

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/116852

発行日 令和1年6月24日(2019.6.24)

(43) 国際公開日 平成30年6月28日(2018.6.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**GO 1 R 15/20 (2006.01)** GO 1 R 15/20 C 2 GO 2 5

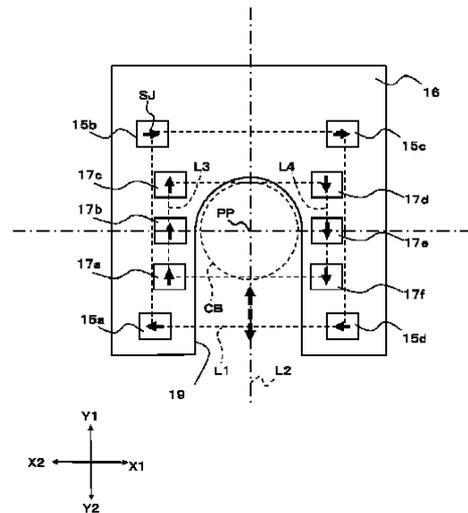
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

<p>出願番号 特願2018-557667 (P2018-557667)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2017/044056</p> <p>(22) 国際出願日 平成29年12月7日(2017.12.7)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2016-249418 (P2016-249418)</p> <p>(32) 優先日 平成28年12月22日(2016.12.22)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(71) 出願人 000010098                  アルプスアルパイン株式会社                  東京都大田区雪谷大塚町1番7号</p> <p>(74) 代理人 100135183                  弁理士 大窪 克之</p> <p>(74) 代理人 100085453                  弁理士 野▲崎▼ 照夫</p> <p>(74) 代理人 100108006                  弁理士 松下 昌弘</p> <p>(72) 発明者 福井 洋文                  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</p> <p>(72) 発明者 蛇口 広行                  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</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【要約】

被測定電流路 C B の中心 P P の周囲の仮想矩形 L 1 上に 4 個の第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d が配設され、その内側に 6 個の第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f が配設されている。第 2 の磁電変換素子 1 7 a ~ 1 7 c は仮想直線 L 3 上に位置し、第 2 の磁電変換素子 1 7 d ~ 1 7 f は直線 L 4 上に位置している。仮想直線 L 3 と L 4 とは、中心線 L 2 に対して線対称である。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

配線基板と、  
前記配線基板に設けられ、被測定電流路を流れる電流によって発生する磁気を検出する複数の磁電変換素子と

を備え、

前記配線基板には、仮想矩形の中心に前記被測定電流路を位置させるための切欠が形成され、

前記複数の磁電変換素子は、

前記仮想矩形の4つの頂点に位置する4つの第1の前記磁電変換素子と、

前記仮想矩形の中心に対して点対称位置にある少なくとも4つの第2の前記磁電変換素子と

を有し、

前記第1の磁電変換素子の感度軸の向きは、前記切欠に沿った前記被測定電流路の着脱方向と直交しており、

前記第2の磁電変換素子の感度軸の向きは、前記着脱方向と平行であり、

前記仮想矩形の中心に対して点対称位置にある前記第1の磁電変換素子同士及び前記第2の磁電変換素子同士の感度軸の向きは平行であり、

第2の前記磁電変換素子が、前記仮想矩形の内側に位置していることを特徴とする電流センサ。

**【請求項 2】**

前記一方側にある複数の第2の磁電変換素子と、前記他方側にある複数の第2の磁電変換素子とは、前記中心線に対して線対称に配設されている

請求項1に記載の電流センサ。

**【請求項 3】**

前記中心を通り前記着脱方向に平行な中心線に対して、一方側にある複数の前記第2の磁電変換素子と、他方側にある複数の前記第2の磁電変換素子とは、それぞれ前記中心線に平行な仮想直線上に配設されている

請求項2に記載の電流センサ。

**【請求項 4】**

前記仮想矩形の長辺は前記中心線に平行であり、その短辺は前記中心線に直交している

請求項2に記載の電流センサ。

**【請求項 5】**

前記被測定電流路及び、複数の近隣電流路とが、等間隔で一直線上に配置されていることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の電流センサ。

**【請求項 6】**

前記複数の第2の磁電変換素子は、前記仮想矩形の前記中心を中心とする仮想楕円上に配設されている

請求項2に記載の電流センサ。

**【請求項 7】**

前記第1の磁電変換素子及び前記第2の磁電変換素子の感度軸が、前記仮想矩形の中心を囲む閉径路に沿って一方向を向くように、前記第1の磁電変換素子及び前記第2の磁電変換素子が配設されている

請求項1～6のいずれかに記載の電流センサ。

**【請求項 8】**

前記第1の磁電変換素子及び前記第2の磁電変換素子は、同一特性である

請求項1～7のいずれかに記載の電流センサ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

10

20

30

40

50

本発明は、被測定電流路に流れる電流を検出する電流センサに関し、特に、磁電変換素子を用いて被測定電流路に流れる電流を検出する電流センサに関する。

【背景技術】

【0002】

各種電子機器の制御や監視のために、被測定電流路に取り付けて被測定電流路に流れる電流を検出する電流センサが良く知られている。この種の電流センサとしては、ホール素子や磁気抵抗素子等の磁電変換素子を用いた電流センサが知られており、磁電変換素子の感度向上や外部磁場からの影響低減等のため、複数の磁電変換素子を用いられることがある。

