

(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
2015 年 12 月 23 日(23.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/194370 A1

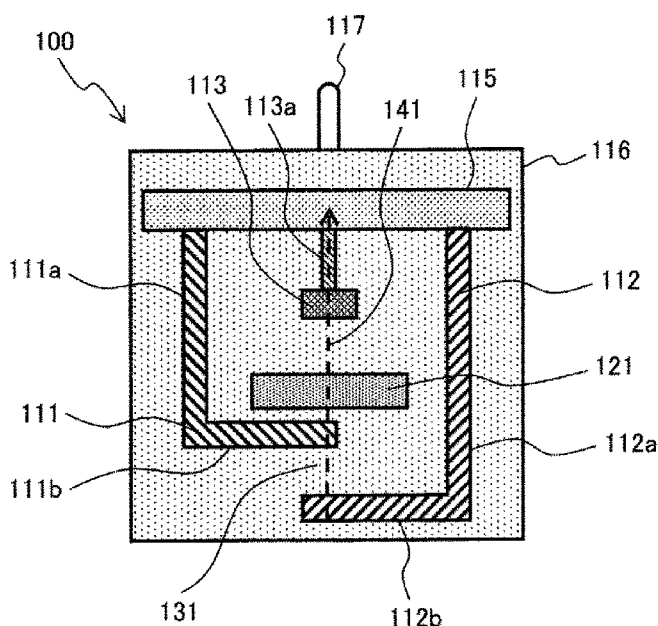
- (51) 国際特許分類:
G01R 15/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065966
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 3 日(03.06.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-126929 2014 年 6 月 20 日(20.06.2014) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 五来 信章(GORAI Nobuaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 加藤 剛(KATO Takeshi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 秋山 吉之(AKIYAMA Yoshiyuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 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).

[続葉有]

(54) Title: CURRENT DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 電流検出装置

図 1



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a current detection device which is less susceptible to a disturbance magnetic flux and does not easily cause the decrease of a detectable maximum current. A current detection device is provided with: a first magnetic shield member (111) which has a side wall part (111a) that covers one side of a conductor (121) and a protruding part (111b) that protrudes toward the other side from the side wall part (111a); and a second magnetic shield member (112) which has a side wall part (112a) that covers the other side of the conductor (121) and a protruding part (112b) that protrudes toward the one side from the side wall part (112a), and the protruding part (111b) of the first magnetic shield member (111) and the protruding part (112b) of the second magnetic shield member (112) form a gap (131) therebetween while overlapping each other in the protruding direction of the protruding parts (111b, 112b).

(57) 要約: 本発明の目的は、外乱磁束の影響を受け難く、検出可能な最大電流の低下を招き難い電流検出装置を提供することにある。導体 121 の一方の側方を覆う側壁部 111a とこの側壁部 111a から他方の側方側に向けて突出する突出部 111b とを有する第 1 の磁気シールド部材 111 と、導体 121 の他方の側方を覆う側壁部 112a とこの側壁部 112a から前記一方の側方側に向けて突出する突出部 112b とを有する第 2 の磁気シールド部材 112 とを備え、第 1 の磁気シールド部材 111 の突出部 111b と第 2 の磁気シールド部材 112 の突出部 112b とは突出部 111b、112b の突き出し方向においてオーバーラップしつつ隙間 131 を形成する。

12 とを備え、第 1 の磁気シールド部材 111 の突出部 111b と第 2 の磁気シールド部材 112 の突出部 112b とは突出部 111b、112b の突き出し方向においてオーバーラップしつつ隙間 131 を形成する。

WO 2015/194370 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：電流検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、導体に流れる電流を非接触で測定可能な電流検出装置に関し、特にHEV（ハイブリッド自動車）やEV（電気自動車）等の電力変換装置で大電流検出用として用いられるのに好適な電流検出装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、磁気コアを排したコアレス型の電流検出装置において、U字型磁気シールドを利用した電流検出装置が知られている。電流検出装置の小型化を図るためには、磁気シールドの横断面寸法を小さくする必要がある。しかし、磁気シールドの横断面寸法を小さくするのに伴って、磁気シールドの飽和磁束が低下する。磁気シールドは、磁気コアと同様に、集磁機能を有する。ホール素子が磁束を検出する場合、磁気シールドの飽和磁束の低下は、検出可能な最大電流の低下につながる。このため、従来の磁気シールドでは電流検出装置の小型化と大電流の測定に対応を両立することが難しい。そこで、特開2013-195381号公報（特許文献1）に記載されたシールド構造がある。

[0003] 特許文献1の電流検出装置において、磁気シールドは複数のシールド材によって構成されている。導体は上下に短く左右に長い矩形状横断面を有し、磁気シールドは導体の2つの短辺側に配設される2つの短辺側側壁部（側壁部）と、導体の長辺側に配設される1つの長辺側側壁部（底壁部）とを有する。磁気シールドは、長辺側側壁部に隙間、切れ込み又は貫通孔等の断面縮小部を有することで、磁気シールドの外側へ漏れ出る磁束を増大させ、磁気シールドを通す磁束を減少させる。これにより、磁気シールドの飽和磁束の減少を抑制しつつ、検出可能な最大電

流を増大させている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 1 9 5 3 8 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、長辺側側壁部に隙間又は貫通孔（以下、シールド開口部という）を設ける構造では、外部からの外乱磁束がシールド開口部から磁気シールドの内側に進入するため、電流センサの信頼性を低下させる恐れがある。また、断面縮小部を設けた磁気シールドでは、磁気シールド内部で断面積が変化する部分に磁束が集まることで、高磁束密度となる部分が発生し、これにより磁気シールド内部の飽和磁束が低下し、検出可能な最大電流が低下する課題がある。

[0006] 本発明の目的は、外乱磁束の影響を受け難く、検出可能な最大電流の低下を招き難い電流検出装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明の電流検出装置は、導体の一方の側方を覆う側壁部とこの側壁部から他方の側方側に向けて突き出した突出部とを有する第1の磁気シールド部材と、導体の他方の側方を覆う側壁部とこの側壁部から前記一方の側方側に向けて突き出した突出部とを有する第2の磁気シールド部材とを備え、第1の磁気シールド部材の突出部と第2の磁気シールド部材の突出部とは突出部の突き出し方向においてオーバーラップしつつ隙間を形成する。

発明の効果

[0008] 第1の磁気シールド部材の底部と第2の磁気シールド部材の底部とがこれらの延設方向においてオーバーラップしつつ隙間を形成することにより、磁気シールド底部からの外乱磁束の侵入を抑制することができ、外乱磁束による

電流検出装置の信頼性の低下を防ぐことができる。また、隙間が設けられていることにより、磁気シールド外へ磁束を逃がすことで、検出可能な最大電流を増大することができる。

[0009] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る電流検出装置の構成図である。

[図2]本発明に係る電流検出装置の上面図である。

[図3]本発明に係る電流検出装置の斜視図である。

[図4]ホール素子の配置を変更した例を示す構成図である。

[図5]第一の磁気シールド部材及び第二の磁気シールド部材を同じ形状にした変更例を示す構成図である。

[図6]本発明に係る電流検出装置を電力変換装置に搭載した構成を示す図である。

[図7]本発明に係る電流検出装置で構成した三相電流検出装置を示す模式図である。

[図8]本発明に係る三相電流検出装置の正面図である。

[図9]H E VやE V等に用いる電力変換装置に本発明に係る三相電流検出装置を適用した例を示す上面図である。

[図10]3つの電流検出装置を縦配置にした構成を示す図である。

[図11]電流検出装置の底部と対向する位置に外乱を発生する導体が配置された状態を示す図である。

[図12]第一の磁気シールド部材と第二の磁気シールド部材との間の隙間の構成を変えた変更例を示す図である。

[図13]本発明に係る電流検出装置を用いた場合と、U字型磁気シールドの電流検出装置を用いた場合とについて、電流値に対する出力電圧の特性（解析結果）を示す図である。

[図14]U字型シールドで構成した電流検出装置の構成を示す図である。

[図15]本発明に係るオーバーラップ構造の説明図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る実施例を、図面を用いて説明する。なお、各図において、同一の構造である部分については、同一の符号を付け、説明を省略する。

[0012] 図1乃至図3を用いて、本実施例に係る電流検出装置の構成について説明する。図1は

、本実施例に係る電流検出装置の構成図である。図2は、本実施例に係る電流検出装置の上面図である。図3は、本実施例に係る電流検出装置の斜視図である。なお、図1は図3のI-I'断面に相当する。以下の説明において、上下方向は図1に基づいて定義され、電流検出装置の実装状態における上下方向とは関係がない。

[0013] 電流検出装置100は、磁性体であるL字型の第一の磁気シールド部材111及び第二の磁気シールド部112と、電流センサとして設けられるホール素子113と、導体121とを備えている。第一の磁気シールド部材111、第二の磁気シールド部112及びホール素子113は、プリント基板（基板部材）115に固定されている。プリント基板115は絶縁材料で構成され、非磁性である。また、第一の磁気シールド部材111、第二の磁気シールド部112、導体121及びホール素子113は、プリント基板115とともに樹脂116で被覆されている。本実施例では、ホール素子113を樹脂116に埋設しているが、後述する図7に示すような基板レスの構成にして、ホール素子113を樹脂116の外側に配置してもよい。

[0014] ホール素子113は、複数の端子113aがプリント基板115に固定されることにより、プリント基板115に固定される。また、複数の端子113aは樹脂から露出する端子117に電氣的に接続されている。ホール素子113の複数の端子113aを樹脂116から露出させ、端子117の代用としてもよい。

[0015] 電流検出対象の導体121は上下に短く左右に長い矩形状横断面を有し、

第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 で構成された磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 の内面側空間を貫通して配設される。電流は導体 1 2 1 の長手方向（延設方向）に沿って流れる。

[0016] 第一の磁気シールド部材 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 とが導体 1 2 1 を挟んで対向するように配置されている。第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 は磁性材料から成る。第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 はそれぞれ L 字型である。第一の磁気シールド部材 1 1 1 は、導体 1 2 1 の側方を覆う側壁部 1 1 1 a と、側壁部 1 1 1 a の下端部から第二の磁気シールド部材 1 1 2 側に向けて、側壁部 1 1 1 a を横切る方向に延設された底部 1 1 1 b とを有する。第二の磁気シールド部材 1 1 2 は、導体 1 2 1 の側方を覆う側壁部 1 1 2 a と、側壁部 1 1 2 a の下端部から第一の磁気シールド部材 1 1 1 側に向けて、側壁部 1 1 2 a を横切る方向に延設された底部 1 1 2 b とを有する。

[0017] 第一の磁気シールド部材 1 1 1 の底部 1 1 1 b と第二の磁気シールド部材 1 1 2 の底部 1 1 2 b とは、導体 1 2 1 の下側に上下方向の隙間 1 3 1 を形成するように、上下方向にオフセットして配置される。また、第一の磁気シールド部材 1 1 1 の底部 1 1 1 b と第二の磁気シールド部材 1 1 2 の底部 1 1 2 b とはその延設方向にオーバーラップするようにして配置されている。

