

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月17日(17.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/013083 A1

- (51) 国際特許分類:
B06B 1/04 (2006.01) *H02K 33/18* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/025484
- (22) 国際出願日: 2018年7月5日(05.07.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2017-137399 2017年7月13日(13.07.2017) JP
- (71) 出願人: アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和 宇 慶 朝 邦 (WAUKE, Tomokuni); 〒1458501 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1

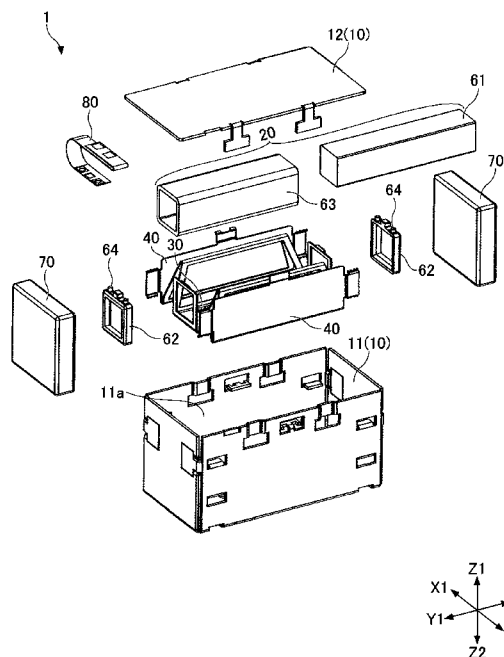
番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) Title: VIBRATION GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: 振動発生装置

[図2]



(57) Abstract: This vibration generating device is provided with a housing, a vibrating body, and an elastic support unit which supports the vibrating body so as to allow vibration along a first direction and a second direction that intersect each other, and a magnetic drive unit which drives the vibrating body. The elastic support unit has a first elastic coefficient in the first direction and a second elastic coefficient in the second direction different from the first elastic coefficient. The electromagnetic drive unit drives the vibrating body in the first direction at a first natural frequency corresponding to the first elastic coefficient and the mass of the vibrating body, and drives the vibrating body in the second direction at a second natural frequency corresponding to the second elastic coefficient and the mass of the vibrating body, wherein the first natural frequency is between 30 and 120 Hz, the second natural frequency is greater than the first natural frequency, and the mass of the vibrating body is greater than or equal to 3 g.

LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：筐体と、振動体と、振動体を互いに交差する第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、振動体を駆動する磁気駆動部とを備え、弾性支持部は、第1の方向に対する第1の弾性係数と、第2の方向に対する第1の弾性係数とは異なる第2の弾性係数とを有し、磁気駆動部は、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、第1の方向に沿って振動体を駆動すると共に、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、第2の方向に沿って振動体を駆動する振動発生装置であって、第1の固有振動数が30～120Hzであり、第2の固有振動数が前記第1の固有振動数より大きく、振動体の質量が3g以上である。

明 細 書

発明の名称 : 振動発生装置

技術分野

[0001] 本開示は、振動発生装置に関する。

背景技術

[0002] 振動体を互いに交差する2方向に沿って振動可能に支持する弾性支持部を備え、2方向に振動が可能でありかつ方向ごとに共振周波数が異なる振動発生装置が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-096677号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の従来技術では、各方向での振動に関して固有振動数が不明であり、各固有振動数の低周波化の観点から改善の余地がある。振動数が200Hzを超える領域では、振動が人にとって知覚し難くなる傾向がある。このため、ユーザに知覚される振動の種類を増加するためには、固有振動数の低周波化が有用となる。

[0005] そこで、1つの側面では、本発明は、2方向に振動が可能でありかつ方向ごとに共振周波数が異なる振動発生装置において、固有振動数の低周波化を図ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 1つの側面では、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交差する第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振動発生装置であって、

前記第 1 の固有振動数が 30～120 Hz であり、前記第 2 の固有振動数が前記第 1 の固有振動数より大きく、前記振動体の質量が 3 g 以上である、振動発生装置が提供される。

発明の効果

[0007] 1つの側面では、本発明によれば、2方向に振動が可能でありかつ方向ごとに共振周波数が異なる振動発生装置において、固有振動数の低周波化を図ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施例による振動発生装置 1 の構成を示す斜視図である。

[図2]振動発生装置 1 の分解斜視図である。

[図3]振動発生装置 1 の振動体 20 の斜視図である。

[図4A]振動発生装置 1 の保持部 30 と弾性支持部 40 の説明図である。

[図4B]振動発生装置 1 の保持部 30 と弾性支持部 40 の説明図である。

[図5]保持部 30 と弾性支持部 40 との側面図である。

[図6]振動発生装置 1 の永久磁石 70 の平面図である。

[図7A]磁気駆動部の駆動方向を示す説明図である。

[図7B]磁気駆動部の駆動方向を示す説明図である。

[図8A]振動体の振動方向を示す説明図である。

[図8B]振動体の振動方向を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら各実施例について詳細に説明する。

[0010] 図1は、一実施例による振動発生装置1の構成を示す斜視図である。図2は、振動発生装置1の分解斜視図である。図3は、振動発生装置1の振動体20の斜視図である。図4A-4B及び図5は、振動発生装置1の保持部30と弾性支持部40の説明図である。図4Aは、保持部30と弾性支持部40との斜視図であり、図4Bは、保持部30と弾性支持部40との正面図である。図5は、保持部30と弾性支持部40との側面図である。図6は、振動発生装置1の永久磁石70の平面図である。

[0011] 図7A-7Bは、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7A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7B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7A-7B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。

[0012] 図8A-8Bは、振動体の振動方向を示す説明図であり、振動体20と保持部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8A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8B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8A-8B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の振動が相対的に小さい方向である。

[0013] 尚、各図における方向は、X1を左、X2を右、Y1を前、Y2を後、Z1を上、Z2を下とする。そして、本実施例では、左右方向が「第1の方向」の一例であり、上下方向が「第2の方向」の一例であり、前後方向が「第3の方向」の一例である。

[0014] 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 は、車両等の操作装置内に搭載されてもよい。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 乃至図 3 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。

[0015] 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 11a 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 11a を上から覆っている。

[0016] 振動体 20 は、図 3 に示すように、筐体 10 の収容部 11a 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。

[0017] 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 4A-4B 及び図 5 に示すように、略直方体の箱状の部分である。保持部 30 には、図 1 及び図 2 に示すように、振動体 20 の下部が収容されて保持される。

[0018] 弾性支持部 40 は、図 4A-4B 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。

[0019] また、弾性支持部 40 は、図 4A-4B 及び図 5 に示すように、3つの折

り曲げ部 4 1 と、2 つの平坦部 4 2 と、取り付け部 4 3 とを有している。折り曲げ部 4 1 は、折り目に沿って折り曲げられた部分である。平坦部 4 2 は、3 つの折り曲げ部 4 1 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 4 0 は、平坦部 4 2 の折り目の方向に沿った寸法（以下、平坦部 4 2 の幅寸法と略称）が、平坦部 4 2 の延出方向に沿った寸法（以下、平坦部 4 2 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 4 2 の外周部を避けた位置には、略長方形の開口部 4 2 a が形成されている。

