

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4277818号
(P4277818)

(45) 発行日 平成21年6月10日(2009.6.10)

(24) 登録日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.

F 1

H03H	9/19	(2006.01)	H03H	9/19	J
H01L	41/09	(2006.01)	H01L	41/08	L
H01L	41/18	(2006.01)	H01L	41/18	101A
H03H	9/215	(2006.01)	H03H	9/215	

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2005-81501 (P2005-81501)

(22) 出願日

平成17年3月22日 (2005.3.22)

(65) 公開番号

特開2006-270177 (P2006-270177A)

(43) 公開日

平成18年10月5日 (2006.10.5)

審査請求日

平成18年4月7日 (2006.4.7)

(73) 特許権者 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 100095728

弁理士 上柳 雅善

(74) 代理人 100107261

弁理士 須澤 修

(74) 代理人 100127661

弁理士 宮坂 一彦

(72) 発明者 山田 祥之

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

審査官 佐藤 聰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧電振動片および圧電デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料により形成された基部と、
前記基部と一体に形成され、互いに平行に延びる複数の振動腕と、
前記各振動腕の長手方向に沿って形成された長溝と、
前記長溝の内面に配置された内面電極、および前記振動腕の前記内面電極に対向する側面に配置された側面電極により形成された励振電極と
を備えており、

前記各振動腕の幅寸法が、前記振動腕の前記基部に対する付け根の箇所で、基部側に向かって拡幅する拡幅部を有し、この拡幅部の側面および主面上に前記側面電極が引き回されており、前記拡幅部は、基部側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅していることを特徴とする圧電振動片。

【請求項 2】

パッケージまたはケース内に圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、
前記圧電振動片が、
圧電材料により形成された基部と、
前記基部と一体に形成され、互いに平行に延びる複数の振動腕と、
前記各振動腕の長手方向に沿って形成された長溝と、
前記長溝の内面に配置された内面電極、および前記振動腕の前記内面電極に対向する側面に配置された側面電極により形成された励振電極と

を備えており、

前記各振動腕の幅寸法が、前記振動腕の前記基部に対する付け根の箇所で、基部側に向かって拡幅する拡幅部を有し、この拡幅部の側面および主面に前記側面電極が引き回されており、

前記拡幅部は、基部側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅していることを特徴とする圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電振動片と、パッケージやケース内に圧電振動片を収容した圧電デバイス 10 の改良に関する。

【背景技術】

【0002】

図7は、圧電デバイスに従来より用いられている圧電振動片の一例を示す概略平面図であり、図8は図7のA-A線概略断面図である。

図において、圧電振動片1は、水晶などの圧電材料をエッチングすることにより、図示する外形を形成するもので、矩形の基部2と、基部2から図において右方に延長された一対の振動腕3，4を備えており、これら振動腕の主面（表裏面）に長溝3a，4aを形成するとともに、必要な駆動用の電極を形成したものである。

【0003】

20

すなわち、基部2には、互いに異極となるように駆動用の電圧が印加される電極5，6が設けられている。

電極5は、振動腕3に設けられた長溝3aの内面と、振動腕4の長溝4aの内面に対向する側面4bに引き回されている。

電極6は、電極5と短絡しないように、振動腕3の長溝3aの内面に対向する側面3bに設けられた側面電極6a、及び基部2の主面に設けられた基部電極6bを通って、振動腕4に設けられた長溝4aの内面まで引き回されている。

【0004】

30

そして、側面電極6aから基部電極6bへの引き回しは、振動腕3，4の股部2aに電極を設けることは避けるべきことから、振動腕3の側壁3cの主面（表裏面）に側面電極6aと接続された電極6cを形成し、この電極6cと基部電極6bとを接続するようにしている。

このようにして、長溝3a，4aの各内面に設けられた電極と、振動腕3，4の各側面3b，4bに設けられた電極との間ににおいて電界を生じさせて、クリスタルインピーダンス値（以下、「C I 値」という。）を低減できるので、圧電振動片を小型化することができる。

【0005】

40

ところで、このように小型化された圧電振動片においては、上述のような電極の引き回しは容易ではなく、特に、振動腕3の側壁3cの幅W1は非常に狭いため、長溝3aの内面に設けた電極と接触することなく、側壁3cの主面上の電極6cを形成することは困難である。

