(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
2016 年 12 月 8 日(08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/194911 A1

(51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066057

(22) 国際出願日: 2016 年 5 月 31 日(31.05.2016)

(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 2015-114176 2015 年 6 月 4 日(04.06.2015) JP

(71) 出願人: アルプス・グリーンデバイス株式会社 (ALPS GREEN DEVICES 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: 蛇口　広行 (HEBIGUCHI, Hiroyuki); 〒 1458501 東京都大田区雪谷大塚町１番７号アルプス・グリーンデバイス株式会社内 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２０号いちご西五反田ビル８Ｆ 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, 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, KN, KP, KR, 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.

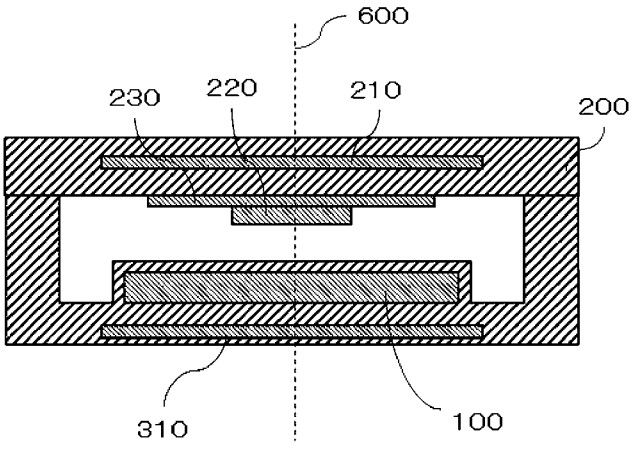
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: CURRENT SENSOR

(54) 発明の名称 : 電流センサ



(57) **Abstract**: The current sensor 200 comprises: a magnetic sensor 220 that measures the induction field generated by a current to be measured flowing through a current path 100; and a first magnetic shield 210 and a second magnetic shield 310 that are oppositely disposed sandwiching the current path 100 and the magnetic sensor 220 from both sides. The first magnetic shield 210 and the second magnetic shield 310 are magnetic bodies and conductors. The magnetic sensor 220 is disposed between the first magnetic shield 210 and the current path 100, and in the width direction of a cross section orthogonal to the current direction in which the current to be measured of the current path 100 flows, is disposed in the center of this width. The magnetic sensor 220 is disposed at a position at which a magnetic field detected by the magnetic sensor 220 at a first frequency of a current and a magnetic field detected by the magnetic sensor 220 at a second frequency higher than the first frequency coincide.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/194911 A1

電流センサ２００は、電流路１００を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサ２２０と、電流路１００及び磁気センサ２２０を両側から挟んで対向させて配置された第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０とを備える。第１磁気シールド２１０及び第２磁気シールド３１０は、磁性体且つ導電体である。磁気センサ２２０は、第１磁気シールド２１０と電流路１００の間に配置され、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置される。磁気センサ２２０は、電流の第１の周波数において磁気センサ２２０が検出する磁場と、第１の周波数より高い第２の周波数において磁気センサ２２０が検出する磁場とが一致する位置に配置される。

明　細　書

発明の名称 ： 電流センサ

技術分野

[0001] 本発明は、電流路を流れる被測定電流を検出する電流センサに関するものである。特にモーター制御用のインバーターに流れる電流を計測するのに適した電流センサに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、バッテリなどの各種機器の間、特にバスバーを流れる電流の大きさを測定するために、被測定電流により生じる磁界を検出する磁気センサを備えた電流センサが用いられてきた。このような磁気センサは、バスバーとともにケースにより閉じられた容器内に配置することにより、全体として電流センサを構成し、バスバーを流れる電流の大きさを測定する。

[0003] バスバーを流れる電流の測定精度を向上させるためには、電流によって生ずる磁界の測定精度を向上させる必要がある。そのために、外部磁界の影響を抑制し、周波数特性を改善するような構成の電流センサが用いられてきた。特に、バスバーに交流電流を流す場合、交流電流によって磁界の変化が生じ、渦電流が生じる。渦電流が生じた結果、表皮効果によってバスバーを流れる電流がバスバーの外側を通ることとなり、その結果、バスバーを流れる電流により生じる磁界分布が被測定電流の周波数により変動するという周波数特性が発生することとなり、測定精度に影響を与えていた。

[0004] 例えば特許文献１によると、平板上の磁性体からなる２枚の磁気シールドを電流センサに設けている。特許文献２によると、端に寄せて磁気センサを配置して電流センサの周波数特性を向上させた。また特許文献３によると、バスバーに左右非対称な穴を開けて、端に寄せて磁気センサを配置して、電流センサの周波数特性を向上させた。いずれの先行技術文献においても、磁束密度の測定位置は、磁束密度の大きさが最も大きく測定されるバスバーの近傍とされている。基本的に大きな測定値が得られる方が測定精度は高くな

ると考えられ、そのため磁気センサはバスバーの周辺に配置される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１３－２４６００５号公報

特許文献2：特開２００５－７００３７号公報

特許文献3：特開２０１４－５５７９０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１では、平行平板型の電流センサを開示しているが、磁気センサの位置をずらすと、磁気センサが、シールドの中央からずれてしまう。この為、外部磁場の影響を受けやすくなり、Ｓ／Ｎが悪化する。その一方で磁気センサの配置に際し特に周波数特性を考慮したものではないので、被測定電流の周波数が変わるごとに測定される磁界の大きさが変わり、測定精度上の問題があった。また特許文献２では、周波数特性を考慮して、磁気センサの位置を中心からずらすことにより、電流の周波数にかかわらず電流の大きさを測定できるような電流センサを開示している。しかしながら、磁気センサの位置が中心軸からずれてしまっているため、外部磁界の影響を受けやすい位置となってしまっており、測定精度上の問題があった。また特許文献３の場合も同様に、磁気センサの位置が中心軸からずれてしまっているため、外部磁界の影響を受けやすい位置となってしまっており、測定精度上の問題があった。

[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、外部磁場の影響や、被測定電流の周波数による磁界測定精度を低下させる要因を回避することにより、測定精度を改善した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] 本発明に係る電流センサは、電流路を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサと、前記電流路及び前記磁気センサを両側から

挟んで対向させて配置された２つの磁気シールドとを備え、前記磁気シールドは、磁性体且つ導電体であり、前記磁気センサは、前記磁気シールドの一方と前記電流路の間に配置され、前記電流路の前記被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置され、前記磁気センサは、前記電流の第１の周波数において前記磁気センサが検出する磁場と、前記第１の周波数より高い第２の周波数において前記磁気センサが検出する磁場とが一致する位置に配置される。

[0009] この構成によれば、磁気シールドが備えられているので、電流路に被測定電流が流れるときに、被測定電流によって生じる磁場により磁気シールドに渦電流が流れ、被測定電流と渦電流の両方により、電流路と磁気シールドの間に磁場が生じる。ここで、磁気センサは電流路の幅中央に配置されることから、被測定電流に起因して生じた磁場の影響が大きくなるような位置関係となり、またシールド効果が高くなることにより、外部磁場の影響を小さくすることができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。一方で電流路を流れる被測定電流の周波数を変化させた場合には、周波数の変化に応じていわゆる表皮効果により電流路を流れる電流の分布が変化し、その結果として電流路と磁気シールドの間における磁場の分布も変化するが、これに対して磁気センサは、第１の周波数においても第２の周波数においても磁気センサが検出する磁場の大きさが一致するような位置に配置されるので、周波数の大きさにかかわらず磁場を高い精度で測定することができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。

[0010] 好適には、前記磁気センサは、前記一方の磁気シールドと前記電流路の間のうち、前記電流路よりも前記一方の磁気シールドに近い位置に配置される。

[0011] この構成によれば、測定磁場の大きさが電流路からの距離に応じて減少する中で、高周波の電流については表皮効果の影響で低周波の電流と比べた測定磁場の変化が緩やかとなることから、磁場の測定位置を電流路よりも磁気シールド側とすることで、周波数の影響により測定磁場の変動の小さい位置

で磁場の大きさを測定でき、それにより電流測定の精度を向上することができる。

[0012] 好適には、前記磁気センサによれば、前記電流路の前記幅方向の中央を通り且つ前記電流方向に直交する方向に延びる第１の中心軸と、前記磁気シールドの断面の幅方向の中央を通り且つ前記電流方向と直交する方向に延びる第２の中心軸とが一致し、前記磁気センサは、前記第１の中心軸と前記第２の中心軸を通る位置に配置されている。

