



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

可動体と、  
支持体と、

弾性および粘弹性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、

前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに対して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、

10

前記コイルと電気的に接続された給電基板と、  
を備え、

前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、

前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに固定されている振動アクチュエータ。

**【請求項 2】**

請求項1記載の振動アクチュエータであって、  
前記ベースプレートは、

前記コイルが設置される平板部と、  
前記平板部に立設され、前記コイルの周囲に配置される一つ以上の側板部と、  
を有し、

20

前記側板部の高さは、前記コイルの厚み以上である振動アクチュエータ。

**【請求項 3】**

請求項2記載の振動アクチュエータであって、

前記ベースプレートは、前記コイルを挟んで対向して配置される一対の前記側板部を有する振動アクチュエータ。

**【請求項 4】**

請求項3記載の振動アクチュエータであって、

前記一対の側板部は、前記コイルを前記第2方向に挟んで対向して配置されている振動アクチュエータ。

30

**【請求項 5】**

請求項1から4のいずれか一項記載の振動アクチュエータであって、

前記永久磁石は、前記第2方向に2極着磁された磁石である振動アクチュエータ。

**【請求項 6】**

請求項1から4のいずれか一項記載の振動アクチュエータであって、

前記永久磁石は、前記コイルに対して前記第1方向の同じ側で前記第2方向に隣り合って配置される一対の磁石からなり、

40

前記一対の磁石それぞれの前記コイルとの対向面の磁極は、互いに逆の極性である振動アクチュエータ。

**【請求項 7】**

可動体と、  
支持体と、

弾性および粘弹性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、

前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに対して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、

前記コイルと電気的に接続された給電基板と、

50

を備え、

前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、

前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに固定されている触覚デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可動体を振動させる振動アクチュエータ及び触覚デバイスに関するものである。

【背景技術】

【0002】

情報を振動によって報知するデバイスとして、永久磁石を有する支持体と、永久磁石と対向するコイルを有する可動体とを備え、コイルに交流電流を流し、コイルに作用するローレンツ力を駆動力として、可動体を振動させるアクチュエータが知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-127789号公報（段落0106-0120、図13-16）

10

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載されたアクチュエータでは、支持体及び可動体はケースに収納されており、ケースには、コイルと電気的に接続される給電基板が固定されている。ケースは、互いにネジ止めされる2つのケース部材からなり、一方のケース部材には、ネジ止めのためのボスが複数設けられている。この種のケース部材は、典型的には樹脂材料からなる。

【0005】

アクチュエータは、動作に伴って昇温する。そして、コイル線は銅等の金属材料からなり、金属材料の線膨張係数と樹脂材料の線膨張係数とは大きく異なる。このため、温度変化に対して、コイル線とケース部材との間に膨張量又は収縮量の差が生じ得る。給電基板は樹脂材料からなるケース部材に固定されており、コイル線とケース部材との間の膨張量又は収縮量の差に起因して、給電基板に接続されるコイルの引き出し線が断線する虞がある。

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みなされたものであり、温度変化に対する耐久性を高めることができる振動アクチュエータ及び触覚デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の振動アクチュエータは、可動体と、支持体と、弾性および粘弾性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに対して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、前記コイルと電気的に接続された給電基板と、を備え、前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに接合されている。

【0008】

30

40

50

また、本発明の一態様の触覚デバイスは、可動体と、支持体と、弾性および粘弾性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに対して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、前記コイルと電気的に接続された給電基板と、を備え、前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに接合されている。

10

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、温度変化に対する耐久性を高めることができる振動アクチュエータ及び触覚デバイスを提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0010】

【図1】本発明の実施形態を説明するための、振動アクチュエータ（触覚デバイス）の一例の斜視図である。

20

## 【図2】図1の振動アクチュエータの分解斜視図である。

## 【図3】図1の振動アクチュエータのアクチュエータ本体の分解斜視図である。

【図4】図3のアクチュエータ本体を支持体と可動体と接続体とに分解した分解斜視図である。

## 【図5】図3のアクチュエータ本体の磁気駆動回路の分解斜視図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下に、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の説明において、可動体の振動方向（第2方向）をXとし、第2方向Xの一方側をX1とし、他方側をX2とする。また、第2方向Xと交差する第1方向をZとし、第1方向Zおよび第2方向Xと交差する第3方向をYとする。

