

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6253157号
(P6253157)

(45) 発行日 平成29年12月27日(2017.12.27)

(24) 登録日 平成29年12月8日(2017.12.8)

(51) Int. Cl. F I
HO2K 33/18 (2006.01) HO2K 33/18 B
BO6B 1/04 (2006.01) BO6B 1/04 S

請求項の数 5 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-232051 (P2014-232051) (22) 出願日 平成26年11月14日(2014.11.14) (65) 公開番号 特開2016-96677 (P2016-96677A) (43) 公開日 平成28年5月26日(2016.5.26) 審査請求日 平成29年1月6日(2017.1.6)</p>	<p>(73) 特許権者 000010098 アルプス電気株式会社 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 (74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠重 (74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦 (72) 発明者 和宇慶 朝邦 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内 審査官 ▲桑▼原 恭雄</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筐体と、
 前記筐体に収容された振動体と、
 前記振動体を互いに直交する第1の方向及び第2の方向に沿って振動可能に支持する弾性支持部と、
 前記振動体を前記第1の方向及び前記第2の方向に沿って磁力を用いて駆動する磁気駆動部とを備え、
 前記磁気駆動部は、
 前記振動体側に配設された第1の磁界発生手段と、
 前記第1の方向及び前記第2の方向と直交する第3の方向における前記振動体の延長線上に位置するように、前記筐体側に配設された第2の磁界発生手段とからなる振動発生装置であって、
 前記弾性支持部は、
 折り目が前記第3の方向に沿うように折り曲げられた複数の折り曲げ部と、
 前記複数の折り曲げ部のうちの1つから他の1つに向かって延出する平坦部とが形成された板ばねからなることを特徴とする振動発生装置。

【請求項2】

前記平坦部の外周部を避けた位置には、開口部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の振動発生装置。

【請求項 3】

前記弾性支持部は、前記平坦部の前記折り目に沿った方向の寸法が、前記平坦部の延出方向に沿った寸法よりも大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の振動発生装置。

【請求項 4】

前記弾性支持部は、

前記第 1 の方向に対する第 1 の弾性係数と、

前記第 2 の方向に対する前記第 1 の弾性係数とは異なる第 2 の弾性係数とを有し、

前記磁気駆動部は、

前記第 1 の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第 1 の固有振動数で、前記第 1 の方向に沿って前記振動体を駆動すると共に、

前記第 2 の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第 2 の固有振動数で、前記第 2 の方向に沿って前記振動体を駆動することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の振動発生装置。

【請求項 5】

前記第 1 の磁界発生手段は、前記第 3 の方向に沿って交番磁界を発生させるように、前記振動体側に配設された電磁石であり、

前記第 2 の磁界発生手段は、前記第 3 の方向に沿って前記電磁石と対向するように、前記筐体側に配設された永久磁石であり、

前記永久磁石は、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とに沿って、それぞれ異なる磁極が並ぶように着磁されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の振動発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動発生装置に関し、特に、弾性支持部材を介して振動可能に筐体に支持された振動体を備えた振動発生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯情報端末やゲーム機等の電子機器に搭載され、携帯情報端末での着信を知らせるための振動や、ゲーム機での触覚フィードバック用の振動等に利用される振動を発生させる振動発生装置が実用化されている。

【0003】

このような用途に使用される従来の振動発生装置としては、例えば、特許文献 1 に開示されたものがある。以下、従来の振動発生装置の構成について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、従来の振動発生装置の構成を示す説明図であり、特許文献 1 に係る従来の振動発生装置 101 の構成を示している。尚、図 9 において、X 方向と Y 方向と Z 方向とは、それぞれ互いに直交する 3 つの方向を示している。

【0004】

図 9 に示すように、特許文献 1 に係る従来の振動発生装置 101 は、筐体 110 と、筐体 110 に收容された振動体 120 と、振動体 120 を保持する支持体 130 と、振動体 120 と支持体 130 とを振動可能に支持する弾性支持部材 133 と、振動体 120 を磁力を用いて駆動する磁気駆動部 140 とを備えている。支持体 130 は、ばね性を有した金属板を折り曲げて形成された箱状の部材であり、振動体 120 を載置する支持底部 131 を有している。

【0005】

弾性支持部材 133 は、前述した金属板を折り曲げて支持体 130 と一体で形成された板ばねであり、第 1 の弾性変形部 136 と第 2 の弾性変形部 137 とを有している。第 1

の弾性変形部 136 は、X 方向に沿って延出すると共に、折り目が Z 方向に沿うように複数回折り曲げられた部分であり、X 方向に伸縮するように弾性変形する。第 2 の弾性変形部 137 は、支持体 130 の支持底部 131 と第 1 の弾性変形部 136 の一方の端部とを繋ぐように延びる板状の部分であり、Z 方向に撓むように弾性変形する。そして、弾性支持部材 133 は、第 1 の弾性変形部 136 と第 2 の弾性変形部 137 とによって、振動体 120 を X 方向及び Z 方向に沿って振動可能に支持している。

【0006】

磁気駆動部 140 は、振動体 120 側に配設された電磁石と、筐体 110 側に配設された永久磁石とを有して構成される。電磁石は、振動体 120 側に配設された磁芯 121 と、磁性ヨーク 122 と、磁芯 121 の周囲に設けられたコイル 141 とで構成され、所定の方向に向かって交番磁界を発生させている。永久磁石は、Y 方向に沿って振動体 120 と隣接するように筐体 110 側に配設された永久磁石 142a 及び永久磁石 142b とである。そして、磁気駆動部 140 は、電磁石と永久磁石との間の磁力を利用して、振動体 120 を X 方向及び Z 方向に沿って駆動している。

10

【0007】

そして、振動発生装置 101 は、弾性支持部材 133 が振動体 120 を X 方向及び Z 方向に沿って振動可能に支持し、磁気駆動部 140 が振動体 120 を X 方向及び Z 方向に沿って駆動することによって、X 方向及び Z 方向に沿った所望の振動を発生させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0008】