[0020] 尚、弾性支持部 4 0 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ので、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。

[0021] 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、伸縮による左右方向に沿った弾性変形とで変形し易さが異なる。そのため、弾性支持部 4 0 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 4 0 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。第 1 の弾性係数と第 2 の弾性係数の好ましい範囲は、第 1 の固有振動数及び第 2 の固有振動数の好ましい範囲との関係で後述する。

[0022] 取り付け部 4 3 は、弾性支持部 4 0 の先端部に形成されている。取り付け部 4 3 の所定の位置には、被固定部 4 3 a が形成されている。そして、被固定部 4 3 a が筐体 1 0 の本体部 1 1 に固定されることによって、弾性支持部 4 0 が筐体 1 0 に取り付けられる。そして、弾性支持部 4 0 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 2 0 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。

[0023] 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 の弾性係数とが異なる値なので、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。

[0024] 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 と、筐体 10 側に配設された 2 つの永久磁石 70 とを有する。電磁石 60 は、図 3 に示すように、磁心（コイルコア）61 と、フランジ 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。フランジ 62 は、絶縁体でできた環状の部材であり、磁心 61 の外周部に嵌められる。コイル 63 の巻線は、両端がフランジ 62 の端子 64 に絡げて固定される。端子 64 に絡げられた巻線は、配線用の部材 80（図 1、図 2 参照）と電氣的に接続され、配線用の部材 80 を介してコイル 63 と図示しない外部回路とを接続している。配線用の部材 80 は FPC（Flexible Printed Circuits）であってよく、FPC に設けられた開口部に端子 64 を通し、開口部の周辺に設けた接続パターンと端子 64 に絡げられた巻線とを半田により接続してもよい。尚、配線用の部材 80 は、FPC に限定されず、フラットケーブルなどであってもよい。

[0025] 外部回路からは、電磁石 60 に駆動信号が印加される。駆動信号は、例えば矩形波（パルス波）であり、所定のデューティ比で印加される。所定のデューティ比は、例えば 50% 又は 50% 前後であるが、可変されてもよい。電磁石 60 は、コイル 63 に駆動信号に係る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。駆動信号が、0% よりも有意に大きくかつ 100% よりも有意に小さい所定のデューティ比で印加されると、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。このようにして、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、前述した外部回路からの駆動信号を介して制御されている。

[0026] 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矩形の磁化面 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。

[0027] 磁化面 71 は、斜め方向の分割ライン 72（説明用のライン）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。

[0028] 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 73 a とし、右上側の領域を第 2 磁化領域 73 b とする。そして、前側の永久磁石 70 では、第 1 磁化領域 73 a が S 極となり、第 2 磁化領域 73 b 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 73 a が N 極となり、第 2 磁化領域 73 b 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。

[0029] 尚、変形例では、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 側に向わせるための、強磁性体でできた部材であるヨークが取り付けられてもよい。また、棒状の永久磁石を 2 本、左右方向と上下方向とにそれ

ぞれ配置することで、斜め方向の分割ライン 7 2 によって仕切られる 2 つの磁化領域 7 3 と同等の機能が実現されてもよい。

[0030] 次に、振動発生装置 1 の動作について、図 7 A－7 B 及び図 8 A－8 B を用いて説明する。磁気駆動部 5 0 は、前述したように、振動体 2 0 側に配設された電磁石 6 0 と、筐体 1 0 側に配設された 2 つの永久磁石 7 0 とを有している。そして、電磁石 6 0 は、コイル 6 3 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 6 1 の前端部と後端部とを磁化させている。また、永久磁石 7 0 は、電磁石 6 0 と前後に対向するように筐体 1 0 側に配設されている。そして、永久磁石 7 0 の磁化面 7 1 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 7 3 a と第 2 磁化領域 7 3 b とが形成されている。

[0031] そして、図 7 A に示すように、磁心 6 1 の前端部が N 極に磁化された時には、磁心 6 1 の前端部が、前側の永久磁石 7 0 の第 1 磁化領域 7 3 a と吸引し合い、第 2 磁化領域 7 3 b と反発し合う。図示しないが、磁心 6 1 の前端部が N 極に磁化された時には、磁心 6 1 の後端部は S 極に磁化され、磁心 6 1 の後端部が、後側の永久磁石 7 0 の第 1 磁化領域 7 3 a と吸引し合い、第 2 磁化領域 7 3 b と反発し合う。その結果、振動体 2 0 には左方向及び下方向に向かって磁力が働く。

[0032] また、図 7 B に示すように、磁心 6 1 の前端部が S 極に磁化された時には、磁心 6 1 の前端部が、前側の永久磁石 7 0 の第 1 磁化領域 7 3 a と反発し合い、第 2 磁化領域 7 3 b と吸引し合う。図示しないが、磁心 6 1 の前端部が S 極に磁化された時には、磁心 6 1 の後端部は N 極に磁化され、磁心 6 1 の後端部が、後側の永久磁石 7 0 の第 1 磁化領域 7 3 a と反発し合い、第 2 磁化領域 7 3 b と吸引し合う。その結果、振動体 2 0 には右方向及び上方向に向かって磁力が働く。

[0033] 磁気駆動部 5 0 では、このように、電磁石 6 0 が発生させる磁界の向きが反転する度に、電磁石 6 0 の磁心 6 1 の前端部及び後端部が、永久磁石 7 0 の第 1 磁化領域 7 3 a と吸引し合ったり反発し合ったりし、第 2 磁化領域 7

3b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。

[0034] 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。

[0035] そのため、図8A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る。その結果、振動体20は、左右方向に沿って大きく振動するようになる。また、図8B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る。その結果、振動体20は、上下方向に沿って大きく振動するようになる。

[0036] 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。

[0037] また、第1の固有振動数とも第2の固有振動数とも一致しない周波数での交番磁界を発生させた場合でも、振動体は上下方向、左右方向に振動する。第1の固有振動数に近い周波数の場合には上下方向よりも左右方向に大きく振動し、第2の固有振動数に近い周波数の場合には左右方向よりも上下方向

に大きく振動する。また、パルス波による交番磁界の場合には、与えた周波数の高調波も振動に寄与するため、高調波が第1の固有振動数に一致する、または近くなる周波数、具体的には第1の固有振動数の $1/N$ 倍の周波数（ただしNは整数であり、例えば3、以下同じ）であれば、左右方向に大きく振動し、第2の固有振動数の $1/M$ 倍の周波数（ただしMは整数であり、例えば3、以下同じ）であれば、上下方向に大きく振動する。

[0038] 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、本実施例では、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。

[0039] また、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。本実施例では、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。

[0040] 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。

[0041] 本実施例では、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 42 a 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。

[0042] 前述したように、本実施例の振動発生装置 1 では、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 と永久磁石 70 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。

[0043] また、本実施例の振動発生装置 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。

[0044] ところで、振動発生装置 1 においては、ユーザに伝達（知覚）される振動の強さを高めるためには、振動体 20 の質量を増加することが有効となる。例えば、振動体 20 の質量が大きいほど、振動時の慣性力が大きくなるので、ユーザが知覚し易い振動を実現できる。

