(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2008-43187
(P2008-43187A)
(43)公開日　平成20年2月21日(2008.2.21)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
H02N 1/08 (2006.01)	H02N 1/08	

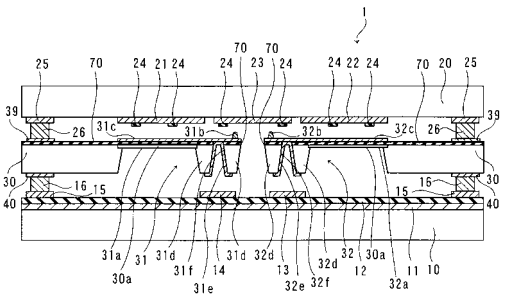
審査請求 有　請求項の数 5　ＯＬ　（全 22 頁）

(21)出願番号　特願2007-159475 (P2007-159475)
(22)出願日　平成19年6月15日 (2007.6.15)
(31)優先権主張番号　特願2006-194473 (P2006-194473)
(32)優先日　平成18年7月14日 (2006.7.14)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　100104433
弁理士　宮園　博一
(72)発明者　松原　直輝
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内
(72)発明者　泉　誠
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内
(72)発明者　宍田　佳謙
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

(54)【発明の名称】静電誘導型発電装置

(57)【要約】
【課題】電力供給装置を不要とし、かつ、プリント基板に実装することが可能な静電誘導型発電装置を提供する。
【解決手段】この静電誘導型発電装置１は、電荷を蓄積可能な一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２と、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２と所定の距離を隔てて対向するように設けられ、第１の方向と、第１の方向とは異なる第２の方向とに振動可能で、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に蓄積された電荷により電荷を帯びる一方振動電極部３１および他方振動電極部３２と、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２から所定の間隔を隔てて対向するように設けられ、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２を電気的に接続するための上部接触電極２３とを備える。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
互いに所定の間隔を隔てて形成され、電荷を蓄積可能な一対の第１の電極と、
前記第１の電極と所定の距離を隔てて対向するように設けられ、第１の方向と、前記第１の方向とは異なる第２の方向とに振動可能で、前記第１の電極に蓄積された電荷により逆の電荷を帯びる一対の振動電極と、
前記第１の電極から所定の間隔を隔てて前記一対の振動電極に対向するように設けられ、前記一対の振動電極が所定の位置にある場合に、前記一対の振動電極を互いに電気的に接続するための第２の電極とを備えた、静電誘導型発電装置。
【請求項２】
前記一対の振動電極に対向するように設けられ、前記一対の振動電極が前記第２の方向に振動する際に接触するとともに、前記一対の第１の電極とそれぞれ電気的に接続される一対の第３の電極をさらに備える、請求項１に記載の静電誘導型発電装置。
【請求項３】
前記振動電極は、前記第１の方向への振動によって電荷を帯びるとともに、前記第２の方向への振動によって前記第３の電極に接続することにより前記電荷が前記第３の電極に運ばれる、請求項２に記載の静電誘導型発電装置。
【請求項４】
前記第１の電極の前記振動電極の対向する表面上には、前記振動電極が前記第１の電極に電気的に接続するのを抑制するための接触抑制部材が設けられている、請求項１～３のいずれか１項に記載の静電誘導型発電装置。
【請求項５】
前記振動電極の前記第１の電極が設けられる側とは反対側に、前記振動電極と所定の距離を隔てて対向するように設けられるとともに、互いに所定の間隔を隔てて形成される、電荷を蓄積可能な一対の第４の電極と、
前記一対の第４の電極から所定の間隔を隔てて前記一対の振動電極に対向するように設けられ、前記一対の振動電極が所定の位置にある場合に、前記一対の振動電極を互いに電気的に接続するための第５の電極とをさらに備えた、請求項１に記載の静電誘導型発電装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、静電誘導型発電装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、可変容量の電極に電荷を与え、その電荷により対向電極間にクーロン引力が働かせ、このクーロン引力に抗して振動子が振動することにより仕事をしたエネルギーを電気エネルギーに変換することによって、振動エネルギーにより発電を行う小型の静電誘導型発電装置が知られている。このような、従来の静電誘導型発電装置では、電極間に電圧差を与えることにより強制的に電荷を保持させる方法が最も簡易であるが、その場合には、発電装置に電力供給装置が必要となる。電力供給装置を必要とせずに電極に電荷を与えるための方法としては、電荷を半永久的に保持することのできるエレクトレット膜を用いた静電誘導型発電装置が知られている（たとえば、特許文献１参照）。特許文献１に開示された静電誘導型発電装置は、振動電極と、固定電極と、固定電極に形成されたテフロン（登録商標）などの樹脂材料からなる電荷保持材料であるエレクトレット膜とによって構成されている。この静電誘導型発電装置では、振動電極を振動すること、または、回転することを繰り返すことによって、振動電極に誘導される電荷が変化し、その変化分が電流として出力される。
【０００３】
【特許文献１】特表２００５－５２９５７４号公報

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、上記したエレクトレット膜を用いた静電誘導型発電装置では、樹脂材料からなるエレクトレット膜の耐熱性が低いため、プリント基板に実装するために必要な２５０℃程度のリフロー半田温度に耐えることができない場合があるという不都合がある。その場合には、プリント基板上に静電誘導型発電装置を実装することができないという問題点がある。
【０００５】
この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の１つの目的は、電力供給装置を不要とし、かつ、プリント基板に実装することが可能な静電誘導型発電装置を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
この発明の第１の局面による静電誘導型発電装置は、互いに所定の間隔を隔てて形成され、電荷を蓄積可能な一対の第１の電極と、第１の電極と所定の距離を隔てて対向するように設けられ、第１の方向と、第１の方向とは異なる第２の方向とに振動可能で、第１の電極に蓄積された電荷により逆の電荷を帯びる一対の振動電極と、第１の電極から所定の間隔を隔てて一対の振動電極に対向するように設けられ、一対の振動電極が所定の位置にある場合に、一対の振動電極を互いに電気的に接続するための第２の電極とを備える。
【０００７】
上記第１の局面による静電誘導型発電装置において、好ましくは、一対の振動電極に対向するように設けられ、一対の振動電極が第２の方向に振動する際に接触するとともに、一対の第１の電極とそれぞれ電気的に接続される一対の第３の電極をさらに備える。
【０００８】
この場合、好ましくは、振動電極は、第１の方向への振動によって電荷を帯びるとともに、第２の方向への振動によって第３の電極に接続することにより電荷が第３の電極に運ばれる。
【０００９】
上記第１の局面による静電誘導型発電装置において、好ましくは、第１の電極の振動電極の対向する表面上には、振動電極が第１の電極に電気的に接続するのを抑制するための接触抑制部材が設けられている。
【００１０】
上記第１の局面による静電誘導型発電装置において、好ましくは、振動電極の第１の電極が設けられる側とは反対側に、振動電極と所定の距離を隔てて対向するように設けられるとともに、互いに所定の間隔を隔てて形成される、電荷を蓄積可能な一対の第４の電極と、一対の第４の電極から所定の間隔を隔てて一対の振動電極に対向するように設けられ、一対の振動電極が所定の位置にある場合に、一対の振動電極を互いに電気的に接続するための第５の電極とをさらに備える。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１１】
以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各実施形態において同一符号は、同一の構成を表す。
【００１２】
（第１実施形態）
図１は、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の図３～図６における２００－２００線に沿った断面図である。図２は、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の図３～図６における３００－３００線に沿った断面図である。図３は、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の固定基板の上面図である。図４は、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置のコレクタ基板の下面図である。図５および図６は、

それぞれ、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図および下面図である。図１～図６を参照して、第１実施形態による静電誘導型発電装置１の構造について説明する。

【００１３】

第１実施形態による静電誘導型発電装置１は、図１に示すように、ガラスからなる固定基板１０と、ガラスからなるコレクタ基板２０と、固定基板１０とコレクタ基板２０との間に配置されたシリコンからなる振動基板３０との３層の基板によって構成されている。以下、詳細に説明する。

