

(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
2024年2月15日(15.02.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/034163 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/006393
- (22) 国際出願日: 2023年2月22日(22.02.2023)
- (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 2022-126454 2022年8月8日(08.08.2022) JP
- (71) 出願人: アルプスアルパイン株式会社 (ALPS ALPINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中山 敬介 (NAKAYAMA, Keisuke); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 ア

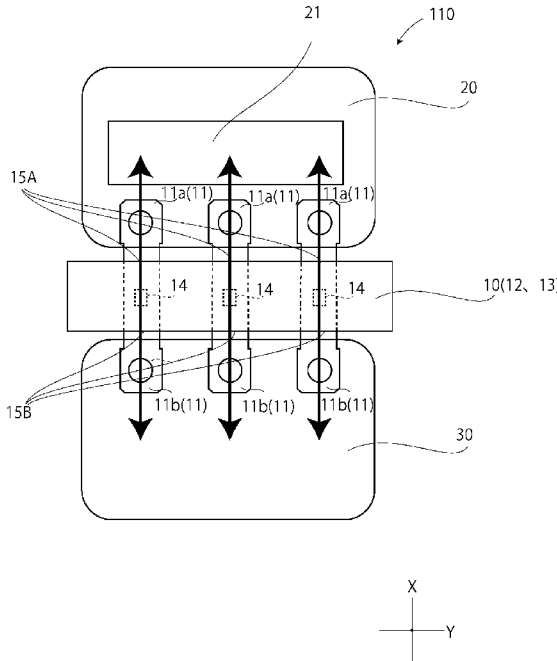
ルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP). 奥村博文(OKUMURA, Hirofumi); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP). 田村 学(TAMURA, Manabu); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP). 高野 秀昭(TAKANO, Hideaki); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプスアルパイン株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 大窪 克之 (OKUBO, Katsuyuki); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町一丁目12神保町一丁目ビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL,

(54) Title: CURRENT SENSOR AND CURRENT CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称: 電流センサおよび電流制御システム

[図 4]



(57) Abstract: A current sensor 10 according to the present invention, which is capable of discharging, to the outside of an accommodation space, air heated by the heat of a busbar in order to suppress an increase in the temperature of the surroundings of electronic components such as a magnetism detection part and is suitable for measuring a large current, comprises: busbars 11 through which a current to be measured flows; and a housing 12 which has magnetism detection parts 14 capable of detecting a magnetic field generated by the flow of the current to be measured through the busbars 11, and an accommodation space 13 for accommodating the magnetism detection parts 14, portions of the busbars 11 being formed integrally with the housing, wherein one end 11a of each busbar 11 is connected to an external first unit 20 comprising a cooling device 21, the other end 11b of each busbar 11 is connected to an external second unit 30 of which the temperature becomes higher than that of the first unit 20 when the current to be measured flows, and the current value of the current to be measured can be measured from the detection results of the magnetism detection parts 14. In the current sensor 10, the housing 12 has, on a side facing the first unit 20, first ventilation ports 15A that pass through the accommodation space 13 from inside to outside.

CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 磁気検知部等の電子部品周辺の温度が高くなることを抑えるために、バスバの熱により温められた空気を収納空間の外に排出することができ、大電流の測定に適した、本発明に係る電流センサ10は、被測定電流が流れるバスバ11と、バスバ11に被測定電流が流れることで発生する磁界を検出可能な磁気検知部14と、磁気検知部14が収納される収納空間13とを有し、バスバ11の一部が一体に形成された筐体12と、を備え、バスバ11の一端11aが冷却装置21を備えた外部の第1ユニット20に接続され、被測定電流が流れる際に第1ユニット20よりも温度が高くなる外部の第2ユニット30にバスバ11の他端11bが接続される、磁気検知部14の検出結果から被測定電流の電流値を測定可能な電流センサ10において、筐体12は、第1ユニット20に対向する側に、収納空間13の内側から外側まで貫通する第1の通気口15Aを有する。

明 細 書

発明の名称：電流センサおよび電流制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、バスバに流れる被測定電流により発生する磁界を検出し、検出した磁界から被測定電流の電流値を測定する電流センサに関する。

背景技術

[0002] 近年、脱炭素化への要求の高まりに伴い、自動車走行時のCO₂排出量を抑制するためにエンジンからモータへのシフト、すなわち脱ガソリン車／電動化（EVシフト）が進んでいる。三相モータに供給される電流を計測する電流測定装置として、電流センサが用いられる（例えば、特許文献1）。

EVシフトがトラックやバスといった大型商用車両に波及するに伴い、ハイブリッド車や電気自動車におけるモータ容量も大きくなり、モータ制御に用いられる電流センサの被測定電流も大きくなっている。また、モータは、高負荷条件において連続駆動される機会も増えてきており、連続して通電される電流が大きくなっている。被測定電流の電流路であるバスバは、電流の大きさの2乗に比例する量の熱を発する。このため、連続して通電される被測定電流が大きくなることに伴って、バスバからの発熱量が大きくなり、バスバの近傍に配置された磁気検知部等の電子部品が高温になるという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6462850号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の電流センサは、ケース部材によって閉鎖された収納空間内に電子部品を有する基板を備えているため、バスバからの発熱を収納空間の外部に放出することが困難である。したがって、バスバの発熱量が大き

くなり、収納空間内の温度が磁気検知部の耐熱温度を超える高温となって、電流センサの測定精度の低下や製品寿命が短くなるといった問題が生じるおそれがある。

そこで、本発明は、磁気検知部等の電子部品周辺の温度が高くなることを抑えるために、バスバの熱により温められた空気を収納空間の外に排出することができる、大電流の測定に適した電流センサの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は上述した課題を解決するための手段として、以下の構成を備えている。

被測定電流が流れるバスバと、前記バスバに前記被測定電流が流れることで発生する磁界を検出可能な磁気検知部と、前記磁気検知部を収納する収納空間を有し前記バスバの一部が一体に形成された筐体と、を備え、前記磁気検知部の検出した磁界から前記被測定電流の電流値を測定可能な電流センサにおいて、前記バスバは、一端が冷却装置を備えた外部の第1ユニットに接続され、他端が前記第1ユニットよりも温度が高い外部の第2ユニットに接続され、前記筐体は、前記第1ユニットに対向する側に、前記収納空間の内側から外側まで貫通する第1の通気口を有することを特徴とする電流センサ。

[0006] 第1ユニットに対向する筐体の領域に第1の通気口を設けることで、バスバが発熱したときにバスバと第1ユニットとの間に生じる温度差によって空気の流れが形成され、バスバの発熱により温められた筐体内の空気を収納空間の外に排出し、筐体内の温度上昇を抑えることができる。

[0007] 前記筐体は、前記第1の通気口に加えて、前記第2ユニットに対向する側に、前記収納空間の内側から外側まで貫通する第2の通気口を有していてもよい。

第2ユニットの方が第1ユニットよりも温度が高いため、第1ユニットと第2ユニットとの間で空気の流れが発生する。そのため、第1ユニットに対向する第1の通気口に加えて、第2ユニットに対向する第2の通気口を設け

ることにより、第1ユニットと第2ユニットとの間を流れる空気が筐体内の収納空間内を通過しやすくなる。したがって、第1ユニットと第2ユニットとの温度差によって生じる空気の流れを利用して、バスバの熱により温められた収納空間内の空気を収納空間の外部に排出（排熱）することができる。

[0008] この場合、前記磁気検知部が、前記第1の通気口と前記第2の通気口との間に配置されていてもよい。この構成により第1の通気口と第2の通気口との間の空気の流れを利用して、バスバの熱により温められた磁気検知部の周囲の空気を筐体外に効率的に排出することができる。したがって、磁気検知部の温度上昇を抑制でき、磁気検知部の計測精度の劣化を防止することができる。

[0009] 前記磁気検知部が、前記バスバに対向する位置に配置されていてもよい。磁気検知部をバスバに対向するように、すなわち、磁気検知部に対向するバスバの板面の垂線方向に沿って見たとき、磁気検知部の少なくとも一部がバスバに重なる配置としてもよい。これにより、バスバの磁界を磁気検知部によって効率よく検出することができる。

[0010] 電流センサは、前記磁気検知部に加わる外乱ノイズを抑制可能な、平板状のシールド部材を有し、前記シールド部材は、前記磁気検知部を基準として、前記バスバが配置された側とは反対側に配置された第1のシールド部材と、前記第1のシールド部材と対を成す、前記バスバを基準として、前記磁気検知部が配置された側とは反対側に配置された第2のシールド部材と、を備えていてもよい。

シールド部材によって磁気検知部に加わる外乱ノイズを抑制することができるため、電流センサの検知精度が向上する。

[0011] 電流センサは、前記磁気検知部に加わる外乱ノイズを抑制可能なシールド部材を有し、前記シールド部材は、前記バスバを延設する方向に対して直交する面に沿って切断したときの断面形状がU字形状であり、前記バスバを延設する方向に沿って見たときに、前記バスバおよび前記磁気検知部が重なる方向に対して直交する方向における前記バスバの両側と、前記バスバおよび

前記磁気検知部とが重なる方向における前記バスバの前記磁気検知部が配置された側の反対側と、を囲むように配置されていてもよい。

磁気検知部が配置された側を除くバスバの三方を囲むU字形状のシールド部材を用いることにより、バスバを複数備えている場合において、磁気検知部が対向するバスバ以外のバスバからのノイズの影響を抑えることができる。

