

(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
2018年1月18日(18.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/012034 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009967

(22) 国際出願日: 2017年3月13日(13.03.2017)

(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 2016-140929 2016年7月15日(15.07.2016) JP

(71) 出願人: アルプス電気株式会社 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田村 学(TAMURA, Manabu); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP). 末永 健(MATSUE, Ken); 〒1458501 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号アルプス電気株式会社内 Tokyo (JP).

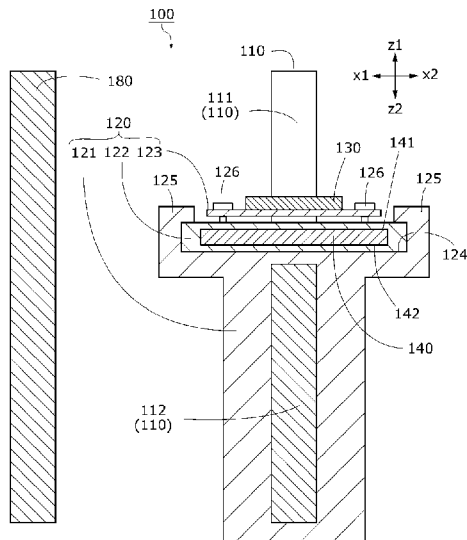
(74) 代理人: 松下 昌弘(MATSUSHITA, Masahiro); 〒1410031 東京都品川区西五反田 3 丁目 6 番 2 0 号いちご西五反田ビル 8 F Tokyo (JP).

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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称: 電流センサ



(57) Abstract: A magnetic sensory 130 is arranged in a position overlapping the position of a second electrical wire 180 in the x direction. A magnetic field forming member 140 is a plate-shape member which extends approximately parallel to the plane perpendicular to the z direction. The magnetic field forming member 140 includes an outer surface which faces towards the magnetic sensor 130, and that outer surface and the orientation of the sensitivity axis of the magnetic sensor 130 are approximately parallel with the x direction. The fixing member 120 fixes the magnetic sensor 130 and the magnetic field forming member 140 so as to be in close proximity on the same side of a first electrical wire 110 in the z direction, and the fixing member 120 separates and fixes at least a part of the first electrical wire 110, at least a part of the magnetic sensor 130 and at least a part of the magnetic field forming member 140 in positions that overlap in the z direction.

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)）

(57) 要約：磁気センサ130が、x方向において第2電線180と重なる位置に配置されており、磁界成形部材140が、z方向に直交する平面に略平行に広がる板状部材であり、磁界成形部材140が、磁気センサ130に対向する外面を含み、外面と磁気センサ130の感度軸の向きとがx方向に略平行であり、固定部材120が、磁気センサ130と磁界成形部材140とを、第1電線110に対してz方向の同じ側で近接して固定し、固定部材120が、第1電線110の少なくとも一部と磁気センサ130の少なくとも一部と磁界成形部材140の少なくとも一部とをz方向において重なる位置に離間して固定する。

明 細 書

発明の名称 : 電流センサ

技術分野

[0001] 本発明は、電流センサに関するものである。

背景技術

[0002] 電線に流れる電流により発生する磁界を、電線付近に配置した磁気センサで検出する電流センサが知られている。磁気センサの大きさに比べて大きな直径をもつ電線が測定対象となる場合、電流が流れる方向に直交する方向に磁気センサがずれても、磁気センサ付近における磁束のベクトルの方向は大きく変化しない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-11107号公報

特許文献2：特開2014-77682号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載のように、断面の厚さが幅に比べて小さい電線が測定対象となる場合、電線の周りに楕円形の磁束線が形成される。そのため、幅方向の一端側に配置された磁気センサが厚さ方向にわずかにずれた場合でも、磁気センサ付近における磁束のベクトルの方向が大きく変化するという不利益がある。

[0005] また、特許文献1に記載のように、測定対象の電線に隣接して、測定対象外の電線が配置されている場合、測定対象外の電線から発生する磁界により磁気センサが影響を受ける。測定対象外の電線による影響を低減するには、特許文献1に記載のように、磁気センサの感度軸の方向と測定対象外の電線から発生する磁界の方向とを直交させることが考えられる。しかし、特許文献1の方法では、極めて限定された位置に正確に磁気センサを配置しなければ

ばならないという不利益がある。

[0006] そこで、特許文献2に記載のように、電線を囲むように環状のコアを配置し、磁路中に形成されたコアの切れ目に磁気センサを配置することにより、磁気センサの位置ずれによる影響を低減する方法がある。しかしながら、電線に流れる電流が大きい場合、磁界を正確に測定するには、断面積の大きなコアを使用する必要があり、電流センサが大型化し、高コスト化するという不利益がある。

[0007] 本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型化を図りつつ、位置ずれによる影響を抑えて高精度に磁界を検出できる電流センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、第1方向における厚みより第1方向に直交する第2方向における幅が大きい第1電線と、第1方向における厚みより第2方向における幅が大きい第2電線と、第1電線に流れる電流により発生する磁界を検出する磁気センサと、軟質磁性体を含み磁界を成形する磁界成形部材と、第1電線と磁気センサと磁界成形部材とを固定する固定部材と、を備え、磁気センサが、第1方向において第2電線と重なる位置に配置されており、磁界成形部材が、第2方向に直交する平面に略平行に広がる板状部材であり、磁界成形部材が、磁気センサに対向する外面を含み、外面と磁気センサの感度軸の向きとが第1方向に略平行であり、固定部材が、磁気センサと磁界成形部材とを、第1電線に対して第2方向の同じ側で近接して固定し、固定部材が、第1電線の少なくとも一部と磁気センサの少なくとも一部と磁界成形部材の少なくとも一部とを第2方向において重なる位置に離間して固定する、電流センサである。

[0009] 本実施形態によれば、磁界成形部材により磁気センサの近傍における磁束のベクトルが安定し、互いに固定された磁気センサと磁界成形部材とが、第1電線と第2電線とに対してわずかに位置ずれした場合でも、磁気センサの近傍における磁束のベクトルが変わりにくい。特に、第2電線に流れる電流

により発生する磁束が、磁界成形部材付近で第1外面の法線方向に近くなるので、磁気センサが z 方向において第2電線の中央からずれている場合でも、第2電線が発生する磁束の影響を受けにくい。従って、コアを使用する場合に比べて小型化を図りつつ、位置ずれによる影響を抑えて高精度に磁界を検出できる。

[0010] 好適には本発明の電流センサにおいて、磁気センサが、第1方向において磁界成形部材の略中央に配置されている。

[0011] この構成によれば、磁気センサが、第1方向において磁界成形部材の略中央に配置されているので、感度軸の方向に平行な磁束の成分が多い位置に磁気センサが配置される。その結果、他の位置に配置する場合に比べて、第1電線と磁気センサとの位置ずれによる磁気センサの感度の変化を抑えられる。

[0012] 好適には本発明の電流センサにおいて、磁界成形部材の第1方向における幅が、第1電線の第1方向における厚みよりも大きい。

[0013] この構成によれば、磁界成形部材の第1方向における幅が、第1電線の第1方向における厚みよりも大きく、磁界成形部材がなければ第1電線と磁気センサとの第1方向の位置ずれの影響が大きい場合でも、磁界成形部材により、第1電線と磁気センサとの位置ずれによる磁気センサの感度の変化を抑えられる。

[0014] 好適には本発明の電流センサにおいて、磁界成形部材が、第1電線と磁気センサとの間に位置する。

[0015] この構成によれば、磁界成形部材が、第1電線と磁気センサとの間に位置しているので、磁界成形部材がない場合に比べて磁気センサ付近の磁束密度が小さく、磁気センサで大電流まで計測することができる。

[0016] 好適には本発明の電流センサにおいて、磁気センサが、第1電線と磁界成形部材との間に位置する。

[0017] この構成によれば、磁気センサが第1電線と磁界成形部材との間に位置しているので、磁界成形部材を同じ位置に配置して磁界成形部材を第1電線と

磁気センサとの間に配置する場合に比べて、小型化できる。また、磁界が磁界成形部材により遮られにくいので、信号対ノイズ比を低減することができ、磁気センサで小さな磁界変化を検出しやすくなる。

[0018] 好適には本発明の電流センサにおいて、2つの磁界成形部材を備え、磁気センサが、1つの磁界成形部材と他の1つの磁界成形部材との間に位置する。

[0019] この構成によれば、磁界成形部材が、第1電線と磁気センサとの間に位置しているので、磁界成形部材がない場合に比べて磁気センサ付近の磁束密度が小さく、磁気センサで大電流まで計測することができ、さらに、磁気センサの両側に磁界成形部材が配置されているので、磁界成形部材が1つの場合に比べて、位置ずれに対する磁気センサ付近の磁束のベクトルの変化が小さい。

