

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5263494号
(P5263494)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 R 15/20 (2006.01) GO 1 R 15/02 B

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-160855 (P2008-160855)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成20年6月19日(2008.6.19)		T D K株式会社
(65) 公開番号	特開2010-2277 (P2010-2277A)		東京都港区芝浦三丁目9番1号
(43) 公開日	平成22年1月7日(2010.1.7)	(74) 代理人	100079290
審査請求日	平成23年1月25日(2011.1.25)		弁理士 村井 隆
		(74) 代理人	100136375
			弁理士 村井 弘実
		(72) 発明者	浦野 高志
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D K株式会社内
		(72) 発明者	小谷 勉
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D K株式会社内
		審査官	関根 洋之

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】

バスバーと、

前記バスバーに流れる電流によって発生する磁界が感磁面に印加されるように前記バスバーに対して固定配置された磁気検出素子と、

前記磁気検出素子を磁気遮蔽する磁気シールド体とを備え、

前記磁気シールド体は、前記バスバーと前記磁気検出素子とを内側に囲む環状囲み部を有し、

前記環状囲み部には少なくとも1カ所の空隙が形成され、前記空隙が前記バスバーの側面と対向する位置にある又は前記バスバーの厚み寸法内に位置し、

前記バスバーが複数平行に設けられ、各バスバーに前記磁気検出素子が固定配置され、各バスバー及び各磁気検出素子に対して前記磁気シールド体が設けられ、

各バスバーの長手方向の中間部が所定の嵌合構造で単一のホルダに位置決め保持されている、電流センサ。

【請求項2】

バスバーと、

前記バスバーに流れる電流によって発生する磁界が感磁面に印加されるように前記バスバーに対して固定配置された磁気検出素子と、

前記磁気検出素子を磁気遮蔽する磁気シールド体とを備え、

前記磁気シールド体は、前記バスバーと前記磁気検出素子とを内側に囲む環状囲み部を

有し、

前記環状囲み部には少なくとも1カ所の空隙が形成され、前記空隙が前記バスバーの側面と対向する位置にある又は前記バスバーの厚み寸法内に位置し、

前記バスバーが複数平行に設けられ、各バスバーに前記磁気検出素子が固定配置され、各バスバー及び各磁気検出素子に対して前記磁気シールド体が設けられ、

各磁気シールド体は、複数のシールド収容部を有する単一のホルダの各シールド収容部に位置決め保持されている、電流センサ。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の電流センサにおいて、前記ホルダはカバーで覆われ、各バスバーの長手方向の中間部と、各磁気検出素子と、各磁気シールド体とが前記ホルダ及び前記カバーからなるケースに収容され、前記ホルダ及び前記カバーは少なくとも外面又は内面が磁性面である、電流センサ。

10

【請求項4】

請求項1又は2に記載の電流センサにおいて、前記ホルダはカバーで覆われ、各バスバーの長手方向の中間部と、各磁気検出素子と、各磁気シールド体とが前記ホルダ及び前記カバーからなるケースに収容され、前記ケースの外側が磁気シールド外装体で覆われている、電流センサ。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか一項に記載の電流センサにおいて、各磁気検出素子及び各磁気シールド体は前記バスバーの長手方向について異なる位置に存在する、電流センサ。

20

【請求項6】

請求項5に記載の電流センサにおいて、少なくとも2つの隣り合う磁気シールド体は、前記バスバーの短手方向についての位置が互いに部分的に重複している、電流センサ。

【請求項7】

請求項1から6のいずれか一項に記載の電流センサにおいて、前記バスバーは平板形状であり、前記磁気検出素子は前記バスバーの幅広主面上に固定配置されている、電流センサ。

【請求項8】

請求項1から7のいずれかに記載の電流センサにおいて、前記磁気シールド体は、第1及び第2の磁気シールド部材によって前記バスバーと前記磁気検出素子とを囲むものであり、その囲っている状態で前記第1及び第2の磁気シールド部材間に前記空隙が形成されている、電流センサ。

30

【請求項9】

請求項1から8のいずれかに記載の電流センサにおいて、前記バスバーに嵌合する絶縁スペーサをさらに備え、前記磁気検出素子は前記絶縁スペーサ上に固定配置されている、電流センサ。

【請求項10】

請求項1から9のいずれかに記載の電流センサにおいて、前記磁気シールド体の形状が角筒状、長円筒状、円筒状又は楕円筒状である、電流センサ。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばハイブリッドカーや電気自動車のバッテリー電流やモータ駆動電流を測定する電流センサに関し、特に、ホール素子等の磁気検出素子を用いてバスバーに流れる電流を測定する電流センサに関する。

【背景技術】

【0002】

ホール素子等の磁気検出素子を用いてバスバーに流れる電流（被測定電流）を非接触状態で検出する電流センサとして、以下に示す磁気比例式や磁気平衡式のものが従来から知られている。

50

【 0 0 0 3 】

磁気比例式電流センサは、図 1 3 に例示のように、ギャップ G を有するリング状の磁気コア 2 0 (高透磁率で残留磁気が少ない珪素鋼板やパーマロイコア等) と、ギャップ G に配置されたホール素子 1 1 6 (磁気検出素子の例示) とを有する。磁気コア 2 0 は、被測定電流 I_{in} の流れるバスバー 1 0 が貫通する配置である。したがって、被測定電流 I_{in} によってギャップ G 内に磁界が発生し、これがホール素子 1 1 6 の感磁面に印加される。磁界の強さは被測定電流 I_{in} に比例するので、ホール素子 1 1 6 の出力電圧から被測定電流 I_{in} が求められる。なお、磁気比例式電流センサの回路構成は、例えば図 1 4 に示されるものである。この回路では、定電流駆動されるホール素子 1 1 6 の出力電圧を差動増幅回路で増幅してセンサ出力としている。図 1 3 の磁気比例式電流センサの改良として、下記特許文献 1 に示されるような U 字型のバスバーを用いたものが知られている。

