

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7579466号  
(P7579466)

(45)発行日 令和6年11月7日(2024.11.7)

(24)登録日 令和6年10月29日(2024.10.29)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 1 R 15/20 (2006.01) G 0 1 R 15/20 B  
G 0 1 R 15/20 D

請求項の数 8 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-578400(P2023-578400)	(73)特許権者	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
(86)(22)出願日	令和4年12月9日(2022.12.9)	(74)代理人	100135183 弁理士 大窪 克之
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/045525	(74)代理人	100085453 弁理士 野崎 照夫
(87)国際公開番号	WO2023/149082	(74)代理人	100108006 弁理士 松下 昌弘
(87)国際公開日	令和5年8月10日(2023.8.10)	(72)発明者	田村 学 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
審査請求日	令和6年2月20日(2024.2.20)	(72)発明者	植田 千亜紀 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
(31)優先権主張番号	特願2022-16502(P2022-16502)		
(32)優先日	令和4年2月4日(2022.2.4)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電流センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電流が流れる平板状でかつ第1方向へ延設されたバスバと、前記バスバの一方の板面に対向して配置された磁気センサと、前記バスバの他方の板面に対向して配置された平板状の基部を備えたシールドとを有するユニットを複数備え、複数の前記ユニットが一体に形成された電流センサであって、

複数の前記ユニットは、前記バスバに相対的に大きな電流が流れる大電流用ユニットと、前記バスバに相対的に小さな電流が流れる小電流用ユニットとを有しており、

前記バスバの前記板面の法線方向を第2方向、前記第1方向および前記第2方向に直交する方向を第3方向としたときに、

前記第2方向における、前記バスバと前記磁気センサとの間の第1の距離は、前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとで同じであり、

前記第2方向における、前記バスバと前記基部との間の第2の距離は、前記大電流用ユニットが前記小電流用ユニットよりも大きく、

複数の前記ユニットが前記第3方向に並べて配置され、

隣り合う前記ユニットの前記バスバに流れる電流の大きさが異なる場合、隣り合う前記ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されており、

隣り合う前記ユニットの前記バスバに流れる電流の大きさが同じ場合、隣り合う前記ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されていないことを特徴とする、電流センサ。

## 【請求項 2】

電流が流れる平板状でかつ第 1 方向へ延設されたバスバと、前記バスバの一方の板面に対向して配置された磁気センサと、前記バスバの他方の板面に対向して配置された平板状の基部を備えたシールドとを有するユニットを複数備え、複数の前記ユニットが一体に形成された電流センサであって、

複数の前記ユニットは、前記バスバに相対的に大きな電流が流れる大電流用ユニットと、前記バスバに相対的に小さな電流が流れる小電流用ユニットとを有しており、

前記バスバの前記板面の法線方向を第 2 方向、前記第 1 方向および前記第 2 方向に直交する方向を第 3 方向としたときに、

前記第 2 方向における、前記バスバと前記磁気センサとの間の第 1 の距離は、前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとで同じであり、

前記第 2 方向における、前記バスバと前記基部との間の第 2 の距離は、前記大電流用ユニットが前記小電流用ユニットよりも大きく、

複数の前記大電流用ユニットを有する大電流用ユニット群と、複数の前記小電流用ユニットを有する小電流用ユニット群と、を有しており、

前記大電流用ユニット群は前記大電流用ユニットの前記バスバが平面 A 上に配置され、

前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面 B 上に配置され、

前記平面 A と前記平面 B とは同一平面であり、

前記大電流用ユニット群において、隣り合う前記大電流用ユニットは前記第 3 方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、

前記小電流用ユニット群において、隣り合う前記小電流用ユニットは前記第 3 方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、

隣接する前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記第 3 方向に延びる同一の直線上に配置されていることを特徴とする、電流センサ。

## 【請求項 3】

電流が流れる平板状でかつ第 1 方向へ延設されたバスバと、前記バスバの一方の板面に対向して配置された磁気センサと、前記バスバの他方の板面に対向して配置された平板状の基部を備えたシールドとを有するユニットを複数備え、複数の前記ユニットが一体に形成された電流センサであって、

複数の前記ユニットは、前記バスバに相対的に大きな電流が流れる大電流用ユニットと、前記バスバに相対的に小さな電流が流れる小電流用ユニットとを有しており、

前記バスバの前記板面の法線方向を第 2 方向、前記第 1 方向および前記第 2 方向に直交する方向を第 3 方向としたときに、

前記第 2 方向における、前記バスバと前記磁気センサとの間の第 1 の距離は、前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとで同じであり、

前記第 2 方向における、前記バスバと前記基部との間の第 2 の距離は、前記大電流用ユニットが前記小電流用ユニットよりも大きく、

複数の前記小電流用ユニットを有する小電流用ユニット群と、前記大電流用ユニットとを有しており、

前記大電流用ユニットの前記バスバが平面 A 上に配置され、

前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面 B 上に配置され、

前記平面 A と前記平面 B とは同一平面であり、

前記小電流用ユニット群における、隣り合う前記小電流用ユニットは前記第 3 方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、

隣接する前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記第 3 方向に延びる同一の直線上に配置されていることを特徴とする、電流センサ。

## 【請求項 4】

前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記バスバ、前記磁気センサおよび前記シールドが同じである、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

前記シールドは、前記基部の前記第 3 方向における両端に、前記第 2 方向における前記バスバおよび前記磁気センサが配置されている側へ延設された立設部をそれぞれ有する、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

## 【請求項 6】

前記シールドの端部が、前記第 2 方向における、前記磁気センサと前記バスバとの間に位置する、請求項 5 に記載の電流センサ。

## 【請求項 7】

複数の前記大電流用ユニットが前記第 3 方向に間隔 a 1 で配置された大電流用ユニット群と、複数の前記小電流用ユニットが前記第 3 方向に間隔 a 2 で配置された小電流用ユニット群と、を有しており、

隣り合う前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとの間隔が間隔 b であり、  
前記大電流用ユニット群は前記大電流用ユニットの前記バスバが平面 A 上に配置され、  
前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面 B 上に配置され、  
前記平面 A と前記平面 B とは同一平面であり、  
前記間隔 b が前記間隔 a 1 より大きく、  
前記間隔 b が前記間隔 a 2 より大きい、

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

## 【請求項 8】

前記大電流用ユニットに流れる電流の電流値と、前記小電流用ユニットに流れる電流の電流値との間の大きさの電流値の電流が流れる中電流用ユニットをさらに備えている、請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電流センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はバスバに流れる被測定電流を磁気に基づいて測定する電流センサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、脱炭素化への要求の高まりに伴い、自動車走行時のCO<sub>2</sub>排出量を抑制するためにエンジンからモータへのシフト、すなわち脱ガソリン車/電動化(EVシフト)が進んでいる。電動自動車/ハイブリッド自動車(EV/HEV、Electric Vehicle/Hybrid Electric Vehicle)等において複数モータ搭載に対応したインバータや昇圧コンバータを一体化したインバータ=パワーコントロールユニット(PCU)が実用化されている。このように、異なる容量のモータ電流や昇圧部の電流などの測定に用いられる、異なる大きさの電流を測定する電流センサが必要である。