- [0045] この点、本実施例では、振動体20の質量は、3g以上であり、好ましくは5g以上、より好ましくは10g以上である。これにより、振動体20の質量が3g未満の場合に比べて、ユーザが知覚し易い振動を実現できる。
- [0046] 他方、振動体20の質量を増加すると、弾性域内で変形するために必要な弾性支持部40の強度が高くなり、それに応じて必要なバネ定数も高くなる。振動体20の質量が同一である条件下で、バネ定数が高くなると、固有振動数が高くなる。固有振動数が高くなると、ユーザに知覚される振動が弱く感じられる。一般的に、振動は、200Hzを超えると、振動数の相違が人にとって知覚し難くなる。
- [0047] この点、本実施例では、弾性支持部40は、第1の固有振動数が30～120Hzであるように調整される。これにより、比較的低い周波数の振動を実現でき、幅広い周波数で強い振動をユーザに知覚させる事ができる。前述のような複数回折り曲げた構造を有する板ばねを用いる事により、質量の大きい振動体を十分に支持できる強度を保ちながら狭い空間内で変形長を確保してバネ定数を小さくでき、固有振動数を適切に調整可能である。また、第1の固有振動数と第2の固有振動数とが異なるので、低周波域において、第1の固有振動数及び第2の固有振動数で協働してカバーできる周波数帯を効率的に広げることができる。例えば、第2の固有振動数が100～200Hzであると、知覚しやすい周波数で複数の固有振動数を有するため有効である。また、第2の固有振動数は第1の固有振動数の1.5倍～2.5倍であるとき、第1の固有振動数自体と、第1の固有振動数の3倍で生じる固有振動数との間の略中央に、第2の固有振動数が位置するので、幅広い周波数で振動を発生させることができる。これは、上述のように振動体20をパルス駆動した場合は、第1の固有振動数の3, 5, 7倍のような奇数倍に別の固有振動数が生じるためである。
- [0048] 尚、第1の固有振動数は、振動体20の質量と、弾性支持部40の第1の弾性係数とで決まる。同様に、第2の固有振動数は、振動体20の質量と、弾性支持部40の第2の弾性係数とで決まる。例えば、第1の固有振動数 f

1 は、振動体 20 の質量を m とし、第 1 の弾性係数を k_1 とすると、以下の関係を有する。

$$1/f_1 = 2\pi\sqrt{m/k_1}$$

従って、振動体 20 の質量が決まると、 f_1 が 30～120 Hz となるような第 1 の弾性係数 k_1 の具体的な範囲が決まる。

[0049] 以上、各実施例について詳述したが、特定の実施例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範囲内において、種々の変形及び変更が可能である。また、前述した実施例の構成要素を全部又は複数を組み合わせることも可能である。

[0050] 本特許出願は 2017 年 7 月 13 日に出願した日本国特許出願第 2017-137399 号に基づきその優先権を主張するものであり、日本国特許出願第 2017-137399 号の全内容を本願に援用する。

符号の説明

[0051] 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

42a 開口部

43 取り付け部

43a 被固定部

50 磁気駆動部

60 電磁石

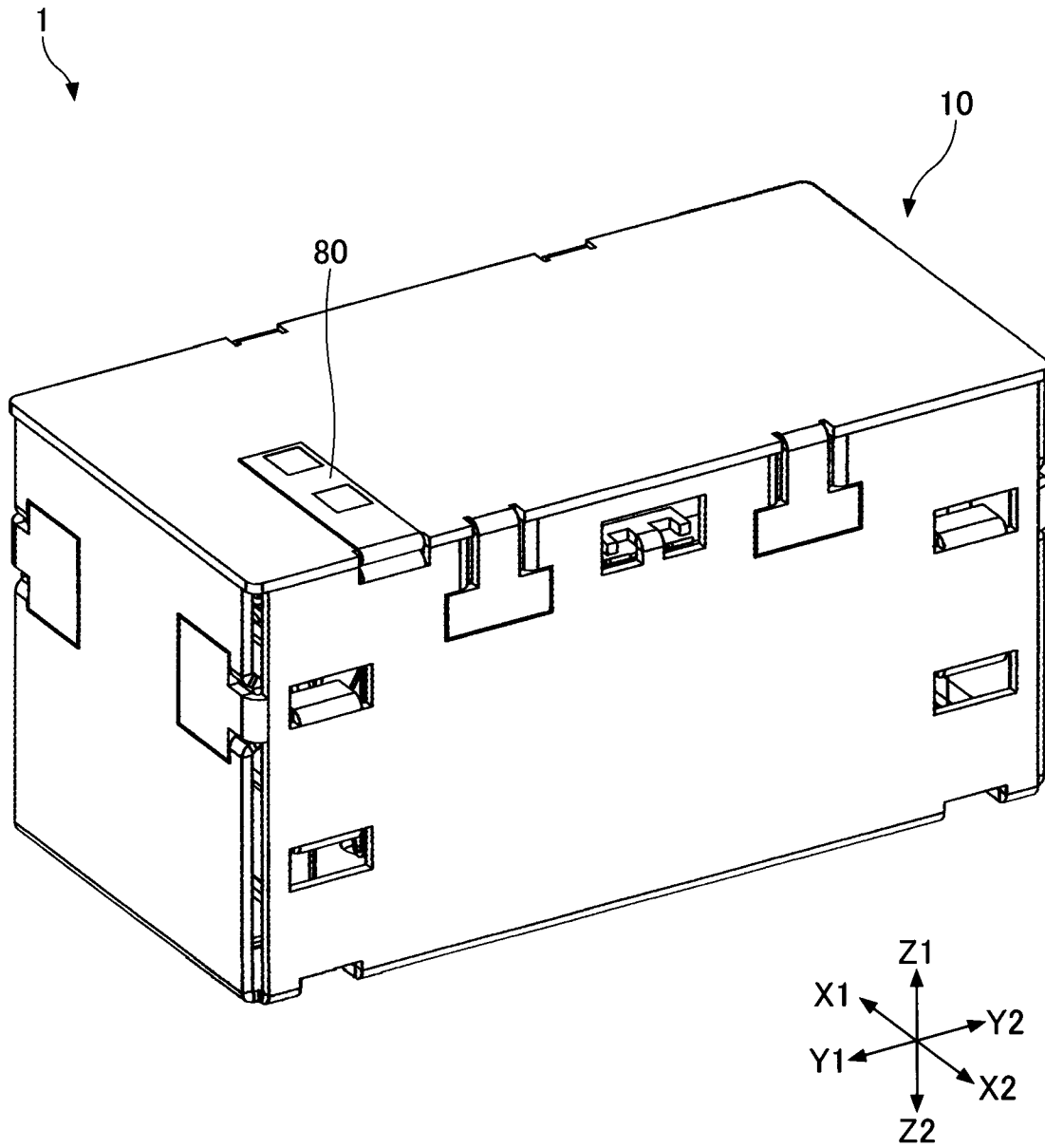
- 6 1 磁心
- 6 2 フランジ
- 6 3 コイル
- 6 4 端子
- 7 0 永久磁石
- 7 1 磁化面
- 7 2 分割ライン
- 7 3 磁化領域
- 7 3 a 第 1 磁化領域
- 7 3 b 第 2 磁化領域
- 8 0 配線用の部材