このように複数の磁電変換素子を用いた電流センサでは、被測定電流路の周囲に発生する磁界の向きに合わせて、被測定電流路の周囲の仮想円上に複数の磁電変換素子を配設していた。

【0003】

しかしながら、上述したように仮想円上に磁電変換素子を配設すると、電流センサが大型化し、被測定電流路と近隣電流路との距離が短い場合に、電流センサを設置できないという問題がある。

【0004】

このような問題を解決するために、特許文献1の電流センサでは、被測定電流路の位置を中心とし、当該被測定電流路と近隣電流路とを結ぶ方向を短軸とする仮想楕円上に複数の磁電変換素子を配設している。また、特許文献2の電流センサでは、仮想長方形、又は仮想楕円及び仮想長方形の上に複数の磁電変換素子を配設している。

当該電流センサによれば、近隣電流路の外来磁場の影響を大きく受けずに安定した電流検出ができると共に、小型化が図れる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開W02013/128993号

【特許文献2】国際公開W02015/122064号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年、電盤やインバーターの小型化によって、隣り合う電線の間隔が更になくなった。

このような背景から、電流センサには、被測定電流路と近隣電流路との距離がさらに短い場合においても設置可能であり、近隣電流路の外来磁場の影響を大きく受けずに安定した電流検出したいという要請がある。

【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、さらなる小型化が図れると共に、近隣電流路の外来磁場の影響を大きく受けずに安定した電流検出が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】

上述した従来技術の問題点を解決し、上述した目的を達成するために、本発明の電流センサは、配線基板と、前記配線基板に設けられ、被測定電流路を流れる電流によって発生する磁気を検出する複数の磁電変換素子とを備え、前記配線基板には、仮想矩形の中心に前記被測定電流路を位置させるための切欠が形成され、前記複数の磁電変換素子は、前記仮想矩形の4つの頂点に位置する4つの第1の前記磁電変換素子と、前記仮想矩形の中心に対して対称位置にある少なくとも4つの第2の前記磁電変換素子とを有し、前記第1の磁電変換素子の感度軸の向きは、前記切欠に沿った前記被測定電流路の着脱方向と直交しており、前記第2の磁電変換素子の感度軸の向きは、前記着脱方向と平行であり、前記

10

20

30

40

50

仮想矩形の中心に対して点対称位置にある前記第 1 の磁電変換素子同士及び前記第 2 の磁電変換素子同士の感度軸の向きは平行であり、第 2 の前記磁電変換素子が、前記仮想矩形の内側に位置している。

【0009】

この構成によれば、第 1 の磁電変換素子が頂点に位置する仮想矩形の内側に、第 2 の磁電変換素子を配置したことで、一直線上に第 1 の磁電変換素子及び第 2 の磁電変換素子を配置した場合に比べて、第 2 の磁電変換素子よりも近隣電流路からの離れた第 1 の磁電変換素子に生じる近隣電流路の磁界を強くできる。これにより、近隣電流路の磁界に応じた + 成分の合計と - 成分の合計との絶対値を一致させ、高い精度で相殺できる。

【0010】

好適には、前記中心を通り前記着脱方向に平行な中心線に対して、一方側にある複数の前記第 2 の磁電変換素子と、他方側にある複数の前記第 2 の磁電変換素子とは、それぞれ前記中心線に平行な仮想直線上に配設されている。

【0011】

この構成によれば、仮想直線上で第 2 の磁電変換素子の位置を調整すればよく、測定精度を高める設計が容易になる。

【0012】

好適には、前記一方側にある複数の第 2 の磁電変換素子と、前記他方側にある複数の第 2 の磁電変換素子とは、前記中心線に対して線対称に配設されている。

【0013】

この構成によれば、中心線に対して線対称に第 2 の磁電変換素子が配置されるので、対称性が保たれ、地磁気のような一様な外来磁場を高い精度で相殺できる。

【0014】

好適には、前記仮想矩形の長辺は前記中心線に平行であり、その短辺は前記中心線に直交している。

【0015】

この構成によれば、第 1 の磁電変換素子が頂点に配置される仮想矩形の短辺を中心軸に直交するようにしたことで、磁電変換素子を配設する中心軸に直交する方向における必要な距離を短くできる。すなわち、被測定電流路と近隣電流路との距離を狭くできる。

【0016】

好適には、前記複数の第 2 の磁電変換素子は、前記仮想矩形の前記中心を中心とする仮想楕円上に配設されている。

【0017】

この構成によれば、仮想矩形の中心を中心とする仮想楕円上に第 2 の磁電変換素子を位置調整をすればよく、測定精度を高める設計が容易になる。また、被測定電流路と近隣電流路との距離を狭くできる。

