

(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
2021年8月5日(05.08.2021)



(10) 国際公開番号

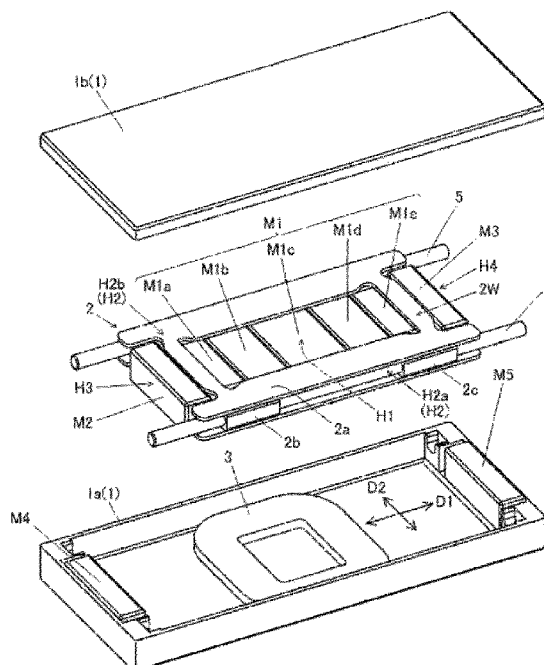
WO 2021/152897 A1

- (51) 国際特許分類:
B06B 1/04 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/033657
- (22) 国際出願日: 2020年9月4日(04.09.2020)
- (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 2020-013826 2020年1月30日(30.01.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 栗田 剛志 (KURITA, Takeshi);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 藤岡 敬
司(FUJIOKA, Keiji); 〒6178555 京都府長岡京
市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所
内 Kyoto (JP). 高田 和英(TAKATA, Kazuhide);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAOKA, Norihito et
al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町
8 番 1 号 梅田阪急ビルオフィスタワー
青山特許事務所 Osaka (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,

(54) Title: LINEAR VIBRATION MOTOR, ELECTRONIC DEVICE USING SAME, VIBRATOR, AND METHOD FOR MANUFACTURING VIBRATOR

(54) 発明の名称: リニア振動モータ、それを用いた電子機器、振動子および振動子の製造方法

[図2]



(57) Abstract: Provided are a linear vibration motor that can be made thinner, an electronic device using the same, a vibrator that can be made thinner, and a method for manufacturing the vibrator. A linear vibration motor 100 is provided with a casing 1, a vibrator 2, and a coil 3. The vibrator 2 includes a weight portion 2W and a first magnet M1 and is accommodated in the casing 1. The weight portion 2W comprises a stack 2a formed by stacking a plurality of sheets including sheet metal in the thickness direction. The stack 2a is provided with a first housing portion H1 open to a first



WO 2021/152897 A1

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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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))

main surface and a second main surface facing away from the first main surface. The first magnet M1 is fixed to the first housing portion H1. The coil 3 is fixed to the casing 1 so as to face the first magnet M1.

(57) 要約 : 薄型化することのできるリニア振動モータ、それを用いた電子機器、さらに薄型化することのできる振動子および振動子の製造方法を提供する。リニア振動モータ100は、筐体1と、振動子2と、コイル3とを備える。振動子2は、錘部2Wと第1の磁石M1とを含み、筐体1内に收容されている。錘部2Wは、金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層された積層体2aを含み、積層体2aには、第1の主面および第1の主面と背向する第2の主面に開口する第1の收容部H1が設けられている。第1の磁石M1は、第1の收容部H1に固定されている。コイル3は、第1の磁石M1に対向するように筐体1に固定されている。

明 細 書

発明の名称：

リニア振動モータ、それを用いた電子機器、振動子および振動子の製造方法

技術分野

[0001] この開示は、リニア振動モータ、それを用いた電子機器、振動子および振動子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 携帯型情報端末などの電子機器には、皮膚感覚フィードバックのため、またはキー操作や着信などを振動で確認するためなどの振動発生装置として、リニア振動モータが用いられることがある。リニア振動モータの一例として、米国特許出願公開第2016/0226361号明細書（特許文献1）に記載されたリニア振動モータが挙げられる。図14は、特許文献1に記載されたリニア振動モータの断面図である。

[0003] リニア振動モータ300は、筐体301と、振動子302と、コイル303と、第1のガイド304と、第2のガイド305とを備えている。振動子302は、錘部302aと、錘部302aにそれぞれ固定された第1の磁石M301、第2の磁石M302および第3の磁石M303とを含む。筐体301には、第4の磁石M304および第5の磁石M305が固定されている。

[0004] 振動子302は、コイル303と、駆動磁石である第1の磁石M301と、振動子302の動きを案内する第1のガイド304および第2のガイド305とにより、第1の方向D1に沿って振動する。第2の磁石M302と第4の磁石M304、および第3の磁石M303と第5の磁石M305とは、それぞれ互いに反発するように、それぞれ第1の方向D1に沿って配置されている。すなわち、第2の磁石M302と第4の磁石M304、および第3の磁石M303と第5の磁石M305とは、振動子302の第1の方向D1

に沿った振動に対する磁気ばね機構を構成している。

[0005] この磁気ばね機構により、振動子302の振動が第4の磁石M304および第5の磁石M305を介して筐体301に伝えられ、リニア振動モータ300の振動として感知される。

[0006] 錘部302aは、特許文献1には明示されていないが、粉末冶金などの方法により製造されたものと推測される。例えば、特開2018-3135号公報（特許文献2）には、振動モータの振動子が粉末冶金により製造されることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：米国特許出願公開第2016/0226361号明細書
特許文献2：特開2018-3135号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 近年、携帯型情報端末などの電子機器は、薄型化が進められており、薄い電子機器内に配置できるよう、リニア振動モータの薄型化が求められている。リニア振動モータの薄型化の方策の一つとして、振動子の薄型化がある。そのためには、錘部の厚みを低減させる必要がある。しかしながら、粉末冶金などの方法では、薄い錘部を製造が困難となることがある。したがって、振動子の薄型化が困難となる虞がある。

[0009] この開示の目的は、薄型化することのできるリニア振動モータ、それを用いた電子機器、さらに薄型化することのできる振動子および振動子の製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] この開示は、まずリニア振動モータに向けられる。この開示に係るリニア振動モータは、筐体と、振動子とを備える。振動子は、錘部を含み、筐体内に收容されている。錘部は、少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板が

厚み方向に積層された、第1の主面および第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む。

[0011] また、この開示は、電子機器にも向けられる。この開示に係る電子機器は、この開示に係るリニア振動モータと、機器筐体とを備える。リニア振動モータは、機器筐体内に收容されている。

[0012] さらに、この開示は、振動子にも向けられる。この開示に係る振動子は、少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層された、第1の主面および第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む錘部を備える。

[0013] そして、この開示は、振動子の製造方法にも向けられる。この開示に係る振動子の製造方法は、少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板を作製または準備する工程と、複数の薄板を厚み方向に積層して、第1の主面および第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む錘部を形成する工程とを備える。

発明の効果

[0014] この開示に係るリニア振動モータは、上記の構成を有する錘部を含む振動子を備えているため、薄型化することができる。この開示に係る電子機器は、この開示に係るリニア振動モータが用いられているため、薄型化することができる。この開示に係る振動子は、錘部の厚みを低減させることができ、薄型化することができる。この開示に係る振動子の製造方法は、錘部の厚みを低減させた振動子を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]この開示に係るリニア振動モータの模式的な形態を示すリニア振動モータ100の斜視図である。

[図2]リニア振動モータ100の分解斜視図である。

[図3]リニア振動モータ100の振動子2が含む積層体2aの第1の実施形態の斜視図である。

[図4]積層体2aの第1の実施形態の分解斜視図である。

[図5]リニア振動モータ100の振動子2が含む積層体2aの第2の実施形態の斜視図である。

[図6]積層体2aの第2の実施形態の分解斜視図である。

[図7]リニア振動モータ100の振動子2が含む積層体2aの第3の実施形態の斜視図である。

[図8]積層体2aの第3の実施形態の分解斜視図である。

[図9]リニア振動モータ100の振動子2が含む積層体2aの第4の実施形態の斜視図である。

[図10]積層体2aの第4の実施形態の分解斜視図である。

[図11]この開示に係るリニア振動モータの別の模式的な形態を示すリニア振動モータ100Aの断面図である。

[図12]図12(A)は、第1のパターンを有する金属薄板2a₁を作製する工程が模式的に示された斜視図である。図12(B)は、第2のパターンを有する金属薄板2a₃を作製する工程が模式的に示された斜視図である。図12(C)は、図12(A)、(B)の工程により作製された金属薄板2a₁ないし2a₆が模式的に示された側面図である。図12(D)は、金属薄板2a₁ないし2a₆を積層して積層体2aを作製する工程が模式的に示された側面図である。

[図13]この開示に係る電子機器の模式的な形態である携帯型情報端末1000の透過斜視図である。

[図14]背景技術のリニア振動モータ300の分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] この開示の特徴とするところを、図面を参照しながら説明する。なお、以下に示すリニア振動モータの模式的な形態および実施形態では、同一のまたは共通する部分について図中同一の符号を付し、その説明は繰り返さないことがある。

[0017] ーリニア振動モータの模式的な形態ー

この開示に係るリニア振動モータの模式的な形態を示すリニア振動モータ

100について、図1および図2を用いて説明する。図1は、リニア振動モータ100の斜視図である。図2は、リニア振動モータ100の分解斜視図である。

[0018] リニア振動モータ100は、図1および図2に示されるように、筐体1と、振動子2と、コイル3と、第1のシャフト4および第2のシャフト5と、第4の磁石M4と、第5の磁石M5とを備える。振動子2は、錘部2Wと、第1の磁石M1と、第2の磁石M2と、第3の磁石M3とを含む。筐体1は、收容部分1aと天板部分1bとを含む。コイル3への引き出し配線部材は、図示が省略されている。第1の方向D1は、振動子2の振動方向である。

[0019] 筐体1の收容部分1aは、第1の方向D1に延びる底板と、底板から垂直に延びる側面とを含む。すなわち、收容部分1aの底板と側面とにより、振動子2が收容される空間が形成され、天板部分1bはその空間を覆う蓋材となっている。天板部分1bは、收容部分1aの側面の端部に接合されている。すなわち、筐体1は、收容部分1aと天板部分1bとが接合されたときに、密閉構造となっている。ただし、底板の一部および側面の一部の少なくとも一方に開口部が設けられていてもよい。