【００１４】

図１に示すように、約５００μｍの厚みを有する固定基板１０の上面上には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる浮遊電極１１が形成されている。浮遊電極１１は、後述する一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に対応する形状に形成されている。ただし、電気的に接続されていない一方コレクタ電極２１と他方コレクタ電極２２とは異なり、浮遊電極１１の一方コレクタ電極２１に対応する部分と他方コレクタ電極２２に対応する部分とは電気的に接続されている。浮遊電極１１の表面上には、約２μｍの厚みを有するSiO_2からなる絶縁膜１２が形成されている。また、絶縁膜１２の表面上には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４と、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる接着層１５とが設けられている。なお、一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４は、本発明の「第３の電極」の一例である。また、接着層１５上には、固定基板１０と振動基板３０とを一定の間隔を保つための約３０μｍの厚みを有するＣｕからなるスペーサ１６が形成されている。このスペーサ１６は、接着層１５により固定基板１０に接着されている。また、図２に示すように、一方下部接触電極１３の上には、約３０μｍの厚みを有するＣｕからなる接続電極１７が設けられている。また、図３に示すように、他方下部接触電極１４の上には、約３０μｍの厚みを有するＣｕからなる接続電極１８が設けられている。

【００１５】

また、図３に示すように、一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４は、Ｌ字状の形状を有し、それぞれ、接続電極１７および接続電極１８と電気的に接続されている。また、接着層１５およびスペーサ１６は、固定基板１０の４辺に沿って周状に形成されている。

【００１６】

ここで、第１実施形態では、図１に示すように、約５００μｍの厚みを有するコレクタ基板２０の下面上には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる一方コレクタ電極２１、および、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる他方コレクタ電極２２が、それぞれ、後述する一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に対向するように、所定の間隔を隔てて形成されている。なお、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２は、本発明の「第１の電極」の一例である。また、第１実施形態では、コレクタ基板２０の下面上の一方振動電極部３１と他方振動電極部３２との間には、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２から所定の間隔を隔てて、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる上部接触電極２３が形成されている。なお、上部接触電極２３は、本発明の「第２の電極」の一例である。また、第１実施形態では、一方コレクタ電極２１、他方コレクタ電極２２および上部接触電極２３の下面上には、それぞれ、約１μｍの厚みを有するＳｉＮからなるストッパ２４が２つずつ後述する一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に対向するように形成されている。なお、ストッパ２４は、本発明の「接触抑制部材」の一例である。また、コレクタ基板２０の下面の一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の外側に所定の間隔を隔てて約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる接着層２５が形成されている。また、接着層２５の下面上には、コレクタ基板２０と振動基板３０とを一定の間隔を保つための約３０μｍの厚みを有するＣｕからなるスペーサ２６が形成されている。この

スペーサ２６は、接着層２５によりコレクタ基板２０に接着されている。

【００１７】

また、図２に示すように、一方コレクタ電極２１の表面上には、約３０μｍの厚みを有するＣｕからなる接続電極２７が形成されている。また、図４に示すように、他方コレクタ電極２２の表面上には、約３０μｍの厚みを有するＣｕからなる接続電極２８が形成されている。また、接着層２５およびスペーサ２６は、コレクタ基板２０の４辺に沿って周状に形成されている。

【００１８】

ここで、第１実施形態では、図１に示すように、約５００μｍの厚みを有する振動基板３０には、片もちばり構造を有する一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が形成されている。なお、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、本発明の「振動電極」の一例である。また、図３に示すように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、それぞれ、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２と対向するように配置されている。また、図３に示すように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、それぞれ、他方下部接触電極１４および一方下部接触電極１３に対向するように配置されている。

【００１９】

また、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２には、それぞれ、約５μｍの厚みを有するばね部３１ａおよび３２ａと、約２μｍの厚みを有するＣｕからなる突起電極３１ｂおよび３２ｂと、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に蓄積された電荷よって静電誘導を引き起こすための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる振動電極層３１ｃおよび３２ｃと、約５００μｍの厚みを有するおもり部３１ｄおよび３２ｄと、約１μｍの厚みを有するＣｕからなる貫通電極層３１ｅおよび３２ｅとが形成されている。振動電極層３１ｃは、一方振動電極部３１のばね部３１ａおよびおもり部３１ｄの上面を覆うように形成されており、振動電極層３２ｃは、他方振動電極部３２のばね部３２ａおよびおもり部３２ｄの上面を覆うように形成されている。突起電極３１ｂは、振動電極層３１ｃの上面上に上部接触電極２３に対向するように形成されているとともに、振動電極層３１ｃが上方に振動した際に、突起電極３１ｂが上部接触電極２３に接触可能なように構成されている。突起電極３２ｂは、振動電極層３２ｃの上面上に上部接触電極２３に対向するように形成されているとともに、振動電極層３２ｃが上方に振動した際に、突起電極３２ｂが上部接触電極２３に接触可能なように構成されている。また、図１および図５に示すように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２には、それぞれ、貫通孔３１ｆおよび３２ｆが形成されている。また、図１に示すように、貫通電極層３１ｅおよび３２ｅは、それぞれ、貫通孔３１ｆおよび３２ｆを覆うとともに貫通孔３１ｆおよび３２ｆを介して、振動電極層３１ｃおよび３２ｃに接触するように形成されている。また、図２および図６に示すように、振動基板３０には、貫通孔３３および３４が形成されている。また、貫通孔３３の内面と振動基板３０の下面の一部とを覆うように、約１μｍの厚みを有するＣｕからなる貫通電極層３５が形成されている。また、図６に示すように、貫通孔３４の内面と振動基板３０の下面の一部とを覆うように、約１μｍの厚みを有するＣｕからなる貫通電極層３６が形成されている。また、図６に示すように、貫通電極層３５および３６は、それぞれ、振動基板３０と固定基板１０とを重ね合わせたときに、固定基板１０の上面上に形成された接続電極１７および１８と当接するように形成されている。

【００２０】

また、図２および図５に示すように、貫通孔３３の周囲には、接続電極２７と貫通電極層３５とを接続するための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる配線層３７が形成されている。また、図２に示すように、振動基板３０の上面上に形成された配線層３７は、コレクタ基板２０と振動基板３０とを重ね合わせたときに、コレクタ基板２０の下面上に形成された接続電極２７と当接するように形成されている。また、図５に示すように、貫通孔３４の周囲には、接続電極２８と貫通電極層３６とを接続するた

めの約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる配線層３８が形成されている。また、振動基板３０の上面上に形成された配線層３８は、コレクタ基板２０と振動基板３０とを重ね合わせたときに、コレクタ基板２０の下面上に形成された接続電極２８（図４参照）と当接するように形成されている。また、振動基板３０の上面上には、スペーサ２６と振動基板３０とを接着するための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる接着層３９が振動基板３０の４辺に沿って周状に形成されている。また、振動基板３０の下面上には、スペーサ１６と振動基板３０とを接着するための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる接着層４０が振動基板３０の４辺に沿って周状に形成されている。

【００２１】

また、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、図５および図６に示すように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の上面から下面に向かってテーパ状に細くなる形状を有している。

【００２２】

また、図２に示すように、一方コレクタ電極２１と一方下部接触電極１３とは、接続電極２７、配線層３７、貫通電極層３５および接続電極１７を介して電気的に接続されている。同様に、他方コレクタ電極２２と他方下部接触電極１４とは、接続電極２８、配線層３８、貫通電極層３６および接続電極１８を介して電気的に接続されている。

【００２３】

図７および図８は、本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置１の発電動作を説明するための断面図である。次に、図１、図７および図８を参照して、静電誘導型発電装置１の発電動作について説明する。

【００２４】

静電誘導型発電装置１に振動が加わると、図７および図８に示す状態が繰り返される。図７には、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２がそれぞれ一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づく方向に振動したときの電荷の誘導の状態が示されている。この状態では、一方振動電極部３１の突起電極３１ｂと、他方振動電極部３２の突起電極３２ｃとが、共に、コレクタ基板２０の下面上に形成された上部接触電極２３に接触することにより、一方振動電極部３１と他方振動電極部３２とが電気的に接続される。このとき、一方振動電極部３１の上面の振動電極層３１ｃおよび他方振動電極部３２の上面の振動電極層３２ｃには、一方コレクタ電極２１と、他方コレクタ電極２２とに蓄積している電荷と逆の電荷が静電誘導により誘導される。たとえば、図７に示すように、一方コレクタ電極２１に正電荷が蓄積されているとともに、他方コレクタ電極２２に負電荷が蓄積されている場合には、振動電極層３１ｃには負電荷が蓄積されるとともに、振動電極層３２ｃには正電荷が蓄積される。