[0012] 電流センサは、前記磁気検知部とは異なる電子部品を備え、前記電子部品が、前記収納空間内に配置されていてもよい。この構成により、磁気検知部に加えて電子部品に対するバスバの発熱の影響を抑えることができる。

[0013] 本発明の電流センサと、前記第1ユニットと、前記第2ユニットと、を備えていることを特徴とする電流制御システム。

前記第1ユニットが前記冷却装置を備えたインバータであり、前記第2ユニットがモータであってもよい。

上記の構成により、相対的に温度が低い第1ユニットと、相対的に温度が高い第2ユニットとの間で生ずる空気の流れを用いてバスバの熱により温められた収納空間内の空気を収納空間の外部に排出し、磁気検知部周辺の温度が上昇することを抑えられる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、電流センサの近傍における温度差によって生じる空気の流れを利用して、バスバの熱により温められた収納空間内の空気を収納空間外に排出することができる。したがって、バスバの発熱に起因して磁気検知部の温度が高くなることを抑制し、測定精度の良好な電流センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施形態に係る電流センサの斜視図である。

[図2]本発明の実施形態に係る電流センサからカバー部材および基板を外した状態を示す斜視図である。

[図3]図1の電流センサの断面図である。

[図4]図1の電流センサを備えた電流制御システムのブロック図である。

[図5]変形例に係る電流制御システムのブロック図である。

[図6]他の変形例に係る電流センサからカバー部材および基板を外した状態を示す斜視図である。

[図7]他の変形例に係る電流センサの斜視図である。

[図8]図7の電流センサの断面図である。

[図9]他の変形例に係る電流センサの斜視図である。

[図10]他の変形例に係る電流センサの断面図である。

[図11]他の変形例に係る電流センサの断面図である。

[図12]従来の電流センサの斜視図である。

[図13]図12の電流センサの断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して説明する。各図面において同じ部材には同じ番号を付して、説明を省略する。各部材の位置関係を示すために、適宜、各図に基準座標を示す。基準座標は、バスバの延設方向をX軸方向、バスバの板面においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、バスバの板面の垂線方向をZ軸方向とする。

[0017] 図12は、従来の電流センサ100の斜視図であり、図13は、図12の電流センサ100をA-A線においてYZ平面で切断した断面図である。これらの図に示すように、従来の電流センサ100は、バスバ101の一部が一体に形成されたケース部材102aとカバー部材102bとによって形成される筐体102内の収納空間103に三つの磁気検知部104を有する基板109が配置されている。

[0018] 収納空間103は、筐体102で囲まれており、通常、空気の対流が生じる程の隙間が無い場合、バスバ101に発生した熱が内部にこもってしまう。したがって、バスバ101に連続して通電される被測定電流が大きくなると、バスバ101の発熱の影響によって収納空間103内の温度が上昇し、磁気検知部104の耐熱温度を超えて電流センサ100の検知精度が低下す

るおそれがある。

[0019] インバータとモータとの間に流れる電流を電流センサ100によって測定する場合、バスバ101の一端がインバータに接続され、他端がモータに接続される。インバータは、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT、Insulated Gate Bipolar Transistor）を冷却する冷却装置を備えている。このため、バスバ101に被測定電流が流れるときには、例えば、モータが170℃から180℃程度、インバータが100℃以下となり、相対的にモータの温度よりもインバータの温度が低温になる。したがって、モータとインバータとの温度差によって、電流センサ100の近傍に空気の流れ(対流)が形成される。

[0020] 本発明は、電流センサの周囲の温度差によって生じる空気の流れを利用して、バスバの熱により温められた収納空間103内部の空気を収納空間103の外部に排出し、磁気検知部104が高温になることを防いで、電流センサ100の検知精度が低下することを抑制するものである。

[0021] <電流センサ>

図1は本発明の実施形態に係る電流センサ10の斜視図であり、図2は電流センサ10からカバー部材12bおよび基板19（図3参照）を除いた状態を示す斜視図である。図3は図1の電流センサ10をA-A線においてYZ平面で切断した断面図である。

[0022] 電流センサ10は、Y軸方向に沿って並べて配置されている3つのバスバ11と、ケース部材12aと、カバー部材12bと、を備えており、ケース部材12aとカバー部材12bとからなる筐体12の内部に収納空間13を備えている。収納空間13には、バスバ11に被測定電流が流れることにより発生する磁界を検出可能な磁気検知部14が設けられている。

[0023] バスバ11は、筐体12の幅方向（X軸方向）に沿って帯状に延びる板状に形成された導電材であり、インサート成形などによってその一部がケース部材12aと一体に形成されている。バスバ11は、検出対象の被測定電流が流れるものであり、例えば、銅、真鍮、アルミなどで構成される。バスバ

11は、対向する2つの板面が筐体12の上下（Z軸方向における両側の面）にそれぞれ対応するように設けられている。

[0024] バスバ11の外部との接続部である、X軸方向における両端部は必ずしも、Y軸に対して線対称な形状でなくてもよい。また、バスバ11は、磁気検知部14と対向する箇所以外の部分が平板状でなくてもよく、例えば、曲げ加工などが施されていてもよい。

[0025] 磁気検知部14は、バスバ11に被測定電流が流れることにより生じる磁界（誘導磁界）を検出して、被測定電流の電流値を測定する。磁気検知部14としては、例えば、外部磁場によって電気抵抗が変化する磁気抵抗効果を利用したGMR（巨大磁気抵抗効果）素子やTMR（トンネル磁気効果）素子などの磁気抵抗効果素子が用いられる。基板19はXY平面に平行な板面を備えており、磁気検知部14は、収納空間13内に配置された基板19の板面の各バスバ11に対向する位置にそれぞれ配置される。磁気検知部14におけるセンサ部の少なくとも一部は、対応するバスバ11に対向し、Z軸に沿って見たときに対向するバスバ11に重なる。3つの磁気検知部14は基板19の同じ側に設けられることが好ましい。

[0026] 図3に示すように、電流センサ10は、3組のバスバ11および磁気検知部14の各組ごとに、第1のシールド部材16Aおよび第2のシールド部材16Bを備えた、平板状のシールド部材16が設けられている。第1のシールド部材16Aおよび第2のシールド部材16Bは、例えば、同一形状の金属製の板状体を複数枚重ねて構成される。なお、シールド部材16は、第1のシールド部材16Aおよび第2のシールド部材16Bのうちの、いずれか一方のみを備えた構成としてもよい。

[0027] 第1のシールド部材16Aは、カバー部材12bと一体に形成されており、磁気検知部14を基準として、バスバ11が配置された側とは反対側に配置されている。第2のシールド部材16Bは、ケース部材12aと一体に形成されており、バスバ11を基準として、磁気検知部14が配置された側とは反対側に配置されている。これら第1のシールド部材16Aおよび第2の

シールド部材 16B により、磁気検知部 14 に加わる外乱ノイズの影響を抑えられるため、電流センサ 10 の検出精度が向上する。

[0028] 図 4 は図 1 の電流センサ 10 を備えた電流制御システム 110 のブロック図である。

同図に示すように、本発明は、電流センサ 10 と、第 1 ユニット 20 と、第 1 ユニットよりも温度が高い第 2 ユニット 30 と、を備えた電流制御システム 110 として実施することができる。例えば、電流センサ 10 を用いて、自動車のインバータとモータとの間に流れる電流を測定する場合、第 1 ユニット 20 は冷却装置 21 を備えたインバータであり、第 2 ユニット 30 はモータである。この場合、例えば、モータは 170~180℃ となり、インバータは 100℃ 以下となるため、温度差により電流センサ 10 の近傍に空気の移動が生じる。

[0029] 電流センサ 10 のバスバ 11 は、その一端 11a が冷却装置 21 を備えた外部の第 1 ユニット 20 に接続され、他端 11b が第 2 ユニット 30 に接続される。第 2 ユニット 30 は、第 1 ユニット 20 よりも温度が高いため、図 4 に両側矢印を用いて示した方向（X 軸方向）に、温度差に起因する空気の流れ（対流）が形成される。

[0030] 図 2 および図 4 に示すように、筐体 12 は、第 1 ユニット 20 に対向する側に、収納空間 13 の内側から外側まで貫通する第 1 の通気口 15A を有している。また、第 2 ユニット 30 に対向する側に、収納空間 13 の内側から外側まで貫通する第 2 の通気口 15B を有している。温度差に起因する X 軸方向に沿った空気の流れの一部が、第 1 の通気口 15A および第 2 の通気口 15B を介して、筐体 12 の収納空間 13 内を通過して流れる。したがって、バスバ 11 の発熱によって収納空間 13 内の空気が高温になった場合でも、温度差に起因する空気の流れを利用して、当該高温の空気を収納空間 13 の外に排出できるため、磁気検知部 14 が高温になることを防いで、電流センサ 10 の検出精度を維持することができる。

[0031] 収納空間 13 の外の空気を磁気検知部 14 の近傍に取り込んで、収納空間

13内に高温の空気が留まることを防ぐ観点から、第1の通気口15Aと第2の通気口15Bとの間に磁気検知部14を配置することが好ましい。この構成により、被測定電流として大電流を連続して通電する場合において、バスバ11の発熱が磁気検知部14に影響を及ぼすことを抑えて、電流センサ10の測定精度を高く維持することができる。