請求の範囲

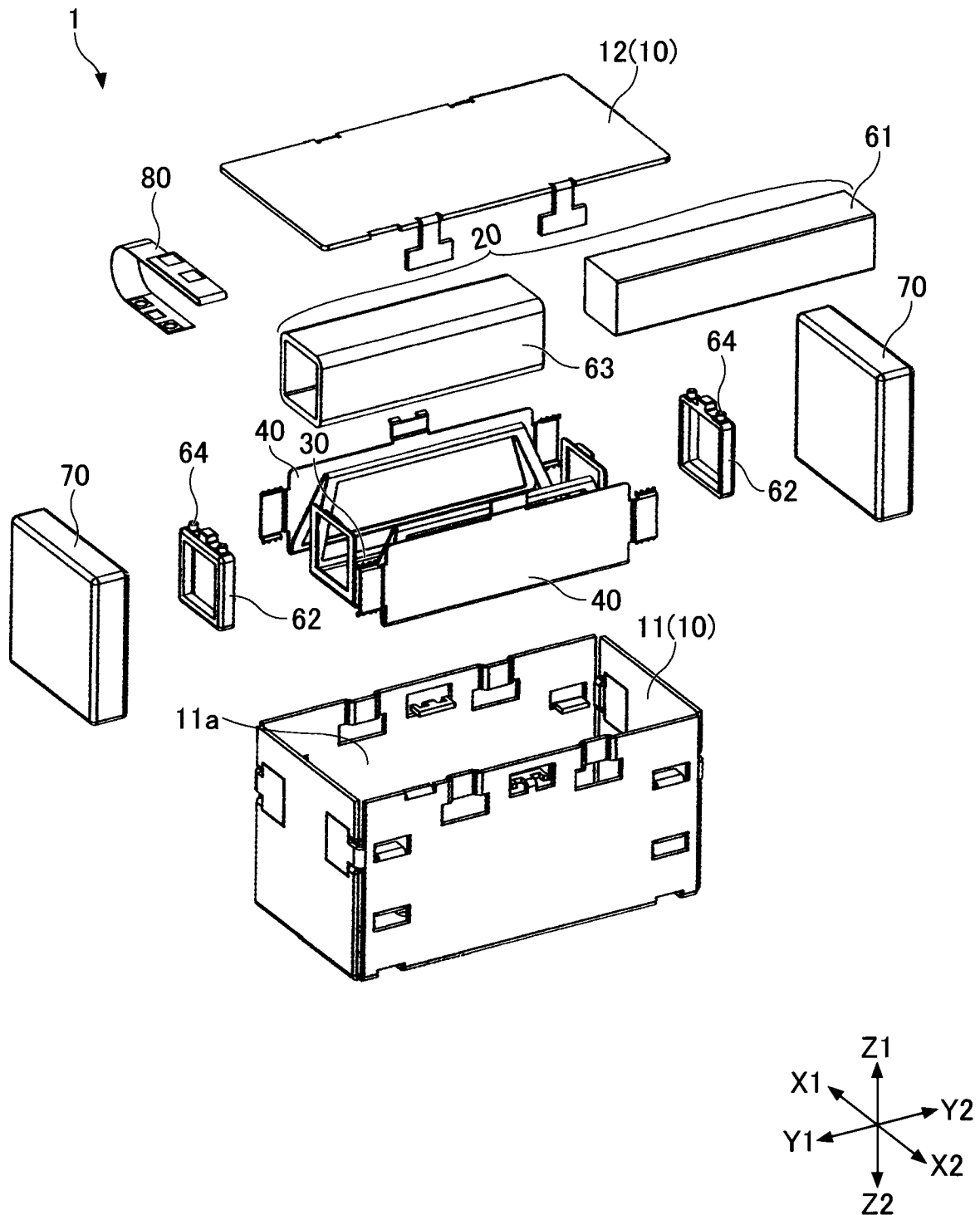
- [請求項1] 筐体と、
 前記筐体に収容された振動体と、
 前記振動体を互いに交差する第1の方向及び第2の方向に沿って振動可能に支持する弾性支持部と、
 前記振動体を前記第1の方向及び前記第2の方向に沿って磁力を用いて駆動する磁気駆動部とを備え、
 前記弾性支持部は、
 前記第1の方向に対する第1の弾性係数と、
 前記第2の方向に対する前記第1の弾性係数とは異なる第2の弾性係数とを有し、
 前記磁気駆動部は、
 前記第1の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第1の固有振動数で、前記第1の方向に沿って前記振動体を駆動すると共に、
 前記第2の弾性係数及び前記振動体の質量に対応した第2の固有振動数で、前記第2の方向に沿って前記振動体を駆動する振動発生装置であって、
 前記第1の固有振動数が30～120Hzであり、前記第2の固有振動数が前記第1の固有振動数より大きく、前記振動体の質量が3g以上である、振動発生装置。
- [請求項2] 前記第2の固有振動数は、100～200Hzの範囲である、請求項1に記載の振動発生装置。
- [請求項3] 前記第2の固有振動数は、前記第1の固有振動数の1.5倍～2.5倍である、請求項1に記載の振動発生装置。
- [請求項4] 前記磁気駆動部は、前記振動体に設けられるコイルを含む電磁石と、前記筐体に設けられる永久磁石とを含む、請求項1～3のうちのいずれか1項に記載の振動発生装置。
- [請求項5] 前記永久磁石は、前記筐体における前記第1の方向及び前記第2の