【００２５】

図８には、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２から離間する方向に振動したときの電荷の輸送の状態が示されている。この状態では、一方振動電極部３１に設けられた貫通電極層３１ｅおよび他方振動電極部３２に設けられた貫通電極層３２ｅは、それぞれ、固定基板１０の上面上に形成された他方下部接触電極１４および一方下部接触電極１３に接触される。このとき、他方振動電極部３２の上面の振動電極層３２ｃに誘導された正電荷は、一方下部接触電極１３、接続電極１７、貫通電極層３５、配線層３７および接続電極２７を介して一方コレクタ電極２１に集められる。また、一方振動電極部３１の上面の振動電極層３１ｃに誘導された負電荷は、同様に、他方下部接触電極１４、接続電極１８、貫通電極層３６、配線層３８および接続電極２８を介して他方コレクタ電極２２に集められる。このように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が振動を繰り返すことにより、電荷の誘導と電荷の輸送が交互に繰り返されるので、一方コレクタ電極２１には、他方振動電極部３２において誘導された正電荷が蓄積されていくとともに、他方コレクタ電極２２には、一方振動電極部３１において誘導された負電荷が蓄積されていく。

【００２６】
この発電機の一つの特徴は、他に電力供給装置を持たずに自力で発電できることである。初期状態において、一方コレクタ電極２１または他方コレクタ電極２２のどちらかの電極にほんの少しでも帯電していたとすれば、その電荷から誘導され、振動を繰り返すたびに、コレクタ間に電荷が蓄積され、電位差を大きくすることが可能となる。この電位差を取り出すことにより発電が可能となる。
【００２７】
次に、図１、図７および図８を参照して、第１実施形態による静電誘導型発電装置１において、下向きの加速度が加えられたときの、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の可動条件について説明する。下記式（１）は、図７に示す突起電極３１ｂおよび３２ｂが上部接触電極２３に接触した状態から、それぞれ、上部接触電極２３から離れることのできる条件を示す。また、下記式（２）は、図８に示す貫通電極層３１ｅおよび３２ｅが、それぞれ、他方下部接触電極１４および一方下部接触電極１３に接触することのできる条件を示す。

$$m \cdot a + k \cdot x_1 - q^2 / 2C_1 > 0 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$m \cdot a - k \cdot x_2 - q^2 / 2C_2 > 0 \quad \cdots\cdots (2)$$

ここで、ｍは、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の質量、ａは、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の加速度、ｋは、一方振動電極部３１のばね部３１ａおよび他方振動電極部３２のばね部３２ａのばね定数である。また、x_1は、図１に示す一方振動電極部３１の位置を基準にした一方振動電極部３１の位置である。また、x_2は、図１に示す他方振動電極部３２の位置を基準にした他方振動電極部３２の位置である。ｑは、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に誘導されている電荷の量である。C_1は、一方振動電極部３１と一方コレクタ電極２１との間のコンデンサ容量、および、他方振動電極部３２と他方コレクタ電極２２との間のコンデンサ容量を表す。C_2は、一方振動電極部３１と他方下部接触電極１４との間のコンデンサ容量、および、他方振動電極部３２と一方下部接触電極１３との間のコンデンサ容量を表す上記式（１）および（２）を満足する状態において、第１実施形態による静電誘導型発電装置１の発電が可能となる。
【００２８】
第１実施形態では、上記のように、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２と、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２とが所定の間隔を隔てて対向するように設けられるとともに、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づく方向に振動した際に一方振動電極部３１および他方振動電極部３２を電気的に接続する上部接続電極２３を設けることによって、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に近づく方向に振動した際に、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に蓄積された電荷によって振動電極層３１ｃおよび振動電極層３２ｃに静電誘導が引き起こされるので、振動電極層３１ｃおよび振動電極層３２ｃに逆の電荷を帯びることができる。これにより、振動電極層３１ｃおよび振動電極層３２ｃに誘導された電荷を取り出すことによって、発電を行うことができる。また、第１実施形態による静電誘導型発電装置１では、樹脂材料からなるエレクトレット膜に代えて電極材料からなる一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２を用いることによって、一般的に電極材料は樹脂材料に比べて耐熱性が高いので、容易にプリント基板に実装することができる。
【００２９】
また、第１実施形態では、上記のように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に対向するように、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に電気的にそれぞれ接触された一方下部接触電極１３と他方下部接触電極１４とを設けることによって、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２から離間する方向に振動した際に、一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４に電気的にそれぞれ接触されるので、振動電極層３１ｃおよび振動電極層３２

ｃに静電誘導によって誘導された電荷（正電荷または負電荷）を、それぞれ、他方コレクタ電極２２および一方コレクタ電極２１に輸送することができる。

【００３０】

また、第１実施形態では、上記のように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づく方向への振動によって電荷を帯びるとともに、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２から離間する方向への振動によって一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４に接続することにより電荷が一方下部接触電極１３および他方下部接触電極１４に運ばれるように構成することによって、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づく方向に振動する際に一方振動電極部３１および他方振動電極部３２において起こる静電誘導によって電荷が誘導されることと、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２から離間する方向に振動する際に一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に誘導された電荷を他方コレクタ電極２２および一方コレクタ電極２１へ輸送することとが振動により繰り返し行われるので、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に蓄積される電荷を一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の振動毎に大きくすることができる。この場合、静電誘導によって一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に誘導される電荷の量は、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に蓄積される電荷の量に依存するので、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が振動を繰り返すたびに振動電極層３１ｃおよび３２ｃに誘導される電荷の量を大きくすることができる。

【００３１】

また、第１実施形態では、上記のように、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２の一方振動電極部３１および他方振動電極部３２にそれぞれ対向する表面上に、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に電気的に接続するのを抑制するためのストッパ２４を設けることによって、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づく方向に振動する際、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２にそれぞれ電気的に接続することがストッパ２４によって抑制されるため、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２にそれぞれ電気的に接続して一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に誘導されている電荷が小さくなるのを抑制することができる。

【００３２】

また、第１実施形態では、上記のように、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２は、片持ちばり構造を有し、かつ、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の先端には、おもり部３１ｄおよび３２ｄがそれぞれ設けられている。おもり部３１ｄおよび３２ｄとは、一方振動電極部３１および他方振動電極部３２の振動可能な部分のうち、断面積の最も小さい部分以外の一方振動電極部３１および他方振動電極部３２をいう。小さな加速度を与えて一方振動電極部３１および他方振動電極部３２を大きく振動させるためには、おもり部３１ｄおよび３２ｄの重量を大きくする必要がある。本構造のように、おもり部３１ｄおよび３２ｄを含む片持ちばり構造の一方振動電極部３１および他方振動電極部３２が同一部材で一体に形成されている場合、おもり部３１ｄおよび３２ｄの体積を増大することによってその重量を増大させることができるように構成することによって、小さな加速度でも容易に一方振動電極部３１および他方振動電極部３２を大きく振動させることができるので、小さな加速度を一方振動電極部３１および他方振動電極部３２に与えることでも安定して発電を行うことができる。

【００３３】

図９～図２６は、それぞれ、第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。次に、図１および図９～図２６を参照して、第１実施形態による静電誘導型発電装置１の製造プロセスについて説明する。