[0013] この構成によれば、電流路と、磁気シールドと、磁気センサとを幅方向において中央で一致する位置に配置して電流測定することができるので、被測定電流に起因して生じた磁場の影響が大きくなるような位置関係となり、またシールド効果が高くなることにより、外部磁場の影響を小さくすることができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。また、中央に配置することで磁場分布が左右対称となって安定することで、測定精度を向上させることができる。

[0014] 好適には、前記磁気シールドの比透磁率は、１，０００以上であり、前記磁気シールドの導電率は、１．０×10^6[Ｓ／ｍ]以上である。

[0015] この構成によれば、比透磁率、導電率が通常よりも大きい磁気シールドが用いられるので、発生する渦電流をさらに大きくすることができ、渦電流の影響を表皮効果と相殺できる程度に大きくすることができる。

[0016] 好適には、前記磁気シールドの比透磁率は、１，０００，０００以下であり、前記磁気シールドの導電率は、１００×10^6[Ｓ／ｍ]以下である。

[0017] この構成によれば、磁気シールドの比透磁率、導電率が過度に大きくならないことから、発生する渦電流の大きさが適切に抑制され、適切な範囲で磁場測定をすることができる。

[0018] 好適には、前記第１の周波数は、前記電流路を流れる電流についてあらかじめ規定された最低周波数であり、前記第２の周波数は、前記電流路を流れる電流についてあらかじめ規定された最高周波数である。

[0019] この構成によれば、あらかじめ規定された最高周波数によっても最低周波

数によっても、それぞれによって生ずる磁場分布は表皮効果に起因して異なるにもかかわらず、それぞれに磁場が一致する位置に磁気センサが配置されるので、周波数の大きさにかかわらず磁場を高い精度で測定することができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。

[0020] 本発明に係る電流センサは、電流路を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサと、前記電流路及び前記磁気センサを両側から挟んで対向させて配置された２つの磁気シールドとを備え、前記磁気シールドは、磁性体且つ導電体であり、前記電流路に交流電流が流れることにより内部に渦電流が生じ、前記磁気センサは、前記磁気シールドの一方と前記電流路の間であり、前記電流路の前記被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置され、前記磁気シールドに流れる渦電流が前記被測定電流に応じて生じる磁場に与える影響と、前記被測定電流が流れる前記電流路における表皮効果に応じた生じる前記電流路の前記断面の幅方向における当該幅の中央の電流密度が、前記被測定電流によって生じる磁場に与える影響とが、所定の周波数帯域において相殺される前記磁気シールドの一方と前記電流路との間の位置に、前記磁気センサが配置されている。

[0021] この構成によれば、磁気シールドが備えられているので、電流路に被測定電流が流れるときに、被測定電流によって生じる磁場により磁気シールドに渦電流が流れ、電流路と磁気シールドの間に磁場が生じる。ここで、磁気センサは電流路の幅中央に配置されることから、被測定電流に起因して生じた磁場の影響が大きくなるような位置関係となり、またシールド効果が高くなることにより、外部磁場の影響を小さくすることができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。

一方で電流路を流れる被測定電流の周波数を変化させた場合には、周波数の変化に応じていわゆる表皮効果により電流路を流れる電流の分布が変化し、その結果として電流路と磁気シールドの間における磁場の分布も変化するが、これに対して磁気センサは、渦電流が磁場に与える影響と電流路が磁場

に与える影響が、所定の周波数帯域において相殺される位置に配置されることから、周波数の大きさにかかわらず磁場を高い精度で測定することができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、外部磁場の影響や、被測定電流の周波数による磁界測定精度を低下させる要因を回避することにより、測定精度を改善した電流センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の実施形態における電流路と電流センサの位置関係を示した斜視図である。

[図2]本発明の実施形態における被測定電流の周波数を変化させた場合の磁気シールド及び電流路の電流密度を説明する図である。

[図3]本発明の実施形態における被測定電流の周波数を変化させた場合の磁気シールド及び電流路の磁束密度を説明する図である。

[図4]本発明の実施形態における磁気シールドに渦電流が発生しない場合の測定位置及び周波数別の磁束分布を示すグラフである。

[図5]本発明の実施形態における磁気シールドに渦電流が発生する場合の測定位置及び周波数別の磁束分布を示すグラフである。

[図6]本発明の実施形態における電流センサの構成を説明する断面図である。

[図7]本発明の実施形態における電流路の中心から２．７ｍｍの位置での磁束密度の分布を説明するグラフである。

[図8]本発明の実施形態における電流路の中心から２．７ｍｍの位置の幅方向中央での磁束密度の分布を説明するグラフである。

[図9]本発明の実施形態における電流路の中心から３．６ｍｍの位置での磁束密度の分布を説明するグラフである。

[図10]本発明の実施形態における電流路の中心から３．６ｍｍの位置の幅方向中央での磁束密度の分布を説明するグラフである。

[図11]本発明の実施形態における電流センサの他の構成を説明する断面図で

ある。

発明を実施するための形態

[0024] （第１の実施形態）

以下、本発明の実施形態に係る電流センサについて説明する。図１は、電流路１００と電流センサ２００の位置関係を示した斜視図である。電流路１００を流れる電流の大きさを測定するために、電流路１００の所定の箇所に電流センサ２００が配置される。電流センサ２００は、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０、磁気センサ２２０を備え、被測定電流の測定に必要な構成を備える本体である。

[0025] 電流路１００は、バスバーとも呼ばれ、銅（Ｃｕ）等の導電性の良い材質が用いられ、 厚みに比べて幅が広い平板状に形成されている。電流路１００の材質は銅（Ｃｕ）に限定されるものではなく、導電性の良い材質であれば良く、例えばアルミニウム（ＡＩ）等でも良い。電流路１００の一方の端部が、車両用機器側に取付けられるとともに、他方の端部がバッテリーのターミナルに一体に取付けられる。電源投入時には電流路１００を電力供給用の大電流が流れ、これが被測定電流となる。本発明は特に車両用途に限定するものではないので、その他の電力供給用の機器に用いられる電流路にも適用できる。

[0026] 第１磁気シールド２１０と第２磁気シールド３１０の２つは、電流路１００及び磁気センサ２２０を両側から挟んで対向させて配置され、磁性体且つ導電体である。第１磁気シールド２１０と第２磁気シールド３１０の２つは、接地導体又はシールド層とも呼ばれ、面状に延在した金属からなり、接地される場合もある。第１磁気シールド２１０と第２磁気シールド３１０の２つをまとめて磁気シールドと呼ぶ。磁気シールドは電流センサの近傍に磁石や隣接電流路がある場合に、それらが発生する磁場の影響を低減する、すなわち外来ノイズの影響を抑制することが主目的であるが、本発明の構成においては被測定電流によって生ずる誘導磁界も吸収する作用がある。通常は、この誘導磁界を吸収する作用はＳ／Ｎ比の観点ではＳを小さくすることにな

るので、設計上望ましくない場合もある。

[0027] 磁気センサ２２０は、磁気シールドの一方である第１磁気シールド２１０と電流路１００の間に配置され、電流路１００を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する。磁気センサ２２０は、電流路１００に電流が流れたときに発生する磁界を検出する素子であって、例えば、巨大磁気抵抗効果を用いた磁気検出素子（ＧＭＲ(Giant Magneto Resistive)素子という）を用いる。このＧＭＲ素子は、磁界の変化に応じてＧＭＲ素子における抵抗値が変化する性質を有しているので、磁気センサ２２０は、この抵抗値の変化から電流路１００に流れる被測定電流を算出することにより、電流路１００に流れる被測定電流を測定することができる。なお、磁気センサ２２０内すべてがＧＭＲ素子によって形成されているわけではなく、磁気センサ２２０自体はＩＣパッケージであり、その中にＧＭＲ素子部分が含まれる。磁気検出素子はＧＭＲ素子に限らず、ホール素子などでもよい。

