

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-60397  
(P2010-60397A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.  
G01R 15/20 (2006.01)

F I  
G O 1 R 15/02

テーマコード(参考)  
2 G O 2 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-225487(P2008-225487)  
(22) 出願日 平成20年9月3日(2008.9.3)

(71) 出願人 000003067  
T D K 株式会社  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号  
(74) 代理人 100079290  
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 吉田 龍司  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号T D  
K 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気平衡式電流センサ

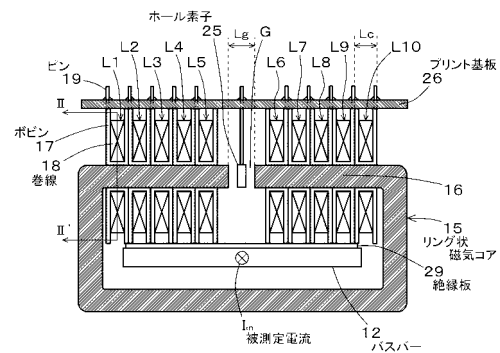
(57) 【要約】

【課題】トロイダル巻線のための特殊な巻線機の使用を不要としつつ、分割されていないリング状磁気コアを用いることを可能とすることにより、トロイダル巻線のための特殊な巻線機を使用する場合と比較して巻線スピードを改善するとともに、分割されたコアを組み合わせる場合と比較して電流検出精度の悪化のリスクが少ない磁気平衡式電流センサを提供する。

【解決手段】バスバー12の長手方向の中間部を囲むようにリング状磁気コア15が配置され、リング状磁気コア15のギャップ部Gにホール素子25が位置し、リング状磁気コア15が内側を貫通するように負帰還用コイルL1~L10が実装される。リング状磁気コア15は分割されていないものである。負帰還用コイルL1~L10の軸方向の長さLcはリング状磁気コア15のギャップ部Gの長さLgよりも短い(Lc < Lg)。

【選択図】 図1

第1の実施の形態



100 磁気平衡式電流センサ(正断面図)

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被測定電流の経路を囲む、ギャップ部を有する分割されていないリング状磁気コアと、前記ギャップ部に位置する磁気検出素子と、前記リング状磁気コアが内側を貫通する負帰還用コイルとを備え、前記負帰還用コイルの軸方向の長さは少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短く、これにより前記負帰還用コイルは前記ギャップ部から前記リング状磁気コアに実装可能とされている、磁気平衡式電流センサ。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の磁気平衡式電流センサにおいて、前記負帰還用コイルは、巻軸方向の長さが少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短いボビンに巻線を施したものであり、前記ボビンの内側を前記リング状磁気コアが貫通している、磁気平衡式電流センサ。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の磁気平衡式電流センサにおいて、前記負帰還用コイルは複数存在し、前記リング状磁気コアの周方向に関して磁氣的極性が同一となるように複数の前記負帰還用コイルが直列に接続されている、磁気平衡式電流センサ。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の磁気平衡式電流センサにおいて、複数の前記負帰還用コイルはそれぞれ、巻軸方向の長さが少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短く、内側を前記リング状磁気コアが貫通するボビンと、前記ボビンに施され、前記ボビンから突き出たピンに末端が電氣的に接続された巻線とを有するものであり、各ピンはプリント基板のスルーホールに挿通されて前記プリント基板上の導電パターンと電氣的に接続され、複数の前記負帰還用コイルは、前記リング状磁気コアの周方向に関して磁氣的極性が同一となるように、前記プリント基板上の前記導電パターンにより相互に電氣的に接続されている、磁気平衡式電流センサ。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の磁気平衡式電流センサにおいて、前記被測定電流の経路は前記被測定電流を所定の比率で分流するように高抵抗電流路と低抵抗電流路とに分岐したバスバーであり、前記リング状磁気コアが前記高抵抗電流路を囲んでいる、磁気平衡式電流センサ。

30

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載の磁気平衡式電流センサにおいて、前記負帰還用コイルは、前記低抵抗電流路から離れた位置となるように前記リング状磁気コアに実装されている、磁気平衡式電流センサ。