[0020] 好適には本発明の電流センサにおいて、固定部材が、第1基板と第2基板とを含み、磁界成形部材が、第1基板に固定されており、磁気センサが、第2基板に固定されており、第1基板と第2基板とが、熱溶着により相互に固定されている。

[0021] この構成によれば、磁界成形部材を固定した第1基板と磁気センサを固定した第2基板とを別々に用意することで、1つの基板に固定した場合に比べて設計の自由度が高く、熱溶着で第1基板と第2基板とが固定されているので、磁界成形部材と磁気センサとを高い位置精度で固定することができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、小型化を図りつつ、位置ずれによる影響を抑えて高精度に磁界を検出できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の第1実施形態の電流センサの斜視図である。

[図2]図1の2-2線における電流センサの断面図である。

[図3]比較例において、電線の中心と磁気センサの中心とが略一致しているときの、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

[図4]比較例において、電線の中心と磁気センサの中心とがずれているときの、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

[図5]第1実施形態において、電線の中心と磁気センサの中心とが略一致しているときの、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

[図6]第1実施形態において、電線の中心と磁気センサの中心とがずれているときの、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

[図7]実験における位置ずれと感度誤差との関係を示すグラフである。

[図8]第1変形例の構成を示す部分断面図である。

[図9]第2変形例の構成を示す部分断面図である。

[図10]本発明の第2実施形態の電流センサの断面図である。

[図11]本発明の第3実施形態の電流センサの断面図である。

[図12]実験における位置ずれと隣接影響変動との関係を示すグラフである。

[図13]比較例における、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

[図14]第1実施形態における、磁束のベクトルと磁気センサとの関係を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0024] (第1実施形態)

以下、本発明の第1実施形態に係る電流センサについて説明する。図1は、本実施形態の電流センサ100の斜視図である。図2は、図1の2-2線を通り、 xz 平面に平行な断面における電流センサ100の断面図である。

[0025] 本明細書において、互いに直交する x 方向、 y 方向、及び z 方向を規定する。 x 方向は、互いに逆を向く $x1$ 方向と $x2$ 方向とを区別せずに表す。 y 方向は互いに逆を向く $y1$ 方向と $y2$ 方向とを区別せずに表す。 z 方向は互いに逆を向く $z1$ 方向と $z2$ 方向とを区別せずに表す。これらの方向は、相対的な位置関係を説明するために便宜上規定するのであって、実際の使用時の方向を限定するわけではない。構成要素の形状は、「略」という記載があるかないかにかかわらず、本明細書で開示された実施形態の技術思想が実現

される限り、記載された表現に基づく厳密な幾何学的な形状に限定されない。

[0026] 図2に示すように、電流センサ100は、x方向における厚みよりz方向における幅が大きい第1電線110と、固定部材120と、第1電線110を流れる電流により発生する磁界を検出する磁気センサ130と、軟質磁性体を含み磁界を成形する磁界成形部材140と、x方向における厚みよりz方向における幅が大きい第2電線180（隣接電線とも呼ばれる）とを含む。固定部材120は、第1電線110と磁気センサ130と磁界成形部材140とを固定する。第2電線180は、図示しない固定部材により、第1電線110と磁気センサ130と磁界成形部材140とに対して固定されている。

[0027] （第1電線）

図1に示すように、第1電線110は、磁気センサ130付近でy方向に直線的に延びている。本実施形態の第1電線110は、インバータに搭載されたバスバーである。第1電線110は、z方向に所定幅をもつ通常領域111と、通常領域111のy方向の途中に部分的に設けられた狭領域112とを含む。狭領域112のz方向の幅は、通常領域111のz方向の幅よりも小さい。狭領域112のz2側端縁は、通常領域111のz2側端縁からy方向に直線的かつ連続的に形成されている。狭領域112のz1側端縁は、通常領域111のz1側端縁からz方向にずれた位置に形成されている。図2に示すように、狭領域112は、xz平面に平行な断面で見ると、各辺がx方向とz方向とのいずれかに沿った略直方体である。

[0028] （第2電線）

図1に示すように、第2電線180は、y方向に直線的に延びている。本実施形態の第2電線180は、インバータに搭載されたバスバーである。図2に示すように、第2電線180は、xz平面に平行な断面で見ると、各辺がx方向とz方向とのいずれかに沿った略直方体である。第2電線180は全体的に、第1電線110の通常領域111と同様の形状をもつ。z方向に

おける第2電線180の両端の位置は、 z 方向における第1電線110の通常領域111の両端の位置と略同一である。図2に示すように、第2電線180は、第1電線110を x 1方向に平行移動させたものに類似しているが、狭領域112と x 方向において重なる部分においても、 z 方向の幅が通常領域111と同じである点で異なる。

[0029] (固定部材)

図1に示すように、固定部材120は、主固定部材121と第1基板122と第2基板123とを含み、絶縁材料で形成されている。

[0030] 主固定部材121は、 y 方向に所定の長さにわたって、密着して狭領域112を囲んでいる。主固定部材121は、狭領域112の z 1側端縁より z 1側に、 xy 平面に平行な上面124をもつ。主固定部材121は、上面124から z 1方向に突出した4つの爪125をもつ。

[0031] 第1基板122は、 xy 平面に平行に広がった平板状部材であり、主固定部材121の爪125により、上面124に固定可能である。図2に示すように、第1基板122の内部には、後述の磁界成形部材140が、埋設されて固定されている。第1基板122と主固定部材121とは、着脱可能である。図1に示すように、第2基板123は、第1基板122の z 1側で、 xy 平面に平行に広がった平板状部材である。第2基板123の z 1側の面には、後述の磁気センサ130が固定されている。

[0032] 固定部材120は、さらに4つのボス126を含む。第1基板122と第2基板123とは、4つのボス126により、製造時に熱溶着により相互に固定されている。第2基板123は、第1基板122の z 1側で熱溶着されている。第1基板122と第2基板123との間に隙間があるので、発生する熱が逃げやすい。

[0033] (磁気センサ)

図2に示す磁気センサ130は、磁気抵抗効果素子やホール素子などの磁電変換素子で構成されている。磁気センサ130は、 yz 平面に平行な平面を中心として対称的な形状をもち、 x 方向を感度軸の方向とする。磁気セン

サ 1 3 0 の x 方向の中心が、第 1 電線 1 1 0 の x 方向の中心に一致している。
磁気センサ 1 3 0 は、第 1 電線 1 1 0 の z 1 側に離間して配置されている。
。

[0034] (磁界成形部材)

磁界成形部材 1 4 0 は、 z 方向において第 1 電線 1 1 0 と磁気センサ 1 3 0 との間に位置する。磁界成形部材 1 4 0 は、第 1 基板 1 2 2 内部で x y 平面に略平行に広がる板状部材である。磁界成形部材 1 4 0 は、各面が x y 平面と y z 平面と x z 平面とのいずれかに平行な略直方体である。磁界成形部材 1 4 0 は、 x y 平面に平行な z 1 側の第 1 外面 1 4 1 と、 x y 平面に平行な z 2 側の第 2 外面 1 4 2 とをもつ。第 1 外面 1 4 1 は、磁気センサ 1 3 0 に対向する。第 1 外面 1 4 1 と磁気センサ 1 3 0 の感度軸の向き（すなわち、 x 方向）とは、いずれも、 x 方向に略平行である。第 2 外面 1 4 2 は、第 1 電線 1 1 0 に対向する。

[0035] (相対的な位置関係)

固定部材 1 2 0 は、磁気センサ 1 3 0 と磁界成形部材 1 4 0 とを、第 1 電線 1 1 0 に対して z 方向の同じ側（すなわち、 z 1 側）で近接して固定する。磁界成形部材 1 4 0 は、第 1 電線 1 1 0 と磁気センサ 1 3 0 との間に位置する。磁界成形部材 1 4 0 は、 x 方向において第 1 電線 1 1 0 の略中央に配置されている。磁気センサ 1 3 0 は、 x 方向において磁界成形部材 1 4 0 の略中央に配置されている。すなわち、 x 方向において、第 1 電線 1 1 0 の中心と、磁気センサ 1 3 0 の中心と、磁界成形部材 1 4 0 の中心とは、略一致する。