[0020] 筐体1は、後述する携帯型情報端末などの電子機器内に固定するための固定部を含んでいるが、固定部の図示は省略されている。筐体1の材質としては、例えばSUS304などのステンレス鋼などを用いることができる。なお、收容部分1aと天板部分1bとは、異なる材質であってもよい。

[0021] コイル3は、仮想的な巻回軸線の周りに導体線が巻回されることにより形成されている。コイル3は、上記の巻回軸線が第1の方向D1および底板と平行で第1の方向D1と直交する第2の方向D2と直交し、後述する第1の磁石M1に対向するように、筐体1の收容部分1aに固定されている。リニア振動モータ100において、巻回軸線方向からコイル3を見たときの形状は、角部が丸められた矩形状である。

[0022] コイル3には、例えば直径0.06mmの被覆銅線を、約50ターン巻回したものが用いられる。コイル3は、配線パターンが印刷されたフレキシブ

ル基板などの不図示の引き出し配線部材により、パワーアンプを介して安定化電源に接続される。コイル3は、引き出し配線部材を介して通電されることにより、振動子2が第1の方向D1に沿って振動可能となるように、後述する第1の磁石M1に駆動力を与える。図2において、コイル3の巻線の図示は省略されている。

[0023] コイル3に電流が流れると、コイル3には、第1の磁石M1の磁界により、磁界の向きおよび電流の流れる向きのそれぞれと直交する向きのローレンツ力が加わる。一方、コイル3は、筐体1（収容部分1a）に固定されているので、第1の磁石M1にローレンツ力の反力が加わる。したがって、コイル3は、通電により第1の磁石M1に、延いては振動子2に第1の方向D1に沿った駆動力を与えることになる。すなわち、第1の磁石M1は、リニア振動モータ100において、駆動磁石として機能している。

[0024] 前述したように、コイル3の巻回軸線方向から見たときの形状が矩形状である場合、コイル3が円環状である場合よりも、前述のローレンツ力の方向が第1の方向D1に揃いやすい。そのため、振動子2に与えられる第1の方向D1に沿った駆動力が大きくなり好ましい。

[0025] 第1のシャフト4および第2のシャフト5は、それぞれ第1の方向D1に沿って延び、底板と平行で第1の方向D1と直交する第2の方向D2に沿って並列配置されている。第1のシャフト4および第2のシャフト5は、振動子2を第1の方向D1に沿って振動可能に支持している。第1のシャフト4および第2のシャフト5の材質としては、例えばSUS304などのステンレス鋼などを用いることができる。

[0026] 第1のシャフト4および第2のシャフト5は、それぞれ収容部分1aの側面のうち、第1の方向D1において対向する2つの部分に対して架橋されるように固定されている。その際、第1のシャフト4および第2のシャフト5の端部は、上記の側面の2つの部分にそれぞれ設けられた凹部に端部が嵌め込まれている。ただし、各シャフトの側面への固定の仕方は、上記に限られない。また、各シャフトは、例えば別部材を介して底板に固定されるように

してもよい。

[0027] また、收容部分 1 a の側面の 2 つの部分のうち的一方には、磁極の配列方向が第 1 の方向 D 1 に沿うように第 4 の磁石 M 4 が固定されており、他方には、同様にして第 5 の磁石 M 5 が固定されている。その際、第 4 の磁石 M 4 および第 5 の磁石 M 5 は、上記の側面の 2 つの部分にそれぞれ設けられた凹部に嵌め込まれている。また、凹部への第 4 の磁石 M 4 および第 5 の磁石 M 5 の固定には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。

[0028] リニア振動モータの振動子が含む積層体の第 1 の実施形態—

リニア振動モータ 1 0 0 の振動子 2 が含む積層体 2 a の第 1 の実施形態について、図 3 および図 4 を用いて説明する。図 3 は、リニア振動モータ 1 0 0 の振動子 2 が含む積層体 2 a の第 1 の実施形態の斜視図である。図 4 は、積層体 2 a の第 1 の実施形態の分解斜視図である。

[0029] 振動子 2 は、筐体 1 における前述の空間内に收容されている。振動子 2 は、錘部 2 W と、第 1 の磁石 M 1 と、第 2 の磁石 M 2 と、第 3 の磁石 M 3 とを含む。また、錘部 2 W は、第 1 の主面および第 1 の主面と背向する第 2 の主面を有する積層体 2 a と、振動子 2 を第 1 のシャフト 4 に係合するための第 1 のスリーブ 2 b および第 2 のスリーブ 2 c と、振動子 2 を第 2 のシャフト 5 に係合するための不図示のスリーブとを含む。ただし、振動子 2 と各シャフトとの係合は、上記のようなスリーブを用いる構造に限定されない。

[0030] 錘部 2 W に含まれる積層体 2 a は、図 3 および図 4 に示されるように、金属薄板 2 a₁ ないし 2 a₆ が厚み方向に積層されることにより形成されている。金属薄板 2 a₁ は、第 1 のパターンを有し、積層体 2 a の第 1 の主面側の最外層に配置されている。金属薄板 2 a₂ は、第 1 のパターンを有し、積層体 2 a の第 2 の主面側の最外層に配置されている。ここで、積層体 2 a の第 1 の主面とは、図 3 において積層体 2 a の下側の主面であり、図 2 において積層体 2 a のコイル 3 と対向する側の主面である。なお、金属薄板とは、樹脂成分を含まない、金属材料からなる薄板である。

[0031] 金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ は、第 2 のパターンを有し、金属薄板 2 a₁、2 a

2の間に挟まれている。ただし、第2のパターンを有する金属薄板の数は、4枚に限られない。ここで、第1のパターンおよび第2のパターンとは、金属薄板の外周形状を指す。

[0032] 第1のパターンを有する金属薄板2 a₁、2 a₂の外周により規定される面積は、第2のパターンを有する金属薄板2 a₃ないし2 a₆の外周により規定される面積より大きい。第1のパターンを有する金属薄板2 a₁、2 a₂の厚みは、例えば0.15 mmであり、第2のパターンを有する金属薄板2 a₃ないし2 a₆の厚みは、例えば0.20 mmである。金属薄板2 a₁ないし2 a₆は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。

[0033] 金属薄板2 a₁ないし2 a₆の材質としては、例えばタングステンおよびそれを含んだ合金、SUS304などのステンレス鋼およびアルミニウムおよびそれを含んだ合金などを用いることができる。振動子2の質量を大きくし、後述の磁気ばね機構を介して筐体1に大きな振動を伝えるためには、錘部2 Wの材質が、タングステンおよびそれを含んだ合金のような比重の大きな材質であることが好ましい。金属薄板2 a₁ないし2 a₆の接着には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。なお、錘部2 Wは、積層体2 aとは別の錘部材をさらに含んでもよい。

[0034] 第1のパターンを有する金属薄板2 a₁、2 a₂は、中央部に貫通部が形成され、第1の方向D1に平行な部分が第2の方向D2に平行な部分を越えて延伸した突出部を有する枠体である。第2のパターンを有する金属薄板2 a₃ないし2 a₆は、中央部に貫通部が形成され、外周が矩形状の枠体である。第1のパターンを有する金属薄板2 a₁、2 a₂の第2の方向D2における幅は、第2のパターンを有する金属薄板2 a₃ないし2 a₆の幅より長い。

[0035] 上記の形状の金属薄板2 a₁ないし2 a₆が積層されることにより、積層体2 aには、第1の主面および第2の主面に開口する貫通部である第1の収容部H1が設けられている。なお、第1のパターンを有する金属薄板2 a₁、2 a₂において、金属薄板2 a₂は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。また、第2のパターンを有する金属薄板2 a₃ないし2 a₆は、中央部に貫通部

が形成されないものを含んでいてもよい。すなわち、第1の収容部H1は、積層体2aの少なくとも第1の主面に開口していればよい。

[0036] また、金属薄板2a₁ないし2a₆が積層されることにより、第1の方向D1に平行な方向に延びる側面に、溝状の第2の収容部H2が設けられている。第2の収容部H2は、積層体2aの一方側面に設けられた収容部H2aと、他方側面に設けられた収容部H2bからなる。

[0037] さらに、金属薄板2a₁ないし2a₆が積層されることにより、積層体2aには、第1の方向D1における積層体2aの一方端部に第3の収容部H3が、また他方端部に第4の収容部H4が設けられている。積層体2aでは、第3の収容部H3および第4の収容部H4は、積層体2aの第1の主面から第2の主面に貫通しているが、これに限られない。ただし、積層体2aの第1の主面側の最外層および第2の主面側の最外層に配置されている金属薄板の形状と、それらに挟まれた金属薄板の形状とは、上記に限られない。例えば、金属薄板2a₁ないし2a₆は、全て同じ形状であってもよい。

[0038] また、積層体2aは、金属薄板を含む複数の薄板の積層により形成されていけばよい。複数の薄板には、金属薄板と、金属粉末と樹脂材料との複合材料である金属複合材料薄板、セラミック粉末と樹脂材料との複合材料であるセラミック複合材料薄板、金属粉末およびセラミック粉末を含有していない樹脂薄板などの樹脂含有薄板が含まれる。例えば、積層体2aの第1の主面側の最外層および第2の主面側の最外層に金属薄板を配置し、それらに挟まれた部分に樹脂含有薄板を配置することができる。複数の薄板は、例えば接着により積層状態が維持される。ただし、積層状態の維持は、上記に限られない。例えば、スポット溶接などの方法が用いられてもよい。

[0039] 樹脂含有薄板における金属粉末の材質としては、前述したようにタングステンおよびそれを含んだ合金、SUS304などのステンレス鋼およびアルミニウムおよびそれを含んだ合金などを用いることができる。特に、タングステンおよびそれを含んだ合金のような比重の大きな材質であることが好ましい。また、樹脂材料の材質としては、例えばオレフィン系熱可塑性エラス

トマーなどを用いることができる。なお、金属粉末の形状は、特に限定されない。

[0040] 前述したように、積層体 2 a には、第 1 の主面および第 2 の主面に開口する貫通部である第 1 の収容部 H 1 が設けられている。第 1 の磁石 M 1 は、後述するコイル 3 と互に対向した状態となるように第 1 の収容部 H 1 の内部に收容され、例えばエポキシ系の接着剤により固定されている。第 1 の磁石 M 1 が第 1 の収容部 H 1 の内部に收容されている、すなわち積層体 2 a の厚みの方が第 1 の磁石 M 1 の厚みより大きい場合には、振動子 2 の厚みが第 1 の磁石 M 1 の厚みに影響されない。そのため、振動子 2 の低背化にとって好ましい。