そこで、振動腕の根元付近を拡大した部分拡大図である図9に示すような圧電振動片10が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

この圧電振動片10は、振動腕14の付け根にある長溝13の幅W2を、長溝13の先端側の幅W3に比べて狭くしており、この幅を狭くした分だけ、長溝13の内面に設けた電極と接触することなく、側壁上の電極12を確実に形成できるようにしている。

【0006】

【特許文献1】特開2002-76827

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0007】

ところが、昨今の圧電振動片はさらなる小型化が進んできており、このため、もはや、振動腕の幅の非常に狭い側壁の正面に、電極を正確に形成することは困難になってきている。例えば、図7の側壁3cの正面の電極6cの幅は3μm程度しかないため、電極6cが側壁3cの正面に形成できないこともあります、このために電極6cと基部2上の電極6bとが接続できないことがある。また、たとえ側壁3cの正面の電極6cが正確に形成できたとしても、この電極6cに接続される基部2上の電極6bの位置が若干ズレただけで、側壁の正面の電極6cと基部2上の電極6bとが断線する恐れもある。

【0008】

また、この昨今の圧電振動片の極小化は、図9の圧電振動片10についても断線の恐れを生じさせている。例えば、側壁の正面の電極12の位置が図9の点線の位置12aにずれてしまって、この側壁の正面の電極12と側面電極11とが断線する恐れがある。

そして、この側壁の正面の電極12の位置が多少ズレても、図9の長溝13の幅W2を従来よりもさらに小さくして、側壁の正面の電極12の幅をさらに大きくすることでも、側面電極11と側壁上の電極12との断線を回避する手段もあるが、長溝13の幅W2を無闇に小さくすると、逆に、CI値が増大してしまうという問題が残ってしまう。

【0009】

本発明は、以上の課題を解決するためになされたもので、圧電振動片を小型化した場合であっても、電極間の短絡を防止しつつ電極の断線を防止し、さらにCI値を低く抑えることができる圧電振動片と、このような圧電振動片を利用した圧電デバイス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】**【0010】**

上記目的は、本願の発明にあっては、圧電材料により形成された基部と、前記基部と一緒に形成され、互いに平行に延びる複数の振動腕と、前記各振動腕の長手方向に沿って形成された長溝と、前記長溝の内面に配置された内面電極、および前記振動腕の前記内面電極に対向する側面に配置された側面電極により形成された励振電極とを備えており、前記各振動腕の幅寸法が、前記振動腕の前記基部に対する付け根の箇所で、基部側に向かって拡幅する拡幅する拡幅部を有し、この拡幅部の側面および正面に前記側面電極が引き回されており、前記拡幅部は、基部側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅している圧電振動片により達成される。

【0011】

第1の発明の構成によれば、振動腕の基部に対する付け根の箇所で、基部側に向かって拡幅する拡幅部を有しているので、振動腕が屈曲振動する際に、最も大きな応力が作用し、歪みが大きくなる付け根部分の剛性を向上させることができる。これにより、振動腕の屈曲振動が安定し、不要な方向への振動成分が抑制されるので、CI値を低く抑えることができる。

さらに、拡幅部の側面および正面に側面電極が引き回されている。このため、たとえ振動腕の側壁の正面の電極と基部上の電極とが接触していない場合であっても、拡幅部の側面および正面に引き回された電極を介して、側面電極と基部上の電極とを接続することができる。

また、このように、振動腕の側壁の正面の電極の幅を気にしなくとも、側面電極と基部上の電極とを接続できるので、振動腕の側壁の正面の電極の幅を小さく形成し、或いは形成しなくてもよく、このため、長溝内の電極との短絡を防止できる。

かくして、圧電振動片を小型化した場合であっても、電極間の短絡を防止しつつ電極の断線を防止し、CI値を低く抑えることができる圧電振動片を提供することができる。

【0012】

さらに、拡幅部は、基部側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅しているので、拡幅部の側面と拡幅部の正面とが接する長さを、拡幅の度合いを変えない場合に比べて、長くすることができる。したがって、拡幅部の側面と拡幅部の正面との断線を防止