[0032] 磁気検知部14が第1の通気口15Aと第2の通気口15Bとの間に配置されているとは、第1の通気口15Aと第2の通気口15Bとを結ぶ線分上に、磁気検知部14の少なくとも一部が位置することをいう。第1の通気口15Aと第2の通気口15Bとを結ぶ線分とは、その両側の点がそれぞれ、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bにおける任意の領域に位置する線分をいう。

[0033] 図1から図3に示すように、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bはいずれも、Z軸方向を長手方向とする細長い矩形の穴が3つ形成された格子状である。このように、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bを、複数のスリットが並んだ形状に構成することで、温度差による空気の流れを利用して収納空間13内を冷却するとともに、異物が収納空間13内に侵入することを防止できる。

[0034] なお、電流センサ10では、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bがそれぞれ3つ設けられており、バスバ11および磁気検知部14の数と同じである。しかし、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bの数は3つに限られず、バスバ11および磁気検知部14と異なってもよい。

[0035] <変形例1>

図5は、変形例に係る電流センサ40を備えた電流制御システム120のブロック図である。

上述した電流センサ10の筐体12は、第1の通気口15Aおよび第2の通気口15Bを備えており、収納空間13内の高温になった空気を外部へ排出するために、第1ユニット20と第2ユニット30と温度差に起因する空気の流れを利用する。対して、電流センサ40は、バスバ11が接続された

第1ユニット20および第2ユニット30のうち、相対的に温度が低い第1ユニット20に対向する第1の通気口15Aのみを備えている点において、電流センサ10と相違している。

[0036] 電流センサ40のように、筐体42の収納空間43が第1ユニット20に対向する第1の通気口15Aのみを備えている場合、筐体42内のバスバ11の発熱により収納空間13内の空気が高温になると、バスバ11と第1ユニット20との間に温度差が生じる。このため、図5に示したX軸方向の両側矢印の方向に、温度差による空気の流れが生じる。したがって、電流センサ10同様、第1ユニット20とバスバ11との温度差に起因する空気の流れを利用して、収納空間43内の熱により温められた空気を外部へ排出し、磁気検知部14が高温になって電流センサ40の測定精度が低下することを抑制できる。

[0037] なお、第1ユニット20に対向しない位置にのみ通気口を設けた場合でも収納空間13内の空気は外部へ排出されるが、第1ユニット20に対向した位置に通気口（第1の通気口15A）を設けることで効率よく空気の入れ替えが行われる。仮に、第2の通気口15Bのみを設けた場合、空気の入れ替え効率は変形例1に比べて低い。

[0038] <変形例2>

図6は、変形例に係る電流センサ50の斜視図である。説明の便宜上、同図は、カバー部材12bおよび基板19を外した状態を示しているが、電流センサ50は、電流センサ10同様、カバー部材12bを備えており、磁気検知部14は基板19上に設けられている。

[0039] 電流センサ50は、バスバ11とは形状が異なるバスバ51を備え、バスバ51の形状に対応した位置に第2の通気口55Bが設けられた構成において電流センサ10と異なっている。これら以外の電流センサ40の構成は、電流センサ10同様である。

[0040] 図6に示すように電流センサ50は、バスバ51が屈曲している。この場合、X軸方向に沿って見たときに第1の通気口15Aと重なり、かつ、Z軸

方向に沿って見たときにバスバ51と重なる位置に、第2の通気口55Bを形成することができない。そこで、電流センサ50では、Z軸方向に沿って見たときに、各バスバ51に重なる位置に第1の通気口15Aを形成し、各バスバ51のY軸方向の両側に第2の通気口55Bを形成している。これにより、収納空間53には、ケース部材52a（筐体52）の幅方向（X軸方向）に対して、斜め方向に空気の流れが形成される。第1の通気口15Aおよび第2の通気口55Bをこのように構成しても、電流センサ50同様、外部の温度差による空気の流れを利用して、収納空間53内から収納空間53外に高温の空気を排出して、磁気検知部14が高温になることによる電流センサ50の測定精度の低下を抑制できる。なお、第2の通気口55Bと同様に、第1の通気口15Aを各バスバ51のY軸方向の両側に形成してもよい。

[0041] <変形例3>

図7は他の変形例に係る電流センサ60の斜視図であり、図8は電流センサ60を図7のA-A線においてYZ平面で切断した断面図である。電流センサ60は、筐体62における第1の通気口65Aおよび第2の通気口65Bが設けられている位置が電流センサ10と異なっている。これ以外の電流センサ60の構成は、電流センサ10と同様である。

[0042] バスバ11の一端11aが接続される第1ユニット20、および他端11bが接続される第2ユニット30は、製品の設計に応じて様々な位置に配置される。このため、第1ユニット20および第2ユニット30が配置される位置は、図4に示す電流センサ10のX軸方向に限られない。

[0043] 図7および図8に示す電流センサ60は、冷却装置21（図4参照）を備えた第1ユニット20がZ軸方向におけるケース部材62a側に配置され、第2ユニット30がZ軸方向におけるカバー部材62b側に配される場合に、温度差によって形成される空気の流れを利用する。したがって、外部の空気の流れを利用するために、ケース部材62aにおける底面（垂線がZ軸に平行になる面）に第1の通気口65Aを備え、カバー部材62bにおける上

面（垂線がZ軸に平行になる面）に第2の通気口65Bを備えている。

[0044] この構成により、図8に両側矢印で示したZ軸方向の空気の流れを利用して、バスバ11に生じた熱により温められた空気を収納空間63の外部に排出し、磁気検知部14が高温になることを抑制できる。なお、Z軸方向の空気の移動による収納空間13からの排熱効率を向上させるために、Z軸方向に基板19を貫通する孔を基板19の一部に設けてもよい。ただし、基板19は、収納空間13内において、周囲にケース部材62aとの隙間がある状態で設けられている。このため、孔を設けなくても、Z軸方向の空気の移動を利用して、収納空間63内の温められた空気を外部に排出することができる。

[0045] 第1の通気口65Aおよび第2の通気口65Bを設ける位置および数は、第1ユニット20および第2ユニット30に応じて、適宜、設定すればよい。また、図5に示す電流センサ40同様、第1ユニットに対向する側の面のみ第1の通気口65Aを設けてもよい。

[0046] <変形例4>

図9は、他の変形例に係る電流センサ70の斜視図であり、ケース部材72aにおける、バスバ11の伸長方向と直交するY軸方向両側の面にそれぞれ、第1の通気口75Aと第2の通気口75Bとが設けられている。このため、第1ユニット20および第2ユニット30（図4および図5参照）が、ケース部材72aとカバー部材72bとからなる筐体72の長手方向（Y軸方向）の両側に設けられる場合に、温度差によって生じる空気の移動を利用して、収納空間13内の温められた空気を外部に排出することができる。

[0047] 変形例2～4として説明したように、第1ユニットおよび第2ユニットは、設計に応じて様々な位置に設けられるため、第1ユニットおよび第2ユニットの配置に対応して、様々な位置に通気口が設けられる。この構成により、温度差に起因する空気の流れを利用して、筐体の収納空間内の熱で温められた空気を外部に排出し、大電流を測定する際のバスバの発熱によって収納空間内の温度が高くなることを防いで、電流センサの測定精度を維持するこ

とができる。

[0048] <変形例 5>

図 10 は他の変形例に係る電流センサ 80 の断面図であり、図 1 における電流センサ 10 の A-A 線で示した部分に相当する部分の構造を示している。電流センサ 80 は、平板状の第 1 のシールド部材 16 A を備えておらず、平板状の第 2 のシールド部材 16 B に代えて、バスバ 11 の延設する方向（X 軸方向）に対して直交する方向に沿って切断したときの断面形状が U 字形状である第 2 のシールド部材 86 B を備えている点において電流センサ 10 と相違しており、他の構成は電流センサ 10 と同様である。

[0049] 第 2 のシールド部材 86 B は、バスバ 11 を延設する方向（X 軸方向）に沿って見たときに、バスバ 11 における磁気検知部 14 が配置された側を除く三方を囲むように配置されている。すなわち、バスバ 11 の Y 軸方向における両側、および Z 軸方向における磁気検知部 14 が配置された側の反対側が第 2 のシールド部材 86 B により囲まれている。このため、磁気検知部 14 が対向するバスバ 11 以外の、隣接するバスバ 11 からの影響を第 2 のシールド部材 86 B により抑制することができる。したがって、磁気検知部 14 に対する外部磁界の影響を抑えて、電流センサ 80 の検出精度を向上させることができる。

[0050] <変形例 6>

図 11 は、他の変形例に係る電流センサ 90 の断面図である。電流センサ 90 は、磁気検知部 14 とともに磁気検知部 14 とは異なる電子部品 98 が収納空間 13 内に配置される点において電流センサ 10 と相違し、他の構成は電流センサ 10 と同様である。電子部品 98 としては、例えば、コンデンサ、抵抗などの IC チップを構成する部品が挙げられる。

[0051] 電流センサ 90 は、電流センサ 10 同様、筐体 12 が第 1 の通気口 15 A および第 2 の通気口 15 B を備えているから、収納空間 13 の外における空気の流れを利用して、バスバ 11 の発熱により温められた空気を収納空間 13 の外に排出できる。したがって、収納空間 13 内において、磁気検知部 1