【００３４】
まず、図９～図１４を参照して、コレクタ基板２０の製造プロセスについて説明する。まず、図９に示すように、スパッタリング法を用いて、約５００μｍの厚みを有するガラスからなるコレクタ基板２０の上面上に、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる金属層５０を形成する。さらに、プラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法を用いて、金属層５０の上に、約１μｍの厚みを有するＳｉＮ膜２４ａを形成する。そして、ＳｉＮ膜２４ａの所定領域にリソグラフィ法を用いて、レジスト膜５１を形成した後、レジスト膜５１をマスクとしてＳｉＮ膜２４ａをドライエッチングする。これにより、図１０に示すように、ＳｉＮ膜からなるストッパ２４が形成される。この後、レジスト膜５１を除去する。
【００３５】
次に、図１１に示すように、フォトリソグラフィ法を用いて、金属層５０の所定領域上にレジスト膜５２を形成した後、そのレジスト膜５２をマスクとして金属層５０をドライエッチングすることにより金属層５０をパターニングする。これにより、図１２に示すように、一方コレクタ電極２１、他方コレクタ電極２２、上部接触電極２３および接着層２５を形成する。この後、レジスト膜５２を除去する。
【００３６】
次に、図１３に示すように、めっき法によりＣｕ層２６ａをコレクタ基板２０の全面に形成した後、フォトリソグラフィ法を用いてＣｕ層２６ａ上の所定領域にレジスト膜５３を形成する。そして、レジスト膜５３マスクとして、$FeCl_3$およびＨＣｌの混合液を用いてＣｕ層２６ａをウエットエッチングすることにより、図１４に示すようなＣｕからなるスペーサ２６が形成される。この後、レジスト膜５３を除去することにより、コレクタ基板２０が完成される。
【００３７】
次に、図１５～図１８を参照して、固定基板１０の製造プロセスについて説明する。まず図１５に示すように、スパッタリング法を用いて、約５００μｍの厚みを有するガラスからなる固定基板１０の上面上に、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる浮遊電極１１を形成する。なお、この浮遊電極１１は、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に対向するような形状に形成する。そして、プラズマＣＶＤ法を用いて、浮遊電極１１の上に、約２μｍの厚みを有するSiO_2膜からなる絶縁膜１２を形成する。さらに、スパッタリング法を用いて、絶縁膜１２の上面上に、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる金属層６０を形成する。そして、金属層６０上に、リソグラフィ法を用いて、レジスト膜６１を形成した後、レジスト膜６１をマスクとして金属層６０をドライエッチングすることによりパターニングする。これにより、図１６に示すような、一方下部接触電極１３、他方下部接触電極１４および接着層１５を形成する。この後、レジスト膜６１を除去する。
【００３８】
次に、図１７に示すように、めっき法によりＣｕ層１６ａを固定基板１０の全面に形成した後、フォトリソグラフィ法を用いて、Ｃｕ層１６ａ上の所定の領域に、レジスト膜６２を形成する。最後に、図１８に示すように、$FeCl_3$およびＨＣｌの混合液を用いてウエットエッチングすることにより、図１８に示すようなＣｕからなるスペーサ１６が形成される。この後、レジスト膜６２を除去することにより、固定基板１０が完成される。
【００３９】
次に、図１９～図２６を参照して、シリコンからなる振動基板３０の製造プロセスについて説明する。図１９に示すように、約５００μｍの厚みを有する振動基板３０の上面にリソグラフィ法を用いて、レジスト膜８０を形成した後、振動基板３０の上面上からボロンイオンを注入することにより、ばね部３１ａおよび３２ａが形成される領域３０ａにはボロンイオンが注入される。このボロンを注入した領域は、後述するばね部３１ａおよび３２ａを形成する際のウエットエッチングの時のエッチングストッパとして機能する。この後、レジスト膜８０を除去する。また、振動基板３０の上面および下面上にSiO_2か

らなる熱酸化膜７０および７１を形成する。

【００４０】

次に、スパッタリング法を用いて、振動基板３０の上面上に、約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる金属層（図示せず）を形成した後、リソグラフィ法とドライエッチング法とを用いてその金属層をパターニングすることによって、図２０に示すような、振動電極層３１ｃ、振動電極層３２ｃおよび接着層３９を形成する。

【００４１】

次に、めっき法により振動基板３０の全面上に約２μｍの厚みを有するＣｕからなる金属層（図示せず）を形成した後、ウエットエッチング法を用いて、その金属層をパターニングすることによって、図２１に示すように、突起電極３１ｂ、突起電極３２ｂおよび金属層７２を形成する。

【００４２】

次に、図２２に示すように、プラズマＣＶＤ法を用いて、振動基板３０の全面上に、SiO_2膜からなる保護膜７３を形成する。この後、図２３に示すように、振動基板３０の下面上の所定領域に、リソグラフィ法を用いてレジスト膜７４を形成した後、そのレジスト膜７４をマスクとして熱酸化膜７１をドライエッチングすることによりパターニングする。この後、レジスト膜７４を除去する。そして、図２４に示すように、パターニングされた熱酸化膜７１をマスクとして、薬液にＫＯＨ水溶液および水酸化テトラメチルアンモニウム（ＴＭＡＨ）水溶液を用いた等方性ウエットエッチング法により、振動基板３０を下面側からエッチングすることによって、ばね部３１ａ、ばね部３２ａ、おもり部３１ｄおよびおもり部３２ｄを形成する。この際、熱酸化膜７０を形成した領域、および、ボロンイオンを注入した領域においてエッチングはストップする。この後、振動基板３０の下面よりエッチバックを行うことによって、熱酸化膜７１および露出された熱酸化膜７０を除去する。

【００４３】

次に、図２５に示すように、めっき法により振動基板３０の下面の全面上に約１μｍの厚みを有するＣｕからなる金属層（図示せず）を形成した後、フォトリソグラフィ技術とウエットエッチング法とを用いてその金属層をパターニングすることによって、貫通電極層３１ｅ、貫通電極層３２ｅおよび接着層４０を形成する。この後、図２６に示すように、ＨＦ溶液により、保護膜７３を除去し、振動基板３０が完成される。

【００４４】

最後に、図１に示したように、ウエハボンディング法により、コレクタ基板２０と振動基板３０とを貼り合わせるとともに、固定基板１０と振動基板３０とを貼り合わせる。ウエハボンディング法とは、ウエハアライナーを用いて基板同士を合わせて、熱または圧力によって接着させる方法である。また、ウエハアライナーとは、ウエハ同士の位置決めを顕微鏡によって行う装置である。第１実施形態では、Ｃｕからなるスペーサ２６とＡｕ（上層）/Ｃｒ（下層）からなる接着層３９上に形成されたＣｕからなる金属層７２とを４００℃程度の熱によって接着する。同様に、Ｃｕからなるスペーサ１６とＣｕからなる接着層４０とを４００℃程度の熱によって接着する。

【００４５】

（第２実施形態）

図２７は、本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。図２８は、本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の固定基板の上面図である。図２９は、本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図である。図３０は、本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の振動電極部の端部を拡大した図である。図２７～図３０を参照して、この第２実施形態では、上記第１実施形態と異なり、固定基板１０側にも一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２が形成されている静電誘導型発電装置１ｂについて説明する。

【００４６】

第２実施形態による静電誘導型発電装置１ｂは、図２７に示すように、固定基板１０と

、コレクタ基板２０と、固定基板１０とコレクタ基板２０との間に配置されたシリコンからなる振動基板１１０との３層の基板によって構成されている。以下、詳細に説明する。

【００４７】

図２７に示すように、固定基板１０の上面上には、浮遊電極１１が形成されている。また、浮遊電極１１の上面上には、絶縁膜１２が形成されている。ここで第２実施形態では、絶縁膜１２の上面上には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる一方コレクタ電極１０１、および、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる他方コレクタ電極１０２が、それぞれ、後述する一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２に対向するように、所定の間隔を隔てて形成されている。なお、一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２は、本発明の「第４の電極」の一例である。また、第２実施形態では、固定基板１０の上面上の一方コレクタ電極１０１と他方コレクタ電極１０２との間には、一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２から所定の間隔を隔てて、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる下部接触電極１０３が形成されている。なお、下部接触電極１０３は、本発明の「第５の電極」の一例である。また、一方コレクタ電極１０１、他方コレクタ電極１０２および下部接触電極１０３の上面上には、それぞれ、約１μｍの厚みを有するＳｉＮからなるストッパ１０４が２つずつ後述する一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２に対向するように形成されている。

【００４８】

なお、コレクタ基板２０の構成は、上記第１実施形態と同様である。

【００４９】

また、図２７に示すように、約５００μｍの厚みを有する振動基板１１０には、片もちばり構造を有する一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２が形成されている。なお、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２は、本発明の「振動電極」の一例である。また、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２は、それぞれ、一方コレクタ電極２１および１０１と、他方コレクタ電極２２および１０２と対向するように配置されている。また、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２は、それぞれ、上部接触電極２３および下部接触電極１０３に対向するように配置されている。

【００５０】

また、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）には、約５μｍの厚みを有するばね部１１１ａ（１１２ａ）と、約２μｍの厚みを有するＣｕからなる突起電極１１１ｂ（１１２ｂ）と、一方コレクタ電極２１（他方コレクタ電極２２）に蓄積された電荷よって静電誘導を引き起こすための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）と、約５００μｍの厚みを有するおもり部１１１ｄ（１１２ｄ）と、約１μｍの厚みを有するＣｕからなる貫通電極層１１１ｅ（１１２ｅ）とが形成されている。振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）は、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）のばね部１１１ａ（１１２ａ）およびおもり部１１１ｄ（１１２ｄ）の上面を覆うように形成されている。突起電極１１１ｂ（１１２ｂ）は、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）の上面上に上部接触電極２３に対向するように形成されているとともに、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）が上方（Ｚ１方向）に振動した際に、突起電極１１１ｂ（１１２ｂ）が上部接触電極２３に接触可能なように構成されている。