[0041] ただし、第 1 の磁石 M 1 は、第 1 の収容部 H 1 から突出した状態で固定されていてもよい。例えば、貫通部である第 1 の収容部 H 1 に対し、第 1 の磁石 M 1 が第 1 の主面および第 2 の主面の少なくとも一方から突出するように嵌め込まれていてもよい。また、第 1 の収容部 H 1 が、積層体 2 a の第 1 の主面に開口している凹部である場合、第 1 の磁石 M 1 が第 1 の収容部 H 1 の内部に收容されていてもよく、あるいは第 1 の主面から突出するように嵌め込まれていてもよい。

[0042] 第 1 の収容部 H 1 に第 1 の磁石 M 1 を嵌め込むことにより、積層体 2 a への第 1 の磁石 M 1 の固定が行ないやすくなる。また、磁石を積層体 2 a に精度良く固定することができる。

[0043] リニア振動モータ 1 0 0 では、第 1 の磁石 M 1 は、第 1 の方向 D 1 に沿って配列された 5 個の磁石 M 1 a、M 1 b、M 1 c、M 1 d および M 1 e を含み、これらの磁石は、ハルバッハ配列となるように配置されている。ただし、第 1 の磁石 M 1 の構成は、上記に限られない。

[0044] 駆動磁石である第 1 の磁石 M 1 は、後述するコイル 3 から振動子 2 の振動のための駆動力が与えられる、少なくとも 1 つの磁石を含んでいればよい。第 1 の磁石 M 1 がハルバッハ配列を構成する場合は、第 1 の方向 D 1 に沿って配列された 3 個以上の奇数個の磁石を含んでいればよい。この開示では、

駆動磁石による磁界を、駆動磁石と振動子を駆動させるコイルとの間に集中させることができる駆動磁石の各磁石の配列を、広義にハルバッハ配列と呼称する。したがって、ハルバッハ配列を構成する磁石の数は3個以上の奇数であればよい。

[0045] 第1の磁石M1の材質としては、例えばネオジム-鉄-ホウ素系またはサマリウム-コバルト系などの希土類磁石を用いることができる。ただし、第1の磁石M1には、強力な磁力を有し、振動子2の駆動力を大きくすることができるネオジム-鉄-ホウ素系の希土類磁石が用いられることが好ましい。

[0046] 前述したように、積層体2aには、第1の方向D1に平行な方向に延びる側面に、溝状の第2の収容部H2が設けられている。第2の収容部H2は、積層体2aの一方側面に設けられた収容部H2aと、他方側面に設けられた収容部H2bとを含む。前述の第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cは、収容部H2aの内部形状に合致した外形を有しており、それぞれ収容部H2aに嵌め込まれている。第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cの固定には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。

[0047] その際、収容部H2aの第3の収容部H3に近い側には、第1のスリーブ2bが嵌め込まれている。また、収容部H2aの第4の収容部H4に近い側には、第2のスリーブ2cが嵌め込まれている。収容部H2aに第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cが嵌め込まれることにより、積層体2aへの第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cの固定が行ないやすくなる。ただし、積層体2aの一方側面へ第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cの固定は、収容部H2aへの嵌め込みでなくてもよい。

[0048] 第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cの材質としては、低摩擦樹脂材料、黄銅（真鍮）、ニッケル、SUS304などのステンレス鋼などを用いることができる。ここで、低摩擦樹脂材料とは、JIS K7218で規定されたスラスト式の対炭素鋼における動摩擦係数で0.15以下程度の動摩擦係数を示す材料をいう。低摩擦樹脂材料の例として、ポリフェニレン

サルファイド系、いわゆる液晶ポリマーと呼ばれる芳香族ポリエステル系およびポリアセタール系などを挙げることができる。ただし、これらに限られない。

[0049] 第1のシャフト4は、上記の第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cに摺動可能に嵌挿されている。ここで嵌挿する (fit together by insertion) とは、寸法公差で規定された精度で遊びが抑えられた状態となるように第1のシャフト4を各スリーブに差し込んで嵌めることを意味している。これにより、第1のシャフト4は、収容部H2a内に収容されている。

[0050] 収容部H2bにも、上記の第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cと同様のスリーブが嵌め込まれている (不図示)。これにより、第2のシャフト5は、収容部H2b内に収容されている。収容部H2bにスリーブが嵌め込まれることにより、積層体2aへのスリーブの固定が行ないやすくなる。ただし、積層体2aの他方側面へスリーブの固定は、収容部H2bへの嵌め込みでなくてもよい。スリーブの材質としては、前述の第1のスリーブ2bおよび第2のスリーブ2cと同様の低摩擦樹脂材料などを用いることができる。ただし、これに限られない。第2のシャフト5は、上記のスリーブに摺動可能に嵌挿されている。これにより、第2のシャフト5は、収容部H2b内に収容されている。

[0051] 振動子2は、上記のように第1のシャフト4および第2のシャフト5と係合されることにより、その運動方向が第1の方向D1に沿うように規制される。そして、振動子2は、後述するコイル3から駆動磁石である第1の磁石M1に駆動力が与えられることにより、第1の方向D1に沿って振動可能となっている。

[0052] 前述したように、積層体2aには、第1の方向D1における一方端部に第3の収容部H3が、また他方端部に第4の収容部H4が設けられている。第3の収容部H3には、磁極の配列方向が第1の方向D1に沿うように第2の磁石M2が固定されている。第4の収容部H4には、同様にして第2の磁石

M 2が固定されている。

[0053] すなわち、第2の磁石M 2と前述の第4の磁石M 4、および第3の磁石M 3と前述の第5の磁石M 5とは、互いに磁氣的に反発するように互いに対向して配置されている。第3の収容部H 3への第2の磁石M 2、および第4の収容部H 4への第3の磁石M 3の固定には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。

[0054] 例えば、第2の磁石M 2、第3の磁石M 3、第4の磁石M 4および第5の磁石M 5の重心は、平面視で第1の方向D 1と平行な同一の軸線上に配置されている。なお、第2の磁石M 2、第3の磁石M 3、第4の磁石M 4および第5の磁石M 5は、第1の方向D 1から見たとき、少なくともそれぞれの一部が重なる配置であればよい。これにより、第2の磁石M 2および第4の磁石M 4のペア、ならびに第3の磁石M 3および第5の磁石M 5のペアは、それぞれ振動子2の第1の方向D 1に沿った振動に対する磁気ばね機構を構成している。

[0055] なお、積層体2 aの厚みの方が、第2の磁石M 2の厚みおよび第3の磁石M 3の厚みより大きい場合には、振動子2の厚みが第2の磁石M 2の厚みおよび第3の磁石M 3の厚みに影響されない。そのため、振動子2の低背化にとって好ましい。

[0056] 第3の収容部H 3に第2の磁石M 2を、および第4の収容部H 4に第3の磁石M 3を嵌め込むことにより、積層体2 aへの各磁石の固定が行ないやすくなる。また、各磁石を積層体2 aに精度良く固定することができる。ただし、第3の収容部H 3および第4の収容部H 4を設けることなく、積層体2 aに各磁石を固定してもよい。

[0057] 第2の磁石M 2、第3の磁石M 3、第4の磁石M 4および第5の磁石M 5の材質としては、例えばネオジム-鉄-ホウ素系またはサマリウム-コバルト系などの希土類磁石が用いられる。ただし、上記の各磁石には、磁力の温度変化率が小さく、安定して磁気ばね効果を発揮できるサマリウム-コバルト系の希土類磁石が用いられることが好ましい。

- [0058] 以上で説明したように、錘部 2W に含まれる積層体 2a の第 1 の実施形態は、金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層されることにより形成されている。そのため、粉末冶金などの方法により形成された従来の錘部に比べて薄型化することができる。したがって、この開示に係る振動子 2 は、上記の従来の錘部を含む従来の振動子に比べて薄型化することができる。その結果、この開示に係るリニア振動モータ 100 は、上記の従来の振動子を含むリニア振動モータに比べて薄型化することができる。
- [0059] リニア振動モータの振動子が含む積層体の第 2 の実施形態ー
リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 2a の第 2 の実施形態について、図 5 および図 6 を用いて説明する。図 5 は、リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 2a の第 2 の実施形態の斜視図である。図 6 は、積層体 2a の第 2 の実施形態の分解斜視図である。積層体 2a の第 2 の実施形態では、第 2 のパターンを有する金属薄板の数、厚みおよび材質が第 1 の実施形態と異なっている。それ以外の構成は、第 1 の実施形態と同様であるため、重複する説明は省略される。
- [0060] 積層体 2a の第 2 の実施形態は、図 5 および図 6 に示されるように、金属薄板 2a₁、2a₂ と樹脂含有薄板 2a₇ とが厚み方向に積層されることにより形成されている。樹脂含有薄板は、第 1 の実施形態で説明された構成を有する。金属薄板 2a₁、2a₂ と樹脂含有薄板 2a₇ との接着には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。積層状態の維持には、その他の方法が用いられてもよい。
- [0061] 金属薄板 2a₁、2a₂ は、第 1 の実施形態と同様の形状および材質を有し、積層体 2a の第 1 の主面側の最外層および第 2 の主面側の最外層に配置されている。金属薄板 2a₁、2a₂ の厚みは、例えば 0.15 mm である。また、金属薄板 2a₁、2a₂ は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。
- [0062] 樹脂含有薄板 2a₇ は、金属薄板 2a₁、2a₂ の間に挟まれ、上面視で第 1 の実施形態と同様の形状を有している。なお、樹脂含有薄板 2a₇ の数は、1 枚

に限られない。樹脂含有薄板 2 a₇の厚みは、例えば0.80mmである。すなわち、樹脂含有薄板 2 a₇の厚みは、金属薄板 2 a₁、2 a₂のそれぞれの厚み以上である。

[0063] 樹脂含有薄板 2 a₇は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。樹脂含有薄板 2 a₇は、上記のように厚みが大きくなっても、切断加工を容易に行なうことができるため好ましい。

[0064] 積層体 2 aには、第1の主面および第2の主面に開口する貫通部である第1の收容部H1が設けられている。なお、第1の收容部H1は、第1の実施形態で述べたように、貫通部に限られず、積層体 2 aの少なくとも第1の主面に開口していればよい。すなわち、第1のパターンを有する金属薄板 2 a₁、2 a₂において、金属薄板 2 a₂は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。同様に、第2のパターンを有する樹脂含有薄板 2 a₇は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。なお、貫通部に換えて、凹部が形成されていてもよい。

[0065] なお、積層体 2 aの第1の主面側の最外層および第2の主面側の最外層に配置されている金属薄板の形状と、それらに挟まれた樹脂含有薄板の形状とは、上記に限られない。例えば、金属薄板 2 a₁、2 a₂と樹脂含有薄板 2 a₇とは、全て同じ形状であってもよい。なお、樹脂含有薄板 2 a₇に換えて、金属薄板が用いられてもよい。