[0018] なお、直線 1 4 1 はプリント基板 1 1 5 の基板面（第一の磁気シールド部材 1 1 1、第二の磁気シールド部材 1 1 2 及びホール素子 1 1 3 の取付面）に垂直な線分であり、側壁部 1 1 1 a 及び側壁部 1 1 2 a から等距離にある。また、図 1 は断面図であり、図 1 の奥行き方向を考慮する場合、直線 1 4 1 は図 1 の奥行き方向に広がる平面と考えればよい。側壁部 1 1 1 a 及び側壁部 1 1 2 a はこの平面に平行な平面（以下、側壁面と言う）を有している。

[0019] 本実施例では、導体 1 2 1 の一方の側方に第一の磁気シールド部材 1 1 1 が配置され、導体 1 2 1 の他方の側方に第二の磁気シールド部材 1 1 2 が配置されている。第一の磁気シールド部材 1 1 1 の側壁部 1 1 1 a と第二の磁

気シールド部材 1 1 2 の側壁部 1 1 2 a とが導体 1 2 1 を挟んで対向している。第一の磁気シールド部材 1 1 1 の底部 1 1 1 b 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 の底部 1 1 2 b は導体 1 2 1 の下方を覆っている。

[0020] 第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 は、導体 1 2 1 の周辺に右ねじの法則に従って発生する磁束を集め、第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 の中に磁束線を形成する。この磁束線は、隙間 1 3 1 の部分では、第一の磁気シールド部材 1 1 1 又は第二の磁気シールド部材 1 1 2 のいずれか一方の磁気シールド部材から漏れ出て、他方の磁気シールド部材に移る。

[0021] 電流センサであるホール素子 1 1 3 は、導体 1 2 1 と隙間 1 3 1 とを結ぶ直線 1 4 1 上に配置され、プリント基板 1 1 5 に固定されている。プリント基板 1 1 5 側において第一の磁気シールド 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 との間に延在する磁束線の主要部は、ほぼプリント基板 1 1 5 に沿って延在する。このため、ホール素子 1 1 3 には延在する磁束の多くが通過する。この結果、ホール素子 1 1 3 は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 の集磁機能により、導体 1 2 1 に電流が流れることにより発生する微小な磁束も検知でき、磁気検出感度が高まる。ホール素子 1 1 3 は、所定の電流を印加することで、磁束密度に比例した電圧を出力する。

[0022] 本実施例では、プリント基板 1 1 5 を用いた構成としているが、プリント基板 1 1 5 を用いない基板レスの構成にすることもできる。基板レスの構成では、第一の磁気シールド 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 と導体 1 2 1 とホール素子 1 1 3 とを樹脂モールド 1 1 6 により固定する。樹脂モールド 1 1 6 により、各構造体を容易に所定の位置に固定することができる。

[0023] 第一の磁気シールド 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 との間に延在する磁束線の磁束密度は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 内部における磁束密度が磁気シールドの飽和磁束密度以下である時は、導体 1 2 1 の電流値にほぼ線形で比例する。一方、導体 1 2 1 の電流値が増大し、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 内部における磁束密度が磁気シールドの飽和磁束密度に到達

すると、第一の磁気シールド 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 との間に延在する磁束線の磁束密度と導体 1 2 1 の電流値との間に存在した線形の比例関係が失われる。このため、ホール素子 1 1 3 により導体 1 2 1 の電流値を正確に測定することが不可能になる。したがって、ホール素子 1 1 3 で測定可能な導体 1 2 1 の電流値は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 における飽和磁束密度の大きさにより決定される。

本実施例によれば、第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 により構成される底部（底部 1 1 1 b 及び底部 1 1 2 b）に、隙間 1 3 1 が形成される。隙間 1 3 1 は、磁気シールド底部に形成される磁路を分断し、磁気シールド内部における磁束密度を適度に低下させる。また、隙間 1 3 1 には、磁気シールド間に延在する磁束線の磁束密度も低下させる機能がある。

[0024] 本実施例における電流検出装置 1 0 0 は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 の上方に、磁路となる他の磁気シールドが存在しないので、電流検出装置 1 0 0 内に存在する磁束線は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 間をシールド側面に対してほぼ垂直に延在して、ホール素子 1 1 3 を貫通する。この結果、ホール素子 1 1 3 は導体 1 2 1 の電流に対して、ほぼ比例する磁束を感知し、この磁束に比例した電圧を出力する。

[0025] 本実施例における電流検出装置では、導体 1 2 1 が第一の磁気シールド部材 1 1 1 の底部近傍に有り、第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 により構成される内面空間を貫通している。図1では、第一の磁気シールド部材 1 1 1 と導体 1 2 1 との間に隙間が存在する。この隙間は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 内部における磁気飽和が問題ないのであれば、小さくするか、或いは無くすることができる。すなわち、第一の磁気シールド部材 1 1 1 と導体 1 2 1 との間に絶縁体を配置し、導体 1 2 1 の底面に絶縁体を介して第一の磁気シールド部材 1 1 1 を固定しても良い。

[0026] 次に、図4を用いて、ホール素子113の配置を変更した例を説明する。

図4は、ホール素子113の配置を変更した例を示す構成図である。なお、図4では、図1では記載したプリント基板115と樹脂116とを省略しているが、プリント基板115と樹脂116とは図1と同様に構成される。

[0027] 本変更例では、ホール素子113は、第一の磁気シールド部材111及び第二の磁気シールド部材112で構成する磁気シールド111及び112の底部（底部111b及び底部112b）と導体121との間の空間に配置されている。このような配置にしてもよい。

[0028] 次に、図5を用いて、第一の磁気シールド部材111及び第二の磁気シールド部材112を同じ形状にした変更例を説明する。図5は、第一の磁気シールド部材111及び第二の磁気シールド部材112を同じ形状にした変更例を示す構成図である。

[0029] この変更例では、第一の磁気シールド部材111の側壁部111aの長さと第二の磁気シールド部材112の側壁部112aの長さとが等しい。そして、第一の磁気シールド部材111の側壁部111aの上端面と第二の磁気シールド部材112の側壁部112aの上端面とをずらして固定している。このような構成は、プリント基板115を使用せず、樹脂モールド116で第一の磁気シールド部材111及び第二の磁気シールド部材112を固定する構造により、容易に実現できる。プリント基板115への取り付け部に段部を設ける等の工夫をすれば、プリント基板115を使用することも可能である。

[0030] この変更例によれば、第一の磁気シールド部材111と第二の磁気シールド部材112とを同じ部材を利用して構成することができるので、生産性が向上する。

[0031] 次に、図6及び図7を用いて、電流検出装置100の搭載例について説明する。図6は

、本実施例に係る電流検出装置100を電力変換装置411に搭載した構成

を示す図である。図7は、本実施例に係る電流検出装置100で構成した三相電流検出装置を示す模式図である。図7に示す電流検出装置では、図1の電流検出装置と同一の構造である部分については、同一の符号を付けている。同一の構造である部分については説明を省略し、相違点のみ説明する。なお、以下の説明では、一相の電流検出装置及び二相の電流検出装置について説明する。隣接する電流検出装置同士における相互作用は、一相と二相との間だけでなく、二相と三相との間及び三相と一相との間にも同様に存在する。

[0032] 電力変換装置411は、マイコン421、ドライブ回路422、パワーモジュール423、コンデンサ424、電流検出装置425、導体426（121）及び端子427で構成される。電力変換装置411は、モータ428等を稼働させるために用いられる。

[0033] 電流検出装置425はパワーモジュール423と端子427との間のバスバを含む導体426上に配置される。電流検出装置425はパワーモジュール423から出力される電流値を測定し、マイコン421へ検出した電流値をフィードバックする。

図7に示すように、この三相電流検出装置425では、左右方向に同様な電流検出装置100A、100B、100Cを配置している。具体的には、図1に示す電流検出装置100を3個（100A、100B、100C）並べて、三相電流検出装置425を構成している。各電流検出装置100A、100B、100Cには、第一の磁気シールド部材111A、111B、111Cと、第二の磁気シールド部材112A、112B、112Cと、導体121A、121B、121Cと、ホール素子113A、113B、113Cとが設けられている。

[0034] 図1に示す電流検出装置100では、側壁部111aの長さ（側壁部の長さ）と側壁部111bの長さ（側壁部の長さ）とが異なっている。このため、電流検出装置100を並べて使用する三相電流検出装置425は、一相の電流検出装置と隣り合う二相の第一の磁気シールド111Bの長さ（側壁部の長さ）と、二相の電流検出装置と

隣り合う一相の第二の磁気シールド 1 1 2 A の長さ（側壁部の長さ）とが異なる。

[0035] そこで、一相の電流検出装置 1 0 0 A と二相の電流検出装置 1 0 0 B との間では、一相の電流検出装置 1 0 0 A の長い側壁部 1 1 2 a と二相の電流検出装置 1 0 0 B の短い側壁部 1 1 1 a とが隣接するようにする。また、二相の電流検出装置 1 0 0 B と三相の電流検出装置 1 0 0 C との間では、二相の電流検出装置 1 0 0 B の長い側壁部 1 1 2 a と三相の電流検出装置 1 0 0 C の短い側壁部 1 1 1 a とが隣接するようにする。

[0036] このように、長い側壁部 1 1 2 a と短い側壁部 1 1 1 a とを各相間で同じような関係になるように配置することで、隣接する電流検出装置間の外乱影響を各相間で均一にすることができる。これにより、導体 4 2 6（1 2 1）から発生する磁束に対する電流検出装置の感知度を均一にでき、制御上有利である。

[0037] もちろん、他相に外乱影響を及ぼさない距離に電流検出装置 1 0 0 同士が離れて配置される場合は、長い側壁部 1 1 2 a と短い側壁部 1 1 1 a との並び順を気にすることなく、電流検出装置 1 0 0 を配置しても良い。

[0038] なお、三相電流検出装置を構成する電流検出装置 1 0 0 として、図 1 に示す構成のもの他、上述した各種の変更例を採用することができる。

[0039] 次に、図 8 を用いて、三相電流検出装置 4 2 5 の具体的な構成例を説明する。図 8 は、本構成例に係る三相電流検出装置 4 2 5 の正面図である。

[0040] 各電流検出装置 1 0 0 A、1 0 0 B、1 0 0 C では、あらかじめ樹脂モールド 1 1 6 により、第一の磁気シールド部材 1 1 1 A、1 1 1 B、1 1 1 C、第二の磁気シールド部材 1 1 2 A、1 1 2 B、1 1 2 C 及び導体 1 2 1 が固定されている。ホール素子 1 1 3 A、1 1 3 B、1 1 3 C は樹脂モールド 1 1 6 の外側に配置することで、組立てが容易になる。ホール素子 1 1 3 A、1 1 3 B、1 1 3 C を第一の磁気シールド部材 1 1 1 A、1 1 1 B、1 1 1 C、第二の磁気シールド部材 1 1 2 A、1 1 2 B、1 1 2 C、導体 1 2 1 及び樹脂モールド 1 1 6 からなる組体に後付けとする