4と電子部品98とが、バスバ11の発熱によって高温になり、電流センサ90検出精度が低下することを防止できる。

[0052] 本明細書において開示された実施の形態は、全ての点で例示であってこの実施の形態に制限されるものではない。本発明の範囲は、上記した実施の形態のみの説明ではなくて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全ての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明は、バスバに流れる大電流によって生じる熱によって温められた空気を収納空間の外部に排出することで磁気検知部の温度上昇を抑えて、電流センサの測定精度の低下を抑制できる、例えば、モータとインバータとの間の電流を測定する電流センサとして有用である。

符号の説明

[0054] 10 : 電流センサ
11 : バスバ
11 a : 一端
11 b : 他端
12 : 筐体
12 a : ケース部材
12 b : カバー部材
13 : 収納空間
14 : 磁気検知部
15 A : 第1の通気口
15 B : 第2の通気口
16 : シールド部材
16 A : 第1のシールド部材
16 B : 第2のシールド部材
19 : 基板
20 : 第1ユニット

- 2 1 : 冷却装置
- 3 0 : 第2ユニット
- 4 0 : 電流センサ
- 4 2 : 筐体
- 4 3 : 収納空間
- 5 0 : 電流センサ
- 5 1 : バスバ
- 5 2 : 筐体
- 5 2 a : ケース部材
- 5 3 : 収納空間
- 5 5 B : 第2の通気口
- 6 0 : 電流センサ
- 6 2 : 筐体
- 6 2 a : ケース部材
- 6 2 b : カバー部材
- 6 3 : 収納空間
- 6 5 A : 第1の通気口
- 6 5 B : 第2の通気口
- 7 0 : 電流センサ
- 7 2 : 筐体
- 7 2 a : ケース部材
- 7 2 b : カバー部材
- 7 5 A : 第1の通気口
- 7 5 B : 第2の通気口
- 8 0 : 電流センサ
- 8 6 B : 第2のシールド部材
- 9 0 : 電流センサ
- 9 8 : 電子部品

- 1 0 0 : 電流センサ
- 1 0 1 : バスバ
- 1 0 2 : 筐体
- 1 0 2 a : ケース部材
- 1 0 2 b : カバー部材
- 1 0 3 : 収納空間
- 1 0 4 : 磁気検知部
- 1 0 9 : 基板
- 1 1 0 : 電流制御システム
- 1 2 0 : 電流制御システム

請求の範囲

- [請求項1] 被測定電流が流れるバスバと、前記バスバに前記被測定電流が流れることで発生する磁界を検出可能な磁気検知部と、前記磁気検知部を収納する収納空間を有し前記バスバの一部が一体に形成された筐体と、を備え、前記磁気検知部の検出した磁界から前記被測定電流の電流値を測定可能な電流センサにおいて、
- 前記バスバは、一端が冷却装置を備えた外部の第1ユニットに接続され、他端が前記第1ユニットよりも温度が高い外部の第2ユニットに接続され、
- 前記筐体は、前記第1ユニットに対向する側に、前記収納空間の内側から外側まで貫通する第1の通気口を有することを特徴とする電流センサ。
- [請求項2] 前記筐体が、前記第1の通気口に加えて、前記第2ユニットに対向する側に、前記収納空間の内側から外側まで貫通する第2の通気口を有する、
- 請求項1に記載の電流センサ。
- [請求項3] 前記磁気検知部が、前記第1の通気口と前記第2の通気口との間に配置されている、
- 請求項2に記載の電流センサ。
- [請求項4] 前記磁気検知部が、前記バスバに対向する位置に配置されている、
- 請求項1に記載の電流センサ。
- [請求項5] 前記磁気検知部に加わる外乱ノイズを抑制可能な、平板状のシールド部材を有し、
- 前記シールド部材は、前記磁気検知部を基準として、前記バスバが配置された側とは反対側に配置された第1のシールド部材と、前記第1のシールド部材と対を成す、前記バスバを基準として、前記磁気検知部が配置された側とは反対側に配置された第2のシールド部材と、を備えている、

請求項 1 に記載の電流センサ。

[請求項6] 前記磁気検知部に加わる外乱ノイズを抑制可能なシールド部材を有し、

前記シールド部材は、前記バスバを延設する方向に対して直交する面に沿って切断したときの断面形状がU字形状であり、前記バスバを延設する方向に沿って見たときに、前記バスバおよび前記磁気検知部が重なる方向に対して直交する方向における前記バスバの両側と、前記バスバおよび前記磁気検知部とが重なる方向における前記バスバの前記磁気検知部が配置された側の反対側と、を囲むように配置されている、

請求項 1 に記載の電流センサ。

[請求項7] 前記磁気検知部とは異なる電子部品を備え、前記電子部品が、前記収納空間内に配置されている、

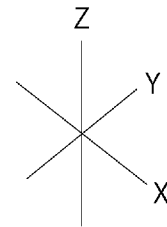
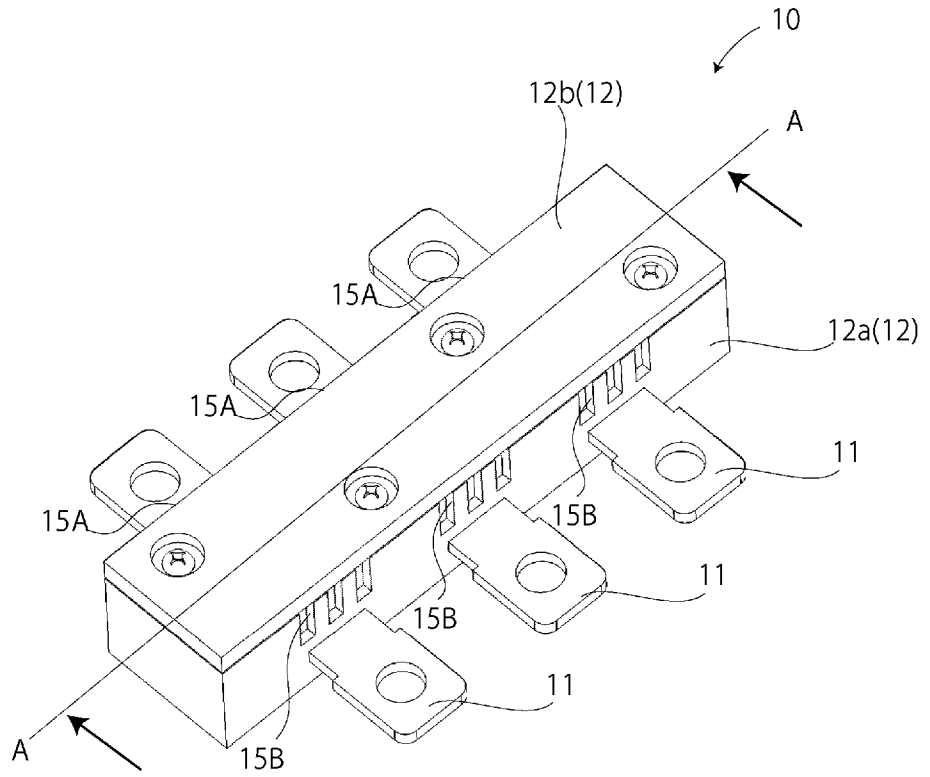
請求項 1 に記載の電流センサ。

[請求項8] 請求項 1 に記載の電流センサと、前記第 1 ユニットと、前記第 2 ユニットと、を備えていることを特徴とする、
電流制御システム。

[請求項9] 前記第 1 ユニットが前記冷却装置を備えたインバータであり、前記第 2 ユニットがモータである、
請求項 8 に記載の電流制御システム。

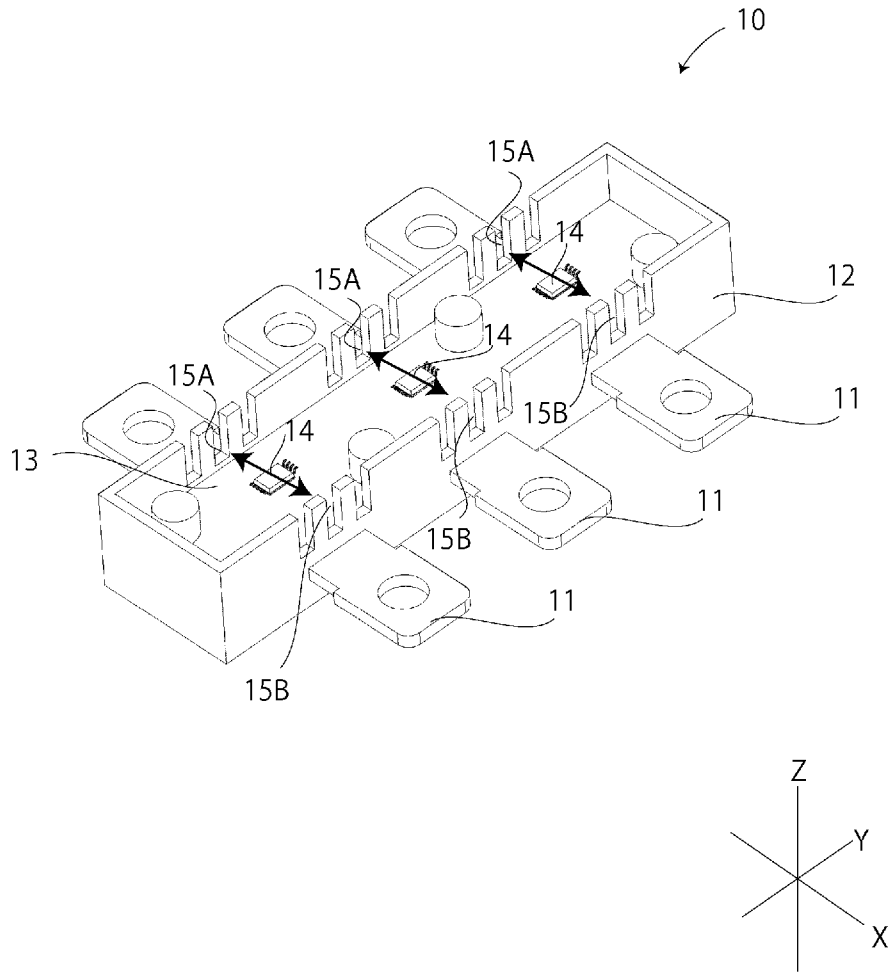
[図1]