【特許文献 1】特開 2012 - 125730 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献 1 に係る従来の振動発生装置 101 では、第 1 の弾性変形部 136 は、X 方向に沿って延出すると共に、折り目が Z 方向に沿うように複数回折り曲げられた部分である。第 1 の弾性変形部 136 がこのような構造の場合、第 1 の弾性変形部 136 は、伸縮によって X 方向に沿って弾性変形するだけでなく、撓みによって Y 方向にも弾性変形するようになる。そのため、永久磁石 142a が振動体 120 を引き寄せる力と永久磁石 142b が振動体 120 を引き寄せる力とのバランスがずれた場合には、振動体 120 が永久磁石 142a 側又は永久磁石 142b 側に引き寄せられて、Y 方向に偏った位置で振動するようになる。その結果、振動体 120 の振動動作が不安定になり易くなるという課題があった。

30

【0010】

本発明は、このような従来技術の実情に鑑みてなされたもので、その目的は、振動体の振動動作を安定させることができる振動発生装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この課題を解決するために、請求項 1 に記載の振動発生装置は、筐体と、前記筐体に收容された振動体と、前記振動体を互いに直交する第 1 の方向及び第 2 の方向に沿って振動可能に支持する弾性支持部と、前記振動体を前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に沿って磁力を用いて駆動する磁気駆動部とを備え、前記磁気駆動部は、前記振動体側に配設された第 1 の磁界発生手段と、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向と直交する第 3 の方向における前記振動体の延長線上に位置するように、前記筐体側に配設された第 2 の磁界発生手段とからなる振動発生装置であって、前記弾性支持部は、折り目が前記第 3 の方向に沿うように折り曲げられた複数の折り曲げ部と、前記複数の折り曲げ部のうちの 1 つから他の 1 つに向かって延出する平坦部とが形成された板ばねからなることを特徴とする。

40

【0012】

この構成の振動発生装置では、弾性支持部は、折り目が第 1 の方向及び第 2 の方向と直

50

交する第3の方向に沿うように折り曲げられた複数の折り曲げ部と、複数の折り曲げ部のうちの1つから他の1つに向かって延出する平坦部とが形成された板ばねからなる。このような折り曲げ構造の板ばねは、折り目と直交する方向には弾性変形し易いが、折り目に沿った方向には変形し難いという特徴を有する。そのため、弾性支持部を第1の方向及び第2の方向に沿って弾性変形させ易くし、且つ、弾性支持部の第3の方向に沿った変形を抑制することができる。その結果、振動体が第3の方向に沿った移動を抑制することができ、振動体の第1の方向及び第2の方向に沿った振動動作を安定させることができる。

【0013】

請求項2に記載の振動発生装置は、前記平坦部の外周部を避けた位置には、開口部が形成されていることを特徴とする。

10

【0014】

この構成の振動発生装置では、平坦部の外周部を避けた位置に開口部を形成することによって、弾性変形部が第3の方向に沿って変形し易くなるのを抑制しつつ、第1の方向及び第2の方向に沿って弾性変形し易くすることができる。そして、開口部の寸法を調節することによって、弾性変形部の第1の方向及び第2の方向に沿った弾性変形し易さを調節することができる。その結果、振動体の振動動作を安定させつつ、振動体を第1の方向及び第2の方向に沿って振動し易くし、且つ、振動体の振動し易さを調節することができるようになる。

【0015】

請求項3に記載の振動発生装置は、前記弾性支持部は、前記平坦部の前記折り目に沿った方向の寸法が、前記平坦部の延出方向に沿った寸法よりも大きくなるように形成されていることを特徴とする。

20

【0016】

この構成の振動発生装置では、平坦部の折り目に沿った方向の寸法が、平坦部の延出方向に沿った寸法よりも大きくなるように、弾性変形部を形成することによって、弾性変形部の第3の方向に沿った変形を更に抑制することができ、振動体の振動動作を更に安定させることができる。

【0017】

請求項4に記載の振動発生装置は、前記弾性支持部は、前記第1の方向に対する第1の弾性係数と、前記第2の方向に対する前記第1の弾性係数とは異なる第2の弾性係数とを有し、前記磁気駆動部は、前記第1の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第1の固有振動数で、前記第1の方向に沿って前記振動体を駆動すると共に、前記第2の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第2の固有振動数で、前記第2の方向に沿って前記振動体を駆動することを特徴とする。

30

【0018】

この構成の振動発生装置では、磁気駆動部が、第1の弾性係数及び振動体の質量に対応した第1の固有振動数で振動体を駆動することによって、振動体を第1の方向に沿って振動し易くし、第2の方向に沿って振動し難くすることができる。また、磁気駆動部が、第2の弾性係数及び振動体の質量に対応した第2の固有振動数で振動体を駆動することによって、振動体を第2の方向に沿って振動し易くし、第1の方向に沿って振動し難くすることができる。その結果、振動体の振動動作を安定させつつ、振動体の第1の方向及び第2の方向に沿った所望の振動動作を実現することができる。

40

【0019】

請求項5に記載の振動発生装置は、前記第1の磁界発生手段は、前記第3の方向に沿って交番磁界を発生させるように、前記振動体側に配設された電磁石であり、前記第2の磁界発生手段は、前記第3の方向に沿って前記電磁石と対向するように、前記筐体側に配設された永久磁石であり、前記永久磁石は、前記第1の方向と前記第2の方向とに沿って、それぞれ異なる磁極が並ぶように着磁されていることを特徴とする。

【0020】

この構成の振動発生装置では、電磁石が発生させる交番磁界によって、電磁石を、永久

50

磁石側の一方の磁極と吸引し合ったり反発し合ったりさせ、永久磁石側の他方の磁極と反発し合ったり吸引し合ったりさせることができる。そして、このような電磁石と永久磁石との間の磁力を利用することによって、振動体を第1の方向と第2の方向とに沿って容易に振動させることができるようになる。しかも、永久磁石と電磁石との間に磁力が働いても、弾性変形部の第3の方向に沿った変形が抑制されているので、振動体の振動動作を安定させることができる。そのため、このような振動発生装置は、電磁石と永久磁石との間の磁力を利用して振動体を駆動する場合に好適である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、振動体の振動動作を安定させることができる振動発生装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係る振動発生装置の構成を示す第1の説明図である。