方向の双方に垂直な第 3 の方向の両側に設けられる、請求項 4 に記載の振動発生装置。

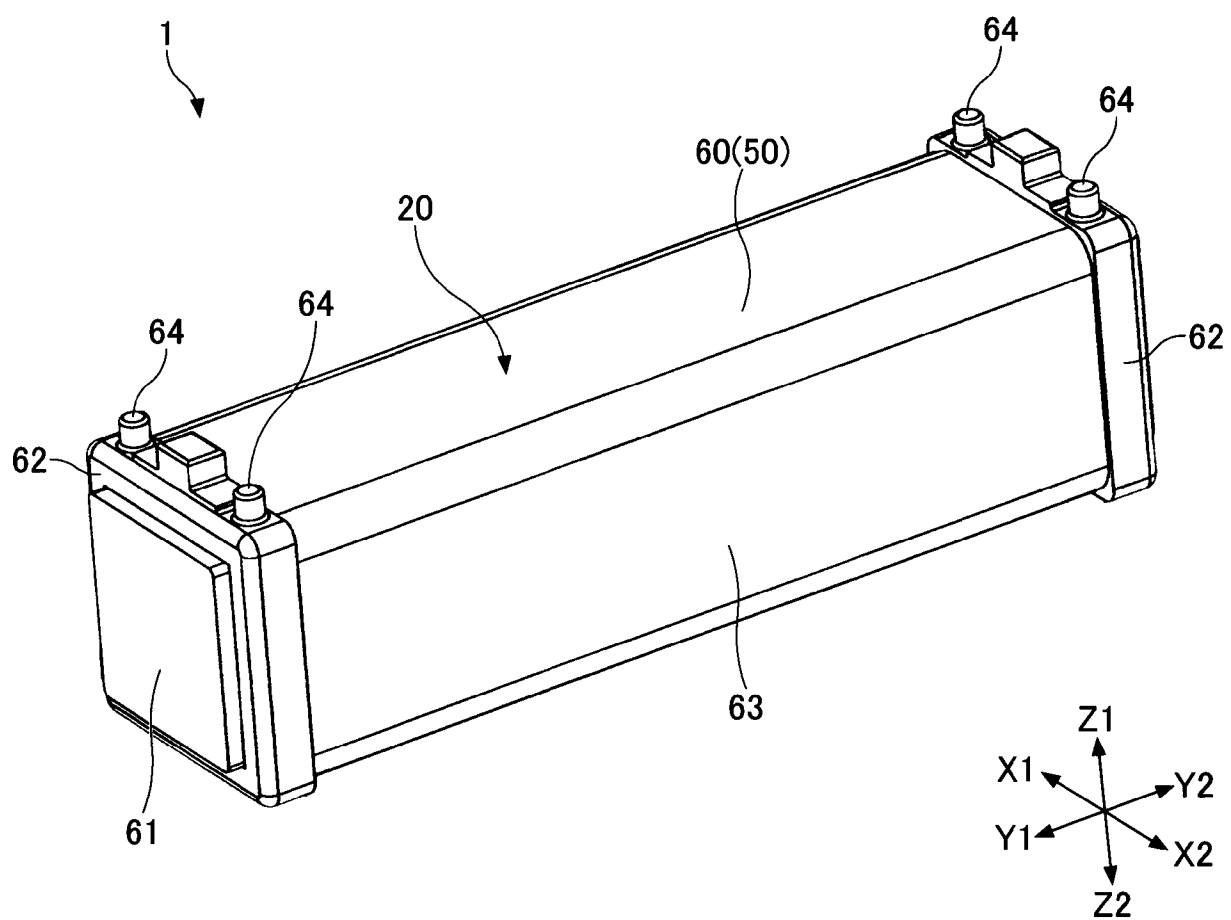
[図1]



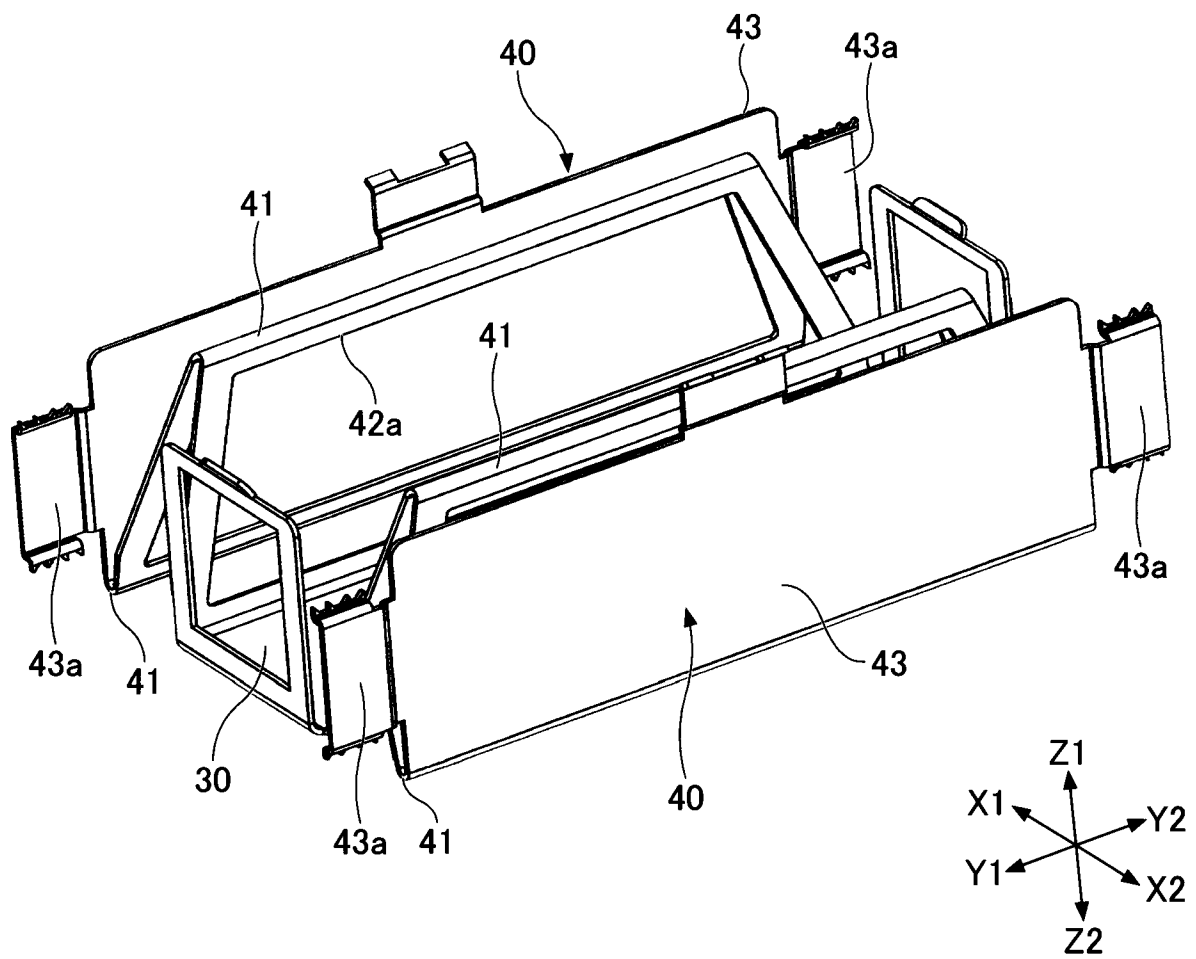
[図2]



