(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
2022年4月28日(28.04.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/085311 A1

(51) 国際特許分類:
*H01F 37/00* (2006.01) *H01F 1/26* (2006.01)
*H01F 1/153* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/032195

(22) 国際出願日： 2021年9月1日(01.09.2021)

(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 2020-177981 2020年10月23日(23.10.2020) JP

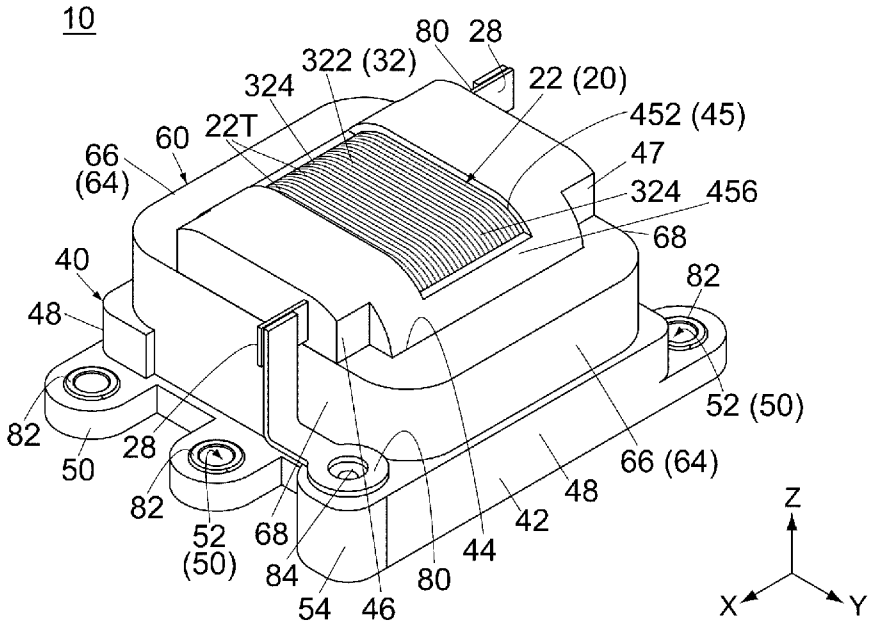
(71) 出願人: 株式会社トーキン (**TOKIN CORPORATION**) [JP/JP]; 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 Miyagi (JP).

(72) 発明者: 玉城 克彰 (**TAMASHIRO Katsuaki**); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 株式会社トーキン内 Miyagi (JP). 新渡戸 祐二(**NITOBE Yuji**); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 株式会社トーキン内 Miyagi (JP). 近藤 将寛(**KONDO Masahiro**); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 株式会社トーキン内 Miyagi (JP). 星 則光 (**HOSHI Norimitsu**); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 株式会社トーキン内 Miyagi (JP). 早坂 秀明(**HAYASAKA Hideaki**); 〒9828510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号 株式会社トーキン内 Miyagi (JP).

(54) **Title:** REACTOR

(54) 発明の名称： リアクトル

[図1]




(57) **Abstract:** This reactor 10 comprises a coil 20 having a winding part 22, a holding member 40, and a magnetic core 60. The winding part 22 is partially buried inside the holding member 40, and has an upper exposed part 32 and a lower exposed part exposed from the holding member 40 in the vertical direction (Z direction). The upper exposed part 32 has an upper curved surface part 324. The upper curved surface part 324 is exposed from the holding member 40 at both sides in the horizontal direction (Y direction). The magnetic core 60 has two outer legs 66. The winding part 22 is positioned

WO 2022/085311 A1

[続葉有]

(74) 代理人：山 崎　拓 哉 (YAMAZAKI Takuya)；〒2490006 神奈川県逗子市逗子五丁目２番５３号三盛楼ビル４階 Kanagawa (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, IT, JO, 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)）

between the two outer legs 66 in the horizontal direction. The holding member 40 has two side walls 44 corresponding to each of the outer legs 66. Each of the side walls 44 is positioned between the corresponding outer leg 66 and the winding part 22 in the horizontal direction.

(57) 要約：リアクトル１０は、巻回部２２を有するコイル２０と保持部材４０と磁気コア６０とを備えている。巻回部２２は、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれており、上下方向（Ｚ方向）において保持部材４０から露出した上側露出部３２及び下側露出部を有している。上側露出部３２は、上側曲面部３２４を有している。上側曲面部３２４は、横方向（Ｙ方向）の両側において保持部材４０から露出している。磁気コア６０は、２つの外脚６６を有している。巻回部２２は、横方向において２つの外脚６６の間に位置している。保持部材４０は、外脚６６に夫々対応する２つの側壁４４を有している。側壁４４の夫々は、横方向において、対応する外脚６６と巻回部２２との間に位置している。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： リアクトル

## 技術分野

[0001]　本発明は、保持部材の内部に部分的に埋め込まれたコイルを備えるリアクトルに関する。

## 背景技術

[0002]　このタイプのリアクトルは、例えば、特許文献１に開示されている。

[0003]　特許文献１には、コイルと、一体化樹脂（保持部材）と、磁気コアとを備えるリアクトルが開示されている。コイルは、保持部材の内部に部分的に埋め込まれており、これにより、保持部材に保持されている。コイルは、所謂メガネコイルである。詳しくは、コイルは、互いに連結された２つの巻回部を有している。巻回部の夫々は、貫通孔（中心孔）の周りを巻回しており、且つ、保持部材の内部に部分的に埋め込まれている。コイルの２つの中心孔は、互いに平行に延びている。磁気コアは、単一の環形状を有しており、２つの中心孔を通過している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第６５９３７８０号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005]　特許文献１のようにコイルの巻回部を保持部材の内部に部分的に埋め込むことで、巻回部のターンがばらけることを防止できる。一方、特許文献１の磁気コアは、全体としてＵＵコアのような形状を有している。メガネコイルとＵＵコア形状の磁気コアとからリアクトルを形成した場合、磁路長が長くなり易く、且つ、磁路の断面積が小さくなり易い。即ち、特許文献１の構造によれば、インダクタンスを大きくするのが難しい。

[0006]　そこで、本発明は、保持部材の内部に部分的に埋め込まれたコイルを備え

るリアクトルであって比較的大きなインダクタンスを有するリアクトル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] 単一の巻回部を有するコイルと、ＥＥコアのような形状の磁気コアとを使用することでリアクトルのインダクタンスを大きくできるはずである。より具体的には、このリアクトルのコイルは、前後方向に沿って延びる単一の中心孔を有している。コイルの巻回部は、中心孔の周りを巻回している。磁気コアは、中脚と、２つの外側部とを有している。中脚は、コイルの中心孔を通過している。２つの外側部は、前後方向と直交する横方向において巻回部を挟んでおり、中脚に繋がっている。即ち、磁気コアは、前後方向及び横方向によって規定される水平面においてＥＥコアのような形状を有している。この構造によれば、磁路長を短くでき、且つ、磁路の断面積を大きくできる。即ち、リアクトルのインダクタンスを大きくできる。

[0008] 上述のような構造のリアクトルは、容易に形成できるように思われる。しかしながら、このリアクトルによれば、磁気コアの外側部は、横方向において巻回部の側面を向くように配置される。仮に、巻回部の側面が磁気コアの外側部に向かって露出している場合、巻回部の側面が破損したような場合、巻回部の側面と磁気コアの外側部との間の絶縁性が低下するおそれがある。従って、保持部材は、磁気コアの外側部に面する巻回部の側面を完全に覆って外側部から絶縁する必要がある。即ち、保持部材は、巻回部の側面を保持部材に埋め込むようにして成型する必要がある。

[0009] 一方、保持部材をこのように成型する場合、コイルを、上下方向に加えて、水平面において移動しないように保持する必要がある。より具体的には、巻回部の側面を金型で抑えつけて保持する必要がある。金型による保持の結果、コイルを埋め込んだ保持部材の側部には、金型の跡が必然的に形成される。より具体的には、保持部材の側部には、巻回部の側面が磁気コアの外側部に向かって露出した部位が形成される。

[0010] 以上の説明から理解されるように、保持部材の内部に部分的に埋め込まれ

たコイルを備えるリアクトルにおいて、ＥＥコアのような形状の磁気コアを備えることは難しい。本願発明の発明者は、この問題を解決するために研究を重ねた結果、コイルを埋め込んだ保持部材の新たな構造を発明した。この新たな構造によれば、保持部材の内部に部分的に埋め込まれたコイルを備えるリアクトルにＥＥコアのような形状の磁気コアを備えることができる。具体的には、本願発明は、以下のリアクトルを提供する。

[0011] 本発明の一の側面は、コイルと、保持部材と、磁気コアとを備えたリアクトルを提供する。前記コイルは、巻回部を有している。前記巻回部は、前後方向に沿って延びる単一の中心軸の周りを巻回している。前記巻回部は、上側露出部と、下側露出部とを有している。前記上側露出部及び前記下側露出部は、前記前後方向と直交する上下方向において、前記巻回部の反対側に夫々位置している。前記巻回部は、前記保持部材の内部に部分的に埋め込まれている。前記上側露出部及び前記下側露出部の夫々は、前記上下方向において前記保持部材から露出している。前記上側露出部は、上側曲面部を有している。前記上側曲面部は、前記前後方向及び前記上下方向の双方と直交する横方向の両側において前記保持部材から露出している。前記磁気コアは、中脚と、２つの外側部とを有している。前記外側部の夫々は、外脚と、２つの連結部とを有している。前記中脚は、前記前後方向と直交する垂直面において前記巻回部に囲まれている。前記巻回部は、前記横方向において２つの前記外脚の間に位置している。前記外側部の夫々において、前記連結部は、前記外脚の前記前後方向における両端を、前記中脚の前記前後方向における両端に夫々連結している。前記保持部材は、前記外脚に夫々対応する２つの側壁を有している。前記側壁の夫々は、前記横方向において、対応する前記外脚と前記巻回部との間に位置している。

[0012] 本発明の他の一の側面は、コイルと、保持部材と、磁気コアとを備えたリアクトルを提供する。前記コイルは、巻回部を有している。前記巻回部は、前後方向に沿って延びる単一の中心軸の周りを巻回している。前記巻回部は、前記保持部材の内部に部分的に埋め込まれている。前記磁気コアは、ギャ

ップレスコアである。前記磁気コアは、中脚と、２つの外側部とを有している。前記外側部の夫々は、外脚と、２つの連結部とを有している。前記中脚は、前記前後方向と直交する垂直面において前記巻回部に囲まれている。前記巻回部は、前記前後方向と直交する横方向において２つの前記外脚の間に位置している。前記外側部の夫々において、前記連結部は、前記外脚の前記前後方向における両端を、前記中脚の前記前後方向における両端に夫々連結している。前記保持部材は、前方上側支持部と、後方上側支持部と、外壁部とを有している。前記前方上側支持部は、前記巻回部の前方に位置しており、且つ、前記前後方向及び前記横方向の双方と直交する上下方向において前記磁気コアの上面と接触している。前記後方上側支持部は、前記巻回部の後方に位置しており、且つ、前記磁気コアの上面と接触している。前記外壁部は、前記上下方向と直交する水平面において、前記磁気コアの外周面と接触している。前記保持部材には、前記リアクトルを対象物に締結するための締結部が設けられている。前記締結部は、前記保持部材と一体に形成されている。

## 発明の効果

[0013] 本発明の一の側面によれば、巻回部の上側露出部は、保持部材から上方に露出しており、巻回部の下側露出部は、保持部材から下方に露出している。この構造から理解されるように、保持部材を成型する際、上側露出部及び下側露出部を金型によって上下に挟むことができる。また、上側曲面部は、横方向の外側に露出している。この構造から理解されるように、保持部材を成型する際、上側曲面部を横方向において金型によって挟むことができ、これにより、水平面において移動しないように保持できる。即ち、本発明の保持部材は、巻回部が部分的に埋め込まれるようにして形成できる。

[0014] 本発明の一の側面によれば、保持部材の側壁は、横方向において巻回部と外脚との間に夫々位置しており、巻回部を磁気コアから絶縁している。従って、保持部材の内部に部分的に埋め込まれたコイルを備えるリアクトルにＥＥコアのような形状の磁気コアを備えることができる。

[0015] 上述のように、本発明の一の側面のリアクトルは、単一の巻回部を有するコイルと、ＥＥコアのような形状の磁気コアとを使用して作製できる。即ち、本発明の一の側面によれば、保持部材の内部に部分的に埋め込まれたコイルを備えるリアクトルであって比較的大きなインダクタンスを有するリアクトルを提供できる。

[0016] 下記の最良の実施の形態の説明を検討することにより、本発明の目的が正しく理解され、且つその構成についてより完全に理解されるであろう。

## 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施の形態によるリアクトルをブスバーとともに示す斜視図である。リアクトルには、ナットが取り付けられている。

[図2]図１のリアクトルを示す上面図である。

[図3]図１のリアクトルを示す下面図である。隠れた磁気コアの輪郭を破線で描画している。

[図4]図１のリアクトルを示す側面図である。

[図5]図１のリアクトルを示す前面図である。コイルの巻回部の隠れた輪郭の一部及び保持部材の隠れた輪郭の一部を破線で描画している。

[図6]図１のリアクトルに磁気コアを形成する前の中間構造体を示す斜視図である。中間構造体には、ナットが取り付けられていない。中間構造体のコイルの巻回部の仮想的な中心軸を破線で描画している。

[図7]図６の中間構造体を示す上面図である。磁気コアを形成した際の磁気コアの外周の輪郭を破線で描画している。

[図8]図６の中間構造体を示す下面図である。磁気コアを形成した際の隠れた磁気コアの輪郭を破線で描画している。

[図9]図６の中間構造体を示す側面図である。コイルの隠れた輪郭の一部を破線で描画している。

[図10]図６の中間構造体を示す前面図である。巻回部のターンの隠れた概略形状を破線で描画している。

[図11]図６の中間構造体のコイルを示す斜視図である。巻回部の仮想的な中

心軸を破線で描画している。

[図12]図１のリアクトルの磁気コアを示す斜視図である。磁気コアの一部を拡大して複合磁性体の構造を模式的に描画している。

[図13]図１２の磁気コアを示す上面図である。磁気コアの部位の間の仮想的な境界線を破線で描画している。

[図14]図１のリアクトルの変形例を示す側面図である。コイルの巻回部の隠れた輪郭の一部を破線で描画している。

[図15]図１４のリアクトルを示す前面図である。コイルの巻回部の隠れた輪郭の一部を破線で描画している。

[図16]図１のリアクトルの別の変形例を示す斜視図である。

## 発明を実施するための形態

[0018] 図１を参照すると、本発明の実施の形態によるリアクトル１０は、昇圧装置（図示せず）の単相リアクトルである。リアクトル１０は、例えば、ＥＶ（Electric Vehicle）のモーター（図示せず）に供給する電流を昇圧するために使用される。即ち、リアクトル１０は、比較的狭い空間内に配置されて高振動環境下で使用される。但し、本発明は、これに限られず、様々なリアクトルに適用可能である。