10

【特許文献 1】WO 2 0 0 3 - 0 4 6 5 8 4 号公報

【 0 0 0 4 】

磁気平衡式電流センサは、磁気比例式電流センサの構成に加えて、図 1 5 に例示のように、磁気コア 2 0 に巻線を設けてなる負帰還用コイル L_{FB} を有する。そして被測定電流 I_{in} によってギャップ G 内に磁界 (以下「第 1 の磁界」とも表記) が発生してこれがホール素子 1 1 6 の感磁面に印加され、印加された前記第 1 の磁界を相殺する (ゼロにする) 磁界 (以下「第 2 の磁界」とも表記) を発生するように負帰還用コイル L_{FB} に電流が供給される。前記第 2 の磁界を発生するために負帰還用コイル L_{FB} に供給される電流 (負帰還電流) から被測定電流 I_{in} が求められる。なお、磁気平衡式電流センサの回路構成は、例えば図 1 6 に示されるものである。この回路では、負帰還電流を検出抵抗で電圧に変換し、これを差動増幅回路で増幅してセンサ出力としている。

20

【 0 0 0 5 】

近年のハイブリッドカーや電気自動車用のモータは、位相がそれぞれ 1 2 0 度ずれた三相交流電流 (図 1 7 の波形図参照) で駆動される。そのため、2 0 0 ~ 3 0 0 V の直流高電圧が絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (以下「IGBT」と表記。IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor) 等のパワー素子によりスイッチングされ、大電流が制御される。前記 IGBT 及びそのドライブ回路等が内蔵されたユニットとして「インバータ ECU」 (ECU: Electronic Control Unit) が構成され、外部との電氣的接続には三相交流電源 (U 相、V 相、W 相) 用の 3 本のバスバーが用いられる。装置の小型化の要求のため、バスバー間のピッチはさらに狭くすることが求められ、それに伴って電流センサも小型化が必要となっている。そのため、従来のようなリング状の磁気コアを用いたものに替えて、下記特許文献 2 に示されるような「コアレス電流センサ」が近年では採用されている。

30

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 1 2 9 6 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

リング状の磁気コアを用いない「コアレス電流センサ」の場合、隣接するバスバー又は外部からの磁界に干渉されて電流検出精度が悪化しやすい (図 1 8 参照) 。このため、高精度の電流検出のためには磁気シールド手段を設ける必要がある。特許文献 2 の電流センサでは、複数のバスバーの各々にセンサ本体 (ホール素子等) と磁気シールドが設けられ、バスバーに流れる電流によって発生する磁界が隣接するバスバーに影響を及ぼすことを磁気シールドによって防止している。しかし、特許文献 2 の電流センサでは、センサ本体は磁気シールドされていないため、外部磁界による干渉には弱いと言わざるを得ない。つまり、電流測定に誤差が生じ、高精度な測定ができないという問題があった。そこでセンサ本体も磁気シールドすると、隣接するバスバーや外部からの磁界による干渉は防いでも、今度は磁気シールド自身の影響により、センサ本体への印加磁界と被測定電流とのリニアリティが悪化し、電流センサの出力特性がノンリニアになってしまうという問題がある。この問題は、図 1 9 のように磁気シールドを十分に大きくする (例えば縦横共にバスバ

40

50

幅 d の 3 倍以上にする) ことで改善することが可能であるが、それでは電流センサの小型化の要求に反する。

【 0 0 0 7 】

本発明はこうした状況を認識してなされたものであり、その目的は、リング状磁気コアを用いない場合でも隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉の影響を受けにくく、かつ、出力特性のリニアリティが良好で小型化の可能な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 】

【 0 0 1 0 】

本発明のある態様は、電流センサである。この電流センサは、
 バスバーと、
 前記バスバーに流れる電流によって発生する磁界が感磁面に印加されるように前記バスバーに対して固定配置された磁気検出素子と、
 前記磁気検出素子を磁気遮蔽する磁気シールド体とを備え、
 前記磁気シールド体は、前記バスバーと前記磁気検出素子とを内側に囲む環状囲み部を有し、
 前記環状囲み部には少なくとも 1 カ所の空隙が形成され、前記空隙が前記バスバーの側面と対向する位置にある又は前記バスバーの厚み寸法内に位置し、
 前記バスバーが複数平行に設けられ、各バスバーに前記磁気検出素子が固定配置され、各バスバー及び各磁気検出素子に対して前記磁気シールド体が設けられ、
 各バスバーの長手方向の中間部が所定の嵌合構造で単一のホルダに位置決め保持されている。

10

20

【 0 0 1 1 】

本発明のもう 1 つの態様は、電流センサである。この電流センサは、
 バスバーと、
 前記バスバーに流れる電流によって発生する磁界が感磁面に印加されるように前記バスバーに対して固定配置された磁気検出素子と、
 前記磁気検出素子を磁気遮蔽する磁気シールド体とを備え、
 前記磁気シールド体は、前記バスバーと前記磁気検出素子とを内側に囲む環状囲み部を有し、
 前記環状囲み部には少なくとも 1 カ所の空隙が形成され、前記空隙が前記バスバーの側面と対向する位置にある又は前記バスバーの厚み寸法内に位置し、
 前記バスバーが複数平行に設けられ、各バスバーに前記磁気検出素子が固定配置され、各バスバー及び各磁気検出素子に対して前記磁気シールド体が設けられ、
 各磁気シールド体は、複数のシールド収容部を有する単一のホルダの各シールド収容部に位置決め保持されている。

30

【 0 0 1 2 】

前記ホルダはカバーで覆われ、各バスバーの長手方向の中間部と、各磁気検出素子と、各磁気シールド体とが前記ホルダ及び前記カバーからなるケースに収容され、前記ホルダ及び前記カバーは少なくとも外面又は内面が磁性面であってもよい。

40

【 0 0 1 3 】

前記ホルダはカバーで覆われ、各バスバーの長手方向の中間部と、各磁気検出素子と、各磁気シールド体とが前記ホルダ及び前記カバーからなるケースに収容され、前記ケースの外側が磁気シールド外装体で覆われていてもよい。