[0036] 固定部材 1 2 0 は、第 1 電線 1 1 0 の少なくとも一部と磁気センサ 1 3 0 の少なくとも一部と磁界成形部材 1 4 0 の少なくとも一部とを z 方向において重なる位置に離間して固定する。磁気センサ 1 3 0 と磁界成形部材 1 4 0 との各々の x 方向における幅は、第 1 電線 1 1 0 の x 方向における厚みよりも大きい。磁界成形部材 1 4 0 の x 方向における幅は、磁気センサ 1 3 0 の x 方向における幅よりも大きい。磁気センサ 1 3 0 は、 x 方向において、磁

界成形部材 140 に重ならない。

[0037] 磁気センサ 130 と磁界成形部材 140 とは、いずれも、 x 方向において第 2 電線 180 と重なる位置に配置されている。すなわち、磁気センサ 130 と磁界成形部材 140 とは、第 2 電線 180 の z 1 側端部よりも z 2 側に位置する。

[0038] (第 1 電線による磁界)

図 3 は、磁界成形部材 140 が不在の比較例の場合の、第 1 電線 110 を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ 130 との関係を示す概略図である。図 3 の場合、 x 方向において、第 1 電線 110 の中心と磁気センサ 130 の中心とが略一致している。従って、磁気センサ 130 における磁束のベクトルの方向（矢印 161 で示す方向）は、 x 方向に略平行である。

[0039] 図 4 は、磁界成形部材 140 が不在の比較例の場合の、第 1 電線 110 を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ 130 との関係を示す概略図である。図 4 の場合、 x 方向において、磁気センサ 130 の中心は、第 1 電線 110 の中心から x 1 方向にずれている。例えば、バスバーである第 1 電線 110 が、インバータなどの大電流を必要とする機器に接続されている場合、第 1 電線 110 に流れる電流により電流センサ 100 の構成要素や周辺部材が熱膨張し、このようなずれが発生する。

[0040] 第 1 電線 110 は x 方向の厚みよりも z 方向の幅のほうが大きい。そのため、第 1 電線 110 の x 方向の両側では、 z 方向の位置が変わっても磁束のベクトルが大きく変化しない。これに対して、第 1 電線 110 の z 方向の両側では、 x 方向の位置の変化に対する磁束のベクトルの向きの変化が大きい。すなわち、図 4 の例では、磁気センサ 130 における磁束のベクトルの方向（矢印 162 で示す方向）は、 x 方向に平行ではない。その結果、磁束のベクトルの x 方向の成分が図 3 の場合に比べて小さくなり、図 3 と同じ大きさの電流が第 1 電線 110 に流れても、検出値は小さくなる。

[0041] 図 5 は、磁界成形部材 140 がある本実施形態の場合の、第 1 電線 110

を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ 130 との関係を示す概略図である。図 5 の場合、 x 方向において、第 1 電線 110 の中心と磁気センサ 130 の中心と磁界成形部材 140 の中心とが略一致している。全体として x 方向の中心を通り $y-z$ 平面に平行な平面を中心として対称的であるため、磁束のベクトルも同じ平面を中心として対称的となる。従って、磁気センサ 130 における磁界の方向（矢印 163 で示す方向）は、 x 方向に略平行である。

[0042] 図 6 は、磁界成形部材 140 がある本実施形態の場合の、第 1 電線 110 を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ 130 との関係を示す概略図である。図 6 の場合、 x 方向における磁気センサ 130 の中心と磁界成形部材 140 の中心とが、 x 方向における第 1 電線 110 の中心から x 方向にずれている。 x 方向において、磁気センサ 130 の中心と磁界成形部材 140 の中心とは略一致している。磁気センサ 130 と磁界成形部材 140 とは、固定部材 120 において製造時に熱溶着で固定されているので、大きくずれない。しかし、磁気センサ 130 及び磁界成形部材 140 と第 1 電線 110 とは着脱可能であるため、熱膨張などでずれるおそれがある。

[0043] 磁界成形部材 140 は、軟質磁性体で形成されているので、周辺の磁界を成形する力が大きい。磁界成形部材 140 の周辺における磁界のベクトルは、磁界成形部材 140 が x 方向にわずかに移動しても、磁界成形部材 140 が無い場合に比べると大きく変化しない。磁気センサ 130 は、その成形された磁界の中に固定されているため、図 5 の場合と図 6 の場合とで、磁気センサ 130 付近の磁束のベクトルは大きく変わらない。すなわち、磁気センサ 130 と第 1 電線 110 との x 方向の位置がずれたとしても、磁気センサ 130 における磁界の方向（矢印 164 で示す方向）は、 x 方向に略平行に維持される。

[0044] 図 7 は、実験における位置ずれ（横軸）と感度誤差（縦軸）との関係を示すグラフである。位置ずれは、 x 方向における磁気センサ 130 の中心と第 1 電線 110 の中心とのずれを mm で表す。感度誤差は、位置ずれ 0 mm の

場合の測定値に対する測定値の変化量の比率をパーセントで表す。なお、各位置の測定値が、位置ずれ 0 mm の場合の測定値より小さい場合、感度誤差はマイナスで表される。図 1 に示す狭領域 112 の z 方向の幅は 10 mm、狭領域 112 の x 方向の厚みは 2 mm、磁界成形部材 140 と第 1 電線 110 との z 方向の間隔は 1 mm、磁界成形部材 140 の z 方向の厚みは 1 mm、磁気センサ 130 と第 1 電線 110 との z 方向の間隔は 2.5 mm とした。

[0045] グラフ 171 は、図 3 及び図 4 に示す比較例の場合を表す。グラフ 172 は、図 5 及び図 6 に示す本実施形態の場合を表す。グラフ 171 とグラフ 172 とのいずれも、位置ずれが大きくなるほど、感度誤差が小さくなる（すなわち、位置ずれ 0 mm の場合の測定値に対するずれが大きくなる）。本実施形態（グラフ 172）の場合のほうが、比較例（グラフ 171）の場合よりも感度誤差の変化が小さい。すなわち、比較例の場合よりも、本実施形態の方が、x 方向の位置ずれによる測定値への影響が小さい。

[0046] （第 2 電線による磁界）

まず、本実施形態とは異なり、磁界成形部材 140（図 2）がない比較例の場合について考える。図 13 は、比較例の場合の、第 2 電線 180 を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ 130 及び第 1 電線 110 との関係を示す概略図である。図 13 に示すように、x z 平面に平行な断面で見たとき、第 2 電線 180 の周囲にも、楕円状に磁束線（矢印 191 及び矢印 192 で示される）が形成される。第 2 電線 180 の z 方向における中央と x 方向に対向する位置で、第 2 電線 180 による磁界が z 方向に略平行となる。

[0047] 磁界成形部材 140（図 2）がない場合、磁気センサ 130 に対する第 2 電線 180 の磁界による影響をできるだけ除外するには、第 2 電線 180 の z 方向中央部分に対向して、磁気センサ 130 を配置することが好ましい。そのためには、狭領域 112 の z 方向の幅を、通常領域 111 の z 方向の幅の半分未満にする必要がある。また、磁気センサ 130 が z 方向にずれると

、第2電線180による磁束のベクトルのx方向成分が変化して、測定値への影響度が変化する。

[0048] 磁界成形部材140（図2）がない場合、狭領域112のz方向の幅を大きくすると、第2電線180のz方向中央からz方向にずれた位置に磁気センサ130を配置する必要がある。図13に示すように第2電線180のz方向中央からz方向にずれた位置では、磁気センサ130における第2電線180による磁界のベクトルがz方向に平行ではない。従って、磁気センサ130が第2電線180による磁界の影響を受けやすい。また、磁気センサ130がz方向にずれると、第2電線180による磁束のベクトルのx方向成分が変化して、測定値への影響度が変化する。

[0049] 次に、本実施形態のように、磁界成形部材140（図2）がある場合について考える。図14は、本実施形態の場合の、第2電線180を流れる電流により発生する磁束のベクトルと磁気センサ130及び第1電線110との関係を示す概略図である。磁界成形部材140は、磁界を成形する力が強いので、図13の矢印191及び矢印192に示すように、磁界成形部材140付近では、第2電線180による磁界は、z方向に略平行に固定される。磁気センサ130と磁界成形部材140とが、第2電線180に対してz方向にわずかに位置ずれした場合でも、第2電線180による磁気センサ130付近の磁界は大きく変わらない。従って、第2電線180のz方向中央からz方向にずれた位置に磁気センサ130を配置しても、磁気センサ130は、第2電線180による影響を受けにくく、z方向にわずかに移動しても測定値への影響度が変化しにくい。