ことで、調整後にホール素子の不具合・損傷等が生じた場合、導体426を含めた電流検出装置100A、100B、100Cを破棄することなく、ホール素子113A、113B、113Cのみの付け替えが可能である。これにより、製造上のコストを削減することができ、有利である。

[0041] もちろん、ホール素子113A、113B、113Cを含めた三相電流検出装置426を構成する全ての部品を、樹脂モールド116により一体化しても良い。

[0042] なお、図8の構成を図1や図5の電流検出装置100に適用し、第一の磁気シールド部材111、第二の磁気シールド部材112及び導体121を樹脂モールド116で固定し

、ホール素子113を樹脂モールド116の外側に配置してもよい。

[0043] 次に、図9を用いて、本発明に係る三相電流検出装置をHEV（ハイブリッド自動車）やEV（電気自動車）等に用いる車載用電力変換装置に適用した例を説明する。図9は、HEVやEV等に用いる電力変換装置に本発明に係る三相電流検出装置を適用した例を示す上面図である。

[0044] 三相電流検出装置425は、例えばHEVやEV等に用いる電力変換装置のU相、V相

、W相の各相の電流を個別に測定するために用いられる。U相には電流検出装置100Aが設けられる。V相には電流検出装置100Bが設けられる。

W相には電流検出装置100Cが設けられる。各導体121には導体121の長手方向に向かって電流が流れる。導体121A、121B、121Cには長手方向端部にボルト孔161A、161B、161Cが設けられ、取り付けボルトを用いて、出力端子427（図6参照）に固定される。一方の長手方向端部はパワーモジュール423（図6参照）の出力端子と溶接されることで固定され、導体121、121B、121Cに各相電流の入力部（配線）が接続される

。

[0045] 各導体121A、121B、121Cはパワーモジュール423の出力端

子で構成することもできる。この場合は、溶接による導体 1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 1 C の固定が不要となる。また、パワーモジュール 4 2 3 と三相電流検出装置 4 2 5 とが一体化される。或いは、導体 1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 1 C と第一の磁気シールド部材 1 1 1 及び第二の磁気シールド部材 1 1 2 の一部とを樹脂モールド 1 1 6 から露出させることにより、パワーモジュール 4 2 3 の出力端子で構成された導体 1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 1 C に別体で構成された三相電流検出装置 4 2 5 の組付けが可能になる。この場合は、三相電流検出装置 4 2 5 は導体 1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 1 C を持たない構成になる。このような導体 1 2 1 を別体とする構成は、図 1 ～図 8 で説明した構成にも適用可能である。

[0046] 唯一の隙間 1 3 1 (1 3 1 A, 1 3 1 B, 1 3 1 C) は、概ね、導体 1 2 1 (1 2 1 A, 1 2 1 B, 1 2 1 C) の断面中心を通る直線 1 4 1 (図 1 参照) 上に形成される。したがって、隙間 1 3 1 から漏れる磁束は、電流検出装置 1 0 0 (1 0 0 A, 1 0 0 B, 1 0 0 C) の下側に向かって漏れ出るので、隣接する電流検出装置への進入を抑制できる。

[0047] 以下、電流検出装置 1 0 0 について説明するが、三相電流検出装置 4 2 5 の電流検出装置 1 0 0 A, 1 0 0 B, 1 0 0 C でも同様である。

[0048] 唯一の隙間 1 3 1 が形成されることで、第一の磁気シールド部材 1 1 1 と第二の磁気シールド部材 1 1 2 との間に生じる磁束線は、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 近傍を除いて、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 間を基板に沿うよう延在する。このため、磁気シールド 1 1 1 及び 1 1 2 近傍を除いて、磁束線における磁束密度は、磁気シールド側面に対して垂直方向では変化量が小さくなる。上述した構成では、ホール素子 1 1 3 は、概ね、隙間 1 3 1 と導体 1 2 1 とを結ぶ直線 1 4 1 上に配置されている。しかし、上述した理由から、ホール素子 1 1 3 は、直線 1 4 1 上 (導体 1 2 1 の中心) に配置する必要がなく、直線 1 4 1 に対してずらした配置としても良い。本実施例は、ホー

ル素子 113 の配置について限定するものではない。

[0049] 図 10 は、電流検出装置 100A, 100B, 100C を縦配置にした構成を示す図である。図 7、図 8 及び図 9 では、電流検出装置 100A, 100B, 100C は、各磁気シールド部材の側壁部が対向するように、隣接して配置（横配置）されている。これに対して、図 10 に示すように、各磁気シールド部材の底部が同じ方向を向くように配置（縦配置）されてもよい。

[0050] 図 11 を用いて、外乱となる導体 171 が配置された場合について、説明する。図 11 は、電流検出装置 100 の底部と対向する位置に導体 171 が配置された状態を示す図である。電流検出装置 100 は、第一の磁気シールド部材 111 及び第二の磁気シールド部材 112 が電流検出装置 100 の底部でオーバーラップしている。これにより、電流検出装置 100 より下側の空間に外乱となる導体 171 が配置されても、磁気シールド 111 及び 112 の底部から磁気シールド 111 及び 112 の内部に、外乱の直接の侵入を抑制することができる。

[0051] 図 12 を用いて、隙間 131 の構成を変えた変更例を説明する。図 12 は、隙間 131 の構成を変えた変更例を示す図である。

[0052] 上述した実施例では、底部 111b の突出し長さと底部 112b の突出し長さとは等しい。すなわち、例えば図 1 に示すように、隙間 131 は概ね直線 141 上に位置している

。しかし、図 12 に示すように、底部 111b の突出し長さと底部 112b の突出し長さが異なるようにしてもよい。この場合、隙間 131 は直線 141（導体 121 の断面中心）に対して、偏奇して設けられる。なお、底部 111b の突出し長さと底部 112b の突出し長さが異なる場合、内側（導体 121 或いはホール素子 113 側）に配置される底部 111b の突出し長さを外側に配置される底部 112b の突出し長さよりも長くすることが好ましい。これにより、隙間 131 から導体 121 或いはホール素子 113 を見通しにくい構造を実現することができる。

[0053] 次に、図 13 を用いて、本実施例に係る電流計測装置を用いた場合に、計

測可能な電流値が増大する効果について説明する。図 13 は、本実施例（図 1）に係る電流検出装置 100 を用いた場合と、図 14 に示す電流検出装置を用いた場合とについて、電流値に対する出力電圧の特性（解析結果）を示す図である。なお、図 14 は、U 字型シールドで構成した電流検出装置の構成を示す図である。

[0054] 本実施例に係る構成では、隙間 131 が存在することで、隙間 131 を介して磁束が第一の磁気シールド部材 111 及び第二の磁気シールド部材 112 の外側に漏れ出ることにより、第一の磁気シールド部材 111 及び第二の磁気シールド部材 112 で囲む空間に存在する磁束線の磁束密度が低下する。この結果、導体 121 の電流値に対応するセンサ出力が小さくなり、計測可能な電流値が増大する。

[0055] 上述した実施例及び変更例では、導体 121、121A、121B、121C は横断面（長手方向に垂直な断面）が長辺と短辺とを有する矩形形状を成す。第一の磁気シールド部材 111 の側壁部 111a 及び第二の磁気シールド部材 112 の側壁部 112a は、導体 121、121A、121B、121C の短辺側に配設される短辺側側壁部を構成する。第一の磁気シールド部材 111 の底部 111b 及び第二の磁気シールド部材 112 の底部 112b は、導体 121、121A、121B、121C の長辺側に配設される長辺側側壁部を構成する。

[0056] また、第一の磁気シールド部材 111 の側壁部 111a 及び第二の磁気シールド部材 112 の側壁部 112a は、導体 121、121A、121B、121C の両側（両側方）に配置され、導体 121、121A、121B、121C を挟んで対向する両側方側壁部或いは対向側壁部を構成する。第一の磁気シールド部材 111 の底部 111b 及び第二の磁気シールド部材 112 の底部 112b は、導体 121、121A、121B、121C の片側（一側方）に配置される一側方側壁部を構成する。

[0057] なお、一側方側壁部 111b、112b はそれぞれ一方の両側方側壁部 111a、112a から他方の両側方側壁部 112a、111a に向けて垂直

に突出する突出部、或いは垂直に折れ曲がるように形成された曲り部を構成している。両側方側壁部 1 1 2 a, 1 1 1 a と一側方側壁部 1 1 1 b, 1 1 2 b とはそれぞれ平板状に形成されている。そして、両側方側壁部 1 1 2 a と両側方側壁部 1 1 1 a とは平行である。また一側方側壁部 1 1 1 b と一側方側壁部 1 1 2 b とは平行である。

[0058] ここで、図 1 5 を用いて、一側方側壁部（底部） 1 1 1 b と一側方側壁部（底部） 1 1 2 b とのオーバーラップ構造について説明する。図 1 5 は、オーバーラップ構造の説明図である。なお、図 1 5 では、ホール素子 1 1 3 及び導体 1 2 1 は省略している。

[0059] 一側方側壁部 1 1 1 b の先端部 1 1 1 b - t と一側方側壁部 1 1 2 b の先端部 1 1 2 b - t との間には、両側方側壁部 1 1 1 a, 1 1 2 a の延設方向（矢印 E 1 で示す方向）に沿う隙間 1 3 1 が設けられると共に、0 mm 以上のオーバーラップ量が設けられている。図 1 5 は、オーバーラップ量が 0 mm の場合を示している。すなわち、一側方側壁部 1 1 1 b の先端面 1 1 1 b - t S と一側方側壁部 1 1 2 b の先端面 1 1 2 b - t S とが仮想平面 S 2 上に位置している。

[0060] 仮想平面 S 2 は仮想平面 S 1 に平行な平面である。仮想平面 S 1 は、両側方側壁部 1 1 1 a と両側方側壁部 1 1 2 a とから等距離 L に仮想される平面である。なお、仮想平面 S 1 は図 1 の直線 1 4 1 を含む平面である。

[0061] 図 1 5 では、一側方側壁部 1 1 1 b の先端面 1 1 1 b - t S と一側方側壁部 1 1 2 b の先端面 1 1 2 b - t S とを含む仮想平面 S 2 が、仮想平面 S 1 から距離 l だけオフセットしているが、仮想平面 S 2 は仮想平面 S 1 と一致していてもよい。

[0062] 図 1 5 ではオーバーラップ量を 0 mm としているが、オーバーラップ量は 0 mm よりも大きい寸法にすることが好ましい。すなわち、一側方側壁部 1 1 1 b と一側方側壁部 1 1 2 b とを確実にオーバーラップさせ、外乱磁束がホール素子 1 1 3 に到達しないようにすることが好ましい。

[0063] 一側方側壁部 1 1 1 b の先端面 1 1 1 b - t S と一側方側壁部 1 1 2 b の

先端部 112b-t とが仮想平面 S2 上に配置されていると、一側方側壁部 111b, 112b を仮想平面 S1 に垂直でかつ一側方側壁部 111b, 112b に平行な仮想平面 S3 に投影した場合、一側方側壁部 111b の先端部 111b-t と一側方側壁部 112b の先端部 112b-t とは仮想平面 S3 上で一致し、一側方側壁部 111b の先端部 111b-t と一側方側壁部 112b の先端部 112b-t との間に隙間が生じない。本実施例におけるオーバーラップ構造は、仮想平面 S3 上に投影した場合に、先端部 111b-t と先端部 112b-t との間に隙間が生じない構成を対象としており、オーバーラップ量が 0mm の場合も含まれる。