[0019] 本実施の形態のリアクトル１０は、コイル２０と、絶縁体からなる保持部材４０と、絶縁体からなる４つの締結部５０と、軟磁性体からなる磁気コア６０とを備えている。締結部５０は、保持部材４０に取り付けられている。本実施の形態のリアクトル１０は、上述した部材（コイル２０、保持部材４０、締結部５０及び磁気コア６０）のみを備えている。但し、本発明は、これに限られない。例えば、リアクトル１０は、上述した部材を収容するケース（図示せず）を更に備えていてもよい。

[0020] 図６を参照すると、コイル２０は、締結部５０が取り付けられた保持部材４０とともに中間構造体１２を形成している。中間構造体１２において、コイル２０は、保持部材４０に保持されている。詳しくは、保持部材４０は、コイル２０の大部分を覆うようにしてモールド成型されている。コイル２０

は、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれており、これにより、保持部材４０は、コイル２０を保持している。

[0021] 図１を図６と併せて参照すると、磁気コア６０は、中間構造体１２に固定されている。磁気コア６０は、中間構造体１２とともにリアクトル１０を形成している。中間構造体１２は、磁気コア６０を備えていないことを除き、リアクトル１０と同じ構造を有している。即ち、中間構造体１２のコイル２０、保持部材４０及び締結部５０は、リアクトル１０のコイル２０、保持部材４０及び締結部５０と夫々同じ構造を有している。

[0022] 以下、本実施の形態のコイル２０について説明する。

[0023] 図１１を参照すると、本実施の形態のコイル２０は、被覆電線を巻回して形成されている。被覆電線は、金属からなる導電体を、絶縁体からなる薄い絶縁皮膜によって覆ったものである。コイル２０は、巻回部２２と、２つの端子２８とを有している。巻回部２２は、前後方向（Ｘ方向）に沿って延びる単一の中心軸ＡＸの周りを巻回している。巻回部２２は、中心軸ＡＸの周りを夫々一周程度巻回する複数のターン２２Ｔの集合体である。２つの端子２８は、先端において導電体を露出させつつ、巻回部２２のＸ方向における両端のターン２２Ｔに夫々繋がっている。

[0024] 本実施の形態の巻回部２２は、平角状の被覆電線をエッジワイズ巻きして形成されている。巻回部２２は、ターン２２ＴがＸ方向において互いに密着するように巻回されている。即ち、本実施の形態の巻回部２２は、ソレノイド形状を有している。このように巻回部２２を形成することで、中心軸ＡＸを含む平面におけるターン２２Ｔの断面積を大きくできる。加えて、巻回部２２の巻回数（即ち、ターン２２Ｔの数）を大きくできる。この結果、大電流に適したリアクトル１０が得られる。但し、本発明は、これに限られない。例えば、巻回部２２は、ターン２２ＴがＸ方向において互いに離れるように疎らに巻回されていてもよい。また、巻回部２２は、丸線を巻回して形成してもよい。

[0025] 巻回部２２には、中心孔２４が形成されている。中心孔２４は、Ｘ方向と

直交する垂直面（ＹＺ平面）において巻回部２２によって囲まれた空間である。中心孔２４は、Ｘ方向両側に開口している。本実施の形態の中心孔２４は、ＹＺ平面において、ソレノイド形状の巻回部２２によって完全に囲まれている。詳しくは、巻回部２２は、ＹＺ平面において、内周面２２２と、外周面２２４とを有している。内周面２２２は、ＹＺ平面において中心孔２４に面している。外周面２２４は、ＹＺ平面における巻回部２２の外周を規定している。

[0026] 巻回部２２は、底面２２Ｌを有している。底面２２Ｌは、外周面２２４の一部であり、Ｘ方向と直交する上下方向（Ｚ方向）における巻回部２２の下端（－Ｚ側の端）に位置している。本実施の形態の巻回部２２は、ＹＺ平面において角丸四角形状を有しており、これにより、底面２２Ｌは、Ｚ方向と直交する水平面（ＸＹ平面）に沿って延びている。本実施の形態の巻回部２２は、以上に説明した形状を有している。但し、本発明の巻回部２２の形状は、本実施の形態に限られない。例えば、巻回部２２は、ＹＺ平面において、トラック形状を有していてもよい。

[0027] 図１１に示されるように、本実施の形態の２つの端子２８のうちの一方は、巻回部２２の前端（＋Ｘ側の端）に位置するターン２２Ｔに繋がっており、前方（＋Ｘ方向）に延びている。本実施の形態の２つの端子２８のうちの他方は、巻回部２２の後端（－Ｘ側の端）に位置するターン２２Ｔに繋がっており、後方（－Ｘ方向）に延びている。本実施の形態の端子２８の夫々は、単一のコイル２０の一部であり、巻回部２２と一体の部材である。但し、本発明は、これに限られない。例えば、端子２８の夫々は、巻回部２２と別体の部材であってもよく、溶接等によって巻回部２２に接続されていてもよい。

[0028] 図６から図１０までから理解されるように、巻回部２２は、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれている。詳しくは、図１０を参照すると、巻回部２２の内周面２２２は、保持部材４０によって完全に覆われている。図６及び図１０を参照すると、巻回部２２の外周面２２４の大部分は、保持部材

４０によって覆われている。図９及び図１０を参照すると、巻回部２２の前面（＋Ｘ側の面）及び後面（－Ｘ側の面）の大部分も、保持部材４０によって覆われている。

[0029] 図９を参照すると、端子２８の夫々におけるターン２２Ｔとの接続部は、保持部材４０によって覆われている。一方、端子２８の夫々の先端は、保持部材４０から露出している。即ち、端子２８の夫々は、巻回部２２から保持部材４０の外部に引き出されている。端子２８は、Ｘ方向に沿って互いに離れるように延びている。但し、本発明において、巻回部２２の端子２８を引き出す部位及び端子２８の夫々の形状は、特に限定されない。例えば、端子２８の夫々は、巻回部２２の上面から引き出されて上方に延びていてもよい。

[0030] 以上に説明したように、本実施の形態の巻回部２２の大部分は、保持部材４０の内部に埋め込まれている。この構造により、巻回部２２のターン２２Ｔがばらけることを防止できる。一方、巻回部２２は、上側露出部３２と、下側露出部３４とを有している。上側露出部３２及び下側露出部３４は、保持部材４０をモールド成型する際に使用した金型（図示せず）の跡である。上側露出部３２及び下側露出部３４は、Ｚ方向において、巻回部２２の反対側に夫々位置している。上側露出部３２は、保持部材４０から上方（＋Ｚ方向）に露出している。下側露出部３４は、保持部材４０から下方（－Ｚ方向）に露出している。即ち、上側露出部３２及び下側露出部３４の夫々は、Ｚ方向において保持部材４０から露出している。

[0031] 図６、図７、図９及び図１０を参照すると、本実施の形態の上側露出部３２は、１つの上側平面部３２２と、２つの上側曲面部３２４とを有している。上側平面部３２２及び上側曲面部３２４の夫々は、巻回部２２の外周面２２４の一部である。詳しくは、上側平面部３２２及び上側曲面部３２４は、上側露出部３２の上面（＋Ｚ側の面）を形成している。即ち、上側平面部３２２及び上側曲面部３２４の夫々は、巻回部２２の上面の一部である。

[0032] 上側平面部３２２は、ＸＹ平面に沿って延びている。上側曲面部３２４は

、Ｘ方向及びＺ方向の双方と直交する横方向（Ｙ方向）における上側平面部３２２の反対側に夫々位置している。上側曲面部３２４は、Ｙ方向における上側平面部３２２の両縁に夫々繋がっている。上側曲面部３２４の夫々は、弧を描きつつＹ方向外側及び下方に延びている。即ち、上側曲面部３２４の夫々は、ＹＺ平面において弧形状を有しており、保持部材４０からＹ方向外側に露出している。

[0033] 図８から図１０までを参照すると、本実施の形態の下側露出部３４は、１つの下側平面部３４２と、２つの下側曲面部３４４とを有している。下側平面部３４２及び下側曲面部３４４の夫々は、巻回部２２の外周面２２４の一部である。詳しくは、下側平面部３４２及び下側曲面部３４４は、下側露出部３４の下面（－Ｚ側の面）を形成している。即ち、下側平面部３４２及び下側曲面部３４４の夫々は、巻回部２２の下面の一部である。

[0034] 本実施の形態の下側平面部３４２は、巻回部２２の底面２２Ｌであり、ＸＹ平面に沿って延びている。下側曲面部３４４は、下側平面部３４２のＹ方向における反対側に夫々位置している。下側曲面部３４４は、Ｙ方向における下側平面部３４２の両縁に夫々繋がっている。下側曲面部３４４の夫々は、弧を描きつつＹ方向外側及び上方に延びている。即ち、下側曲面部３４４の夫々は、ＹＺ平面において弧形状を有しており、保持部材４０からＹ方向外側に露出している。

[0035] 図１を参照すると、以下、本実施の形態の保持部材４０の一部及び磁気コア６０について説明するとともに、本実施の形態の保持部材４０の形成方法について説明する。

[0036] 図６及び図７を参照すると、本実施の形態の保持部材４０は、２つの側壁４４を有している。図６及び図１０を参照すると、側壁４４の夫々は、ＸＺ平面と平行に延びる平板形状を有している。側壁４４は、Ｙ方向において互いに離れており、且つ、ＸＺ平面に沿って互いに平行に延びている。

[0037] 図１２を参照すると、本実施の形態の磁気コア６０は、複合磁性体６０Ｍのみからなるギャップレスコアである。即ち、磁気コア６０は、ＸＹ平面に

おいて切れ目なく連続して延びている。複合磁性体６０Ｍは、熱硬化性樹脂等の絶縁体からなるバインダ６０Ｂと、バインダ６０Ｂに分散配置された磁性粉末６０Ｐとを含んでいる。磁性粉末６０Ｐは、軟磁性体からなる。磁性粉末６０Ｐは、バインダ６０Ｂによって互いに結着されており、且つ、互いに絶縁されている。複合磁性体６０Ｍは、バインダ６０Ｂ及び磁性粉末６０Ｐに加えて、非磁性フィラー等の他の材料を含んでいてもよい。このような複合磁性体６０Ｍからなるギャップレスコアは、破損し難く、高振動環境下で使用されるリアクトル１０（図１参照）に適している。

[0038] 図１２及び図１３を参照すると、磁気コア６０は、中脚６２と、２つの外側部６４とを有している。外側部６４の夫々は、外脚６６と、２つの連結部６８とを有している。外側部６４の夫々において、連結部６８は、外脚６６のＸ方向における両端を、中脚６２のＸ方向における両端に夫々連結している。本実施の形態において、これらの部位は互いにギャップなく連続して延びている。磁気コア６０は、上面６０Ｕと、下面６０Ｌと、外周面６０Ｅとを有している。本実施の形態の上面６０Ｕ及び下面６０Ｌの夫々は、ＸＹ平面と平行な滑らかな平面であり、磁気コア６０の全ての部位に亘って連続して延びている。外周面６０Ｅは、磁気コア６０のＸＹ平面における外周を規定している。本実施の形態の外周面６０Ｅは、Ｚ方向と平行に延びる閉じた曲面である。

[0039] 図３を図６と併せて参照すると、磁気コア６０の中脚６２は、中心孔２４の内部に位置している。即ち、磁気コア６０の中脚６２は、ＹＺ平面において巻回部２２に囲まれている。巻回部２２は、Ｙ方向において２つの外脚６６の間に位置している。保持部材４０の２つの側壁４４は、外脚６６に夫々対応して設けられている。即ち、保持部材４０は、外脚６６に夫々対応する２つの側壁４４を有している。側壁４４の夫々は、Ｙ方向において、対応する外脚６６と巻回部２２との間に位置している。

[0040] 図１２を参照すると、本実施の形態の磁気コア６０は、上述の構造を有しており、これにより、ＸＹ平面においてＥＥコアのような形状を有している

。また、本実施の形態の磁気コア６０は、ＸＹ平面について鏡対称な形状を有している。但し、本発明は、これに限られず、磁気コア６０がＸＹ平面においてＥＥコアのような形状を有している限り、磁気コア６０の構造は、様々に変形可能である。例えば、上面６０Ｕ及び下面６０Ｌの夫々には、凹凸が形成されていてもよい。

[0041] 図１を図６と併せて参照すると、本実施の形態のリアクトル１０は、保持部材４０の側壁４４の周囲にＥＥコアのような形状の磁気コア６０を形成することで作製されている。即ち、本実施の形態のリアクトル１０は、単一の巻回部２２を有するコイル２０と、ＥＥコアのような形状の磁気コア６０とを備えている。この構造によれば、所謂メガネコイルと、ＵＵコアのような形状の磁気コアとからなる従来のリアクトルに比べて、磁路長を短くでき、且つ、磁路の断面積を大きくできる。即ち、リアクトル１０のインダクタンスを従来技術に比べて大きくできる。

[0042] 但し、このようなリアクトル１０によれば、磁気コア６０をどのように形成する場合にも、形成された磁気コア６０の外側部６４は、Ｙ方向において巻回部２２の側面を向くように配置される。仮に、巻回部２２の側面が磁気コア６０の外側部６４に向かって露出している場合、例えば巻回部２２の側面の絶縁皮膜（図示せず）が破損した場合、巻回部２２の側面と磁気コア６０の外側部６４との間の絶縁性が低下するおそれがある。

[0043] 従って、保持部材４０は、磁気コア６０に面する巻回部２２の側面を完全に覆って磁気コア６０から絶縁する必要がある。即ち、保持部材４０は、巻回部２２の側面を保持部材４０に埋め込むようにして成型する必要がある。一方、保持部材４０をこのように成型する場合、コイル２０を、Ｚ方向に加えて、ＸＹ平面において移動しないように保持する必要がある。より具体的には、巻回部２２の側面を金型（図示せず）で抑えつけて保持する必要がある。金型による保持の結果、コイル２０を埋め込んだ保持部材４０の側壁４４には、金型の跡が必然的に形成される。より具体的には、保持部材４０の側壁４４には、巻回部２２の側面が磁気コア６０に向かって露出した部位が

形成される。

[0044] 以上の説明から理解されるように、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれたコイル２０を備えるリアクトル１０において、ＥＥコアのような形状の磁気コア６０を備えることは難しい。一方、本実施の形態によれば、コイル２０を埋め込んだ保持部材４０は、従来なかった新たな構造を有している。この新たな構造によれば、以下に説明するように、上側露出部３２及び下側露出部３４を除いて、コイル２０の巻回部２２を保持部材４０の内部に完全に埋め込むようにして、保持部材４０を樹脂等の熱硬化性材料からモールド成型できる。