## 【0003】

PCUを小型化するためには、複数ある検出ユニットを一体化する必要がある。しかし、検出ユニットごとに異なる大きさの被測定電流を流した場合、大電流を流した検出ユニットにおいて磁気センサの測定範囲外になったり、検出ユニットの備えるシールドの磁気飽和や他の検出ユニットの影響などにより誤差が生じたりする問題が発生することがあった。

## 【0004】

特許文献 1 には、入力電流の広いダイナミックレンジが得られる電流センサを提供することを目的として、電流によって発生する磁気を検出する電流センサにおいて、電流中心からの距離が異なる位置に磁気抵抗素子を複数個設けることが記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【文献】特開 2016 - 1168 号公報

## 【発明の開示】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献1に記載の電流センサでは、広いダイナミックレンジを有する電流センサの電流検出部を構成するために、大電流用磁気抵抗素子と小電流用磁気抵抗素子とを設け、導体に対する位置を設計している。しかし、大電流用と小電流用とで異なる磁気抵抗素子を用いると、電流センサの構成が複雑になるという問題がある。

本発明の目的は、大電流が流れる大電流用ユニットと小電流が流れる小電流用ユニットとが一体になった電流センサにおいて、大電流用ユニットの測定範囲が広く、シールドの磁気飽和や他の検出ユニットの影響などによる測定誤差が抑えられた電流センサを提供することにある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は上述した課題を解決するための手段として、以下の構成を備えている。

電流が流れる平板状でかつ第1方向へ延設されたバスバと、前記バスバの一方の板面に対向して配置された磁気センサと、前記バスバの他方の板面に対向して配置された平板状の基部を備えたシールドとを有するユニットを複数備え、複数の前記ユニットが一体に形成された電流センサであって、複数の前記ユニットは、前記バスバに相対的に大きな電流が流れる大電流用ユニットと、前記バスバに相対的に小さな電流が流れる小電流用ユニットとを有しており、前記バスバの前記板面の法線方向を第2方向、前記第1方向および前記第2方向に直交する方向を第3方向としたときに、前記第2方向における、前記バスバと前記磁気センサとの間の第1の距離は、前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとで同じであり、前記第2方向における、前記バスバと前記基部との間の第2の距離は、前記大電流用ユニットが前記小電流用ユニットよりも大きいことを特徴とする。

20

第2の距離を大きくすることで、バスバに流れる電流によって生じた磁気を増強するシールドの機能が小さくなるため、大電流用ユニットにより測定可能な電流の範囲を大きくすることができる。また、バスバからの磁気によってシールドが磁気飽和することを抑えて、電流センサの測定誤差を小さくすることができる。

## 【0008】

前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記バスバ、前記磁気センサおよび前記シールドが同じであってもよい。

30

大電流用ユニットと小電流用ユニットにおいて共通する部材を用いることにより、電流センサの製造費用を抑えることができる。

## 【0009】

前記シールドは、前記基部の前記第3方向における両端に、前記第2方向における前記バスバおよび前記磁気センサが配置されている側へ延設された立設部をそれぞれ有してもよい。

また、前記シールドの端部が、前記第2方向における、前記磁気センサと前記バスバとの間に位置してもよい。

上記の構成により、バスバに流れる電流により生じた磁気をシールドで増強する効果を調整して、大電流用ユニットおよび小電流用ユニットの測定可能な電流の範囲を調整することができる。それにより、ノイズ耐性の改善が可能となる。

40

## 【0010】

複数の前記大電流用ユニットが前記第3方向に間隔 $a_1$ で配置された大電流用ユニット群と、複数の前記小電流用ユニットが前記第3方向に間隔 $a_2$ で配置された小電流用ユニット群と、を有しており、隣り合う前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとの間隔が間隔 $b$ であり、前記大電流用ユニット群は前記大電流用ユニットの前記バスバが平面A上に配置され、前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面B上に配置され、前記平面Aと前記平面Bとは同一平面であり、前記間隔 $b$ が前記間隔 $a_1$ より大きく、前記間隔 $b$ が前記間隔 $a_2$ より大きくてもよい。

## 【0011】

50

複数の前記大電流用ユニットが前記第3方向に間隔 $a_1$ で配置された大電流用ユニット群と、複数の前記小電流用ユニットが前記第3方向に間隔 $a_2$ で配置された小電流用ユニット群と、を有しており、隣り合う前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとの間隔が間隔 $b$ であり、前記大電流用ユニット群は前記大電流用ユニットの前記バスバが平面A上に配置され、前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面B上に配置され、前記平面Aと前記平面Bとは異なる平面であり、前記間隔 $b$ が前記間隔 $a_1$ 以上であり、前記間隔 $b$ が前記間隔 $a_2$ 以上であってもよい。

大電流用ユニットと小電流用ユニットとの間隔 $b$ を、同一の電流用ユニット間の間隔 $a_1$ 、 $a_2$ よりも大きくすることで、大電流用ユニットのバスバに流れる電流に起因する磁気による、当該大電流用ユニットに隣接する小電流用ユニットへの影響を抑制できる。

10

平面Aと平面Bとを同じ平面にすれば、第2の方向の電流センサのサイズを小さくすることができ、平面Aと平面Bとを異なる平面にすれば、第3の方向の電流センサのサイズを小さくすることができる。

#### 【0012】

複数の前記ユニットが前記第3方向に並べて配置され、隣り合う前記ユニットの前記バスバに流れる電流の大きさが異なる場合、隣り合う前記ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されており、隣り合う前記ユニットの前記バスバに流れる電流の大きさが同じ場合、隣り合う前記ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されていなくてもよい。

この構成により、大電流用ユニットのバスバに流れる電流に起因する磁気が当該大電流用ユニットに隣接する小電流用ユニットの磁気センサに及ぼす影響を、シールドによって抑えることができる。

20

#### 【0013】

複数の前記大電流用ユニットを有する大電流用ユニット群と、複数の前記小電流用ユニットを有する小電流用ユニット群と、を有しており、前記大電流用ユニット群は前記大電流用ユニットの前記バスバが平面A上に配置され、前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面B上に配置され、前記平面Aと前記平面Bとは同一平面であり、前記大電流用ユニット群において、隣り合う前記大電流用ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、前記小電流用ユニット群において、隣り合う前記小電流用ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、隣接する前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されていてもよい。

30

#### 【0014】

複数の前記小電流用ユニットを有する小電流用ユニット群と、前記大電流用ユニットと、を有しており、前記大電流用ユニットの前記バスバが平面A上に配置され、前記小電流用ユニット群は前記小電流用ユニットの前記バスバが平面B上に配置され、前記平面Aと前記平面Bとは同一平面であり、前記小電流用ユニット群における、隣り合う前記小電流用ユニットは前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されておらず、隣接する前記大電流用ユニットと前記小電流用ユニットとは、前記第3方向に延びる同一の直線上に配置されていてもよい。