【図2】本発明の実施形態に係る振動発生装置の構成を示す第2の説明図である。

【図3】本発明の実施形態に係る振動体の構成を示す説明図である。

【図4】本発明の実施形態に係る保持部と弾性支持部との構成を示す第1の説明図である。

【図5】本発明の実施形態に係る保持部と弾性支持部との構成を示す第2の説明図である。

20

【図6】本発明の実施形態に係る永久磁石の構成を示す説明図である。

【図7】本発明の実施形態に係る磁気駆動部の駆動方向を示す説明図である。

【図8】本発明の実施形態に係る振動体の振動方向を示す説明図である。

【図9】従来の振動発生装置の構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施形態について図1ないし図7を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態に係る振動発生装置の構成を示す第1の説明図である。図1(a)は、振動発生装置1の外観を示す斜視図であり、図1(b)は、振動発生装置1から蓋部12を取り外した状態の斜視図である。図2は、本発明の実施形態に係る振動発生装置の構成を示す第2の説明図であり、振動発生装置1の分解斜視図となっている。図3は、本発明の実施形態に係る振動体の構成を示す説明図であり、振動体20の斜視図となっている。

30

【0024】

図4は、本発明の実施形態に係る保持部と弾性支持部との構成を示す第1の説明図である。図4(a)は、保持部30と弾性支持部40との斜視図であり、図4(b)は、保持部30と弾性支持部40との正面図である。図5は、本発明の実施形態に係る保持部と弾性支持部との構成を示す第2の説明図である。図5(a)は、保持部30と弾性支持部40とを右から見た場合の側面図であり、図5(b)は、図4(b)のA1-A1断面に対応した断面図である。図6は、本発明の実施形態に係る永久磁石の構成を示す説明図である。図6(a)は、後側の永久磁石70の分解斜視図であり、図6(b)は、後側の永久磁石70の正面図である。

40

【0025】

図7は、本発明の実施形態に係る磁気駆動部の駆動方向を示す説明図であり、磁心61を前から見た場合の説明図となっている。図7(a)は、磁心61の前端部がN極に磁化された時の、前側の永久磁石70が磁心61の前端部に及ぼす磁力の方向を示し、図7(b)は、磁心61の前端部がS極に磁化された時の、前側の永久磁石70が磁心61の前端部に及ぼす磁力の方向を示している。図7において、実線の矢印は、磁心61に及ぼす磁力の方向である。

【0026】

図8は、本発明の実施形態に係る振動体の振動方向を示す説明図であり、振動体20と

50

保持部 30 と弾性支持部 40 とを前から見た場合の説明図となっている。図 8 (a) は、電磁石 60 が第 1 の固有振動数と同じ周波数の交番磁界を発生させた時の、振動体 20 の振動方向を示し、図 8 (b) は、電磁石 60 が第 2 の固有振動数と同じ周波数の交番磁界を発生させた時の、振動体 20 の振動方向を示している。図 8 において、実線の矢印は、振動体 20 が振動し易くなる方向、すなわち振動体 20 の振動方向であり、点線の矢印は、振動体 20 が振動し難くなる方向である。

【 0 0 2 7 】

尚、各図における方向は、X 1 を左、X 2 を右、Y 1 を前、Y 2 を後、Z 1 を上、Z 2 を下とする。そして、本実施形態では、左右方向が本発明における第 1 の方向となり、上下方向が本発明における第 2 の方向となり、前後方向が本発明における第 3 の方向となっ

10

【 0 0 2 8 】

まず、本発明の実施形態に係る振動発生装置の構成について、図 1 ないし図 6 を用いて説明する。本発明の実施形態に係る振動発生装置 1 は、携帯情報端末やゲーム機等の電子機器に搭載される振動発生装置である。振動発生装置 1 が発生させる振動は、例えば、携帯情報端末での着信を知らせるための振動や、ゲーム機での触覚フィードバック用の振動等に利用される。振動発生装置 1 は、図 1 及び図 2 に示すように、筐体 10 と、振動体 20 と、保持部 30 と、2 つの弾性支持部 40 と、磁気駆動部 50 とを備えている。

【 0 0 2 9 】

筐体 10 は、図 1 及び図 2 に示すように、本体部 11 と蓋部 12 とを組み合わせて構成される。本体部 11 は、金属板を加工してできた略直方体の箱状の部材であり、本体部 11 の上端部から下方に凹となる略直方体の凹部である収容部 11 a を有している。蓋部 12 は、金属板を加工してできた略長方形の板状の部材であり、本体部 11 の上端部に取り付けられて収容部 11 a を上から覆っている。

20

【 0 0 3 0 】

振動体 20 は、図 3 に示すように、筐体 10 の収容部 11 a に収容された略直方体の部材である。振動体 20 には、磁気駆動部 50 の一部となる電磁石 60 が配設されている。

【 0 0 3 1 】

保持部 30 と弾性支持部 40 とは、ばね性を有した金属板を所定の形状に加工して一体で形成される。保持部 30 は、図 4 及び図 5 に示すように、略直方体の箱状の部分である

30

【 0 0 3 2 】

弾性支持部 40 は、図 4 及び図 5 に示すように、左右方向に延びる金属板を、折り目が前後方向に沿うように複数回折り曲げて形成された板ばねである。2 つの弾性支持部 40 のうちの一方は保持部 30 の左端部から左側に延出し、他方は保持部 30 の右端部から右側に延出している。以下、保持部 30 の左端部から左側に延出する弾性支持部 40 を、左側の弾性支持部 40 と略称し、保持部 30 の右端部から右側に延出する弾性支持部 40 を、右側の弾性支持部 40 と略称する。

