する前記電極部同士は、これらを連結する前記連結耳部の折り曲げによって互いに折り畳まれ、各電極部において、該電極部に連結される前記連結耳部と、隣接する前記電極部に連結される前記連結耳部の連結耳部同士がなす角度は、 180° 以外であることが好適である。このようにすれば、連結耳部の折り曲げにより嵩張ることを抑制しつつ、隣接する連結耳部同士の干渉を防止することができる。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、電極面を有効に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態に係るアクチュエータを示す概略断面図である。

【図2】第1実施形態に係るアクチュエータを示す平面図である。

【図3】電極部材の展開図である。

【図4】第1実施形態に係るアクチュエータの製造方法を示す模式図である。

【図5】第2実施形態に係るアクチュエータを示す平面図である。

【図6】電極部材の展開図である。

【図7】第2実施形態に係るアクチュエータの製造方法を示す模式図である。

【図8】第3実施形態に係るアクチュエータを示す平面図である。

【図9】電極部材の展開図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明に係るアクチュエータの実施形態を説明する。図面の説明において同一の要素には同一符号を付し、重複説明は省略する。

【0012】

< 第1実施形態 >

図1は第1実施形態に係るアクチュエータを示す概略断面図である。本実施形態に係るアクチュエータ1は、板状の負電極2と、メッシュ状の正電極3と、負電極2及び正電極3の間に挟まれた電気応答性樹脂層4とを、複数積層することにより形成されている。

【0013】

図2はアクチュエータ1の平面図である。平面視において、アクチュエータ1は、円形状の中央部1Aと、該中央部1Aの左右両側に延びる矩形状の縁部1Bとで形成されている。中央部1Aは、負電極2と正電極3と電気応答性樹脂層4とを積層する領域であり、縁部1Bは後述する電極部材20Aの連結耳部21を収める領域である。

【0014】

図1に示すように、負電極2は、一枚のシート状の電極部材20Aを積層方向に沿ってS字状に折り畳むことにより形成されている。電極部材20Aは、ステンレス材料からなり、積層方向に等間隔で配列された複数の電極部22と、隣接する電極部22同士を連結する連結耳部21とを有する。電極部22は、円形状に形成され、負電極2を構成する部分である。連結耳部21は、矩形状に形成され、隣接する電極部22同士の間に配置され、これらの電極部22を連結している。

【0015】

積層方向に隣接する電極部22同士は、これらを連結する連結耳部21の折り曲げによ

10

20

30

40

50

って互いに折り畳まれている。具体的には、連結耳部 2 1 は、その長さの略半分の場所で折り返されている。これによって、積層方向に隣接する電極部 2 2 同士を、位置ずれなく、向かい合わせている。

【0016】

また、各電極部 2 2 において、電極部 2 2 に連結される連結耳部 2 1 は 2 箇所ずつあり、すなわち、上側の電極部 2 2 と連結するための連結耳部 2 1、下側の電極部 2 2 と連結するための連結耳部 2 1 である。平面視で、2 箇所に配置された連結耳部 2 1 は、電極部 2 2 の径方向に沿って電極部 2 2 から左右両側に延出しており、両者がなす角度は 180° である（図 2 参照）。

【0017】

積層方向に隣接する電極部 2 2 同士の間には、正電極 3 がその両側に設けられた電気応答性樹脂層 4 を介して挟持されている。正電極 3 は、ステンレス材料からなり、電極部 2 2 と同じ形状及び同じ大きさに形成されている。本実施形態において、負電極 2 及び正電極 3 には、ともにステンレス材料が用いられているが、ステンレスに代えて、導電性ゴムや導電性高分子組成物、銅等の金属材料が用いられてもよい。

【0018】

電気応答性樹脂層 4 は、キャスト法、ディップコーティング法、スピンコート法、溶融コーティング法等で負電極 2 又は正電極 3 に直接形成されてもよく、又は別体として個別に作製されてもよい。ここで、電気応答性樹脂とは、電気に応答して変形挙動が起こる樹脂材料のことを意味し、例えば誘電エラストマーなどが挙げられる。そして、動作不良を防止するために、電気応答性樹脂層 4 の厚さは 2 mm 以下が好ましい。これは、電気応答性樹脂層 4 の厚さが 2 mm を超えると、作動電圧が高くなり、短絡などによる動作不良が起こる可能性があるからである。