40

上記の構成により、第3方向におけるユニット間の距離を小さくして、電流センサを小型化することができる。

#### 【0015】

前記大電流用ユニットに流れる電流の電流値と、前記小電流用ユニットに流れる電流の電流値との間の大きさの電流値の電流が流れる中電流用ユニットをさらに備えていてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

第2の距離を大きくすることで、大電流用ユニットにより測定可能な電流の範囲を広げ、電流に起因する磁気によるシールドの飽和を抑えることができる。したがって、測定可

50

能な電流の範囲が広く、測定誤差の小さい、大電流用ユニットと小電流用ユニットとが一体になっ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】

【0017】

【図1A】第1の実施形態に係る電流センサの要部を模式的に示す平面図である。

【図1B】第1の実施形態に係る電流センサの要部を模式的に示す断面図である。

【図2A】変形例に係る電流センサの要部を模式的に示す平面図である。

【図2B】変形例に係る電流センサの要部を模式的に示す断面図である。

【図3】第2の実施形態に係る電流センサユニットの要部の位置関係を模式的に示す断面図である。

10

【図4】変形例に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す断面図である。

【図5A】第3の実施形態に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す平面図である。

【図5B】第3の実施形態に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す断面図である。

【図6A】変形例に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す平面図である。

【図6B】変形例に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す断面図である。

20

【図7A】変形例に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す平面図である。

【図7B】変形例に係る電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す断面図である。

【図8A】実施例1の電流センサユニットの要部の位置関係および電流値を示す断面図である。

【図8B】実施例1の電流センサユニットの要部の位置関係および電流値を示す断面図である。

【図8C】実施例1の電流センサユニットの要部の位置関係および電流値を示す断面図である。

30

【図9】実施例1の結果を示すグラフである。

【図10】実施例3の電流センサユニットにおける要部の位置関係を模式的に示す平面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して説明する。各図面において同じ部材には同じ番号を付して、適宜、説明を省略する。各図には、基準座標として、X - Y - Z座標を示す。

[第1の実施形態]

図1Aおよび図1Bは、本実施形態に係る電流センサ10の要部を模式的に示す平面図および断面図である。同図に示すように、電流センサ10は、ユニット11を複数備え、複数のユニット11が一体に形成されてなるものである。複数のユニット11はそれぞれ、バスバ12と、磁気センサ13と、シールド14とを有している。本発明では、バスバ12の延設方向(第1方向)をX軸方向、バスバ12の板面12a、12bの法線方向(第2方向)をY軸方向、第1方向および第2方向に直交する方向(第3方向)をZ軸方向とする。

40

【0019】

バスバ12は、平板状でかつ第1方向(X軸方向)へ延設され、検出対象である電流が流れるものであり、銅、真鍮、アルミなどで構成される。なお、バスバ12は、磁気センサ13及びシールド14と対向する箇所以外の箇所において、曲げ加工などがされ平板状

50

になっていなくてもよい。

【0020】

磁気センサ13は、バスバ12の一方(Y軸方向Y1側)の板面12aに対向して配置され、図示しない基板に実装されて、バスバ12に流れる被測定電流に起因して生じる磁気を検出する。磁気センサ13として、例えば、外部磁場によって電気抵抗が変化する磁気抵抗効果を利用したGMR素子やTMR素子などの磁気抵抗効果素子などが用いられる。

【0021】

シールド14は、バスバ12の他方(Y軸方向Y2側)の板面12bに対向して配置された平板状の基部14aを備えている。また、シールド14は、第3方向(Z軸方向)における、基部14aの両側の端14cから第2方向(Y軸方向)における一方側へ延設された立設部14bを有している。なお、第2方向における一方側とは、ユニット11としてシールド14が組み込まれたときに、基部14aからみてバスバ12および磁気センサ13が配置されている側である。シールド14は、バスバ12に起因する電磁干渉を抑制する。例えば、同一形状の金属製の板状体を複数枚重ねることにより、シールド14が構成される。

10

【0022】

複数のユニット11は、バスバ12に相対的に大きな電流が流れる大電流用ユニット11Aと、バスバ12に相対的に小さな電流が流れる小電流用ユニット11Bとを含んでいる。大電流用ユニット11Aと小電流用ユニット11Bとを区別しない場合、適宜、ユニット11と記す。

20

【0023】

なお、本実施形態においては、電流センサ10の大電流用ユニット11Aと小電流用ユニット11Bとは、バスバ12、磁気センサ13およびシールド14として同じものを用いている。各ユニット11に同じ部材を用いることで、電流センサ10の製造コストを抑えることができる。本実施形態の説明において、バスバ12が同じとは、第2方向(Y軸方向)において磁気センサ13およびシールド14に重なる部分が同じという意味である。このため、バスバ12は、第1方向(X軸方向)における、長さや端部形状が異なってもよい。

【0024】

第2方向における、バスバ12と磁気センサ13との間の距離(第1の距離)L1は、大電流用ユニット11Aにおける距離L1Aと、小電流用ユニット11Bにおける距離L1Bとが同じである。対して、第2方向における、バスバ12とシールド14の基部14aとの間の距離(第2の距離)L2は、大電流用ユニット11Aにおける距離L2Aのほうが、小電流用ユニット11Bにおける距離L2Bよりも大きい。また、第2方向における、シールド14(立設部14b)の端部14eと磁気センサ13との間の距離(第3の距離)L3は、大電流用ユニット11Aにおける距離L3Aのほうが、小電流用ユニット11Bにおける距離L3Bよりも大きい。なお、図1Aでは距離L3Aが0になっている。本発明において、各部材間の距離L1、L2およびL3は、第2方向における各部材の中心の距離をいう。

30

【0025】

シールド14は、バスバ12に流れる電流により生じる磁気(誘導磁界)のヨークとしても機能し、シールド14の端部14eから出た磁気が磁気センサ13によって測定される。このため、距離L2および距離L3によって、磁気センサ13に測定されるバスバ12の電流に起因する磁気の大さを調整することができる。すなわち、距離L2および距離L3を大きくすれば、バスバ12の電流による磁気を増強するシールド14の効果を抑えて、磁気センサ13に到達する磁気を小さくすることができる。

40

【0026】

大電流用ユニット11A用のシールド14と小電流用ユニット11B用のシールド14とを異なる形状にすることで、大電流用ユニット11Aと小電流用ユニット11Bとで距離L2および距離L3に差を設けることができる。しかしながら、本願においては大電流

50

用ユニット 1 1 A用のシールド 1 4と小電流用ユニット 1 1 B用のシールド 1 4とは同じ部品で構成されている。

【 0 0 2 7 】

すなわち、距離  $L_2$  に差をつけることで、磁気センサ 1 3とシールド 1 4の端部 1 4 eとの距離  $L_3$  にも差が生じるため、同じシールド 1 4を用いて、バスバ 1 2の電流により生じた磁気を増強する効果を異ならせることができる。距離  $L_2$  を大きくすれば距離  $L_3$  が大きくなるため、大電流用ユニット 1 1 Aにおけるシールド 1 4の磁気を増強する効果を抑えることができる。距離  $L_2$  および距離  $L_3$  を大きくすることにより、バスバ 1 2に大きな電流を流した場合において磁気センサ 1 3に到達する磁気を小さくすることができる。したがって、大電流用ユニット 1 1 Aにより測定可能なバスバ 1 2に流れる電流の範囲を広げることが可能である。