[0064] 一側方側壁部（突出部）111b の先端部 111b-t と一側方側壁部（突出部）112b の先端部 112b-t とは、一側方側壁部 111b, 112b の突き出し方向 E2 に垂直で且つ導体 121 の延設方向に垂直な方向に離間して隙間 131 が設けられている。すなわち、先端部 111b-t と先端部 112b-t とは、一側方側壁部 111b, 112b の突き出し方向 E2 に垂直で且つ導体 121 の延設方向に垂直な方向にオフセットしている。また、先端部 111b-t と先端部 112b-t とは、一側方側壁部 111b, 112b の突き出し方向 E2 にオーバーラップしている。

[0065] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる

。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例又は変更例の構成の一部を他の実施例又は変更例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例又は変更例の構成に他の実施例又は変更例の構成を加えることも可能である。また、各実施例又は変更例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0066] 100, 100A, 100B, 100C…電流検出装置、111, 111

A, 1 1 1 B

, 1 1 1 C…第一の磁気シールド部材、1 1 1 a…第一の磁気シールド部材 1 1 1 の側壁部、1 1 1 b…第一の磁気シールド部材 1 1 1 の底部、1 1 1 b-t…低部 1 1 1 b の先端部、1 1 1 b-t S…低部 1 1 1 b の先端面、1 1 2, 1 1 2 A, 1 1 2 B, 1 1 2 C…第二の磁気シールド部、1 1 2 a…第二の磁気シールド部材 1 1 2 の側壁部、1 1 2 b…第二の磁気シールド部材 1 1 2 の底部、1 1 2 b-t…低部 1 1 2 b の先端部、1 1 2 b-t S…低部 1 1 2 b の先端面、1 1 3, 1 1 3 A, 1 1 3 B, 1 1 3 C…ホール素子

、1 1 3 a…ホール素子 1 1 3 の端子、1 1 5…プリント基板（基板部材）

、1 1 6…樹脂（樹脂モールド）、1 1 7…プリント基板の端子、1 2 1, 1 2 1 A, 1

2 1 B, 1 2

1 C…導体、1 3 1, 1 3 1 A, 1 3 1 B, 1 3 1 C…隙間、1 6 1 A, 1 6 1 B, 1 6 1 C…ボルト孔、1 7 1…外乱となる導体、4 1 1…電力変換装置、4 2 1…マイコン、4 2 2…ドライブ回路、4 2 3…パワーモジュール、4 2 4…コンデンサ、4 2 5…電流検出装置、4 2 6…導体、4 2 7…端子、4 2 8…モータ。

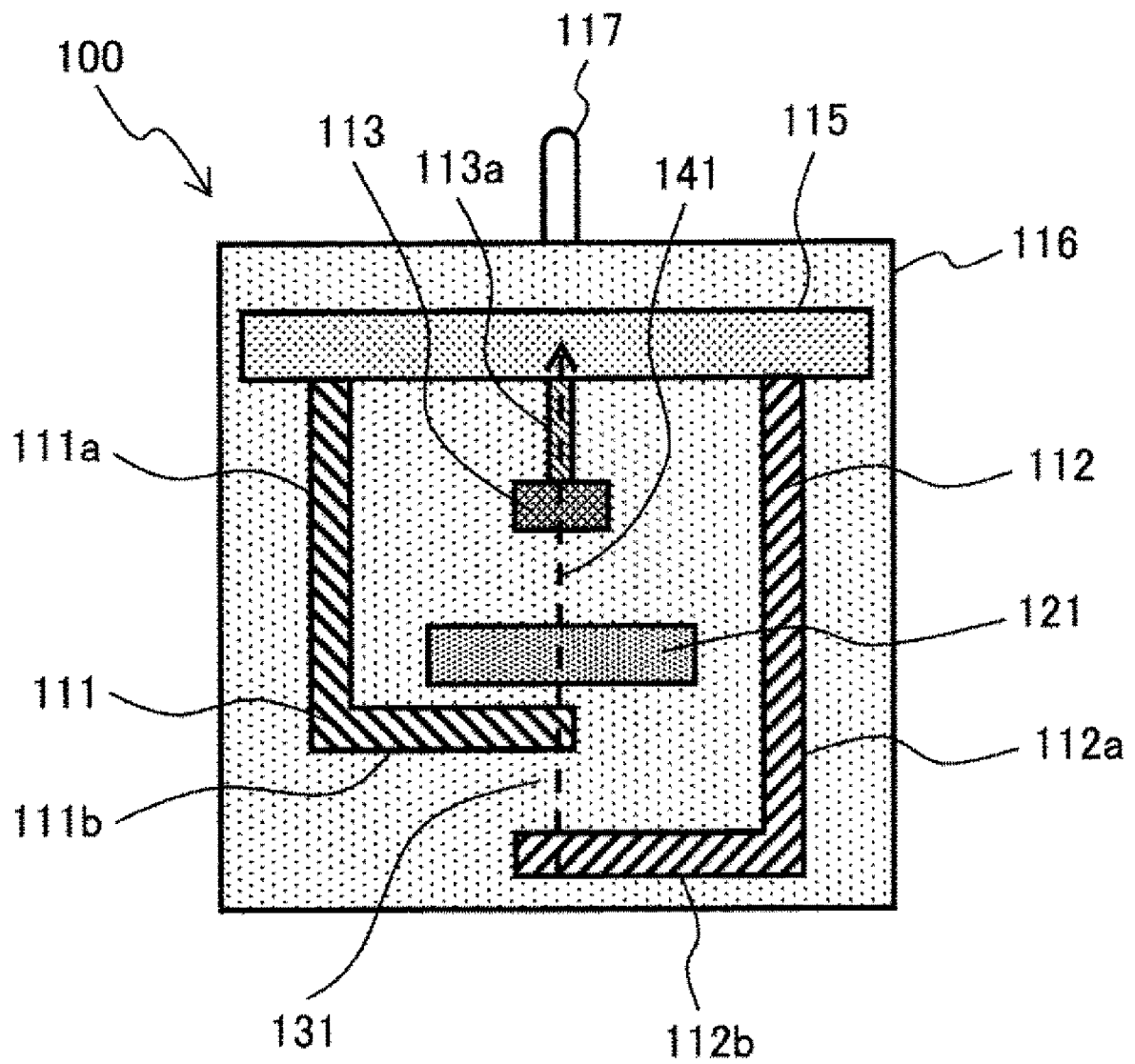
請求の範囲

- [請求項1] 電流センサと、前記電流センサの周囲に配置され内側に導体が配設される領域を有する磁気シールドとを備えた電流検出装置において、
前記磁気シールドは、導体を挟んで配置される第一の磁気シールド部材と第二の磁気シールド部材とを備え、
前記第一の磁気シールド部材は、導体を挟んで前記第二の磁気シールド部材と対向する対向側壁部と、前記対向側壁部から前記第二の磁気シールド部材側に向けて突き出す突出部とを備え、
前記第二の磁気シールド部材は、導体を挟んで前記第一の磁気シールド部材と対向する対向側壁部と、前記対向側壁部から前記第一の磁気シールド部材側に向けて突き出す突出部とを備え、
前記第一の磁気シールド部材の突出部の先端部と前記第二の磁気シールド部材の突出部の先端部とは、突出部の突き出し方向に垂直で且つ導体の延設方向に垂直な方向に離間して隙間が設けられると共に、突出部の突き出し方向にオーバーラップしていることを特徴とする電流検出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電流検出装置において、
前記前記第一の磁気シールド部材と前記第二の磁気シールド部材とで構成される磁気シールドの内側に導体を備えたことを特徴とする電流検出装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電流検出装置において、
前記電流センサは、前記第一の磁気シールド部材と前記第二の磁気シールド部材とのオーバーラップ部に対し、前記導体を挟んだ反対側に配置されることを特徴とする電流検出装置。
- [請求項4] 請求項2に記載の電流検出装置において、
前記導体は、前記第一の磁気シールド部材と前記第二の磁気シールド部材とのオーバーラップ部に対し、前記電流センサを挟んだ反対側に配置されることを特徴とする電流検出装置。

- [請求項5] 請求項3に記載の電流検出装置において、
前記第一の磁気シールド部材の突出部は、前記第二の磁気シールド部材の突出部よりも前記導体に近接して配置され、
前記第一の磁気シールド部材の突出部の突き出し長さが、前記第二の磁気シールド部材の突出部の突き出し長さよりも長いことを特徴とする電流検出装置。
- [請求項6] 車載用電力変換装置において、
モータに接続される端子とパワーモジュールとの間に、請求項1に記載の電流検出装置を備えたことを特徴とする車載用電力変換装置。

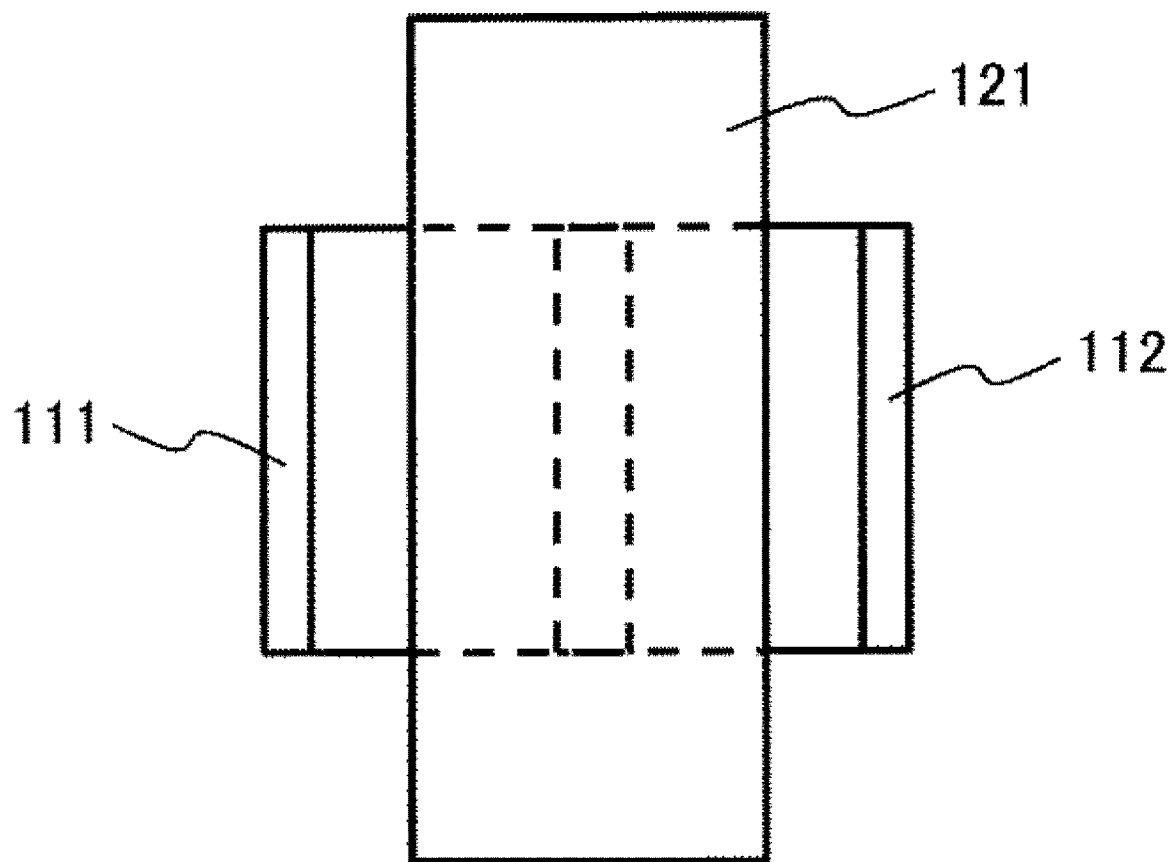
[図1]