[0066] 積層体 2 aには、第1の実施形態と同様に、第1の方向D1に平行な方向に延びる側面に、溝状の第2の收容部H2が設けられている。第2の收容部H2は、積層体 2 aの一方側面に設けられた收容部H2aと、他方側面に設けられた收容部H2bとを含む。これらの收容部には、第1の実施形態と同様のスリーブが接着固定されている。第1のシャフト4および第2のシャフト5は、第1の実施形態と同様に、これらのスリーブと係合されている。

[0067] 積層体 2 aの第2の実施形態では、樹脂含有薄板 2 a₇の厚みが、金属薄板 2 a₁、2 a₂のそれぞれの厚み以上である。そのため、積層体 2 aを作製する際に、金属薄板を含む複数の薄板の積層枚数を減らすことができる。したが

って、複数の薄板の間の接着剤を減らすことができ、積層体 2 a をより薄型化することができる。その結果、この開示に係るリニア振動モータ 100 は、従来の振動子を含むリニア振動モータに比べてさらに薄型化することができる。

[0068] リニア振動モータの振動子が含む積層体の第 3 の実施形態—

リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 2 a の第 3 の実施形態について、図 7 および図 8 を用いて説明する。図 7 は、リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 2 a の第 3 の実施形態の斜視図である。図 8 は、積層体 2 a の第 3 の実施形態の分解斜視図である。積層体 2 a の第 3 の実施形態では、第 1 のパターンを有する金属薄板の数および厚みが第 1 の実施形態と異なっている。それ以外の構成は、第 1 の実施形態と同様であるため、重複する説明は省略される。

[0069] 積層体 2 a の第 3 の実施形態は、図 7 および図 8 に示されるように、金属薄板 2 a₂ と第 1 の実施形態で述べた金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ とが厚み方向に積層されることにより形成されている。金属薄板 2 a₂ ないし 2 a₆ の接着には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。積層状態の維持には、その他の方法が用いられてもよい。

[0070] 金属薄板 2 a₂ は、上面視で第 1 の実施形態と同様の形状および第 1 の実施形態と同様の材質を有し、積層体 2 a の第 2 の主面側の最外層に配置されている。金属薄板 2 a₂ の厚みは、例えば 0.30 mm である。また、金属薄板 2 a₂ は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。ただし、金属薄板 2 a₂ が積層体 2 a の第 1 の主面側の最外層に配置されていてもよい。

[0071] 金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ は、第 1 の実施形態と同様の形状および材質を有している。金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ の厚みは、例えば 0.20 mm である。すなわち、金属薄板 2 a₂ の厚みは、金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ のそれぞれの厚み以上である。金属薄板 2 a₃ ないし 2 a₆ は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。なお、第 2 のパターンを有する金属薄板の数は、

4枚に限られない。

[0072] 積層体2aには、第1の主面および第2の主面に開口する貫通部である第1の收容部H1が設けられている。なお、第1の收容部H1は、第1の実施形態で述べたように、貫通部に限られず、積層体2aの少なくとも第1の主面に開口していればよい。すなわち、金属薄板2a₂は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。ただし、金属薄板2a₂が積層体2aの第1の主面を形成する場合は、中央部に貫通部が形成されることにより、第1の收容部H1が形成される。また、金属薄板2a₃ないし2a₆は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。

[0073] なお、積層体2aの第1の主面側の最外層および第2の主面側の最外層に配置されている金属薄板の形状と、それらに挟まれた金属薄板の形状とは、上記に限られない。例えば、金属薄板2a₁、2a₃ないし2a₆とは、全て同じ形状であってもよい。また、積層体2aは、金属薄板を含む複数の薄板の積層により形成されていけばよい。

[0074] 積層体2aには、第1の実施形態と同様に、第1の方向D1に平行な方向に延びる側面に、第2の收容部H2が設けられている。ただし、第3の実施形態では、第2の收容部H2は、金属薄板2a₁と金属薄板2a₃ないし2a₆の側面とで構成される。第2の收容部H2は、積層体2aの一方側面に設けられた收容部H2aと、他方側面に設けられた收容部H2bとを含む。これらの收容部には、第1の実施形態と同様のスリーブが接着固定されている。第1のシャフト4および第2のシャフト5は、第1の実施形態と同様に、これらのスリーブと係合されている。

[0075] 積層体2aの第3の実施形態では、第1のパターンを有する金属薄板が金属薄板2a₁のみである。そのため、積層体2aを作製する際に、金属薄板の積層枚数を減らすことができ、かつ金属薄板の間の接着剤を減らすことができる。したがって、積層体2aをさらに薄型化することができる。その結果、この開示に係るリニア振動モータ100は、従来の振動子を含むリニア振動モータに比べてさらに薄型化することができる。

- [0076] また、金属薄板 $2a_1$ の厚みは、金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ のそれぞれの厚み以上である。そのため、積層体 $2a$ の厚みを低減させながら、第1の収容部 $H1$ の体積を確保し、第1の収容部 $H1$ 内に収容される第1の磁石 $M1$ の体積も確保することができる。
- [0077] リニア振動モータの振動子が含む積層体の第4の実施形態—
リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 $2a$ の第4の実施形態について、図9および図10を用いて説明する。図9は、リニア振動モータ 100 の振動子 2 が含む積層体 $2a$ の第4の実施形態の斜視図である。図10は、積層体 $2a$ の第4の実施形態の分解斜視図である。積層体 $2a$ の第4の実施形態では、第1のパターンを有し、積層体 $2a$ の第2の主面を形成する金属薄板の材質が第1の実施形態と異なっている。それ以外の構成は、第1の実施形態と同様であるため、重複する説明は省略される。
- [0078] 積層体 $2a$ の第4の実施形態は、図9および図10に示されるように、第1の実施形態で述べた金属薄板 $2a_1$ および金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ と、金属薄板 $2a_2$ とが厚み方向に積層されることにより形成されている。金属薄板 $2a_2$ は、第1のパターンを有し、積層体 $2a$ の第2の主面側の最外層に配置されている。
- [0079] ただし、金属薄板 $2a_2$ には、貫通部が形成されていない。一方、積層体 $2a$ の第1の主面側の最外層に配置されている金属薄板 $2a_1$ 、および金属薄板 $2a_1$ 、 $2a_2$ に挟まれた金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ には、貫通部が形成されている。すなわち、金属薄板 $2a_1$ 、 $2a_3$ ないし $2a_6$ は、第1の実施形態と同様の形状および材質を有している。金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ の接着には、例えばエポキシ系の接着剤を用いることができる。これにより、積層体 $2a$ には、第1の主面に開口する凹部である第1の収容部 $H1$ が設けられている。積層状態の維持には、その他の方法が用いられてもよい。
- [0080] 金属薄板 $2a_2$ の材質としては、鉄および鉄を含んだ合金を用いることができる。すなわち、上記の材質の金属薄板 $2a_2$ は、第1の磁石 $M1$ のコイル 3 と対向する側と反対側に当接されることにより、ヨーク部（いわゆるバック

ヨーク)として機能する。金属薄板 $2a_2$ の厚みは、例えば 0.15mm である。金属薄板 $2a_2$ は、例えば母材からの切断加工により作製することができる。

[0081] なお、積層体 $2a$ の第1の主面側の最外層および第2の主面側の最外層に配置されている金属薄板の形状と、それらに挟まれた金属薄板の形状とは、上記に限られない。例えば、金属薄板 $2a_1$ 、 $2a_3$ ないし $2a_6$ とは、全て同じ形状であってもよい。また、積層体 $2a$ の金属薄板 $2a_2$ 以外は、金属薄板を含む複数の薄板の積層により形成されていればよい。

[0082] 積層体 $2a$ には、第1の実施形態と同様に、第1の方向 $D1$ に平行な方向に延びる側面に、第2の收容部 $H2$ が設けられている。第2の收容部 $H2$ は、積層体 $2a$ の一方側面に設けられた收容部 $H2a$ と、他方側面に設けられた收容部 $H2b$ とを含む。これらの收容部には、第1の実施形態と同様のスリーブが接着固定されている。第1のシャフト 4 および第2のシャフト 5 は、第1の実施形態と同様に、これらのスリーブと係合されている。

[0083] 積層体 $2a$ の第4の実施形態では、積層体 $2a$ の第2の主面側の最外層に配置され、第1の磁石 $M1$ のコイル 3 と対向する側と反対側に当接された金属薄板 $2a_2$ がヨーク部として機能している。すなわち、金属薄板 $2a_2$ に第1の磁石 $M1$ から放射される磁束が誘導され、集中する。そのため、第1の磁石 $M1$ とコイル 3 との間に生じるローレンツ力、そしてその反力を高めることができる。その結果、この開示に係るリニア振動モータ 100 は、従来の振動子を含むリニア振動モータに比べて薄型化されながら、大きな振動を得ることができる。

[0084] ーリニア振動モータの別の模式的な形態ー

この開示に係るリニア振動モータの別の模式的な形態を示すリニア振動モータ $100A$ について、図 11 を用いて説明する。図 11 は、リニア振動モータ $100A$ の断面図である。前述のリニア振動モータ 100 は、振動子 2 が第1の磁石 $M1$ を含み、コイル 3 が第1の磁石 $M1$ に対向するように筐体 1 の收容部分 $1a$ に固定されている構造を有している。一方、リニア振動モ

ータ100Aは、振動子2がコイル3を含み、第1の磁石M1がコイル3と対向するように筐体1の收容部分1aに固定されている構造を有している。なお、リニア振動モータ100Aは、リニア振動モータ100と同様に磁気ばね機構を備えている。

[0085] リニア振動モータ100Aの積層体2aを構成する複数の薄板には、貫通部が設けられていない。すなわち、積層体2aには、リニア振動モータ100の場合のような、積層体2aの第1の主面に開口する第1の收容部H1が設けられていない。そのため、コイル3は、積層体2aの第1の主面上に固定されている。ただし、積層体2aに第1の收容部H1が設けられ、第1の收容部H1にコイル3が固定されるようにしてもよい。

[0086] リニア振動モータ100Aにおいても、錘部2Wに含まれる積層体2aは、金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層されることにより形成されている。そのため、粉末冶金などの方法により形成された従来の錘部に比べて薄型化することができる。したがって、この開示に係る振動子2は、上記の従来の錘部を含む従来の振動子に比べて薄型化することができる。その結果、この開示に係るリニア振動モータ100Aは、上記の従来の振動子を含むリニア振動モータに比べて薄型化することができる。