[0028] 上述のように電流路１００及び電流センサ２００を配置することにより、電流路１００に交流電流が流れたときの、被測定電流の大きさを電流センサ２００により測定する。ここで被測定電流は交流電流なので、周波数は高い場合と低い場合がある。そして、周波数の高低により、電流路を流れる被測定電流の分布は異なり、その結果として生ずる磁場の分布も変化することになる。また一方で磁気シールドが備えられているので、被測定電流の結果として磁気シールドに渦電流が生じ、この渦電流についても周波数の高低によって変化することになる。これらの変化について、図２及び図３を参照して説明する。

[0029] 図２は、被測定電流の周波数を変化させた場合の磁気シールド及び電流路１００の電流密度を説明する図である。電流路１００、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０にはそれぞれＡとＢの符号を振っているが、それぞれ低周波数の電流を流した場合と高周波数の電流を流した場合を分けて説明するために便宜上分けて示したに過ぎない。まず、電流路１００Ａに低周波数の電流が流れた場合について左側の図に示す。低周波数とは、例え

ば１－１００Ｈｚの範囲とする。低周波数なので、周波数の高さによって起因する現象は特に発生せず、電流路１００Ａ全体に概ね均一に電流密度が分布する。また被測定電流によって磁場が発生するが、周波数が低いため直流電流が流れている状況と同じであり、第１磁気シールド２１０Ａ、第２磁気シールド３１０Ａを流れる渦電流はほとんど発生しない。

[0030] ここで被測定電流の周波数を高くする。高周波数とは、例えば１０ｋＨｚ以上の範囲とする。このように被測定電流の周波数が高くなった場合の電流密度の分布が右側の図となる。電流路１００Ｂを流れる電流の周波数が高いことから、表皮効果により電流路１００Ｂの内側に行くほど被測定電流の大きさが小さくなり、表面に行くほど被測定電流の大きさが大きくなるように働き、結果として、電流路１００Ｂの表面付近に集中して電流が流れる配置となる。その一方で磁場変化の影響は第１磁気シールド２１０Ｂ、第２磁気シールド３１０Ｂにも及び、これらシールドは導電率が大きいためシールドを通る磁束を打ち消す方向に渦電流が流れるが、この渦電流も同様に磁気シールドの表面付近を流れるようになる。

[0031] 図３は、被測定電流の周波数を変化させた場合の磁気シールド及び電流路１００の磁束密度を説明する図である。左側は図２の場合と同様に被測定電流の周波数が低い場合について示す。周波数が低いということであるから直流電流が流れている場合と同様ということであり、図２に示したように電流路１００Ａを流れる電流密度は均一であることから、電流路１００Ａの近傍全体にわたって磁束が発生する。

[0032] ここで被測定電流の周波数を高くする。図２で説明したように、周波数を高くしたことで表皮効果が発生し、電流路１００Ｂの表皮部分を電流が流れるようになる。そして磁束はこれらに起因して発生することから、電流路１００Ｂの端部に偏って発生した電流により、電流路１００Ｂの端部側に偏って磁束が発生することになる。また、第１磁気シールド２１０Ｂについても、表皮部分に集中した渦電流が流れ、被測定電流による誘導磁界がシールド内部まで入らなくなり磁束分布は外側に集中することになる。

[0033] このように電流の分布が周波数により変化することにより、磁束の分布も変化するということになる。電流の大きさは、この変化する磁束に基づいて測定されるが、電流の絶対値としては同じであるとしても、磁束の大きさは第１磁気シールド２１０と電流路１００の間で、周波数の大きさにより異なる。

それと同時に、測定位置によって測定される磁束の大きさが変化することになる。この測定位置による磁束密度の大きさについて図４及び図５のグラフを参照して説明する。いずれも、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央で測定したものである。

[0034] 図４は、磁気シールドに渦電流が発生しない場合の測定位置及び周波数別の磁束分布を示すグラフである。上述のように、被測定電流の周波数及び測定位置によって測定される磁束密度の大きさは変化する。その一方でこの変化は渦電流によっても引き起こされる面があるので、渦電流の影響について測定するために、図４では導電率が低く（１．０[Ｓ／ｍ]程度）、その結果として渦電流が発生しない磁性体を磁気シールドに用いた場合について説明する。

[0035] ここでの距離とは、電流路１００の中心からの距離であり、電流路１００の表面で距離１ｍｍとなる。電流路１００と第１磁気シールド２１０の中間点で３ｍｍを超えた位置となり、磁気シールド２１０には５ｍｍを超えたところで到達する。

電流路１００内部は測定対象外なので、電流路１００から測定すると、被測定電流の影響により電流路１００表面において最も磁束密度は大きくなり、電流路１００から離れるにつれて磁束密度の大きさは下がっていく。

[0036] まず最も周波数が低い場合として、０．１Ｈｚの場合についてグラフ４００にその変化を示す。電流路１００表面において最も磁束密度は高くなり、そこから電流路１００の中心からの距離に比例して第１磁気シールド２１０の位置まで磁束密度の大きさは下がっていく。次に周波数の小さい１ｋＨｚの場合は、グラフ４１０に示すように電流路１００表面においてグラフ４０

０よりも低い位置から始まり、グラフ４００と同様に距離に比例しながら磁束密度が下がり、グラフ４００と同じ位置へ収束していく。

さらに周波数が高い例として１０ｋＨｚの場合はグラフ４２０は、グラフ４００、グラフ４１０よりもさらに低い位置から始まり、同様に距離に比例しながら磁束密度が下がり、グラフ４００と同じ位置へ収束していく。１００ｋＨｚの例として、グラフ４３０を示すが、この場合も同様である。このように、周波数の高低によって磁束密度の大きさは異なるが、一様に第１磁気シールド２１０に近づくにつれてその大きさは下がる。

[0037] 図５は、磁気シールドに渦電流が発生する場合の測定位置及び周波数別の磁束分布を示すグラフである。距離と磁束密度の関係は図４の場合と同様であるが、図５は、第１磁気シールド２１０として伝導率が高く（１．０３×10^7[Ｓ／ｍ]）その結果として渦電流が発生する磁性体を第１磁気シールド２１０に用いた場合について説明する。グラフ５００は、図４のグラフ４００の場合と同じで周波数が０．１ｋＨｚの場合について示す。図５では渦電流が発生する場合について示すが、周波数が小さい場合は渦電流が小さく、したがって影響が小さいため、グラフ５００は、図４のグラフ４００の場合と同様の結果を示す。

[0038] 次にグラフ５１０は、グラフ４１０と同様に周波数が１ｋＨｚの場合について示す。基本的にはグラフ４１０と同様の変化を示すが、比較的低い周波数ではあるが、第１磁気シールド２１０に渦電流が生じ、渦電流により第１磁気シールド２１０による誘導磁界の吸収量が減る。その結果、第１磁気シールド２１０に近づくにつれてグラフ５１０がグラフ５００の磁束密度を上回るしたがってグラフ５１０ではグラフ５００と同様の変化をするため分かりづらいが、第１磁気シールド２１０と電流路１００の中間点と、第１磁気シールド２１０との間のうち、第１磁気シールド２１０よりも中間点に近い位置５５０でクロスする。

この地点を過ぎると、第1磁気シールドの渦電流の影響により、グラフ５１０はグラフ５００よりも高い磁束密度の値を示す。位置５５０は具体的には

距離３．６ｍｍ程度の地点となる。「第１磁気シールド２１０と電流路１００の中間点」が距離３ｍｍの地点とすると、「第１磁気シールド２１０よりも中間点に近い位置５５０」は好ましくは上述のように３．６ｍｍ程度の地点となるが、幅を持たせると、３ｍｍ－４ｍｍの範囲がこの位置関係に該当する。

[0039] グラフ５２０は、グラフ４２０と同様に周波数が１０ｋＨｚの場合について示す。グラフ５２０は低い磁束密度から開始するのでより明確になるが、グラフ５００、グラフ５１０と位置５５０でクロスする。この地点を過ぎると、第１磁気シールドの渦電流の影響により、グラフ５２０はグラフ５１０よりも高い磁束密度の値を示す。１００ｋＨｚの例として、グラフ５３０を示すが、この場合も同様である。

このように、磁気シールドとして磁性体且つ導電体である材料を用いた場合、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央で、電流路１００と磁気シールド２１０の間に、周波数にかかわらず磁束密度の値が一定となる位置が存在する。そこで、この位置５５０に磁気センサ２２０を配置する例について、図６を参照して説明する。