[0045] 図９及び図１０を参照すると、保持部材４０を形成する際、まず、コイル２０（図１１参照）を作製する。次に、巻回部２２を金型（図示せず）の内部に配置し、コイル２０の上側露出部３２及び下側露出部３４を、金型によって上下に挟む。例えば、下側露出部３４を下側金型（図示せず）の上に配置する。次に、上側露出部３２を上側金型（図示せず）によって下方に加圧し、これにより、下側露出部３４を下側金型に押しつける。このとき、上側曲面部３２４をＹ方向の両側から上側金型によって挟む。巻回部２２を上述のように金型で挟むことで、巻回部２２をＺ方向及びＸＹ平面において位置決めできる。

[0046] 次に、巻回部２２の中心孔２４にスライド金型（図示せず）を挿入する。次に、金型の内部に熱硬化性材料を注入する。次に、熱硬化性材料を固化させる。次に、金型を外す。次に、締結部５０を、固化した熱硬化性材料に取り付ける。この結果、保持部材４０が形成される。即ち、中間構造体１２が作製される。

[0047] 本実施の形態によれば、巻回部２２を上述のように金型（図示せず）で挟むことで、巻回部２２をＺ方向及びＸＹ平面において移動しないように保持できる。即ち、本実施の形態の保持部材４０は、巻回部２２が部分的に埋め込まれるようにして形成できる。但し、本発明は、これに限られず、保持部材４０の形成方法は、必要に応じて様々に変形可能である。例えば、巻回部

２２を位置決めする際、上側曲面部３２４に加えて、下側曲面部３４４をＹ方向の両側から下側金型（図示せず）によって挟んでもよい。更に、下側露出部３４の前面及び後面をＸ方向の両側から下側金型によって挟んでもよい。この方法によれば、巻回部２２をＸＹ平面において、より確実に位置決めできる。

[0048] 図９を参照すると、上側露出部３２及び下側露出部３４の夫々の構造は、保持部材４０を形成する際にコイル２０を位置決めできる限り、様々に変形可能である。

[0049] 例えば、上側露出部３２の上面全体がＹＺ平面において上方に突出した円弧形状を有していてもよい。即ち、上側露出部３２は、１つの上側曲面部３２４のみを有していてもよい。上側露出部３２がどのような形状を有していても、上側曲面部３２４は、Ｙ方向の両側において保持部材４０から露出していればよい。また、下側露出部３４の下面全体がＹＺ平面において下方に突出した円弧形状を有していてもよい。即ち、下側露出部３４は、１つの下側曲面部３４４のみを有していてもよい。下側露出部３４は、下側平面部３４２のみを有していてもよい。下側曲面部３４４が設けられている場合、下側露出部３４がどのような形状を有していても、下側曲面部３４４は、Ｙ方向の両側において保持部材４０から露出していればよい。

[0050] 図９及び図１０を参照すると、本実施の形態によれば、上側露出部３２の上端（＋Ｚ側の端）は、保持部材４０の上端の下方に位置しており、下側露出部３４の下端は、保持部材４０の下端の下方に位置している。即ち、上側露出部３２の前面及び後面は、保持部材４０によって覆われており、下側露出部３４の前面及び後面は、保持部材４０から露出している。但し、本発明は、これに限られず、上側露出部３２及び下側露出部３４の夫々の保持部材４０に対する位置関係は、必要に応じて様々に変形可能である。

[0051] 以下、本実施の形態の保持部材４０及び締結部５０について説明する。

[0052] 図６及び図７を参照すると、本実施の形態の保持部材４０は、２つの側壁４４に加えて、下側支持部４２と、上側支持部４５と、２つの外壁部４８と

、２つの接続部５４とを有している。本実施の形態の保持部材４０は、上述の部位のみを有している。但し、本発明は、これに限られない。例えば、保持部材４０は、上述の部位に加えて、更に別の部位を有していてもよい。一方、上述の部位の夫々は、必要に応じて設ければよい。

[0053] 図６及び図１０を参照すると、本実施の形態の側壁４４の夫々は、保持部材４０と一体に形成されている。換言すれば、側壁４４の夫々は、保持部材４０の一部である。より具体的には、側壁４４の夫々は、保持部材４０のＺ方向における中間部である。巻回部２２を、Ｙ方向における両側の部位、下側の部位及び上側の部位の４つの部位に分けたとき、側壁４４は、巻回部２２のＹ方向における両側の部位を、ＸＹ平面において夫々完全に覆っている。詳しくは、巻回部２２のＹ方向における両側の部位のうち、内周面２２２及び外周面２２４は、２つの側壁４４によって完全に覆われている。加えて、巻回部２２のＹ方向における両側の部位のうち、前端及び後端は、２つの側壁４４によって完全に覆われている。

[0054] 本実施の形態の側壁４４の夫々は、上述の構造を有している。但し、側壁４４が巻回部２２のＹ方向における両側の部位を覆って絶縁している限り、側壁４４の夫々の構造は、特に限定されない。

[0055] 図６及び図８から図１０までを参照すると、本実施の形態の下側支持部４２は、保持部材４０と一体に形成されている。換言すれば、下側支持部４２は、保持部材４０の一部である。より具体的には、下側支持部４２は、保持部材４０の下側の部位（－Ｚ側の部位）である。下側支持部４２は、ＸＹ平面と平行に延びる平板形状を有している。図６、図９及び図１０を参照すると、側壁４４の夫々は、下側支持部４２から上方に延びている。即ち、下側支持部４２は、側壁４４を支持している。

[0056] 図８から図１０までを参照すると、下側支持部４２は、巻回部２２の下側の部位を、ＸＹ平面において部分的に覆っている。詳しくは、巻回部２２の下側の部位のうち、内周面２２２は、下側支持部４２によって完全に覆われている。巻回部２２の下側の部位のうち、外周面２２４、前端及び後端は、

下側支持部４２によって部分的に覆われている。

[0057] より具体的には、図８を参照すると、下側支持部４２には、下側開口４２２が形成されている。下側開口４２２は、下方に開口した空間である。下側開口４２２は、ＸＹ平面において、下側支持部４２の中間部に位置しており、且つ、下側支持部４２の下面４２８に囲まれている。巻回部２２の下側の部位である下側露出部３４は、下側開口４２２から下方に突出して露出している。詳しくは、図９及び図１０を参照すると、下側露出部３４は、下側支持部４２の下面４２８を超えて下方に突出している。

[0058] 本実施の形態の下側支持部４２は、上述の構造を有している。但し、下側支持部４２が巻回部２２の下側の部位の内周面２２２を覆って絶縁しつつ下側露出部３４を下方に露出させている限り、下側支持部４２の構造は、特に限定されない。

[0059] 図６、図７、図９及び図１０を参照すると、本実施の形態の上側支持部４５は、保持部材４０と一体に形成されている。換言すれば、上側支持部４５は、保持部材４０の一部である。より具体的には、上側支持部４５は、保持部材４０の上側の部位（＋Ｚ側の部位）である。図６、図９及び図１０を参照すると、側壁４４の夫々は、下側支持部４２と上側支持部４５との間を上下に延びている。即ち、上側支持部４５は、側壁４４によって支持されている。

[0060] 図６及び図７を参照すると、上側支持部４５は、全体として、ＸＹ平面と平行に延びる平板形状を有している。上側支持部４５は、前方上側支持部４６と、後方上側支持部４７とを有している。即ち、本実施の形態の保持部材４０は、前方上側支持部４６と、後方上側支持部４７とを有している。前方上側支持部４６は、上側支持部４５のうち部分的に前方に張り出した部位である。後方上側支持部４７は、上側支持部４５のうち部分的に後方に張り出した部位である。前方上側支持部４６は、巻回部２２の前方に位置している。後方上側支持部４７は、巻回部２２の後方に位置している。前方上側支持部４６及び後方上側支持部４７の夫々は、下側支持部４２の一部とＺ方向に

おいて対向している。

[0061] 本実施の形態の上側支持部４５は、前方上側支持部４６及び後方上側支持部４７に加えて、側壁４４に夫々対応する２つの上側側壁４５６を有している。上側側壁４５６の夫々は、上側支持部４５のうち部分的にＹ方向外側に張り出した部位である。上側側壁４５６の夫々は、対応する側壁４４の上端に繋がっている。

[0062] 図７、図９及び図１０を参照すると、上側支持部４５は、巻回部２２の上側の部位を、ＸＹ平面において部分的に覆っている。詳しくは、巻回部２２の上側の部位のうち、内周面２２２、前端及び後端は、上側支持部４５によって完全に覆われている。巻回部２２の上側の部位のうち、外周面２２４は、上側支持部４５によって部分的に覆われている。

[0063] より具体的には、図６及び図７を参照すると、上側支持部４５には、上側開口４５２が形成されている。上側開口４５２は、上方に開口した空間である。上側開口４５２は、ＸＹ平面において、上側支持部４５の中間部に位置している。図６及び図９を参照すると、巻回部２２の上側の部位の一部である上側露出部３２は、上側開口４５２の内部に位置しており、且つ、上側支持部４５から露出している。

[0064] 本実施の形態の上側支持部４５は、上述の構造を有している。但し、本発明は、これに限られない。上側支持部４５が巻回部２２の上側の部位の内周面２２２を覆って絶縁しつつ上側露出部３２を上方及びＹ方向両側に露出させている限り、上側支持部４５の構造は、特に限定されない。

[0065] 図６、図７及び図９を参照すると、本実施の形態の外壁部４８の夫々は、保持部材４０と一体に形成されている。換言すれば、外壁部４８の夫々は、保持部材４０の一部である。外壁部４８は、側壁４４と夫々対応するようにして下側支持部４２に設けられている。

[0066] 図６及び図７を参照すると、外壁部４８は、下側支持部４２のＹ方向における両側に夫々位置している。外壁部４８の夫々は、対応する側壁４４をＸＹ平面において部分的に囲みつつ、下側支持部４２から上方に延びている。

詳しくは、外壁部４８の夫々は、ＸＹ平面における内周面４８２を有している。内周面４８２の夫々のＸ方向における中間部は、Ｘ方向に沿って直線状に延びている。内周面４８２の夫々のＸ方向における両端部は、弧を描きつつＹ方向内側に延びている。内周面４８２の夫々と、対応する側壁４４との間には溝が形成されている。

[0067] 本実施の形態の外壁部４８の夫々は、上述の構造を有している。但し、本発明は、これに限られない。例えば、外壁部４８の夫々は、下側支持部４２と別体に形成した後に下側支持部４２に取り付けられて固定されていてもよい。また、外壁部４８の夫々は、必要に応じて設ければよい。

[0068] 図１を参照すると、本実施の形態の接続部５４の夫々は、金属等の導電体からなるブスバー８０を保持部材４０に固定するための部位である。図６及び図７を参照すると、本実施の形態の接続部５４の夫々は、保持部材４０と一体に形成されている。換言すれば、接続部５４の夫々は、保持部材４０の一部である。本実施の形態の接続部５４は、外壁部４８と夫々対応するようにして設けられている。接続部５４のうちの一方は、対応する外壁部４８から前方に張り出している。接続部５４のうちの他方は、対応する外壁部４８から後方に張り出している。接続部５４の夫々には、接続穴５６が形成されている。接続穴５６の夫々は、下方に凹んだ底のある穴である。接続穴５６の夫々は、上方に開口している。

[0069] 本実施の形態の接続部５４の夫々は、上述の構造を有している。但し、本発明は、これに限られない。例えば、接続部５４の配置は、特に限定されない。また、接続部５４の夫々は、必要に応じて設ければよい。

[0070] 図１を参照すると、本実施の形態の締結部５０の夫々は、リアクトル１０を回路基板等の対象物（図示せず）に固定するための部位である。図６及び図７を参照すると、本実施の形態の保持部材４０には、リアクトル１０を対象物に締結するための４つの締結部５０が設けられている。但し、本発明は、これに限られない。例えば、締結部５０の数は、３以下であってもよいし、５以上であってもよい。また、締結部５０は、必要に応じて設ければよい

。

[0071] 図６及び図７を参照すると、本実施の形態の締結部５０は、巻回部２２のＸ方向における外側に位置している。詳しくは、締結部５０のうちの２つは、下側支持部４２から前方に張り出している。締結部５０のうちの他の２つは、下側支持部４２から後方に張り出している。図８及び図９を参照すると、締結部５０の夫々の下面５０８は、Ｚ方向において、下側支持部４２の下面４２８と同じ位置にあり、下面４２８から連続して延びている。即ち、締結部５０の下面５０８の夫々は、下側支持部４２の下面４２８と面一である。図６から図８までを参照すると、締結部５０の夫々には、締結孔５２が形成されている。締結孔５２の夫々は、締結部５０をＺ方向に貫通している。

[0072] 図６を参照すると、本実施の形態において、保持部材４０の部位（下側支持部４２、側壁４４、上側支持部４５、外壁部４８及び接続部５４）は、互いに一体に形成されている。一方、本実施の形態によれば、締結部５０のうちの２つは、スライド金型（図示せず）のスライド経路の真下に位置している。このように配置された締結部５０を保持部材４０と同時に成型するのは難しい。このため、本実施の形態の締結部５０の夫々は、保持部材４０を互いに一体に形成した後に、下側支持部４２に取り付けられている。

[0073] 一般的に、締結部５０のような付加的部位を保持部材４０と同時に形成できない場合、付加的部位を除くリアクトル１０（図１参照）を作製した後に、付加的部位を形成するためのモールド成型が行われる。一方、本実施の形態によれば、保持部材４０が形成された後に、予め製造された締結部５０の夫々を下側支持部４２に取り付ける。この製造方法によれば、成型工程を増やすことなく、締結部５０の夫々を、下側支持部４２のＸ方向外側に配置できる。即ち、本実施の形態によれば、リアクトル１０の製造コストを低減できる。但し、本発明は、これに限られない。例えば、締結部５０の夫々を、下側支持部４２のＹ方向外側に配置してもよい。この配置によれば、締結部５０を保持部材４０と同時かつ一体に形成でき、これにより、リアクトル１０の製造コストを更に低減できる。

[0074] 以下、本実施の形態の磁気コア６０（図１２参照）の形成方法について説明する。

[0075] 図１及び図６を図１２と併せて参照すると、本実施の形態の磁気コア６０は、中間構造体１２に対して複合磁性体６０Ｍからなる磁性スラリーを射出することによって形成されている。図６を図１と併せて参照すると、本実施の形態の磁気コア６０は、中間構造体１２の中心孔２４の内部を埋め、且つ、中間構造体１２の側壁４４の夫々をＸＹ平面において囲むようにして射出成型されている。即ち、本実施の形態のリアクトル１０は、中間構造体１２と、射出成型された磁気コア６０とを備えている。