【００５１】

また、図２７に示すように、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）には、貫通孔１１１ｆ（１１２ｆ）が形成されている。また、貫通電極層１１１ｅ（１１２ｅ）は、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）の下面上と、貫通孔１１１ｆ（１１２ｆ）とを覆うとともに、貫通孔１１１ｆ（１１２ｆ）を介して、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）に接触するように形成されている。また、貫通電極層１１１ｅ（１１２ｅ）の下面上には、約２μｍの厚みを有するＣｕからなる突起電極１１１ｇ（１１２ｇ）が形成されている。突起電極１１１ｇ（１１２ｇ）は、貫通電極層１１１ｅ（１１２ｅ）の下面上に下部接触電極１０３に対向するように形成されているとともに、貫通電極層１１１ｅ（

１１２ｅ）が下方（Ｚ２方向）に振動した際に、突起電極１１１ｇ（１１２ｇ）が下部接触電極１０３に接触可能なように構成されている。

【００５２】

また、図２９に示すように、振動基板１１０には、振動基板１１０に振動が加わらない状態において、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）に形成される振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）と電気的に接続される板ばね状の部材からなるばね電極１１３ａ（１１３ｂ）が設けられている。なお、図３０に示すように、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）には、おもり部１１１ｄ（１１２ｄ）の側面上の所定領域を覆うようにＬ字形状に形成され、ばね電極１１３ａ（１１３ｂ）と接触する接触部１１１ｈ（１１２ｈ）が設けられている。なお、ばね電極１１３ａ（１１３ｂ）は、平面的に見て、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）のおもり部１１１ｄ（１１２ｄ）と振動基板１１０との間に設けられている。また、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）とばね電極１１３ａ（１１３ｂ）とは、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）が振動により一方コレクタ電極２１（他方コレクタ電極２２）または一方コレクタ電極１０１（他方コレクタ電極１０２）に近づいた状態では、電気的に接続しないように構成されている。

【００５３】

また、図２、図４、図２８および図２９に示すように、一方コレクタ電極２１（他方コレクタ電極２２）と、一方コレクタ電極１０１（他方コレクタ電極１０２）と、ばね電極１１３ｂ（１１３ａ）とは、接続電極２７（２８）、配線層３７ａ（３７ｂ）、貫通電極層３５（３６）および接続電極１７（１８）とを介して電気的に接続されている。

【００５４】

次に、図２７を参照して、静電誘導型発電装置１ｂの発電動作について説明する。

【００５５】

静電誘導型発電装置１ｂにＺ１方向の振動が加わることにより、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２が一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２に近づくとともに、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２は、突起電極１１１ｂと、上部接触電極２３と、突起電極１１２ｂとを介して電気的に接続される。なお、一方コレクタ電極２１および他方コレクタ電極２２には、それぞれ、互いに異なる電荷が蓄積されており、振動電極層１１１ｃおよび１１２ｃには、静電誘導により互いに異なる電荷が誘導される。

【００５６】

次に、Ｚ２方向に振動することにより、一方振動電極部１１１と他方振動電極部１１２との間の電気的な接続が無くなる。この後、図２９に示すように、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）は、ばね電極１１３ａ（１１３ｂ）に電気的に接続される。これにより、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）に蓄積された電荷が、一方コレクタ電極２１（他方コレクタ電極２２）および一方コレクタ電極１０１（他方コレクタ電極１０２）に運ばれる。

【００５７】

さらに、Ｚ２方向に振動することにより、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２が一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２に近づくとともに、一方振動電極部１１１および他方振動電極部１１２は、突起電極１１１ｇと、下部接触電極１０３と、突起電極１１２ｇとを介して電気的に接続される。なお、一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２には、それぞれ、互いに異なる電荷が蓄積されており、貫通電極層１１１ｅおよび１１２ｅには、静電誘導により互いに異なる電荷が誘導される。

【００５８】

次に、Ｚ１方向に振動することにより、一方振動電極部１１１と他方振動電極部１１２との間の電気的な接続が無くなる。この後、図２９に示すように、一方振動電極部１１１（他方振動電極部１１２）は、ばね電極１１３ａ（１１３ｂ）に電気的に接続される。これにより、振動電極層１１１ｃ（１１２ｃ）に蓄積された電荷が、一方コレクタ電極２１

（他方コレクタ電極２２）および一方コレクタ電極１０１（他方コレクタ電極１０２）に運ばれる。

【００５９】

上記の振動を繰り返すたびに、一方コレクタ電極２１（１０１）および他方コレクタ電極２２（１０２）の間に電荷が蓄積され、電位差を大きくすることが可能となる。この電位差を取り出すことにより発電が可能となる。なお、第２実施形態では、上記第１実施形態と異なり、一方コレクタ電極１０１および他方コレクタ電極１０２が、固定基板１０の上面上にも形成されているため、上記第１実施形態に比べてより多く発電することが可能となる。

【００６０】

（第３実施形態）

図３１は、本発明の第３実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。図３２は、本発明の第３実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図である。図３１および図３２を参照して、この第３実施形態では、上記第１実施形態と異なり、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４が水平方向に振動する静電誘導型発電装置１ｃについて説明する。

【００６１】

第３実施形態による静電誘導型発電装置１ｃは、図３１に示すように、固定基板１０と、コレクタ基板２０と、固定基板１０とコレクタ基板２０との間に配置されたシリコンからなる振動基板１３０との３層の基板によって構成されている。以下、詳細に説明する。

【００６２】

図３１に示すように、固定基板１０の上面上には、浮遊電極１１が形成されている。浮遊電極１１は、後述する一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３に対応する形状に形成されている。ただし、電気的に接続されていない一方コレクタ電極１２２と他方コレクタ電極１２３とは異なり、浮遊電極１１の一方コレクタ電極１２２に対応する部分と他方コレクタ電極１２３に対応する部分とは電気的に接続されている。浮遊電極１１の表面上には、約２μｍの厚みを有するSiO_2からなる絶縁膜１２が形成されている。

【００６３】

なお、固定基板１０のその他の構成は、上記第１実施形態と同様である。

【００６４】

また、図３１に示すように、コレクタ基板２０の下面上の所定領域には、絶縁膜１２１が形成されている。また、絶縁膜１２１の下面上には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる一方コレクタ電極１２２、および、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる他方コレクタ電極１２３が、それぞれ、後述する一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４に対向するように、所定の間隔を隔てて形成されている。なお、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３は、本発明の「第１の電極」の一例である。また、絶縁膜１２１の所定領域上には、絶縁膜１２４が形成されている。また、絶縁膜１２４の下面上の一方振動電極部１３３と他方振動電極部１３４との間には、約２μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる上部接触電極１２５が形成されている。なお、上部接触電極１２５は、本発明の「第２の電極」の一例である。また、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３の下面上には、それぞれ、約１μｍの厚みを有するＳｉＮからなるストッパ１２６が２つずつ後述する一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４に対向するように形成されている。なお、ストッパ１２６は、本発明の「接触抑制部材」の一例である。

【００６５】

なお、コレクタ基板２０のその他の構成は、上記第１実施形態と同様である。

【００６６】

また、図３１に示すように、約５００μｍの厚みを有するシリコンからなる振動基板１３０には、ばね部１３１および１３２を介して、一方振動電極部１３３および他方振動電

極部１３４が接続されている。なお、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４は、本発明の「振動電極」の一例である。また、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４は、それぞれ、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３と対向するように配置されている。また、一方コレクタ電極１２２と他方コレクタ電極１２３とが振動しない状態では、一方コレクタ電極１２２と他方コレクタ電極１２３とは、上部接触電極１２５を介して電気的に接続されるように構成されている。

【００６７】

また、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４の表面上には、それぞれ、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３に蓄積された電荷よって静電誘導を引き起こすための約１μｍの厚みを有するＡｕ（上層）／Ｃｒ（下層）からなる振動電極層１３３ａおよび１３４ａが形成されている。なお、振動電極層１３３ａおよび１３４ａは、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４の表面上から振動基板１３０側にはみ出すように形成されている。