[0040] 図６は、電流センサ２００の構成を説明する断面図である。図１を参照して説明したように、電流センサ２００は、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０、磁気センサ２２０を備え、被測定電流の測定に必要な構成を備える本体である。図６では、図１に示した磁気センサ２２０の配置をさらに詳細に説明する。

[0041] 磁気センサ２２０は、固定部２３０によって電流センサ２００に固定されることにより、第１磁気シールド２１０と電流路１００の間に配置される。特に磁気センサ２２０は、被測定電流の第１の周波数において磁気センサ２２０が検出する磁場と、第１の周波数より高い第２の周波数において磁気センサ２２０が検出する磁場とが一致する位置に配置される。この「一致する位置」とは図５を参照すると位置５５０のことであり、磁気センサ２２０は

、図５に示した位置５５０に配置される。

[0042] 第１の周波数及び第２の周波数は、第２の周波数の方が第１の周波数よりも高い関係であればよく、例えば図４及び図５を参照して説明した例では、第１の周波数を０．１ｋＨｚとしたときには、第２の周波数は１ｋＨｚ、１０ｋＨｚ、１００ｋＨｚなどとすることができ、第１の周波数を１ｋＨｚとしたときには、第２の周波数は１０ｋＨｚ、１００ｋＨｚなどとすることができ、第１の周波数を１０ｋＨｚとしたときには、第２の周波数は１００ｋＨｚなどとすることができる。

例えば、モーター制御用のインバーターでは、０．１ｋＨｚ以上、１００ｋＨｚの周波数が用いられるので、第１の周波数は、モーター制御用のインバーターで用いられる最低周波数の０．１ｋＨｚである。また、第２の周波数は、モーター制御用のインバーターで用いられる最高周波数の１００ｋＨｚである。これらの周波数のうち少なくとも２つ以上の複数の波形が重なるような位置５５０に、磁気センサ２２０が配置される。

[0043] また磁気センサ２２０は、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置される。図６は、「電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面」を示す。この幅方向となる左右方向を基準として、その中央に磁気センサ２２０は配置されている。

中心軸６００を用いて説明すると、電流路１００の幅方向の中心と、第１磁気シールド２１０の幅方向の中心と、磁気センサ２２０の幅方向の中心を、中心軸６００が通る形になる。この中心軸６００は、電流路１００の幅方向の中央を通り且つ電流方向に直交する方向に延びる第１の中心軸であり、第１磁気シールド２１０の断面の幅方向の中央を通り且つ電流方向と直交する方向に延びる第２の中心軸であるといえる。そして、磁気センサ２２０は、第１の中心軸と第２の中心軸を通る位置に配置されている。

[0044] なお、磁気シールド（第１磁気シールド２１０及び第２磁気シールド３１０）の比透磁率は、１，０００以上であり、１，０００，０００以下である

。また、磁気シールドの導電率は、１．０×１０^{6}[Ｓ／ｍ]以上であり、１００×１０^{6}［Ｓ／ｍ］以下である。比較例を挙げると、純鉄の比透磁率は、５，０００（９９．８％純鉄）～２００，０００（９９．９５％純鉄）、導電率は１．０３×１０^{7}[Ｓ／ｍ]程度、珪素鋼の比透磁率４，０００、導電率１．６×１０^{6}[Ｓ／ｍ]程度、パーマロイの比透磁率８，０００、導電率１．７×１０^{6}[Ｓ／ｍ]程度である。このような材料を用いることにより、電流路１００での表皮効果の影響を、磁気シールドの渦電流による影響で的確に相殺することができる。

以上のように磁気センサ２２０を配置することにより検出される磁束密度の分布について説明する。

[0045] 図７は、電流路１００の中心から２．７ｍｍの位置での磁束密度の分布を説明するグラフである。図７の縦軸は磁束分布の大きさを示しており、横軸は、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向の位置を示す。この中央が０ｍｍの位置にあり、幅方向の左に行くにつれて－２ｍｍ、－４ｍｍ、と離れていく。また、幅方向の右に行くにつれて２ｍｍ、４ｍｍ、と離れていく。ここで、２．７ｍｍの位置であるので、距離３ｍｍの地点にある「第１磁気シールド２１０と電流路１００の中間点」よりもさらに電流路１００にあり、図５を参照して説明した周波数ごとの波形が一致する点ではない。

具体的には、１ｋＨｚを示すグラフ５００が、この中心位置において最も大きい磁束密度を示し、１０ｋＨｚを示すグラフ５１０が、この中心位置において次に大きい磁束密度を示し、１００ｋＨｚを示すグラフ５２０が、この中心位置において最も小さい磁束密度を示している。＋２ｍｍ、－２ｍｍの地点では交差しているので、周波数ごとの一致という意味では条件を満たしているが、幅方向の中央からは離れているので、外部磁場の影響を受けやすくなってしまう。外部磁場の影響を抑制できる幅方向中央では、周波数ごとにばらつきが出てしまう。

[0046] 図８は、電流路１００の中心から２．７ｍｍの位置の幅方向中央での磁束

密度の分布を説明するグラフである。図７では幅方向に沿って磁束密度の分布を示したが、ここでは、図７に示した各位置のうちの幅方向中心に限定して、周波数ごとの磁束密度の変化を示した。図８に示すように、１ｋＨｚから１０ｋＨｚのところで磁束密度に変化がみられ、１ｋＨｚ以下の周波数と、１０ｋＨｚ以上の磁束密度に一致関係がみられない。

[0047] 図９は、電流路１００の中心から３．６ｍｍの位置での磁束密度の分布を説明するグラフである。図５を参照して説明したように、距離３．６ｍｍ程度の地点が、周波数ごとのグラフが一致する位置５５０である。図９では、図７と同様に、横軸は、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向の位置を示す。図９では、図７のグラフ５００の高さが下がってグラフ６００の配置となる。グラフ５１０及びグラフ５２０の高さも下がるが、グラフ６００ほどには下がらずそれぞれグラフ６１０、グラフ６２０に示す位置となり、幅方向中央において、位置６３０においてそれぞれの周波数の波形が重なる。

[0048] 図１０は、電流路１００の中心から３．６ｍｍの位置の幅方向中央での磁束密度の分布を説明するグラフである。図１０も図８と同様に幅方向中央に限定して周波数ごとの磁束密度の変化を示した。これは図９の位置６３０における周波数ごとの磁束密度の変化を示すものであるので、図１０に示すようにどの周波数でも磁束密度の大きさはほぼ均一な値を取ることとなった。

[0049] 以上説明した通り、図１に示したように電流路１００、電流センサ２００を配置して高周波数の電流を電流路１００に流したとき、電流路１００と第１磁気シールド２１０に渦電流が発生し、表皮効果により図２に示したような電流密度の分布が示される。被測定電流と渦電流の両方により、電流路と磁気シールドの間に磁場が生じ、図３に示したような磁束密度の分布が示される。渦電流の大きさは周波数に応じて変化することから、周波数が低い場合と高い場合とで、磁場の空間的な分布が変化する。

[0050] 電流路１００からの距離ごとの磁束密度の分布は、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０の導電性が低い場合は、図４に示すように周波

数ごとに交差することがなく、共通の値をとらないが、導電性が高く、渦電流が発生する場合には、図５に示すように位置５５０で交差し、特定の位置５５０においては、周波数の値に関わらず、同じ磁束密度の値が測定され、したがって磁束密度の値に基づいて測定される電流の値も周波数の値に関わらず安定することが分かる。

[0051] 以上の考察に基づき、図６に示すように、低周波数である第１の周波数においても高周波数である第２の周波数においても磁気センサが検出する磁場の大きさが一致するような位置５５０に磁気センサ２２０を配置することにより、位置５５０以外では図７、図８に示すように周波数別に測定される磁束密度にばらつきは出るものの、位置５５０では図９、図１０に示すように周波数が異なっても一定な磁束密度を測定することができる。

このように磁束密度が一定となることで、磁気センサ２２０を位置５５０に配置することで電流を安定的に測定することができ、測定精度を向上させることができる。

[0052] 磁束密度の測定位置は、通常であれば測定される磁束密度の大きさが最も大きい電流路１００の近傍とされるが、この実施の形態では、測定される磁束密度の大きさよりも、周波数ごとの測定値のばらつきを抑制するために、あえて電流路１００から離れた位置５５０に磁気センサ５５０を配置している。