【 0 0 3 3 】

また、弾性支持部 40 は、図 4 及び図 5 に示すように、3 つの折り曲げ部 41 と、2 つの平坦部 42 と、取り付け部 43 とを有している。折り曲げ部 41 は、折り目に沿って折り曲げられた部分である。平坦部 42 は、3 つの折り曲げ部 41 のうちの 1 つから他の 1 つに向かって延出する略長方形の部分であり、折り目の方向に沿った辺と、延出方向に沿った辺とを有している。そして、弾性支持部 40 は、平坦部 42 の折り目の方向に沿った寸法 (以下、平坦部 42 の幅寸法と略称) が、平坦部 42 の延出方向に沿った寸法 (以下、平坦部 42 の長さ寸法と略称) よりも大きくなるように形成されている。また、平坦部 42 の外周部を避けた位置には、略長方形の開口部 42 a が形成されている。

40

【 0 0 3 4 】

尚、弾性支持部 40 のような折り曲げ構造の板ばねは、折り目と直交する方向 (左右方

50

向及び上下方向)には弾性変形し易いという特徴を有する。すなわち、このような板ばねは、伸縮によって左右方向に沿って弾性変形し、撓みによって上下方向に沿って弾性変形することができる。一方、このような板ばねは、折り目に沿った方向(前後方向)には変形し難いという特徴も有しているため、前後方向に沿った移動を抑制するための部材として好適である。

【0035】

また、このような折り曲げ構造の板ばねでは、通常、撓みによる上下方向に沿った弾性変形と比較して、伸縮による左右方向に沿った弾性変形の方が変形し易い。そのため、弾性支持部40の左右方向に対する弾性係数を第1の弾性係数とし、弾性支持部40の上下方向に対する弾性係数を第2の弾性係数とすると、第1の弾性係数と第2の弾性係数とは異なる値となる。

10

【0036】

取り付け部43は、弾性支持部40の先端部に形成されている。取り付け部43の所定の位置には、係合用爪部43aが形成されている。そして、係合用爪部43aが筐体10の本体部11と係合することによって、弾性支持部40が筐体10に取り付けられる。そして、弾性支持部40は、左右方向及び上下方向に沿って弾性変形することによって、振動体20を左右方向及び上下方向に沿って振動可能に支持するようになる。

【0037】

尚、振動体20は、弾性支持部40に支持されて、第1の弾性係数及び振動体20の質量に対応して決まる第1の固有振動数で左右方向に沿って振動し、第2の弾性係数及び振動体20の質量に対応して決まる第2の固有振動数で上下方向に沿って振動する。そして、第1の弾性係数と第2の弾性係数が異なる値なので、第1の固有振動数と第2の固有振動数とも異なる値となる。

20

【0038】

磁気駆動部50は、図2に示すように、振動体20側に配設された電磁石60(第1の磁界発生手段)と、筐体10側に配設された2つの永久磁石70(第2の磁界発生手段)とを有して構成される。電磁石60は、図3に示すように、磁心61と、ボビン62と、コイル63と、端子64とを有している。磁心61は、強磁性体でできた角柱状の部材であり、前後方向に沿って延びている。ボビン62は、絶縁体でできた筒状の部材であり、磁心61の外周部を覆っている。コイル63は、ボビン62の外周部に配線を巻き回して形成される。端子64は、図示しない配線用の部材を介してコイル63の両端部と図示しない外部回路とを接続している。

30

【0039】

電磁石60は、コイル63に交流の電流を流すことによって、前後方向に沿って磁界を発生させ、磁心61の前端部と後端部とを異なる磁極に磁化させている。そして、コイル63に流す電流を交流の電流とすることによって、電磁石60が発生させる磁界は、電流の向きの変化に対応して磁界の向きが変化する交番磁界となる。そして、磁心61の前端部がS極となっている時には後端部がN極となり、磁心61の前端部がN極となっている時には後端部がS極となる。電磁石60が交番磁界を発生させるタイミングや交番磁界の周波数は、前述した外部回路によって制御されている。

40

【0040】

永久磁石70は、図2及び図6に示すように、略直方体の板状の磁石である。2つの永久磁石70は、振動体20の電磁石60が有する磁心61の前後方向における延長線上(以下、前後方向における振動体20の延長線上と略称)に位置するように、筐体10の前端部側と後端部側とにそれぞれ配設されている。また、永久磁石70には、図6に示すように、左右方向及び上下方向に沿った辺を有する略長方形の磁化面71が形成されている。そして、永久磁石70の磁化面71と電磁石60の磁心61とが前後に対向するようになっている。

【0041】

また、永久磁石70には、磁化面71の左上から右下に向かって斜め方向に延びるスリ

50

ット72が形成されている。そして、磁化面71は、スリット72によって2つの磁化領域73に分割され、2つの磁化領域73は、互いに異なる磁極となるように着磁されている。永久磁石70は、このようにして、左右方向と上下方向とに沿ってそれぞれ異なる磁極が並ぶように着磁されている。

【0042】

以下、筐体10の前端部側に配設された永久磁石70を、前側の永久磁石70と略称し、筐体10の後端部側に配設された永久磁石70を、後側の永久磁石70と略称する。また、2つの磁化領域73のうち、左下側の領域を第1磁化領域73aとし、右上側の領域を第2磁化領域73bとする。そして、前側の永久磁石70では、第1磁化領域73aがS極となり、第2磁化領域73bがN極となるように着磁され、後側の永久磁石70では、第1磁化領域73aがN極となり、第2磁化領域73bがS極となるように着磁されているものとして説明を進める。

10

【0043】

また、永久磁石70には、永久磁石70が発生させた磁界を電磁石60側に向かわせるための、強磁性体でできた部材であるヨーク74が取り付けられている。振動発生装置1はこのような構成となっている。