[0076] 仮に、磁性スラリーを射出する部位においてコイル２０（特に、巻回部２２）が露出している場合、巻回部２２が磁性スラリーによって直接的に覆われるおそれがある。即ち、巻回部２２は、形成された磁気コア６０から絶縁されないおそれがある。

[0077] 一方、本実施の形態によれば、保持部材４０の側壁４４の夫々は、Ｙ方向において巻回部２２と磁気コア６０との間に位置しており、巻回部２２を磁気コア６０から絶縁している。詳しくは、巻回部２２のうち下側支持部４２の上方に位置する部位は、上側露出部３２を除いて、保持部材４０によって完全に覆われており絶縁されている。上側露出部３２は、磁性スラリーを射出する部位から死角になっている。加えて、下側支持部４２は、巻回部２２のうち下側支持部４２の下方に位置する部位を、Ｚ方向において覆い隠している。従って、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれたコイル２０を備えるリアクトル１０にＥＥコアのような形状の磁気コア６０を備えることができる。

[0078] 本実施の形態によれば、磁気コア６０を射出成型する際、巻回部２２は、磁性スラリーと接触しない。但し、磁気コア６０の形成方法は、本実施の形態に限られない。例えば、磁気コア６０は、注型コアであってもよい。

[0079] 以上に説明したように、本実施の形態のリアクトルは、単一の巻回部２２を有するコイル２０と、ＥＥコアのような形状の磁気コア６０とを使用して

作製できる。即ち、本実施の形態によれば、保持部材４０の内部に部分的に埋め込まれたコイル２０を備えるリアクトル１０であって比較的大きなインダクタンスを有するリアクトル１０を提供できる。

[0080] 図１２を参照すると、前述したように、本実施の形態の磁気コア６０は、複合磁性体６０Ｍのみから形成されている。但し、本発明は、これに限られない。例えば、磁気コア６０は、複合磁性体６０Ｍからなる部位に加えて、軟磁性体からなる圧粉コア（図示せず）を含んでいてもよい。即ち、磁気コア６０は、少なくとも部分的に複合磁性体６０Ｍから形成されていてもよい。例えば、複数の圧粉コアの小片を埋め込むようにして複合磁性体６０Ｍからなる部位を形成してもよい。磁気コア６０が圧粉コアを含むことで、リアクトル１０（図１参照）のインダクタンスを大きくできる。

[0081] 磁気コア６０は、圧粉コアのみから形成されていてもよい。例えば、射出成型に代えて、複数の圧粉コアを接着剤によって互いに固定して磁気コア６０を形成してもよい。即ち、磁気コア６０は、複数の圧粉コアを互いに接合した組立体であってもよい。磁気コア６０を圧粉コアのみから形成することで、リアクトル１０（図１参照）のインダクタンスを更に大きくできる。

[0082] 図１及び図６を参照すると、本実施の形態の側壁４４の夫々には、巻回部２２及び外脚６６の双方に向かって開口した孔が形成されていない。この構造により、巻回部２２を磁気コア６０から更に確実に絶縁できる。但し、本発明は、これに限られない。例えば、側壁４４の夫々には、絶縁の妨げにならない程度の孔が形成されていてもよい。

[0083] 本実施の形態の上側露出部３２は、Ｙ方向に沿ってリアクトル１０を見たときに視認可能である。但し、本発明は、これに限られない。例えば、図４及び図５を参照すると、上側側壁４５６は、上側露出部３２の上側曲面部３２４からＹ方向において離れつつ、上側露出部３２全体のＹ方向外側に位置していてもよい。換言すれば、上側露出部３２を、保持部材４０によってＸＹ平面において切れ目なく囲んでもよい。この変形例によれば、巻回部２２を磁気コア６０から更に確実に絶縁できる。

[0084] 図４を参照すると、本実施の形態の磁気コア６０は、Ｚ方向において、巻回部２２の上側露出部３２と下側露出部３４との間に位置している。即ち、本実施の形態の磁気コア６０は、磁気コア６０のＺ方向における位置が上側露出部３２及び下側露出部３４の夫々のＺ方向における位置と重ならないように配置されている。この配置によれば、巻回部２２を磁気コア６０から更に確実に絶縁できる。但し、本発明は、これに限られない。例えば、上側露出部３２を、保持部材４０によってＸＹ平面において切れ目なく囲んだ場合、磁気コア６０のＺ方向における位置は、上側露出部３２のＺ方向における位置と重なっていてもよい。

[0085] 図１を参照すると、本実施の形態の保持部材４０の下側支持部４２、前方上側支持部４６、後方上側支持部４７及び外壁部４８は、以下のように設けられている。図５を参照すると、下側支持部４２は、磁気コア６０の下面６０Ｌと接触しており、下面６０Ｌを支持している。図１及び図４を参照すると、前方上側支持部４６及び後方上側支持部４７の夫々は、磁気コア６０の上面６０Ｕと接触している。図２を参照すると、外壁部４８の夫々は、ＸＹ平面において、磁気コア６０の外周面６０Ｅと接触している。詳しくは、外壁部４８の夫々の内周面４８２は、ＸＹ平面において、磁気コア６０の外周面６０Ｅと接触している。

[0086] 本実施の形態の下側支持部４２、前方上側支持部４６、後方上側支持部４７及び外壁部４８は、上述のように設けられているため、磁気コア６０を、下側支持部４２、前方上側支持部４６、後方上側支持部４７及び外壁部４８によって規定される所定の位置に射出成型できる。

[0087] 本実施の形態の磁気コア６０は、Ｚ方向において前方上側支持部４６及び後方上側支持部４７の夫々と下側支持部４２との間に挟み込まれており、Ｘ方向及びＹ方向の夫々において２つの外周面６０Ｅの間に挟み込まれている。即ち、本実施の形態の磁気コア６０は、Ｚ方向及びＸＹ平面において移動しないように確実に位置決めされている。この構造によれば、磁気コア６０の位置ずれによるインダクタンスの変化を防止できるとともに、磁気コア６

０の破損が防止できる。但し、本発明は、これに限られない。例えば、前方上側支持部４６、後方上側支持部４７及び外壁部４８は、必要に応じて設ければよい。

[0088] 以下、本実施の形態のリアクトル１０について説明する。

[0089] 図１を参照すると、本実施の形態のリアクトル１０は、使用時に、回路基板のような対象物（図示せず）に固定される。その際、リアクトル１０の４つの締結部５０の締結孔５２に、４つのナット８２を夫々取り付ける。ナット８２の夫々は、締結孔５２に圧入してもよいし、締結部５０を成型する際に、締結部５０にインサート成型してもよい。次に、ネジ（図示せず）をナット８２に夫々ねじ込んで、締結部５０を対象物に固定する。

[0090] 本実施の形態のリアクトル１０は、対象物（図示せず）に固定された後、２つのブスバー８０を使用して電源（図示せず）に接続される。その際、２つの接続部５４の接続穴５６に、２つのナット８４を夫々取り付ける。ナット８４の夫々は、接続穴５６に圧入してもよいし、保持部材４０を成型する際に、接続部５４にインサート成型してもよい。次に、ブスバー８０の上端を、溶接等によってコイル２０の端子２８に夫々固定し接続する。次に、ネジ（図示せず）をブスバー８０の下端の通過孔（図示せず）及び導電体からなる導電部材（図示せず）の通過孔（図示せず）を介してナット８４に夫々ねじ込んで、ブスバー８０を２つの導電部材に夫々固定し接続する。この結果、リアクトル１０を使用する際、電源から導電部材を介してコイル２０に大電流が流れる。

[0091] 本実施の形態の磁気コア６０は、複合磁性体６０Ｍ（図１２参照）から形成されているため、コイル２０に大電流が流れた場合にも磁気飽和し難い。従って、本実施の形態のリアクトル１０は、磁気特性を維持しつつ小型化可能である。即ち、本実施の形態によれば、大電流に適合した小型のリアクトル１０が得られる。

[0092] 一般に、複合磁性体６０Ｍ（図１２参照）のみからなる磁気コア６０を備えたリアクトル１０は、圧粉コアを備えたリアクトルに比べて、コイル２０

に３０～４０Ａ程度の比較的低い電流が流れたときのインダクタンスである初期インダクタンスが低い。従って、必要な昇圧性能を得るために、電流を比較的長時間流す必要がある。しかしながら、電流を流すにつれてコアロスが増大する。一方、本実施の形態の磁気コア６０は、以下に説明する低損失材料から形成されており、これにより、コアロスを低減できる。

[0093] 本実施の形態の磁気コア６０に含まれる複合磁性体６０Ｍ（図１２参照）の磁性粉末６０Ｐ（図１２参照）は、不可避不純物を除き組成式$Fe_{X1}B_{X2}Si_{X3}P_{X4}C_{X5}Cu_{X6}Cr_{X7}$で表される合金粉末であり、Ｘ１＋Ｘ２＋Ｘ３＋Ｘ４＋Ｘ５＋Ｘ６＋Ｘ７＝１００ａｔ％、７９≦Ｘ１≦８６ａｔ％、４≦Ｘ２≦１３ａｔ％、０≦Ｘ３≦８ａｔ％、１≦Ｘ４≦１４ａｔ％、０≦Ｘ５≦５ａｔ％、０．４≦Ｘ６≦１．４ａｔ％、０≦Ｘ７≦３ａｔ％である。この組成によれば、磁気コア６０のコアロスを小さくできる。但し、本発明は、これに限られず、磁性粉末６０Ｐの組成は、リアクトル１０に求められる様々な磁気特性を考慮して設定すればよい。

[0094] 磁性粉末６０Ｐ（図１２参照）は、上述の組成式におけるＦｅの一部をＣｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる１種類以上の元素で置換した前記合金粉末であってもよい。この場合、Ｃｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる１種類以上の元素は組成全体の３ａｔ％以下である。また、Ｃｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる１種類以上の元素とＦｅとの合計はＸ１ａｔ％である。

[0095] 磁気コア６０のコアロスを更に小さくするという観点から、以上のような組成を有する合金粉末は、αＦｅのナノ結晶を含んでいることが好ましい。ナノ結晶の形状は、実質的に真球形状であることが好ましい。また、ナノ結

晶を真球近似したときのナノ結晶の平均粒径（Ｄ５０）は、５ｎｍ以上かつ５０ｎｍ以下であることが好ましい。

[0096] 図４を参照すると、リアクトル１０の使用時に巻回部２２に電流が流れると、巻回部２２及び磁気コア６０に熱が生じる。生じた熱が蓄積されると、リアクトル１０が設計通りに動作しないおそれがある。更に、リアクトル１０が破損するおそれがある。一方、本実施の形態の巻回部２２の底面２２Ｌは、保持部材４０の下方に位置している。この配置によれば、リアクトル１０を回路基板等の対象物（図示せず）に固定したとき、底面２２Ｌを対象物に接触させて放熱させることができる。即ち、本実施の形態の底面２２Ｌは、放熱部として機能する。また、図１を参照すると、本実施の形態の上側露出部３２は、空気中に熱を放射する放熱部として機能する。但し、本発明は、これに限られない。例えば、巻回部２２の底面２２ＬのＺ方向における位置は、必要に応じて変形可能である。

[0097] 図２を参照すると、本実施の形態のリアクトル１０は、Ｚ方向に沿って上方から見ると、１８０度回転対称な形状を有している。リアクトル１０をＺ方向と平行に延びる軸の周りに１８０度回転したときの形状は、公差を除き、回転させる前の形状と同じである。この構造により、２つのブスバー８０として互いに同じ２つの部品を使用でき、これにより、リアクトル１０の製造コストを低減できる。加えて、リアクトル１０の強度設計が容易になる。

[0098] 本実施の形態のリアクトル１０は、巻回部２２の上側露出部３２を含めて、１８０度回転対称な形状を有している。詳しくは、上方に露出したターン２２Ｔの夫々は、Ｙ方向に沿って真っ直ぐ延びている。但し、本発明は、これに限られない。例えば、ターン２２Ｔの夫々は、Ｙ方向と僅かに斜交していてもよい。即ち、リアクトル１０は、Ｚ方向に沿って上方から見ると、実質的に１８０度回転対称な形状を有していればよい。

[0099] 本実施の形態のリアクトル１０は、既に説明した変形例に加えて、更に様々に変形可能である。以下、リアクトル１０の２つの変形例について説明する。

[0100] 図１４及び図１５を図４及び図５と比較すると、第１の変形例によるリアクトル１０Ａは、リアクトル１０と同じコイル２０、磁気コア６０及び締結部５０を備えており、リアクトル１０の保持部材４０と異なる保持部材４０Ａを備えている。保持部材４０Ａの下側支持部４２は、保持部材４０の下側支持部４２に比べて下方に位置している。保持部材４０Ａの外壁部４８Ａは、保持部材４０の外壁部４８に比べてＺ方向において長く延びている。保持部材４０Ａは、この相違点を除いて、保持部材４０と同じ構造を有している。

[0101] 本変形例によれば、締結部５０の下面５０８を、巻回部２２の底面２２Ｌと面一にできる。即ち、締結部５０の下面５０８を含む下側支持部４２全体の下面を、巻回部２２の底面２２Ｌと面一にできる。本変形例によれば、リアクトル１０Ａを製造する際のリアクトル１０Ａの高さ管理が容易になり、これにより、リアクトル１０Ａの製造コストが低減できる。

[0102] 図１６を図１と比較すると、第２の変形例によるリアクトル１０Ｂは、リアクトル１０と同じコイル２０、磁気コア６０及び締結部５０を備えており、リアクトル１０の保持部材４０と異なる保持部材４０Ｂを備えている。保持部材４０Ｂは、保持部材４０が有していない上壁部４５４Ｂを有している。上壁部４５４Ｂは、上側支持部４５の上側開口４５２を部分的に塞ぐようにして設けられている。詳しくは、上壁部４５４Ｂは、巻回部２２の上側平面部３２２のＹ方向における中間部を覆うようにして、Ｘ方向に沿って上側開口４５２全体に亘って延びている。保持部材４０Ｂは、この相違点を除いて、保持部材４０と同じ構造を有している。

[0103] 本変形例によれば、保持部材４０Ｂのモールド成型を可能にしたまま、巻回部２２の上側露出部３２を部分的に塞ぐことができ、これにより、巻回部２２の絶縁性をさらに高めることができる。

[0104] 本発明は２０２０年１０月２３日に日本国特許庁に提出された日本特許出願第２０２０－１７７９８１号に基づいており、その内容は参照することにより本明細書の一部をなす。

[0105] 本発明の最良の実施の形態について説明したが、当業者には明らかなように、本発明の精神を逸脱しない範囲で実施の形態を変形することが可能であり、そのような実施の形態は本発明の範囲に属するものである。