[0050] （まとめ）

本実施形態によれば、磁界成形部材140により磁気センサ130の近傍における磁束のベクトルが安定し、互いに固定された磁気センサ130と磁界成形部材140とが、第1電線110と第2電線180とに対してわずかに位置ずれした場合でも、磁気センサ130の近傍における磁束のベクトルが変わりにくい。特に、第2電線180に流れる電流により発生する磁

束が、磁界成形部材 140 付近で第 1 外面 141 の法線方向に近くなるので、磁気センサ 130 が z 方向において第 2 電線 180 の中央からずれている場合でも、第 2 電線 180 が発生する磁束の影響を受けにくい。従って、コアを使用する場合に比べて小型化を図りつつ、位置ずれによる影響を抑えて高精度に磁界を検出できる。

[0051] 本実施形態によれば、磁気センサ 130 が、x 方向において磁界成形部材 140 の略中央に配置されているので、感度軸の方向に平行な磁束の成分が多い位置に磁気センサ 130 が配置される。その結果、他の位置に配置する場合に比べて、第 1 電線 110 と磁気センサ 130 との位置ずれによる磁気センサ 130 の感度の変化を抑えられる。

[0052] 本実施形態によれば、磁界成形部材 140 の x 方向における幅が、第 1 電線 110 の x 方向における厚みよりも大きく、磁界成形部材 140 がなければ第 1 電線 110 と磁気センサ 130 との x 方向の位置ずれの影響が大きい場合でも、磁界成形部材 140 により、第 1 電線 110 と磁気センサ 130 との位置ずれによる磁気センサ 130 の感度の変化を抑えられる。

[0053] 本実施形態によれば、磁界成形部材 140 が、第 1 電線 110 と磁気センサ 130 との間に位置しているので、磁界成形部材 140 がいない場合に比べて磁気センサ 130 付近の磁束密度が小さく、磁気センサ 130 で大電流まで計測することができる。

[0054] 本実施形態によれば、磁界成形部材 140 を固定した第 1 基板 122 と磁気センサ 130 を固定した第 2 基板 123 とを別々に用意することで、1 つの基板に固定した場合に比べて設計の自由度が高く、熱溶着で第 1 基板 122 と第 2 基板 123 とが固定されているので、磁界成形部材 140 と磁気センサ 130 とを高い位置精度で固定することができる。

[0055] (第 1 実施形態の第 1 変形例)

図 8 は、図 2 と同じ断面における第 1 変形例の部分断面図である。第 1 変形例では、図 2 に示す第 1 基板 122、第 2 基板 123、ボス 126、磁気センサ 130、及び磁界成形部材 140 の代わりに、それぞれ、図 8 に示す

第1基板222、第2基板223、ボス226、磁気センサ230、及び磁界成形部材240が使用される。

[0056] 第1実施形態（図2）では、磁気センサ130が第2基板123のz1側に固定されているのに対し、第1変形例（図8）では、磁気センサ230が第2基板223のz2側に固定されている。そのため、第1変形例（図8）のボス226は、第1実施形態（図2）のボス126よりz方向に長く、第1変形例（図8）における第1基板222と第2基板223とのz方向の間隔は、第1実施形態（図2）における第1基板122と第2基板123とのz方向の間隔よりも大きい。その他の構成は、第1実施形態と同様である。

[0057] 第1変形例でも、図8に示す磁界成形部材240及び磁気センサ230と、図2に示す第1電線110及び第2電線180との相対的な位置関係は、第1実施形態の場合と同じであるので、第1実施形態と同様の効果が得られる。

[0058] （第1実施形態の第2変形例）

図9は、図2と同じ断面における第2変形例の部分断面図である。第2変形例では、図2に示す第1基板122、第2基板123、ボス126、磁気センサ130、及び磁界成形部材140の代わりに、それぞれ、図9に示す第1基板322、第2基板323、係止爪326、磁気センサ330、及び磁界成形部材340が使用される。

[0059] 第1実施形態（図2）では、第2基板123がボス126で第1基板122に固定されているのに対し、第2変形例（図9）では、第2基板323が係止爪326で第1基板322に固定されている。第1基板122のz1側の面と第2基板323のz2側の面とが密着しているので、第1基板122と第2基板323とをより強固に固定できる。その他の構成は、第1実施形態と同様である。

[0060] 第2変形例でも、図9に示す磁界成形部材340及び磁気センサ330と、図2に示す第1電線110及び第2電線180との相対的な位置関係は、第1実施形態の場合と同じであるので、第1実施形態と同様の効果が得られ

る。

[0061] (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る電流センサについて説明する。図10は、図2と同じ断面における第2実施形態の電流センサ400の断面図である。第2実施形態(図10)の第1電線410、通常領域411、狭領域412、固定部材420、主固定部材421、第1基板422、第2基板423、上面424、爪425、ボス426、磁気センサ430、磁界成形部材440、第1外面441、第2外面442、及び第2電線480は、それぞれ、第1実施形態(図2)の第1電線110、通常領域111、狭領域112、固定部材120、主固定部材121、第1基板122、第2基板123、上面124、爪125、ボス126、磁気センサ130、磁界成形部材140、第1外面141、第2外面142、及び第2電線180に対応する。

[0062] 第1実施形態(図2)と第2実施形態(図10)との大きな違いは、磁界成形部材440と磁気センサ430との位置である。以下、第1実施形態(図2)と第2実施形態(図10)との相違点を中心に説明する。

[0063] 第1実施形態(図2)と同様に、第2実施形態(図10)の第1基板422の内部には、磁界成形部材440が埋設されて固定されている。第1実施形態(図2)と同様に、第2実施形態(図10)の第2基板423のz1側の面には、磁気センサ430が固定されている。ただし、第1実施形態(図2)とは異なり、第2実施形態(図10)の第1基板422は、第2基板423のz1側に位置する。磁気センサ430は、z方向において第1電線410と磁界成形部材440との間に位置する。

[0064] 磁界成形部材440は、第1基板422内部でxy平面に略平行に広がる、軟質磁性体で形成された板状部材である。磁界成形部材440は、各面がxy平面とyz平面とxz平面とのいずれかに平行な略直方体である。磁界成形部材440は、xy平面に平行なz2側の第1外面441と、xy平面に平行なz1側の第2外面442とをもつ。第1外面441は、磁気センサ430に対向する。第1外面441と磁気センサ430の感度軸の向き(す

なわち、 x 方向)とは、いずれも、 x 方向に略平行である。

[0065] 第1基板422、第2基板423との間は、製造時にボス426を介して熱溶着されている。第2基板423の z 2側の面を主固定部材421の上面424に密着させた状態で、第1基板422が、爪425により主固定部材421に固定されている。

[0066] 第1実施形態(図2)と同様に、第2実施形態(図10)の磁界成形部材440の周辺における磁界のベクトルは、磁界成形部材440が x 方向にわずかに移動しても、磁界成形部材440が無い場合に比べると大きく変化しない。磁気センサ430は、磁界成形部材440の z 2側で、その成形された磁界の中に固定されているため、 x 方向にわずかに移動しても、磁気センサ430付近の磁束のベクトルは大きく変わらない。すなわち、磁気センサ430と第1電線410との x 方向の位置がずれたとしても、磁気センサ430における磁界の方向は、 x 方向に略平行に維持される。

[0067] 磁気センサ430と磁界成形部材440とは、いずれも、 x 方向において第2電線480と重なる位置に配置されている。すなわち、磁気センサ430と磁界成形部材440とは、第2電線480の z 1側端部よりも z 2側に位置する。

[0068] 磁界成形部材440は、磁界を成形する力が強いいため、磁気センサ430と磁界成形部材440とが、第2電線480に対して z 方向にわずかに位置ずれした場合でも、第2電線480による磁気センサ430付近の磁界は大きく変わらない。磁界成形部材440付近では、第2電線480による磁界は、 z 方向に略平行に固定される。従って、第2電線480の z 方向中央から z 方向にずれた位置に磁気センサ430を配置しても、磁気センサ430は、第2電線480による影響を受けにくく、 z 方向にわずかに移動しても測定値への影響度が変化しにくい。

[0069] (まとめ)

本実施形態によれば、第1実施形態(図2)の磁界成形部材140が第1電線110と磁気センサ130との間に位置していることによる効果を除い

て、第1実施形態（図2）と同様の効果が得られる。

[0070] 本実施形態によれば、磁気センサ430が第1電線410と磁界成形部材440との間に位置しているので、磁界成形部材440を同じ位置に配置して磁界成形部材440を第1電線410と磁気センサ430との間に配置する場合に比べて、小型化できる。また、磁界が磁界成形部材440により遮られにくいので、信号対ノイズ比を低減することができ、磁気センサ430で小さな磁界変化を検出しやすくなる。