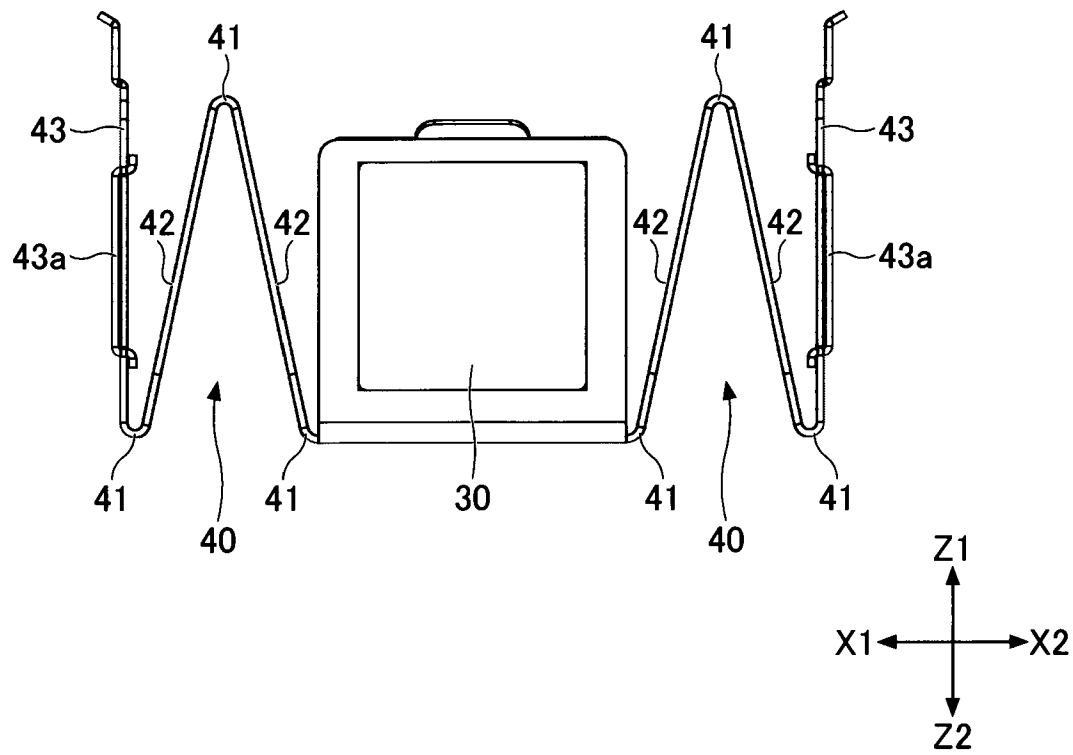
[図3]



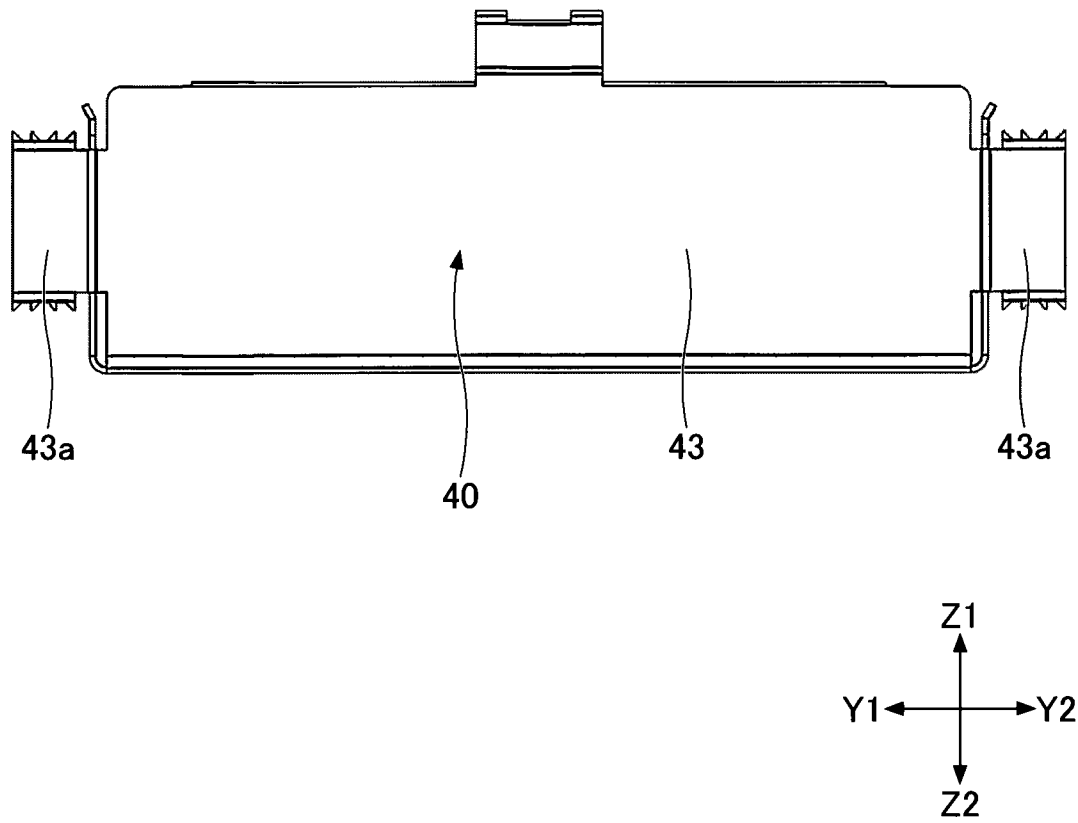
[図4A]



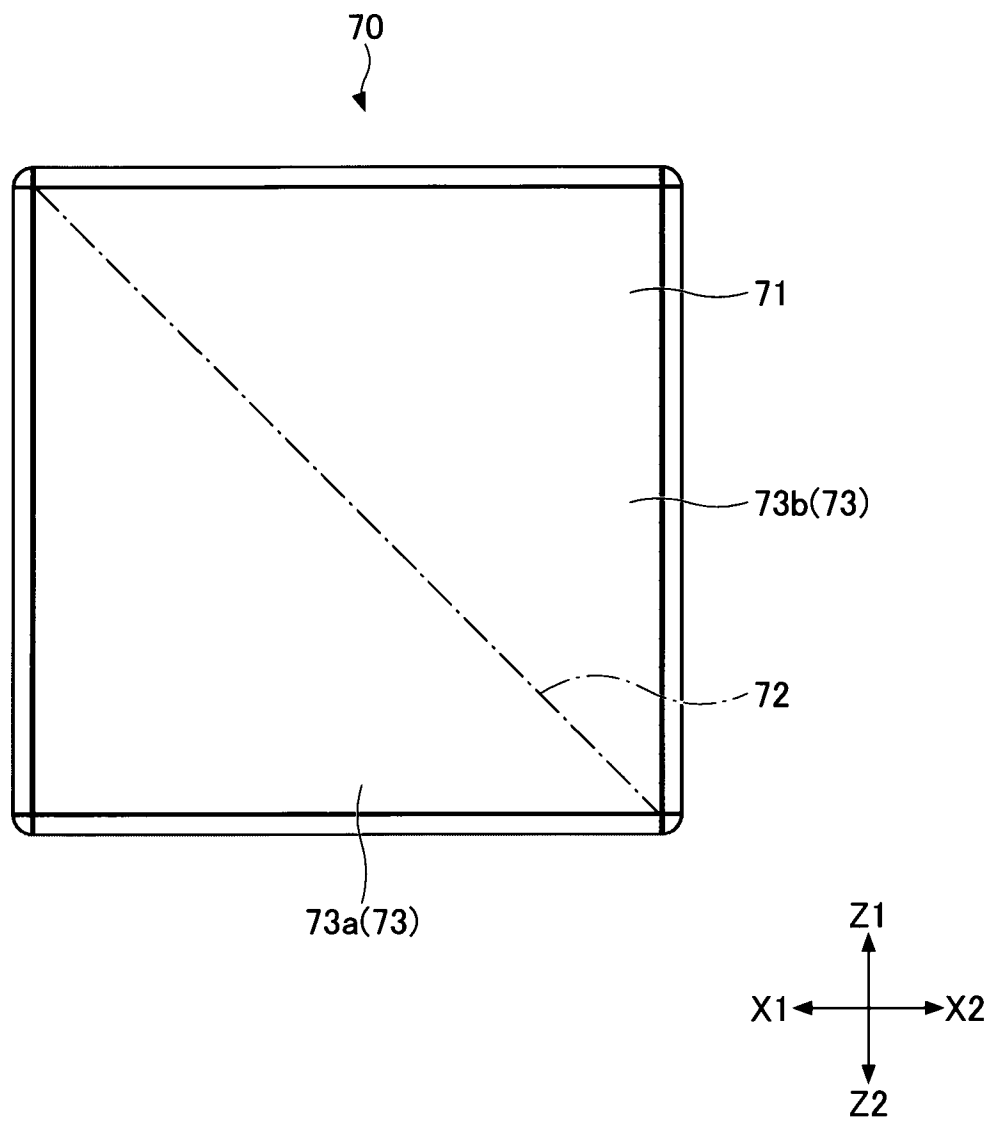
[図4B]