【 0 0 1 4 】

各磁気検出素子及び各磁気シールド体は前記バスバーの長手方向について異なる位置に存在していてもよい。

少なくとも 2 つの隣り合う磁気シールド体は、前記バスバーの短手方向についての位置が互いに部分的に重複してもよい。

【 0 0 1 5 】

50

前記バスバーは平板形状であり、前記磁気検出素子は前記バスバーの幅広主面上に固定配置されていてもよい。

【0016】

前記磁気シールド体は、第1及び第2の磁気シールド部材によって前記バスバーと前記磁気検出素子とを囲むものであり、その囲っている状態で前記第1及び第2の磁気シールド部材間に前記空隙が形成されているとよい。

【0017】

前記バスバーに嵌合する絶縁スペーサをさらに備え、前記磁気検出素子は前記絶縁スペーサ上に固定配置されているとよい。

【0018】

前記磁気シールド体の形状が角筒状、長円筒状、円筒状又は楕円筒状であってもよい。

【0019】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法やシステムなどの変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、バスバーと磁気検出素子とを内側に囲む環状囲み部を有する磁気シールド体の前記環状囲み部に少なくとも1カ所の空隙が形成され、前記バスバー及び前記磁気検出素子の位置を結ぶ方向を高さ方向としたとき、前記空隙の高さ方向の位置が前記バスバーの近傍となっているため、リング状磁気コアを用いない場合でも隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉の影響を受けにくく、かつ、磁気シールド体を小型なものとしても前記空隙の作用により出力特性のリニアリティを良好に保つことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を詳述する。なお、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材等には同一の符号を付し、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は発明を限定するものではなく例示であり、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

【0022】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る電流センサ100の正断面図(図2の1-1'断面図)である。図2は、図1に示される電流センサ100の平面図である。図3は、図2の3-3'断面図である。この電流センサ100は、磁気比例式の原理に基づいて電流検出を行うものである。

【0023】

電流センサ100は、U相、V相及びW相の各々についてバスバー12と、絶縁基板13と、磁気検出素子としてのホールIC14と、磁気シールド体65とを備える。バスバー12と絶縁基板13とホールIC14は必要に応じて非磁性の樹脂でモールドしてバスバー12と一体化されてもよい。

【0024】

バスバー12は平板形状(例えば銅板で幅10mm、厚さ2mm程度)であり、取付穴22および24を介して各相の被測定電流の経路をなすように取り付けられる。絶縁基板13は、バスバー12の幅広主面上に固定配置される。ホールIC14は、バスバー12に流れる電流によって発生する磁界が感磁面(ホールIC14に内蔵のホール素子の感磁面)に印加されるように、絶縁基板13を介してバスバー12の幅広主面上に固定配置される。ホールIC14は具体的には、例えばバスバー12の幅方向及び長手方向の中間、好ましくは略中央に位置し、感磁面はバスバー12の幅方向と略垂直(感磁方向はバスバー12の幅方向)である。この場合、バスバー電流によって発生する磁界とホールIC14の感磁面は略垂直となる。なお、バスバー12には高電圧が印加されるため、低電圧電源(例:5V単電源)に接続されるホールIC14は、上記のように絶縁基板13(例:

10

20

30

40

50

厚さ1.6mmのプリント基板)を介することにより、バスバー12から電氣的に絶縁されている。

【0025】

磁気シールド体65は、第1磁気シールド部材としての上側磁気シールド部材62及び第2の磁気シールド部材としての下側磁気シールド部材63によってバスバー12と絶縁基板13とホールIC14とを環状に囲む環状囲み部を構成することで外部磁界から磁気遮蔽するものであり、その囲っている状態で上側磁気シールド部材62および下側磁気シールド部材63の間に空隙67、68が形成される。ここで、バスバー12の長さ方向と垂直かつホールIC14の存在位置を含む仮想平面上でバスバー12及びホールIC14の位置同士(例えば中心位置同士)を結ぶ方向を高さ方向としたとき、空隙67、68の高さ方向の位置は、バスバー12の高さ方向の位置と同じ又は近傍である。本実施の形態では特に、バスバー12の側面と対向する部分に空隙67、68が位置する。つまり、空隙67、68はバスバー12の厚み寸法内又はその近傍に位置する。

10

【0026】

磁気シールド体65を構成する上側磁気シールド部材62及び下側磁気シールド部材63としては、例えば、コの字型(換言すれば、半四角筒状ないし半方形環状)の高透磁率磁性材である珪素鋼板あるいはパーマロイ(低周波の磁氣的干渉に好適)、フェライト(高周波の磁氣的干渉に好適)を用いることができる。

【0027】

図4A及びBは、磁気シールド体の環状囲み部に形成された空隙の位置と、バスバー12に流れる電流(被測定電流I(BU))と、ホールIC14の感磁面に印加される磁束密度(印加磁界B)との関係を示す説明図(No.1~4は比較例、No.5,6は実施例)である。

20

【0028】

No.1(比較例1)は、磁気シールド体を設けていない場合を示す。この場合、被測定電流の0~400Aのレンジに対して、印加磁界は概ね0~8mTのレンジでほぼ直線的に単調増加する。したがって出力特性のリニアリティは良好といえるが、磁気シールド体を設けていないため、隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉には弱い。

【0029】

No.2(比較例2)は、磁気シールド体に空隙がない場合を示す。この場合、被測定電流の0~400Aのレンジに対して印加磁界は概ね0~8mTのレンジで単調増加するが、増加率は単調減少する(ノンリニア)。したがって、出力特性のリニアリティが悪く、電流センサとしての信頼性は低い。

30

【0030】

No.3(比較例3)は、空隙がバスバー及び磁気検出素子の真上に存在する場合を示す。被測定電流の0~300Aのレンジに対して印加磁界は概ね0~12mTのレンジで単調増加するが、増加率は単調減少する(ノンリニア)。したがって、出力特性のリニアリティが悪く、電流センサとしての信頼性は低い。