**【請求項 7】**

請求項 5 に記載の磁気平衡式電流センサにおいて、前記高抵抗電流路は、前記低抵抗電流路の幅内において前記低抵抗電流路の上方又は下方のいずれかに位置し、前記負帰還用コイルは、前記低抵抗電流路に対して前記高抵抗電流路よりも離れた位置となるように前記リング状磁気コアに実装されている、磁気平衡式電流センサ。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、例えばハイブリットカーや電気自動車のバッテリー電流やモータ駆動電流、工作機械のモータに流れる電流をホール素子等の磁気検出素子を用いて測定する磁気平衡式電流センサに関する。

50

## 【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、磁気比例式のものが従来から知られている。磁気比例式電流センサは、図11（A）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820（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816（磁気検出素子の例示）とを有する。磁気コア820は、被測定電流 $I_{in}$ の流れるバスバー810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816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816の出力電圧から被測定電流 $I_{in}$ が求められる。

10

## 【0003】

一方、磁気平衡式電流センサは、図11（B）に例示のように、磁気比例式電流センサの構成に加え、磁気コア820に巻線を設けてなる負帰還用コイル $L_{FB}$ を有する。この構成においては、被測定電流 $I_{in}$ によってギャップG内に第1の磁界が発生してこれがホール素子816の感磁面に印加される一方、ホール素子816の感磁面に印加される前記第1の磁界を相殺する（ゼロにする）第2の磁界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。この供給した電流から被測定電流 $I_{in}$ が求められる。

## 【0004】

図11（B）に例示のような磁気平衡式電流センサでは、ギャップ部Gを有するリング状磁気コア820にトロイダル巻線するのが一般的であるが、これには特殊な巻線機が必要となり、また巻線スピードが遅いという問題があった。この問題の解決を目的とする公知文献として、下記特許文献1及び2が挙げられる。

20

【特許文献1】特開2002-340940号公報

【特許文献2】特開2002-277490号公報

## 【0005】

特許文献1の電流検出器は、例えば4分割された円弧状のボビン片の各々に自動巻作業にて導電線を巻回して複数のコイル体を形成し、その後、2分割された半円弧状のコア片を各ボビン片の内側に貫入し、円環状を成すように双方のコア片を接続固定したものである。特許文献2にも同様の技術が開示されている。

30

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献1及び2の技術によれば、トロイダル巻線のための特殊な巻線機を使用する必要がなく、巻線スピードも改善することが可能と考えられる。しかし、2分割された半円弧状のコア片を円環状を成すように組み合わせる必要があるため、分割されていないリング状磁気コアを用いることができない。したがって、分割されたコアを組み合わせる際にギャップ部の長さがばらついたり、組合せ後の振動等によりギャップ部の長さが変動することにより、電流検出精度が悪化することが懸念される。

## 【0007】

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、トロイダル巻線のための特殊な巻線機の使用を不要としつつ、分割されていないリング状磁気コアを用いることを可能とすることにより、トロイダル巻線のための特殊な巻線機を使用する場合と比較して巻線スピードを改善するとともに、分割されたコアを組み合わせる場合と比較して電流検出精度の悪化のリスクが少ない磁気平衡式電流センサを提供することにある。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明のある態様は、磁気平衡式電流センサである。この磁気平衡式電流センサは、被測定電流の経路を囲む、ギャップ部を有する分割されていないリング状磁気コアと、前記ギャップ部に位置する磁気検出素子と、

50

前記リング状磁気コアが内側を貫通する負帰還用コイルとを備え、

前記負帰還用コイルの軸方向の長さは少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短く、これにより前記負帰還用コイルは前記ギャップ部から前記リング状磁気コアに実装可能とされている。

【0009】

ある態様の磁気平衡式電流センサにおいて、前記負帰還用コイルは、巻軸方向の長さが少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短いボビンに巻線を施したものであり、前記ボビンの内側を前記リング状磁気コアが貫通しているとよい。

【0010】

ある態様の磁気平衡式電流センサにおいて、前記負帰還用コイルは複数存在し、前記リング状磁気コアの周方向に関して磁氣的極性が同一となるように複数の前記負帰還用コイルが直列に接続されているとよい。