图 1



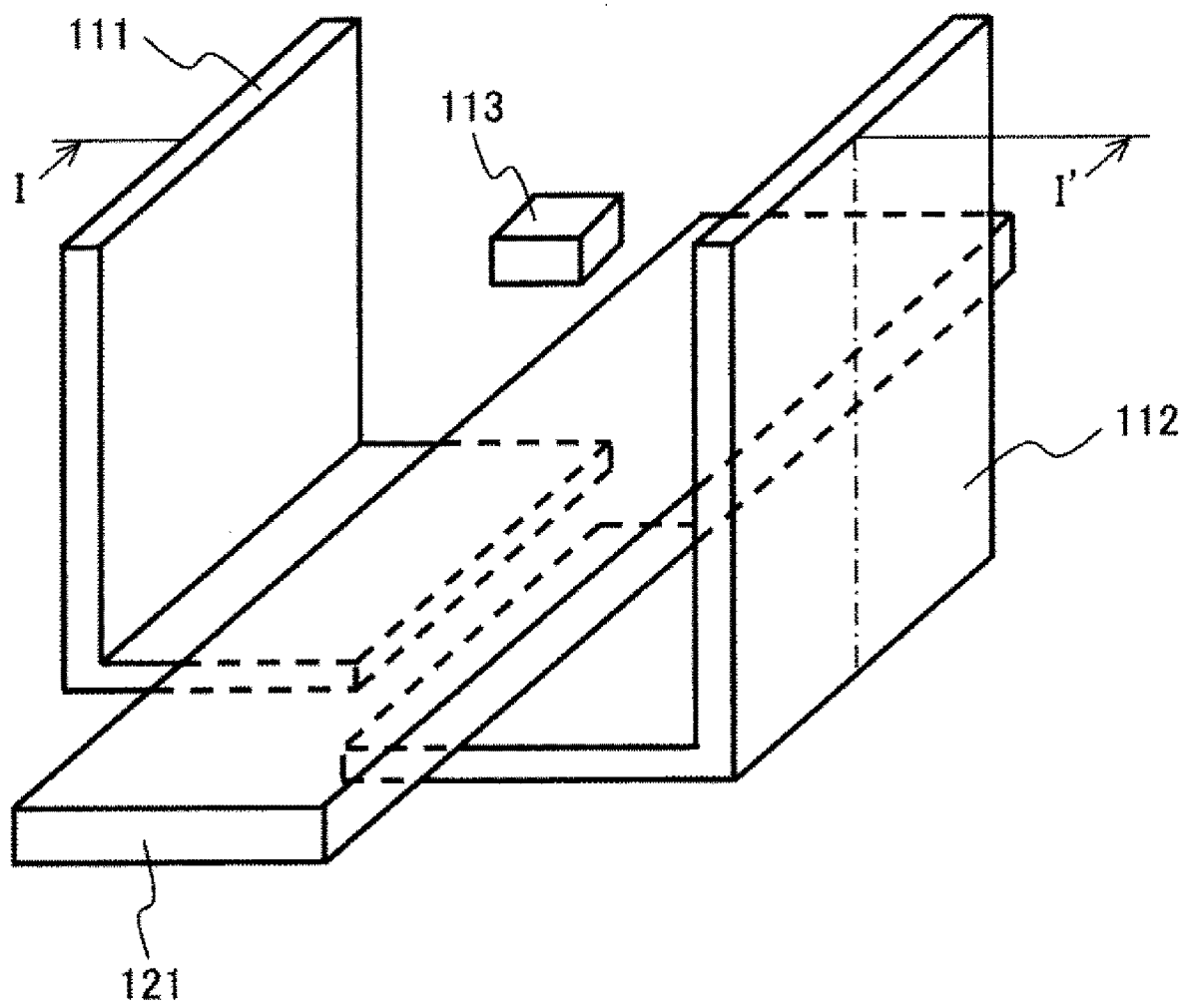
[図2]

図 2



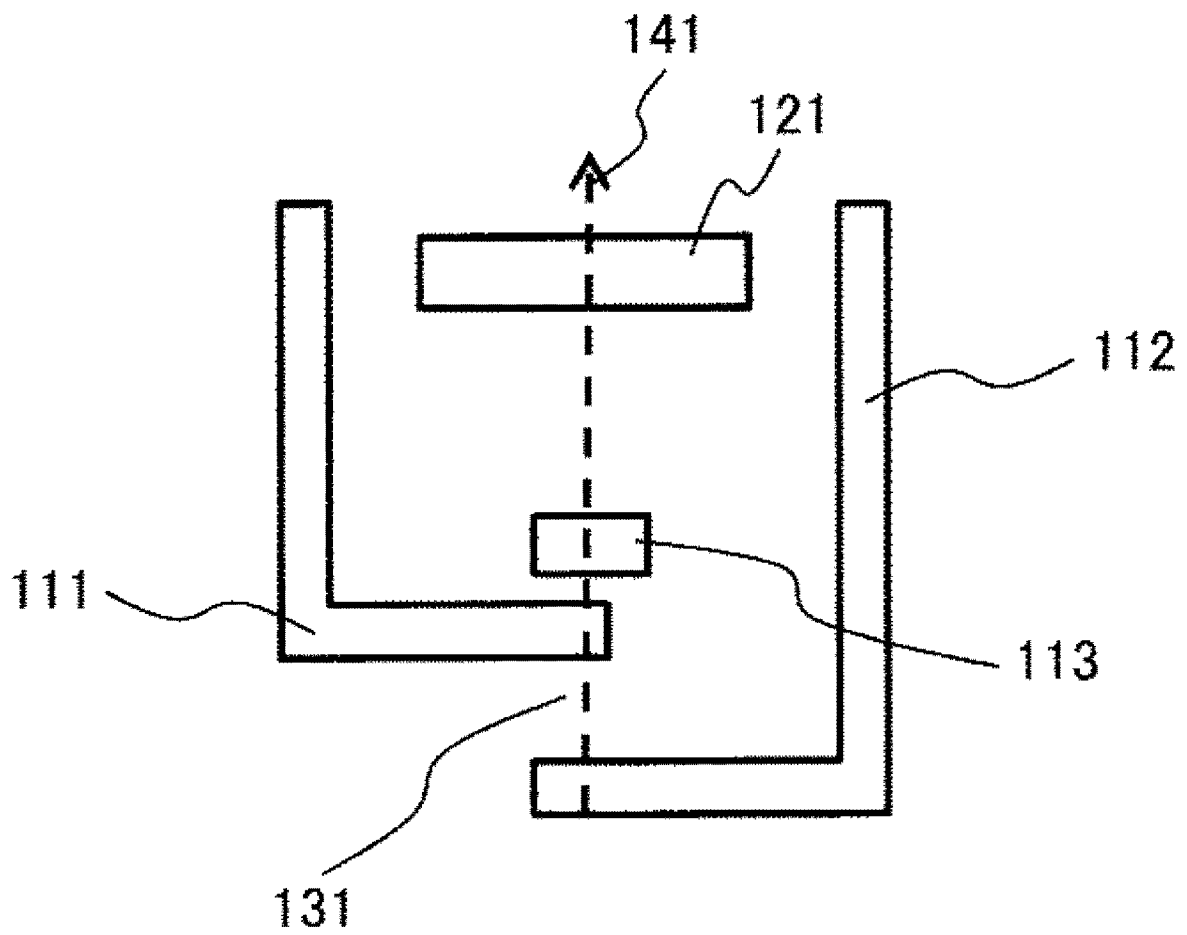
[図3]

図 3



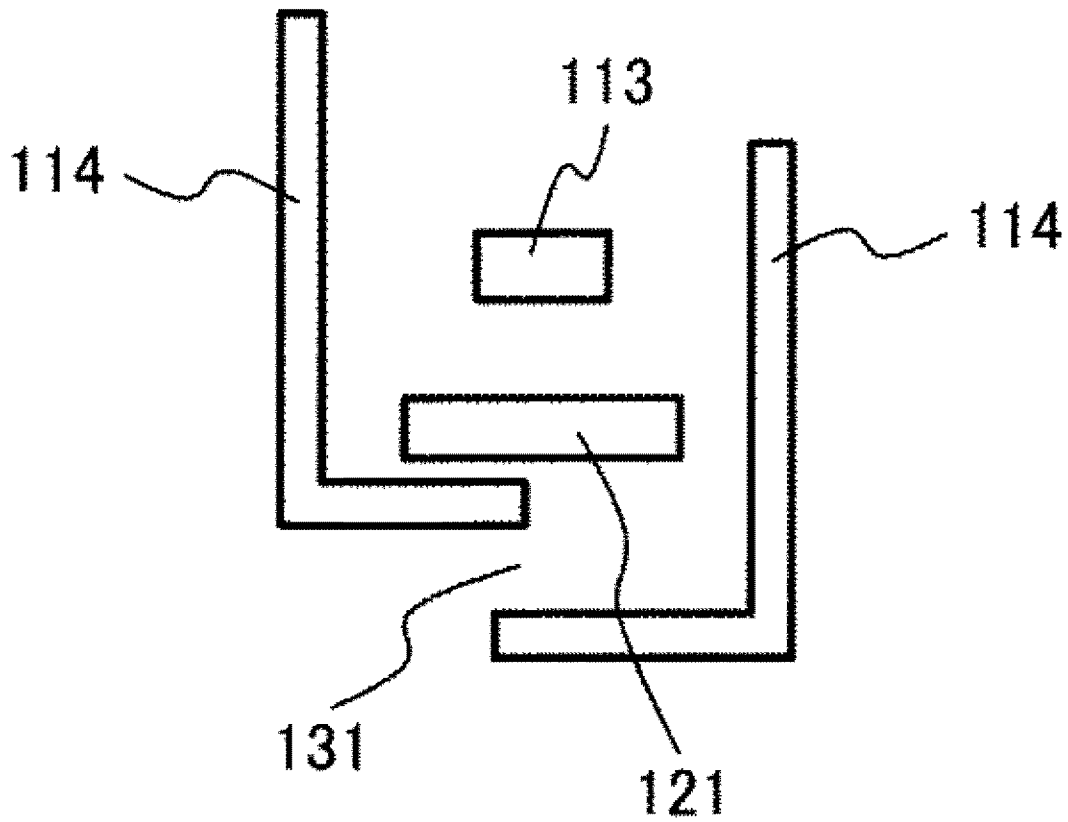
[図4]