10

20

30

40

50

することができる。

【0013】

また、上記目的は、本願の発明にあっては、パッケージまたはケース内に圧電振動片を収容した圧電デバイスであって、前記圧電振動片が、圧電材料により形成された基部と、前記基部と一緒に形成され、互いに平行に延びる複数の振動腕と、前記各振動腕の長手方向に沿って形成された長溝と、前記長溝の内面に配置された内面電極、および前記振動腕の前記内面電極に対向する側面に配置された側面電極により形成された励振電極とを備えており、前記各振動腕の幅寸法が、前記振動腕の前記基部に対する付け根の箇所で、基部側に向かって拡幅する拡幅部を有し、この拡幅部の側面および主面に前記側面電極が引き回されており、前記拡幅部は、基部側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅している圧電デバイスにより達成される。10

このような構成によれば、電極間の短絡を防止するとともに電極の断線を防止し、振動腕の屈曲振動を安定させて、C I 値を低く抑えた圧電デバイスを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

図1ないし図4は、本発明の圧電デバイスの実施形態を示しており、図1はその概略平面図、図2は図1のB-B線概略断面図、図3は図1の圧電デバイスに使用されている圧電振動片の実施形態を示す概略斜視図、図4は図3のC-C線切断端面図である。

なお、図1および図2においては、理解の便宜のために、後述する励振電極を省略して図示してある。また、図3の平行斜線は断面を示したものではなく、電極を示している。20

【0015】

これらの図において、圧電デバイス30は、圧電振動子を構成した例を示しており、この圧電デバイス30は、図1および図2に示すように、パッケージ37内に圧電振動片32を収容している。パッケージ37は、図2に示すように、第1の基板55と第2の基板56とを積層して形成されており、例えば、絶縁材料として、酸化アルミニウム質のセラミックグリーンシートを成形して図示の形状とした後で、焼結して形成されている。

【0016】

パッケージ37は、図2に示すように、第2の基板56の内側の材料を除去することで、内部空間Sのスペースを形成している。この内部空間Sが圧電振動片32を収容するための収容空間である。そして、第1の基板55に形成した電極部31, 31の上に、導電性接着剤43, 43を用いて、圧電振動片32の基部51に設けた引出し電極52, 53の箇所を載置して接合している。なお、電極部31, 31はパッケージ裏面の実装端子41, 42と導電スルーホールなどで接続されている。30

また、パッケージ37は、圧電振動片32を収容した後で、透明なガラス製の蓋体40が封止材38を用いて接合されることにより、気密に封止されている。これにより、蓋体40を封止した後で、外部からレーザ光LBを照射して圧電振動片32の電極などをトリミングして、周波数調整できるようになっている。

【0017】

圧電振動片32は、例えば水晶で形成されており、水晶以外にもタンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料を利用することができます。この圧電振動片32は、図3に示すように、基部51と、この基部51を基端として、図において上に向けて、二股に別れて平行に延びる一対の振動腕35, 36を備えている。40

なお、このような圧電振動片32の音叉状の外形と、後述する各振動腕に設ける長溝は、それぞれ例えば水晶ウエハなどの材料をフッ酸溶液などでウェットエッチングしたり、ドライエッ칭することにより形成することができる。

【0018】

基部51は、振動腕35, 36を支持するための部分であり、本実施形態では、パッケージ37側に固定される領域を含む部分でもある。

すなわち、この基部51の幅方向の両端には、互いに異極となるように実装端子41, 42(図2を参照)に接続された複数の引出し電極52, 53が設けられている。この引50

出し電極 52, 53 は、後述する励振電極に駆動用の電圧を伝達するための電極であり、例えば、クロム (Cr) および金 (Au) をスパッタして形成されている。

【0019】

振動腕 35 と振動腕 36 は略同様の外形をしており、各正面である表裏には、それぞれ長さ方向に延びる長溝 33, 34 がそれぞれ形成されて、図 4 に示すように、断面が略 H 型となっている。

そして、振動腕 35, 36 には、図 3 および図 4 に示すように、長溝 33, 34 の内面に配置された内面電極 44, 45、及びこの内面電極 44, 45 に対向する側面 35b, 36b に配置された側面電極 46, 47 により、駆動用の電極となる励振電極が形成されている。すなわち、内面電極 44 と側面電極 46 は対向して配置され、また、内面電極 45 と側面電極 47 も対向して配置され、内面電極 44, 45 と側面電極 46, 47 とが互いに異極となるように、基部 51 上の引出し電極 52, 53 に接続されている。これらの励振電極は、例えば、クロム (Cr) および金 (Au) をスパッタして形成されている。