【0031】

No.4(比較例4)は、空隙がバスバー及び磁気検出素子の真下に存在する場合を示す。被測定電流の0~400Aのレンジに対して印加磁界は概ね0~4mTのレンジで単調増加するが、増加率は単調増加する(ノンリニア)。したがって、出力特性のリニアリティが悪く、電流センサとしての信頼性は低い。

40

【0032】

No.5(実施例1)は、空隙がバスバーの側方に1カ所だけ存在する場合を示す。この場合、被測定電流の0~400Aのレンジに対して印加磁界は概ね0~8mTのレンジで直線的に単調増加する。したがって出力特性のリニアリティは良好であり、磁気シールド体を設けているため、隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉に強く、電流センサとしての信頼性が高い。

【0033】

No.6(実施例2)は、空隙がバスバーの側方に2カ所存在する場合(図1ないし3の場

50

合に相当)を示す。この場合、被測定電流の0~400Aのレンジに対して印加磁界は概ね0~8mTのレンジで直線的に単調増加する。したがって、No.5(実施例1)と同様に、出力特性のリニアリティは良好であり、磁気シールド体を設けているため、隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉に強く、電流センサとしての信頼性が高い。

【0034】

上記より、空隙67、68を設ける場所は、No.5(実施例1)及びNo.6(実施例2)のように磁気シールド体65におけるバスバー12の高さ方向の位置と同じ又は近傍にするとよいことが分かる。その理由としては、バスバー12の幅方向両端に磁気シールド体65の側面が接近するためにバスバー12の発生磁束が磁気シールド体65の側面を通りやすくなりノンリニアとなる傾向を、磁気シールド体65の側面に空隙を設けて磁気抵抗を大きくすることで抑制しているものと考えられる。

10

【0035】

本実施の形態によれば、下記の効果を奏することができる。

【0036】

(1) バスバー12と絶縁基板13とホールIC14とを内側に囲む環状囲み部を有する磁気シールド体65を設けているため、リング状磁気コアを用いない場合でも隣接するバスバー又は外部からの磁界による干渉の影響を受けにくい。具体的には、図4Cのように、磁気シールド体がない場合の10%程度に外部磁界による影響度を低下させることができる。

【0037】

(2) 磁気シールド体65の前記環状囲み部に空隙67、68が形成され、空隙67、68の高さ方向の位置をバスバー12の高さ方向の位置と同じ又は近傍としているため、磁気シールド体65を小型なものとしても空隙67、68の作用により出力特性のリニアリティを良好に保つことができる。

20

【0038】

(第2の実施の形態)

図5は、本発明の第2の実施の形態に係る電流センサ200の平面図である。この電流センサ200は、第1の実施の形態の電流センサ100と比較して、バスバー12に対する絶縁基板とホールICと磁気シールド体65の位置が隣接するバスバー12間でバスバー12の長手方向にずれていて、かつ隣り合う磁気シールド体65はバスバー12の短手方向(幅方向)についての位置が互いに部分的に重複している点で相違し、その他の点で一致している。このようにすることで本実施の形態では、第1の実施の形態と比較して、隣接するバスバー12間の間隔が同じであれば各磁気シールド体65を大きくすることができるため、磁気シールド体65がセンサ出力に与える影響を小さくすることができ、出力特性のリニアリティをより高めることができる。一方、磁気シールド体65の大きさが同じであれば隣接するバスバー12間の間隔を狭めることができ、小型化により有利といえる。

30

【0039】

(第3の実施の形態)

本実施の形態では、U相、V相及びW相の各相の構成を単一のケースで保持する具体的な構成を説明する。

40

【0040】

図6は、本発明の第3の実施の形態に係る電流センサ300の分解斜視図である。図7は、同電流センサ300の組立手順及び完成状態を示す斜視図である。ここでは、ホルダ71とカバー82とからなるケース70によって各相の構成を保持する。なお、磁気シールド体65は、第1の実施の形態と異なり、1カ所の空隙69を有する一体のものを用いている。

【0041】

ホルダ71は、有底で上部が開口した例えば直方体形状であり、向かい合う長側面の上部には凹部72が3つずつ存在し、各相のバスバー12が前記凹部72同士を渡すように

50

配置される。ホルダ71の底面には筒状（ここでは角筒状）の凸部73が3つ形成され、これがホルダ71の内部にて各相の磁気シールド体65を位置決め保持するためのシールド収容部75を成している。各筒状の凸部73は向かい合う2カ所だけ部分的に高さが低くなって凹部74を形成し、ホルダ71の長側面に形成された前記凹部72とともにバスバー12を図7のようにガイドするようになっている。

【0042】

絶縁基板13は、本実施の形態では各相について共通の回路基板を1つを用いる。この絶縁基板13は、各相のホールIC14を配置するIC搭載部131と、各IC搭載部を連結する連結部132と、連結部132から各IC搭載部の側方に突出したガイド部133とを有する。

10

【0043】

組立の際には、まず各シールド収容部75に磁気シールド体65を配置し（図7（A）（B））、その後、磁気シールド体65を貫通するようにバスバー12を凹部72、74に合わせて配置する（図7（B）（C））。ここで、バスバー12に切欠125を形成しておけば、切欠125と凹部72とを嵌合することで長手方向の位置決めを確実に行うことができる。あるいは、図8のように、向かい合う凹部72間の距離と同じ長さだけバスバー12の中間部を端部よりも幅広として、当該幅広部分を向かい合う凹部72間に嵌めてもよい。このように、バスバー12の幅を部分的に変えることでホルダ71と所定の嵌合構造をとることができる。

【0044】

20

バスバー12の配置後、各相のホールIC14を搭載した絶縁基板13をバスバー上に配置する（図7（C）（D））。このとき、絶縁基板13のガイド部133を隣接する凸部73の間、及びホルダ71の短側面と凸部73の間に通す。これにより絶縁基板13及びホールIC14がバスバー12に対して確実に位置決めされる。最後にホルダ71にカバー82を嵌合させて完成となる（図7（D）（E））