## 符号の説明

[0106]

| | |
|---|---|
| １０，１０Ａ，１０Ｂ | リアクトル |
| １２ | 中間構造体 |
| ２０ | コイル |
| ２２ | 巻回部 |
| ２２Ｌ | 底面 |
| ２２Ｔ | ターン |
| ２２２ | 内周面 |
| ２２４ | 外周面 |
| ２４ | 中心孔 |
| ２８ | 端子 |
| ３２ | 上側露出部 |
| ３２２ | 上側平面部 |
| ３２４ | 上側曲面部 |
| ３４ | 下側露出部 |
| ３４２ | 下側平面部 |
| ３４４ | 下側曲面部 |
| ４０，４０Ａ，４０Ｂ | 保持部材 |
| ４２ | 下側支持部 |
| ４２２ | 下側開口 |
| ４２８ | 下面 |
| ４４ | 側壁 |
| ４５ | 上側支持部 |
| ４５２ | 上側開口 |
| ４５４Ｂ | 上壁部 |

| | |
|---|---|
| ４５６ | 上側側壁 |
| ４６ | 前方上側支持部 |
| ４７ | 後方上側支持部 |
| ４８，４８Ａ | 外壁部 |
| ４８２ | 内周面 |
| ５０ | 締結部 |
| ５０８ | 下面 |
| ５２ | 締結孔 |
| ５４ | 接続部 |
| ５６ | 接続穴 |
| ６０ | 磁気コア |
| ６０Ｕ | 上面 |
| ６０Ｌ | 下面 |
| ６０Ｅ | 外周面 |
| ６０Ｍ | 複合磁性体 |
| ６０Ｂ | バインダ |
| ６０Ｐ | 磁性粉末 |
| ６２ | 中脚 |
| ６４ | 外側部 |
| ６６ | 外脚 |
| ６８ | 連結部 |
| ＡＸ | 中心軸 |
| ８０ | ブスバー |
| ８２，８４ | ナット |

# 請求の範囲

[請求項1] コイルと、保持部材と、磁気コアとを備えたリアクトルであって、

前記コイルは、巻回部を有しており、

前記巻回部は、前後方向に沿って延びる単一の中心軸の周りを巻回しており、

前記巻回部は、上側露出部と、下側露出部とを有しており、

前記上側露出部及び前記下側露出部は、前記前後方向と直交する上下方向において、前記巻回部の反対側に夫々位置しており、

前記巻回部は、前記保持部材の内部に部分的に埋め込まれており、

前記上側露出部及び前記下側露出部の夫々は、前記上下方向において前記保持部材から露出しており、

前記上側露出部は、上側曲面部を有しており、

前記上側曲面部は、前記前後方向及び前記上下方向の双方と直交する横方向の両側において前記保持部材から露出しており、

前記磁気コアは、中脚と、２つの外側部とを有しており、

前記外側部の夫々は、外脚と、２つの連結部とを有しており、

前記中脚は、前記前後方向と直交する垂直面において前記巻回部に囲まれており、

前記巻回部は、前記横方向において２つの前記外脚の間に位置しており、

前記外側部の夫々において、前記連結部は、前記外脚の前記前後方向における両端を、前記中脚の前記前後方向における両端に夫々連結しており、

前記保持部材は、前記外脚に夫々対応する２つの側壁を有しており、

前記側壁の夫々は、前記横方向において、対応する前記外脚と前記巻回部との間に位置している

リアクトル。

[請求項2] 請求項１記載のリアクトルであって、

前記磁気コアは、ギャップレスコアであり、少なくとも部分的に複合磁性体からなり、

前記複合磁性体は、バインダと、前記バインダに分散配置された磁性粉末とを含んでいる

リアクトル。

[請求項3] 請求項２記載のリアクトルであって、

前記磁気コアは、前記複合磁性体のみからなる

リアクトル。

[請求項4] 請求項１から請求項３までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記側壁の夫々には、前記巻回部及び前記外脚の双方に向かって開口した孔が形成されていない

リアクトル。

[請求項5] 請求項１から請求項４までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記下側露出部は、下側曲面部を有しており、

前記下側曲面部は、前記横方向の両側において前記保持部材から露出している

リアクトル。

[請求項6] 請求項５記載のリアクトルであって、

前記上側露出部は、上側平面部と、２つの前記上側曲面部とを有しており、

前記上側曲面部は、前記横方向において、前記上側平面部の反対側に夫々位置しており、

前記下側露出部は、下側平面部と、２つの前記下側曲面部とを有しており、

前記下側曲面部は、前記横方向において、前記下側平面部の反対側

に夫々位置している

リアクトル。

[請求項7] 請求項１から請求項６までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記磁気コアは、前記上下方向において、前記上側露出部と前記下側露出部との間に位置している

[請求項8] 請求項１から請求項７までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記保持部材は、下側支持部と、前方上側支持部と、後方上側支持部とを有しており、

前記下側支持部は、前記磁気コアの下面を支持しており、

前記前方上側支持部は、前記巻回部の前方に位置しており、且つ、前記磁気コアの上面と接触しており、

前記後方上側支持部は、前記巻回部の後方に位置しており、且つ、前記磁気コアの上面と接触している

リアクトル。

[請求項9] 請求項８記載のリアクトルであって、

前記保持部材には、前記リアクトルを対象物に締結するための締結部が設けられており、

前記下側支持部は、前記保持部材と一体に形成されており、

前記締結部は、前記下側支持部に取り付けられている

リアクトル。

[請求項10] 請求項９記載のリアクトルであって、

前記締結部の下面は、前記巻回部の底面と面一である

リアクトル。

[請求項11] 請求項１から請求項１０までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記保持部材は、外壁部を有しており、

前記外壁部は、前記上下方向と直交する水平面において、前記磁気コアの外周面と接触している

リアクトル。

[請求項12] 請求項１から請求項１１までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記複合磁性体の前記磁性粉末は、不可避不純物を除き組成式$Fe_{X1}B_{X2}Si_{X3}P_{X4}C_{X5}Cu_{X6}Cr_{X7}$で表される合金粉末であり、

Ｘ１＋Ｘ２＋Ｘ３＋Ｘ４＋Ｘ５＋Ｘ６＋Ｘ７＝１００ａｔ％、７９≦Ｘ１≦８６ａｔ％、４≦Ｘ２≦１３ａｔ％、０≦Ｘ３≦８ａｔ％、１≦Ｘ４≦１４ａｔ％、０≦Ｘ５≦５ａｔ％、０．４≦Ｘ６≦１．４ａｔ％、０≦Ｘ７≦３ａｔ％である

リアクトル。

[請求項13] 請求項１２記載のリアクトルであって、

前記磁性粉末は、Ｆｅの一部をＣｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる１種類以上の元素で置換した前記合金粉末であり、Ｃｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる前記１種類以上の元素は組成全体の３ａｔ％以下であり、Ｃｏ，Ｎｉ，Ｖ，Ｎｂ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｍｏ，Ｔａ，Ｗ，Ａｇ，Ａｕ，Ｐｄ，Ｋ，Ｃａ，Ｍｇ，Ｓｎ，Ｚｎ，Ｔｉ，Ａｌ，Ｍｎ，Ｓ，Ｏ，Ｎ，Ｙ及び希土類元素から選ばれる前記１種類以上の元素とＦｅとの合計はＸ１ａｔ％である

リアクトル。

[請求項14] 請求項１２又は請求項１３記載のリアクトルであって、

前記合金粉末は、αＦｅのナノ結晶を含んでおり、

前記ナノ結晶の平均粒径（Ｄ５０）は、５ｎｍ以上かつ５０ｎｍ以

下である

リアクトル。

[請求項15] 請求項１から請求項１４までのいずれかに記載のリアクトルであって、

前記リアクトルは、前記上下方向に沿って上方から見ると、１８０度回転対称な形状を有している

リアクトル。

[請求項16] コイルと、保持部材と、磁気コアとを備えたリアクトルであって、

前記コイルは、巻回部を有しており、

前記巻回部は、前後方向に沿って延びる単一の中心軸の周りを巻回しており、

前記巻回部は、前記保持部材の内部に部分的に埋め込まれており、

前記磁気コアは、ギャップレスコアであり、

前記磁気コアは、中脚と、２つの外側部とを有しており、

前記外側部の夫々は、外脚と、２つの連結部とを有しており、

前記中脚は、前記前後方向と直交する垂直面において前記巻回部に囲まれており、

前記巻回部は、前記前後方向と直交する横方向において２つの前記外脚の間に位置しており、

前記外側部の夫々において、前記連結部は、前記外脚の前記前後方向における両端を、前記中脚の前記前後方向における両端に夫々連結しており、

前記保持部材は、前方上側支持部と、後方上側支持部と、外壁部とを有しており、

前記前方上側支持部は、前記巻回部の前方に位置しており、且つ、前記前後方向及び前記横方向の双方と直交する上下方向において前記磁気コアの上面と接触しており、

前記後方上側支持部は、前記巻回部の後方に位置しており、且つ、

前記磁気コアの上面と接触しており、

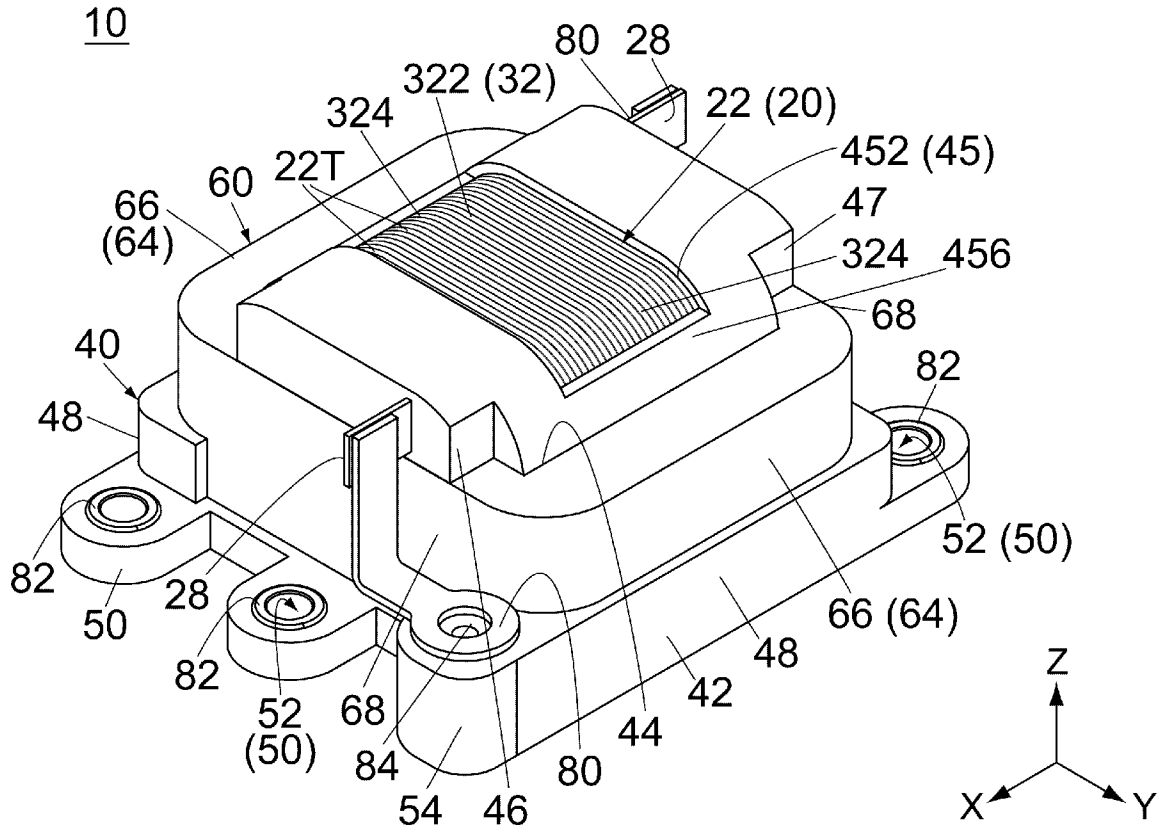
前記外壁部は、前記上下方向と直交する水平面において、前記磁気コアの外周面と接触しており、