【0044】

次に、振動発生装置1の動作について、図7及び図8を用いて説明する。磁気駆動部50は、前述したように、振動体20側に配設された電磁石60と、筐体10側に配設された2つの永久磁石70とを有している。そして、電磁石60は、コイル63に交流の電流を流すことによって交番磁界を発生させ、磁心61の前端部と後端部とを磁化させている。また、永久磁石70は、電磁石60と前後に対向するように筐体10側に配設されている。そして、永久磁石70の磁化面71には、互いに異なる磁極となるように着磁された第1磁化領域73aと第2磁化領域73bとが形成されている。

20

【0045】

そして、図7(a)に示すように、磁心61の前端部がN極に磁化された時には、磁心61の前端部が、前側の永久磁石70の第1磁化領域73aと吸引し合い、第2磁化領域73bと反発し合う。図示しないが、磁心61の前端部がN極に磁化された時には、磁心61の後端部はS極に磁化され、磁心61の後端部が、後側の永久磁石70の第1磁化領域73aと吸引し合い、第2磁化領域73bと反発し合う。その結果、振動体20には左方向及び下方向に向かって磁力が働く。

30

【0046】

また、図7(b)に示すように、磁心61の前端部がS極に磁化された時には、磁心61の前端部が、前側の永久磁石70の第1磁化領域73aと反発し合い、第2磁化領域73bと吸引し合う。図示しないが、磁心61の前端部がS極に磁化された時には、磁心61の後端部はN極に磁化され、磁心61の後端部が、後側の永久磁石70の第1磁化領域73aと反発し合い、第2磁化領域73bと吸引し合う。その結果、振動体20には右方向及び上方向に向かって磁力が働く。

【0047】

磁気駆動部50では、このように、電磁石60が発生させる磁界の向きが反転する度に、電磁石60の磁心61の前端部及び後端部が、永久磁石70の第1磁化領域73aと吸引し合ったり反発し合ったりし、第2磁化領域73bと反発し合ったり吸引し合ったりする。そして、磁気駆動部50は、このような電磁石60と永久磁石70との間の磁力を利用して、振動体20を左右方向及び上下方向に駆動している。

40

【0048】

一方、振動体20は、前述したように、弾性支持部40によって、左右方向及び上下方向に沿って振動可能に支持されている。そして、振動体20は、第1の弾性係数及び振動体20の質量に対応して決まる第1の固有振動数で左右方向に沿って振動し、第2の弾性係数及び振動体20の質量に対応して決まる第2の固有振動数で上下方向に沿って振動する。

50

【0049】

そのため、図8(a)に示すように、電磁石60が第1の固有振動数と同じ周波数の交番磁界を発生させた時には、振動体20は、左右方向に対して振動し易くなり、上下方向に対しては振動し難くなる。その結果、振動体20は、左右方向に沿って振動するようになる。また、図8(b)に示すように、電磁石60が第2の固有振動数と同じ周波数の交番磁界を発生させた時には、振動体20は、上下方向に対して振動し易くなり、左右方向に対しては振動し難くなる。その結果、振動体20は、上下方向に沿って振動するようになる。

【0050】

磁気駆動部50は、このような交番磁界の周波数と振動体20の振動し易さとの関係を利用して、第1の固有振動数と同じ周波数の交番磁界によって振動体20を左右方向に沿って振動させ、第2の固有振動数と同じ周波数の交番磁界によって振動体20を上下方向に沿って振動させている。以下、第1の固有振動数と同じ周波数の交番磁界によって振動体20を左右方向に沿って振動させることを、第1の固有振動数で振動体20を左右方向に駆動すると略称し、第2の固有振動数と同じ周波数の交番磁界によって振動体20を上下方向に沿って振動させることを、第2の固有振動数で振動体20を上下方向に駆動すると略称する。

【0051】

次に、振動体20の振動動作を安定させる方法について説明する。弾性支持部40のような折り曲げ構造の板ばねは、前述したように、折り目と直交する方向には弾性変形し易いが、折り目に沿った方向には変形し難いという特徴を有する。そのため、本実施形態では、このような折り曲げ構造の板ばねの特徴を利用して、弾性支持部40の前後方向に沿った変形を抑制している。そして、それによって、振動体20が前後方向に沿った移動を抑制し、振動体20の左右方向及び上下方向に沿った振動動作を安定させている。

【0052】

しかも、このような折り曲げ構造の板ばねでは、平坦部42の幅寸法が平坦部42の長さ寸法よりも大きい程、折り目に沿った方向に変形し難くなる。本実施形態では、このような折り曲げ構造の板ばねの特徴を利用して、平坦部42の幅寸法が平坦部42の長さ寸法よりも大きくなるように、弾性支持部40を形成し、それによって、弾性支持部40の前後方向に沿った変形を抑制し易くしている。

【0053】

また、このような折り曲げ構造の板ばねでは、平坦部42の外周部は、弾性支持部40の折り目に沿った方向への変形し難さに大きく影響するが、平坦部42の外周部を避けた部分(中央部寄りの部分)の影響は、平坦部42の外周部の影響と比較して小さい。一方、平坦部42の外周部を避けた部分に開口部42aを形成することによって、平坦部42の折り目と直交する方向(左右方向及び上下方向)に対する機械強度を低下させ、弾性支持部40を折り目と直交する方向に弾性変形し易くすることができる。

【0054】

本実施形態では、このような折り曲げ構造の板ばねの特徴を利用して、平坦部42の外周部を避けた位置に開口部42aを形成し、それによって、弾性支持部40が前後方向に沿って変形し易くなるのを抑制しつつ、左右方向及び上下方向に沿って弾性変形し易くしている。そして、開口部42aの寸法を調節することによって、弾性支持部40の左右方向及び上下方向に沿った弾性変形し易さを調節可能としている。

【0055】

次に、本実施形態の効果について説明する。本実施形態の振動発生装置1では、弾性支持部40の弾性支持部40は、折り目が左右方向(第1の方向)及び上下方向(第2の方向)と直交する前後方向(第3の方向)に沿うように折り曲げられた複数の折り曲げ部41と、複数の折り曲げ部41のうちの1つから他の1つに向かって延出する略長方形の2つの平坦部42とが形成された板ばねである。このような折り曲げ構造の板ばねは、折り目と直交する方向には弾性変形し易いが、折り目に沿った方向には変形し難いという特徴