図 4



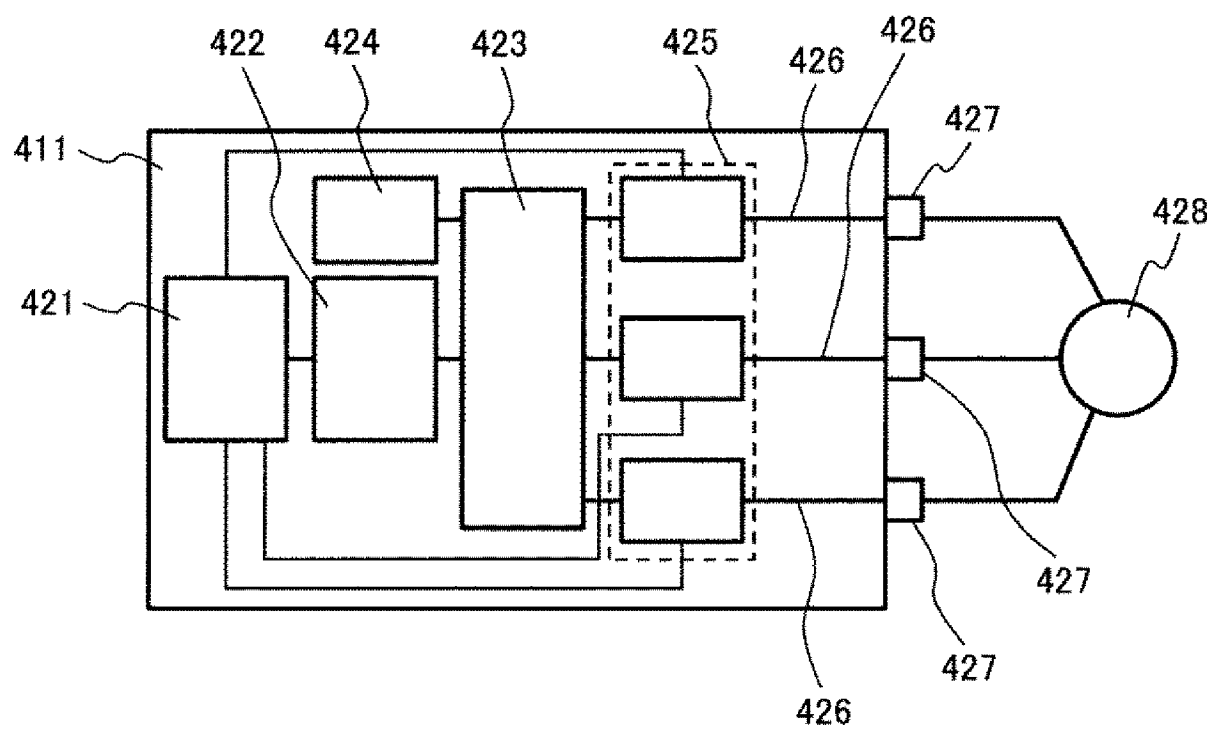
[図5]

図 5



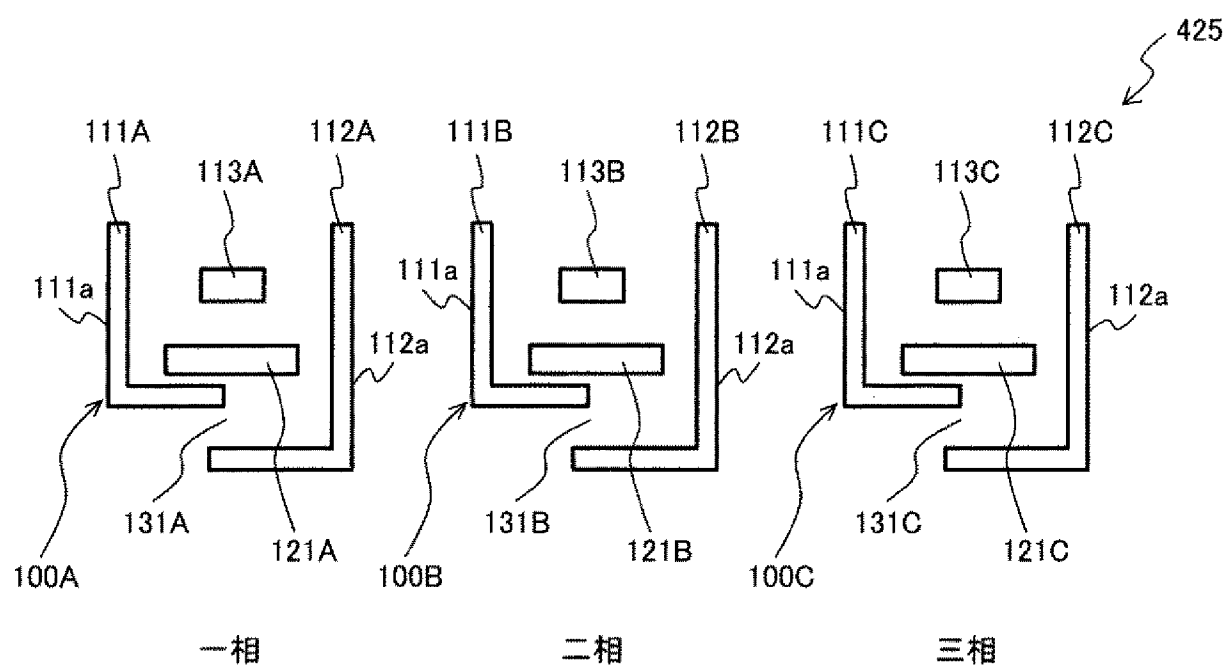
[図6]

図 6



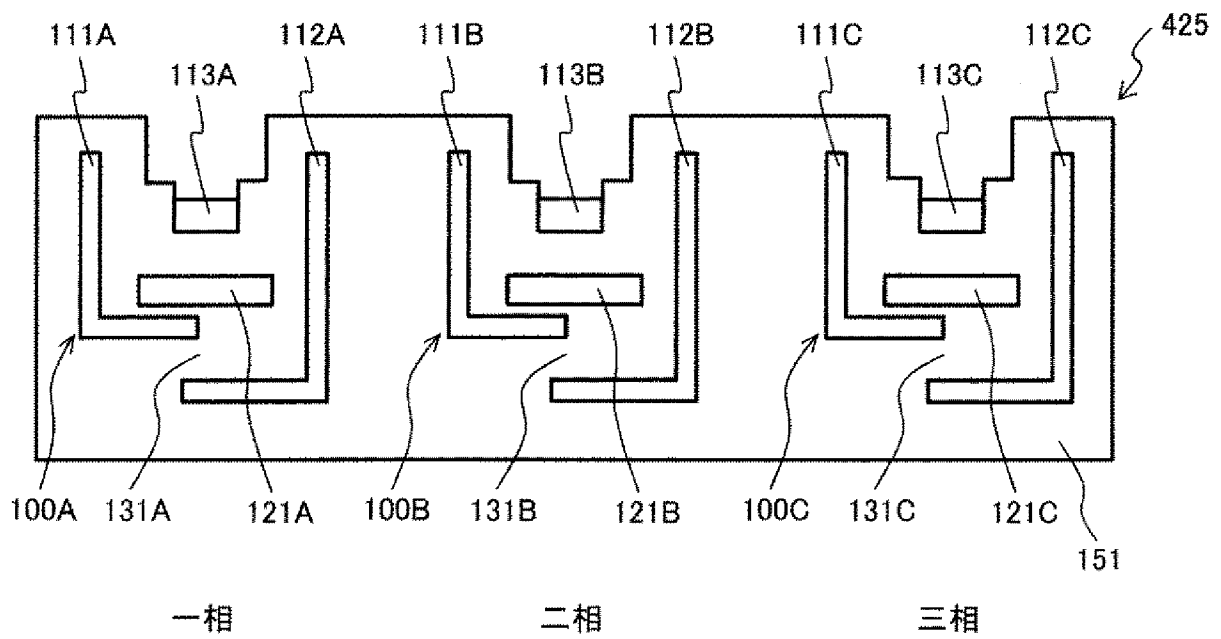
[図7]

図 7



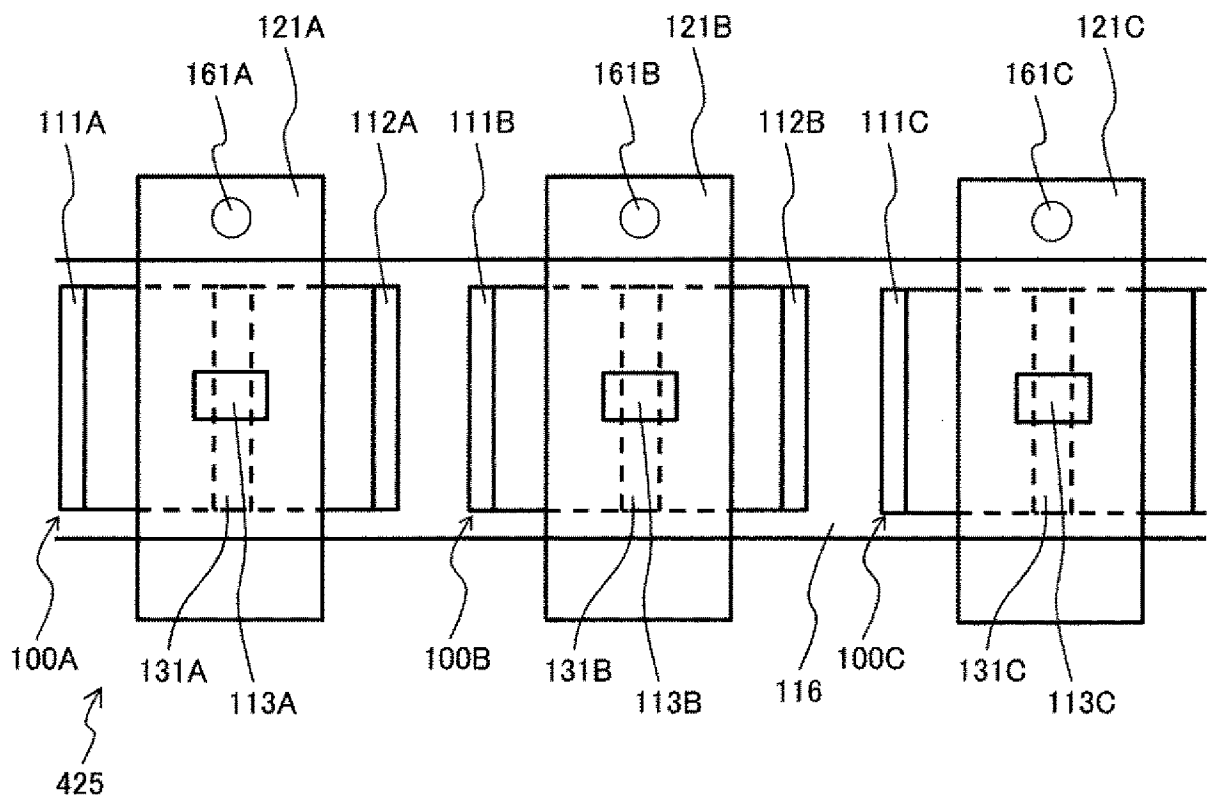
[図8]