前記保持部材には、前記リアクトルを対象物に締結するための締結部が設けられており、

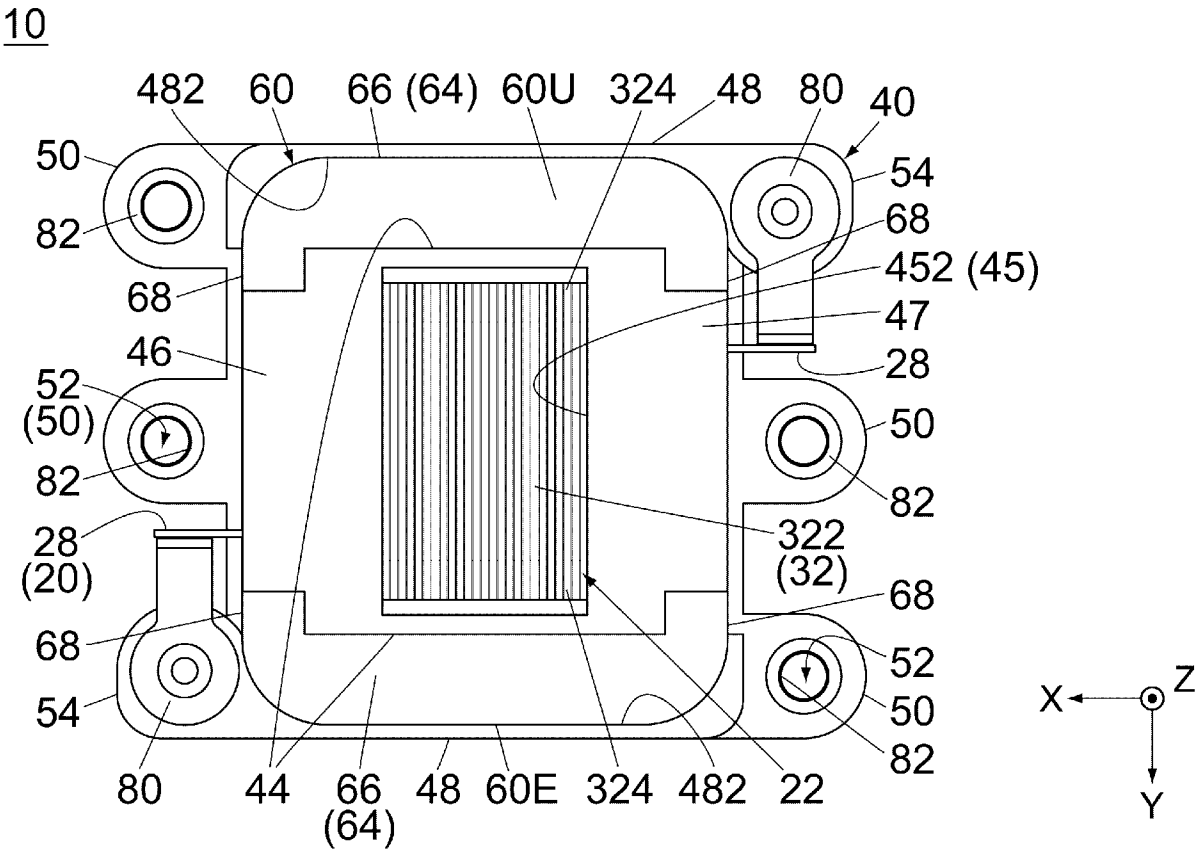
前記締結部は、前記保持部材と一体に形成されている

リアクトル。

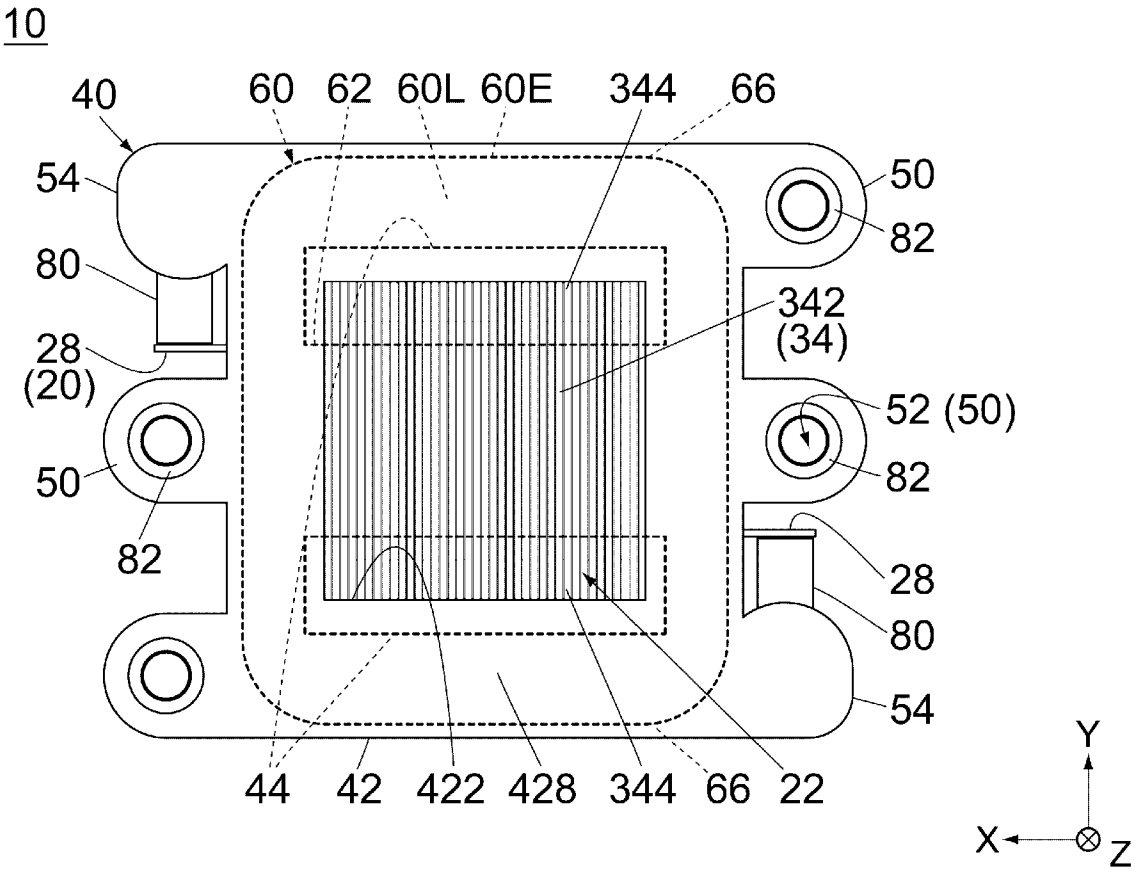
[図1]


10
80
28
322 (32)
22 (20)
324
452 (45)
22T
60
47
66
(64)
324
456
68
40
82
48
82
52 (50)
28
50
66 (64)
82
48
42
52
(50)
68
44
84
80
54
46
Z
X
Y

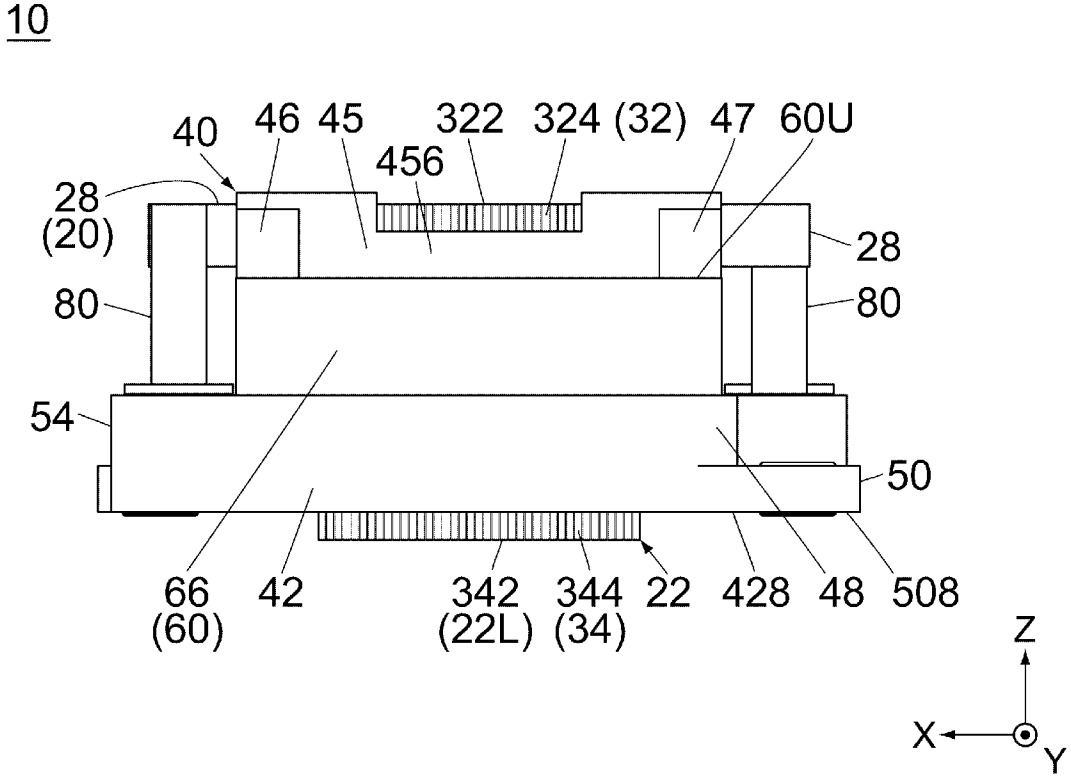
[図2]


10
482
60
66 (64)
60U
324
48
80
40
50
54
82
68
68
452 (45)
47
46
28
52
(50)
50
82
82
322
(32)
28
(20)
68
68
52
54
50
82
80
44
66
(64)
48
60E
324
482
22
X
Z
Y

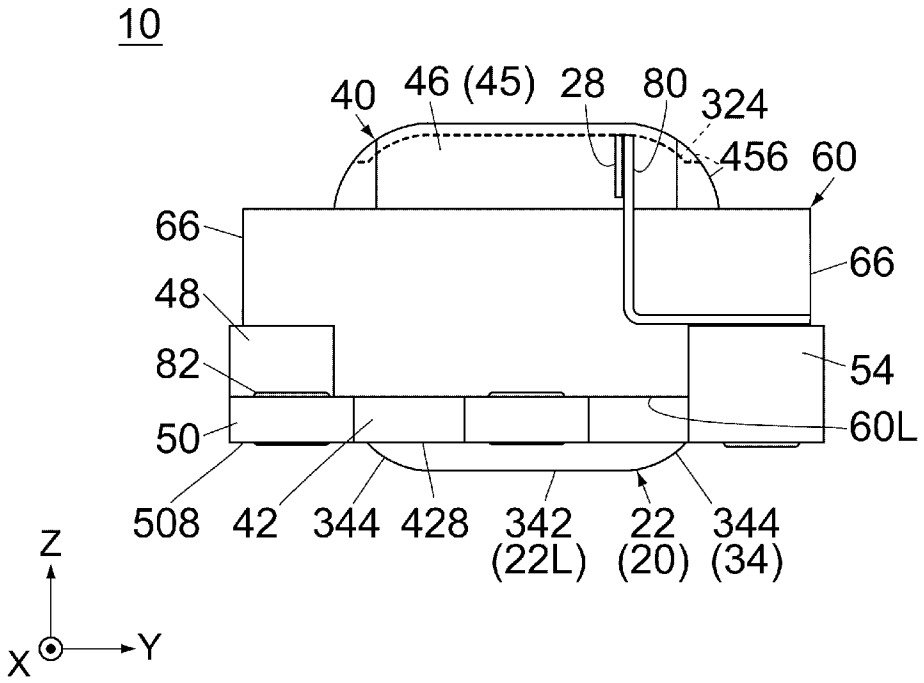
[図3]


10
40
60
62
60L
60E
344
66
54
50
82
80
342
(34)
28
(20)
52 (50)
50
82
82
28
80
54
44
42
422
428
344
66
22
Y
X
Z

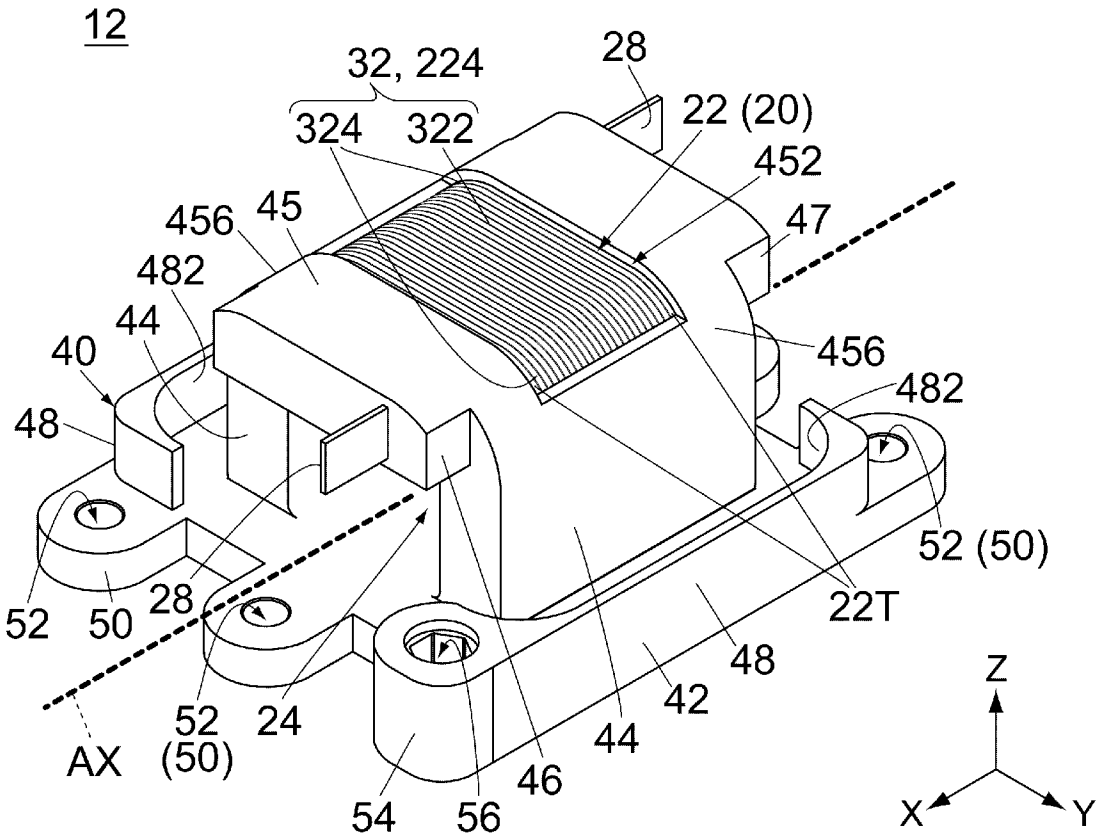
[図4]


10
40
46
45
322
324 (32)
47
60U
456
28
(20)
28
80
80
54
50
66
(60)
42
342
(22L)
344
(34)
22
428
48
508
Z
X
Y

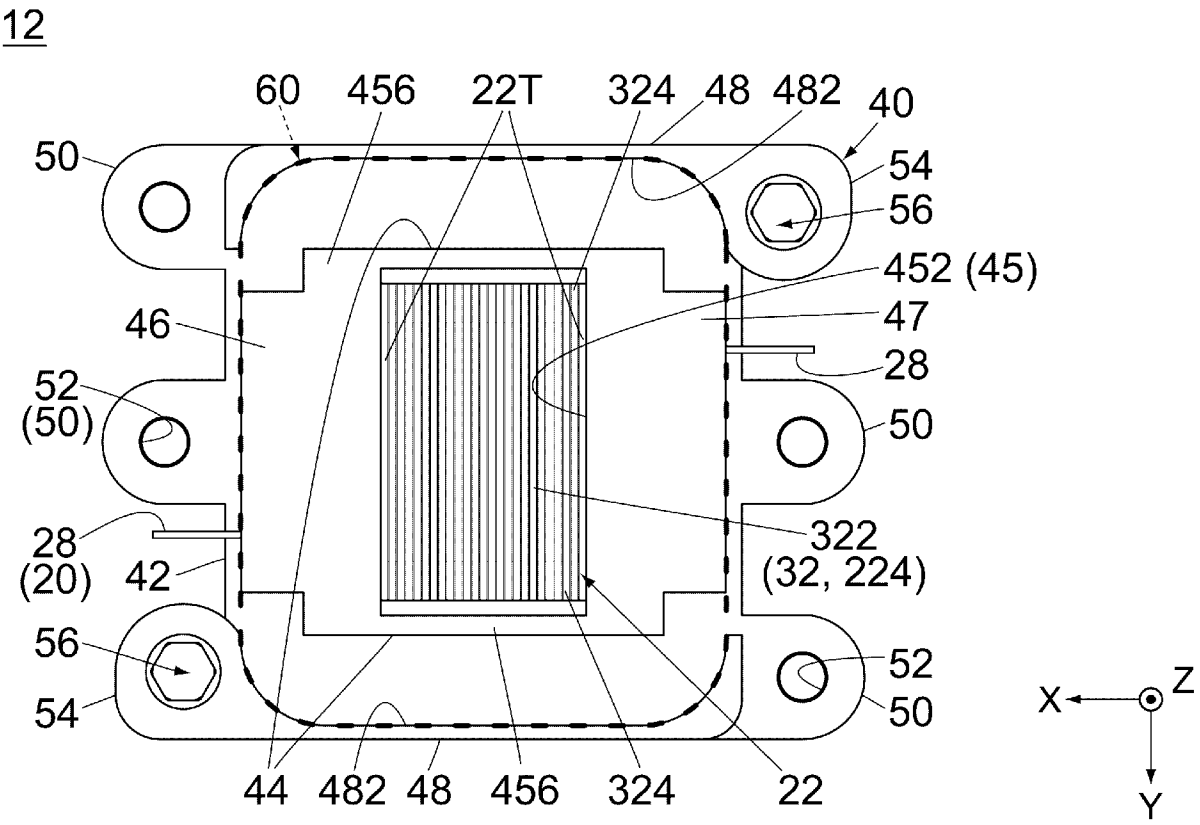
[図5]