【0020】

これにより、圧電デバイス 30 を実装基板などに実装した場合に、外部からの駆動電圧が、各実装端子 41, 42 から、引出し電極 52, 53 を介して、振動腕 35, 36 の各励振電極に伝えられるようになっている。そして、この際、内面電極 44, 45 とこれに對向する側面電極 46, 47 に駆動電圧が印加されることによって、駆動時に、各振動腕の長溝 33, 34 内の励振電極が形成された領域の内部の電界効率を高めることができる。

10

【0021】

そして、好ましくは、内面電極 44, 45 と側面電極 46, 47 とは、次のように引出し電極 52, 53 と接続されて、互いに異極となっている。

まず、引出し電極 53 は、基部 51 の正面（表裏面）を通って、長溝 33 の内面電極 44 に接続されると共に、振動腕 36 の内面電極 45 と対向する側面 36b に設けられた側面電極 47 に接続されている。

【0022】

一方、引出し電極 52 は、引出し電極 53、及びこの引出し電極 53 に接続された基部 51 の正面の電極、内面電極 44、側面電極 47 と接触しないように、振動腕 35 の側面 35b 及び先端を回りこんでから、振動腕 35 の内面電極 45 に接続されている。

30

すなわち、引出し電極 52 は、振動腕 35 の側面 35b 上の側面電極 46 に接続され、この側面電極 46 は、基部 51 の正面（表裏面）の接続用電極 48 を介して、振動腕 35 の長溝 34 内の内面電極 45 と接続されている。

なお、側面電極 46 を基部 51 の接続用電極 48 に接続する際には、側面電極 46 が、基部 51 の振動腕 35 と振動腕 36 との間に位置する股部 51a に被覆されないようにし、股部 51a に電界が生じないようにしている。

【0023】

ここで、本実施形態における圧電振動片 32 は、各振動腕 35, 36 の幅寸法 Wa が、振動腕 35, 36 の基部 51 に対する付け根の箇所で、基部 51 側に向かって拡幅する拡幅部 60, 60 を有している。

40

この拡幅部 60, 60 は、好ましくは、図 1 に示すように、平面視において、振動腕 35, 36 の幅方向の中心を通る長手方向に沿った仮想線 CL を中心にした外側の拡幅部 60a と内側（股部 51a 側）の拡幅部 60b とが略対称となるように形成されている。これにより、振動腕 35, 36 の内側と外側とのバランスをとって、安定した屈曲振動を可能としている。

【0024】

具体的には、拡幅部 60 は、平面視（水平視）において、根元部分の幅寸法が先端側から基部 51 側に向かうにしたがって、拡幅の度合いを変えないように傾斜しており、図 3 に示すように、その側面 60c は均一の角度を有する傾斜面となるように形成されている。

50

また、拡幅部 60 は、基部 51 に接した位置における最大幅 W_b が大きいほど、後述するように電極の引き回しを容易にすることができる、少なくとも長溝 33 が設けられたことで形成された側壁 35a の幅よりも大きな幅となるように拡幅している。但し、この拡幅部 60 の最大幅 W_b が大き過ぎると、股部 51a がなくなつて、拡幅部 60 自体が股部のような働きをする部分になつてしまふ、或いは、この拡幅部 60 の股部化を避けるためには、股部 51a の幅寸法を大きくすることも考えられるが、そうすると、圧電振動片 32 全体の幅が大きくなつてしまふ。そこで、拡幅部 60 は、股部 51a が残るように、最大幅 W_b が $23 \mu\text{m}$ 程度となるように形成されている。また、拡幅部 60 の長さ L_1 は、最大幅 W_b のおよそ 2 倍の $50 \mu\text{m}$ 程度とされている。

【0025】

10

そして、この拡幅部 60, 60, 60, 60 の側面 60c, 60c, 60c, 60c に側面電極 46, 47 が引き回されている。そして、これら複数の拡幅部のうち、振動腕 35 の内側の拡幅部 60b の正面（表裏面）60d にも側面電極 46 が引き回されている。