【0045】

本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を奏するとともに、バスバー12とホールIC14と磁気シールド体65（及び空隙69）の相対的な位置関係をケース70によって安定的に保持することができるため、位置ずれによる特性の悪化等を防止して電流センサとしての信頼性を高めることができる。また、各相の構成を単一のケース70で保持するので、取り扱いが容易である。さらに、ケース70すなわちホルダ71及びカバー82の少なくとも外面又は内面を磁性面とすれば、磁気シールド体65による磁気遮蔽のみならず、ケース70によっても外部磁界に対する磁気遮蔽の効果が得られる。あるいは、図7（E）に仮想線で示すようにケース70の外側を高透磁率の磁性材からなる磁気シールド外装体85で覆った場合も、外部磁界に対する磁気遮蔽の効果がさらに高められる。

30

【0046】

図9（A）、（B）は、ホルダ71にてバスバー12を保持する構成の別の例を示す説明図である。この場合、バスバー12に位置決め用の半抜き部123を形成しておき、この半抜き部123の凸側をホルダ71底面に形成された凹部77と嵌合させる。さらにカバー82側に凸部78を設けておき、この凸部78を前記半抜き部123の凹側に嵌合させる。

40

【0047】

図10は、ホルダ71にてバスバー12を保持する構成のさらに別の例を示す説明図である。この場合、ホルダ71の底面に1対の凸部172を先端同士の間隔がバスバー12の幅と一致するように形成し、基部側を幅狭としてバスバー12の配置面としている。そしてカバー82側に設けた凸部178でバスバー12を押圧し、前記2つの凸部172間に配置したバスバー12の位置ずれを防止する。

【0048】

（第4の実施の形態）

50

図11は、本発明の第4の実施の形態の説明図である。なお、本図において、磁気シールド体の図示は省略している。本実施の形態では、バスバー12とホールIC14との間隔を広げるために絶縁性のスペーサ192を挿入する。スペーサ192は、先端に係止爪194となっているコの字型形状であり、バスバー12の長手方向中間位置に形成された切欠127に嵌合する。そしてスペーサ192上に絶縁基板13及びホールIC14が固定配置される。本実施の形態によれば、バスバー12とホールIC14との間隔を広げてゲインの適正化を図ることができ、また、バスバー12と絶縁基板13及びホールIC14との絶縁を確実にすることができる。

【0049】

以上、実施の形態を例に本発明を説明したが、実施の形態の各構成要素には請求項に記載の範囲で種々の変形が可能であることは当業者に理解されるところである。以下、変形例について触れる。

【0050】

実施の形態では磁気シールド体の形状を角筒状としたが、変形例では図12(A)~(C)のように長円筒状、円筒状又は楕円筒状としてもよい。

【0051】

実施の形態ではバスバーの形状を平板状としたが、変形例では断面が正方形、円形又は楕円形等のものを採用してもよい。円形又は楕円形の場合、図12(D)のように絶縁基板やホールICの配置部分を平坦面に加工しておくともよい。

【0052】

実施の形態では三相交流電流を検出対象としたが、変形例では単相交流あるいは直流電流を検出対象としてもよい。

【0053】

実施の形態ではホールIC14の近傍に磁気ヨークを設けない場合を説明したが、従来のリング状の磁気コア(図13参照)のように小型化を大きく阻害するものでなければ、磁気ヨークを設けてゲインを増大させてもよい。例えば、バスバー12の幅内に収まるようにホールIC14の片側又は両側に直線状の磁気ヨークを配置することは差し支えない。さらに、その直線状の磁気ヨークに巻線を施して図16のような回路を構成し、磁気平衡式の電流センサとしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電流センサの正断面図(図2の1-1'断面図)。

【図2】図1に示される電流センサの平面図。

【図3】図2の3-3'断面図。

【図4A】磁気シールド体の環状囲み部に形成された空隙の位置と、バスバーに流れる電流(被測定電流)と、ホールICの感磁面に印加される磁束密度(印加磁界)との関係を示す説明図(No.1~3は比較例)。

【図4B】磁気シールド体の環状囲み部に形成された空隙の位置と、バスバーに流れる電流(被測定電流)と、ホールICの感磁面に印加される磁束密度(印加磁界)との関係を示す説明図(No.4は比較例、No.5,6は実施例)。

【図4C】磁気シールド体がない場合(比較例)と実施例(No.6)との外部磁界による影響度を比較した説明図。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る電流センサの平面図。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る電流センサの分解斜視図。