30

## 【0012】

## (全体構成)

図1に示す振動アクチュエータ1は円柱状を呈し、その軸方向は、可動体の振動方向である第2方向Xに一致している。振動アクチュエータ1は、振動アクチュエータ1を手にした利用者に対し、可動体の第2方向Xの振動によって情報を報知し、例えばゲーム機の操作部材等として利用可能である。また、振動アクチュエータ1は、振動によって触覚を提示する触覚デバイスとしても利用可能である。

## 【0013】

図2に示すように、振動アクチュエータ1は、振動アクチュエータ1の外形を規定する外ケース2と、外ケース2に収容されるアクチュエータ本体10とを備える。外ケース2は、円筒状の外ケース本体3と、外ケース本体3の軸方向両側の端部を塞ぐ蓋板4, 5とを有する。外ケース本体3の外周壁は部分的に切り欠かれており、アクチュエータ本体10は、外ケース本体3の外周壁の切欠きを通して、部分的に露出している。なお、外ケース2の形状は、振動アクチュエータ1の利用態様に応じて種々に変更できる。

40

## 【0014】

アクチュエータ本体10は、支持体11と、可動体12と、接続体13とを備える。そして、支持体11は、内ケース20と、ベースプレート30と、コイル40とを有し、可動体12は、永久磁石60と、ヨーク61とを有する。コイル40及び永久磁石60によって磁気駆動回路14が形成され、磁気駆動回路14は、可動体12を支持体11に対して第2方向Xに振動させる。接続体13は、弾性および粘弾性の少なくとも一方を備え、支持体11及び可動体12の双方に接する。接続体13が支持体11と可動体12との間

50

に介在することにより、可動体 1 2 は、第 2 方向 X に振動可能に、支持体 1 1 に支持される。

#### 【 0 0 1 5 】

##### ( 支持体 1 1 の構成 )

図 3 から図 5 に示すように、支持体 1 1 の内ケース 2 0 は角筒状を呈し、その軸方向は、可動体 1 2 の振動方向である第 2 方向 X に一致している。内ケース 2 0 は、第 1 方向 Z の一方側 Z 1 に配置される第 1 ケース部材 2 1 と、他方側 Z 2 に配置される第 2 ケース部材 2 2 とを有する。

#### 【 0 0 1 6 】

第 1 ケース部材 2 1 は、第 1 方向 Z に対して略垂直に配置される第 1 平板部 2 1 1 と、第 1 平板部 2 1 1 の第 3 方向 Y の両端から第 1 方向 Z の他方側 Z 2 に延びる一対の第 1 側板部 2 1 2 とを有する。第 1 側板部 2 1 2 の端部には、矩形状の切り欠き部 2 1 4 と、一対の第 1 フランジ部 2 1 3 とが形成されおり、一対の第 1 フランジ部 2 1 3 は切り欠き部 2 1 4 の両側に隣設されている。

#### 【 0 0 1 7 】

第 2 ケース部材 2 2 は、第 1 方向 Z に対して略垂直に配置される第 2 平板部 2 2 1 と、第 2 平板部 2 2 1 の第 3 方向 Y の両端から第 1 方向 Z の一方側 Z 1 に延びる一対の第 2 側板部 2 2 2 とを有する。第 2 側板部 2 2 2 の端部には第 2 フランジ部 2 2 3 が形成されている。

#### 【 0 0 1 8 】

第 1 ケース部材 2 1 の一対の第 1 フランジ部 2 1 3 と、第 2 ケース部材 2 2 の第 2 フランジ部 2 2 3 とが接合され、筒状の内ケース 2 0 が形成される。支持体 1 1 のベースプレート 3 0 及びコイル 4 0 と、可動体 1 2 の永久磁石 6 0 及びヨーク 6 1 と、接続体 1 3 とは、内ケース 2 0 に収容されている。