[図 1]



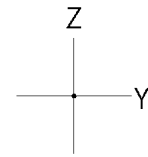
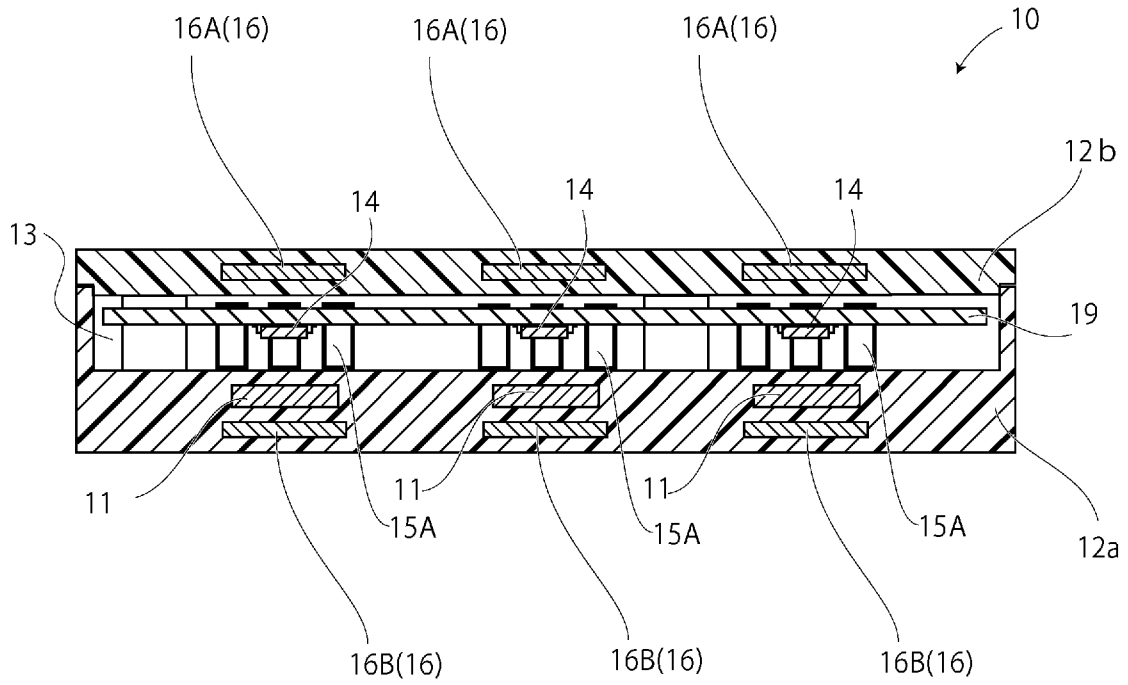
[図2]

[図 2]



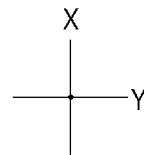
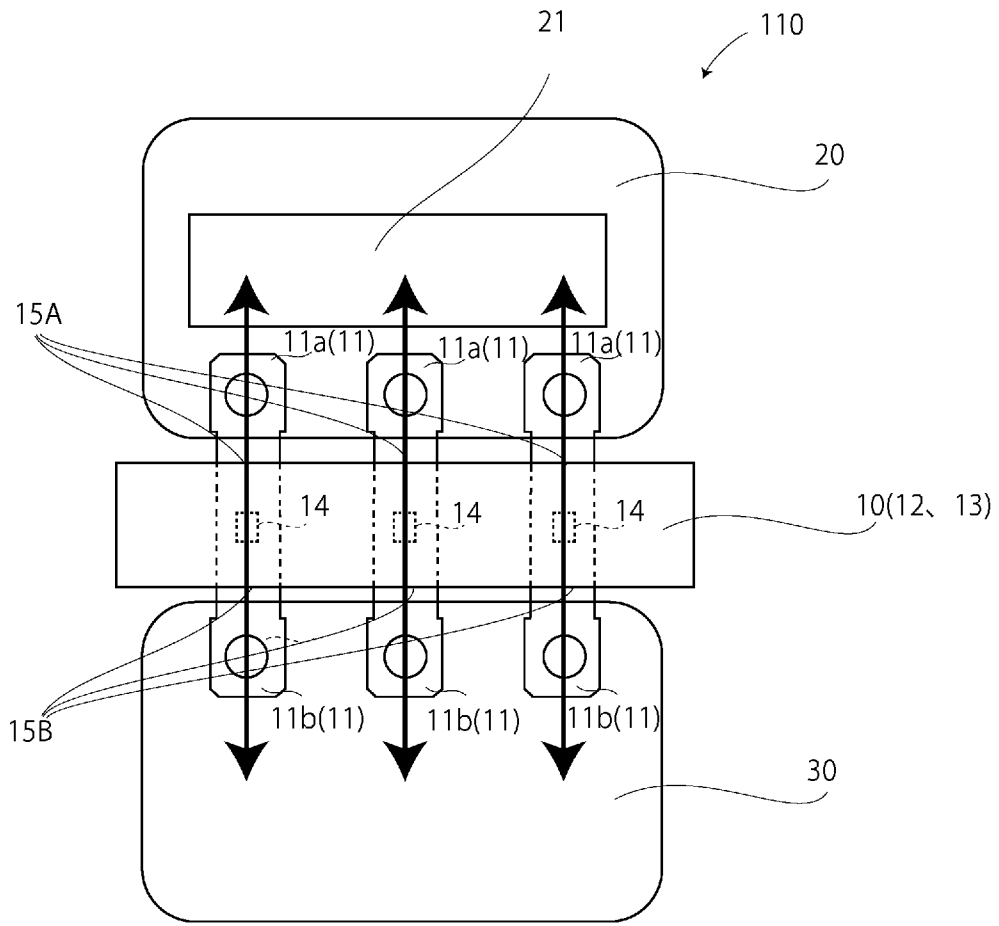
[図3]

[図 3]



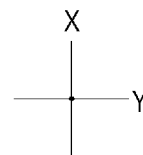
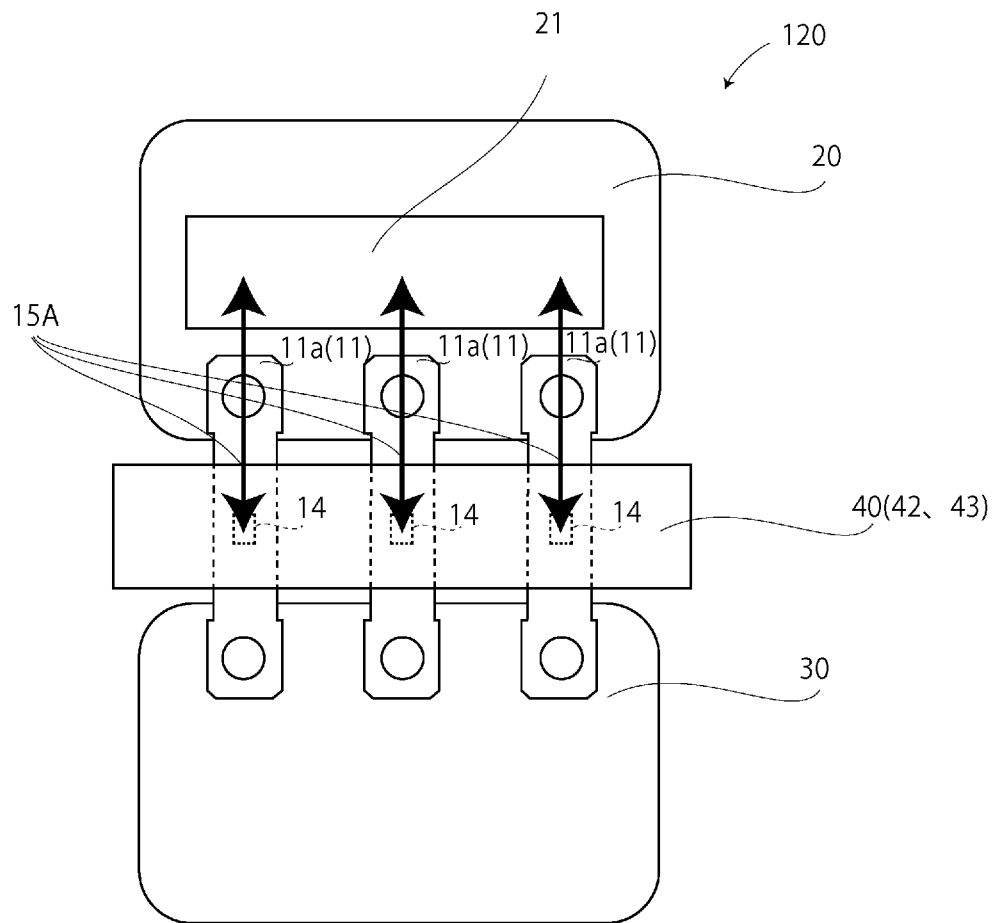
[図4]