【図7】同電流センサの組立手順及び完成状態を示す斜視図。

【図8】第3の実施の形態における、バスバーとホルダとの嵌合構造の例を示す説明図。

【図9】同実施の形態で、ホルダにてバスバーを保持する構成の別の例を示す説明図。

【図10】同構成のさらに別の例を示す説明図。

【図11】本発明の第4の実施の形態の説明図。

【図12】磁気シールド体及びバスバーの変形例の説明図(正断面図)。

10

20

30

40

50

【図13】磁気比例式電流センサの基本的構成図。

【図14】磁気比例式電流センサの基本的回路図。

【図15】磁気平衡式電流センサの基本的構成図。

【図16】磁気平衡式電流センサの基本的回路図。

【図17】三相交流電流の例示的な波形図。

【図18】隣接するバスバー又は外部からの磁界に影響が及ぶことを示す説明図。

【図19】バスバー幅に対して磁気シールド体を十分大きくした例の正断面図。

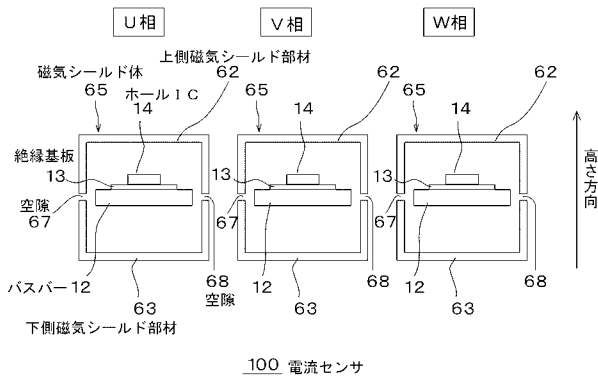
【符号の説明】

【0055】

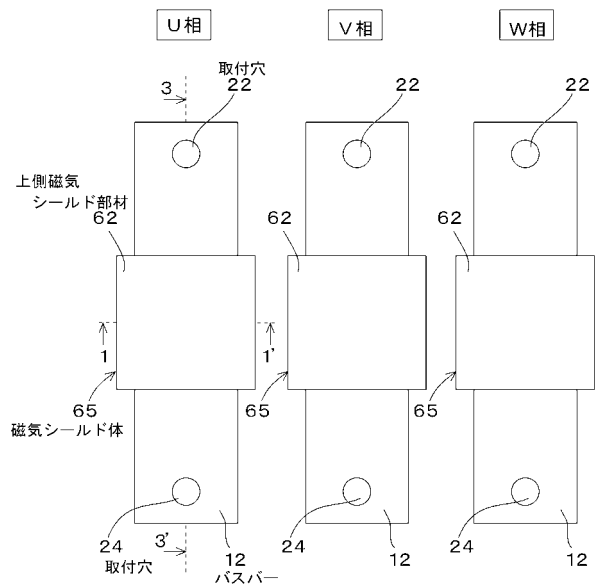
- 12 バスバー
- 13 絶縁基板
- 14 ホールIC
- 62 上側磁気シールド部材
- 63 下側磁気シールド部材
- 65 磁気シールド体
- 67, 68 空隙
- 100 電流センサ

【図1】

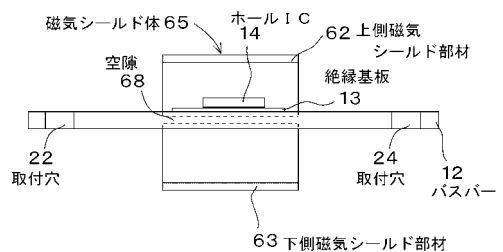
(第1の実施の形態)



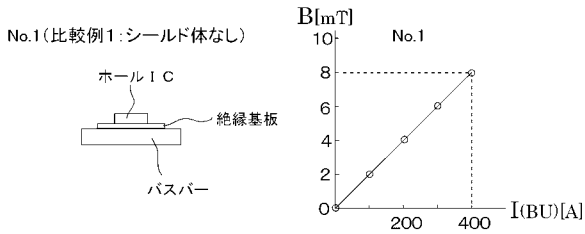
【図2】



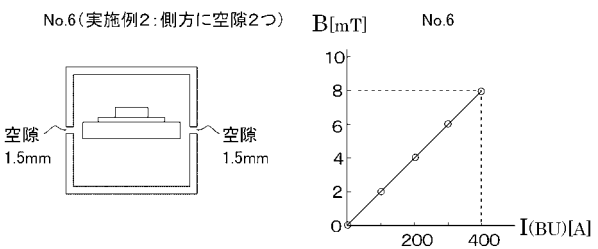
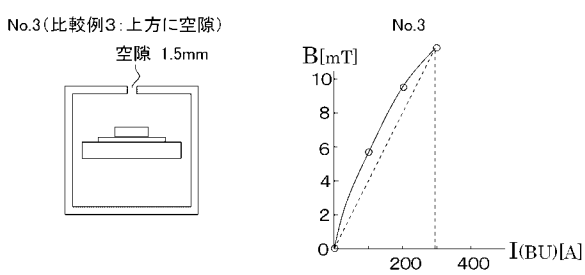
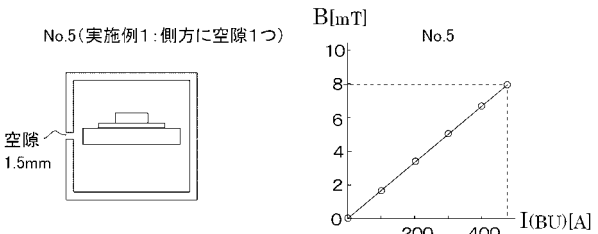
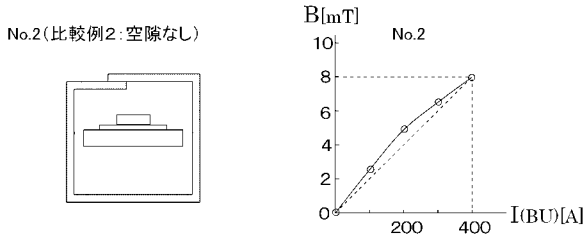
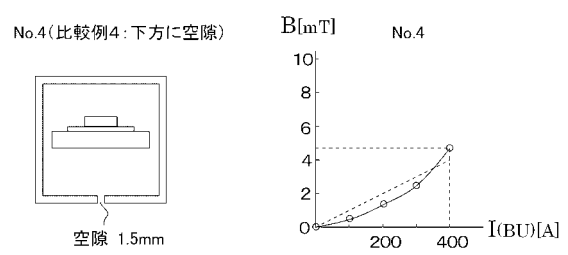
【図3】