#### 【 0 0 1 9 】

ベースプレート 3 0 は、銅、アルミニウム合金等の非磁性金属材料からなる。ベースプレート 3 0 は、コイル 4 0 が固定される矩形状の平板部 3 1 と、一対のフランジ部 3 2 と、一対の側板部 3 3 とを有する。一対のフランジ部 3 2 は、平板部 3 1 の一対の対辺から延設されており、一対の側板部 3 3 は、平板部 3 1 の他の一対の対辺に沿って立設されている。

#### 【 0 0 2 0 】

フランジ部 3 2 は、切り欠き部 2 1 4 を通して内ケース 2 0 から突出し、内ケース 2 0 の第 2 フランジ部 2 2 3 に接合されている。したがって、ベースプレート 3 0 は、内ケース 2 0 の内側において、第 3 方向 Y に対向する一対の第 2 側板部 2 2 2 に架け渡されている。コイル 4 0 が固定されている平板部 3 1 は、内ケース 2 0 の第 1 平板部 2 1 1 及び第 2 平板部 2 2 1 と第 1 方向 Z に対向しており、平板部 3 1 及びコイル 4 0 と第 1 平板部 2 1 1 との間、及び平板部 3 1 及びコイル 4 0 と第 2 平板部 2 2 1 との間には、隙間があかれている。側板部 3 3 は、平板部 3 1 に固定されたコイル 4 0 を第 2 方向 X に挟んで対向している。側板部 3 3 の高さ H は、コイル 4 0 の厚さ T 以上である。

#### 【 0 0 2 1 】

一方のフランジ部 3 2 には、給電基板 4 1 が固定されている。給電基板 4 1 には、一対の第 1 ランド 4 2 と、一対の第 2 ランド 4 3 と、第 1 ランド 4 2 と第 2 ランド 4 3 とを接続している回路パターンとが設けられている。第 1 ランド 4 2 には、コイル 4 0 から引き出されたコイル線の端末部が電気的に接続されており、第 2 ランド 4 3 には、リード線 4 4 の端末部が電気的に接続されている。リード線 4 4 は、内ケース 2 0 と外ケース本体 3 との間の隙間を通って第 2 方向 X の他方側 X 2 に向けて延ばされ、蓋板 5 を貫いて外ケース 2 から引き出されている。コイル 4 0 は、リード線 4 4 及び給電基板 4 1 を介して給電される。

#### 【 0 0 2 2 】

##### ( 可動体 1 2 の構成 )

10

20

30

40

50

図3から図5に示すように、可動体12のヨーク61もまた角筒状を呈する。ただし、ヨーク61の軸方向は、第3方向Yに一致している。ヨーク61は、第1方向Zの一方側Z1に配置される第1ヨーク62と、他方側Z2に配置される第2ヨーク63とを有する。第1ヨーク62及び第2ヨーク63は、鋼等の磁性材料からなる。

#### 【0023】

第1ヨーク62は平板状に形成されており、ベースプレート30及びコイル40と内ケース20の第1平板部211との間で、第1方向Zに対して略垂直に配置されている。第2ヨーク63は、平板部631と、一対の側板部632とを有する。平板部631は、ベースプレート30及びコイル40と内ケース20の第2平板部221との間で、第1方向Zに対して略垂直に配置されている。側板部632は、平板部631の第2方向Xの両端端から第1方向Zの一方側Z1に延びており、ベースプレート30及びコイル40を第2方向Xに挟んで配置されている。そして、側板部632の端部が第1ヨーク62の第2方向Xの両端に接合され、筒状のヨーク61が形成される。ベースプレート30及びコイル40は、筒状のヨーク61の内側に配置されている。

10

#### 【0024】

第1ヨーク62は、内ケース20の第1平板部211と第1方向Zに対向しており、第2ヨーク63の平板部631は、内ケース20の第2平板部221と第1方向Zに対向している。第1ヨーク62と内ケース20の第1平板部211との間、及び第2ヨーク63の平板部631と内ケース20の第2平板部221との間には、接続体13がそれぞれ設けられている。ヨーク61は、これらの接続体13を介して内ケース20に支持されており、ベースプレート30及びコイル40と非接触に配置されている。