【0019】

以下、図 3 及び図 4 を参照しアクチュエータ 1 の製造方法を説明する。図 3 は、電極部材 2 0 A を折り畳む前の状態、すなわち電極部材 2 0 A の展開状態を示すものである。図 3 に示すように、負電極 2 の形成に用いられる電極部材 2 0 A は、等間隔で直線状に配列された複数の電極部 2 2 と、電極部 2 2 の径方向に延びて隣接する電極部 2 2 同士を連結する複数の連結耳部 2 1 を有するように一体的に形成されている。

【0020】

そして、電極部 2 2 の最も幅広い部分の幅（すなわち、電極部 2 2 の直径）を L_1 、連結耳部 2 1 の幅を L_2 としたときに、電極部 2 2 の直径及び連結耳部 2 1 の幅は、 $L_2 \leq L_1 / 3$ の関係を満たすように設定されている。また、電極部材 2 0 A の厚さを T 、正電極 3 の厚さを t としたときに、両者の厚さは $T \leq t / 3$ の関係を満たすように設定されている。なお、本実施形態では、電極部 2 2 の直径 L_1 が 30 mm、連結耳部 2 1 の幅 L_2 が 5 mm、電極部材 2 0 A の厚さ T が 10 μm 、正電極 3 の厚さ t が 50 μm である。

【0021】

このように電極部材 2 0 A の厚さ、電極部 2 2 及び連結耳部 2 1 の幅を設定することで、電極部材 2 0 A を折り畳む際に、連結耳部 2 1 の折り曲げにより生じる反発力の影響を抑制することができる。すなわち、外力を付与し連結耳部 2 1 を折り曲げると、連結耳部 2 1 が外力付与方向に弾性変形する。しかし、外力が解除されると、連結耳部 2 1 は反発変形（すなわち、スプリングバック）し、外力付与方向とは反対の方向に反発力が生じる。これによって、積層により電極部 2 2 と密着された電気応答性樹脂層 4 を、電極部 2 2 から引き離す力が働く。そして、上述の反発力が大きくなると、電極部 2 2 と電気応答性樹脂層 4 との間には、密着しない部分が発生して、アクチュエータ 1 の正常作動に悪影響を及ぼしてしまう。

【0022】

上述の反発力を低減するために、連結耳部 2 1 の折り曲げで形成された角部にカーブを大きく付ける（例えば、曲げ R を大きく取る）方法が考えられるが、カーブを大きく付けると、隣接する連結耳部 2 1 同士が接触し干渉するだけでなく、連結耳部 2 1 を収める

10

20

30

40

50

空間が大きくなるので、アクチュエータのコンパクト化を実現し難くなる問題が新たに発生してしまう。これに対し、本実施形態では、上述のように電極部材 20 A の厚さ、電極部 22 及び連結耳部 21 の幅を設定することで、スプリングバックによる反発力を低減することができると共に、アクチュエータ 1 のコンパクト化を実現し易くなる。なお、反発力を低減するために、許容できる範囲において、例えば連結耳部 21 の折り曲げ位置をできるだけ電極部 22 から遠い場所にしたり、又は連結耳部 21 を電極部 22 より薄くしたりすることも考えられる。

【0023】

図 4 はアクチュエータ 1 の製造方法を示す模式図である。アクチュエータ 1 を製造する際に、例えばまず、正電極 3 を個別に用意し、ディップコーティングを施すことで該正電極 3 の表裏両面に電気応答性樹脂層 4 を形成し、電極中間体 5 を複数作製する。ディップコーティングに用いるコーティング液は、電気応答性樹脂を溶媒に溶解したものである。