10

【 0 0 2 8 】

また、距離  $L_2$  を大きくすることにより、バスバ 1 2からの磁気によりシールド 1 4が磁氣的に飽和することを抑制できる。したがって、シールド 1 4の磁気を防ぐ機能を維持して、電流の検出誤差が小さい電流センサ 1 0とすることが可能になる。

【 0 0 2 9 】

また、シールド 1 4 (立設部 1 4 b)の端部 1 4 eは、第 2 方向における、磁気センサ 1 3とバスバ 1 2との間に位置しているため、バスバ 1 2に流れる電流により生じた磁気をシールド 1 4により増強することができる。第 2 方向における、磁気センサ 1 3とバスバ 1 2との間に端部 1 4 eが位置するとは、第 2 方向における、磁気センサ 1 3の中心点とバスバ 1 2の中心点との間に端部 1 4 eがあることをいう。このため、図 1 Bに示すように、磁気センサ 1 3の中心点と端部 1 4 eとが、第 2 方向において同じ位置にある場合も含む。シールド 1 4の端部 1 4 eとは、シールド 1 4の Z 軸方向における両側の端 1 4 cではなく、立設部 1 4 bにおける Y 軸方向における Y 1 側の末端をいう。

20

【 0 0 3 0 】

電流センサ 1 0では、第 2 方向 (Y 軸方向)における磁気センサ 1 3とシールド 1 4の端部 1 4 eとの距離  $L_3$  について、大電流用ユニット 1 1 Aの距離  $L_3 A$ が小電流用ユニット 1 1 Bの距離  $L_3 B$ よりも大きい。この構成により、同じシールド 1 4を用いて、大電流用ユニット 1 1 Aと小電流用ユニット 1 1 Bとにおける、バスバ 1 2に流れる電流によって生じた磁気を増強する効果を異ならせている。大電流用ユニット 1 1 Aにおけるシールド 1 4の磁気を増強する効果を、小電流用ユニット 1 1 Bにおけるシールド 1 4よりも小さくすることで、大電流用ユニット 1 1 Aにより測定可能な電流の範囲が広がる。

30

【 0 0 3 1 】

[ 変形例 ]

図 2 Aは変形例に係る電流センサ 2 0の要部を模式的に示す平面図であり、図 2 Bは断面図である。これらの図に示すように、電流センサ 2 0の大電流用ユニット 2 1 Aおよび小電流用ユニット 2 1 B (ユニット 2 1)は、立設部 1 4 bを備えたシールド 1 4に変えて、基部 2 4 aのみからなる平板状のシールド 2 4を備えている。この構成において、電流センサ 2 0は電流センサ 1 0と異なっている。

【 0 0 3 2 】

電流センサ 2 0は、各ユニット 2 1が、Y Z 平面の断面が U 字型のシールド 1 4に代えて、平板状のシールド 2 4を備えている。この場合も、第 2 方向におけるバスバ 1 2と磁気センサ 1 3との間の距離  $L_1$  は、大電流用ユニット 2 1 Aにおける距離  $L_1 A$ と、小電流用ユニット 2 1 Bにおける距離  $L_1 B$ とが同じである。また、第 2 方向における、バスバ 1 2とシールド 2 4の基部 2 4 aとの間の距離  $L_2$  は、大電流用ユニット 2 1 Aにおける距離  $L_2 A$ のほうが、小電流用ユニット 2 1 Bにおける距離  $L_2 B$ よりも大きい。そして、磁気センサ 1 3とシールド 2 4の端部 2 4 eとの距離  $L_3$  は、大電流用ユニット 2 1 Aにおける距離  $L_3 A$ のほうが、小電流用ユニット 2 1 Bにおける距離  $L_3 B$ よりも大きい。これにより、電流センサ 1 0同様、電流センサ 2 0の大電流用ユニット 2 1 Aにより測定可能な電流の範囲を広げ、電流の検出誤差の小さくすることができる。

40

50

## 【 0 0 3 3 】

また、図 2 では、各ユニット 2 1 の構成として、バスバ 1 2 を挟んで磁気センサ 1 3 の反対側にシールド 2 4 が配置された構成を示したが、第 2 方向（Y 軸方向）に沿って対向するように配置された一対のシールド 2 4 の間にバスバ 1 2 と磁気センサ 1 3 とを配置する構成であってもよい。

## 【 0 0 3 4 】

## [ 第 2 の実施形態 ]

図 3 は、電流センサ 3 0 の要部の位置関係を模式的に示す断面図である。電流センサ 3 0 は、第 3 方向において隣り合って配置された大電流用ユニット群 3 1 と小電流用ユニット群 3 2 と、を有している。大電流用ユニット群 3 1 は複数の大電流用ユニット 1 1 A が第 3 方向（Z 軸方向）に間隔  $a_1$  で配置されている。小電流用ユニット群 3 2 は複数の小電流用ユニット 1 1 B が第 3 方向に間隔  $a_2$  で配置されている。また、隣り合う大電流用ユニット 1 1 A と小電流用ユニット 1 1 B、すなわち、大電流用ユニット群 3 1 を構成する複数の大電流用ユニット 1 1 A のうち隣り合って配置された小電流用ユニット群 3 2 に最も近い位置に配置された大電流用ユニット 1 1 A と、小電流用ユニット群 3 2 を構成する複数の小電流用ユニット 1 1 B のうち隣り合って配置された大電流用ユニット群 3 1 に最も近い位置に配置された小電流用ユニット 1 1 B とが、第 3 方向に間隔  $b$  で配置されている。

## 【 0 0 3 5 】

より具体的には、図 3 において第 3 方向である Z 軸方向の最も Z 1 側端に配置された大電流用ユニット 1 1 A と Z 軸方向の最も Z 2 側端に配置された小電流用ユニット 1 1 B とが、第 3 方向に間隔  $b$  で配置されている。間隔とは、第 3 方向において隣り合って配置された各ユニット 1 1 の中心点と中心点との間の距離をいう。

## 【 0 0 3 6 】

大電流用ユニット群 3 1 は大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 が平面 A 上に配置されている。小電流用ユニット群 3 2 は小電流用ユニット 1 1 B のバスバ 1 2 が平面 B 上に配置されている。平面 A と平面 B とは同一平面であり、いずれも X Z 平面上に位置している。図 3 に示した、大電流用ユニット群 3 1 および小電流用ユニット群 3 2 はそれぞれ、大電流用ユニット 1 1 A および小電流用ユニット 1 1 B をそれぞれ 3 つ備えているが、1、2 または 4 以上であってもよい。