20

#### 【0025】

なお、本例では、第1ヨーク62と接続体13との間にウェイト64が介装され、ウェイト64は第1ヨーク62に固定されている。また、第2ヨーク63の平板部631と接続体13との間にウェイト65が介装され、ウェイト65は第2ヨーク63の平板部631に固定されている。これらのウェイト64, 65によって、可動体12の振動特性（例えば共振周波数）が適宜調整されている。

20

#### 【0026】

可動体12の永久磁石60は、筒状のヨーク61の内側において、第2ヨーク63の平板部631上に固定されており、コイル40と第1方向Zに対向している。永久磁石60は、平板状に形成されており、永久磁石60の厚さ方向両側の表面は、第2方向Xに2極に着磁されている。すなわち、永久磁石60を第2方向に並ぶ第1領域601と第2領域602とに分け、例えば、第1領域601の第1方向Zの一方側Z1の表面がS極である場合に、第2領域602の第1方向Zの一方側Z1の表面はN極である。そして、第1領域601の他方側Z2の表面はN極であり、第2領域602の他方側Z2の表面はS極である。

30

#### 【0027】

##### (磁気駆動回路14の構成)

コイル40は、コイル線を長円状に多数巻回してなる空芯のコイルである。コイル線は、永久磁石60の第1領域601を第3方向Yの一方側Y1から他方側Y2に向けて横断し、且つ第2領域602を第3方向Yの他方側Y2から一方側Y1に向けて横断するよう巻回されている。

40

#### 【0028】

##### (動作)

交流電流がコイル40に供給される。コイル40への給電に伴い、第2方向Xのローレンツ力が支持体11側のコイル40に作用し、反力が可動体12側の永久磁石60に作用する。この永久磁石60に作用する反力に起因して、接続体13の第2方向Xのせん断変形を伴い、可動体12が第2方向Xに変位する。そして、ローレンツ力の作用方向が交流の半周期毎に逆転する。これにより、可動体12が第2方向Xに振動する。

#### 【0029】

50

(作用・効果)

コイル40への給電に伴い、コイル40が発熱する。また、コイル40に生じた熱はベースプレート30に伝わり、ベースプレート30の温度が上昇する。ここで、コイル40は銅等の金属材料からなり、ベースプレート30もまた金属材料からなる。そして、コイル40から引き出されたコイル線の端末部が電気的に接続される給電基板41がベースプレート30に固定されている。これにより、コイル40から引き出されたコイル線の端末部の膨張量と、ベースプレート30におけるコイル40と給電基板41との間の領域との膨張量との差が軽減され、コイル線の断線が抑制される。

【0030】

内ケース20(第1ケース部材21及び第2ケース部材22)の材料は、樹脂材料でもよいが、好ましくは熱伝導率の高い金属材料であり、例えばアルミニウム合金である。これにより、コイル40に生じた熱をベースプレート30から内ケース20に速やかに導いてコイル40及びベースプレート30の昇温を抑制でき、コイル線の断線を一層抑制できる。さらに、本例では、外ケース本体3の外周壁の切欠きを通して、内ケース20が部分的に露出し、内ケース20による放熱作用が高められているので、コイル40及びベースプレート30の昇温を一層抑制できる。

【0031】

振動アクチュエータ1の通常の使用において、ベースプレート30及びコイル40と、ベースプレート30及びコイル40を取り囲むヨーク61とは非接触に保たれるが、振動アクチュエータ1に過大な衝撃が作用した場合に、ベースプレート30及びコイル40とヨーク61とが接触する場合がある。この場合に、ベースプレート30においてコイル40の周囲に配置される側板部33の高さHがコイル40の厚みT以上であるので、コイル40とヨーク61との接触を回避でき、コイル線の断線を一層抑制できる。好ましくは、一対の側板部33がコイル40を挟んで対向して配置され、より好ましくは、一対の側板部33は、可動体12の振動方向である第2方向Xに挟んで対向して配置される。これにより、コイル40とヨーク61との接触をより確実に回避できる。