[0071] （第3実施形態）

次に、本発明の第3実施形態に係る電流センサについて説明する。図11は、図2と同じ断面における第3実施形態の電流センサ500の断面図である。第3実施形態（図11）の第1電線510、通常領域511、狭領域512、固定部材520、主固定部材521、第1基板522、近位第2基板523-1、上面524、爪525、近位ボス526-1、磁気センサ530、近位磁界成形部材540-1、近位第1外面541-1、近位第2外面542-1、及び第2電線580は、それぞれ、第1実施形態（図2）の第1電線110、通常領域111、狭領域112、固定部材120、主固定部材121、第1基板122、第2基板123、上面124、爪125、ボス126、磁気センサ130、磁界成形部材140、第1外面141、第2外面142、及び第2電線180に対応する。

[0072] 第3実施形態（図11）の遠位第2基板523-2、遠位ボス526-2、遠位磁界成形部材540-2、遠位第1外面541-2、及び遠位第2外面542-2は、それぞれ、第2実施形態（図10）の第2基板423、ボス426、磁界成形部材440、第1外面441、及び第2外面442に対応する。以下、近位磁界成形部材540-1と遠位磁界成形部材540-2とを区別せずに、磁界成形部材540とよぶ場合がある。

[0073] 第3実施形態（図11）は、第1実施形態（図2）と第2実施形態（図10）とを組み合わせた構成をもつ。第3実施形態（図11）は、電流センサ500が2つの磁界成形部材540を備え、磁気センサ530が1つの磁界

成形部材 540 と他の 1 つの磁界成形部材 540 との間に位置する点で、第 1 実施形態（図 2）及び第 2 実施形態（図 10）と異なる。以下、第 3 実施形態（図 11）の電流センサ 500 が、第 1 実施形態（図 2）の電流センサ 100 と第 2 実施形態（図 10）の電流センサ 400 と異なっている点を中心に説明する。

[0074] 第 1 実施形態（図 2）及び第 2 実施形態（図 10）と同様に、第 3 実施形態（図 11）の磁界成形部材 540 の周辺における磁界のベクトルは、磁界成形部材 540 が x 方向にわずかに移動しても、磁界成形部材 540 が無い場合に比べると大きく変化しない。磁気センサ 430 は、2 つの磁界成形部材 540 の間で、その成形された磁界の中に固定されているため、x 方向にわずかに移動しても、磁気センサ 530 付近の磁束のベクトルは大きく変わらない。すなわち、磁気センサ 530 と第 1 電線 510 との x 方向の位置がずれたとしても、磁気センサ 530 における磁界の方向は、x 方向に略平行に維持される。磁気センサ 530 が 2 つの磁界成形部材 540 で挟まれているので、磁界成形部材 540 が 1 つの場合に比べると、磁気センサ 530 と磁界成形部材 540 とが第 1 電線 510 に対して相対的に x 方向に移動したときの磁気センサ 530 付近における磁束のベクトルの変化が小さい。

[0075] 磁気センサ 530 と磁界成形部材 540 とは、いずれも、x 方向において第 2 電線 580 と重なる位置に配置されている。すなわち、磁気センサ 530 と磁界成形部材 540 とは、第 2 電線 580 の z 1 側端部よりも z 2 側に位置する。

[0076] 磁界成形部材 540 は、磁界を成形する力が強いので、磁気センサ 530 と磁界成形部材 540 とが、第 2 電線 580 に対して z 方向にわずかに位置ずれした場合でも、第 2 電線 580 による磁気センサ 530 付近の磁界は大きく変わらない。磁界成形部材 540 付近では、第 2 電線 580 による磁界は、z 方向に略平行に固定される。従って、第 2 電線 580 の z 方向中央から z 方向にずれた位置に磁気センサ 530 を配置しても、磁気センサ 530 は、第 2 電線 580 による影響を受けにくく、z 方向にわずかに移動しても

測定値への影響度が変化しにくい。

[0077] (まとめ)

本実施形態によれば、第1実施形態(図2)及び第2実施形態(図10)の磁界成形部材140(または、磁界成形部材440)が磁気センサ130(または、磁気センサ430)の片側にのみ位置していることによる効果を除いて、第1実施形態(図2)及び第2実施形態(図10)と同様の効果が得られる。

[0078] 本実施形態によれば、磁界成形部材540が、第1電線510と磁気センサ530との間に位置しているので、磁界成形部材540がない場合に比べて磁気センサ530付近の磁束密度が小さく、磁気センサ530で大電流まで計測することができ、さらに、磁気センサ530の両側に磁界成形部材540が配置されているので、磁界成形部材540が1つの場合に比べて、位置ずれに対する磁気センサ530付近の磁束のベクトルの変化が小さい。

[0079] 図12は、実験における位置ずれ(横軸)と隣接影響変動(縦軸)との関係を示すグラフである。位置ずれは、z方向における磁気センサ130の中心と第1電線110の中心とのずれをmmで表す。隣接影響変動は、位置ずれ0mmの場合の測定値に対する測定値の変化量の比率を表す。位置ずれは、z1方向を正、z1方向を負とする。隣接影響変動の符号は、磁束のベクトルの方向の違いを表す。

[0080] (比較)

グラフ181は、図10に示す第2実施形態の場合を表す。図10に示す狭領域412のz方向の幅は5mm、第2電線480のz方向の幅は12.5mm、z方向における磁気センサ430の中心と第1電線410とのz方向の間隔は3.5mm、磁界成形部材440の第1外面441とz方向における磁気センサ430の中心とのz方向の間隔は3mm、磁界成形部材440のz方向の厚みは1mmとした。

[0081] グラフ182は、図11に示す第3実施形態の場合を表す。図11に示す狭領域512のz方向の幅は5mm、第2電線580のz方向の幅は12.

5 mm、z 方向における磁気センサ 530 の中心と第 1 電線 510 との z 方向の間隔は 3.5 mm、近位磁界成形部材 540-1 の近位第 1 外面 441-1 と z 方向における磁気センサ 530 の中心との z 方向の間隔は 1.5 mm、近位磁界成形部材 540-1 の z 方向の厚みは 1 mm、遠位磁界成形部材 540-2 の遠位第 1 外面 441-2 と z 方向における磁気センサ 530 の中心との z 方向の間隔は 3 mm、遠位磁界成形部材 540-2 の z 方向の厚みは 1 mm とした。

[0082] グラフ 183 は、図 10 に示す第 2 実施形態と同様の条件において、磁界成形部材 440 を使用しない比較例の場合を表す。グラフ 181 とグラフ 182 とグラフ 183 とのいずれも、z 方向の位置ずれが大きくなるほど、隣接影響変動の絶対値が大きくなる（すなわち、位置ずれ 0 mm の場合の測定値に対するずれが大きくなる）。第 2 実施形態（グラフ 181）と第 3 実施形態（グラフ 182）との場合のほうが、比較例（グラフ 183）の場合よりも隣接影響変動の変化が小さい。すなわち、比較例の場合よりも、第 2 実施形態及び第 3 実施形態の方が、z 方向の位置ずれによる測定値への影響が小さい。

[0083] 本発明は上述した実施形態には限定されない。すなわち、当業者は、本発明の技術的範囲またはその均等の範囲内において、上述した実施形態の構成要素に関し、様々な変更、コンビネーション、サブコンビネーション、並びに代替を行ってもよい。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明は、様々な電流センサに適用可能である。

符号の説明

[0085] 100…電流センサ、110…第 1 電線、120…固定部材、122…第 1 基板
123…第 2 基板、130…磁気センサ、140…磁界成形部材、141…第 1 外面
180…第 2 電線