[図 4]



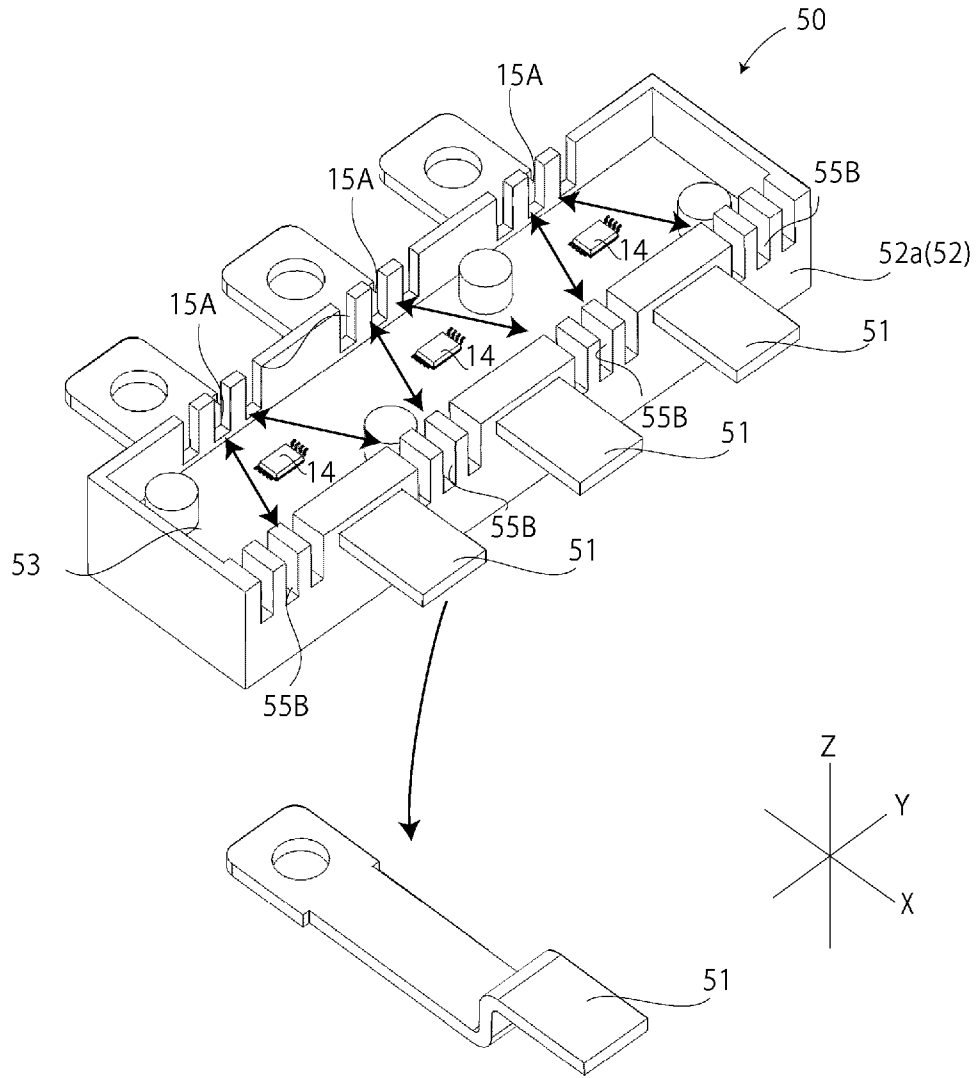
[図5]

[図5]



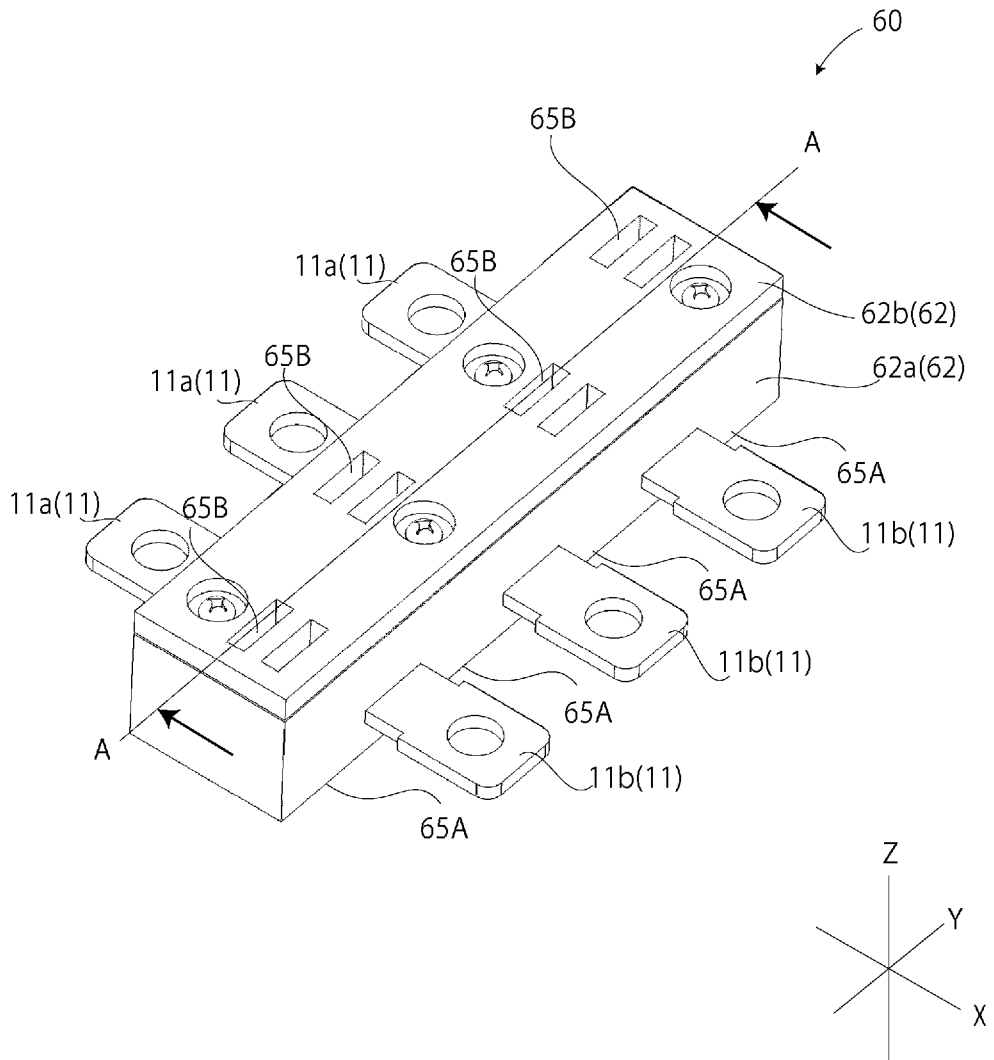
[図6]

[図 6]



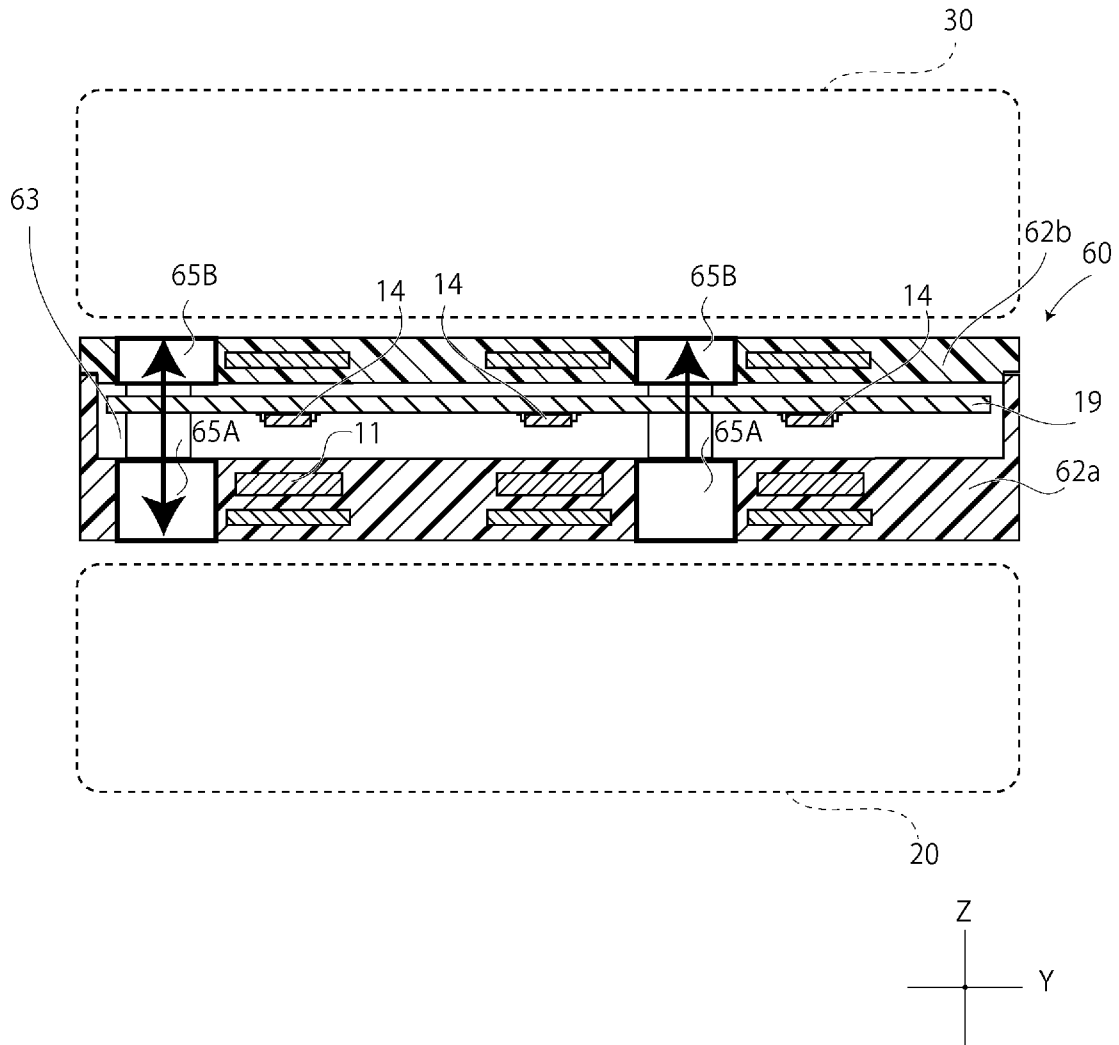
[図7]