[0087] なお、リニア振動モータ100、100Aでは、振動子2の振動を筐体1に伝える機構として、上記のように第2の磁石M2および第4の磁石M4のペア、ならびに第3の磁石M3および第5の磁石M5のペアによる磁気ばね機構が説明されたが、これに限られない。例えば、磁気ばね機構に換えて、コイルばねまたは板ばねのような機械的ばね機構が用いられてもよい。

[0088] ーリニア振動モータの振動子の製造方法ー

この開示に係るリニア振動モータの実施形態を示すリニア振動モータ100の振動子2の製造方法について、図12を用いて説明する。図12(A)は、第1のパターンを有する金属薄板2a₁を作製する工程が模式的に示された斜視図である。図12(B)は、第2のパターンを有する金属薄板2a₃を作製する工程が模式的に示された斜視図である。図12(C)は、図12(

A)、(B)の工程により作製された金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ が模式的に示された側面図である。図12(D)は、金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ を積層して積層体 $2a$ を作製する工程が模式的に示された側面図である。

[0089] リニア振動モータ100の振動子2の製造方法は、少なくとも1つに貫通部が形成され、金属薄板を含む複数の薄板を作製または準備する工程を備える。前述したように、上記の複数の薄板は、積層体 $2a$ の第1の主面側の最外層に配置される金属薄板 $2a_1$ と、積層体 $2a$ の第2の主面側の最外層に配置される金属薄板 $2a_2$ と、金属薄板 $2a_1$ 、 $2a_2$ の間に挟まれる金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ を含む。

[0090] 図12(A)には、金属薄板 $2a_1$ が積層体 $2a$ の第1の実施形態で述べられた形状(第1のパターン、かつ貫通部)を有するように、母材P1から金属薄板 $2a_1$ を切断加工して作製する工程が模式的に示されている。母材P1からの切断加工は、金型による打ち抜き加工、またはレーザー光による切断加工などの方法を用いることができる。金属薄板 $2a_2$ も、金属薄板 $2a_1$ と同様の方法で作製することができる。なお、金属薄板 $2a_2$ の貫通部は、形成されていなくてもよい。

[0091] 母材P1の材質としては、例えばタングステンおよびそれを含んだ合金、SUS304などのステンレス鋼およびアルミニウムおよびそれを含んだ合金などを用いることができる。特に、タングステンおよびそれを含んだ合金のような比重の大きな材質であることが好ましい。なお、母材P1は、金属薄板に換えて、前述の樹脂含有薄板が用いられてもよい。

[0092] 図12(B)には、金属薄板 $2a_3$ が積層体 $2a$ の第1の実施形態で述べられた形状(第2のパターン、かつ貫通部)を有するように、母材P2から金属薄板 $2a_2$ を切断加工して作製する工程が模式的に示されている。母材P2からの切断加工は、金属薄板 $2a_1$ と同様の方法を用いることができる。金属薄板 $2a_4$ ないし $2a_6$ も、金属薄板 $2a_3$ と同様の方法で作製することができる。なお、金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ の貫通部は、形成されていなくてもよい。また、母材P2の材質としては、上記の母材P1の材質を用いることができ

る。

[0093] 以上の工程により、少なくとも1枚に貫通部が形成され、金属薄板を含む複数の薄板を作製または準備することができる。図12(C)には、図12(A)、(B)の工程により作製された金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ が模式的に示されている。

[0094] リニア振動モータ100の振動子2の製造方法は、前述の複数の薄板を厚み方向に積層して、少なくとも第1の主面に開口する第1の収容部H1が設けられている積層体2aを含む錘部を形成する工程を備える。

[0095] 図12(D)は、金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ を積層して積層体2aを作製する工程が模式的に示されている。例えば金属薄板 $2a_2$ ないし $2a_6$ に、エポキシ系の接着剤を塗布する。その後、金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ を、金属薄板 $2a_1$ 、 $2a_2$ の間に金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ が挟まれるように厚み方向に積層し、上記の接着剤により互いに接着することにより、積層体2aを形成する。

[0096] これにより、積層体2aには、第1の収容部H1と、第2の収容部H2と、第3の収容部H3と、第4の収容部H4とが設けられる。第1の収容部H1は、第1の主面および第2の主面に開口する貫通部である。第1の収容部H1には、第1の磁石M1が固定される。第2の収容部H2には、第1のシャフト4および第2のシャフト5が収容される。第3の収容部H3には、第2の磁石M2が固定される。第4の収容部H4には、第3の磁石M3が固定される。

[0097] 積層体2aに図2における第1のスリーブ2b、第2のスリーブ2cなどの各シャフトとの係合に必要な部材(不図示)を固定することにより、錘部とすることができる。なお、積層体2aに別の錘部材を取り付けてもよい。

[0098] 前述したように、金属薄板 $2a_2$ は、中央部に貫通部が形成されていなくてもよい。また、第2のパターンを有する金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ は、中央部に貫通部が形成されないものが含まれていてもよい。その場合、第1の収容部H1は、積層体2aの第1の主面に開口する凹部となる。

- [0099] 以上の工程により、複数の薄板を厚み方向に積層して、少なくとも第1の主面に開口する第1の收容部が設けられている積層体を含む錘部を形成することができる。
- [0100] 上記のリニア振動モータ100の振動子2の製造方法では、厚みの低減された錘部を容易に作製することができる。また、金属薄板の作製を母材からの切断加工により行なうことで、タクトタイムを短くすることができ、生産性を向上させることができる。特に、金属薄板の製造を打ち抜きにより行なう場合、取り数を増やしやすく、生産性をさらに向上させることができる。また、製造工程に焼結工程を含まないため、製造コストを低減させることができる。
- [0101] なお、リニア振動モータ100Aの振動子2の製造方法においては、貫通部が設けられていない金属薄板 $2a_1$ ないし $2a_6$ を積層することにより、積層体 $2a$ が形成される。その結果、積層体 $2a$ には、リニア振動モータ100の場合のような、積層体 $2a$ の第1の主面に開口する第1の收容部H1が設けられない。この場合、コイル3は、積層体 $2a$ の第1の主面上に固定される。ただし、積層体 $2a$ の第1の主面側の最外層となる金属薄板 $2a_1$ 、および金属薄板 $2a_3$ ないし $2a_6$ の少なくとも1枚には、貫通部が形成されていてもよい。このような金属薄板を積層することにより、第1の收容部H1が設けられた積層体 $2a$ を得るようにしてもよい。そして、第1の收容部H1にコイル3が固定されるようにしてもよい。
- [0102] ー電子機器の模式的な形態ー
- この開示に係るリニア振動モータが用いられた電子機器の模式的な形態を示す携帯型情報端末1000について、図13を用いて説明する。
- [0103] 図13は、携帯型情報端末1000の透過斜視図である。携帯型情報端末1000は、機器筐体1001と、この開示に係るリニア振動モータ100と、送受信および情報処理に関する電子回路（不図示）とを備えている。機器筐体1001は、第1の部分1001aと第2の部分1001bとを含んでいる。第1の部分1001aは、ディスプレイであり、第2の部分100

1 b は、フレームである。リニア振動モータ 100 は、機器筐体 1001 内に收容されている。

[0104] 携帯型情報端末 1000 には、皮膚感覚フィードバックのため、またはキー操作や着信などを振動で確認するための振動発生装置として、この開示に係るリニア振動モータ 100 が用いられている。なお、携帯型情報端末 1000 に用いられるリニア振動モータは、リニア振動モータ 100 に限られず、この開示に係るリニア振動モータであればよい。

[0105] この開示に係るリニア振動モータは、厚みが低減された錘部を含む振動子を備えているため、薄型化することができる。携帯型情報端末 1000 は、この開示に係るリニア振動モータが用いられているため、薄型化することができる。

[0106] なお、この開示に係るリニア振動モータが用いられた電子機器の模式的な形態の一例として、ディスプレイを備えた携帯型情報端末を示したが、これに限定されるものではない。この開示に係る電子機器は、ディスプレイを備えていなくてもよい。

[0107] 例えばこの開示に係る電子機器として、携帯電話（いわゆるフィーチャーフォン）、スマートフォン、ポータブルビデオゲーム機、ビデオゲーム機用コントローラ、VR（Virtual Reality）装置用コントローラ、スマートウォッチ、タブレット型パソコン、ノート型パソコン、テレビ等の操作に使用するリモートコントローラ、現金自動預け払い機などのタッチパネル型ディスプレイ、各種玩具などの電子機器を挙げることができる。

[0108] この明細書に開示された実施形態は、例示的なものであって、この開示に係る発明は、上記の実施形態および変形例に限定されるものではない。すなわち、この開示に係る発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、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ことが意図される。また、上記の範囲内において、種々の応用、変形を加えることができる。

[0109] この開示に係る発明は、例えば電子機器における皮膚感覚フィードバック

のため、またはキー操作や着信などを振動で確認するための振動発生装置として用いられるリニア振動モータに適用される。皮膚感覚フィードバックとしては、例えばビデオゲーム内での動作（例えばドアの開閉や自動車のハンドル操作など）に対応する触感イメージをコントローラの振動で表現することが挙げられる。ただし、これ以外の皮膚感覚フィードバックであってもよい。

[0110] また、これに限られず、ロボットのアクチュエータとして用いられるリニア振動モータなどにも適用が可能である。

符号の説明

[0111] 100 リニア振動モータ

- 1 筐体
- 2 振動子
 - 2 a 積層体
 - 2 W 錘部
- 3 コイル
- 4 第1のシャフト
- 5 第2のシャフト
- H 1 第1の収容部
- H 2 第2の収容部
- M 1 第1の磁石

請求の範囲

- [請求項1] 筐体と、振動子とを備え、
前記振動子は、錘部を含み、前記筐体内に收容されており、
前記錘部は、少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層された、第1の主面および前記第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む、リニア振動モータ。
- [請求項2] 前記筐体に固定されたコイルをさらに備え、
前記振動子は、第1の磁石をさらに含み、
前記積層体には、少なくとも前記第1の主面に開口する第1の收容部が設けられており、
前記第1の磁石は、前記コイルと対向するように前記第1の收容部に固定されている、請求項1に記載のリニア振動モータ。
- [請求項3] 前記第1の磁石は、前記第1の收容部の内部に收容される、請求項2に記載のリニア振動モータ。
- [請求項4] 前記振動子は、コイルをさらに含み、
前記筐体に前記コイルと対向するように固定された第1の磁石をさらに備える、請求項1に記載のリニア振動モータ。
- [請求項5] 前記振動子を前記筐体内において振動可能に支持するシャフトを備え、
前記積層体には、前記振動子の振動方向に平行な方向に延びる側面に第2の收容部が設けられており、
前記シャフトは、前記第2の收容部に收容されている、請求項1ないし4のいずれか1項に記載のリニア振動モータ。
- [請求項6] 前記複数の薄板は、第1のパターンを有する金属薄板と、第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板とを含み、
前記第1のパターンを有する金属薄板は、前記積層体の第1の主面側および第2の主面側の最外層の少なくとも一方に配置されており、
前記第1のパターンを有する金属薄板の外周により規定される面積