## 【 0 0 3 7 】

隣接する大電流用ユニット 1 1 A と小電流用ユニット 1 1 B との間隔  $b$  は、大電流用ユニット 1 1 A の間隔  $a_1$  よりも大きく、かつ、小電流用ユニット 1 1 B の間隔  $a_2$  より大きい。すなわち、大電流用ユニット群 3 1 と小電流用ユニット群 3 2 との境界を挟んで隣り合う、大電流用ユニット 1 1 A と小電流用ユニット 1 1 B との間隔  $b$  を、同じユニット群に属するユニット 1 1 の間隔  $a_1$ 、 $a_2$  よりも広くしている。この構成により、異なるユニット群に属する隣接するユニット 1 1 のバスバ 1 2 に流れる電流により生じる磁気、他のユニット 1 1 の磁気センサ 1 3 に及ぼす影響を抑えることができる。したがって、隣接するユニット 1 1 からの影響、特に、大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 に流れる電流に起因する磁気による、隣接する小電流用ユニット 1 1 B の磁気センサ 1 3 への影響を抑えて、電流の検出誤差を小さくすることができる。

## 【 0 0 3 8 】

## [ 変形例 ]

図 4 は変形例に係る電流センサ 4 0 における要部の位置関係を模式的に示す断面図である。電流センサ 4 0 は、大電流用ユニット群 3 1 と、小電流用ユニット群 3 2 と、を有している。大電流用ユニット 1 1 A の Z 軸方向の間隔  $a_1$ 、小電流用ユニット 1 1 B の Z 軸方向の間隔  $a_2$  および、隣り合う大電流用ユニット 1 1 A と小電流用ユニット 1 1 B との Z 軸方向の間隔  $b$  の大小関係は、電流センサ 3 0 と同じである。大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 が配置された平面 A と、小電流用ユニット 1 1 B のバスバ 1 2 が平面 B 上に配置された平面 B とは異なる平面である構成において、電流センサ 3 0 と異なっている。

## 【 0 0 3 9 】

図 4 に示した電流センサ 4 0 は、間隔 b が間隔 a 1 および間隔 a 2 のいずれよりも大きい。しかし、間隔 b は間隔 a 1 および間隔 a 2 のいずれか一方または両方と等しくてもよい。また、Y 軸方向における平面 A と平面 B との位置は、図 4 とは逆であってもよい。

## 【 0 0 4 0 】

Y 軸方向における、大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 が配置された平面 A は、図 4 に示すように、小電流用ユニット 1 1 B のバスバ 1 2 が配置された平面 B に対して、小電流用ユニット 1 1 B の磁気センサ 1 3 とは反対側 ( Y 2 側 ) に位置することが好ましい。小電流用ユニット 1 1 B の磁気センサ 1 3 とは反対側に大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 を配置することにより、大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 と小電流用ユニット 1 1 B の磁気センサ 1 3 との距離を大きくすることができる。したがって、大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 の磁気による、隣接する小電流用ユニット 1 1 B への影響を抑えることができる。

10

## 【 0 0 4 1 】

## [ 第 3 の実施形態 ]

図 5 A は第 3 の実施形態に係る電流センサ 5 0 における要部の位置関係を模式的に示す平面図であり、図 5 B は断面図である。これらの図では、ユニット 1 1 を区別するために、Z 軸方向の Z 1 側から Z 2 側に向かって、大電流用ユニット 1 1 A を 1 1 A 1、1 1 A 2、1 1 A 3 とし、小電流用ユニット 1 1 B を 1 1 B 1、1 1 B 2、1 1 B 3 として示す。

## 【 0 0 4 2 】

Z 軸方向 ( 第 3 方向 ) に並べて配置された大電流用ユニット 1 1 A 1、1 1 A 2 および 1 1 A 3 において、隣り合う大電流用ユニット 1 1 A 1 と 1 1 A 2、隣り合う大電流用ユニット 1 1 A 2 と 1 1 A 3 は、いずれも同一の直線上に配置されていない。同一の直線とは Z 軸方向 ( 第 3 方向 ) に平行な直線である。両側の大電流用ユニット 1 1 A 1 および 1 1 A 3 は Z 軸と平行な直線 C 上に配置されており、大電流用ユニット 1 1 A 1 と 1 1 A 3 との間に配置された大電流用ユニット 1 1 A 2 は、直線 C と平行な直線 D 上に配置されている。

20

## 【 0 0 4 3 】

Z 軸方向に並べて配置された小電流用ユニット 1 1 B 1、1 1 B 2 および 1 1 B 3 も同様に、隣り合う小電流用ユニット 1 1 B 1 と 1 1 B 2、隣り合う小電流用ユニット 1 1 B 2 と 1 1 B 3 が同一の直線上に配置されていない。両側の小電流用ユニット 1 1 B 1 および 1 1 B 3 は Z 軸と平行な直線 C 上に配置されており、その間の小電流用ユニット 1 1 B 2 は、直線 C と平行な直線 D 上に配置されている。

30

## 【 0 0 4 4 】

大電流用ユニット群 5 1 および小電流用ユニット群 5 2 のいずれにおいても、隣り合うユニット 1 1 のバスバ 1 2 に流れる電流の大きさが同じ場合、隣り合うユニット 1 1 は Z 軸方向に延びる同一の直線上に配置されていない。この構成により、大電流用ユニット群 5 1 および小電流用ユニット群 5 2 の Z 軸方向のサイズを小さくすることができる。

## 【 0 0 4 5 】

また、本実施形態においてはあるユニット 1 1 の両隣に配置された二つのユニット 1 1 を Z 軸方向に延びる同一の直線上に配置しているため、大電流用ユニット群 5 1 および小電流用ユニット群 5 2 の Z 軸方向のサイズを小さくするとともに、X 軸方向のサイズも小さくすることができる。

40

## 【 0 0 4 6 】

大電流用ユニット 1 1 A 1 と小電流用ユニット 1 1 B 3 とは、バスバ 1 2 に流れる電流の大きさが異なる、隣り合うユニット 1 1 であり、Z 軸方向に延びる同一の直線 C 上に配置されている。この構成により、Z 方向における、大電流用ユニット 1 1 A 1 のバスバ 1 2 と小電流用ユニット 1 1 B 3 の磁気センサ 1 3 との間に、大電流用ユニット 1 1 A 1 および小電流用ユニット 1 1 B 3 のシールド 1 4 ( 立設部 1 4 b ) が二重に配置される。したがって、大電流用ユニット 1 1 A 1 のバスバ 1 2 に流れる電流に起因する磁気が小電流

50

用ユニット 1 1 B 3 の磁気センサ 1 3 に及ぼす影響をシールド 1 4 によって抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

また、シールド 1 4 が立設部 1 4 b を備えない基部 1 4 a のみからなる平板状のものである場合には、一対のシールド 2 4 ( 基部 1 4 a ) の間にバスバ 1 2 と磁気センサ 1 3 とを配置する構成とすることで、大電流用ユニット 1 1 A 1 のバスバ 1 2 に流れる電流に起因する磁気が小電流用ユニット 1 1 B 3 の磁気センサ 1 3 に及ぼす影響を効率よく抑制することができる。