図 8



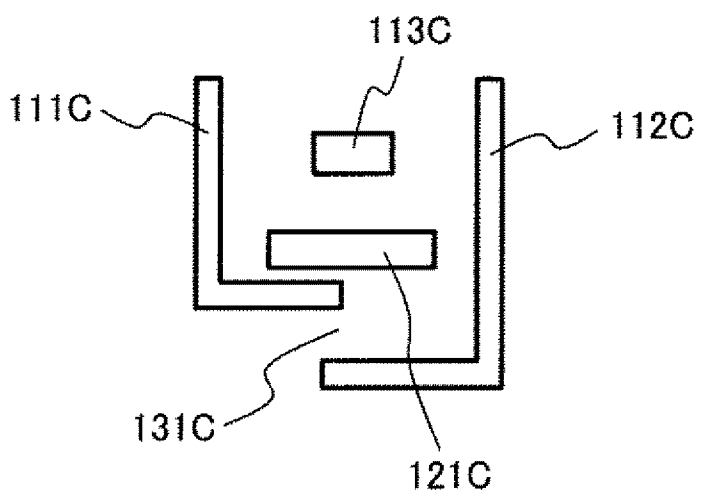
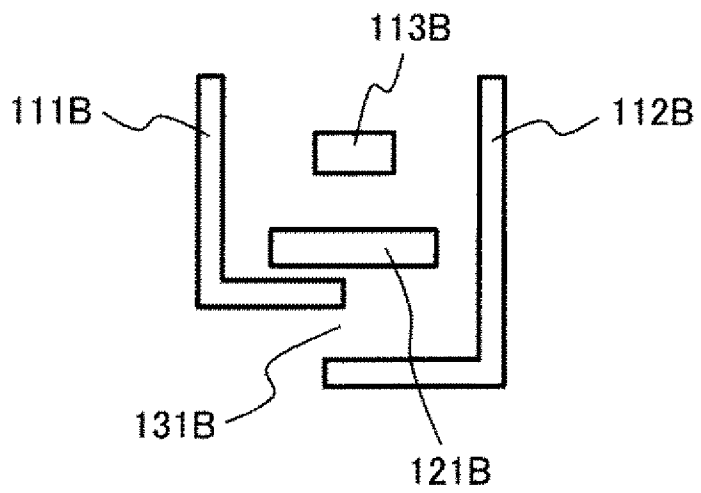
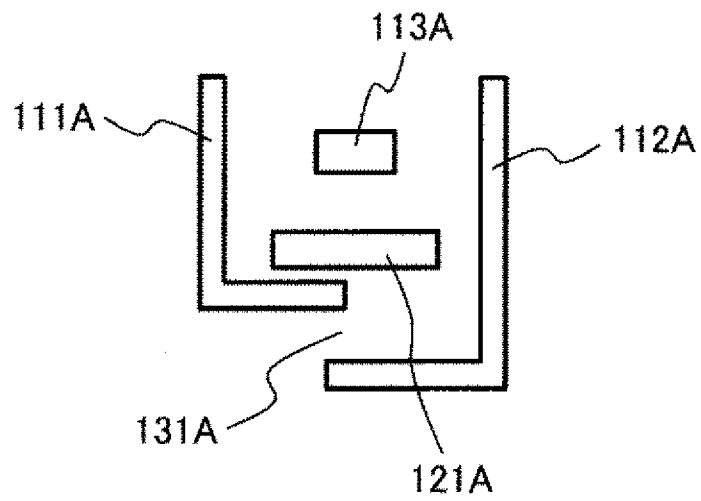
[図9]

図 9



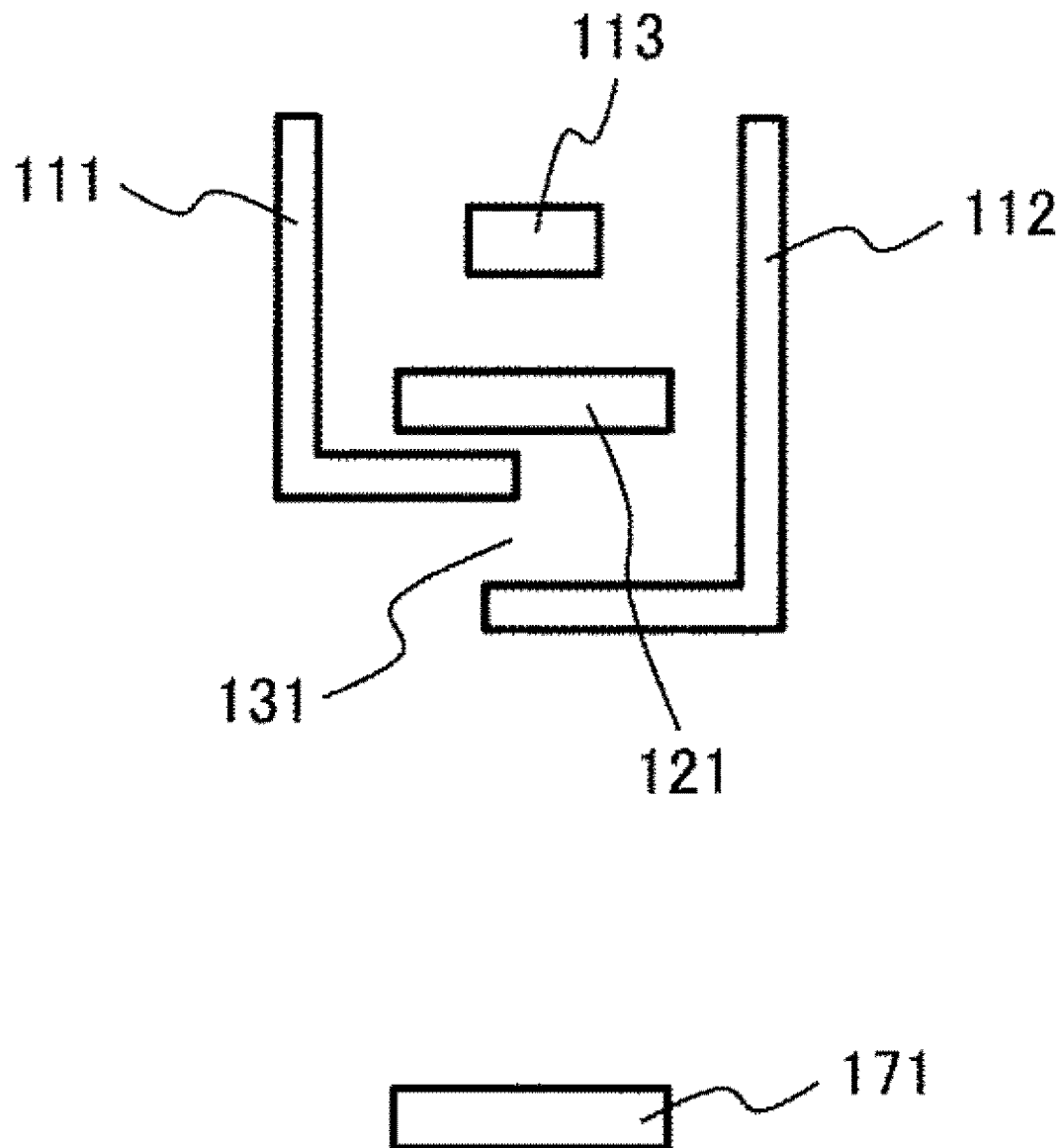
[図10]

図 10



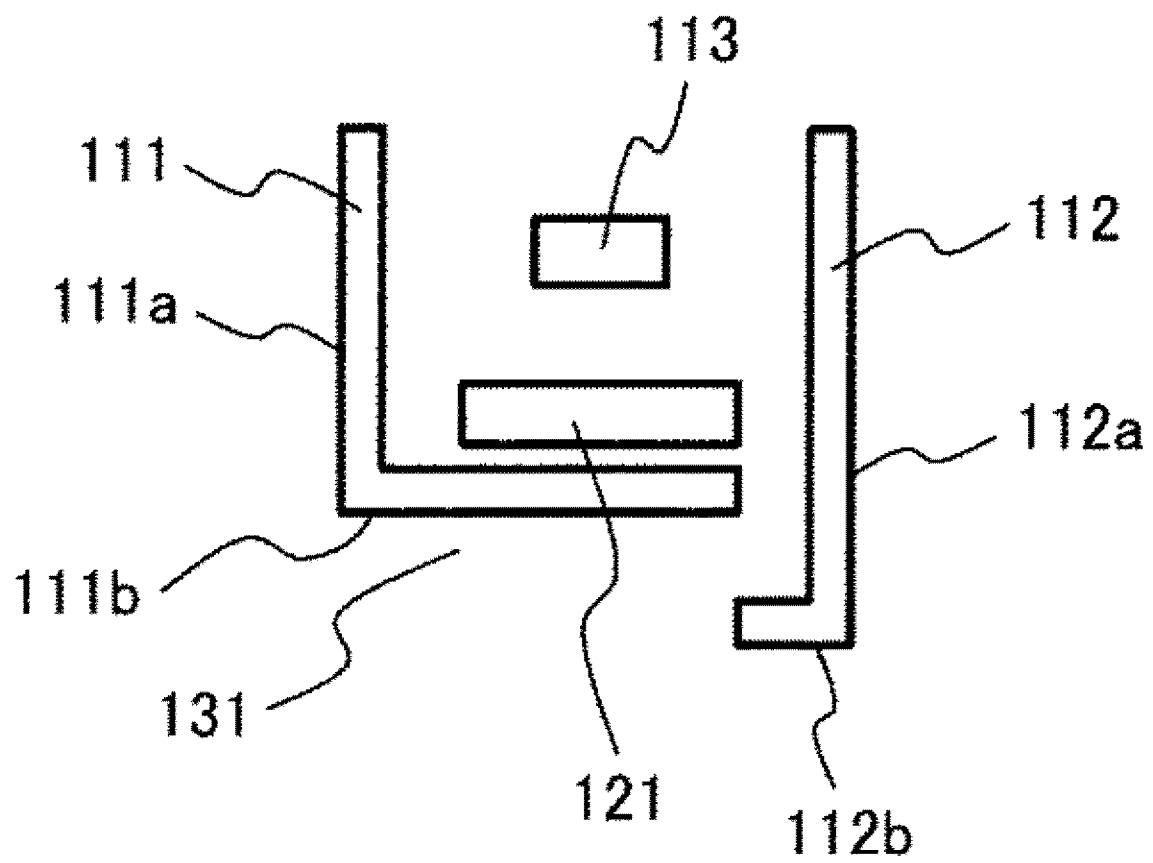
[図11]