2 2 2…第1基板、2 2 3…第2基板、2 3 0…磁気センサ、2 4 0…磁界成形部材

3 2 2…第1基板、3 2 3…第2基板、3 2 6…係止爪、3 3 0…磁気センサ

3 4 0…磁界成形部材

4 0 0…電流センサ、4 1 0…第1電線、4 2 0…固定部材、4 2 2…第1基板

4 2 3…第2基板、4 3 0…磁気センサ、4 4 0…磁界成形部材、4 4 1…第1外面

4 8 0…第2電線

5 0 0…電流センサ、5 1 0…第1電線、5 2 0…固定部材、5 2 2…第1基板

5 2 3－1…近位第2基板、5 2 3－2…遠位第2基板、5 3 0…磁気センサ

5 4 0－1…近位磁界成形部材、5 4 0－2…遠位磁界成形部材

5 4 1－1…近位第1外面、5 4 1－2…遠位第1外面、5 8 0…第2電線

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向における厚みより前記第1方向に直交する第2方向における幅が大きい第1電線と、
- 前記第1方向における厚みより前記第2方向における幅が大きい第2電線と、
- 前記第1電線を流れる電流により発生する磁界を検出する磁気センサと、
- 軟質磁性体を含み前記磁界を成形する磁界成形部材と、
- 前記第1電線と前記磁気センサと前記磁界成形部材とを固定する固定部材と、
- を備え、
- 前記磁気センサが、前記第1方向において前記第2電線と重なる位置に配置されており、
- 前記磁界成形部材が、前記第2方向に直交する平面に略平行に広がる板状部材であり、
- 前記磁界成形部材が、前記磁気センサに対向する外面を含み、
- 前記外面と前記磁気センサの感度軸の向きとが前記第1方向に略平行であり、
- 前記固定部材が、前記磁気センサと前記磁界成形部材とを、前記第1電線に対して前記第2方向の同じ側で近接して固定し、
- 前記固定部材が、前記第1電線の少なくとも一部と前記磁気センサの少なくとも一部と前記磁界成形部材の少なくとも一部とを前記第2方向において重なる位置に離間して固定する、
- 電流センサ。
- [請求項2] 前記磁気センサが、前記第1方向において前記磁界成形部材の略中央に配置されている、
- 請求項1に記載の電流センサ。
- [請求項3] 前記磁界成形部材の前記第1方向における幅が、前記第1電線の前

記第 1 方向における厚みよりも大きい、

請求項 1 または請求項 2 に記載の電流センサ。

[請求項4] 前記磁界成形部材が、前記第 1 電線と前記磁気センサとの間に位置する、

請求項 1 乃至請求項 3 に記載の電流センサ。

[請求項5] 前記磁気センサが、前記第 1 電線と前記磁界成形部材との間に位置する、

請求項 1 乃至請求項 3 に記載の電流センサ。

[請求項6] 2 つの前記磁界成形部材を備え、

前記磁気センサが、1 つの前記磁界成形部材と他の 1 つの前記磁界成形部材との間に位置する、

請求項 1 乃至請求項 3 に記載の電流センサ。

[請求項7] 前記固定部材が、第 1 基板と第 2 基板とを含み、

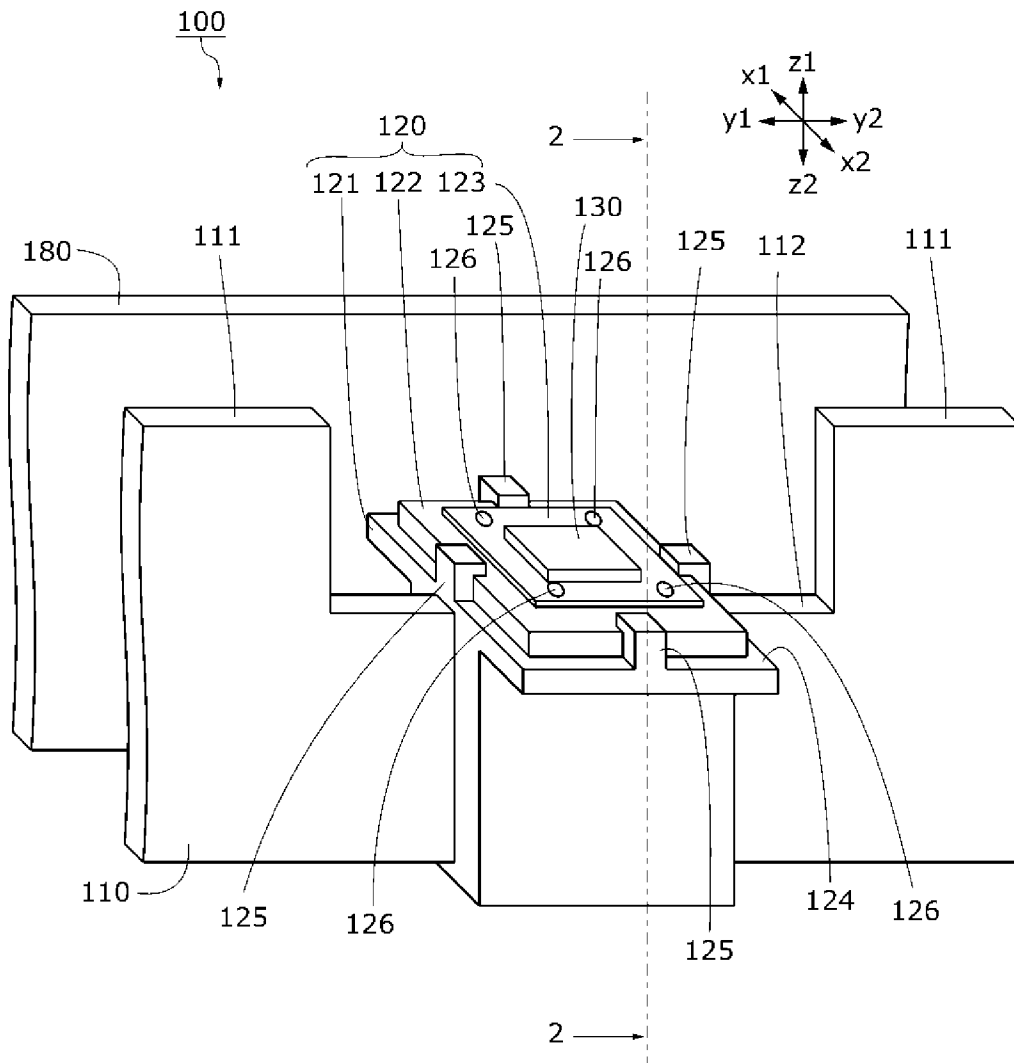
前記磁界成形部材が、前記第 1 基板に固定されており、

前記磁気センサが、前記第 2 基板に固定されており、

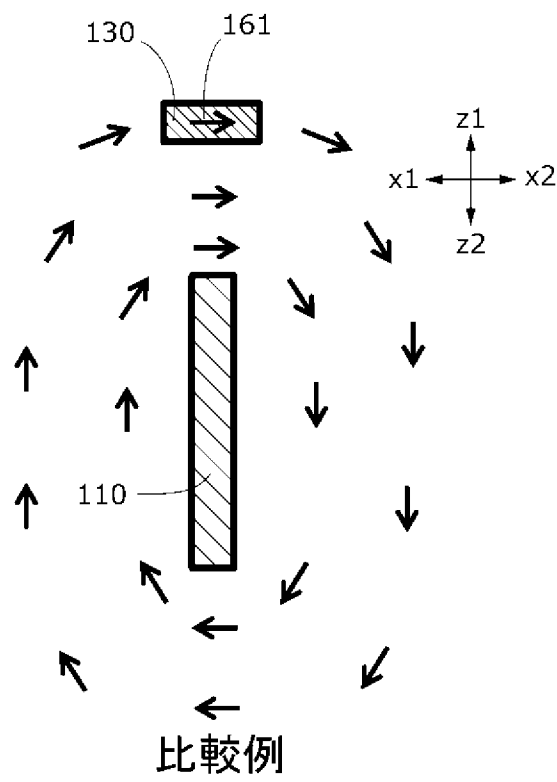
前記第 1 基板と前記第 2 基板とが、熱溶着により相互に固定されている、

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の電流センサ。

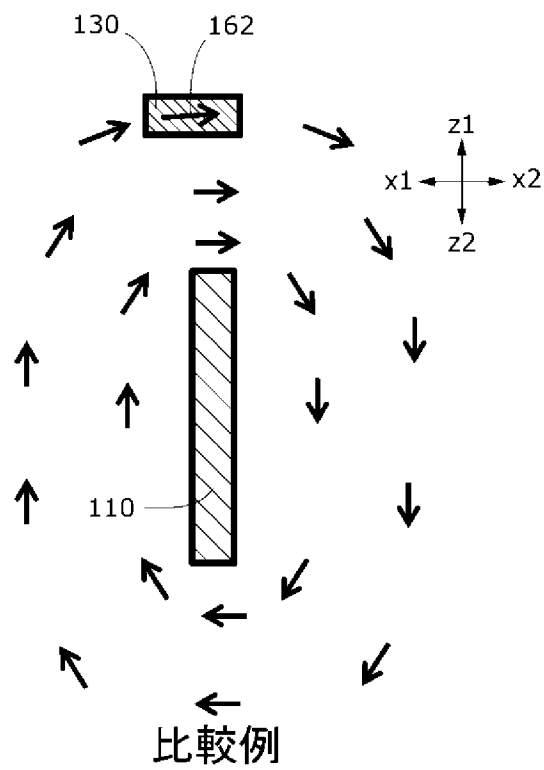
[図1]