すなわち、上述のように、一方の引出し電極 52 及びこれと電気的に接続された励振電極と、他方の引出し電極 53 及びこれと電気的に接続された励振電極とが接触しないように、一方の引出し電極 52 を振動腕 35 の側面および先端を回り込ませて側面電極 46 を形成し、この側面電極 46 を基部 51 の正面まで引き回して、基部 51 上に振動腕 36 の内面電極 45 と接続された接続用電極 48 を形成するようにしている。そこで、この側面電極 46 を基部 51 上の接続用電極 48 まで引き回す際に、拡幅部 60b の側面 60c と正面 60d が利用されている。

20

【0026】

本発明の実施形態は以上のように構成されており、圧電振動片 32 は、各振動腕 35, 36 の幅寸法 W_a が、振動腕 35, 36 の基部 51 に対する付け根の箇所で、基部 51 側に向かって拡幅する拡幅部 60, 60 を有している。このため、振動腕 35, 36 が屈曲振動する際に、最も大きな応力が作用し、歪みが大きくなる付け根部分の剛性を向上させることができる。これにより、振動腕 35, 36 の屈曲振動が安定し、不要な方向（例えば、振動腕の厚み方向）への振動成分が抑制されるので、C I 値を低く抑えられる。

【0027】

さらに、拡幅部 60 の側面 60c および正面 60d に側面電極 46 が引き回されている。このため、例えば、振動腕 35 の根元付近の部分図である図 5 に示すように、たとえ振動腕 35 の側壁 35a の正面（表裏面）の電極が正確に形成されない場合、或いは、側壁 35a の正面の電極が全く形成されていない場合等、振動腕 35 の側壁 35a の正面の電極と基部 51 の接続用電極 48 とが接触していなくても、拡幅部 60 の側面 60c および正面 60d に引き回された電極を介して、側面電極 46 と基部 51 上の接続用電極 48 とを電気的に接続して、断線を回避できる。

30

【0028】

しかも、振動腕 35 の側壁 35a の正面の電極に注意を払わなくても、側面電極 46 と基部 51 上の接続用電極 48 とを接続できるので、振動腕 35 の側壁 35a の正面の電極の幅を小さく形成し、或いは形成しなくてもよく、このため、長溝 33 内の内面電極 44 と接触することを防止できる。

40

【0029】

図 6 は、本発明の実施形態の変形例であつて、圧電振動片の振動腕の付け根付近を拡大した部分拡大図である。

この図において、図 1 ないし図 5 の圧電振動片 32 と同一の符号を付した箇所は共通の構成であるから、重複する説明は省略し、以下、相違点を中心に説明する。

図 6 において、圧電振動片 70 が、図 1 ないし図 5 の圧電振動片 32 と異なるのは、拡幅部 60 の形状のみについてである。

【0030】

すなわち、図 6 の圧電振動片 70 は、拡幅部 60, 60, 60, 60 が、基部 51 側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅している。すなわち、各拡幅部 60 は、

50

平面視において、その途中で傾斜角度を変える変更点Pを有するように形成されている。

より好ましくは、各拡幅部60は、先端側の拡幅部60-1よりも基部側の拡幅部60-2の方が、拡幅の度合いが大きくなるように形成されている。これにより、より大きな応力が作用し、歪みが大きくなる基部側の付け根部分の剛性を高めることができる。

なお、図6の変形例では、各拡幅部60は、拡幅の度合いは1段階だけ変わっており、平面視において、2つの異なる傾斜角度を有する拡幅部60-1, 60-2で形成されているが、拡幅の度合いは2段階以上にわたって変わっていても勿論よい。

【0031】

本発明の実施形態の変形例は以上のように構成されており、拡幅部60は、基部51側に向かって拡幅の度合いを段階的に変えながら拡幅しているため、拡幅部60の側面60cと拡幅部60の正面60dとが接する長さを、拡幅の度合いを変えない場合に比べて、長くすることができる。したがって、図1ないし図5の圧電振動片32に比べて、拡幅部60の側面60cと拡幅部60の正面60dとの断線を防止することができる。

【0032】

本発明は上述の実施形態に限定されない。実施形態の各構成はこれらを適宜組み合わせたり、省略し、図示しない他の構成と組み合わせることができる。

例えば、図6に示す圧電振動片70を図1および図2に示すパッケージ37に収容して圧電デバイスを形成するようにしても勿論よく、また、パッケージは箱状のパッケージに限られず、例えばシリンダー状の容器などであってもよい。