10

【0011】

この場合、複数の前記負帰還用コイルはそれぞれ、

巻軸方向の長さが少なくとも一部で前記リング状磁気コアの前記ギャップ部の長さよりも短く、内側を前記リング状磁気コアが貫通するボビンと、

前記ボビンに施され、前記ボビンから突き出たピンに端末が電氣的に接続された巻線とを有するものであり、

各ピンはプリント基板のスルーホールに挿通されて前記プリント基板上の導電パターンと電氣的に接続され、

20

複数の前記負帰還用コイルは、前記リング状磁気コアの周方向に関して磁氣的極性が同一となるように、前記プリント基板上の前記導電パターンにより相互に電氣的に接続されているとよい。

【0012】

ある態様の磁気平衡式電流センサにおいて、前記被測定電流の経路は前記被測定電流を所定の比率で分流するように高抵抗電流路と低抵抗電流路とに分岐したバスバーであり、前記リング状磁気コアが前記高抵抗電流路を囲んでいるとよい。

【0013】

この場合、前記負帰還用コイルは、前記低抵抗電流路から離れた位置となるように前記リング状磁気コアに実装されているとよい。

30

【0014】

あるいは、前記高抵抗電流路は、前記低抵抗電流路の幅内において前記低抵抗電流路の上方又は下方のいずれかに位置し、

前記負帰還用コイルは、前記低抵抗電流路に対して前記高抵抗電流路よりも離れた位置となるように前記リング状磁気コアに実装されているとよい。

【0015】

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間で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】

【0016】

40

本発明によれば、負帰還用コイルの軸方向の長さを少なくとも一部でリング状磁気コアのギャップ部の長さよりも短いものとし、これにより前記負帰還用コイルを前記ギャップ部から前記リング状磁気コアに実装可能としているため、トロイダル巻線のための特殊な巻線機の使用を不要としつつ、分割されていないリング状磁気コアを用いることが可能となり、トロイダル巻線のための特殊な巻線機を使用する場合と比較して巻線スピードを改善するとともに、分割されたコアを組み合わせる場合と比較して電流検出精度の悪化のリスクが少ない磁気平衡式電流センサを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

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

50

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。

#### 【0018】

(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磁気平衡式電流センサ100の正断面図(図3のI-I'断面図)である。図2は、図1のII-II'断面図である。図3は、同磁気平衡式電流センサ100の平面図である。図4は、同磁気平衡式電流センサ100の例示的な回路図である。

#### 【0019】

磁気平衡式電流センサ100は、被測定電流の経路としてのバスバー12と、リング状磁路を成すリング状磁気コア15と、磁気検出素子としてのホール素子25と、負帰還用コイルL1~L10と、プリント基板26と、絶縁板29とを備える。

#### 【0020】

バスバー12は、平板形状(例えば銅板)であり、長手方向の両端部に位置する取付け孔(図示せず)を介して例えばネジやリベットによって被測定電流の経路を成すように取り付けられる。バスバー12の長手方向の中間部を囲むようにリング状磁気コア15(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、アモルファス等からなる)が配置され、リング状磁気コア15のギャップ部Gにホール素子25が位置し、リング状磁気コア15が内側を貫通するように負帰還用コイルL1~L10が実装される。ここで、リング状磁気コア15は、上記特許文献1及び2のコアと異なり、分割されていないものである。また、負帰還用コイルL1~L10の軸方向の長さLcはリング状磁気コア15のギャップ部Gの長さLgよりも短い( $Lc < Lg$ )。したがって、リング状磁気コア15が特許文献1及び2のコアのように分割されていなくても、負帰還用コイルL1~L10をギャップ部Gからリング状磁気コア15に実装することができる。

#### 【0021】

負帰還用コイルL1は好ましくは図2にも示されるようにボビン17に巻線18を施したものであり、巻線18の末端はボビン17から突き出たピン19に例えば絡げて半田付けすることで電氣的に接続されている。ボビン17の巻軸方向の長さ(すなわち負帰還用コイルL1の長さLc)はリング状磁気コア15のギャップ部Gの長さLgよりも短い。ボビン17の内側をリング状磁気コア15が貫通する。負帰還用コイルL2~L10も同様の構成である。ここで、リング状磁気コア15は好ましくは図1に示されるような方形リング状(長方形リング状)であり、ギャップ部Gの存在する直線状部16が負帰還用コイルL1~L10の内側を貫通するとよい。