【００６８】

また、図３１および図３２に示すように、配線層３７ｃは、他方コレクタ電極１２３に電気的に接続されるとともに、配線層３７ｄは、一方コレクタ電極１２２に電気的に接続されている。なお、一方振動電極部１３３（他方振動電極部１３４）の表面上に形成される振動電極層１３３ａ（１３４ａ）と、配線層３７ｃ（３７ｄ）とは、一方振動電極部１３３（他方振動電極部１３４）が図３１に示すＸ１（Ｘ２）方向に振動する際に、電気的に接続されるように構成されている。

【００６９】

次に、図３１を参照して、静電誘導型発電装置１ｃの発電動作について説明する。

【００７０】

図３１に示す、静電誘導型発電装置１ｃに振動が加わらない状態において、振動電極層１３３ａと１３４ａとは、上部接触電極１２５を介して電気的に接続されており、振動電極層１３３ａと１３４ａとには、静電誘導により互いに異なる電荷が誘導される。なお、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３には、それぞれ、互いに異なる電荷が蓄積されている。

【００７１】

次に、静電誘導型発電装置１ｃにＸ１方向の振動が加わることにより、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４がＸ１方向に移動する。これにより、一方振動電極部１３３の表面上に形成される振動電極層１３３ａと配線層３７ｃとが電気的に接続される。その結果、振動電極層１３３ａに蓄積されていた電荷が他方コレクタ電極１２３に運ばれる。

【００７２】

次に、静電誘導型発電装置１ｃにＸ２方向の振動が加わることにより、図３１に示す、振動電極層１３３ａと１３４ａとが上部接触電極１２５を介して電気的に接続される状態となり、振動電極層１３３ａと１３４ａとには、静電誘導により互いに異なる電荷が誘導される。

【００７３】

さらに、静電誘導型発電装置１ｃにＸ２方向の振動が加わることにより、一方振動電極部１３３および他方振動電極部１３４がＸ２方向に移動する。これにより、他方振動電極部１３４の表面上に形成される振動電極層１３４ａと配線層３７ｄとが電気的に接続される。その結果、振動電極層１３４ａに蓄積されていた電荷が一方コレクタ電極１２２に運ばれる。

【００７４】

上記の振動を繰り返すたびに、一方コレクタ電極１２２および他方コレクタ電極１２３の間に電荷が蓄積され、電位差を大きくすることが可能となる。この電位差を取り出すことにより発電が可能となる。

【００７５】

（第４実施形態）

図３３は、本発明の第４実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。図３３を参照して、この第４実施形態では、上記第１実施形態と異なり、一方振動電極部１４１および他方振動電極部１４２が、それぞれ、ばね部１４３および１４４を介して固定電極２０に接続されている静電誘導型発電装置１ｄについて説明する。

【００７６】

第４実施形態による静電誘導型発電装置１ｄは、図３３に示すように、固定基板１０と、コレクタ基板２０と、固定基板１０とコレクタ基板２０との間に配置されたシリコンからなる振動基板１４０との３層の基板によって構成されている。以下、詳細に説明する。

【００７７】

図３３に示すように、一方振動電極部１４１および他方振動電極部１４２が、それぞれ、ばね部１４３および１４４を介して固定電極２０に接続されている。なお、一方振動電極部１４３および他方振動電極部１４４は、本発明の「振動電極」の一例である。また、一方振動電極部１４１（他方振動電極部１４２）に形成される、ばね部１４１ａ、突起電極１４１ｂ（１４２ｂ）、振動電極層１４１ｃ（１４２ｃ）、おもり部１４１ｄ（１４２ｄ）、貫通電極層１４１ｅ（１４２ｅ）および貫通孔１４１ｆ（１４２ｆ）の構成は、上記第１実施形態と同様である。

【００７８】

また、第４実施形態のその他の構成は、上記第１実施形態と同様である。

【００７９】

また、第４実施形態の動作は、上記第１実施形態と同様である。

【００８０】

（第５実施形態）

図３４は、本発明の第５実施形態による静電誘導型発電装置のブロック図である。図３４を参照して、この第５実施形態では、上記第１～第４実施形態と異なり、複数の静電誘導型発電装置から構成される静電誘導型発電装置１ｅについて説明する。

【００８１】

第５実施形態による静電誘導型発電装置１ｅは、図３４に示すように、コンデンサ１５０と、コンデンサ１５０にスイッチ１５１ａ～１５１ｃを介して電気的に接続される複数の静電誘導型発電装置１５２ａ～１５２ｃとから構成されている。なお、静電誘導型発電装置１５２ａ～１５２ｃは、上記第１～第４実施形態に示される静電誘導型発電装置１および１ｂ～１ｄのうちのいずれかにより構成されている。また、静電誘導型発電装置１５２ａ～１５２ｃには、Ｘ１およびＸ２方向（図３１参照）に振動することにより発電する静電誘導型発電装置と、Ｚ１およびＺ２方向（図２７および図３３参照）に振動することにより発電する静電誘導型発電装置とが混在するように構成されている。これにより、静電誘導型発電装置１ｅは、複数の振動方向に対して発電することが可能となる。なお、複数の静電誘導型発電装置１５２ａ～１５２ｃによって発電された電力は、コンデンサ１５０に蓄積されるように構成されている。

【００８２】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【００８３】

たとえば、上記第１～第４実施形態では、ストッパとしてＳｉＮ膜からなるストッパを用いたが、本発明はこれに限らず、ストッパとしてSiO_2膜を用いてもよい。

【００８４】

また、上記第１～第４実施形態では、コレクタ基板および固定基板としてガラスからなる基板を用いたが、本発明はこれに限らず、シリコンからなる基板を用いてもよい。

【００８５】

また、上記第５実施形態では、静電誘導型発電装置１ｅが３つの静電誘導型発電装置１５２ａ～１５２ｃから構成される例を示したが、本発明はこれに限らず、異なる振動方向によって発電をすることが可能な複数の静電誘導型発電装置から静電誘導型発電装置１ｅを構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【００８６】

【図１】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の図３～図６における２００－２００線に沿った断面図である。

【図２】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の図３～図６における３００－３００線に沿った断面図である。

【図３】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の固定基板の上面図である。

【図４】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置のコレクタ基板の下面図である。

【図５】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図である。

【図６】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の下面図である。

【図７】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の発電動作を説明するための断面図である。

【図８】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の発電動作を説明するための断面図である。

【図９】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１０】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１１】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１２】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１３】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１４】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１５】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１６】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１７】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１８】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図１９】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図２０】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図２１】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

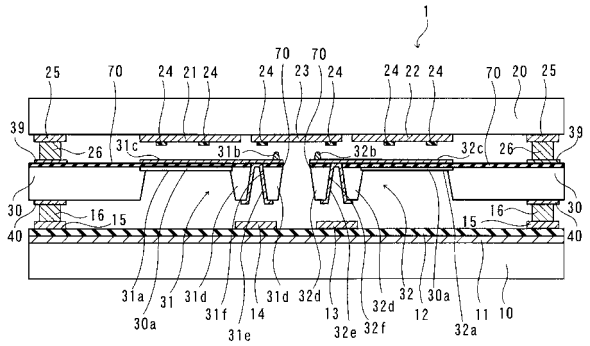
【図２２】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

【図２３】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。

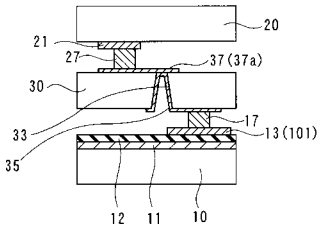
【図２４】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するた

めの断面図である。
【図２５】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。
【図２６】本発明の第１実施形態による静電誘導型発電装置の製造プロセスを説明するための断面図である。
【図２７】本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。
【図２８】本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の固定基板の上面図である。
【図２９】本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図である。
【図３０】本発明の第２実施形態による静電誘導型発電装置の振動電極部の端部を拡大した図である。
【図３１】本発明の第３実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。
【図３２】本発明の第３実施形態による静電誘導型発電装置の振動基板の上面図である。
【図３３】本発明の第４実施形態による静電誘導型発電装置の断面図である。
【図３４】本発明の第５実施形態による静電誘導型発電装置のブロック図である。
【符号の説明】
【００８７】
２１、１２２　一方コレクタ電極（第１の電極）
２２、１２３　他方コレクタ電極（第１の電極）
２３、１２５　上部接触電極（第２の電極）
２４、１２６　ストッパ（接触抑制部材）
１３　一方下部接触電極（第３の電極）
１４　他方下部接触電極（第３の電極）
３１、１１１、１３３、１４１　一方振動電極部（振動電極）
３２、１１２、１３４、１４２　他方振動電極部（振動電極）
１０１　一方コレクタ電極（第４の電極）
１０２　他方コレクタ電極（第４の電極）
１０３　下部接触電極（第５の電極）