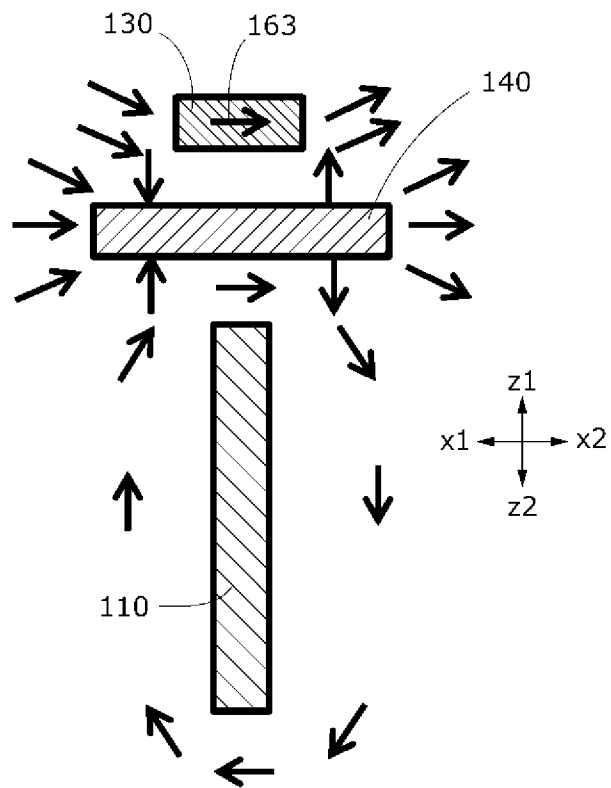
[図3]



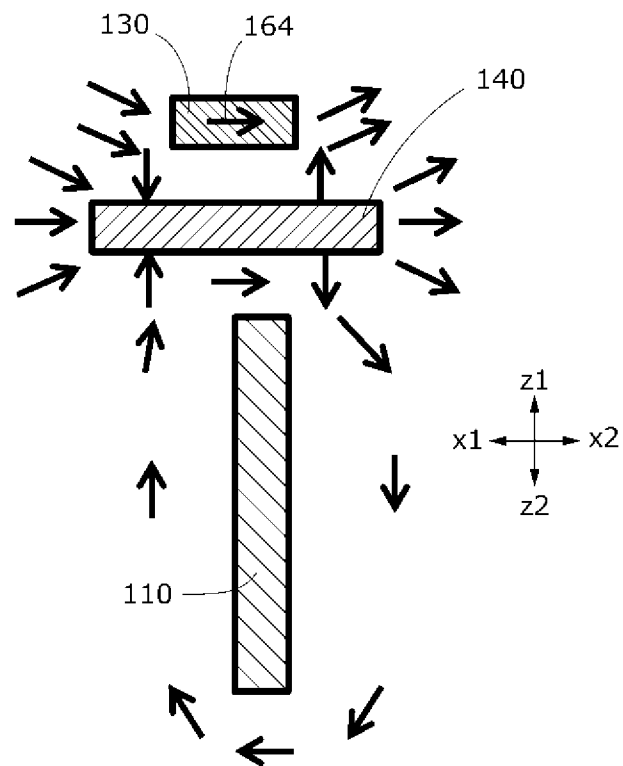
[図4]



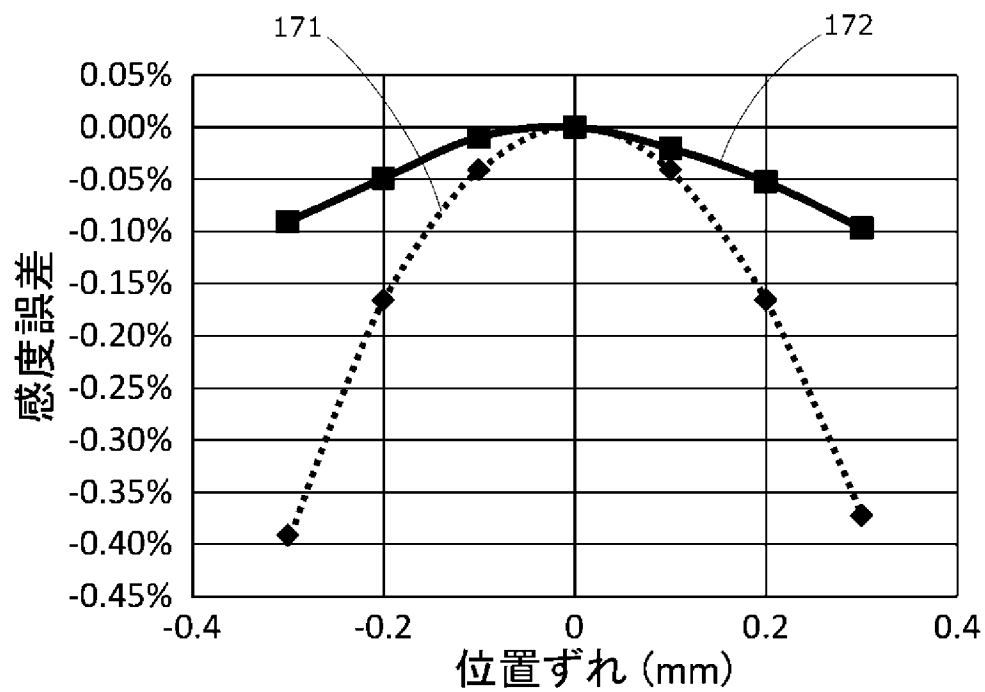
[図5]



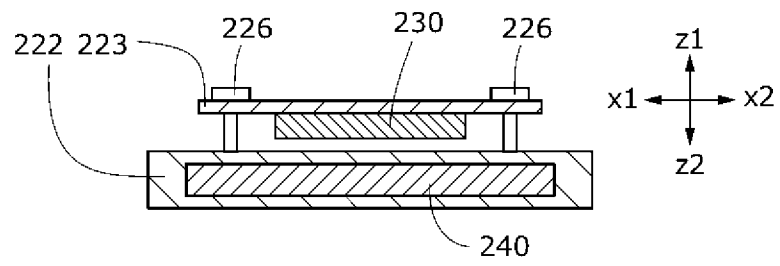
[図6]



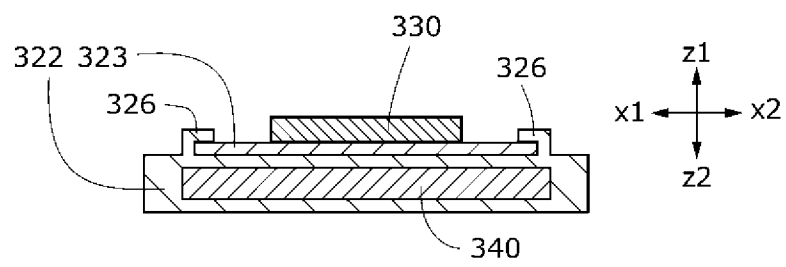
[図7]



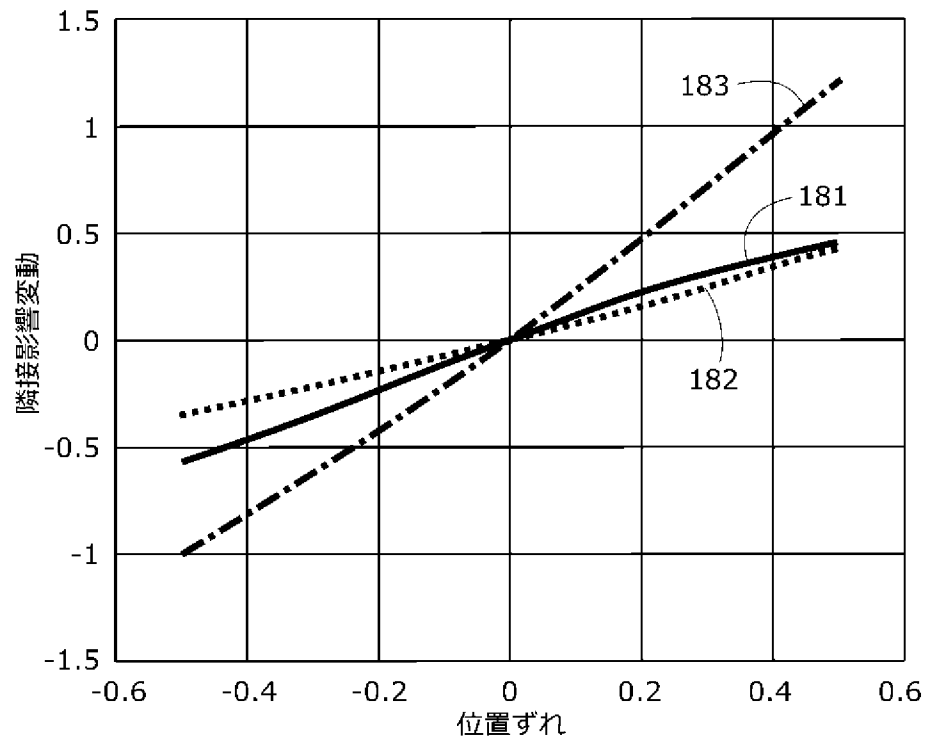
[図8]