#### 【0022】

プリント基板26は負帰還用コイルL1~L10の鍔部端面上に配置され、各ボビン17から突き出たピン19がプリント基板26のスルーホールに挿通されてプリント基板26上の導電パターン(図3参照)と例えば半田付けにより電氣的に接続される。またホール素子25の各ピンもプリント基板26のスルーホールに挿通されて同様に接続される。なお、図3においては、プリント基板26上に負帰還用コイルL1~L10を接続する導電パターンのみを図示し、その他の回路部品及び接続の図示は省略している。プリント基板26上の前記導電パターンにより負帰還用コイルL1~L10は、図3及び図4に示されるように、リング状磁気コア15の周方向に関して磁氣的極性が同一となるように(同じ向き)の磁束を発生するように)直列に接続される。

#### 【0023】

図4に示される回路において、ホール素子25は等価的に4つの抵抗のブリッジ接続で表され、端子a, c間に一定のホール素子駆動電流を流しておくことにより出力端子b, d間にホール素子25に印加された磁界に比例した(換言すれば被測定電流 $I_n$ に比例した)電圧を得る構成としている。なお、抵抗 $R_1$ 及び $R_2$ (電流制限用抵抗器)によって電源(電圧Vcc)からホール素子25への供給電流が制限される。ホール素子25の出力端

10

20

30

40

50

子 b, d は、負帰還用差動増幅器 35 の入力端子にそれぞれ接続される。負帰還用差動増幅器 35 の出力端子と基準電圧端子（例えば 2.5 V）とを接続する経路に負帰還用コイル L1 ~ L10 と検出抵抗  $R_s$  とが直列接続される。検出抵抗  $R_s$  と並列に電圧計 37 が接続される。

【0024】

ホール素子 25 の出力電圧  $V_H$  は負帰還用差動増幅器 35 に入力される。負帰還用差動増幅器 35 は、出力端子から電流を吸い込む又は吐き出すことにより、端子 b、d 間の電位差が常にゼロとなるように、すなわちホール素子 25 の感磁面において被測定電流  $I_{in}$  によって発生する第 1 の磁界と負帰還用コイル L1 ~ L10 の発生する第 2 の磁界とが相殺するように、負帰還用コイル L1 ~ L10 に負帰還電流  $I_{FB}$  を供給する。供給された負帰還電流  $I_{FB}$  は検出抵抗  $R_s$  で電圧に変換されて電圧計 37 によって検出（モニタ）される（又はセンサ出力として外部に取り出される）。被測定電流  $I_{in}$  は負帰還用コイル L1 ~ L10 への供給電流と巻線総和とから「等アンペアターの原理」により求めることができる。

10

【0025】

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。

【0026】

(1) 負帰還用コイル L1 ~ L10 の軸方向の長さ  $L_c$  がリング状磁気コア 15 のギャップ部 G の長さ  $L_g$  よりも短い ( $L_c < L_g$ ) ため、リング状磁気コア 15 が特許文献 1 及び 2 のコアのように分割されていなくても、負帰還用コイル L1 ~ L10 をギャップ部 G からリング状磁気コア 15 に実装することができる。したがって、トロイダル巻線のための特殊な巻線機の使用を不要としつつ、分割されていないリング状磁気コア 15 を用いることが可能となり、トロイダル巻線のための特殊な巻線機を使用する場合と比較して巻線スピードを改善するとともに、分割されたコアを組み合わせる場合と比較して電流検出精度の悪化のリスクが少ない。

20

【0027】

(2) 複数の負帰還用コイル L1 ~ L10 を直列に接続しているため、負帰還用コイルが 1 つの場合と比較して、被測定電流  $I_{in}$  が大きい場合に適している。