【0018】

好適には、前記第 1 の磁電変換素子及び前記第 2 の磁電変換素子の感度軸が、前記仮想矩形の中心を囲む閉径路に沿って一方向を向くように、前記第 1 の磁電変換素子及び前記第 2 の磁電変換素子が配設されている。

【0019】

この構成によれば、磁電変換素子の感度軸と被測定電流路の磁界との方向を合わせることができ、被測定電流路の磁界を効率的に検出でき、測定精度を高めることができる。

【0020】

好適には、前記第 1 の磁電変換素子及び前記第 2 の磁電変換素子は、同一特性である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、さらなる小型化が図れると共に、近隣電流路の外来磁場の影響を大きく受けずに安定した電流検出ができる電流センサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る電流センサを示す分解斜視図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る電流センサを示す斜視図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態に係る電流センサの磁電変換素子の配置を説明するための図であって、図 1 に示す Z 1 側から見た配線基板の上面図である。

【 図 4 】 図 3 に示す電流センサの近隣電流路を説明するための図である。

【 図 5 】 図 3 に示す電流センサにおいて、図 4 に示す近隣電流路 C N 1 からの磁界の影響を説明するための図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態に係る電流センサの磁電変換素子の配置の第 1 変形例を説明するための図であって、図 1 に示す Z 1 側から見た配線基板の上面図である。

10

【 図 7 】 本発明の実施形態に係る電流センサの磁電変換素子の配置の第 2 変形例を説明するための図であって、図 1 に示す Z 1 側から見た配線基板の上面図である。

【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 3 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る電流センサ 1 0 1 を示す分解斜視図である。図 2 は、本発明の実施形態に係る電流センサ 1 0 1 を示す斜視図である。図 3 は、本発明の実施形態に係る電流センサ 1 0 1 を説明するための図であって、図 1 に示す Z 1 側から Z 2 側に見た配線基板 1 6 の上面図である。

## 【 0 0 2 4 】

図 1 及び図 2 に示すように、本発明の実施形態に係る電流センサ 1 0 1 は、被測定電流路 C B に電流が流れたときに発生する磁気を検出する複数の磁電変換素子 1 5 と、複数の磁電変換素子 1 5 が配置された配線基板 1 6 とを備えて構成されている。また、電流センサ 1 0 1 は、配線基板 1 6 を収納する収納部 1 1 s を有する筐体 1 1 と、磁電変換素子 1 5 からの電気信号を取り出すための取出し端子 1 3 t を有したコネクタ 1 3 と、被測定電流路 C B を固定し保持するための保持部材 1 4 と、を備えている。

20

## 【 0 0 2 5 】

筐体 1 1 は、合成樹脂材料で形成されている。この筐体 1 1 は、上方が開口した箱状のケース 3 1 と、ケース 3 1 の開口部を塞ぐような板状のカバー 4 1 と、から構成され、ケース 3 1 内部に、配線基板 1 6 を収納する収納部 1 1 s が形成されている。

## 【 0 0 2 6 】

ケース 3 1 には、その一辺側からケース 3 1 の中心側に向かって切り欠かれた凹部（凹溝）3 2 が形成され、この凹部 3 2 内に被測定電流路 C B が導入されて保持されるように構成されている。凹部 3 2 の奥壁 3 2 a は、被測定電流路 C B の外周面と相補形状に形成されている。

30

## 【 0 0 2 7 】

本実施形態では、凹部 3 2 の奥壁 3 2 a は、円筒形状の被測定電流路 C B の外周面に対応するように円弧状に湾曲して形成されている。また、奥壁 3 2 a に連なるケース 3 1 の対向する内側壁 3 2 b には、クリップパネ 1 4 K の自由端部側を係止する切欠 3 2 c が、それぞれ対峙する位置に形成されている。

## 【 0 0 2 8 】

切欠 3 2 c は、内側壁 3 2 b の上端部側から下方に向かって切り欠かれ、入り口側の端面が、外方に向かって傾斜するように形成されている。被測定電流路 C B は、その外周面の奥側を凹部 3 2 の奥壁 3 2 a に当接させた状態で、手前側を切欠 3 2 c から凹部 3 2 内に突出するクリップパネ 1 4 K によって挟持されることで、筐体 1 1 に対して保持される。この凹部 3 2 の奥壁 3 2 a とクリップパネ 1 4 K とで挟持される位置が、筐体 1 1 に対する被測定電流路 C B の中心 P P となる。本実施形態では、中心 P P が、後述する仮想矩形 L の中心 P P となる。

40

## 【 0 0 2 9 】

カバー 4 1 は、一方の辺部に、ケース 3 1 の凹部 3 2 と対応するように同一形状の開口部 4 2 が形成され、この開口部 4 2 の形成された辺部と反対側の辺部に、コネクタ 1 3 の