は、前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板の外周により規定される面積より大きい、請求項1ないし5のいずれか1項に記載のリニア振動モータ。

[請求項7] 前記積層体の第1の主面側の最外層に配置されている前記第1のパターンを有する金属薄板、および前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板の少なくとも1枚には、前記第1の收容部を構成する貫通部が形成されている、請求項6に記載のリニア振動モータ。

[請求項8] 前記第1のパターンを有する金属薄板は、前記積層体の第1の主面側および第2の主面側の最外層のそれぞれに配置されており、
前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板のそれぞれの厚みは、前記第1のパターンを有する金属薄板のそれぞれの厚み以上である、請求項6または7に記載のリニア振動モータ。

[請求項9] 前記第1のパターンを有する金属薄板は、前記積層体の第1の主面側および第2の主面側の最外層のいずれか一方に配置されており、
前記第1のパターンを有する金属薄板の厚みは、前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板のそれぞれの厚み以上である、請求項6または7に記載のリニア振動モータ。

[請求項10] 前記複数の薄板は、タングステンを含む、請求項1ないし9のいずれか1項に記載のリニア振動モータ。

[請求項11] 前記第1のパターンを有する金属薄板は、前記積層体の第1の主面側および第2の主面側の最外層のそれぞれに配置されており、
前記第1の收容部を構成する貫通部は、前記積層体の第1の主面側の最外層に配置された前記第1のパターンを有する金属薄板、および前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板に形成されており、

前記積層体の第2の主面側の最外層に配置された前記第1のパターンを有する金属薄板は、前記第1の磁石からの磁束が誘導されるヨ-

ク部である、請求項7に記載のリニア振動モータ。

[請求項12] 前記積層体の第1の主面側の最外層に配置された前記第1のパターンを有する金属薄板、および前記第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板は、タングステンを含み、前記積層体の第2の主面側の最外層に配置された前記第1のパターンを有する金属薄板は、鉄を含む、請求項11に記載のリニア振動モータ。

[請求項13] 前記振動子は、第2の磁石および第3の磁石をさらに含み、前記筐体には、第4の磁石および第5の磁石が固定されており、前記第2の磁石と前記第4の磁石、および前記第3の磁石と前記第5の磁石とは、互いに反発するように互いに対向して配置されている、請求項1ないし12のいずれか1項に記載のリニア振動モータ。

[請求項14] 請求項1ないし13のいずれか1項に記載のリニア振動モータと、機器筐体とを備え、

前記リニア振動モータは、前記機器筐体内に收容されている、電子機器。

[請求項15] 少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板が厚み方向に積層された、第1の主面および前記第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む錘部を備える、振動子。

[請求項16] 前記積層体には、少なくとも前記第1の主面に開口する第1の收容部が設けられている、請求項15に記載の振動子。

[請求項17] 少なくとも1つの金属薄板を含む複数の薄板を作製または準備する工程と、

前記複数の薄板を厚み方向に積層して、第1の主面および前記第1の主面と背向する第2の主面を有する積層体を含む錘部を形成する工程とを備える、振動子の製造方法。

[請求項18] 前記複数の薄板は、第1のパターンを有する金属薄板と、第2のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板とを含み、

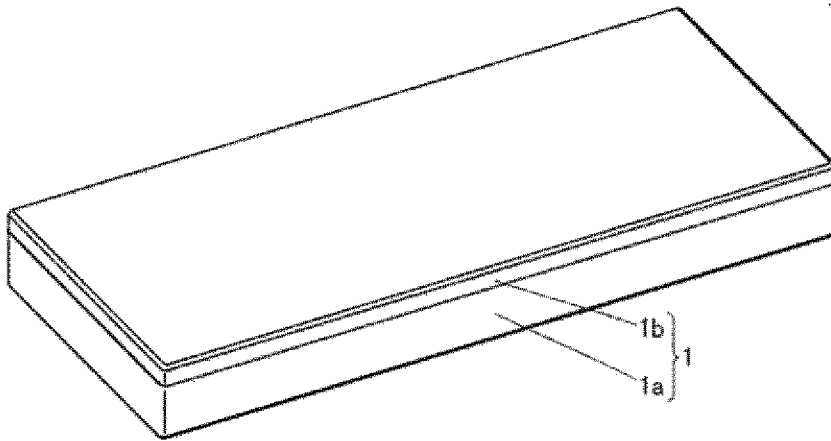
前記積層体の第1の主面側の最外層となるように配置されている前

記第 1 のパターンを有する金属薄板、および前記第 2 のパターンを有する金属薄板または樹脂含有薄板の少なくとも 1 つには、第 1 の収容部を構成する貫通部が形成されている、請求項 17 に記載の振動子の製造方法。

[図1]

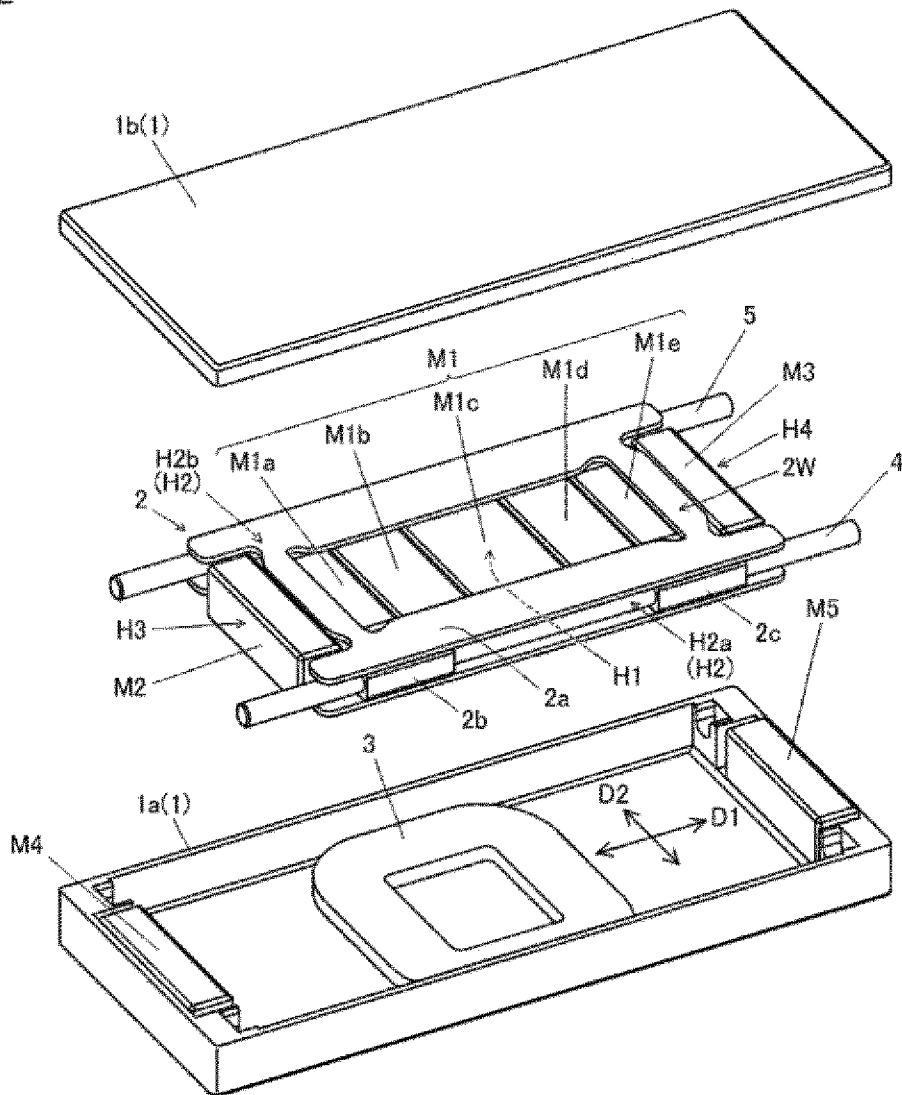
図1

100



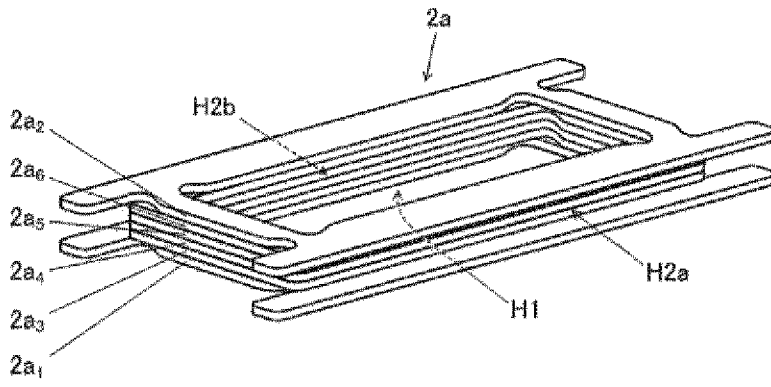
[図2]