【図１】

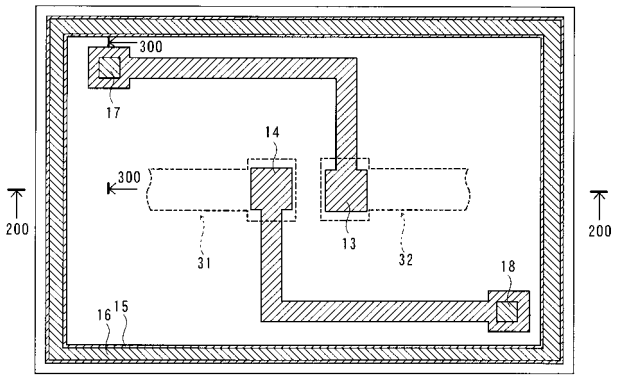


【図２】



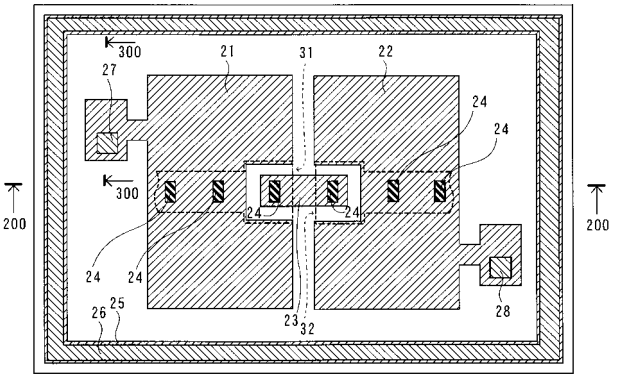
【図３】

固定基板の上面図



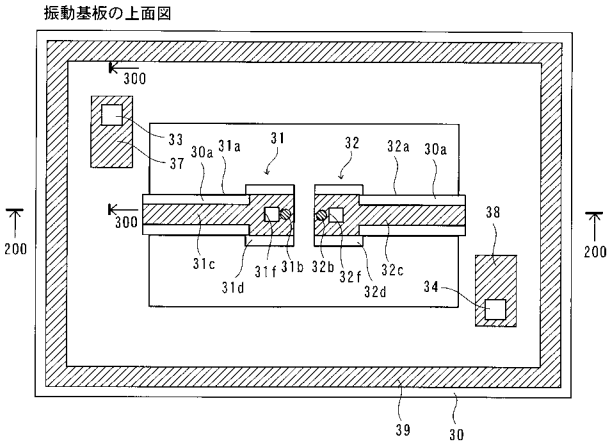
【図４】

コレクタ基板の下面図



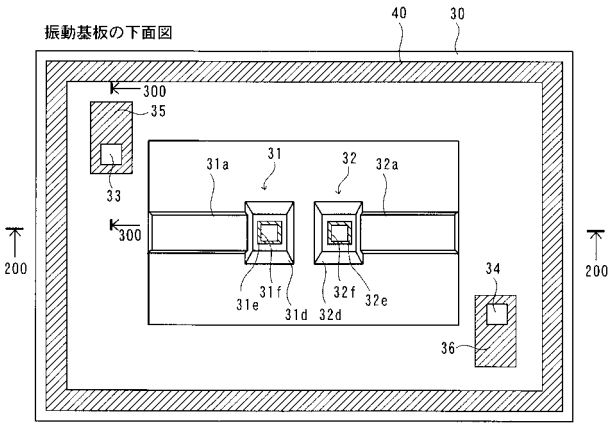
【図５】

振動基板の上面図

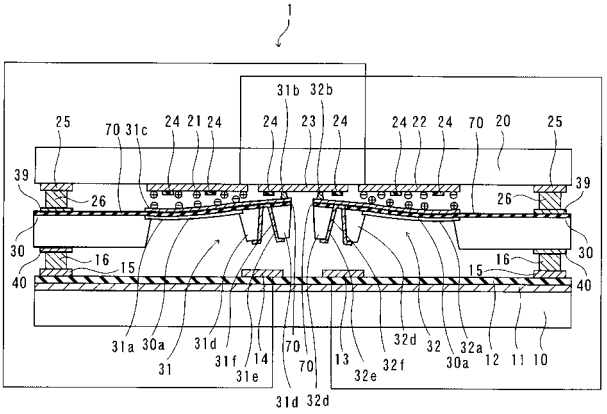


【図６】

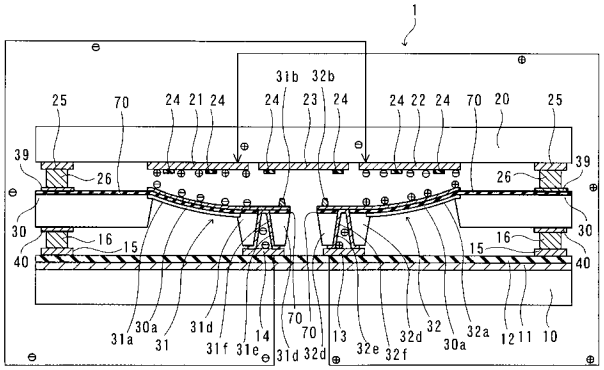
振動基板の下面図



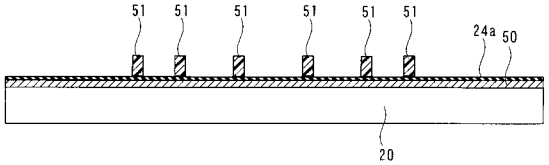
【図７】



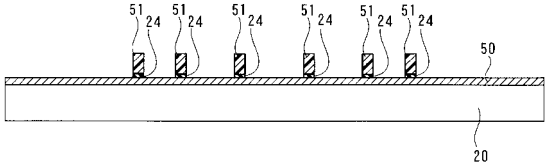
【図８】



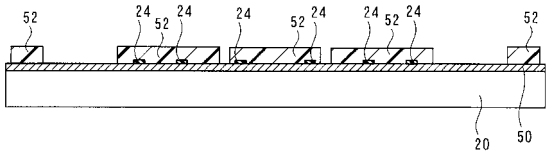
【図９】



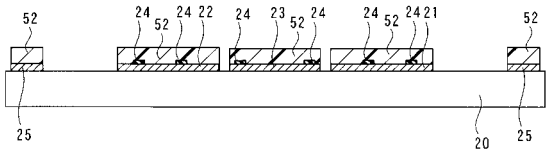
【図１０】



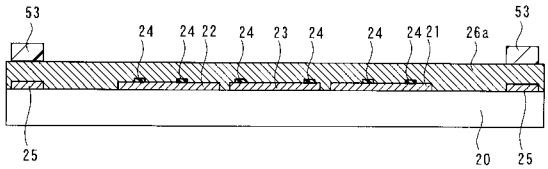
【図１１】



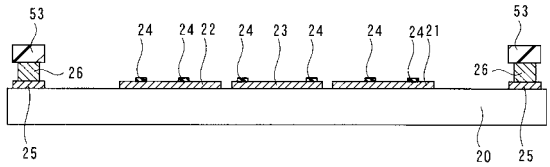
【図１２】



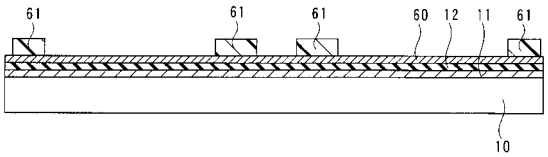
【図１３】



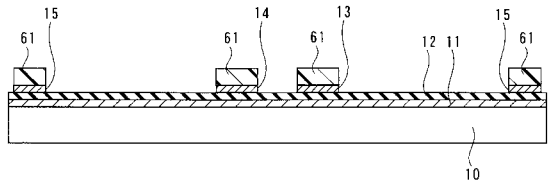
【図１４】



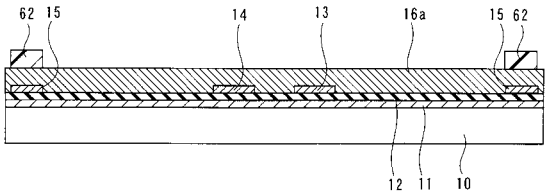
【図１５】



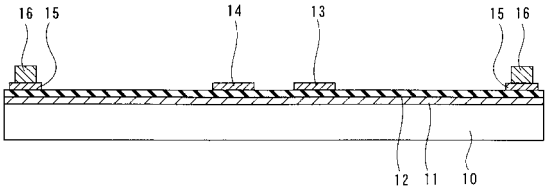