50

上端部を筐体 1 1 外部に露出させるための開口部 4 3 が形成されている。

【 0 0 3 0 】

保持部材 1 4 は、被測定電流路 C B を固定し保持するための部材であり、被測定電流路 C B の外縁を挟み込んで保持するクリップパネ 1 4 K と、被測定電流路 C B が中心 P P に配設された後にクリップパネ 1 4 K を押さえる押し部材 1 4 H とを備えている。

【 0 0 3 1 】

押し部材 1 4 H は、略直方体形状で形成されており、ケース 3 1 に形成された凹部 3 2 に強く嵌合されるサイズで作製されている。この押し部材 1 4 H は、クリップパネ 1 4 K を押さえた状態で、ケース 3 1 の凹部 3 2 内に保持される。

【 0 0 3 2 】

配線基板 1 6 は、多層のプリント配線板 ( P C B ) を用いられ、配線板上に設けられた銅 ( C u ) 等の金属箔をパターンニングして、配線パターンが形成されている。配線基板 1 6 は、ケース 3 1 の収納部 1 1 s に収納可能な大きさと形成されており、その一辺部に、被測定電流路 C B が挿通されて且つ配設される切欠 1 9 が形成されている。すなわち、配線基板 1 6 は、収納部 1 1 s の底面部と相似形状に形成されており、ケース 3 1 の凹部 3 2 と相補形状の切欠部 1 7 が形成されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 及び図 3 に示すように、配線基板 1 6 の切欠 1 9 の近傍には、複数 ( 1 0 個 ) の磁電変換素子 1 5 が配置され、切欠 1 9 が形成される辺部と対向する辺部近傍にはコネクタ 1 3 が配設されている。なお、磁電変換素子 1 5 の詳細な配置位置については後述する。

【 0 0 3 4 】

コネクタ 1 3 は、相手側コネクタ ( 図示省略 ) と電氣的に接続する複数の端子を備えており、これら複数の端子の中に、磁電変換素子 1 5 からの電気信号を取り出すため取出し端子 1 3 t を有している。また、コネクタ 1 3 は、相手側コネクタ ( 図示省略 ) と嵌合するための絶縁基体 1 3 K を備えている。絶縁基体 1 3 K は、上方が開口した箱状に形成され、その内部に、取出し端子 1 3 t を含む複数の端子が、各端子間を絶縁した状態で保持され収納されている。なお、本実施形態では、磁電変換素子 1 5 からの電気信号を取り出すためにコネクタ 1 3 を用いたが、コネクタ 1 3 に限らず、例えば、フレキシブルプリント配線板 ( F P C : Flexible Printed Circuits ) 等を用いても良い。

【 0 0 3 5 】

磁電変換素子 1 5 は、被測定電流路 C B に電流が流れたときに発生する磁気を検出する電流センサ素子であって、例えば、巨大磁気抵抗効果を用いた磁気検出素子 ( G M R ( Giant Magneto Resistive ) 素子という ) を用いることが可能である。この磁電変換素子 1 5 は、説明を容易にするため詳細な図示は省略したが、G M R 素子をシリコン基板上に作製した後、切り出されたチップを熱硬化性の合成樹脂でパッケージングし、信号の取り出しのためのリード端子が G M R 素子と電氣的に接続されて構成されている。そして、このリード端子により、配線基板 1 6 にはんだ付けがされている。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、電流センサ 1 0 1 では、被測定電流路 C B の中心 P P の周囲に、4 個の第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d と、6 個の第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f とが配設されている。

第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b , 1 5 c , 1 5 d と、6 個の第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f は、同一の磁電変換特性を有している。これにより、電流センサ 1 0 1 の測定精度を高めるための設計が容易になる。

【 0 0 3 7 】

仮想矩形 L 1 の中心 P P は、前述したように、被測定電流路 C B の横断面 ( X , Y 断面 ) の中心となる。切欠 1 9 は、被測定電流路 C B に対して電流センサ 1 0 1 を位置決めした際に、仮想矩形 L 1 の中心 P P に被測定電流路 C B の中心を位置させることが可能な形状を有している。

図 3 に示すように、中心線 L 2 に対して切欠 1 9 の左側 ( X 2 方向側 ) の配線基板 1 6

10

20

30

40

50

の表面には、第1の磁電変換素子15a, 15bと第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cが配設されている。また、Y1方向から見て切欠19の右側(X1方向側)の配線基板16の表面には、第1の磁電変換素子15c, 15dと第2の磁電変換素子17d, 17e, 17fが配設されている。

【0038】

図3に示すように、中心PPを中心とする仮想矩形L1を規定した場合に、第1の磁電変換素子15a~15dは、仮想矩形L1の4つの頂点に位置する。

具体的には、図3に示すように、中心PPを通り、被測定電流路CBの切欠32cに沿った着脱方向(Y1-Y2方向)に平行な中心線L2を規定した場合に、仮想矩形L1の長辺は中心線L2に平行であり、その短辺は中心線L2に直交している。