さらに、圧電振動片についても、図1ないし図6では、基部51がパッケージ37に接合されているが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば、振動腕35, 36とは別に、基部51の端部から第2の腕部を延ばし、この第2の腕部をパッケージに接合するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の圧電デバイスの実施形態を示す概略平面図。

【図2】図1のB-B線概略断面図。

【図3】図1の圧電デバイスに使用されている圧電振動片の実施形態を示す概略斜視図。

【図4】図3のC-C線切断端面図。

【図5】本発明に係る圧電振動片の振動腕の根元付近の部分図。

【図6】本発明の実施形態の変形例であって、圧電振動片の振動腕の付け根付近を拡大した部分拡大図。

【図7】圧電デバイスに従来より用いられている圧電振動片の一例を示す概略平面図。

【図8】図7のA-A線概略断面図。

【図9】従来の振動腕の根元付近を拡大した部分拡大図。

【符号の説明】

【0034】

30 . . . 圧電デバイス、32, 70 . . . 圧電振動片、33, 34 . . . 長溝、35, 36 . . . 振動腕、44, 45 . . . 内面電極、46, 47 . . . 側面電極、51 . . . 基部、60 . . . 拡幅部、60c . . . 拡幅部の側面、60d . . . 拡幅部の正面

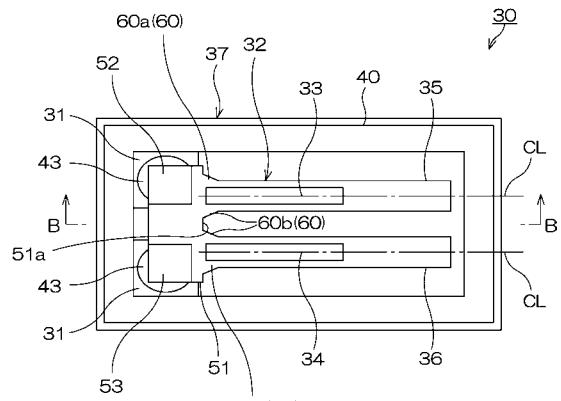