10

【0024】

次に、電極部材 20 A を用意し、各連結耳部 21 の長さの半分の場所で該電極部材 20 A を折り曲げて、隣接する電極部 22 同士の間電極中間体 5 を順次に配置させる。隣接する電極部 22 同士の間電極中間体 5 を全て配置させた後に、これらを積層することでアクチュエータ 1 を作製する。なお、上述の製造方法において、正電極 3 に代えて電極部材 20 A にディップコーティングを施すことにより、該電極部材 20 A の表裏両面に電気応答性樹脂層 4 を形成してもよい。

【0025】

本実施形態のアクチュエータ 1 では、負電極 2 は一枚の電極部材 20 A を積層方向に沿って S 字状に折り畳むことにより形成され、積層方向に隣接する負電極 2 同士の間、正電極 3 がその上下両側に設けられた電気応答性樹脂層 4 を介して挟持されている。従って、負電極 2 の両面を全て電極として利用することが可能にある。その結果、負電極 2 の電極面を有効に利用することができる。

20

【0026】

加えて、電極部材 20 A において、電極部 22 の直径 L_1 と連結耳部 21 の幅 L_2 とが $L_2 \leq L_1 / 3$ の関係を満たし、電極部材 20 A の厚さ T と正電極 3 の厚さ t とが $T \leq t / 3$ の関係を満たすので、連結耳部 21 の折り曲げによる反発力を低減することができる。これによって、電極部 22 と電気応答性樹脂層 4 との間に密着しない部分の発生を確実に防止し、アクチュエータ 1 の正常作動を確保することができる。

30

【0027】

< 第 2 実施形態 >

図 5 は第 2 実施形態に係るアクチュエータを示す平面図である。本実施形態に係るアクチュエータ 6 と第 1 実施形態との相違点は、電極部 22 に連結される連結耳部 23 と、隣接する電極部 22 に連結される連結耳部 23 の連結耳部同士がなす角度が 90° である点である。その他の構成は第 1 実施形態と同様のため、重複説明は省略する。

【0028】

図 6 は、負電極 2 の形成に用いられる電極部材 20 B の展開状態を示す図である。電極部材 20 B は、上述した電極部材 20 A のように直線状に形成されておらず、一定の規則に沿って凹凸状に形成されている。具体的には、この電極部材 20 B は、等間隔で配列された複数の電極部 22 と、電極部 22 の径方向に延びて隣接する電極部 22 同士を連結する複数の連結耳部 23 とを有するように一体的に形成されている。電極部材 20 B は、これらの電極部 22 及び連結耳部 23 で、互いに平行する上下 2 段構成になっている。上段と下段では、それぞれ 3 つの電極部 22 が直線状に並設されている。また、上段と下段との距離は、連結耳部 23 の 1 本分の長さである。

40

【0029】

このような構成を有する電極部材 20 B を積層方向に沿って S 字状に折り畳むと、図 5 に示すように、連結耳部 23 は電極部 22 の円周に 3 箇所に分けて順次に配置されることになる。そして、各電極部 22 において、該電極部 22 に連結される連結耳部 23 と、隣

50

接する電極部 2 2 に連結される連結耳部 2 3 の連結耳部同士がなす角度は 90° である。このため、平面視で、3 箇所配置された連結耳部 2 3 は、90° の間隔で配置されている。

【0030】

図 7 はアクチュエータ 6 の製造方法を示す模式図である。アクチュエータ 6 を製造する際に、例えばまず、電気応答性樹脂層 4 を 2 層と正電極 3 を一枚それぞれ用意し、2 層の電気応答性樹脂層 4 の間に正電極 3 を挟むようにこれらを積層して電極積層体 7 を複数作製する。次に、電極部材 2 0 B を用意し、各連結耳部 2 3 の長さの半分の場所で連結耳部 2 3 を順次に折り曲げる。次に、隣接する電極部 2 2 同士の間、電極積層体 7 を順次に配置させる。隣接する電極部 2 2 同士の間、電極積層体 7 を全て配置させた後に、これら

10

【0031】

本実施形態のアクチュエータ 6 は、上述の第 1 実施形態と同様な作用効果を得られるほか、連結耳部 2 3 が電極部 2 2 の円周に沿って 3 箇所に分けて配置されるので、隣接する連結耳部 2 3 の折り曲げにより嵩張ることを抑制しつつ、隣接する連結耳部 2 3 同士の干渉を防止することができる。