【図１６】



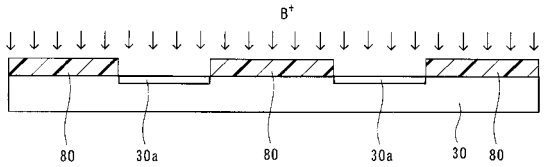
【図１７】



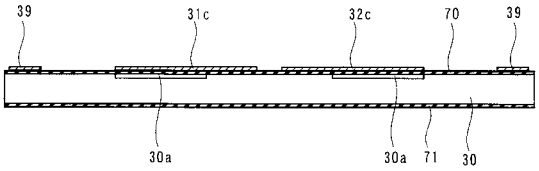
【図１８】



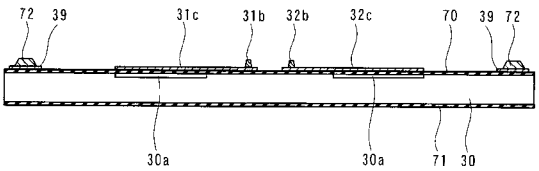
【図１９】



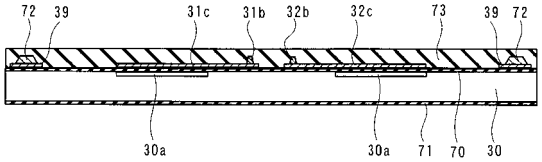
【図２０】



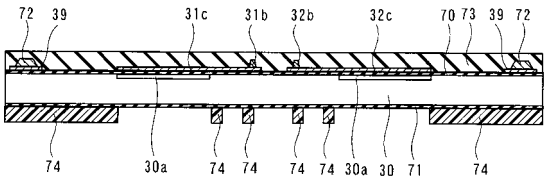
【図２１】



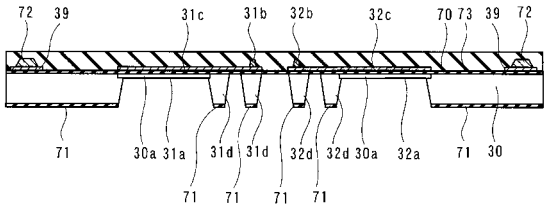
【図２２】



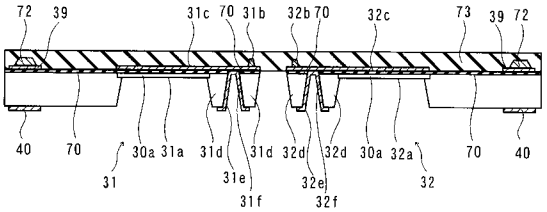
【図２３】



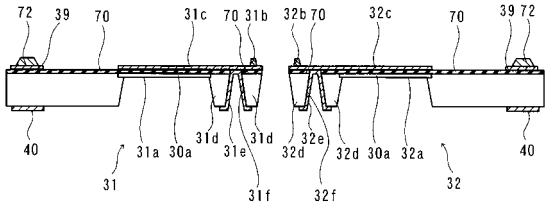
【図２４】



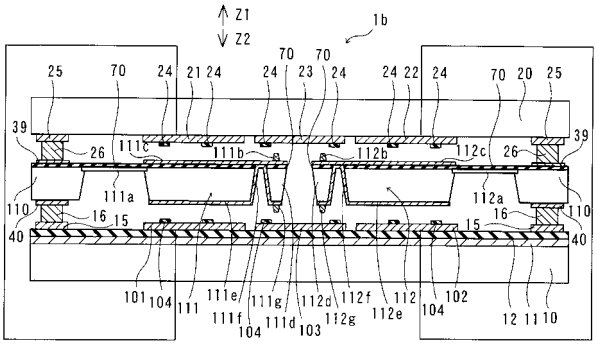
【図２５】



【図２６】

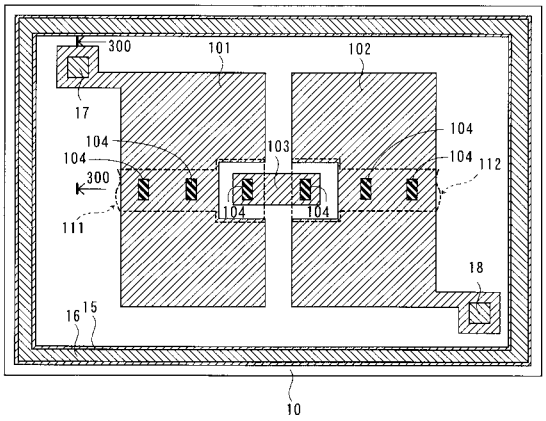


【図２７】



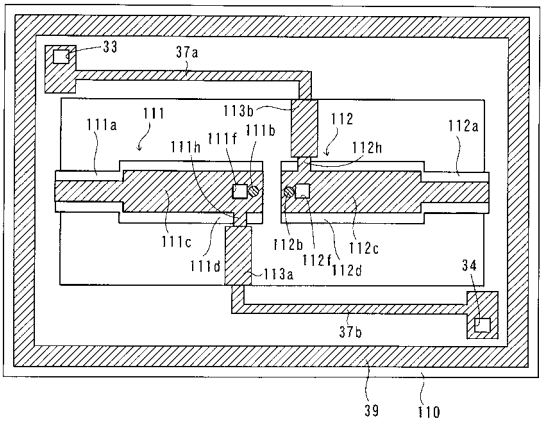
【図２８】

固定基板の上面図

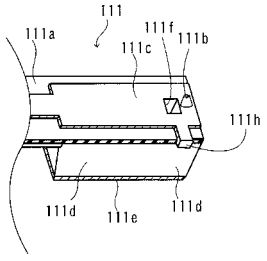


【図２９】

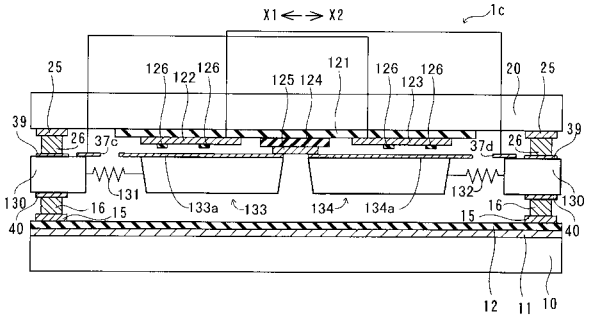
振動基板の上面図



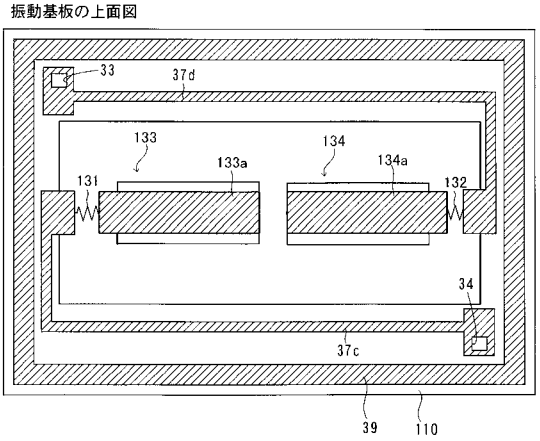
【図３０】



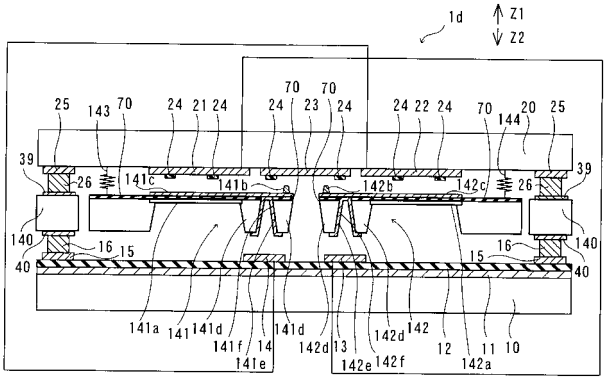
【図３１】



【図３２】



【図３３】



【図３４】