10

【0039】

また、第2の磁電変換素子17a~17fは、仮想矩形L1の内側に位置し、仮想矩形L1の中心である中心PPに点対称位置にある。

具体的には、図3に示すように中心線L2に対してX2側に第2の磁電変換素子17a~17cが位置し、X1側に第2の磁電変換素子17d~17fが位置している。

図3に示す例では、第2の磁電変換素子17a~17cはY1-Y2方向に平行な仮想直線L3上に位置し、第2の磁電変換素子17d~17fはY1-Y2方向に平行な仮想直線L4上に位置している。仮想直線L3とL4とは、中心線L2に対して線対称である。

【0040】

第1の磁電変換素子15a、第2の磁電変換素子17a, 17b, 17c及び第1の磁電変換素子15bは、第1の長方形L1の中心PPに対して、それぞれ第1の磁電変換素子15c、第2の磁電変換素子17d, 17e, 17f及び第1の磁電変換素子15dとそれぞれ点対称に配設されている。

20

【0041】

このように第1の磁電変換素子15a~15d及び第2の磁電変換素子17a~17fを配設することで、磁電変換素子が円周上に等間隔で配設されている場合(比較例)と比較して、被測定電流路CBが挿通されて且つ配設される磁電変換素子の配置でありながら、磁電変換素子の配設スペースを小さくできる。

【0042】

すなわち、比較例に係る磁電変換素子の場合には、被測定電流路CBの配設位置を中心として周方向に等間隔で磁電変換素子が均等配置されている。そのため、磁電変換素子間から被測定電流路CBを導入して配設位置に配設する場合、磁電変換素子同士の素子間隔として、少なくとも被測定電流路CBが通過可能な間隔を確保する必要があるので、全ての磁電変換素子の配設領域が大きくなり、これに伴い配線基板が大型化してしまうことになる。

30

【0043】

一方、本実施形態に係る磁電変換素子15の配置の場合には、3個の第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cが第2の長方形L3の長辺L31上に配設され、3個の第2の磁電変換素子17f, 17e, 17dが第2の長方形L3の長辺L32上に配設されている。

40

そのため、第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cと第2の磁電変換素子17f, 17e, 17dとの配置に必要なX1-X2方向(X方向)の距離を短くできる。すなわち、被測定電流路CBと隣接する近隣電流路CN1, CN2との距離を狭くできる。

その結果、特に切欠19の形成方向と直交する方向(X1-X2方向)における磁電変換素子の配設領域を小さくすることができ、配線基板16の小型化、つまり電流センサ101の小型化が可能である。特に配電盤のように複数の電流路を、できるだけ狭い間隔で設けたい用途では、切欠19の左右の腕部18の幅を狭くできることが重要となる。

【0044】

第1の磁電変換素子15a~15dの感度軸(磁気を感知する方向)の向きSJは、仮

50

想矩形 L 1 の短辺に平行、すなわち、切欠 3 2 c への被測定電流路 C B の着脱方向 Y 1 - Y 2 と直交している。これにより、電流センサ 1 0 1 の測定精度を高める設計が容易になる。

具体的には、第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 c の感度軸の向き S J は X 1 方向であり、第 1 の磁電変換素子 1 5 d , 1 5 a の感度軸の向き S J は X 2 方向である。

また、第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c の感度軸の向き S J は Y 1 方向であり、第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f の感度軸の向き S J は Y 2 方向である。

第 1 の磁電変換素子 1 5 a ~ 1 5 d 及び第 2 の磁電変換素子 1 7 a ~ 1 7 f は、それらの感度軸の向き S J が、被測定電流路 C B の中心である仮想矩形 L 1 の中心 P P を囲む閉径路に沿って一方向（本実施形態では時計回り方向）を向くように配設されている。

10

#### 【 0 0 4 5 】

これにより、第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c は、中心 P P を中心に点対称位置にある第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f と感度軸の向き S J が逆になる。

後段の演算回路では、第 1 の磁電変換素子 1 5 a ~ 1 5 d の出力と第 2 の磁電変換素子 1 7 a ~ 1 7 f の出力とを加算することで、被測定電流路 C B の磁界に応じた成分を累積して有効化し、近隣電流路 C N の磁界に応じた成分をキャンセルする。

#### 【 0 0 4 6 】

図 4 は、図 3 に示す電流センサ 1 0 1 の近隣電流路を説明するための図である。

図 5 は、図 3 に示す電流センサ 1 0 1 において、図 4 に示す近隣電流路 C N 1 からの磁界の影響を説明するための図である。

20

図 5 に示すように、第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f の位置は、X 1 側の近隣電流路 C N 1 に近く、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 からの磁界が強い。しかも、第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きが平行に近い。但し、第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きは、ほぼ逆方向である。つまり、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の感度軸方向成分は、感度軸方向と逆である。以上より、第 2 の磁電変換素子 1 7 d , 1 7 e , 1 7 f では、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 が、負の符号の大きな絶対値で計測される。

#### 【 0 0 4 7 】

X 2 側の第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c の位置は、X 1 側の近隣電流路 C N 1 から遠く、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 からの磁界が弱い。第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きが平行に近い。第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きは、ほぼ同一方向である。以上より、第 2 の磁電変換素子 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c では、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 が、正の符号の小さな絶対値で計測される。