10

20

30

40

50

を有する。そのため、弾性支持部 40 を左右方向及び上下方向に沿って弾性変形し易くし、且つ、弾性支持部 40 の前後方向に沿った変形を抑制することができる。その結果、電磁石 60（第 1 の磁界発生手段）と永久磁石 70（第 2 の磁界発生手段）との間の磁力によって振動体 20 に前後方向に沿った力が加わっても、振動体 20 の前後方向に沿った移動を抑制することができ、振動体 20 の左右方向及び上下方向に沿った振動動作を安定させることができる。

【0056】

また、本実施形態の振動発生装置 1 では、平坦部 42 の外周部を避けた位置に開口部 42a を形成することによって、弾性支持部 40 が前後方向に沿って変形し易くなるのを抑制しつつ、左右方向及び上下方向に沿って弾性変形し易くすることができる。そして、開口部 42a の寸法を調節することによって、弾性支持部 40 の左右方向及び上下方向に沿った弾性変形し易さを調節することができる。その結果、振動体 20 の振動動作を安定させつつ、振動体 20 を左右方向及び上下方向に沿って振動し易くし、且つ、振動体 20 の振動し易さを調節することができるようになる。

【0057】

また、本実施形態の振動発生装置 1 では、平坦部 42 の幅寸法（折り目に沿った方向の寸法）が、平坦部 42 の長さ寸法（延出方向に沿った寸法）よりも大きくなるように、弾性支持部 40 を形成することによって、弾性支持部 40 の前後方向に沿った変形を更に抑制することができ、振動体 20 の振動動作を更に安定させることができる。

【0058】

また、本実施形態の振動発生装置 1 では、磁気駆動部 50 が、第 1 の弾性係数及び振動体 20 の質量に対応した第 1 の固有振動数で振動体 20 を駆動することによって、振動体 20 を左右方向に沿って振動し易くし、上下方向に沿って振動し難くすることができる。また、磁気駆動部 50 が、第 2 の弾性係数及び振動体 20 の質量に対応した第 2 の固有振動数で振動体 20 を駆動することによって、振動体 20 を上下方向に沿って振動し易くし、左右方向に沿って振動し難くすることができる。その結果、振動体 20 の振動動作を安定させつつ、振動体 20 の左右方向及び上下方向に沿った所望の振動動作を実現することができる。

【0059】

また、本実施形態の振動発生装置 1 では、電磁石 60 が発生させる交番磁界によって、電磁石 60 側の磁心 61 を、永久磁石 70 側の一方の磁極である第 1 磁化領域 73a と吸引し合ったり反発し合ったりさせ、永久磁石 70 側の他方の磁極である第 2 磁化領域 73b と反発し合ったり吸引し合ったりさせることができる。そして、このような電磁石 60 と永久磁石 70 との間の磁力を利用することによって、左右方向と上下方向とに沿って振動体 20 を容易に振動させることができるようになる。しかも、永久磁石 70 と電磁石 60 との間に磁力が働いても、弾性支持部 40 の前後方向に沿った変形が抑制されているので、振動体 20 の振動動作を安定させることができる。そのため、このような振動発生装置 1 は、電磁石 60 と永久磁石 70 との間の磁力を利用して振動体 20 を駆動する場合に好適である。

【0060】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて適宜変更することができる。

【0061】

例えば、本発明の実施形態において、所定の機能を実現できるのであれば、振動発生装置 1 の構成を適宜変更しても構わない。例えば、2 つの弾性支持部 40 を振動体 20 に直接取り付けなくても構わない。その場合、保持部 30 は不要となる。また、振動発生装置 1 は、前述した以外の部材を更に備えていても構わない。

【0062】

また、本発明の実施形態において、所定の機能を実現できるのであれば、筐体 10 や保持部 30 や弾性支持部 40 の材質や形状を適宜変更しても構わない。例えば、弾性支持部

10

20

30

40

50

40である板ばねの折り曲げ回数は、前述した以外の回数であっても構わない。また、平坦部42の形状や開口部42aの形状は、前述した以外の形状であっても構わない。また、弾性支持部40を、保持部30とは別の部材を用いて形成し、その後、保持部30と組み合わせても構わない。

【0063】

また、本発明の実施形態において、所定の機能を実現できるのであれば、磁気駆動部50の構成を適宜変更しても構わない。例えば、永久磁石70は、筐体10の前端部側又は後端部側のどちらか一方に配設されていても構わない。また、左右方向と上下方向とに沿ってそれぞれ異なる磁極が並ぶのであれば、スリット72の形状は前述した以外の形状であっても構わない。また、左右方向と上下方向とに沿って、それぞれ異なる磁極となるように着磁された複数の永久磁石を並べて筐体10に配設しても構わない。

10

【0064】

また、本発明の実施形態において、所定の機能を実現できるのであれば、磁気駆動部50は、第1の固有振動数や第2の固有振動数以外の振動数で振動体20を駆動しても構わない。例えば、磁気駆動部50は、第1の固有振動数で振動体20を左右方向に沿って駆動し、第2の固有振動数で振動体20を上下方向に沿って駆動するだけでなく、第1の固有振動数と第2の固有振動数との中間の振動数で振動体20を斜め方向に沿って駆動しても構わない。