【0032】

また、永久磁石60が第2方向Xに2極着磁された磁石であり、磁気駆動回路14を構成する磁石が一つで足りるので、磁石をヨーク61に固定する作業が容易である。

【0033】

(他の実施の形態)

なお、第2方向Xに2極着磁された永久磁石60に替えて、コイル40に対し第1方向Zの同じ側で第2方向Xに隣り合って配置される一対の永久磁石が用いられてもよい。この場合に、一対の永久磁石それぞれのコイル40との対向面の磁極は、互いに逆の極性とされる。すなわち、永久磁石60の第1領域601及び第2領域602が、領域毎に個別の永久磁石に置換されてもよい。永久磁石60の第1領域601と第2領域602との境界近傍では相対的に磁界強度が低下するが、一対の永久磁石が用いられることにより、一対の永久磁石の間の磁界強度を高めることができる。これにより、効率よく可動体12を振動させることができる。

【0034】

なお、上述した振動アクチュエータ1では、コイル40が支持体11に設けられ、永久磁石60が可動体12に設けられているが、コイル40が可動体12に設けられ、永久磁石60が支持体11に設けられてもよい。

【0035】

以上、説明したとおり、本明細書に開示された振動アクチュエータは、可動体と、支持体と、弾性および粘弾性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに對して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方

10

20

30

40

50

向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、前記コイルと電気的に接続された給電基板と、を備え、前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに接合されている。

**【0036】**

また、本明細書に開示された振動アクチュエータは、前記ベースプレートが、前記コイルが設置される平板部と、前記平板部に立設され、前記コイルの周囲に配置される一つ以上の側板部と、を有し、前記側板部の高さは、前記コイルの厚み以上である。

**【0037】**

また、本明細書に開示された振動アクチュエータは、前記ベースプレートが、前記コイルを挟んで対向して配置される一対の前記側板部を有する。 10

**【0038】**

また、本明細書に開示された振動アクチュエータは、前記一対の側板部が、前記コイルを前記第2方向に挟んで対向して配置されている。

**【0039】**

また、本明細書に開示された振動アクチュエータは、前記永久磁石が、前記第2方向に2極着磁された磁石である。

**【0040】**

また、本明細書に開示された振動アクチュエータは、前記永久磁石が、前記コイルに対して前記第1方向の同じ側で前記第2方向に隣り合って配置される一対の磁石からなり、前記一対の磁石それぞれの前記コイルとの対向面の磁極は、互いに逆の極性である。 20

**【0041】**

また、本明細書に開示された触覚デバイスは、可動体と、支持体と、弾性および粘弾性の少なくとも一方を備え、前記可動体と前記支持体とが対向する位置で前記可動体および前記支持体の双方に接するように配置された接続体と、前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材に設けられた空芯のコイル、および前記コイルに対して第1方向の少なくとも一方側で対向するように前記可動体および前記支持体のうちの他方側部材に設けられた永久磁石を有し、前記可動体を前記支持体に対して前記第1方向と交差する第2方向に振動させる磁気駆動回路と、前記コイルと電気的に接続された給電基板と、を備え、前記コイルが設けられた前記可動体および前記支持体のうちの一方側部材は、非磁性金属材料からなるベースプレートを有し、前記コイル及び前記給電基板は、前記ベースプレートに接合されている。 30