[0053] 磁気センサ２２０の位置５５０は、電流路１００よりも第１磁気シールド２１０に近いため、測定磁場の大きさが電流路からの距離に応じて減少する中で、高周波の電流については表皮効果の影響で低周波の電流の比べて測定磁場の変化が緩やかとなることから、磁場を測定する位置５５０を電流路１００よりも第１磁気シールド２１０側とすることで、周波数の影響により測定磁場の変動の小さい位置で磁場の大きさを測定でき、それにより電流測定の精度を向上することができる。

[0054] 一方で磁気センサ２２０は、図６に示す断面から見た左右の幅方向の中央に電流路１００、第１磁気シールド２１０、磁気センサ２２０を揃えること

により、被測定電流に起因して生じた磁場の影響が大きくなるような位置関係となる。その結果、第１磁気シールド２１０によるシールド効果が高まることにより、外部磁場の影響を小さくすることができ、それにより電流測定の精度を向上することができる。また、中央に配置することで磁場分布が左右対称となって安定することで、測定精度を向上させることができる。

[0055] （第２の実施形態）

上述の電流センサ２００の他の構成例について説明する。第１の実施の形態では、図６を参照して電流センサ２００における磁気センサ２２０の配置につい説明したが、この実施の形態では磁気センサ２２０の配置は同じ位置としながら、その配置構成を実現するための構成の変形例について説明する。

[0056] 第２の実施の形態においても、図１を参照して説明したように、電流路１００のある位置において電流センサ２００を配置する点は同じである。その結果、同様に図２に示したような電流密度の分布、図３に示したような磁束密度の分布を示す。そして、図５に示したような周波数ごとの磁束密度の変化を示す。そして、断面の構成について、図６に替えて図１１に示す断面の構成となる。

[0057] 図１１は、電流センサ２００の他の構成を説明する断面図である。図１を参照して説明したように、電流センサ２００は、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０、磁気センサ２２０を備え、被測定電流の測定に必要な構成を備える本体である。第１の実施の形態では固定部２３０によって磁気センサ２２０を直接固定していたところ、図１１では、第１の固定部２３１及び第２の固定部２３２によって第３の固定部２３３を支え、第３の固定部２３３に磁気センサ２２０を取り付けることによって、図５に示した位置５５０に磁気センサ２２０を配置している。

[0058] 第１の実施の形態では固定部２３０によって磁気センサ２２０を配置していたので、磁気センサ２２０の位置調整がうまくいかない場合に、固定部２３０を別の大きさのものに取り換えたり、場合によっては削ったりしなけれ

ばならず、不都合があったが、第２の実施の形態では磁気センサ２２０は第３の固定部２３３に取り付けておき、第１の固定部２３１及び第２の固定部２３２の高さ調節によって、磁気センサ２２０の位置を適切に調節することができる。特に、第１の固定部２３１及び第２の固定部２３２としてねじのような部材を用いることにより、その締め具合によって高さを調節することが可能であるため、磁気センサ２２０の位置を適切な位置に調節することが可能となる。

[0059] 第２の実施の形態では、磁気センサ２２０の位置関係を実現するために、第１の固定部２３１、第２の固定部２３２、第３の固定部２３３を用いたものであり、磁気センサ２２０の位置事態は第１の実施の形態で説明したものと同じである。その結果、図９及び図１０に示したように周波数が異なっても一定な磁束密度を測定することができる。このように磁束密度が一定となることで、磁気センサ２２０を位置５５０に配置することで電流を安定的に測定することができ、測定精度を向上させることができる。

[0060] 本発明は上述した実施形態には限定されない。具体的には、電流路１００を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサ２２０と、電流路１００及び磁気センサ２２０を両側から挟んで対向させて配置された第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０とを備える構成として、第１磁気シールド２１０、第２磁気シールド３１０とを、磁性体且つ導電体とし、磁気センサ２２０を、第１磁気シールド２１０と電流路１００の間であり、電流路１００の被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置する限りにおいて、様々な構成とすることが考えられる。

[0061] こうした構成のもとで、電流路１００に交流電流が流れることにより内部に渦電流が生じるので、第１磁気シールド２１０に流れる渦電流が被測定電流に応じて生じる磁場に与える影響と、被測定電流が流れる電流路１００における表皮効果に応じた生じる電流路１００の断面の幅方向における当該幅の中央の電流密度が、被測定電流によって生じる磁場に与える影響とが、所

定の周波数帯域において相殺される第１磁気シールド２１０と電流路１００との間の位置に、磁気センサ２２０を配置する。このような構成の範囲内において、第１の実施の形態、第２の実施の形態に限られず、様々な形態を採用することが可能である。

その他、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

[0062] 前記実施の形態では、車両用機器を対象として説明されているが、本発明は、特に車両用途に限定することなく、いわゆる比較的大きな電流が発生する電流路を対象とした電流センサに使用することができる。

符号の説明

[0063] １００…電流路

２００…電流センサ

２１０…第１磁気シールド

２２０…磁気センサ

２３０…固定部

２３１…第１の固定部

２３２…第２の固定部

２３３…第３の固定部

３１０…第２磁気シールド

６００…中心軸

請求の範囲

[請求項1] 電流路を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサと、

前記電流路及び前記磁気センサを両側から挟んで対向させて配置された２つの磁気シールドとを備え、

前記磁気シールドは、磁性体且つ導電体であり、

前記磁気センサは、前記磁気シールドの一方と前記電流路の間に配置され、前記電流路の前記被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置され、

前記磁気センサは、前記電流の第１の周波数において前記磁気センサが検出する磁場と、前記第１の周波数より高い第２の周波数において前記磁気センサが検出する磁場とが一致する位置に配置される

電流センサ。

[請求項2] 前記磁気センサは、前記一方の磁気シールドと前記電流路の間のうち、前記電流路よりも前記一方の磁気シールドに近い位置に配置される請求項１に記載の電流センサ。

[請求項3] 前記電流路の前記幅方向の中央を通り且つ前記電流方向に直交する方向に延びる第１の中心軸と、前記磁気シールドの断面の幅方向の中央を通り且つ前記電流方向と直交する方向に延びる第２の中心軸とが一致し、