図2



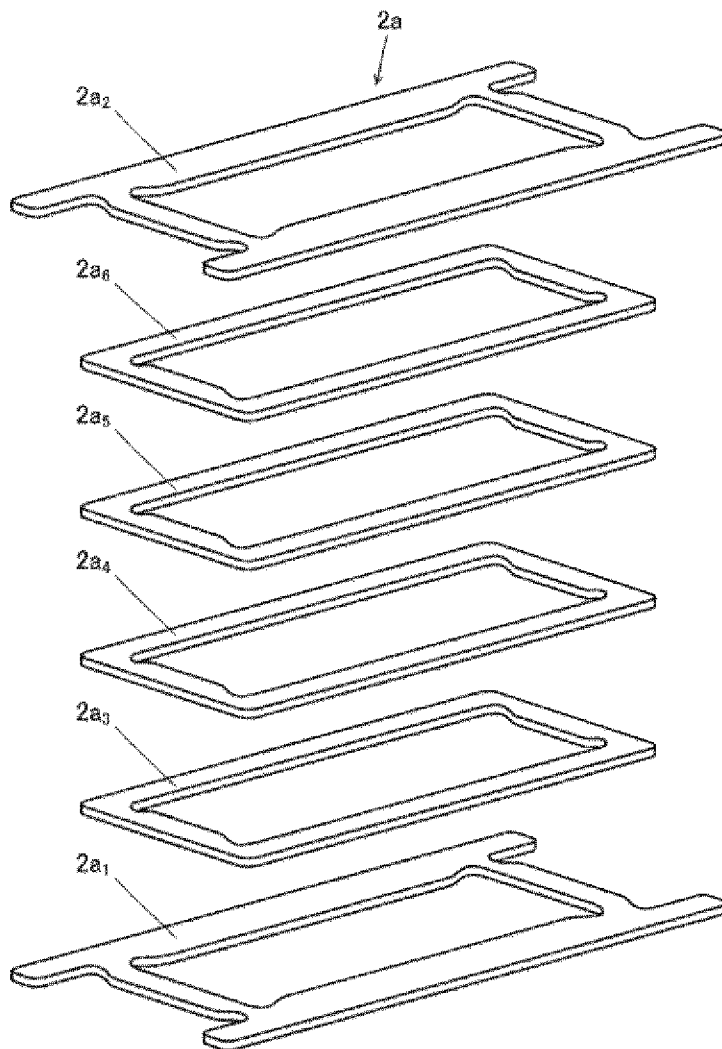
[図3]

図3



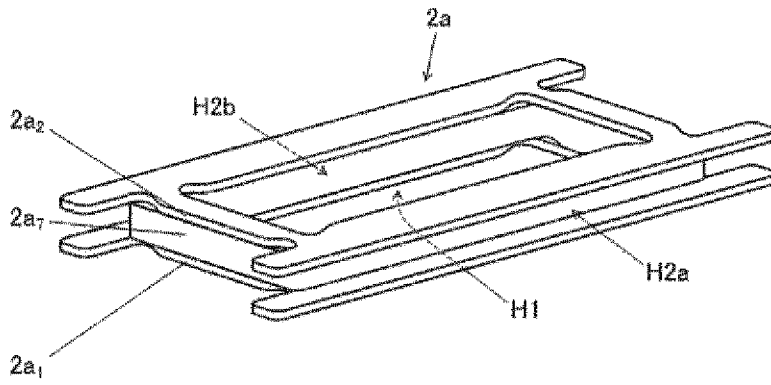
[図4]

図4



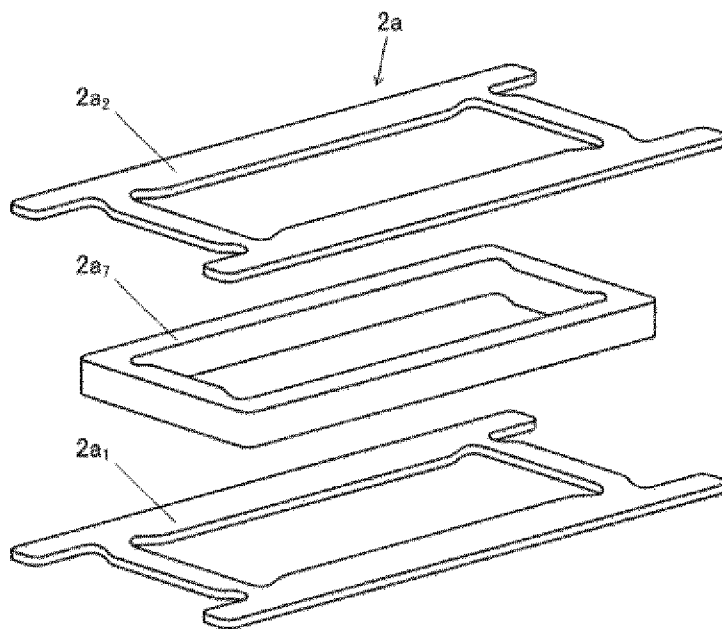
[図5]

図5



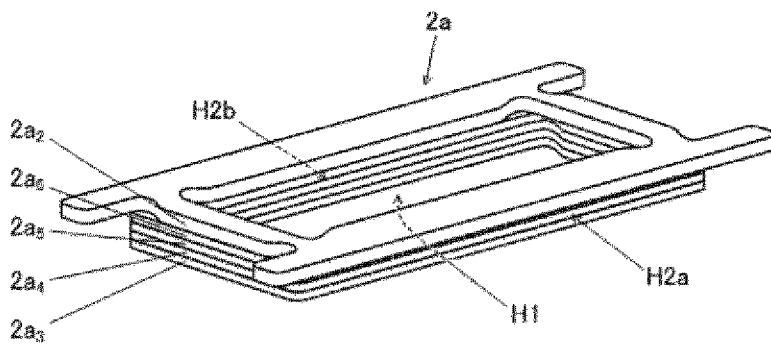
[図6]

図6



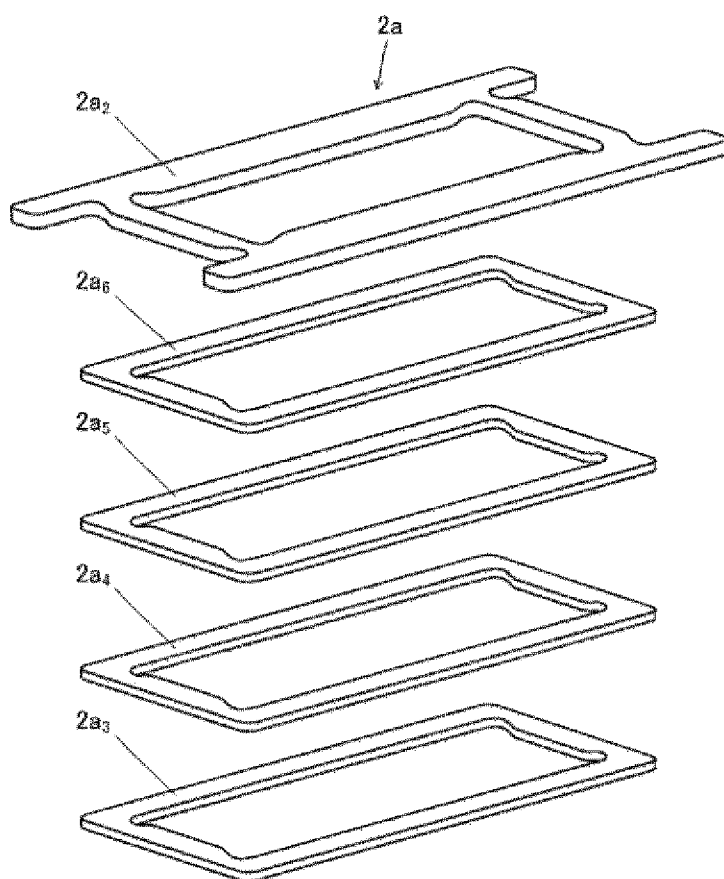
[図7]

図7



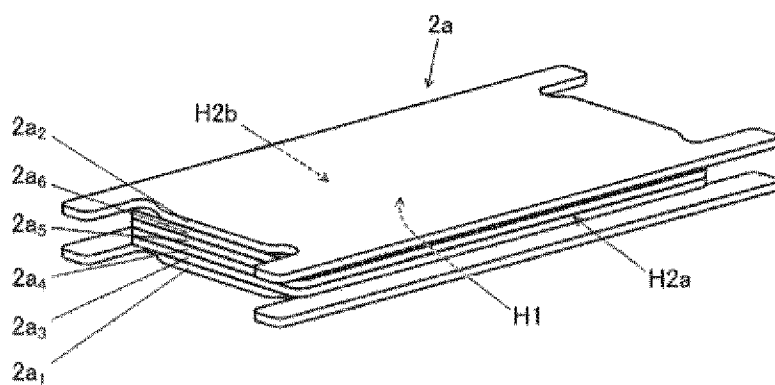
[図8]

図8



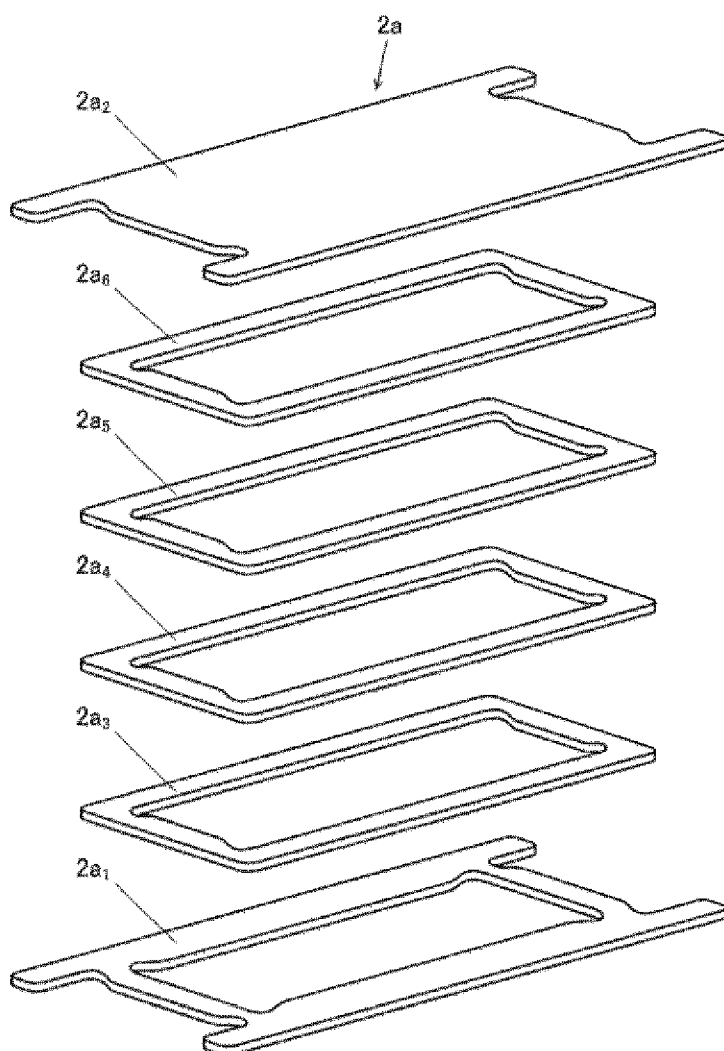
[図9]