【0032】

< 第 3 実施形態 >

図 8 は第 3 実施形態に係るアクチュエータを示す平面図である。本実施形態に係るアクチュエータ 8 と第 2 実施形態との相違点は、連結耳部 2 4 が電極部 2 2 の円周に沿って 4

20

【0033】

図 9 は、負電極 2 の形成に用いられる電極部材 2 0 C の展開状態を示す図である。電極部材 2 0 C は、一定の規則に沿って階段状に形成されている。具体的には、この電極部材 2 0 C は、等間隔で配列された複数の電極部 2 2 と、電極部 2 2 の径方向に延びて隣接する電極部 2 2 同士を連結する複数の連結耳部 2 4 とを有するように一体的に形成されている。各階段において、踏面にあたる部分と蹴上にあたる部分は、それぞれ 2 つの電極部 2 2 とこれらの電極部 2 2 を連結する連結耳部 2 4 によって構成されている。なお、踏面にあたる部分と蹴上にあたる部分は、互いに垂直になっている。

【0034】

このような構成を有する電極部材 2 0 C を積層方向に沿って S 字状に折り畳むと、図 8 に示すように、連結耳部 2 4 は、電極部 2 2 の円周に沿って 90° の間隔で螺旋状に配置される。そして、各電極部 2 2 において、該電極部 2 2 に連結される連結耳部 2 4 と、隣接する電極部 2 2 に連結される連結耳部 2 4 の連結耳部同士がなす角度は 90° である。本実施形態のアクチュエータ 8 は、第 2 実施形態のアクチュエータ 6 と同様な方法で製造することができる。ここでは、その説明を省略する。

30

【0035】

本実施形態のアクチュエータ 8 は、上述の第 2 実施形態と同様な作用効果を得られるほか、連結耳部 2 4 が電極部 2 2 の円周に沿って 4 箇所に分けて配置されるので、隣接する連結耳部 2 4 の折り曲げにより嵩張ることをより効果的に抑制することができ、隣接する連結耳部 2 4 同士の干渉を確実に防止することができる。

40

【0036】

上述の第 1 ~ 第 3 実施形態において、負電極 2 のみに電極部材 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C を用いて形成する場合を説明したが、本発明はこれに限定されない。本発明は、正電極 3 のみに電極部材 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C を用いて形成する場合、負電極 2 及び正電極 3 双方にそれぞれ電極部材 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C を用いて形成する場合、負電極 2 と正電極 3 のいずれか一方の電極のみに複数の電極部材 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C を用いて形成する場合にも適用される。

【0037】

例えば、負電極 2 及び正電極 3 双方にそれぞれ電極部材 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C を用い

50

て形成する場合には、電極部材 20A, 20B, 20C を 2 枚用意し、一枚を負電極 2、他の一枚を正電極 3 とする。そして、負電極 2 としての電極部材 20A, 20B, 20C のみにディップコーティングを施し、該電極部材 20A, 20B, 20C の表裏両面に電気応答性樹脂層 4 を形成する。その後、正電極 3 としての電極部材 20A, 20B, 20C における隣接する電極部 22 同士の間、負電極 2 としての電極部材 20A, 20B, 20C における電極部 22 を挟むように、これらの電極部材 20A, 20B, 20C を順次に折り畳んで積層することで、アクチュエータを作製することができる。

【0038】

また、負電極 2 と正電極 3 のいずれか一方の電極（例えば、負電極 2）のみに複数（ここでは、2 枚）の電極部材 20A, 20B, 20C を用いて形成する場合には、まず、負電極 2 としての電極部材 20A, 20B, 20C を 2 枚用意する。次に、これらの 2 枚に対して、キャスト法で片面だけに電気応答性樹脂層 4 をそれぞれ形成させる。キャスト法に用いられる液は、例えば電気応答性樹脂を溶媒に溶解したものである。次に、電気応答性樹脂層 4 が形成されていない面同士を合わせるように、2 枚の電極部材 20A, 20B, 20C を重ね合わせて、一体化させる。その後、一体化された電極部材 20A, 20B, 20C を順次に折り畳み、電気応答性樹脂層 4 が形成された面同士の間、別体に用意された正電極 3 を挟み込んで積層することで、アクチュエータを作製することができる。