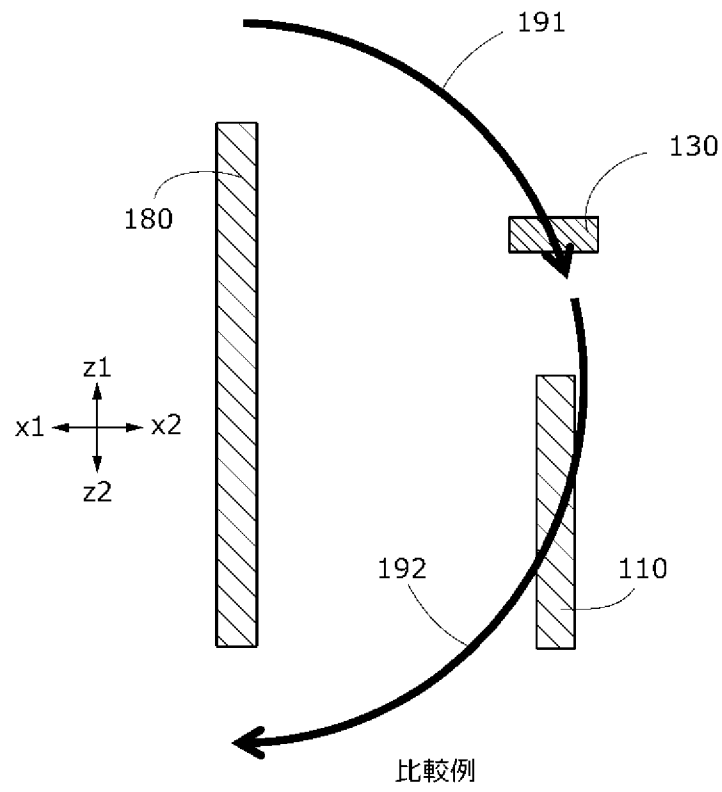
[図9]



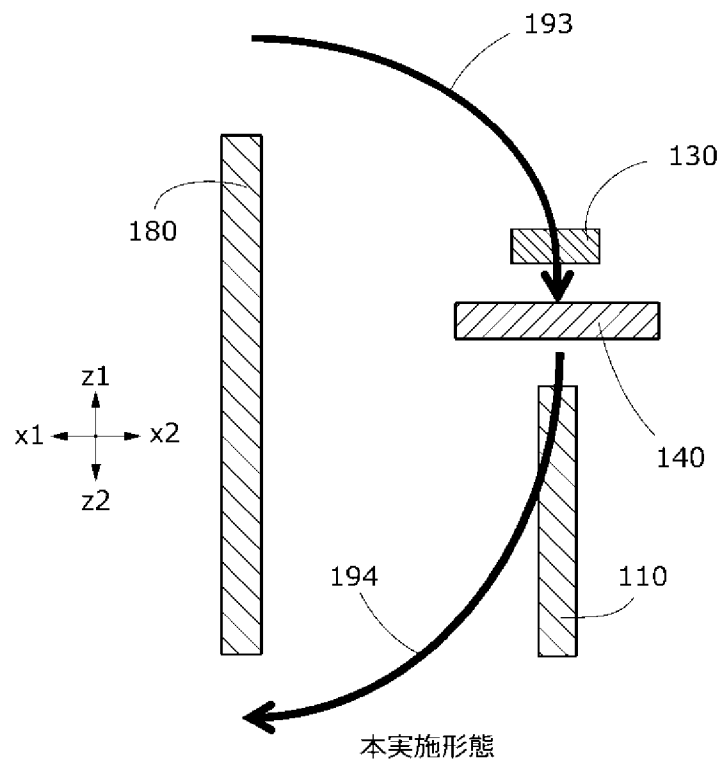
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R15/20(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R15/20

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 A	JP 2016-125907 A (Toyota Motor Corp.), 11 July 2016 (11.07.2016), paragraphs [0012] to [0032]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3, 5, 7 4, 6
A	WO 2016/098511 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 June 2016 (23.06.2016), paragraphs [0143] to [0156]; fig. 22 to 24 (Family: none)	1-7
A	JP 2016-38203 A (Toyota Motor Corp.), 22 March 2016 (22.03.2016), paragraphs [0013] to [0030]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7

☒ 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
25 May 2017 (25.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-152418 A (Toyota Motor Corp.), 24 August 2015 (24.08.2015), paragraphs [0013] to [0027]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2015-111080 A (Toyota Motor Corp.), 18 June 2015 (18.06.2015), paragraphs [0023] to [0038], [0047] to [0052]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & WO 2015/082980 A1 paragraphs [0021] to [0036], [0045] to [0050]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & US 2017/0003323 A1 & CA 2932566 A1 & CN 105934677 A	1-7
A	JP 2015-111079 A (Toyota Motor Corp.), 18 June 2015 (18.06.2015), paragraphs [0021] to [0036], [0045] to [0050]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & WO 2015/082976 A1 paragraphs [0019] to [0034], [0043] to [0048]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & US 2016/0299176 A1 & CN 105934678 A	1-7
A	US 6734660 B1 (LOCKHEED MARTIN CORP.), 11 May 2004 (11.05.2004), column 8, lines 9 to 39; fig. 7a to 7b (Family: none)	1-7
P,X P,A	JP 2016-173334 A (Toyota Motor Corp.), 29 September 2016 (29.09.2016), paragraphs [0060] to [0077]; fig. 11 to 14 & WO 2016/148032 A1	1-3, 5 4, 6-7
P,X P,A	JP 2016-200436 A (Toyota Motor Corp.), 01 December 2016 (01.12.2016), paragraphs [0055] to [0071]; fig. 11 to 14 (Family: none)	1-3, 5 4, 6-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R15/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R15/20

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 A	JP 2016-125907 A（トヨタ自動車株式会社）2016.07.11, [0012]～[0032], 図1～5（ファミリーなし）	1-3, 5, 7 4, 6
A	WO 2016/098511 A1（株式会社村田製作所）2016.06.23, [0143]～[0156], 図22～24（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2016-38203 A（トヨタ自動車株式会社）2016.03.22, [0013]～[0030], 図1～6（ファミリーなし）	1-7

☒ 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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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

25.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

小川 浩史

2S

9114

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-152418 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 08. 24, [0013] ~ [0027], 図1~4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2015-111080 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 06. 18, [0023] ~ [0038], [0047] ~ [0052], 図1~ 4, 9~10 & WO 2015/082980 A1, [0021]-[0036], [0045]-[0050], FIGs. 1-4, 9-10 & US 2017/0003323 A1 & CA 2932566 A1 & CN 105934677 A	1-7
A	JP 2015-111079 A (トヨタ自動車株式会社) 2015. 06. 18, [0021] ~ [0036], [0045] ~ [0050], 図1~ 4, 9~10 & WO 2015/082976 A1, [0019]-[0034], [0043]-[0048], FIGs. 1-4, 9-10 & US 2016/0299176 A1 & CN 105934678 A	1-7
A	US 6734660 B1 (LOCKHEED MARTIN CORPORATION) 2004. 05. 11, 第8欄第9行~第39行, 図7a~7b (ファミリーなし)	1-7
P, X P, A	JP 2016-173334 A (トヨタ自動車株式会社) 2016. 09. 29, [0060] ~ [0077], 図11~14 & WO 2016/148032 A1	1-3, 5 4, 6-7
P, X P, A	JP 2016-200436 A (トヨタ自動車株式会社) 2016. 12. 01, [0055] ~ [0071], 図11~14 (ファミリーなし)	1-3, 5 4, 6-7