図9



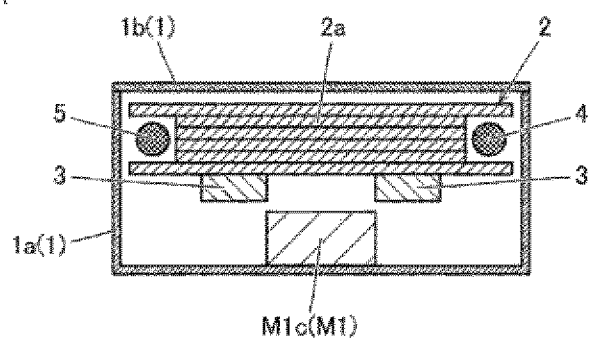
[図10]

図10

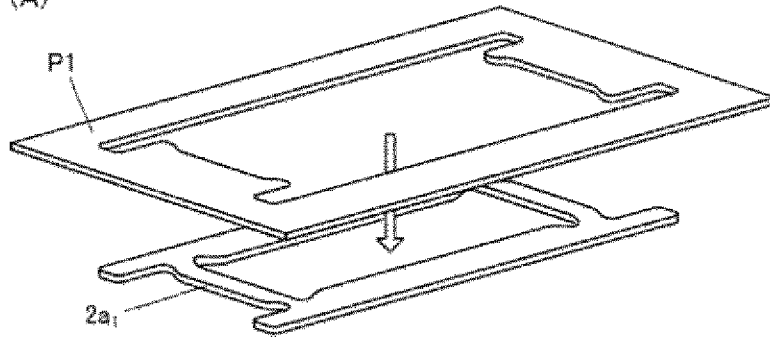


[図11]

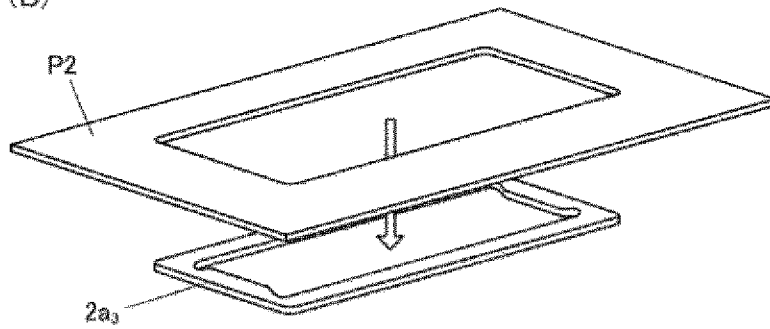
図11



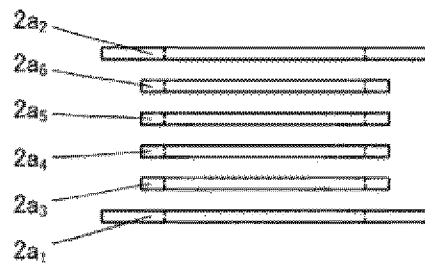
[図12]

図12
(A)

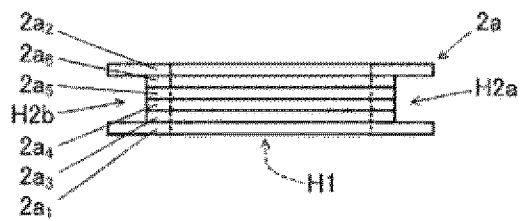
(B)



(C)

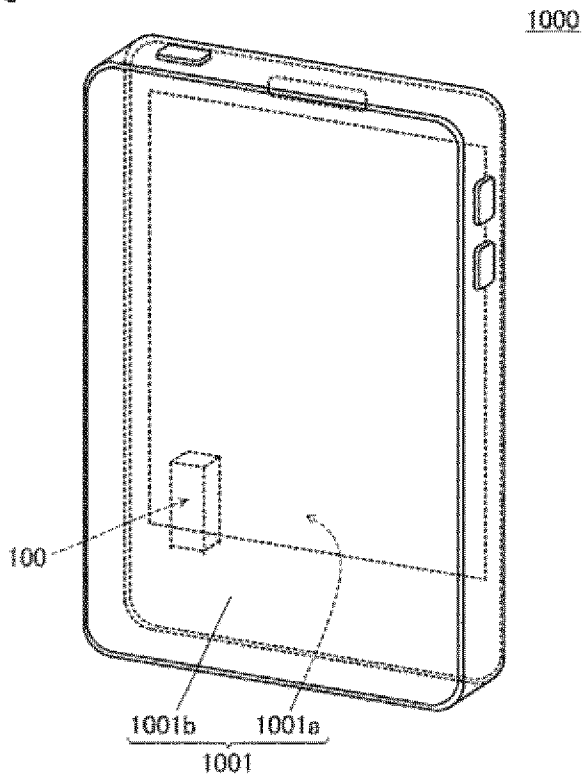


(D)



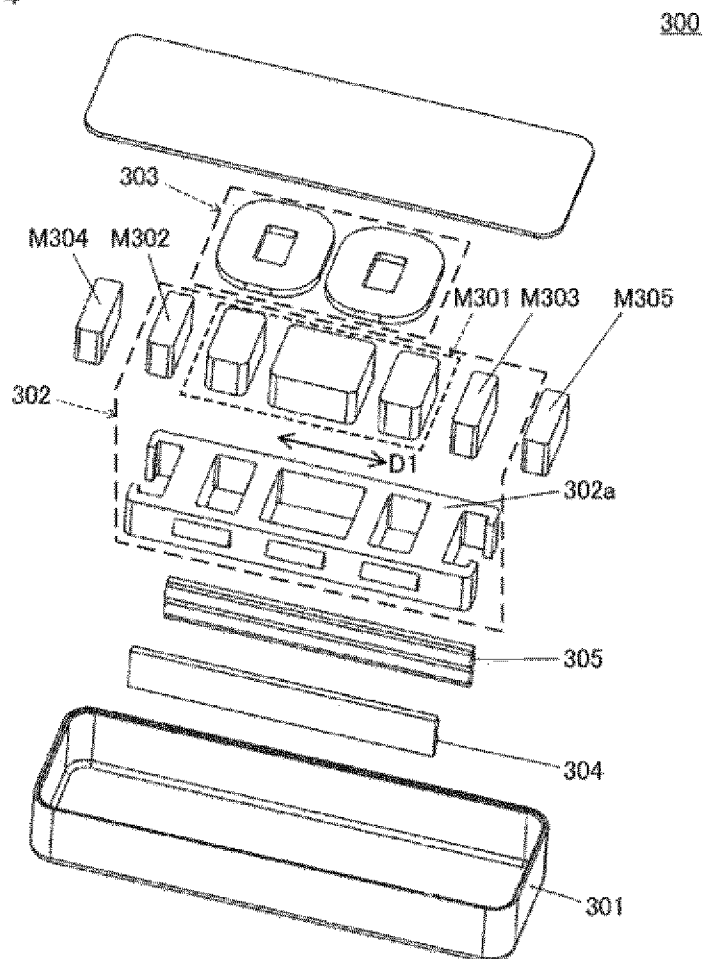
[図13]

図13



[図14]

図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B06B1/04 (2006.01) i, G06F3/041 (2006.01) i
 FI: B06B1/04 Z, G06F3/041 480

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, G06F3/041

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 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X	WO 2018/051920 A1 (ALPS ALPINE CO., LTD.) 22 March 2018, claims, paragraphs [0032], [0036]-[0043], [0083]-[0099], fig. 1-13, 15-17	1-3, 10, 14-18
X	JP 2007-283201 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 01 November 2007, claim 16, paragraphs [0026]-[0038], fig. 1-6	1, 4, 6-9, 11-12, 15-18
Y		5, 13
X	JP 2007-29886 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) 08 February 2007, claim 2, paragraphs [0024]-[0034], fig. 1-3	1, 15, 17
X	JP 2010-51907 A (HASHIMOTO SEIMITSU KOGYO KK) 11 March 2010, claim 1, paragraphs [0015]-[0022], fig. 1-3	1, 15, 17

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
 14.10.2020

Date of mailing of the international search report
 02.11.2020

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/033657

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-63581 A (HIRATA, Hiroshi) 02 March 1990, page 1, lower left column, line 18 to page 2, upper left column, line 2, fig. 4	5
Y	JP 61-210904 A (TOSHIBA CORP.) 19 September 1986, page 4, lower right column, lines 1, 2	13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/033657

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/051920 A1	22.03.2018	US 2019/0207501 A1 paragraphs [0050], [0054]-[0060], [0099]-[0116], claims, fig. 1-13, 15-17 KR 10-2019-0034667 A CN 109690927 A CN 101058092 A	
JP 2007-283201 A	01.11.2007	(Family: none)	
JP 2007-29886 A	08.02.2007	(Family: none)	
JP 2010-51907 A	11.03.2010	(Family: none)	
JP 2-63581 A	02.03.1990	(Family: none)	
JP 61-210904 A	19.09.1986	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B06B 1/04(2006.01)i; G06F 3/041(2006.01)i FI: B06B1/04 Z; G06F3/041 480		
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）） B06B1/04; G06F3/041 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
X	WO 2018/051920 A1（アルプスアルパイン株式会社）22.03.2018（2018-03-22） [請求の範囲], [0032], [0036]-[0043], [0083]-[0099], 図1-13, 15-17	1-3, 10, 14-18
X	JP 2007-283201 A（アルプス電気株式会社）01.11.2007（2007-11-01） [請求項16], [0026]-[0038], 図1-6	1, 4, 6-9, 11-12, 15-18
Y		5, 13
X	JP 2007-29886 A（三菱電機株式会社）08.02.2007（2007-02-08） [請求項2], [0024]-[0034], 図1-3	1, 15, 17
X	JP 2010-51907 A（橋本精密工業株式会社）11.03.2010（2010-03-11） [請求項1], [0015]-[0022], 図1-3	1, 15, 17
Y	JP 2-63581 A（平田 博）02.03.1990（1990-03-02） 1ページ左下欄18行-2ページ左上欄2行, 第4図	5
Y	JP 61-210904 A（株式会社東芝）19.09.1986（1986-09-19） 4ページ右下欄1-2行	13
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 “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 “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） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 14.10.2020	国際調査報告の発送日 02.11.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 三澤 哲也 3V 9827 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/033657

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/051920	A1	22.03.2018	US	2019/0207501	A1	
					[0050], [0054]–[0060],		
					[0099]–[0116], claims, 図		
					1–13, 15–17		
				KR	10-2019-0034667	A	
				CN	109690927	A	
JP	2007-283201	A	01.11.2007	CN	101058092	A	
JP	2007-29886	A	08.02.2007		(ファミリーなし)		
JP	2010-51907	A	11.03.2010		(ファミリーなし)		
JP	2-63581	A	02.03.1990		(ファミリーなし)		
JP	61-210904	A	19.09.1986		(ファミリーなし)		