【 0 0 4 8 】

図 5 B に示すように、大電流用ユニット群 5 1 の大電流用ユニット 1 1 A 1、1 1 A 2 および 1 1 A 3 のバスバ 1 2 は、X Z 平面に平行な平面 A 上に配置されている。小電流用ユニット群 5 2 の小電流用ユニット 1 1 B 1、1 1 B 2 および 1 1 B 3 のバスバ 1 2 は、X Z 平面に平行な平面 B 上に配置されている。平面 A と平面 B とを同一平面とすることで、電流センサ 5 0 の Y 軸方向のサイズを小さくすることができる。ただし、図 4 に示すように、平面 A と平面 B とは同一平面でなくてもよい。

【 0 0 4 9 】

[ 変形例 ]

図 6 A は、変形例に係る電流センサ 6 0 における要部の位置関係を模式的に示す平面図であり、6 B は断面図である。電流センサ 6 0 は、大電流用ユニット群 5 1 に代えて大電流用ユニット 1 1 A を備えている構成において、電流センサ 5 0 と異なっている。一つの大電流用ユニット 1 1 A を用いる場合も、二つの小電流用ユニット群 5 2 を構成する複数の小電流用ユニット 1 1 B のうち、Z 軸方向において、大電流用ユニット 1 1 A の Z 1 方向側に隣接する小電流用ユニット 1 1 B 3 と、Z 1 方向側に隣接する小電流用ユニット 1 1 B 1 および大電流用ユニット 1 1 A を、Z 軸方向に延びる同一の直線 C 上に配置する。この構成により、大電流用ユニット 1 1 A のバスバ 1 2 に流れる電流による磁気が小電流用ユニット 1 1 B 3 の磁気センサ 1 3 に及ぼす影響を抑えて、測定誤差の少ない電流センサ 6 0 とすることができる。

【 0 0 5 0 】

図 7 A は他の変形例に係る電流センサ 7 0 における要部の位置関係を模式的に示す平面図であり、図 7 B は断面図である。電流センサ 7 0 は、大電流用ユニット群 5 1 と小電流用ユニット群 5 2 との間に、中電流用ユニット群 5 3 をさらに備えている構成において、図 5 の電流センサ 5 0 とは異なっている。中電流用ユニット群 5 3 は、大電流用ユニット 1 1 A に流れる電流の電流値と、小電流用ユニット 1 1 B に流れる電流の電流値との間の大きさの電流値の電流が流れる中電流用ユニット 1 1 C で構成される。大電流用ユニット群 5 1、小電流用ユニット群 5 2 に加えて、中電流用ユニット群 5 3 を備えていることにより測定可能な電流の範囲が広がるから、用途によっては、中電流用ユニット群 5 3 を備えた電流センサ 7 0 がより適切な場合がある。

【 0 0 5 1 】

中電流用ユニット 1 1 C は、大電流用ユニット 1 1 A および小電流用ユニット 1 1 B 同様、バスバ 1 2、磁気センサ 1 3 およびシールド 1 4 を備えている。中電流用ユニット 1 1 C を構成する各部材の相対的な位置関係も、大電流用ユニット 1 1 A および小電流用ユニット 1 1 B と同様である。

【 0 0 5 2 】

中電流用ユニット 1 1 C は、Y 軸方向におけるバスバ 1 2 と磁気センサ 1 3 との距離 L 1 ( 図 1 B 参照 ) が大電流用ユニット 1 1 A および小電流用ユニット 1 1 B と等しい。中電流用ユニット 1 1 C は、Y 軸方向におけるバスバ 1 2 とシールド 1 4 との距離 L 2 ( 図 1 B 参照 ) が、大電流用ユニット 1 1 A よりも小さく、かつ、小電流用ユニット 1 1 B よりも大きい。このように、測定電流範囲に応じて距離 L 2 を調整することにより、異なる電流範囲を測定する場合であっても、磁気センサ 1 3 が最も精度よく測定できる範囲を用いて電流測定することが実現される。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

この場合も、バスバ 1 2 に流れる電流の電流値が異なるユニット 1 1 を Z 軸方向に延びる同一直線上に配置する。すなわち、Z 軸方向において隣接する大電流用ユニット 1 1 A と中電流用ユニット 1 1 C とを同一の直線 C 上に配置し、Z 軸方向において隣接する小電流用ユニット 1 1 B と中電流用ユニット 1 1 C を同一の直線 C 上に配置する。この構成により、隣接するユニット 1 1 のバスバ 1 2 に相対的に大きな電流が流れることにより生じる磁気の影響をシールド 1 4 により抑えることができる。したがって、測定誤差の少ない電流センサ 7 0 とすることができる。

【 0 0 5 4 】

本明細書において開示された実施の形態は、全ての点で例示であってこの実施の形態に制限されるものではない。本発明の範囲は、上記した実施の形態のみの説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

10

【実施例】

【 0 0 5 5 】

[ 実施例 1 ]

図 8 A ~ 図 8 C に示す構成を備えたユニット 1 1 について、Y 軸方向における、バスバ 1 2 と磁気センサ 1 3 との距離 L 1 と、バスバ 1 2 とシールド 1 4 の基部 1 4 a との距離 L 2 が、磁気センサ 1 3 により検出される磁束密度およびシールド 1 4 内磁束密度に及ぼす影響を測定した。実施例 1 では、立設部 1 4 b を備えた断面 U 字状のシールド 1 4 を用いた。距離 L 1 を 2 . 6 mm とし、距離 L 2 を表 2 に示す大きさにしたユニットのバスバ 1 2 に異なる大きさの電流を流して測定を行った。また、比較例 1 として、距離 L 1 を 2 . 6 mm とし、距離 L 2 を 1 . 2 mm としたユニットについても、実施例 1 と同様にして測定した。表 2 に実施例 1 および比較例 1 について測定、検出された磁束密度およびシールド内磁束密度の結果を示す。

20

【 0 0 5 6 】

【表 1】

表 1 測定電流	実施例 1		比較例 1	
	L 1	L 2	L 1	L 2
3 0 0 A	2 . 6 mm	1 . 2 mm	—	—
6 0 0 A	2 . 6 mm	1 . 5 mm	2 . 6 mm	1 . 2 mm
8 0 0 A	2 . 6 mm	3 . 5 mm	2 . 6 mm	1 . 2 mm

30

【 0 0 5 7 】

【表 2】

表 2 測定電流	実施例 1		比較例 1	
	検出磁束密度	シールド内 磁束密度	検出磁束密度	シールド内 磁束密度
3 0 0 A	3 8 mT	0 . 7 T	—	—
6 0 0 A	6 5 mT	1 . 4 T	7 6 mT	1 . 5 T
8 0 0 A	6 2 mT	1 . 5 T	1 0 2 mT	2 . 0 T