前記磁気センサは、前記第１の中心軸と前記第２の中心軸を通る位置に配置されている請求項１又は請求項２に記載の磁気センサ。

[請求項4] 前記磁気シールドの比透磁率は、１，０００以上であり、

前記磁気シールドの導電率は、１．０×１０^{6}[Ｓ／ｍ]以上である請求項１～３のいずれか１つに記載の磁気センサ。

[請求項5] 前記磁気シールドの比透磁率は、１，０００，０００以下であり、

前記磁気シールドの導電率は、１００×１０^{6}[Ｓ／ｍ]以下である請求項４に記載の磁気センサ。

[請求項6] 前記第１の周波数は、モーター制御用のインバーターで用いられる最低周波数であり、

前記第２の周波数は、モーター制御用のインバーターで用いられる最高周波数である

請求項１～５のいずれか１つに記載の電流センサ。

[請求項7] 前記磁気センサは、前記一方の磁気シールドと前記電流路の中間点と、前記一方の磁気シールドとの間に配置され、

前記一方の磁気シールドよりも前記中間点に近い位置に配置される

請求項２に記載の電流センサ。

[請求項8] 電流路を流れる被測定電流によって生ずる誘導磁界を測定する磁気センサと、

前記電流路及び前記磁気センサを両側から挟んで対向させて配置された２つの磁気シールドとを備え、

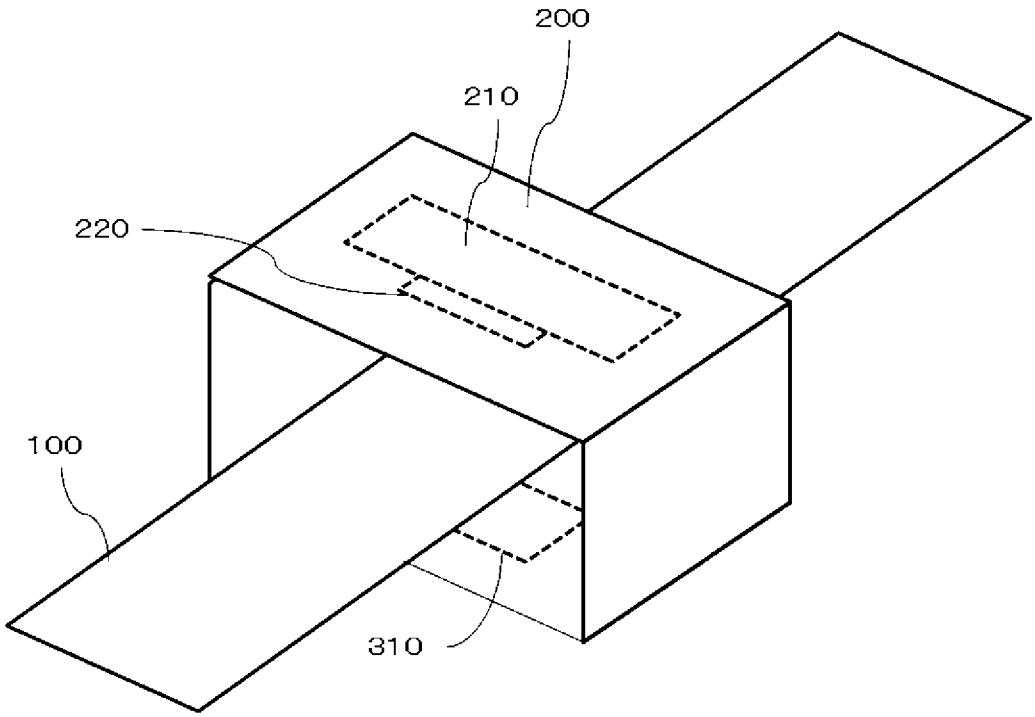
前記磁気シールドは、磁性体且つ導電体であり、前記電流路に交流電流が流れることにより内部に渦電流が生じ、

前記磁気センサは、前記磁気シールドの一方と前記電流路の間であり、前記電流路の前記被測定電流が流れる電流方向と直交する断面の幅方向において当該幅の中央に配置され、

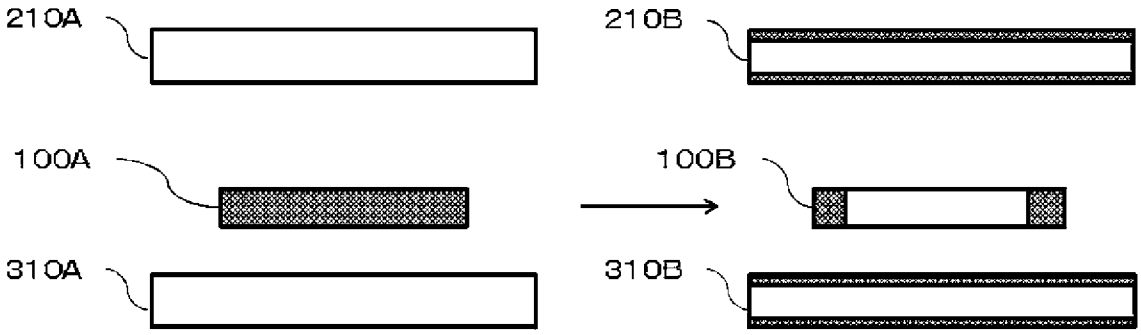
前記磁気シールドに流れる渦電流が前記被測定電流に応じて生じる磁場に与える影響と、前記被測定電流が流れる前記電流路における表皮効果に応じた生じる前記電流路の前記断面の幅方向における当該幅の中央の電流密度が、前記被測定電流によって生じる磁場に与える影響とが、所定の周波数帯域において相殺される前記磁気シールドの一方と前記電流路との間の位置に、前記磁気センサが配置されている

電流センサ。

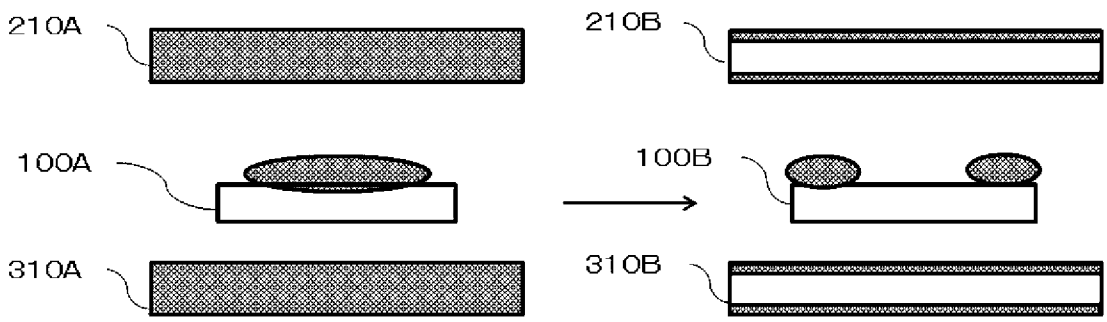
[図1]



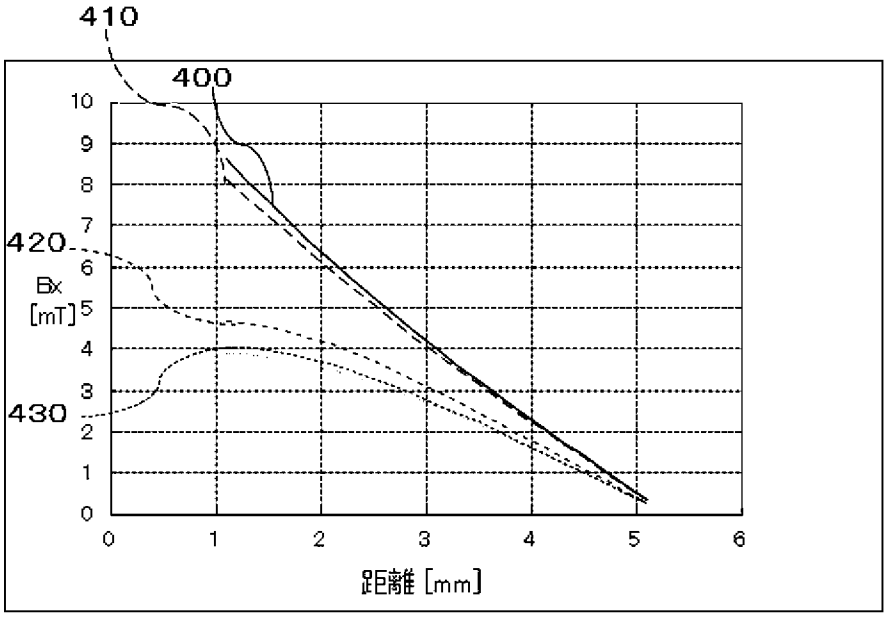
[図2]



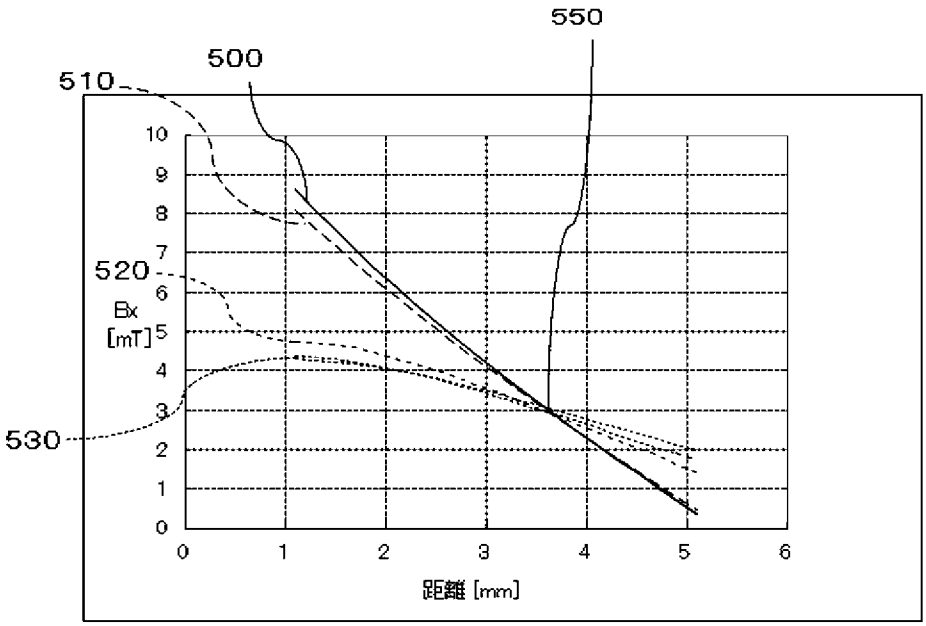
[図3]