【0028】

(3) リング状磁気コア 15 を方形リング状（長方形リング状）とし、ギャップ部 G の存在する直線状部 16 が負帰還用コイル L1 ~ L10 の内側を貫通しているため、リング状磁気コア 15 への負帰還用コイル L1 ~ L10 の実装作業が容易である。また、負帰還用コイル L1 ~ L10 とプリント基板 26 との接続もしやすい。

30

【0029】

(4) 電流センサを「磁気平衡式」としているため、「磁気比例式」の場合と比較して高精度の電流検出が可能となる。すなわち、温度特性 (-40 ~ +100) を含む精度が「磁気比例式」の場合には例えば  $\pm 400$  A (F.S.) において  $\pm 3\%$  であったのが、「磁気平衡式」にしたことにより、 $\pm 1\%$  以下に高精度化できた。その原因は、「磁気比例式」の場合、 $\pm 400$  A (F.S.) 時にはコア内ギャップに発生する磁束密度が最大となり、ホール素子に例えば 20 mT (F.S.) が印加され、そのときのホール素子の温度特性がそのまま電流センサの精度悪化に影響するためである。これに対し「磁気平衡式」の場合には、ギャップ内磁束密度が常時 0 mT で動作するため、原理的にホール素子のオフセットの温度特性のみしか精度に影響せず、比較的高精度なセンサが構成可能となる。

40

【0030】

(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磁気平衡式電流センサ 200 の概略斜視図である。但し、本図においてホール素子及びプリント基板の図示は省略している。図 6 は、同磁気平衡式電流センサ 200 の正断面図である。本実施の形態の磁気平衡式電流センサ 200 は、第 1 の実施の形態の磁気平衡式電流センサ 100 と比較して、バスバー 50 が 2 つの経路に分岐していてリング状磁気コア 15 が一方の経路を囲むように配置されてい

50

る点において主に相違し、その他の点で一致している。以下、相違点を中心に説明する。

#### 【0031】

バスバー50は、後述のように長手方向の中間部で部分的に高抵抗電流路51と低抵抗電流路52とに分岐しており、長手方向の両端部に位置する取付け孔91, 92を介して例えばネジやリベットによって被測定電流の経路を成すように取り付けられる。リング状磁気コア15のギャップ部Gの長さ $L_g$ は高抵抗電流路51の幅 $L_w$ よりも長く、高抵抗電流路51を囲むようにリング状磁気コア15が配置され、リング状磁気コア15に負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ が実装される。ここで、負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ は、鏝部端面から端子台21（ピン19の植設部分）が出っ張っていて軸方向の長さがリング状磁気コア15のギャップ部Gの長さよりも長くなっているが、端子台21を除いた軸方向の長さ $L_c$ はギャップ部Gの長さ $L_g$ よりも短い（ $L_c < L_g$ ）。したがって、第1の実施の形態と同様に、リング状磁気コア15が特許文献1及び2のコアのように分割されていなくても、負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ をギャップ部Gからリング状磁気コア15に実装することができる。

10

#### 【0032】

図7は、同磁気平衡式電流センサ200の組立過程を示す斜視図である。但し、本図においてホール素子及びプリント基板の図示は省略している。まず、負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ をリング状磁気コア15にギャップ部Gから順次実装する（同図(A) (C)）。そして、バスバー50の高抵抗電流路51を囲むようにリング状磁気コア15を配置する（同図(C) (D)）。ここで、高抵抗電流路51の幅 $L_w$ はギャップ部Gの長さ $L_g$ よりも短い（ $L_w < L_g$ ）。このため、バスバー50が一体形成されかつリング状磁気コア15が分割されていなくても、高抵抗電流路51をギャップ部Gに通すことで、高抵抗電流路51を囲むようにリング状磁気コア15を配置することができる。その後、図6に示されるように負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ とホール素子25の各ピンをプリント基板26のスルーホールに挿通して半田付け等によりプリント基板26上の導電パターンと接続する。