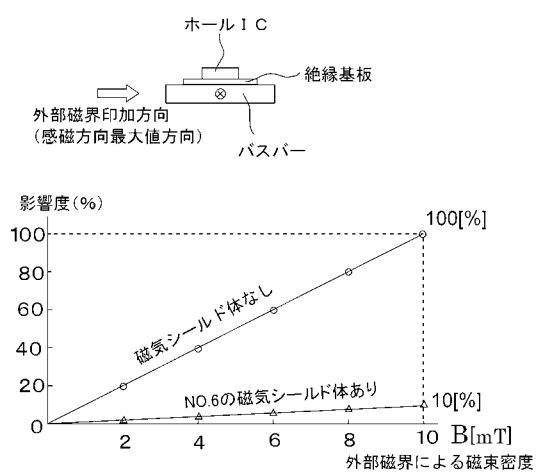
【図4A】



【図4B】

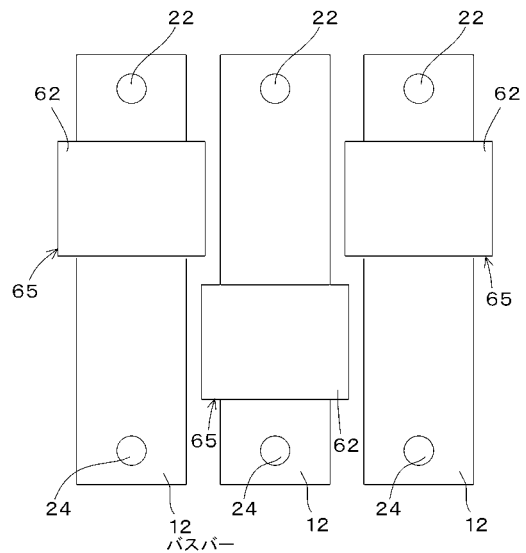


【図4C】

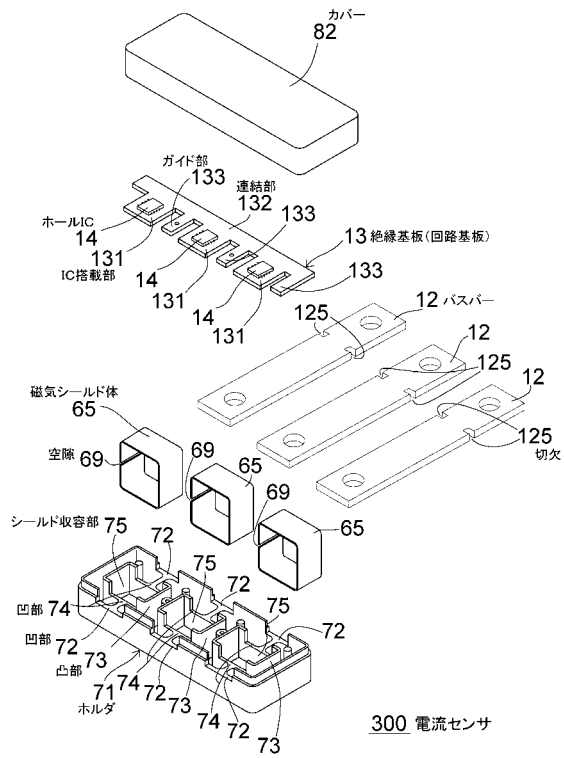


【図5】

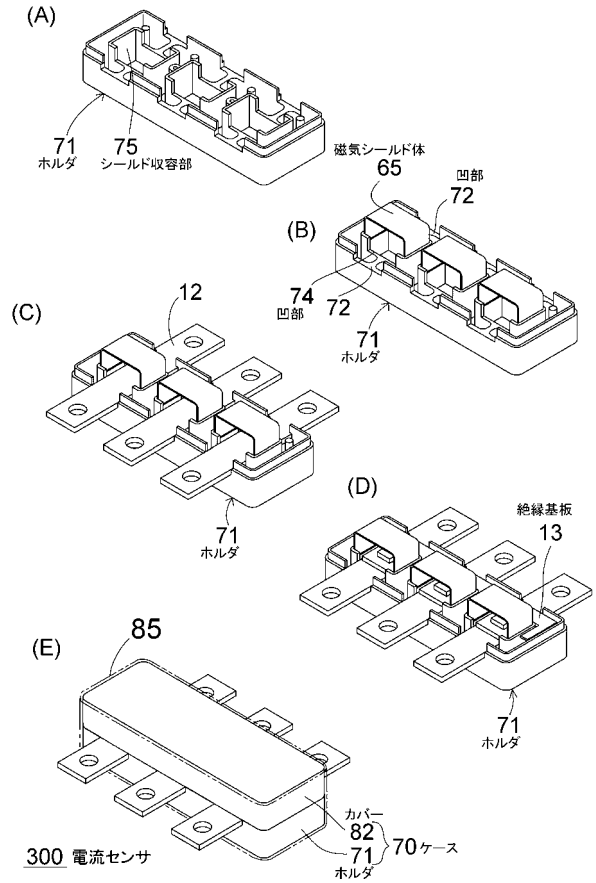
(第2の実施の形態)