210A
210B
100A
100B
310A
310B

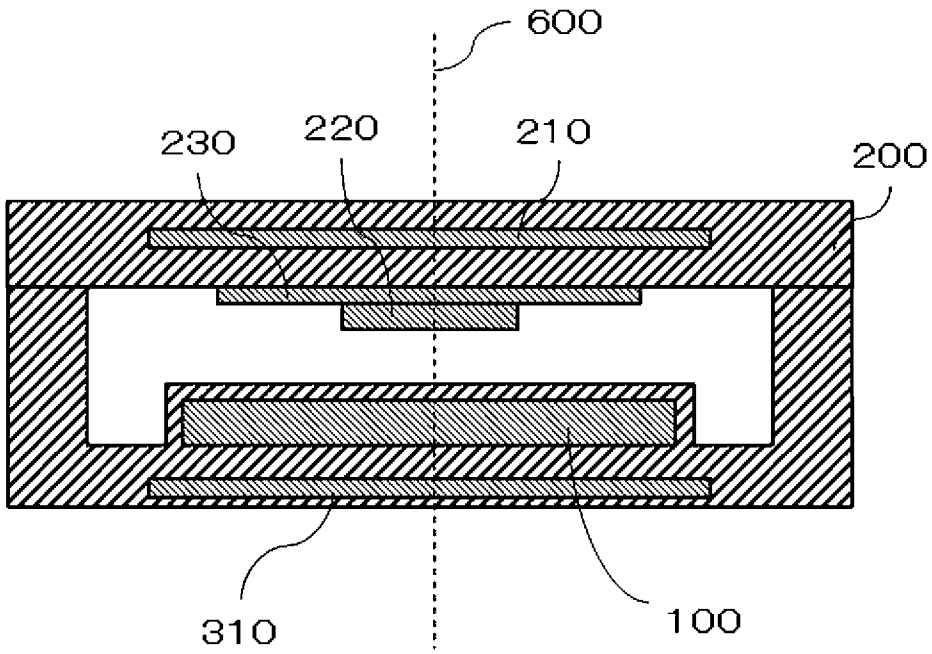
[図4]


410
400
420
430
Bx
[mT]
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
距離 [mm]

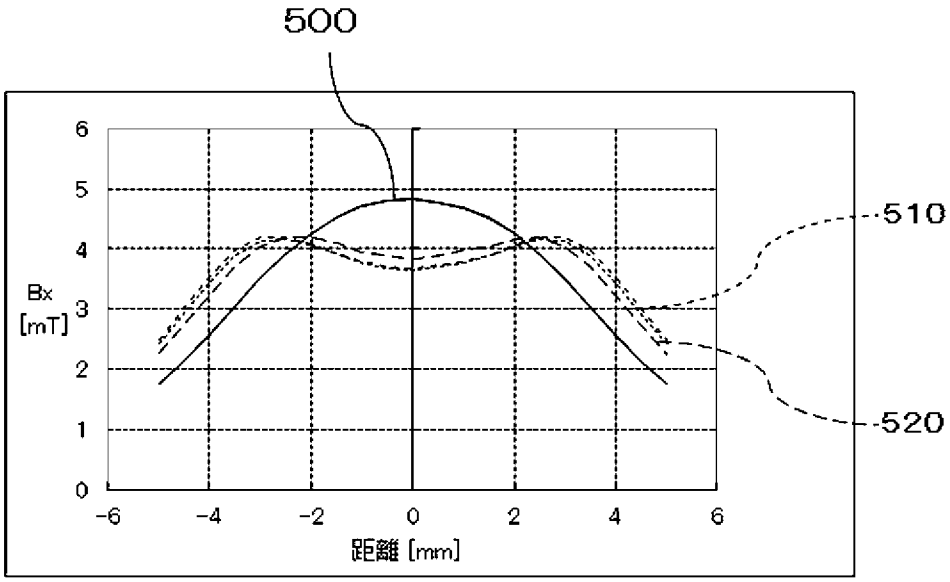
[図5]


550
500
510
520
530
Bx
[mT]
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
距離 [mm]

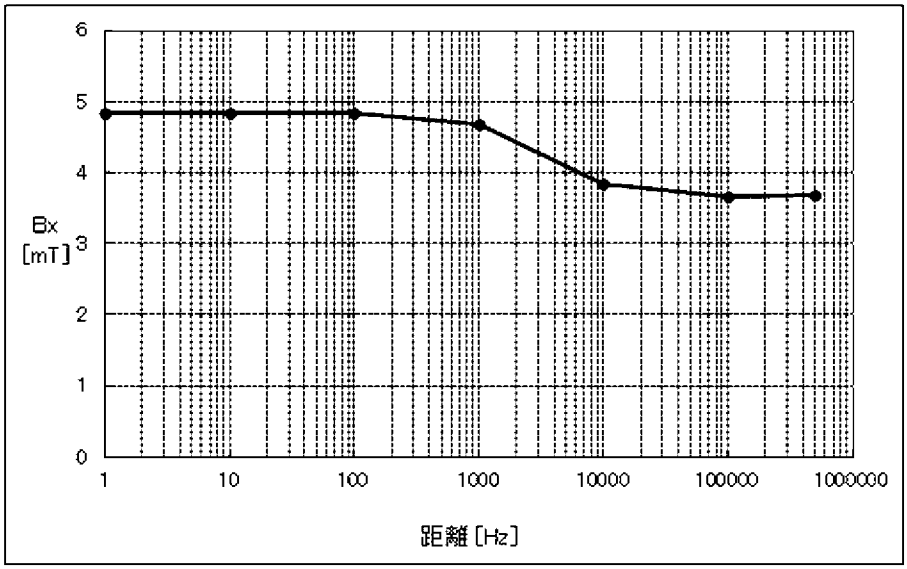
[図6]


600
230
220
210
200
310
100

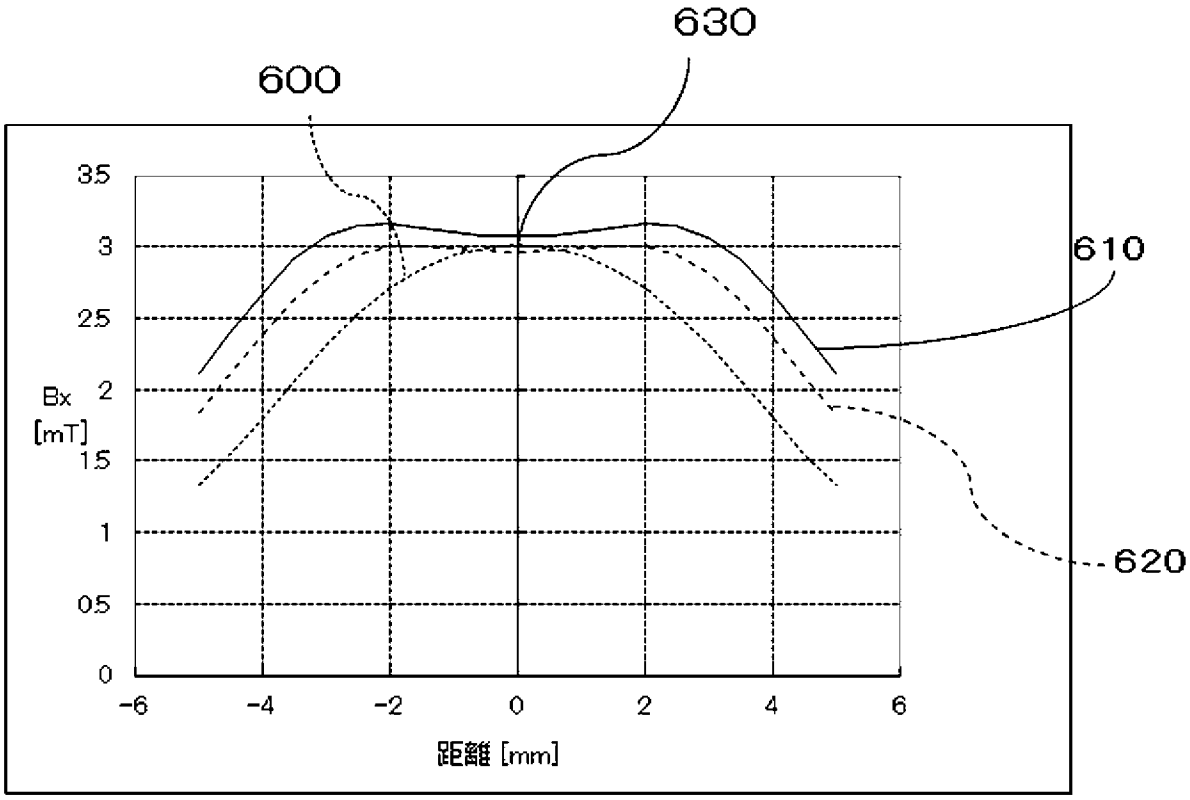
[図7]