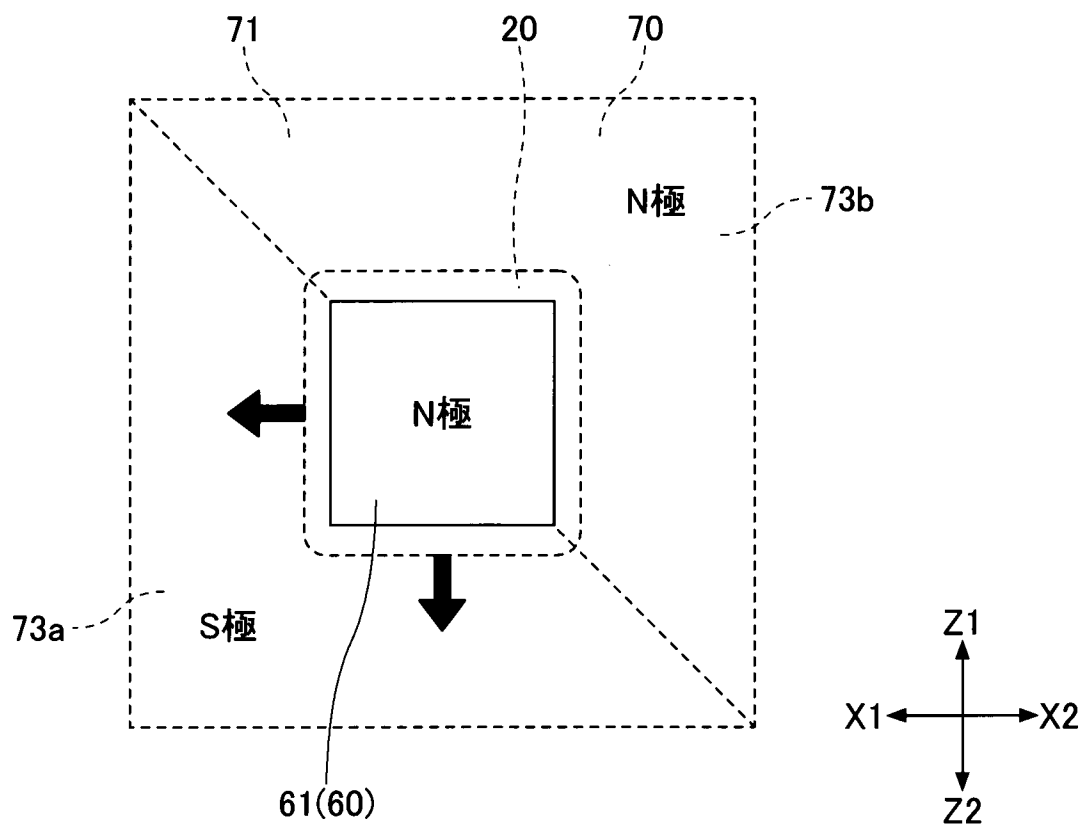
[図5]



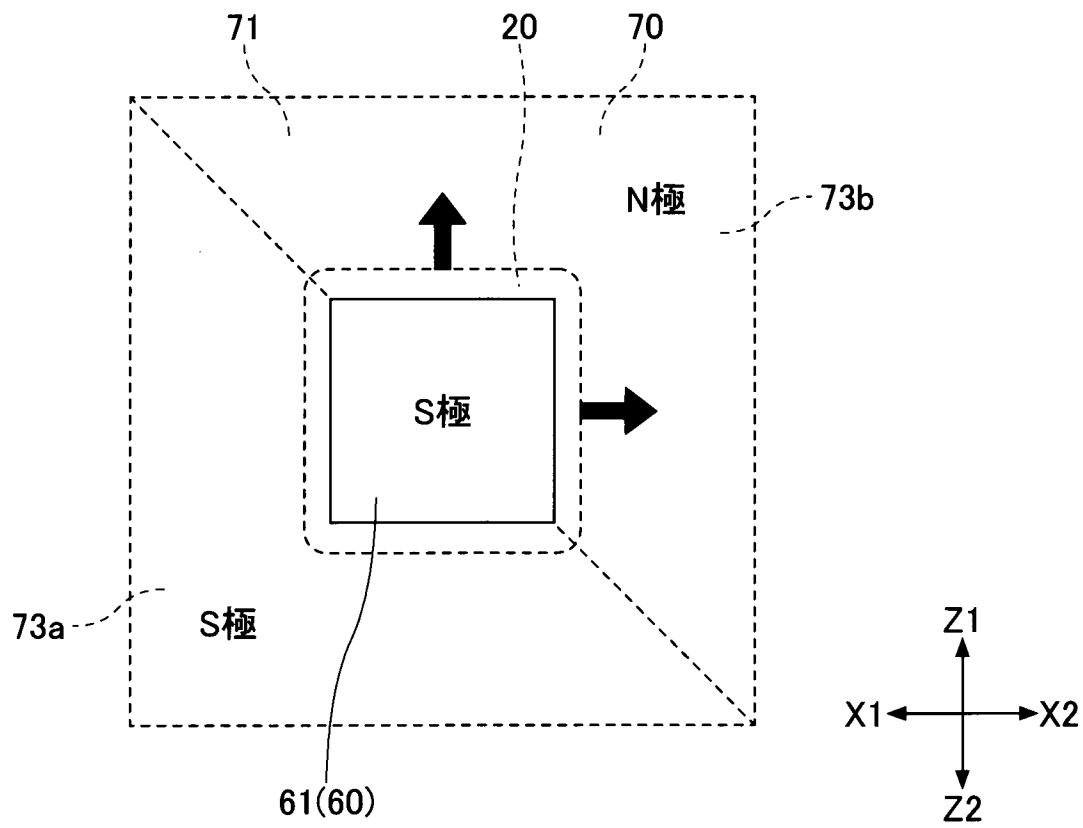
[図6]