図 11



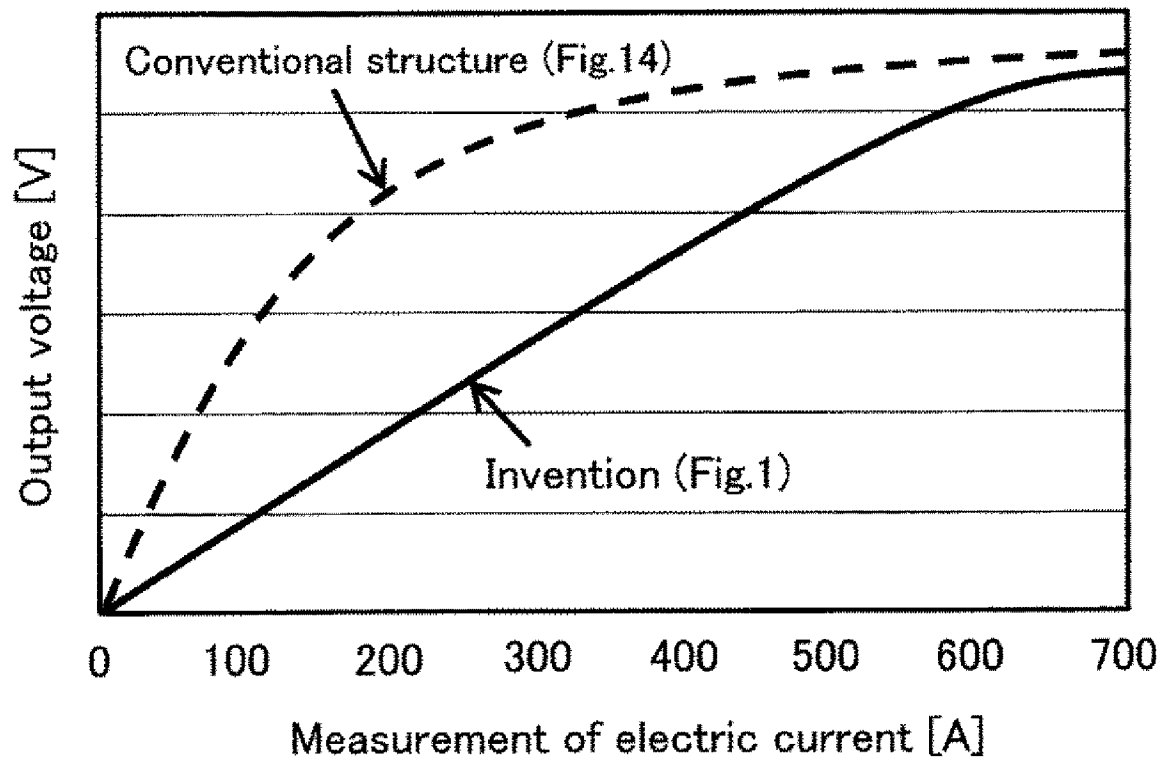
[図12]

図 12



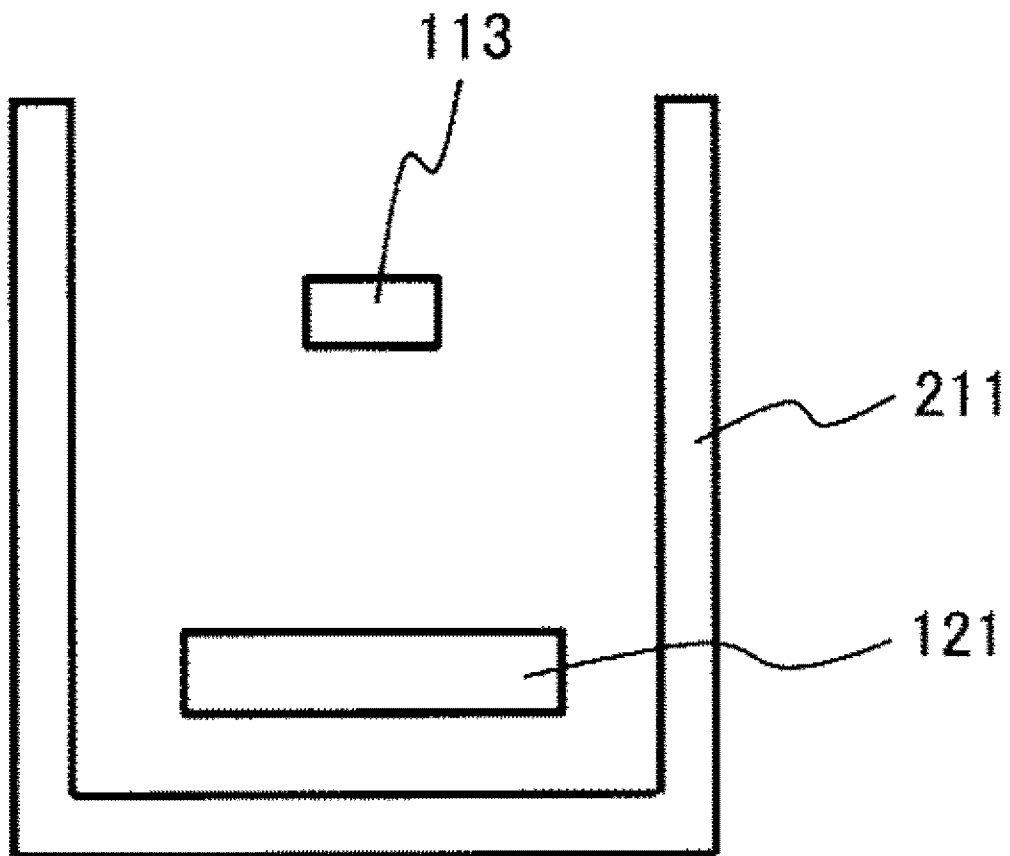
[図13]

図 13



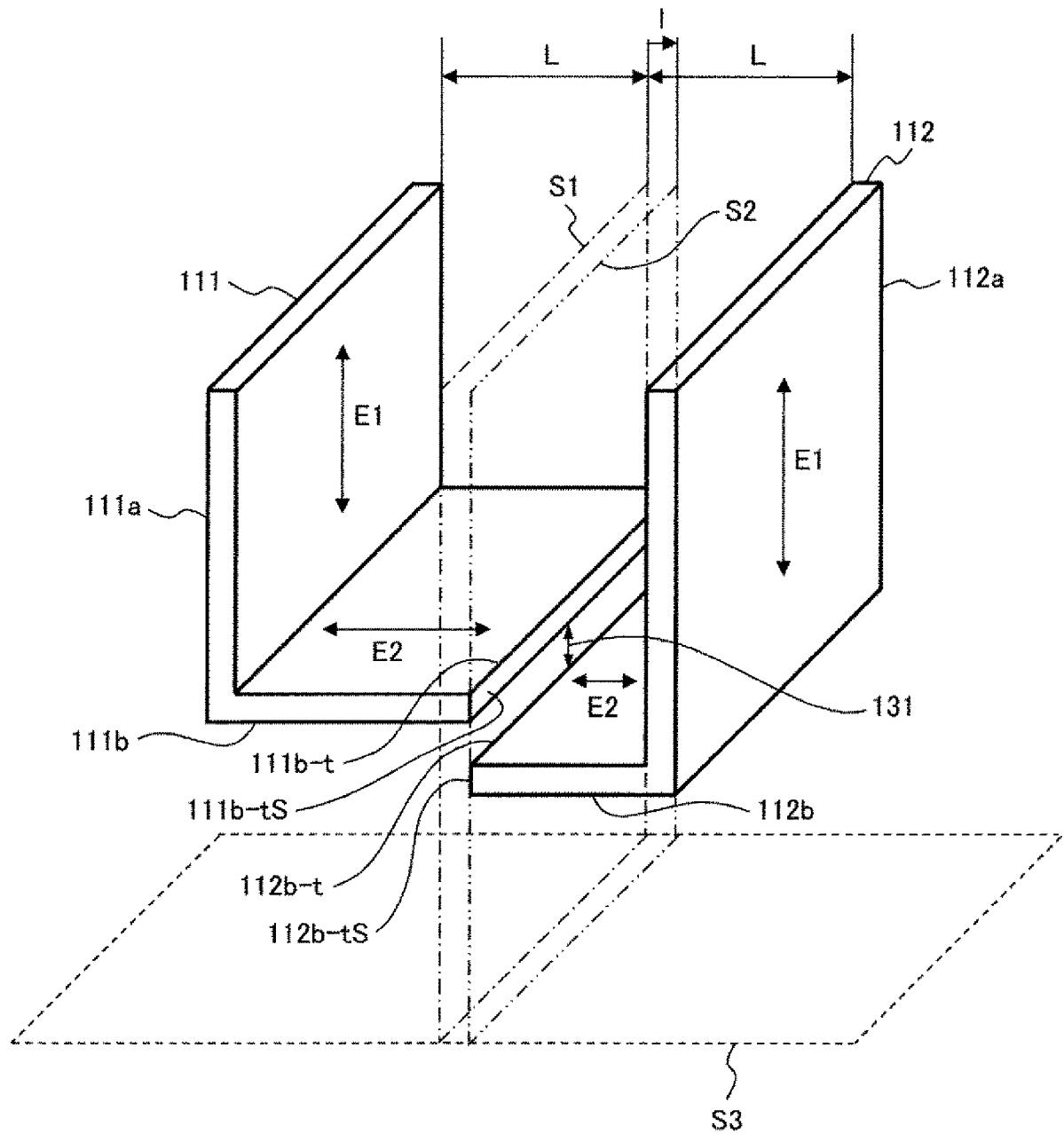
[図14]

図 14



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065966

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2013-117447 A (Denso Corp.), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0078] to [0086]; fig. 10 & WO 2013/080557 A1	1-2 6 3-5
Y A	WO 2013/031291 A1 (Honda Motor Co., Ltd.), 07 March 2013 (07.03.2013), paragraphs [0002] to [0006]; fig. 13 to 14 & US 2014/0184212 A1 & WO 2013/031291 A1 & CN 103765230 A	6 3-5
A	JP 2013-228315 A (TDK Corp.), 07 November 2013 (07.11.2013), paragraphs [0022] to [0044]; fig. 1 to 11 (Family: none)	1-6

☐ 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
30 June 2015 (30.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2013-117447 A（株式会社デンソー）	1-2
Y	2013.06.13, 【0078】－【0086】、【図10】	6
A	& WO 2013/080557 A1	3-5
Y	WO 2013/031291 A1（本田技研工業株式会社）	6
A	2013.03.07, [0002]－[0006]、[図13]－[図14] & US 2014/0184212 A1 & WO 2013/031291 A1 & CN 103765230 A	3-5

☒ 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

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

川瀬 正巳

2 S

5 2 6 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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 2013-228315 A (TDK株式会社) 2013.11.07, 【0022】－【0044】、【図1】－【図11】 (ファミリーなし)	1-6