30

#### 【 0 0 4 8 】

X 2 側の第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b の位置は、X 1 側の近隣電流路 C N 1 から遠く、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 からの磁界が弱い。第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きは直交に近い。但し、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の感度軸方向成分は、感度軸方向と同じである。以上より、第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b では、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 が、正の符号の非常に小さな絶対値で計測される。

40

#### 【 0 0 4 9 】

X 1 側の第 1 の磁電変換素子 1 5 c , 1 5 d の位置は、X 1 側の近隣電流路 C N 1 からやや近く、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 からの磁界がやや強い。第 1 の磁電変換素子 1 5 a , 1 5 b の感度軸の向きと、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の向きは、平行ではなく、直交もしていない。但し、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 の感度軸方向成分は、感度軸方向と同じである。以上より、第 1 の磁電変換素子 1 5 c , 1 5 d では、近隣電流路 C N 1 からの磁界 B 1 が、正の符号のやや大きな絶対値で計測される。しかも、本発明

50

では、「X1側の第1の磁電変換素子15c, 15d」を、近隣電流路CN1側(X1側)に近づけて配置することで、計測される値を大きくしている。

【0050】

以上説明したとおり、合計3つの第2の磁電変換素子17d, 17e, 17fによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が、負の符号で計測される。一方、合計7つの第1の磁電変換素子15a, 15b, 15c, 15d, 第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が、正の符号で計測される。

上述したとおり、第2の磁電変換素子17d, 17e, 17fによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が大きく計測される。第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が、小さく計測される。第1の磁電変換素子15a, 15bによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が、非常に小さく計測される。第1の磁電変換素子15c, 15dによって、近隣電流路CN1からの磁界B1が、やや大きく計測される。

10

【0051】

従って、「合計3つの第2の磁電変換素子17d, 17e, 17fによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の合計(符号は負になる)」と、「合計7つの第1の磁電変換素子15a, 15b, 15c, 15d, 第2の磁電変換素子17a, 17b, 17cによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の合計(符号は正になる)」とが概ね一致する。本実施形態では、第1の磁電変換素子15c, 15dの位置を近隣電流路CN1に近づけることによって、全ての磁電変換素子(第1の磁電変換素子15a, 15b, 15c, 15d, 第2の磁電変換素子17a, 17b, 17c, 17d, 17e, 17f)で計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の合計を、精度良く0に近づけることができる。

20

【0052】

なお、第1の磁電変換素子15aと15bは、第1の磁電変換素子15c, 15dと、中心線L2に対して、線対称な位置である。このため、第1の磁電変換素子15c, 15dを近隣電流路CN1に近づけると、第1の磁電変換素子15a, 15bは、近隣電流路CN1から遠ざかる。このため、第1の磁電変換素子15cと15dによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1を大きくすると、第1の磁電変換素子15aと15bによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1は小さくなる。つまり、変化の大小方向だけで考えると、第1の磁電変換素子15a~15dの中心線L2からの距離を変えたことによる「第1の磁電変換素子15cと15dによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の大きさの変化」と、「第1の磁電変換素子15aと15bによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の大きさの変化」とは、相殺する。

30

【0053】

しかし、上述したとおり、「第1の磁電変換素子15aと15bによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の大きさ」は、非常に小さい。このため、「第1の磁電変換素子15cと15dによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の大きさの変化」と、『第1の磁電変換素子15aと15bによって計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の大きさの変化』とは、完全には相殺されない。よって、第1の磁電変換素子15a~15dの中心線からの距離を変えることで、全ての磁電変換素子(第1の磁電変換素子15a, 15b, 15c, 15d, 第2の磁電変換素子17a, 17b, 17c, 17d, 17e, 17f)で計測される近隣電流路CN1からの磁界B1の合計を、ほぼ0にできる。

40

【0054】

以上説明したように、電流センサ101によれば、近隣電流路CN1からの磁界の影響を精度良くキャンセルして、被測定電流路CBの電流を正確に検出できる。これにより、電流センサ101の検出精度を落とすことなく、さらなる小型化が図れる。

【0055】

図4のように電流センサ101が、2つの近隣電流路CN1、近隣電流路CN2に挟ま

50

れた場合、重ね合わせの理が成立する。このため、電流路CN1、CN、CN2が等間隔で配置されていれば、2つの近隣電流路CN1、近隣電流路CN2の磁界の影響を共に精度良く相殺できる。

【0056】

また、電流センサ101によれば、図3に示すように第1の磁電変換素子15a~15d及び第2の磁電変換素子17a~17fを配置したことで、磁電変換素子の配置エリアのX方向の幅を最小限にでき、被測定電流路CBと近隣電流路CN1、CN2との距離を狭くできる。これにより、配線基板16の小型化、つまり電流センサ101の小型化が可能である。特に、切欠19の左右の腕部18の幅が狭くできる。