[図 7]



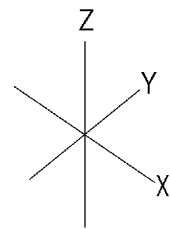
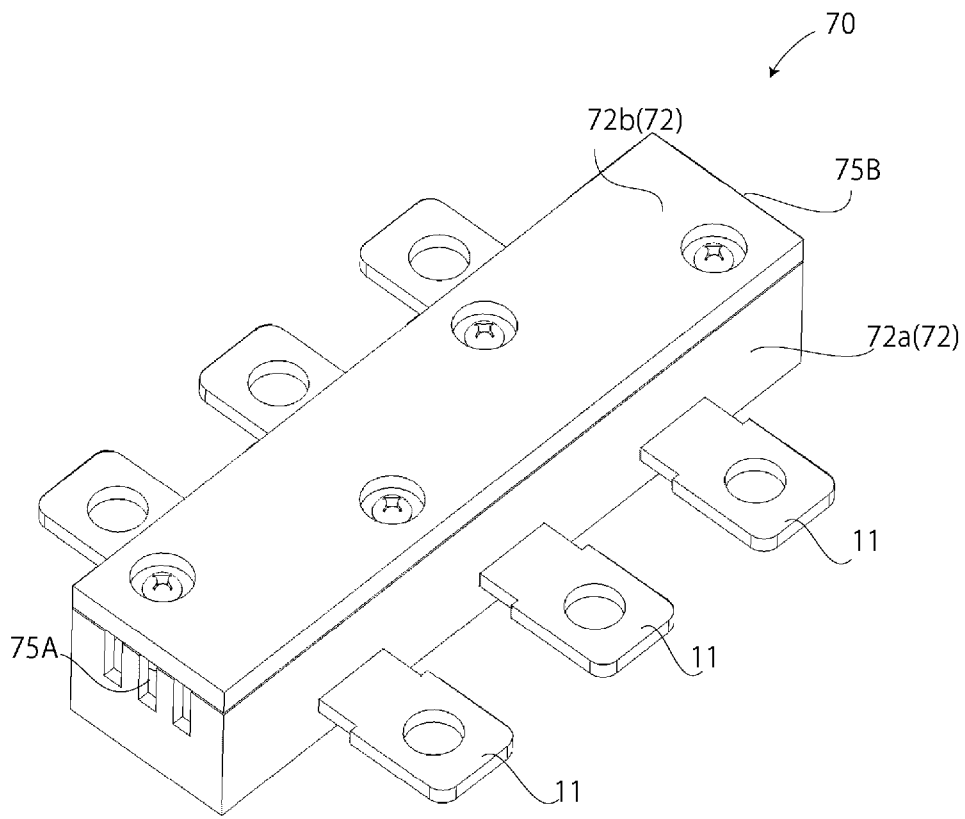
[図8]

[図8]




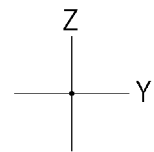
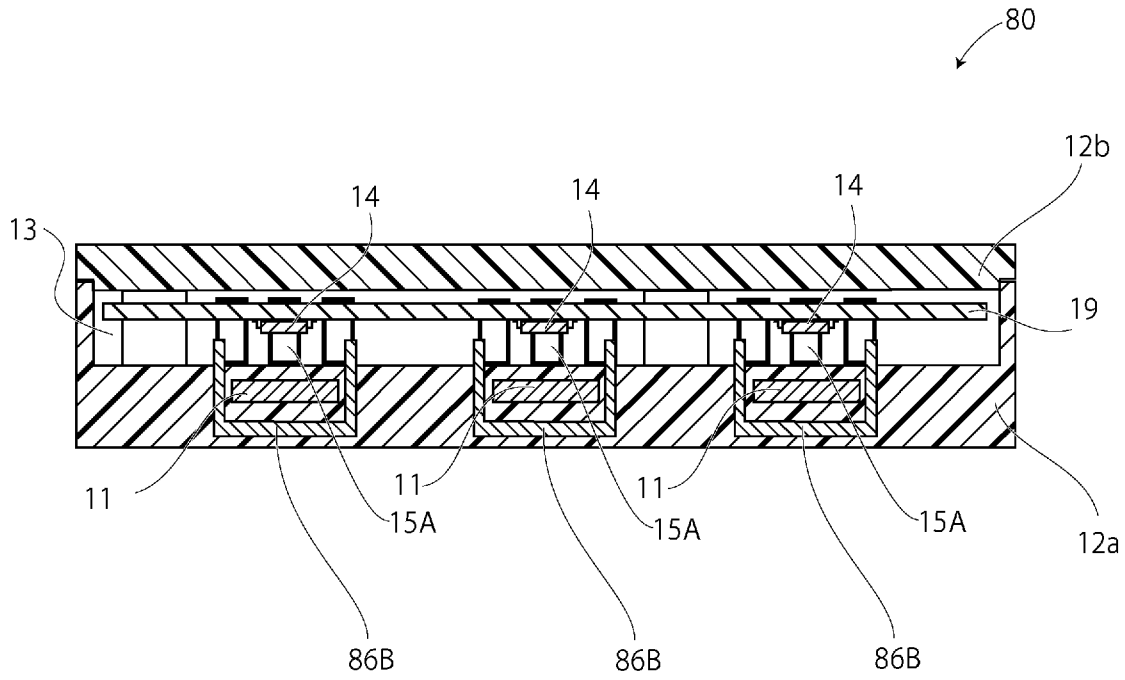
[図9]

[図9]




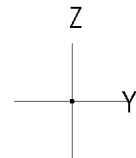
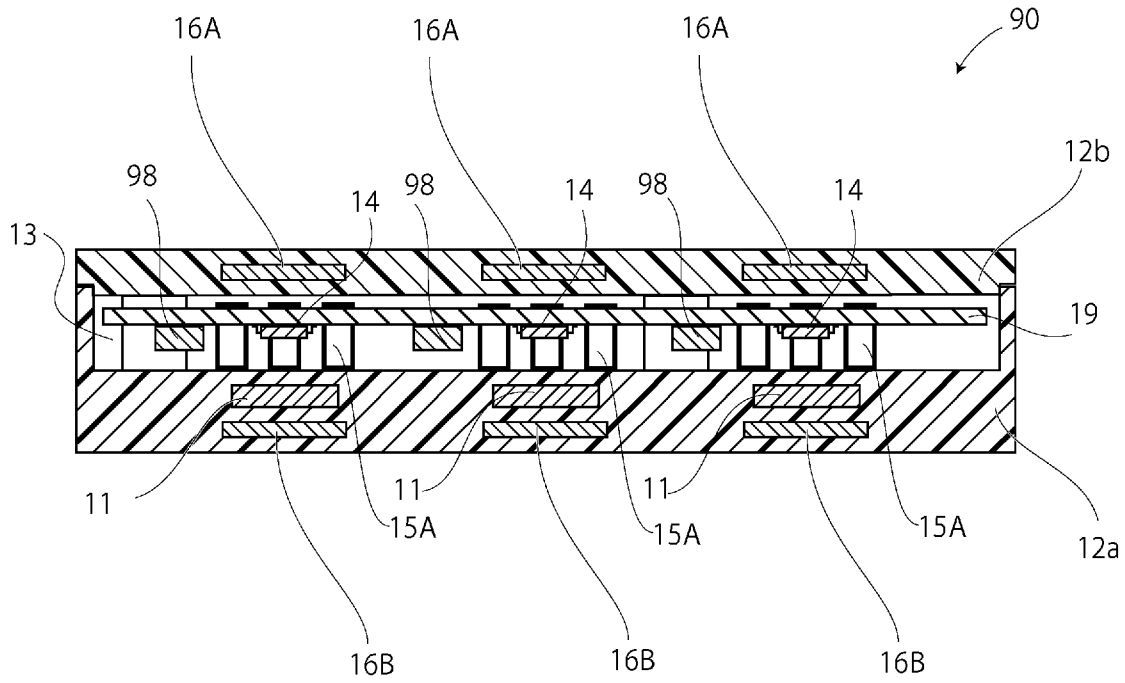
[10]