10

【0039】

以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱しない範囲で、種々の設計変更を行うことができるものである。例えば、電極部 22 に連結される連結耳部 21, 23, 24 同士がなす角度は上述した内容に限らず、積層方向に隣接する連結耳部 21, 23, 24 同士の干渉を低減できる構造であれば、なす角度を変えてもよい。また、各電極の大きさ・電気応答性樹脂の大きさは必ずしも同一である必要はなく、例えば負電極と正電極の大きさが違ってよいし、電気応答性樹脂の大きさが電極のそれよりも大きくても小さくてもよい。

20

【0040】

また、上記の実施形態では、負電極 2（すなわち、電極部 22）及び正電極 3 について円形状に形成される例を挙げて説明したが、これらの電極の形状を楕円形、他角形等としてもよい。更に、電極部材 20A, 20B, 20C について、電極部 22 と連結耳部 21, 23, 24 共にステンレス材料により形成される例を説明したが、例えば電極部に銅、連結耳部にステンレスのように、部位によって材料を使い分けてもよい。

30

【0041】

また、負電極 2 及び正電極 3 の表面に機械的又は化学的加工を施してもよい。例えば、必要に応じて、負電極 2 及び正電極 3 の表面に梨地加工、掘り込み（メッシュ形状を含む）・溝切り加工を施してもよい。更に、電気応答性樹脂層 4 と負電極 2、正電極 3 との密着性を高めるために、積層方向に圧縮効果をもたらす構造（例えば、ばね）を更にアクチュエータ 1, 6, 8 に取り付けてもよい。

【0042】

また、1 つのアクチュエータ 1, 6, 8 において、上述の電極部材 20A, 20B, 20C を複数用いて直列又は並列に配置してもよい。直列に配置する場合、変形量の増大を期待できる。一方、並列に配置する場合、力の増加を期待できる。