【0057】

また、電流センサ101によれば、図3に示すように第1の磁電変換素子15a~15d及び第2の磁電変換素子17a~17fの感度軸の方向SJを規定したことで、磁電変換素子が円周上に等間隔で配設されている場合(比較例)と比較して、各磁電変換素子を配線基板16に実装する際に、容易に実装することができると共に、配線基板16と第1の磁電変換素子15a~15d及び第2の磁電変換素子17a~17fとの位置関係を容易に設計することができる。従って、被測定電流路CBの取付け角度や取付け位置等の精度を高めることができるので、測定精度を向上させることができる。

【0058】

電流センサ101では、切欠19の両側の2列の仮想直線L3、L4上に第2の磁電変換素子17a~17fを配置すると共にでき仮想の長方形Lの4つの頂点に第1の磁電変換素子15a~15dを位置調整をすればよく、測定精度を高める設計が容易になる。

【0059】

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。

【0060】

図6は、本発明の実施形態に係る電流センサの磁電変換素子の配置の第1変形例を説明するための図であって、図1に示すZ1側から見た配線基板の上面図である。

なお、図6に示すように、第1の磁電変換素子15dの感度軸の向きSJを第1の磁電変換素子15aとは逆のX1方向とし、第1の磁電変換素子15cの感度軸の向きSJを第1の磁電変換素子15bとは逆のX2方向とし、第2の磁電変換素子17d、17e、17fの感度軸の向きSJを第2の磁電変換素子17a、17b、17cと同じY1方向としてもよい。

【0061】

この場合は、後段の演算回路では、第1の磁電変換素子15a、15b及び第2の磁電変換素子17a、17b、17cの出力から、第1の磁電変換素子15c、15d及び第2の磁電変換素子17d、17e、17fの出力を減算することで、被測定電流路CBの磁界に応じた成分を累積して有効化し、近隣電流路CNの磁界に応じた成分をキャンセルする。

【0062】

図7は、本発明の実施形態に係る電流センサの磁電変換素子の配置の第2変形例を説明するための図であって、図1に示すZ1側から見た配線基板の上面図である。

図7に示すように、中心PPを中心とする仮想矩形L1を規定した場合に、第1の磁電変換素子15a~15dは、仮想矩形L1の4つの頂点に位置する。

また、第2の磁電変換素子17a~17fは、仮想矩形L1の内側に位置し、仮想矩形L1の中心である中心PPに点対称位置にある。

【0063】

具体的には、第2の磁電変換素子17a~17fは、図6に示すように仮想楕円L5上に位置し、中心線L2に対してX2側に第2の磁電変換素子17a~17cが位置し、X

10

20

30

40

50

1 側に第 2 の磁電変換素子 17 d ~ 17 f が位置している。

第 2 の磁電変換素子 17 a ~ 17 c と第 2 の磁電変換素子 17 d ~ 17 f とはそれぞれ中心線 L 2 に対して線対称に位置している。

図 7 の構成によっても、近隣電流路 C N の磁界に応じた成分を精度良くキャンセルできる。

【0064】

なお、図 7 では、第 2 の磁電変換素子 17 b、17 e が部分的に仮想矩形 L 1 からはみ出ている。しかし、本発明における、磁電変換素子の位置は、磁電変換素子の中心の位置を意味する。このため、第 2 の磁電変換素子 17 a ~ 17 f のパッケージの一部が、第 1 の磁電変換素子 15 a ~ 15 d の中心を結ぶ仮想矩形 L 1 からはみ出ている、本発明に含まれる。

10

【0065】

また、上述した実施形態では、第 1 の磁電変換素子 15 a ~ 15 d 及び第 2 の磁電変換素子 17 a ~ 17 f の全てを配線基板 16 の一方の面に配設した場合を例示したが、一部あるいは全部の磁電変換素子を他方の面に配設してもよい。

【0066】

また、上述した実施形態において、磁電変換素子の数は、第 1 の磁電変換素子が 4 つ、第 2 の磁電変換素子が 4 つ以上であれば、特に限定されない。

【0067】

また、磁電変換素子間の距離についても特に限定されない。

20

【0068】

また、上述した実施形態では、磁電変換素子として G M R 素子を好適に用いたが、磁気方向を検知できる磁気検出素子であれば良く、M R (Magneto Resistive) 素子、A M R (Anisotropic Magneto Resistive) 素子、T M R (Tunnel Magneto Resistive) 素子、ホール素子等であっても良い。但し、ホール素子等の場合は、G M R 素子や M R 素子の感度軸と異なるので、使用するホール素子の感度軸に合わせて、実装に工夫が必要である。