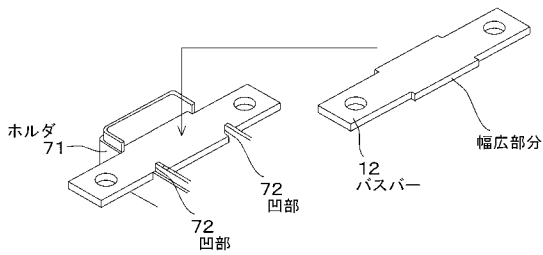
【図6】



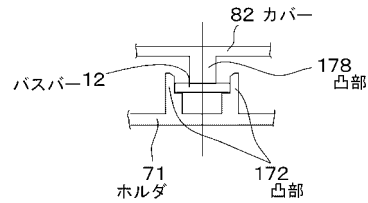
【図7】



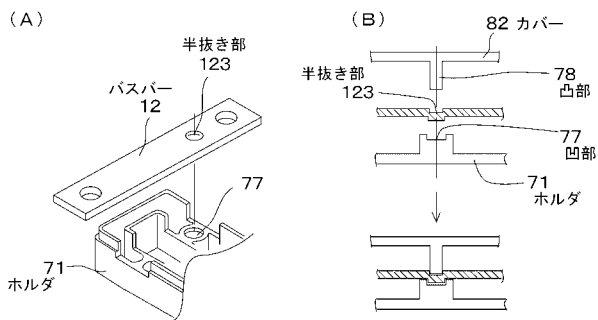
【図8】



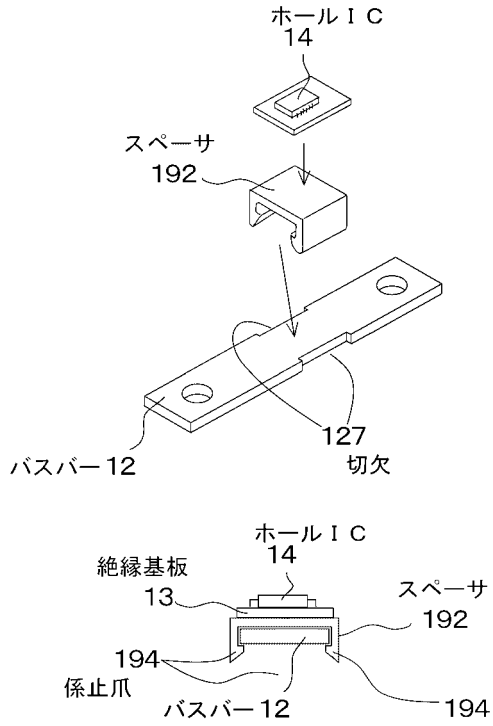
【図10】



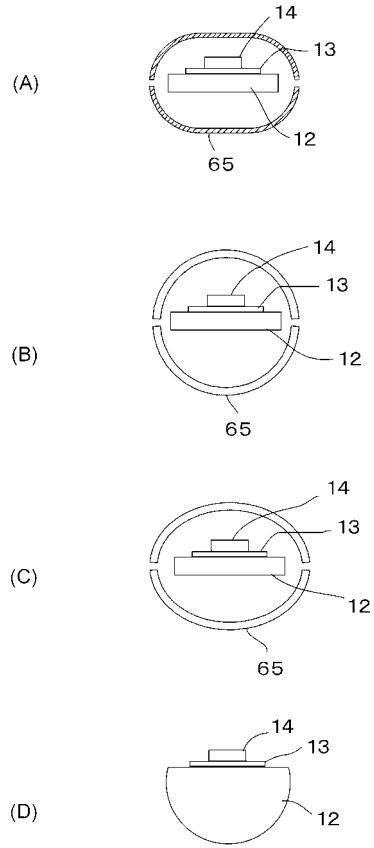
【図9】



【図11】

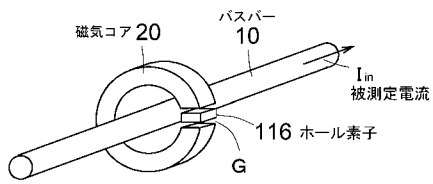


【図12】



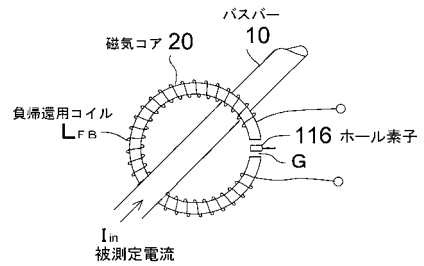
【図13】

磁気比例式

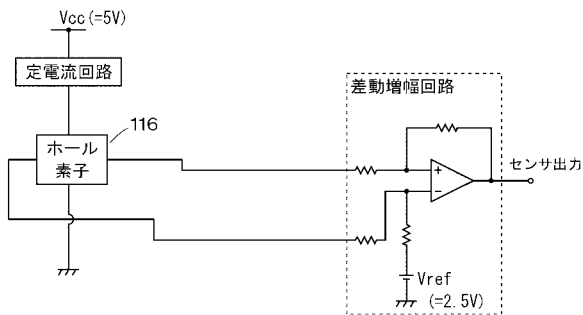


【図15】

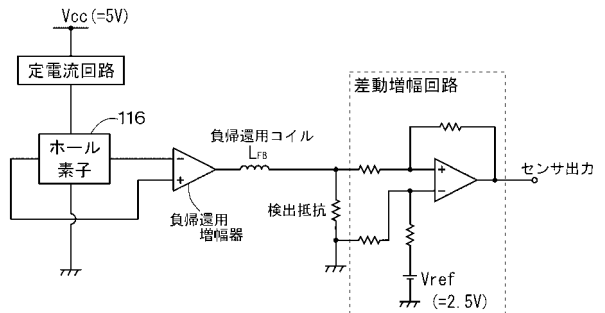
磁気平衡式



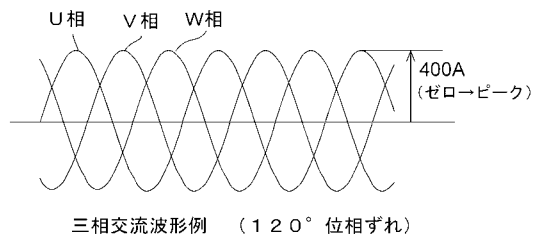
【図14】



【図16】

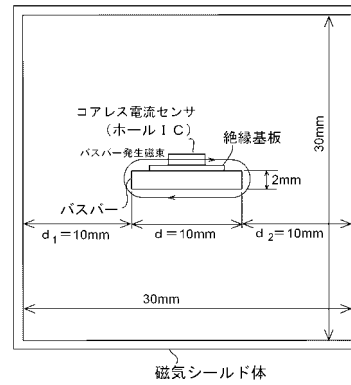


【図 17】



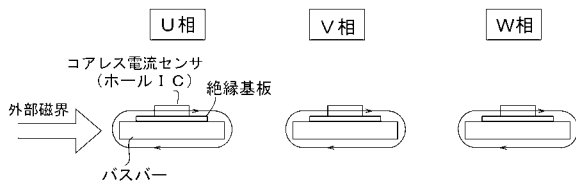
【図 19】

(バスバー幅dに対して磁気シールド体内径が十分に広い例)



【図 18】

(コアレス電流センサが磁気シールドされていない従来例)



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-092199(JP,A)
特開2006-112968(JP,A)
実開昭59-082867(JP,U)
特開2001-289884(JP,A)
特開2008-111748(JP,A)
特開平04-118561(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 15/00 - 17/22