10

20

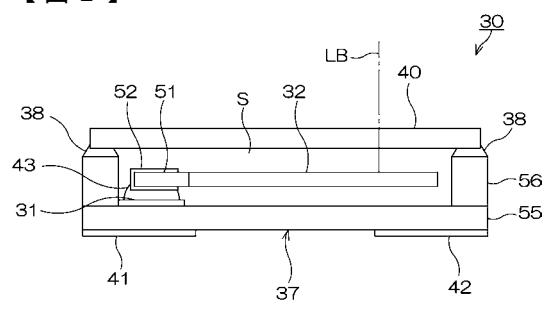
30

40

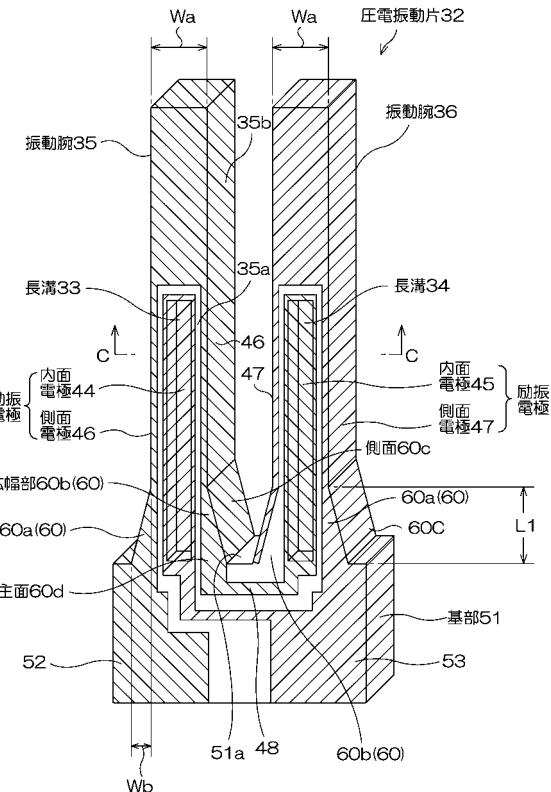
【 図 1 】



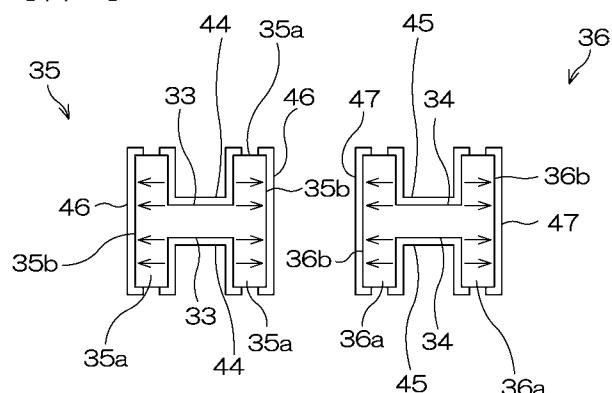
【図2】



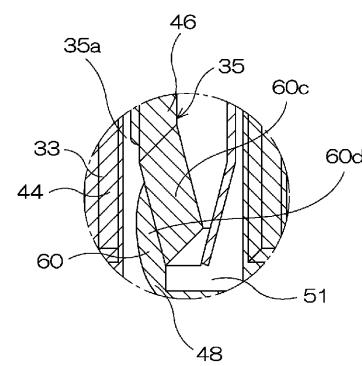
【図3】



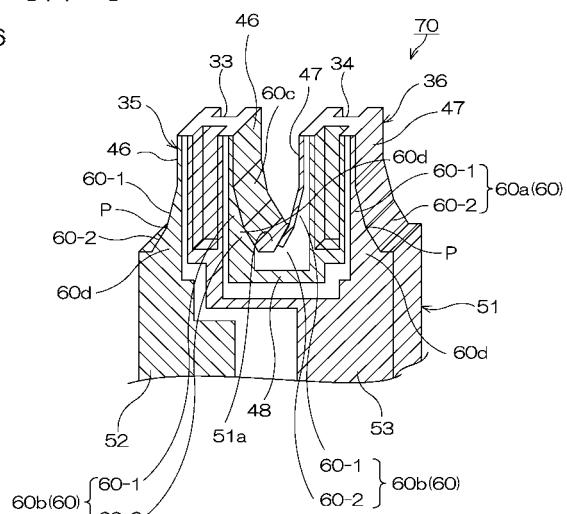
【 図 4 】



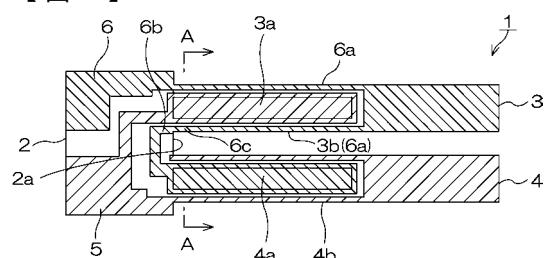
(5)



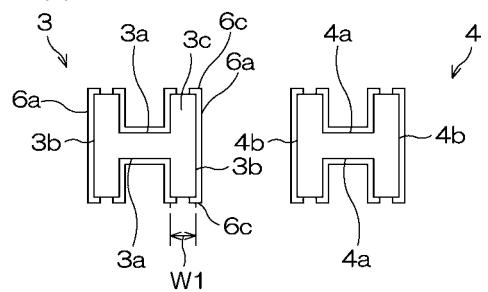
【図6】



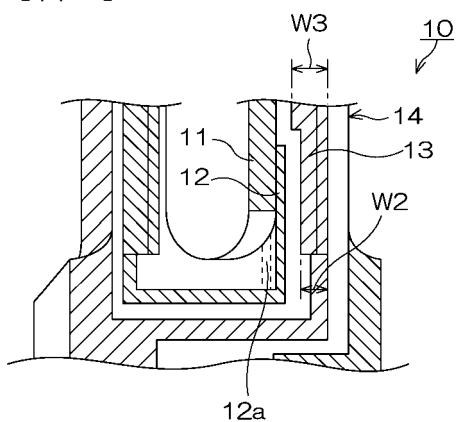
〔 7 〕



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-076827(JP,A)
特開2002-261575(JP,A)
特開2005-229143(JP,A)
国際公開第2005/076471(WO,A1)
特開平10-041772(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03H3/007-3/06, 9/00-9/135, 9/15-9/24, 9/30-9/
40, 9/46-9/62, 9/66, 9/70, 9/74