**【符号の説明】**

**【0042】**

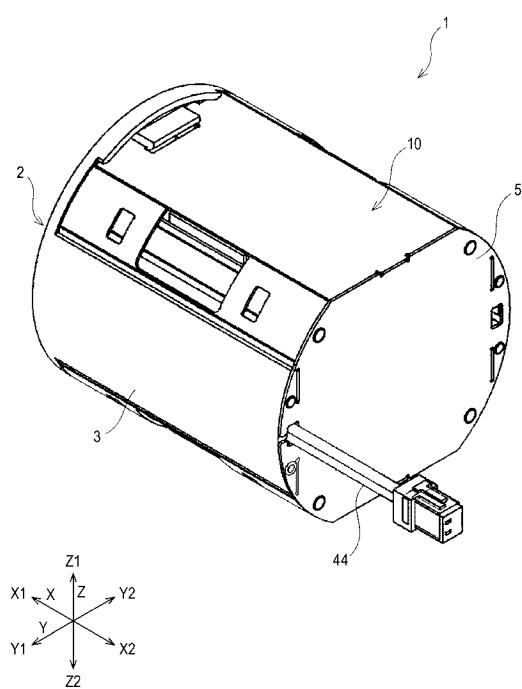
- 1 振動アクチュエータ
- 2 外ケース
- 3 外ケース本体
- 4 蓋板
- 5 蓋板
- 1 0 アクチュエータ本体
- 1 1 支持体
- 1 2 可動体
- 1 3 接続体
- 1 4 磁気駆動回路
- 2 0 内ケース
- 2 1 第1ケース部材
- 2 2 第2ケース部材
- 3 0 ベースプレート
- 3 1 平板部
- 3 2 フランジ部

40

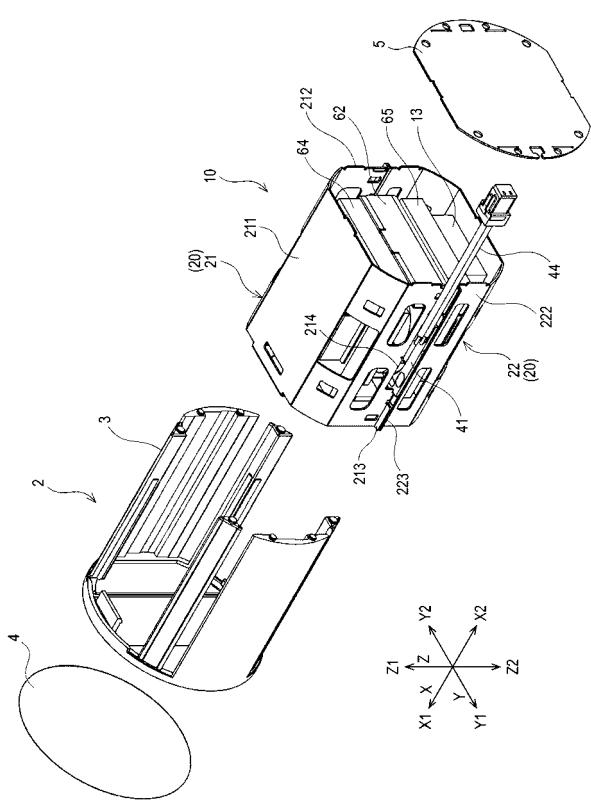
50

3 3	側板部	
4 0	コイル	
4 1	給電基板	
4 2	第1ランド	
4 3	第2ランド	
4 4	リード線	
6 0	永久磁石	
6 1	ヨーク	
6 2	第1ヨーク	10
6 3	第2ヨーク	
6 4	ウェイト	
6 5	ウェイト	
2 1 1	第1平板部	
2 1 2	第1側板部	
2 1 3	第1フランジ部	
2 1 4	切り欠き部	
2 2 1	第2平板部	
2 2 2	第2側板部	
2 2 3	第2フランジ部	
6 0 1	第1領域	20
6 0 2	第2領域	
6 3 1	平板部	
6 3 2	側板部	
X	第2方向	
Y	第3方向	
Z	第1方向	