500
510
520
Bx
[mT]
6
5
4
3
2
1
0
-6
-4
-2
0
2
4
6
距離 [mm]

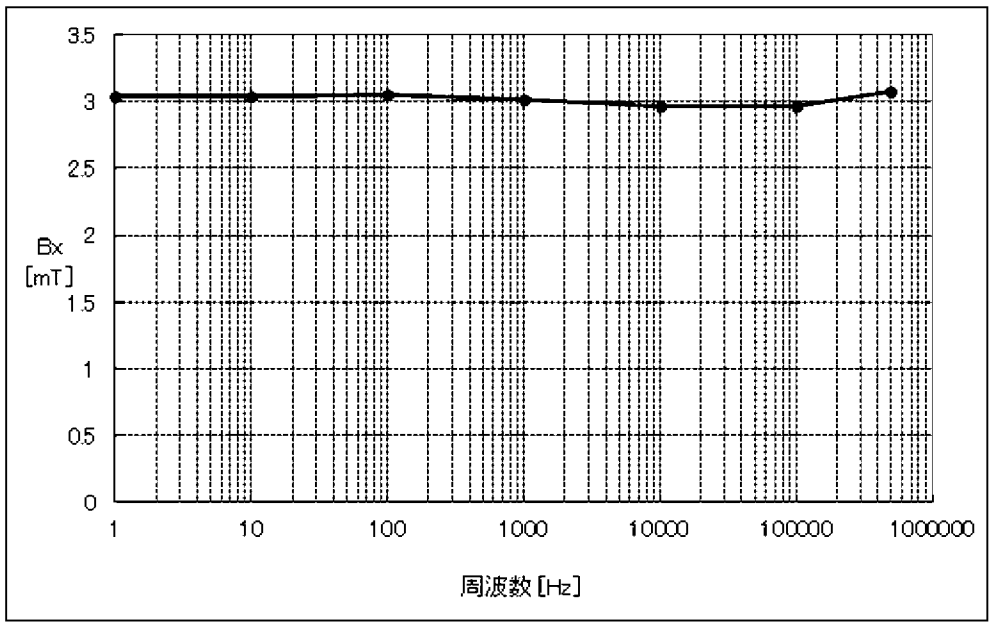
[図8]


Bx
[mT]
6
5
4
3
2
1
0
1
10
100
1000
10000
100000
1000000
距離 [Hz]

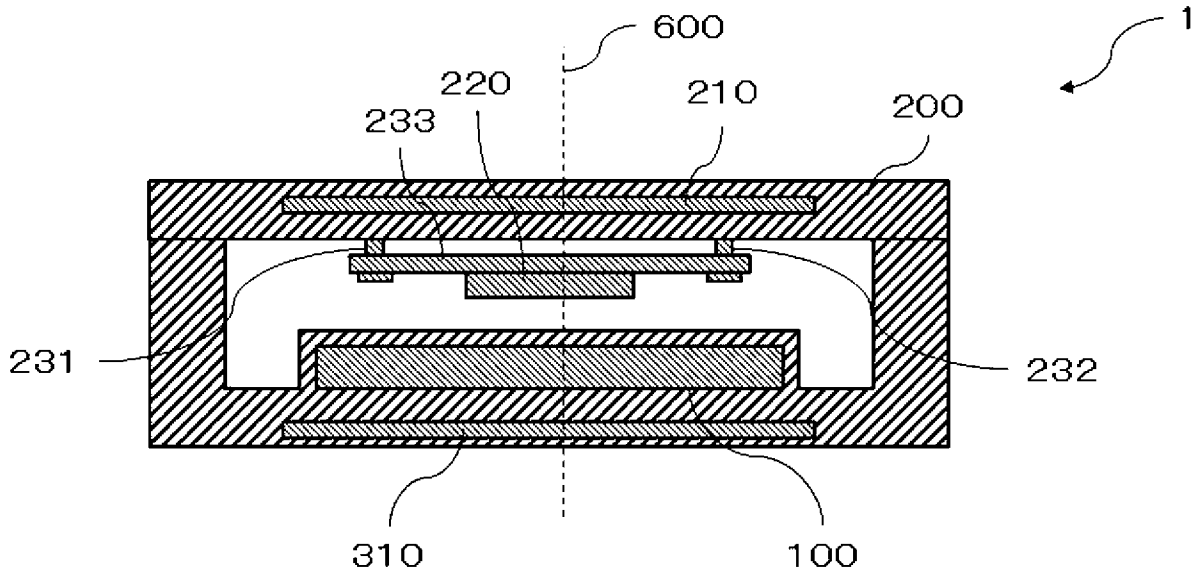
[図9]


630
600
610
620
35
3
25
2
15
1
05
0
Bx
[mT]
-6
-4
-2
0
2
4
6
距離 [mm]

[図10]


3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Bx
[mT]
1
10
100
1000
10000
100000
1000000
周波数 [Hz]

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066057

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)
G01R15/00-15/26

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 Y	WO 2008/030129 A2 (POPOVIC, Radivoje), 13 March 2008 (13.03.2008), description, page 10, line 4 to page 11, line 18; page 12, line 21 to page 14, line 13; fig. 5 to 8, 11 & RS 20060511 A	1-5,7-8 6
Y	JP 2014-55790 A (Alps Green Device Co., Ltd.), 27 March 2014 (27.03.2014), paragraphs [0001], [0007] (Family: none)	6

☒ 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
10 August 2016 (10.08.16)	23 August 2016 (23.08.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066057

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2014/050068 A1 (Alps Green Device Co., Ltd.), 03 April 2014 (03.04.2014), paragraphs [0001], [0007] & US 2015/0123650 A1 paragraphs [0003], [0009] & EP 2905628 A1	6
A	JP 2005-70037 A (Asahi Kasei EMD Corp.), 17 March 2005 (17.03.2005), entire text (Family: none)	1-8
A	WO 2013/105489 A1 (Panasonic Corp.), 18 July 2013 (18.07.2013), entire text & JP 2015-57582 A	1-8
A	WO 2013/176271 A1 (Fujikura Ltd.), 28 November 2013 (28.11.2013), entire text (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６６０５７

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.　G01R15/00-15/26

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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 Y	WO 2008/030129 A2 (POPOVIC, Radivoje) 2008.03.13, 明細書第１０頁第４行～第１１頁第１８行，第１２頁第２１行～第１４頁第１３行，図５～８，図１１ & RS 20060511 A	1-5,7-8 6
Y	JP 2014-55790 A (アルプス・グリーンデバイス株式会社) 2014.03.27,［０００１］,［０００７］（ファミリーなし）	6

☑　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	国際調査報告の発送日
１０．０８．２０１６	２３．０８．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｓ　９１１４
小川　浩史
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
Y	WO 2014/050068 A1（アルプス・グリーンデバイス株式会社） 2014.04.03,［０００１］,［０００７］ & US 2015/0123650 A1, [0003],[0009] & EP 2905628 A1	6
A	JP 2005-70037 A（旭化成エレクトロニクス株式会社） 2005.03.17, 全文（ファミリーなし）	1-8
A	WO 2013/105489 A1（パナソニック株式会社）2013.07.18, 全文 & JP 2015-57582 A	1-8
A	WO 2013/176271 A1（株式会社フジクラ）2013.11.28, 全文（ファミリーなし）	1-8