40

【符号の説明】

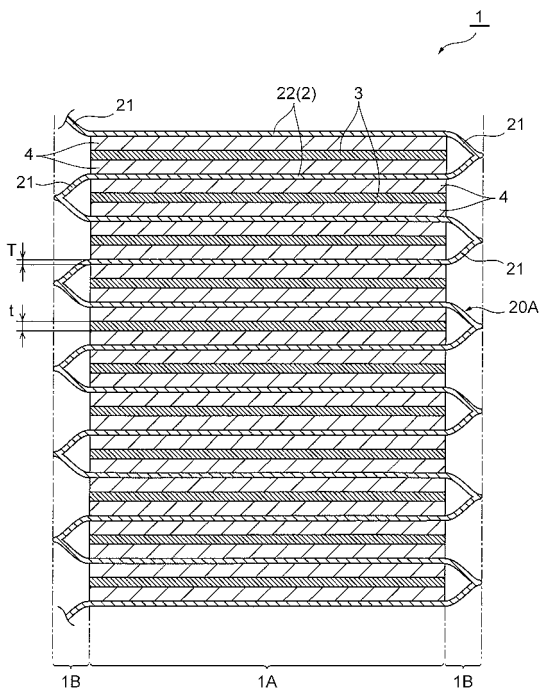
【0043】

- 1, 6, 8 アクチュエータ
 1A 中央部
 1B 縁部
 2 負電極
 3 正電極
 4 電気応答性樹脂層

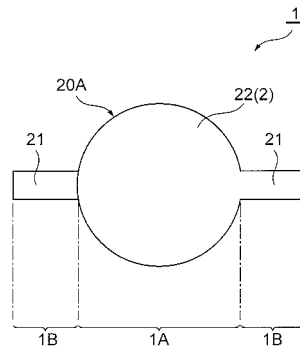
50

- 5 電極中間体
- 7 電極積層体
- 20A, 20B, 20C 電極部材
- 21, 23, 24 連結耳部
- 22 電極部

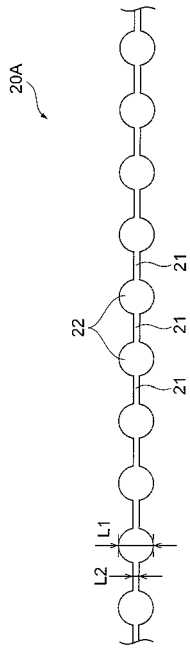
【 図 1 】



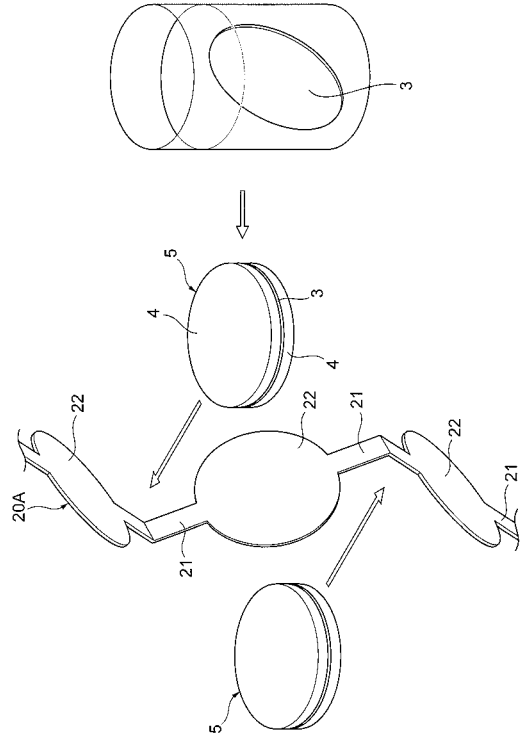
【 図 2 】



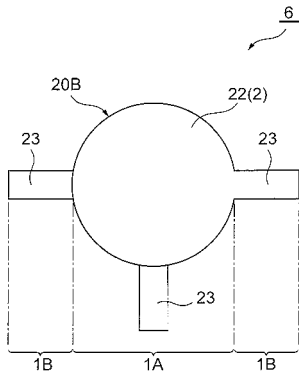
【 図 3 】



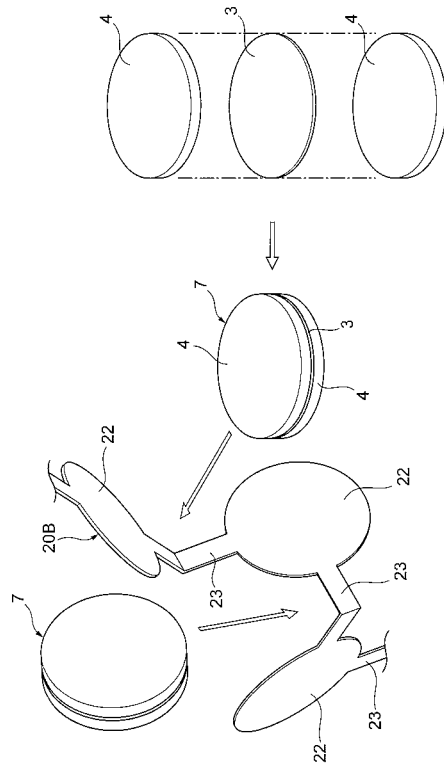
【 図 4 】



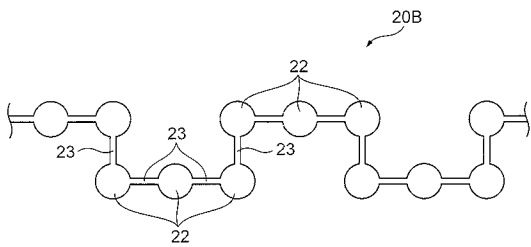
【 図 5 】



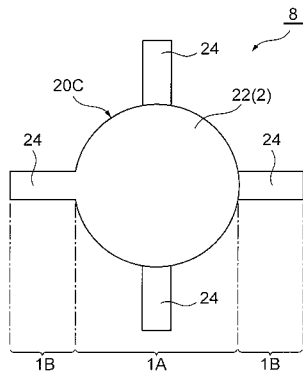
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】