【符号の説明】

【0069】

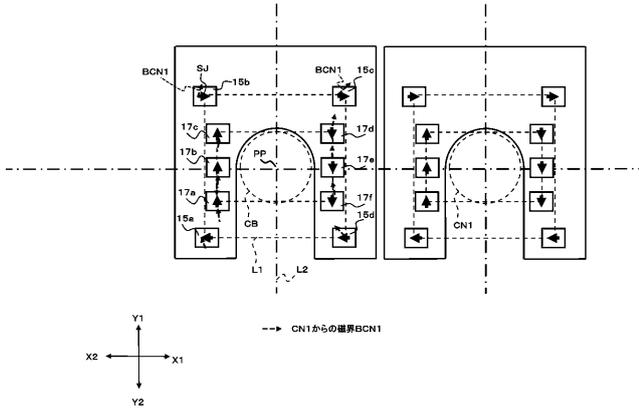
- 101 ... 電流センサ
- 11 ... 筐体
- 13 ... コネクタ
- 15 a ~ 15 d ... 第 1 の磁電変換素子
- 16 ... 配線基板
- 17 a ~ 17 f ... 第 2 の磁電変換素子
- 31 ... ケース
- B B ... 中心
- C B ... 被測定電流路
- C N 1 , C N 2 ... 近隣電流路
- L 1 ... 仮想矩形
- L 2 ... 中心線
- L 3、L 4 ... 仮想直線
- L 5 ... 仮想楕円

30

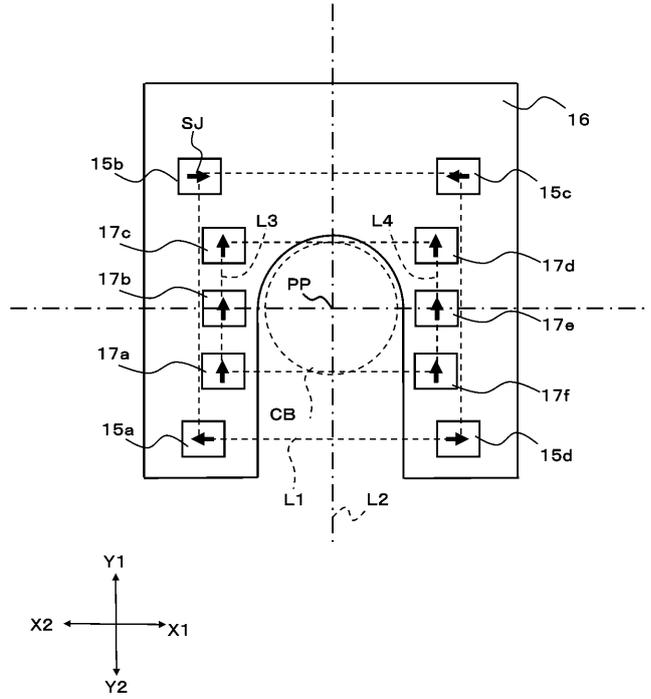
40



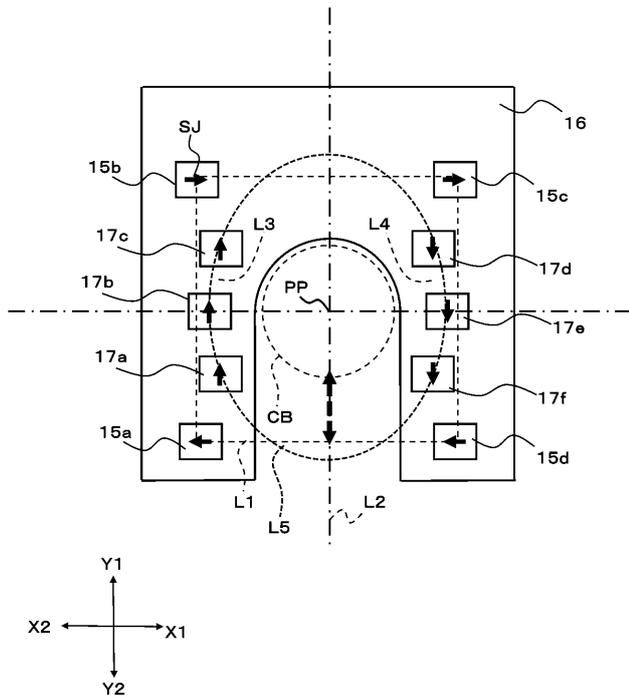
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/044056

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. G01R15/20 (2006.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC							
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G01R15/20  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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)							
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-142568 A (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) 08 August 2016, paragraphs [0023]-[0083], fig. 1, 10 (Family: none)</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>		Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2016-142568 A (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) 08 August 2016, paragraphs [0023]-[0083], fig. 1, 10 (Family: none)	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.					
A	JP 2016-142568 A (ALPS GREEN DEVICES CO., LTD.) 08 August 2016, paragraphs [0023]-[0083], fig. 1, 10 (Family: none)	1-8					
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.							
<input type="checkbox"/> 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						
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.						

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 4 0 5 6	
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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 2016-142568 A (アルプス・グリーンデバイス株式会社) 2016.08.08, 【0023】-【0083】、図1-図10 (ファミリーなし)	1-8	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input 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			
国際調査を完了した日 08.02.2018		国際調査報告の発送日 20.02.2018	
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) 深田 高義	2 S 9 4 1 6 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JO, 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

(72)発明者 小寺 康夫

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

Fターム(参考) 2G025 AA05 AA11 AB01 AB02 AC01

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。