40

【 0 0 5 8 】

表 1 に示すようにバスバ 1 2 とシールド 1 4 との距離 L 2 を変更することで、バスバ 1 2 で発生する磁気の分布を変えて、表 2 に示すように磁気センサ 1 3 により検出される磁束密度を 7 0 mT 以下とすることができた。このように、バスバ 1 2 とシールド 1 4 との距離 L 2 を変更することにより、磁気センサ 1 3 とバスバ 1 2 との間に位置するシールド 1 4 の端部 1 4 e から磁気センサ 1 3 までの距離を調整することができる。したがって、同じシールド 1 4 を使用して距離 L 2 を変更することにより、距離 L 2 を変更しない場合には検出できない大きさの電流を測定することが可能になる。

50

【 0 0 5 9 】

また、バスバ 1 2 とシールド 1 4 との距離 L 2 を変更することで、シールド 1 4 によってバスバ 1 2 で発生する磁気を集める能力を調整し、シールド 1 4 内の磁束密度を抑えて、シールド 1 4 が磁氣的に飽和することを防止できた。

【 0 0 6 0 】

図 9 は、実施例 1 において、バスバ 1 2 において流れる被測定電流の向きを変えて、測定した結果を示すグラフである。同図に示すように、測定された電流値の誤差は、被検出電流の大きさに関わらず同等であった。

【 0 0 6 1 】

[ 実施例 2 ]

図 5 A に示す電流センサ 5 0 について、隣接するユニット 1 1 のバスバ 1 2 に流れる電流によって生じる測定誤差を測定した。大電流用ユニット群 5 1 および小電流用ユニット群 5 2 として、以下の構成を備えたものを用いた。

[ 大電流用ユニット群 5 1 ]

電流：800 A

距離 L 1：2.6 mm、距離 L 2：3.5 mm ( 図 1 B 参照 )

間隔 a 1：12.5 mm ( 図 3 参照 )

[ 小電流用ユニット群 5 2 ]

電流：300 A

距離 L 1：2.6 mm、距離 L 2：1.2 mm ( 図 1 B 参照 )

間隔 a 2：13.5 mm

隣接する大電流用ユニット 1 1 A 1 と小電流用ユニット 1 1 B 3 との間隔 b：17.5 mm

直線 C と直線 D との X 軸方向における距離 7.5 mm ( 図 5 A 参照 )

【 0 0 6 2 】

[ 実施例 3 ]

図 1 0 に示す電流センサ 8 0 について、隣接するユニット 1 1 のバスバ 1 2 に流れる電流によって生じる測定誤差を測定した。電流センサ 8 0 は、大電流用ユニット群 5 1 に代えて、大電流用ユニット群 8 1 を備えている点において、実施例 2 の電流センサ 5 0 と異なっている。

大電流用ユニット群 8 1 と、大電流用ユニット群 5 1 とは、大電流用ユニット 1 1 A の配置のみが異なっている。具体的には、図 1 0 に示すように、両側の大電流用ユニット 1 1 A 1 および 1 1 A 3 が直線 D 上に配置されており、大電流用ユニット 1 1 A 1 と 1 1 A 3 との間の大電流用ユニット 1 1 A 2 が直線 C 上に配置されている。

【 0 0 6 3 】

実施例 2 および実施例 3 についての測定結果を表 3 に示す。

【 表 3 】

表 3	実施例 2	実施例 3
大電流用ユニット 1 1 A 1 の測定誤差 (%)	2.37	4.61
小電流用ユニット 1 1 B 3 の測定誤差 (%)	2.49	4.39

隣接する大電流用ユニット 1 1 A 1 と小電流用ユニット 1 1 B 3 とを、図 5 A に示す実施例 2 のように同一の直線上に配置することにより、図 1 0 に示す実施例 3 のように異なる直線上に配置した場合よりも測定誤差を小さくすることができた。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、本発明は、モータを備えた電気自動車やハイブリッド車において、大きさの異なる電流を測定する電流センサとして有用である。