20

#### 【0033】

図8は、第2の実施の形態におけるバスバー50の組立過程を示す斜視図である。バスバー50は、同図(A)に示されるように、折曲げ前においては一体形成された平板形状（例えば銅板）であり、長手方向の中間部に前記長手方向に沿う所定長の開口57が形成されている。開口57によってバスバー50は長手方向の中間部で部分的に高抵抗電流路51と低抵抗電流路52とに分岐している。換言すれば、被測定電流 $I_{in}$ の全てが流れる未分岐電流路（バスバー50の両端部の分岐していない電流路）の間に高抵抗電流路51と低抵抗電流路52とが挟まれている。したがって、被測定電流 $I_{in}$ は所定の比率で高抵抗電流路51と低抵抗電流路52とに分流される。このため、本実施の形態では、高抵抗電流路51に流れる電流は負帰還用コイル $L_1 \sim L_4$ への供給電流と巻線総和とから「等アンペアターの原理」により求められ、それに基づいて被測定電流 $I_{in}$ が分流比より算出される。なお、バスバー50は図9に示す回路図で等価的に表され、分流比は高抵抗電流路51と低抵抗電流路52の抵抗の逆数の比に等しい。

30

#### 【0034】

高抵抗電流路51は好ましくは、バスバー50の長手方向の中間部にコの字型に形成され、コの字型の先端側（第1の折曲げ部53）及び中間部（第2の折曲げ部54）の2カ所で折り曲げられて底状になっている（図8(A) (B)）。そしてコの字型の高抵抗電流路51の底辺（底部55）は低抵抗電流路52の幅内（例えば幅方向の中間部）で低抵抗電流路52の上方（又は下方）に位置し、その部分をリング状磁気コア15が図5及び図6に示されるように囲む。

40

#### 【0035】

本実施の形態によれば、被測定電流 $I_{in}$ よりも小さな電流が流れる高抵抗電流路51をリング状磁気コア15で囲む構成としているので、被測定電流 $I_{in}$ の全てが流れる電流路を囲む場合と比較して、リング状磁気コア15が小型で済み、負帰還用コイルの巻線数も少なくよいため、コスト安である。

50

## 【0036】

また、高抵抗電流路51は折り曲げられて低抵抗電流路52に対して庇状とされ、高抵抗電流路51のうち低抵抗電流路52の上方（又は下方）に位置する部分をリング状磁気コア15が囲むため、リング状磁気コア15がバスバー50の幅方向に関してはみ出る量を減らすことができ、電流センサを幅狭に構成できる。

## 【0037】

さらに、バスバー50が一体形成されているため、すなわち高抵抗電流路51と低抵抗電流路52、及びそれらの両側の分岐していない部分がネジやリベット等による結合ではなく一体形成されているため、分岐箇所をネジやリベット等で結合する分離構造のバスバーを用いる場合と比較して、分岐箇所の接触抵抗の変化による分流割合への影響がないので、分流割合の変化による電流検出精度の悪化を防止して高精度に電流検出することが可能となる。

## 【0038】

さらに、負帰還用コイルL1～L4は低抵抗電流路52から離れた位置となるようにリング状磁気コア15に実装されている（例えば低抵抗電流路52に対して高抵抗電流路51よりも離れた位置となるようにリング状磁気コア15に実装されている）ため、大電流が流れる低抵抗電流路52からの熱の影響を受けにくく、信頼性が高いといえる。また、負帰還用コイルL1～L4がリング状磁気コア15の上側部分に実装されているので、各コイルのピンをそのままプリント基板26のスルーホールに挿通することができて実装容易である。

## 【0039】

(第3の実施の形態)

図10は、本発明の第3の実施の形態に係る磁気平衡式電流センサ300の正断面図である。本実施の形態の磁気平衡式電流センサ300は、第2の実施の形態の磁気平衡式電流センサ200と比較して、リング状磁気コア15がコアホルダ70に保持されている点と、全体がケース（ケース本体80及び蓋85）で覆われている点とにおいて相違し、その他の点で一致している。以下、相違点を中心に説明する。

## 【0040】

樹脂等からなるコアホルダ70は、コの字型形状の内側にリング状磁気コア15を収容し、コの字型の両脚71, 72でリング状磁気コア15を挟み込む。また、コの字型の底部73の外面には2カ所の平行な凸条74, 75が形成され、凸条74, 75で低抵抗電流路52を幅方向両側から挟み込む。なお、コアホルダ70の底部73の外面に凸条74, 75に替えて所定数のボスを形成しておき、それらを低抵抗電流路52に形成した所定数の穴に圧入する構成としてもよい。