10
40
46 (45)
28
80
324
456
60
66
66
48
82
54
50
60L
508
42
344
428
342
(22L)
22
(20)
344
(34)
Z
X
Y

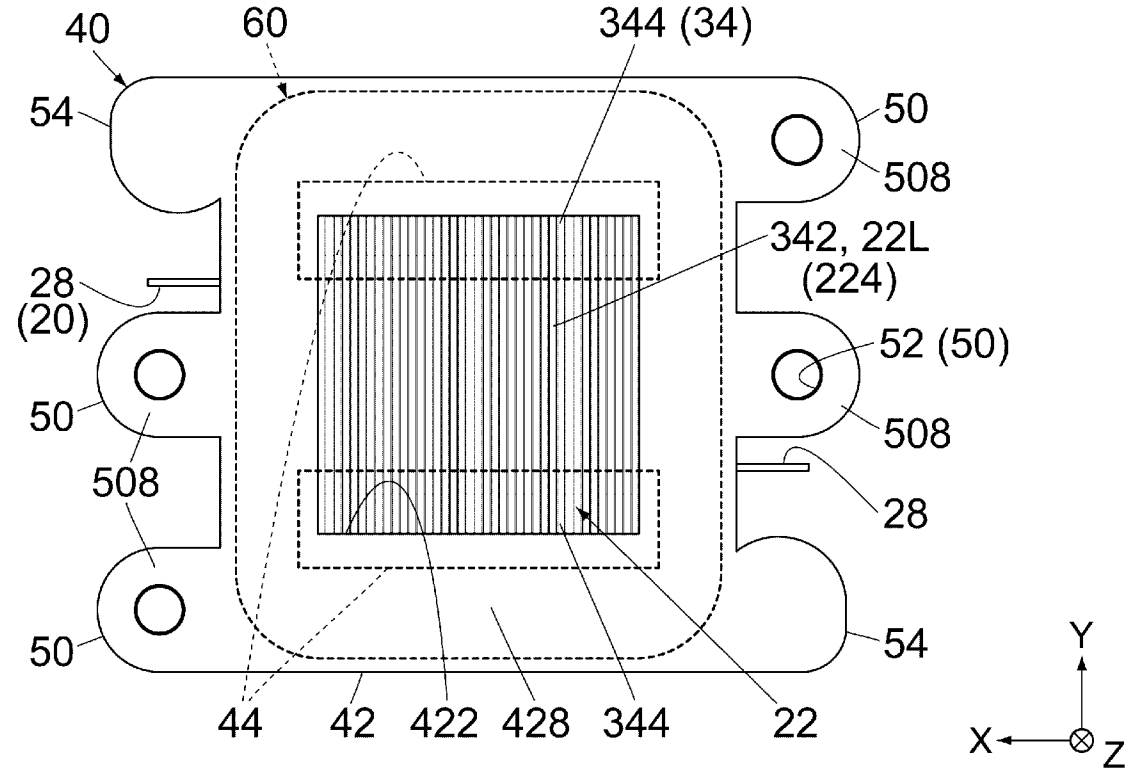
[図6]


12
32, 224
324
322
28
22 (20)
452
456
45
47
482
44
40
456
482
48
52 (50)
52
50
28
22T
48
42
44
52
(50)
24
AX
46
54
56
Z
X
Y

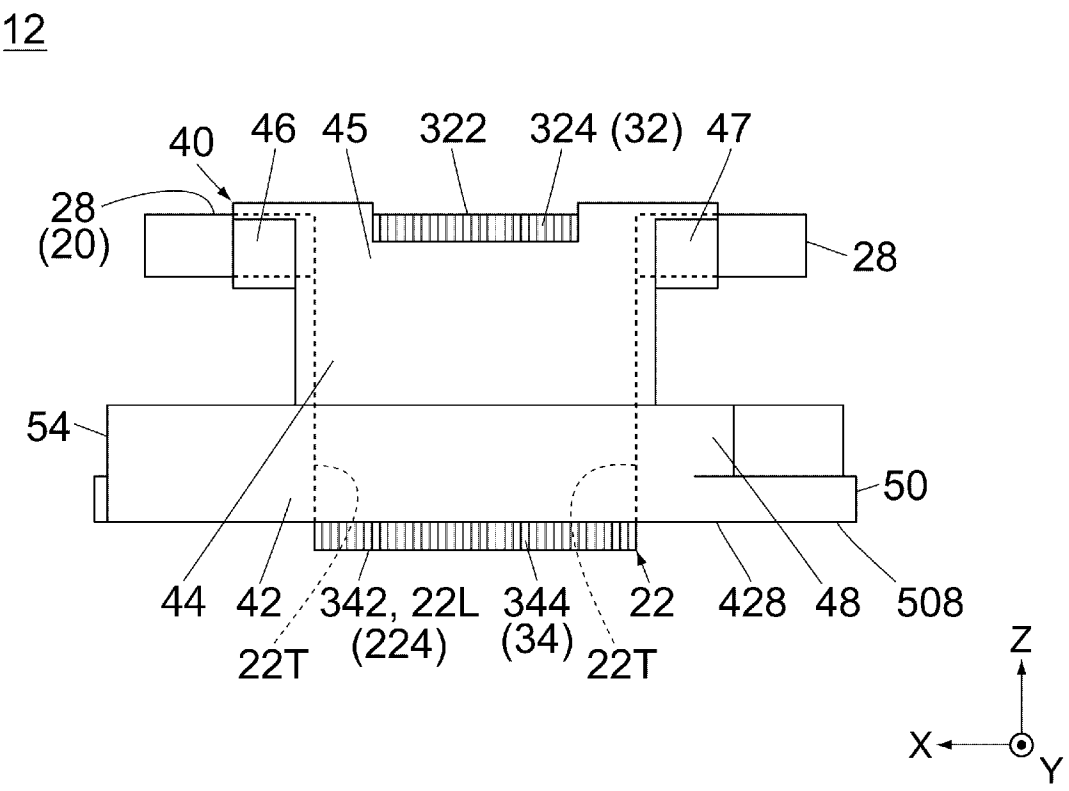
[図7]


12
60
456
22T
324
48
482
40
50
54
56
452 (45)
46
47
28
52
(50)
50
322
(32, 224)
28
(20)
42
56
54
52
50
44
482
48
456
324
22
X
Z
Y

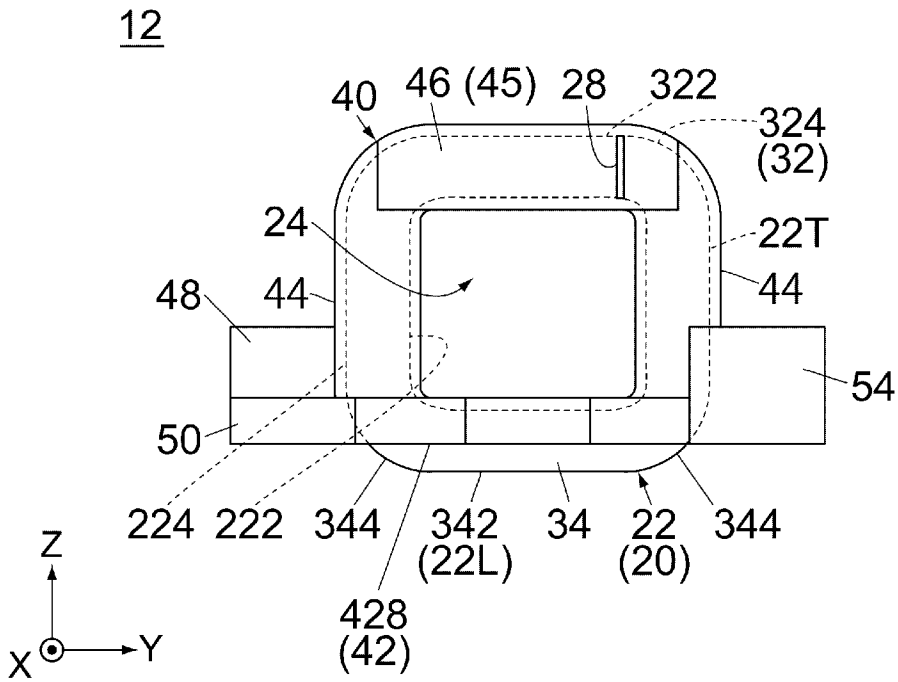
[図8]


12
40
60
344 (34)
54
50
508
342, 22L
(224)
28
(20)
52 (50)
50
508
508
28
50
54
44
42
422
428
344
22
Y
X
Z

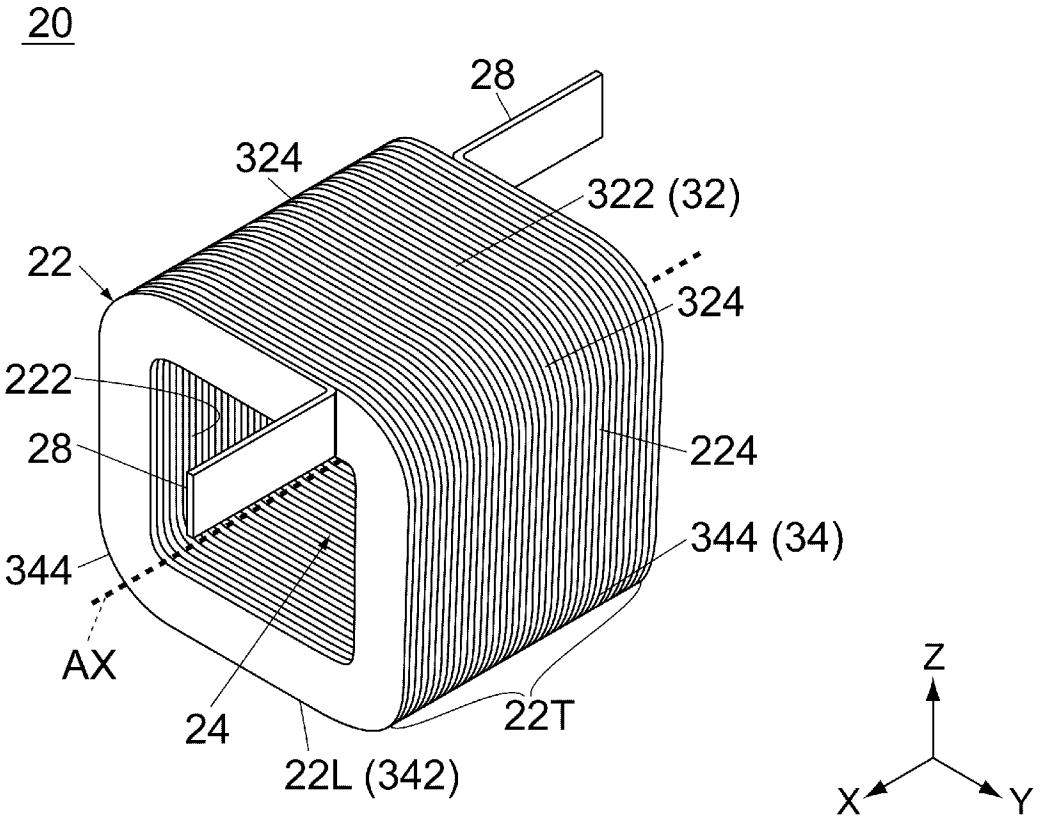
[図9]


12
40
46
45
322
324 (32)
47
28
(20)
28
54
50
44
42
342, 22L
(224)
344
(34)
22
428
48
508
22T
22T
Z
X
Y

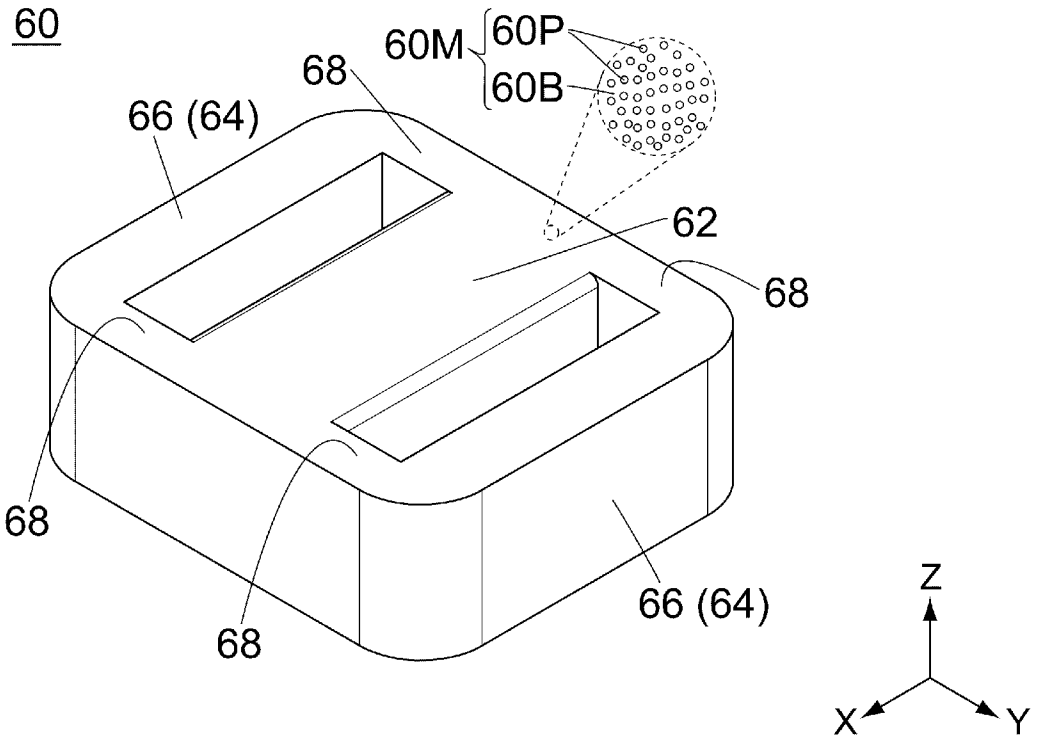
[図10]