【符号の説明】

【0065】

20

1 振動発生装置

10 筐体

11 本体部

11a 収容部

12 蓋部

20 振動体

30 保持部

40 弾性支持部

41 折り曲げ部

42 平坦部

30

42a 開口部

43 取り付け部

43a 係合用爪部

50 磁気駆動部

60 電磁石

61 磁心

62 ポビン

63 コイル

64 端子

70 永久磁石

40

71 磁化面

72 スリット

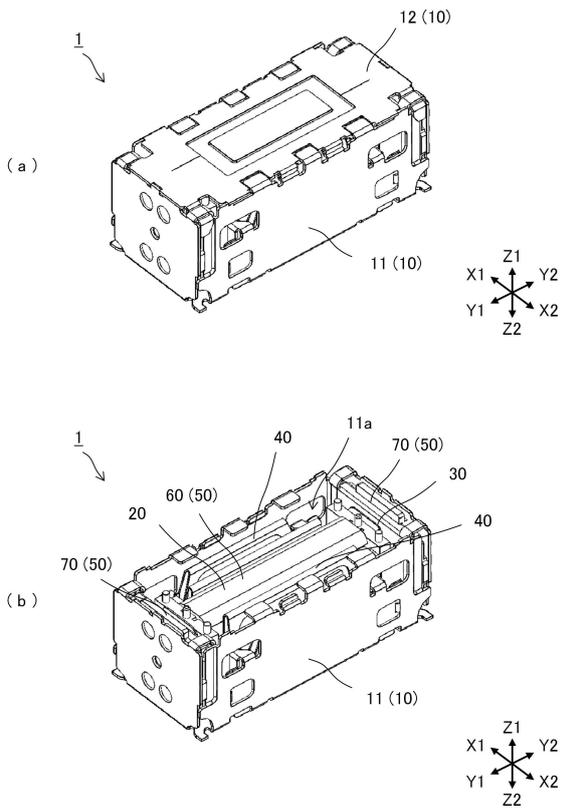
73 磁化領域

73a 第1磁化領域

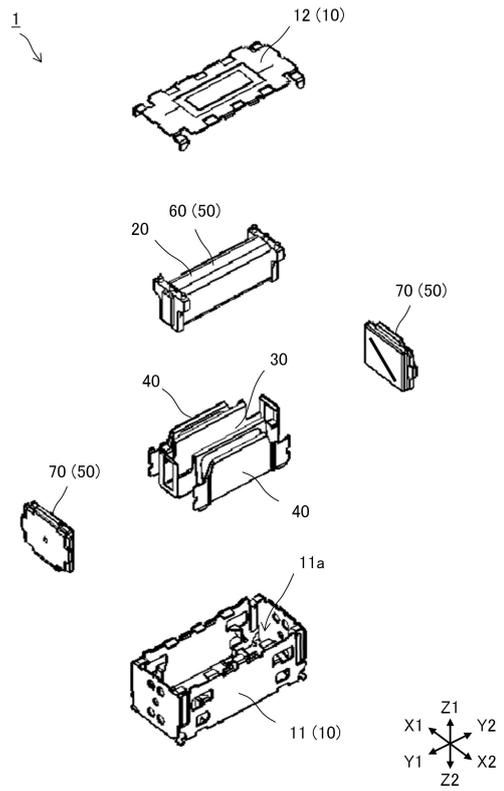
73b 第2磁化領域

74 ヨーク

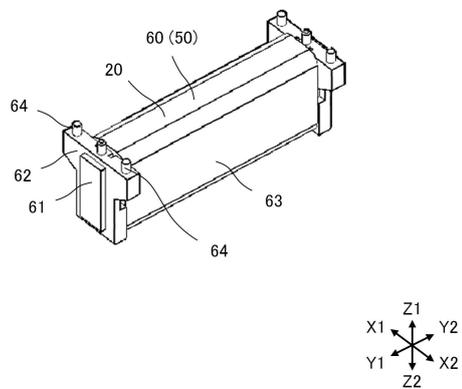
【 図 1 】



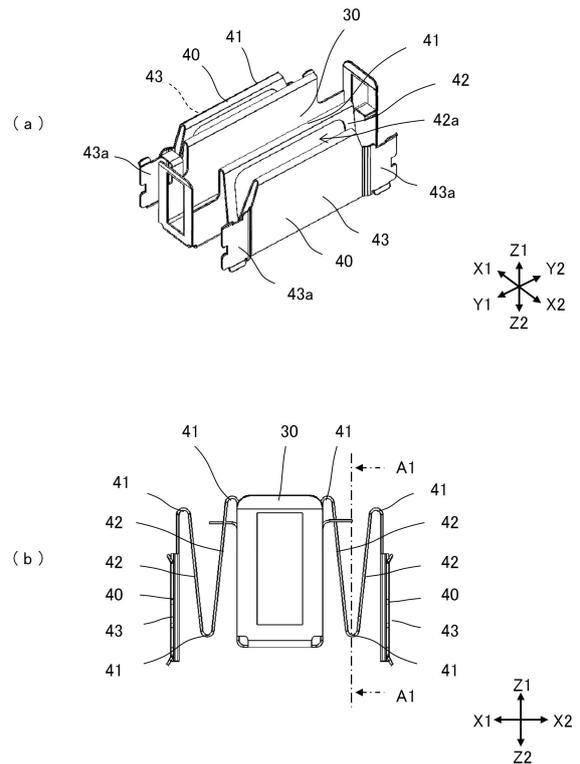
【 図 2 】



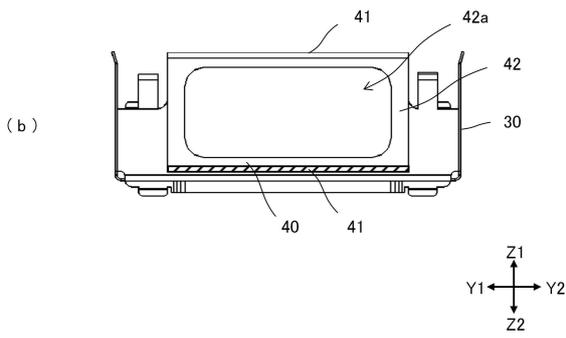
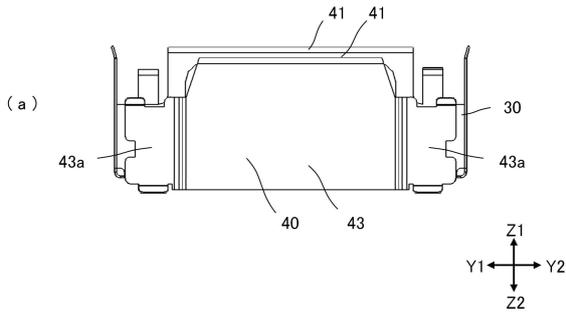
【 図 3 】