## 【符号の説明】

## 【0065】

10、20、30、40、50、60、70、80：電流センサ

11、21：ユニット

11A、11A1、11A2、11A3、21A：大電流用ユニット

11B、11B1、11B2、11B3、21B：小電流用ユニット

11C：中電流用ユニット

12：バスバ

12a：板面（一方の板面）

12b：板面（他方の板面）

13：磁気センサ

14、24：シールド

14a、24a：基部

14b：立設部

14c：端

14e、24e：端部

31、51、81：大電流用ユニット群

32、52：小電流用ユニット群

53：中電流用ユニット群

A、B：平面

C、D：直線

L1、L1A、L1B：距離（第1の距離）

L2、L2A、L2B：距離（第2の距離）

L3、L3A、L3B：距離（第3の距離）

a1、a2、b：間隔

10

20

30

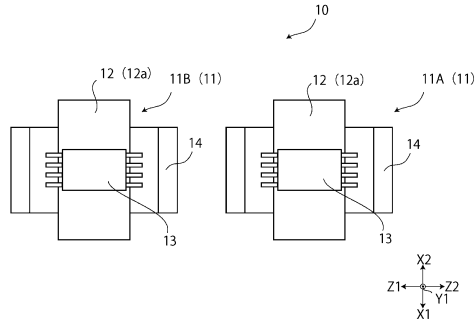
40

50

【図面】

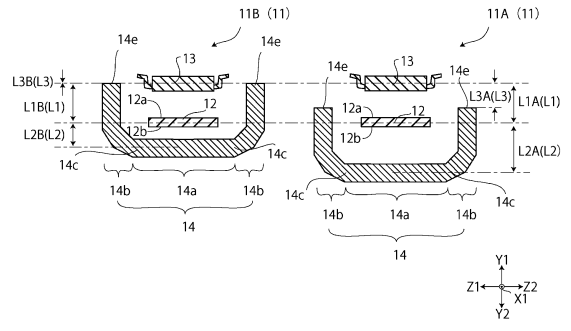
【図 1 A】

【図 1A】



【図 1 B】

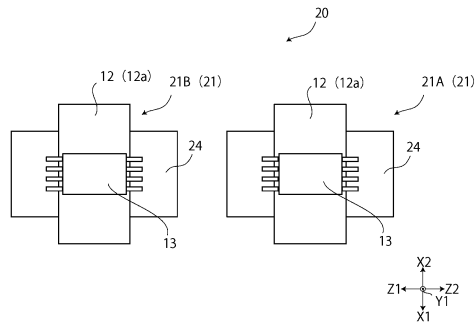
【図 1B】



10

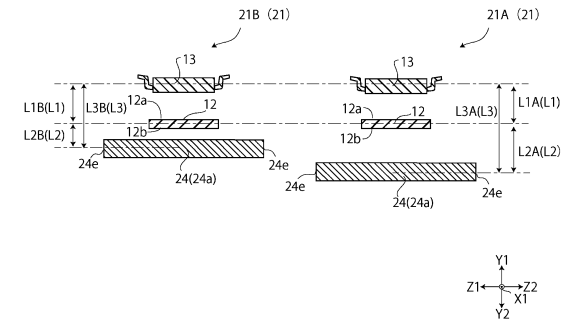
【図 2 A】

【図 2A】



【図 2 B】

【図 2B】



20

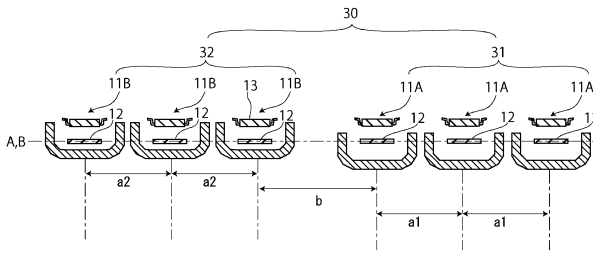
30

40

50

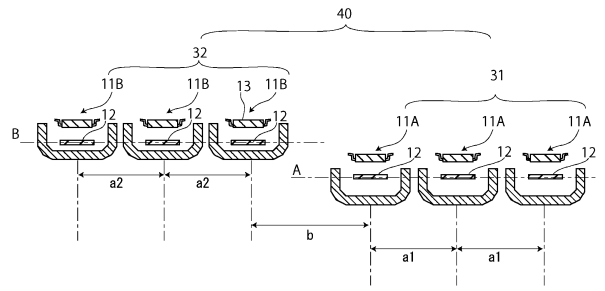
【図 3】

[図 3]



【図 4】

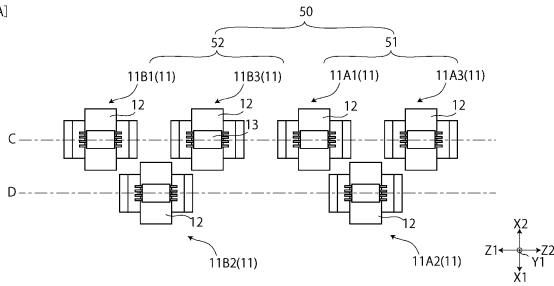
[図 4]



10

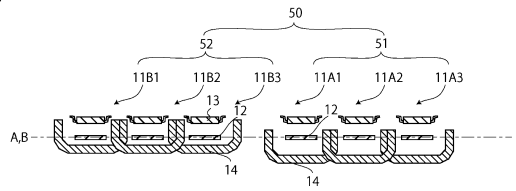
【図 5 A】

[図 5A]



【図 5 B】

[図 5B]



20

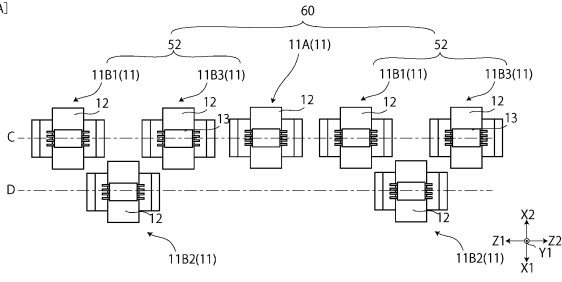
30

40

50

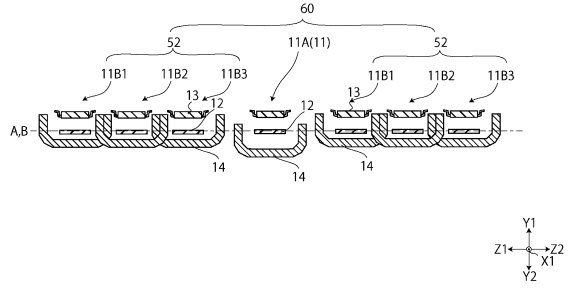
【図 6 A】

[図 6A]



【図 6 B】

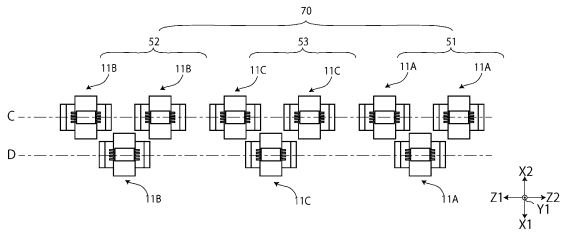
[図 6B]



10

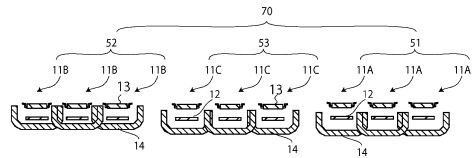
【図 7 A】

[図 7A]



【図 7 B】

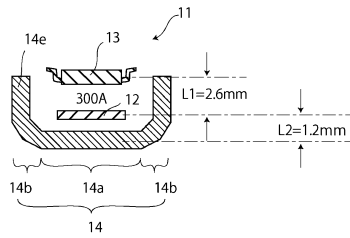
[図 7B]



20

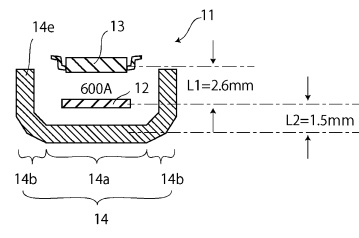
【図 8 A】

[図 8A]



【図 8 B】

[図 8B]



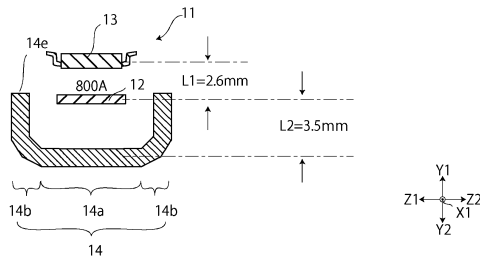
30

40

50

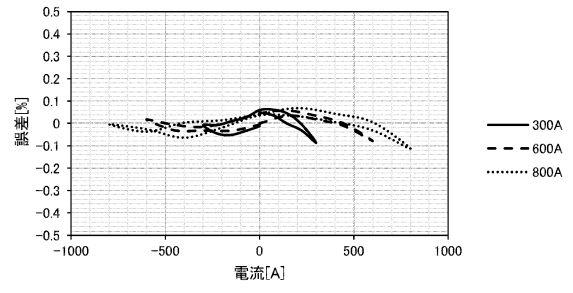
【図 8 C】

[図 8C]



【図 9】

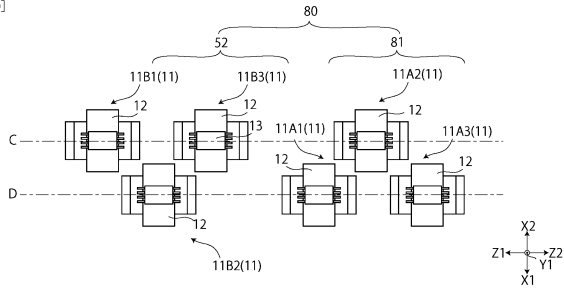
[図 9]



10

【図 10】

[図 10]



20

30

40

50

## フロントページの続き

審査官 青木 洋平

- (56)参考文献 国際公開第2018/150802(WO, A1)  
国際公開第2021/070834(WO, A1)  
特開2016-148620(JP, A)  
特開2020-115104(JP, A)  
特開平08-075817(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G01R 15/20