[10]



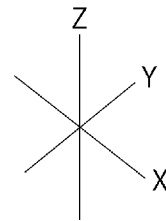
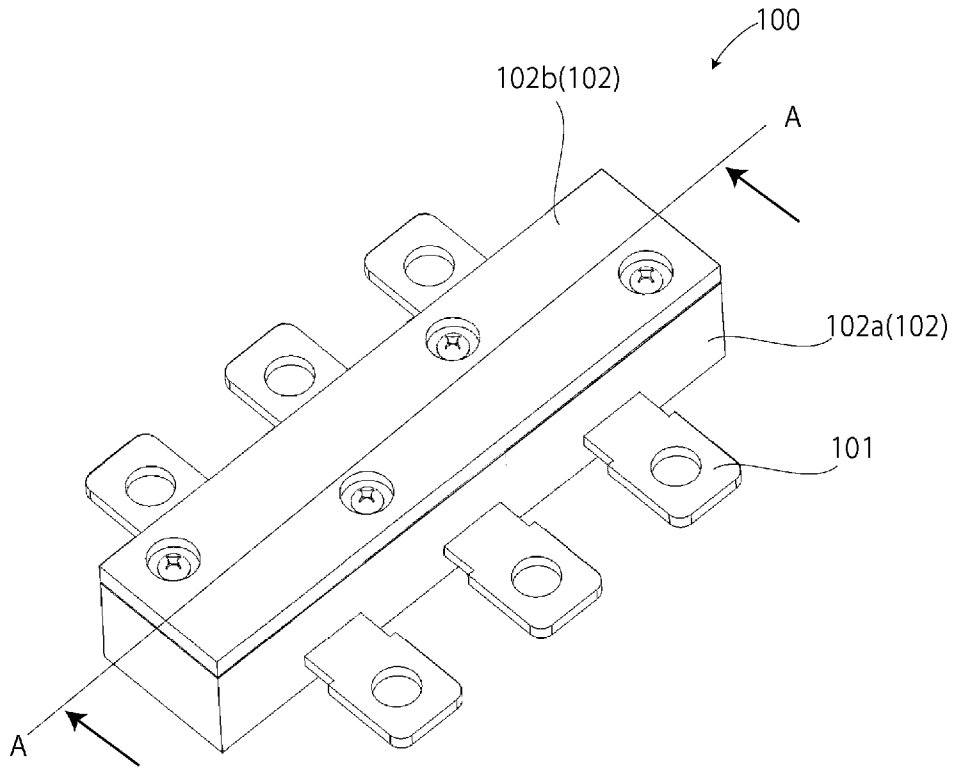
[11]

[11]



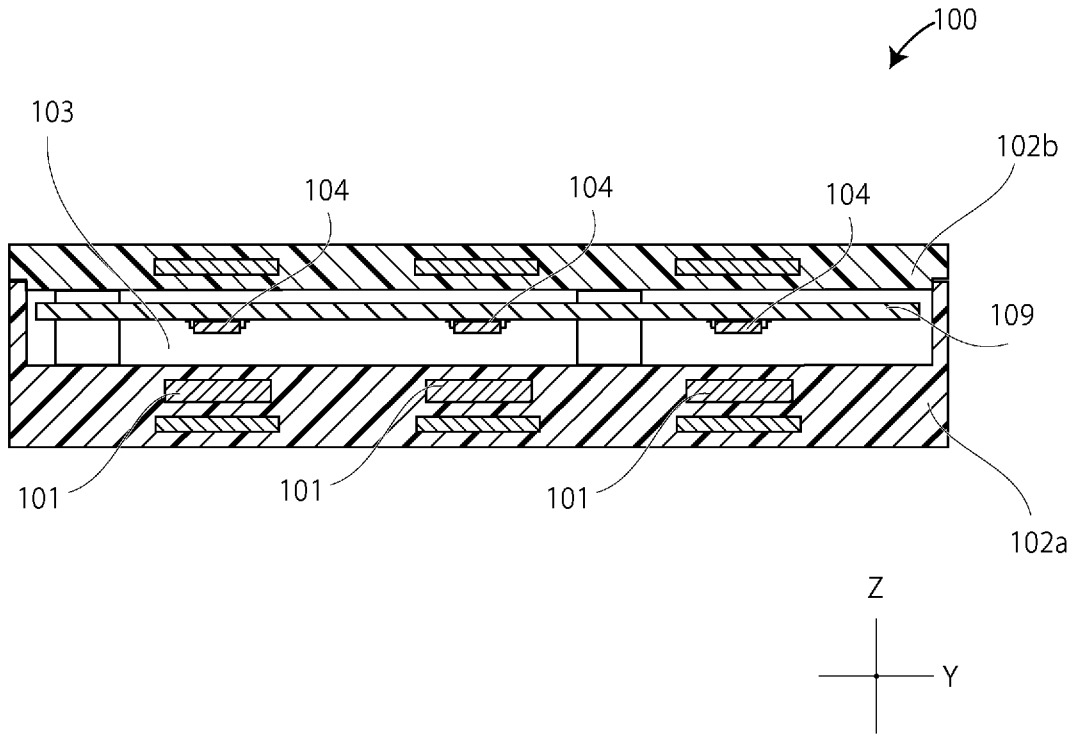
[圖12]

[圖 12]



[図13]

[図 13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01R 15/20</i> (2006.01) FI: G01R15/20 C		
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) G01R15/20; G01R33/02		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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.
A	JP 2014-85278 A (SUMITOMO WIRING SYSTEMS, LTD.) 12 May 2014 (2014-05-12) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2021/090603 A1 (DENSO CORP.) 14 May 2021 (2021-05-14) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2021-182821 A (DENSO CORP.) 25 November 2021 (2021-11-25) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2013-74670 A (KEIHIN CORP.) 22 April 2013 (2013-04-22) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2021-197831 A (DENSO CORP.) 27 December 2021 (2021-12-27) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2019-207251 A (LEM INTELLECTUAL PROPERTY SA) 05 December 2019 (2019-12-05) entire text, all drawings	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 31 March 2023		Date of mailing of the international search report 11 April 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/006393

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-115104 A (DENSO CORP.) 30 July 2020 (2020-07-30) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2012-242176 A (TDK CORP.) 10 December 2012 (2012-12-10) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-44486 A (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) 02 March 2017 (2017-03-02) entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/006393

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-85278	A	12 May 2014	(Family: none)	
WO	2021/090603	A1	14 May 2021	US 2022/0244296	A1 entire text, all drawings
JP	2021-182821	A	25 November 2021	WO 2021/235099	A1 entire text, all drawings
JP	2013-74670	A	22 April 2013	(Family: none)	
JP	2021-197831	A	27 December 2021	(Family: none)	
JP	2019-207251	A	05 December 2019	US 2017/0010310	A1 entire text, all drawings
				WO 2015/144592	A1
				EP 2924451	A1
				CN 106133529	A
JP	2020-115104	A	30 July 2020	(Family: none)	
JP	2012-242176	A	10 December 2012	(Family: none)	
JP	2017-44486	A	02 March 2017	CN 205809145	U entire text, all drawings

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 15/20(2006.01)i FI: G01R15/20 C		
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）） G01R15/20; G01R33/02 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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
A	JP 2014-85278 A（住友電装株式会社）12.05.2014（2014-05-12） 全文、全図	1-9
A	WO 2021/090603 A1（株式会社デンソー）14.05.2021（2021-05-14） 全文、全図	1-9
A	JP 2021-182821 A（株式会社デンソー）25.11.2021（2021-11-25） 全文、全図	1-9
A	JP 2013-74670 A（株式会社ケーヒン）22.04.2013（2013-04-22） 全文、全図	1-9
A	JP 2021-197831 A（株式会社デンソー）27.12.2021（2021-12-27） 全文、全図	1-9
A	JP 2019-207251 A（レム・インテレクトチュアル・プロパティ・エスエイ）05.12.2019 （2019-12-05） 全文、全図	1-9
A	JP 2020-115104 A（株式会社デンソー）30.07.2020（2020-07-30） 全文、全図	1-9
<input checked="" 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、一般的な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 31.03.2023		国際調査報告の発送日 11.04.2023
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） 永井 皓喜 2S 5701 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
A	JP 2012-242176 A (TDK株式会社) 10.12.2012 (2012 - 12 - 10) 全文, 全図	1-9
A	JP 2017-44486 A (アイシン精機株式会社) 02.03.2017 (2017 - 03 - 02) 全文, 全図	1-9

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/JP2023/006393

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-85278 A	12.05.2014	(ファミリーなし)	
WO 2021/090603 A1	14.05.2021	US 2022/0244296 A1 全文, 全図	
JP 2021-182821 A	25.11.2021	WO 2021/235099 A1 全文, 全図	
JP 2013-74670 A	22.04.2013	(ファミリーなし)	
JP 2021-197831 A	27.12.2021	(ファミリーなし)	
JP 2019-207251 A	05.12.2019	US 2017/0010310 A1 全文, 全図 WO 2015/144592 A1 EP 2924451 A1 CN 106133529 A	
JP 2020-115104 A	30.07.2020	(ファミリーなし)	
JP 2012-242176 A	10.12.2012	(ファミリーなし)	
JP 2017-44486 A	02.03.2017	CN 205809145 U 全文, 全図	