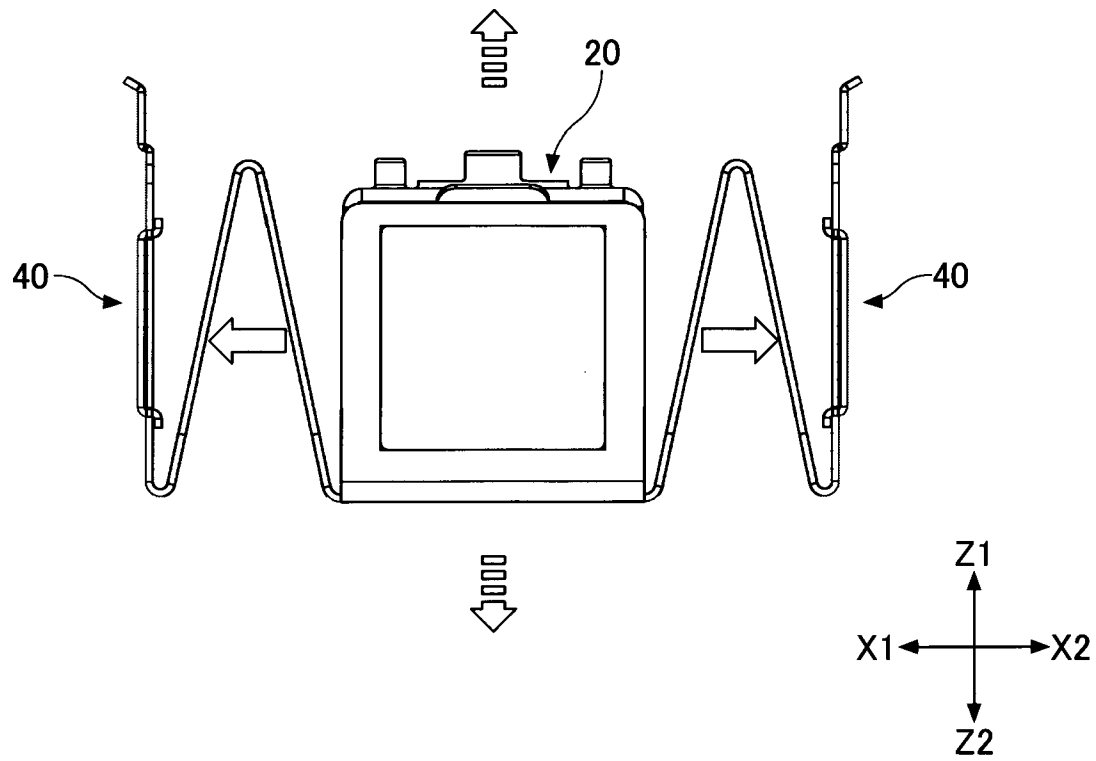
[図7A]



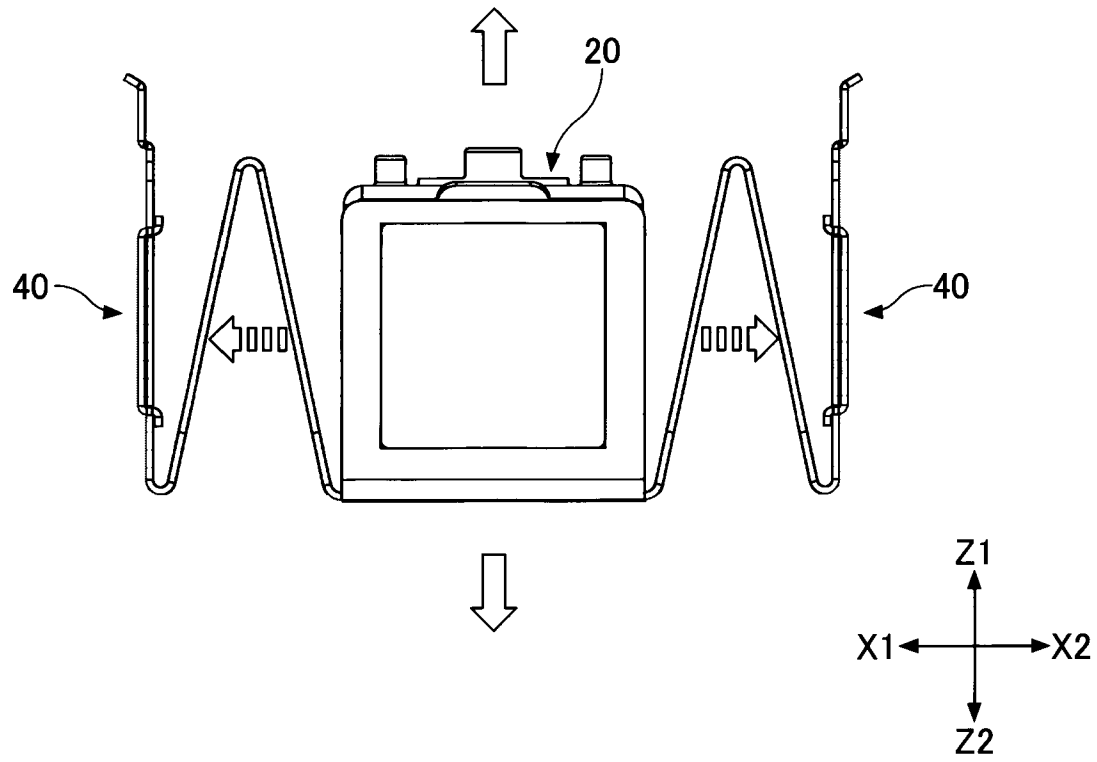
[図7B]



[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B06B1/04 (2006.01) i, H02K33/18 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B06B1/04, H02K33/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-96677 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 26 May 2016, paragraphs [0023]-[0064], all drawings & CN 105598022 A	1-5
Y	JP 2013-56309 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 28 March 2013, paragraphs [0026]-[0057], all drawings & US 2013/0061736 A1, paragraphs [0026]-[0057], all drawings	1-5
Y	WO 2015/092966 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 25 June 2015, paragraph [0040] & US 2016/0313795 A1, paragraph [0051] & EP 3086207 A1	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28.08.2018

Date of mailing of the international search report
04.09.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/025484

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-93623 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 24 April 2008, entire text, all drawings & US 2008/0089168 A1, entire text, all drawings	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B06B1/04(2006.01)i, H02K33/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B06B1/04, H02K33/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-96677 A (アルプス電気株式会社) 2016.05.26, 段落 [0023] - [0064], 全図 & CN 105598022 A	1-5
Y	JP 2013-56309 A (アルプス電気株式会社) 2013.03.28, 段落 [0026] - [0057], 全図 & US 2013/0061736 A1 段落 [0026] - [0057], 全図	1-5
Y	WO 2015/092966 A1 (パナソニック IP マネジメント株式会社) 2015.06.25, 段落 [0040] & US 2016/0313795 A1 段落 [0051], &	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

28.08.2018

国際調査報告の発送日

04.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

島倉 理

3 V

4 1 3 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	EP 3086207 A1 JP 2008-93623 A (アルプス電気株式会社) 2008.04.24, 全文, 全図 & US 2008/0089168 A1 全文, 全図	1 - 5