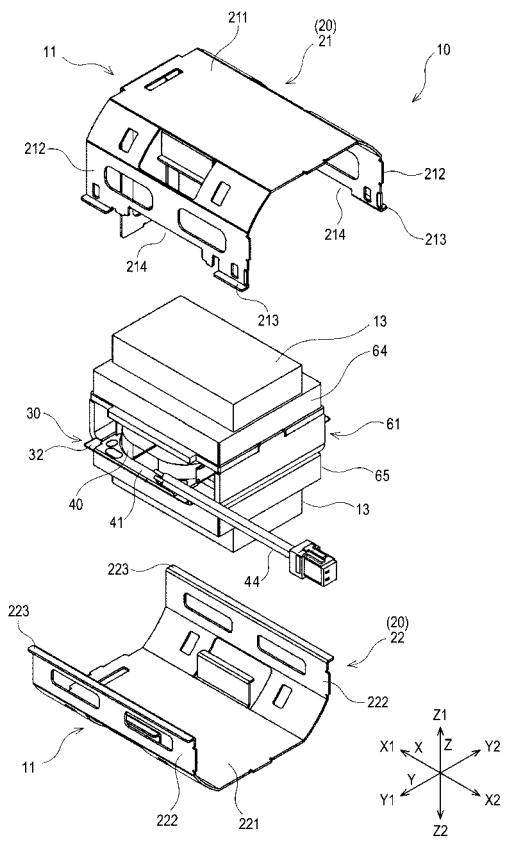
【図 1】



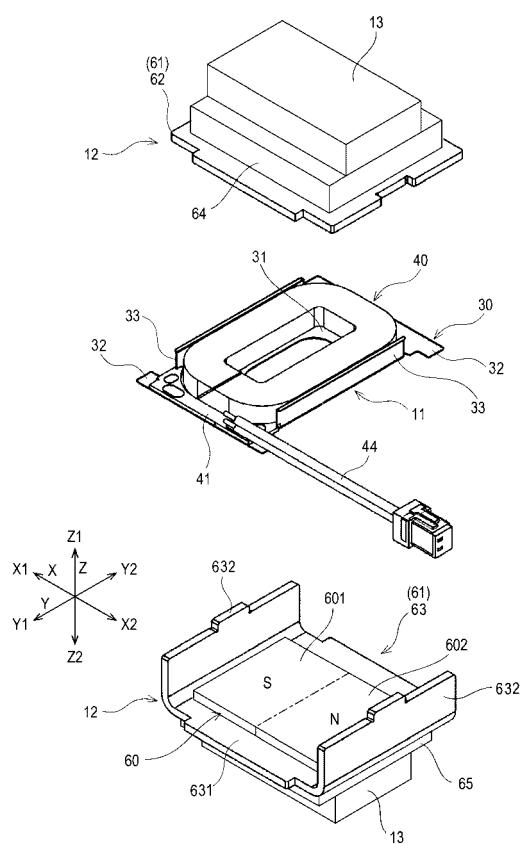
【図 2】



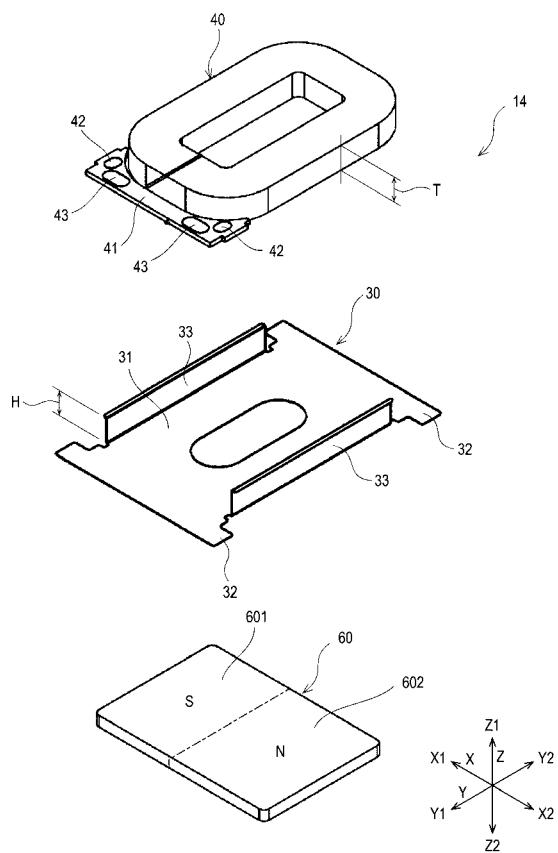
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H633 BB08 BB11 GG02 GG08 GG17 GG26 HH03 HH05 HH09