12
40
46 (45)
28
322
324
(32)
24
22T
48
44
44
54
50
224
222
344
342
(22L)
34
22
(20)
344
428
(42)
Z
X
Y

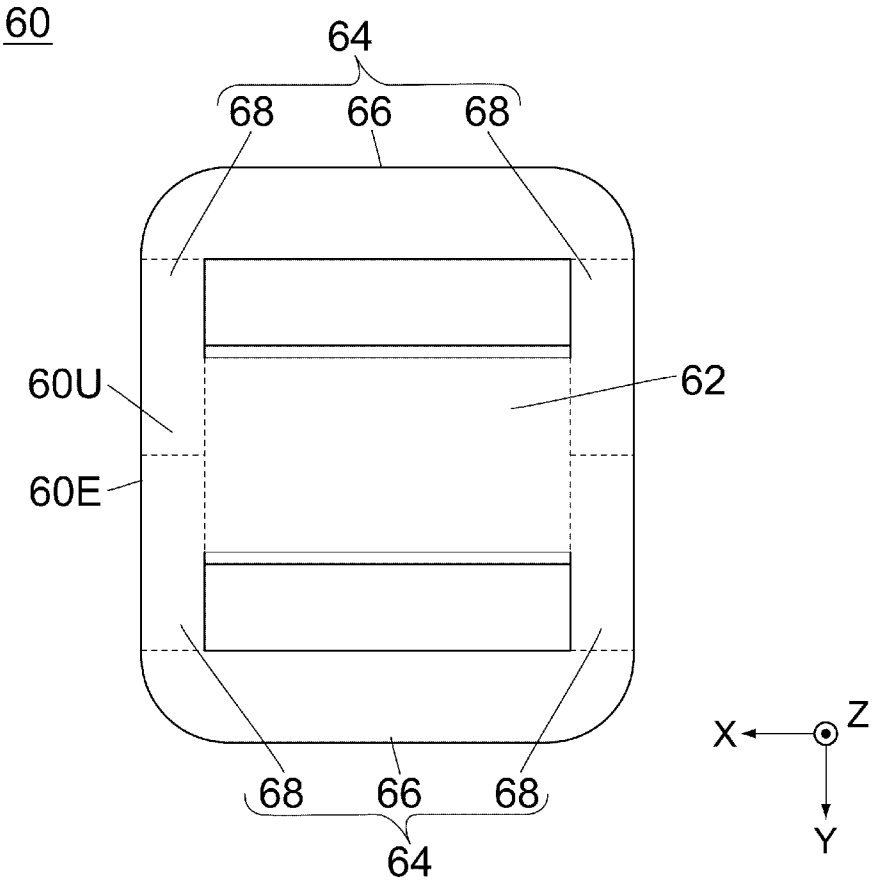
[図11]


20
28
324
322 (32)
22
324
222
28
224
344 (34)
344
AX
24
22T
22L (342)
Z
X
Y

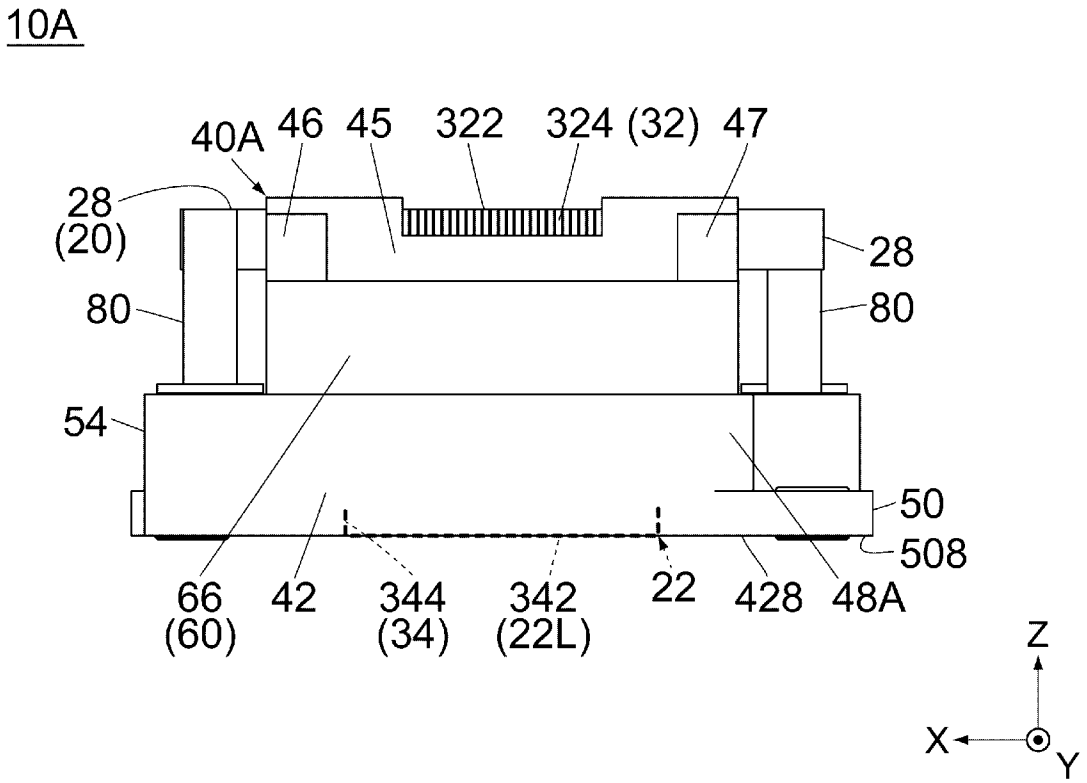
[図12]


60
60M
60P
60B
68
66 (64)
62
68
68
68
66 (64)
Z
X
Y

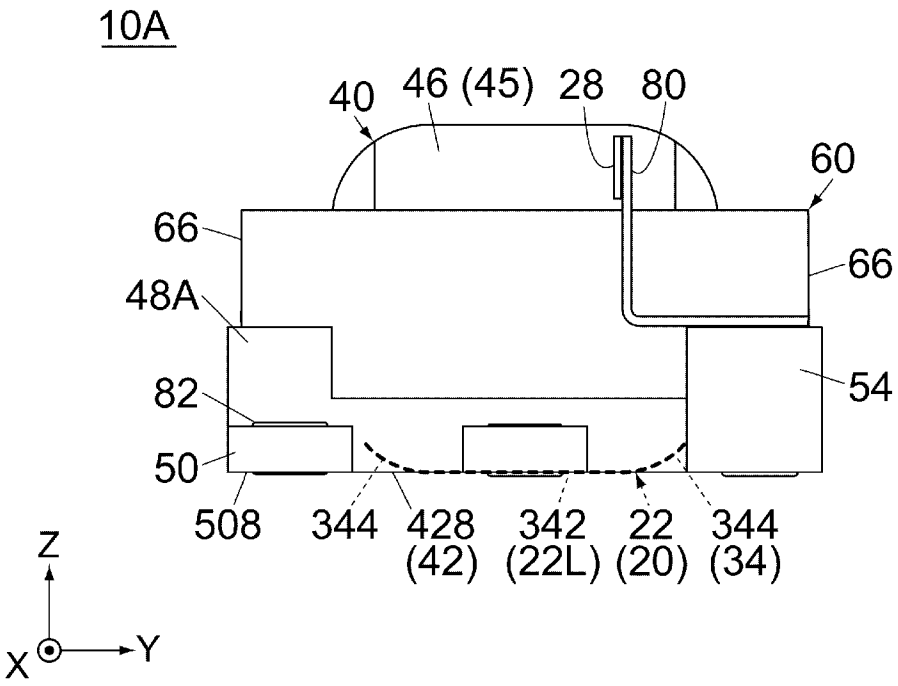
[図13]


60
64
68
66
68
60U
62
60E
68
66
68
64
X
Z
Y

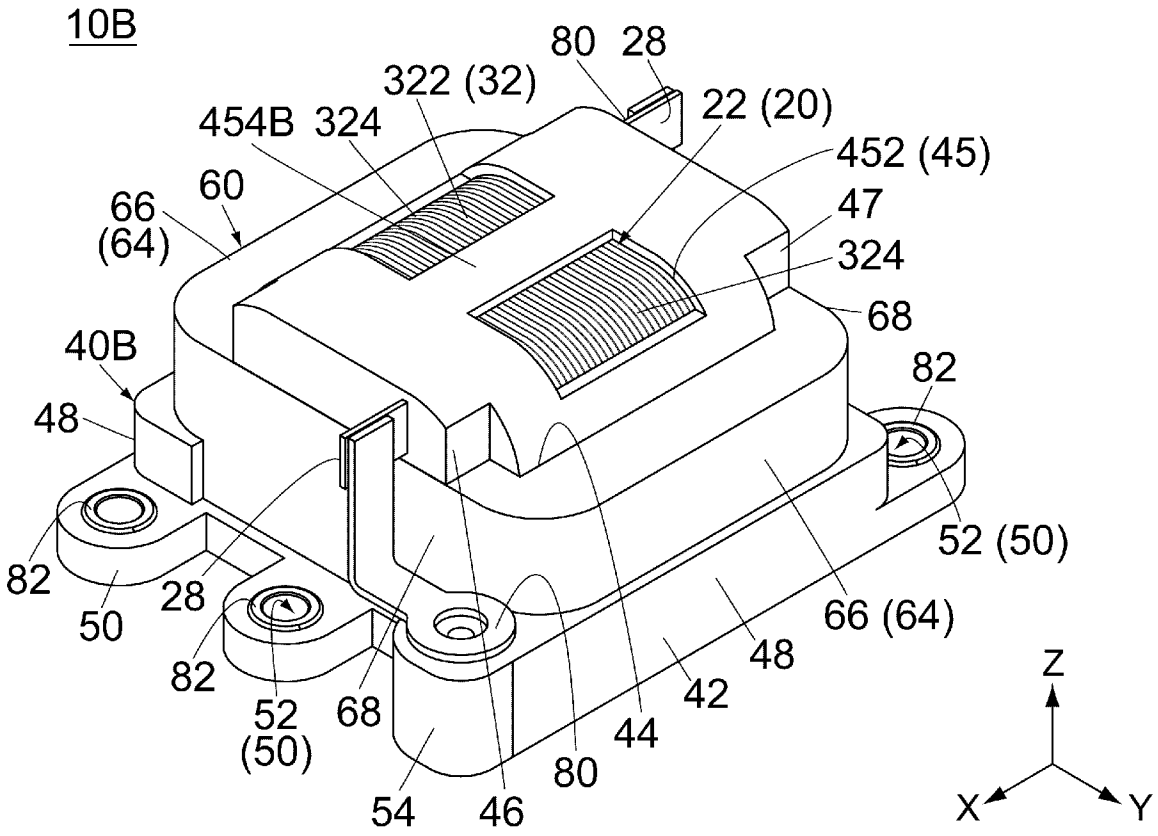
[図14]


10A
40A
46
45
322
324 (32)
47
28
(20)
28
80
80
54
50
508
66
(60)
42
344
(34)
342
(22L)
22
428
48A
Z
X
Y

[図15]


10A
40
46 (45)
28
80
60
66
66
48A
82
54
50
508
344
428
(42)
342
(22L)
22
(20)
344
(34)
Z
X
Y

[図16]


10B
80
28
322 (32)
22 (20)
454B
324
452 (45)
60
66
(64)
47
324
68
40B
82
48
82
52 (50)
28
50
66 (64)
82
48
52
(50)
68
42
44
80
54
46
Z
X
Y

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
**PCT/JP2021/032195**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***H01F 37/00***(2006.01)i; ***H01F 1/153***(2006.01)i; ***H01F 1/26***(2006.01)i
FI: H01F37/00 J; H01F37/00 M; H01F37/00 A; H01F1/153 108; H01F1/153 133; H01F1/26; H01F37/00 T

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)

H01F37/00; H01F1/153; H01F1/26

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 | JP 2020-53461 A (TAMURA SEISAKUSHO KK) 02 April 2020 (2020-04-02) paragraphs [0016]-[0022], [0027]-[0029], [0049]-[0053], fig. 4-5 | 1-16 |
| A | JP 2013-143454 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 22 July 2013 (2013-07-22) paragraphs [0072]-[0074] | 1-16 |
| A | JP 2018-190910 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 29 November 2018 (2018-11-29) paragraphs [0037]-[0039], [0012]-[0017] | 1-16 |
| A | JP 2020-158831 A (TDK CORP) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraphs [0039]-[0060], [0084] | 12-14 |

☐ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| **18 October 2021** | **02 November 2021** |
| Name and mailing address of the ISA/JP<br>**Japan Patent Office (ISA/JP)**<br>**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915**<br>**Japan** | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
**Information on patent family members**

International application No.
**PCT/JP2021/032195**

| Patent document cited in search report | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|---|---|---|---|
| JP 2020-53461 A | 02 April 2020 | CN 110942902 A<br>paragraphs [0077]-[0083], [0088]-[0090], [0116]-[0121], fig. 4-5 | |
| JP 2013-143454 A | 22 July 2013 | (Family: none) | |
| JP 2018-190910 A | 29 November 2018 | (Family: none) | |
| JP 2020-158831 A | 01 October 2020 | (Family: none) | |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/032195

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01F 37/00(2006.01)i; H01F 1/153(2006.01)i; H01F 1/26(2006.01)i
FI: H01F37/00 J; H01F37/00 M; H01F37/00 A; H01F1/153 108; H01F1/153 133; H01F1/26; H01F37/00 T

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））

H01F37/00; H01F1/153; H01F1/26

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 | １９７１－２０２１年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０２１年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０２１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 | JP 2020-53461 A (株式会社タムラ製作所) 02.04.2020 (2020-04-02)<br>0016-0022,0027-0029,0049-0053段落、図4-5 | 1-16 |
| A | JP 2013-143454 A (住友電気工業株式会社) 22.07.2013 (2013-07-22)<br>0072-0074段落 | 1-16 |
| A | JP 2018-190910 A (三菱電機株式会社) 29.11.2018 (2018-11-29)<br>0037-0039,0012-0017段落 | 1-16 |
| A | JP 2020-158831 A (TDK株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01)<br>0039-0060,0084段落 | 12-14 |

☐ 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
"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 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| 18.10.2021 | 02.11.2021 |

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）
後藤　嘉宏 5D 3660
電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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/JP2021/032195

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| JP 2020-53461 A | 02.04.2020 | CN 110942902 A<br>0077-0083,0088-0090,0116-0121段落、図4-5 | |
| JP 2013-143454 A | 22.07.2013 | （ファミリーなし） | |
| JP 2018-190910 A | 29.11.2018 | （ファミリーなし） | |
| JP 2020-158831 A | 01.10.2020 | （ファミリーなし） | |