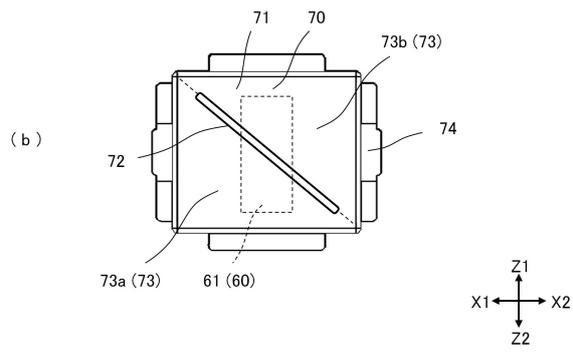
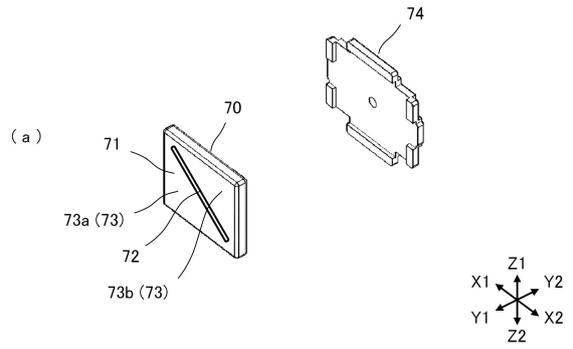
【 図 4 】



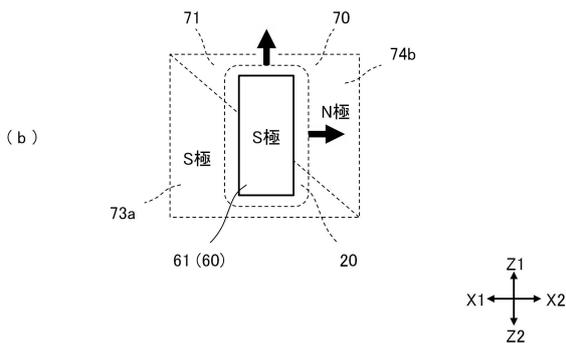
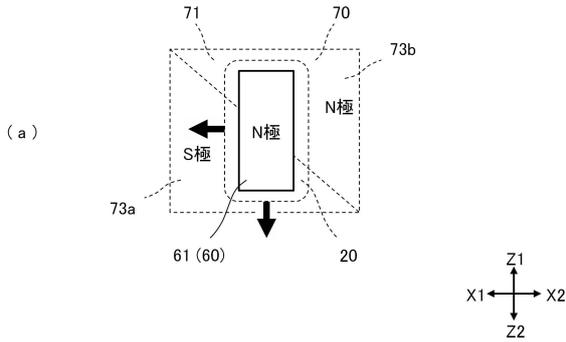
【図5】



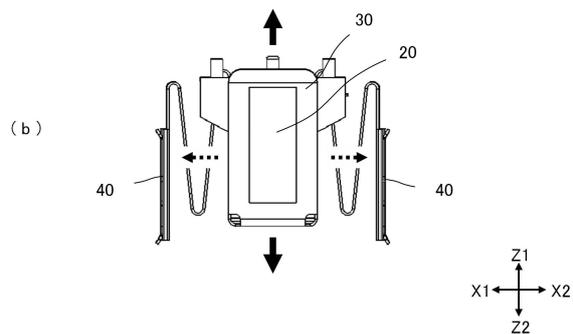
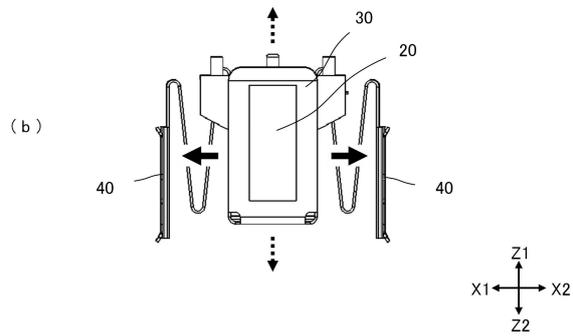
【図6】



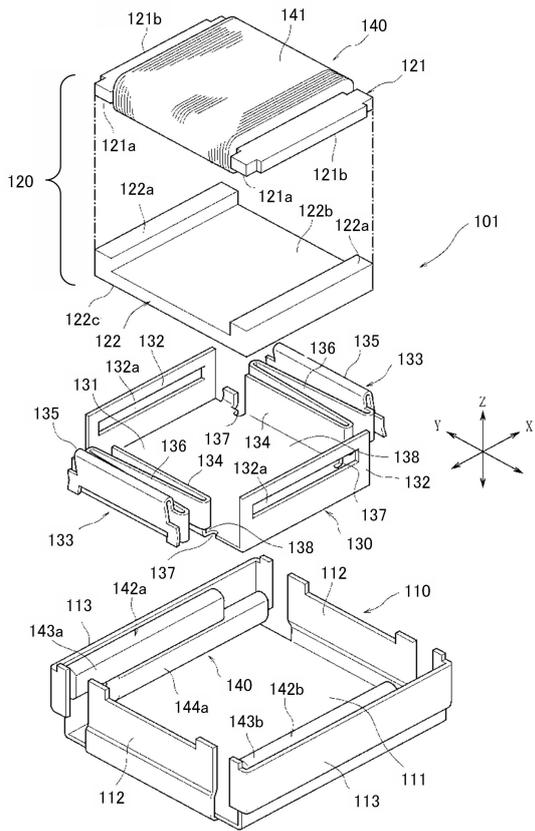
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-125730(JP,A)
特開2014-091066(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0049660(US,A1)
特開2011-030370(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0089772(US,A1)
特開2007-274793(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 33/18
B06B 1/04