## 【0041】

樹脂等からなるケース本体80は、上方が開口した直方体形状であり、底部の内面の凹部81に凸条74, 75で挟まれた低抵抗電流路52が嵌るようになっている。プリント基板26はケース本体80の上辺に載置され、樹脂等からなる蓋85がケース本体80に例えば嵌合して被せられる。

## 【0042】

本実施の形態によれば、第2の実施の形態の効果に加え、コアホルダ70によってバスバー50とリング状磁気コア15との位置決めが容易かつ確実となり、組み立てやすい。

## 【0043】

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。

## 【0044】

負帰還用コイルを第1の実施の形態では10個とし、第2及び第3の実施の形態では4個としたが、負帰還用コイルの個数は任意であり、被測定電流 $I_{in}$ の大きさや1個あたりの巻線数によって適宜決定される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 5 】

実施の形態では負帰還用コイルはボビンに巻線を施したものとしたが、変形例ではボビンレス、例えば自己融着導線（セメントワイヤ）をボビンレスで巻回したものの、としてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

実施の形態ではプリント基板上の導電パターンにより負帰還用コイル同士を直列に電氣的に接続したが、変形例では負帰還用コイル同士の接続にリード線を用いてもよい。

## 【 0 0 4 7 】

第 2 及び第 3 の実施の形態ではリング状磁気コア 1 5 のギャップ部 G の長さが高抵抗電流路 5 1 の幅よりも長い場合を説明したが、ギャップ部 G の長さが高抵抗電流路 5 1 の厚み又は幅の少なくともいずれかよりも長ければ、高抵抗電流路 5 1 をギャップ部 G に通すことで、高抵抗電流路 5 1 を囲むようにリング状磁気コア 1 5 を配置することができる。

10

## 【 0 0 4 8 】

第 2 及び第 3 の実施の形態では高抵抗電流路 5 1 を 2 カ所で折り曲げて庇状とする場合を説明したが、変形例では高抵抗電流路 5 1 を湾曲させることにより部分的に低抵抗電流路 5 2 の上方（又は下方）に位置するようにしてもよく、この場合も同様の効果を奏する。なお、電流センサの幅方向の大きさの制約が緩い場合は高抵抗電流路 5 1 を折り曲げずにリング状磁気コア 1 5 を実装してもよい。

## 【 0 0 4 9 】

第 2 及び第 3 の実施の形態ではバスバー 5 0 が一体形成されている場合を説明したが、変形例では、高抵抗電流路 5 1 と低抵抗電流路 5 2、及びそれらの両側の分岐していない部分を別体としてネジやリベット等により接続してもよい。この場合、リング状磁気コア 1 5 のギャップ部の長さが高抵抗電流路 5 1 の厚み及び幅の双方よりも短くても、高抵抗電流路 5 1 を囲むようにリング状磁気コア 1 5 を配置することができる。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 0 】

【 図 1 】本発明の第 1 の実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの正断面図（図 3 の I-I' 断面図）。

【 図 2 】図 1 の II-II' 断面図。

【 図 3 】同磁気平衡式電流センサの平面図。

30

【 図 4 】同磁気平衡式電流センサの例示的な回路図。

【 図 5 】本発明の第 2 の実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの概略斜視図。

【 図 6 】同磁気平衡式電流センサの正断面図。

【 図 7 】同磁気平衡式電流センサの組立過程を示す斜視図。

【 図 8 】第 2 の実施の形態におけるバスバーの組立過程を示す斜視図。

【 図 9 】同バスバーの等価回路図。

【 図 1 0 】本発明の第 3 の実施の形態に係る磁気平衡式電流センサの正断面図。

【 図 1 1 】( A ) は磁気比例式電流センサの基本的構成を示す概略斜視図。( B ) は磁気平衡式電流センサの基本的構成を示す概略斜視図。

## 【 符号の説明 】

40

## 【 0 0 5 1 】

1 2 , 5 0 バスバー

1 5 リング状磁気コア

1 6 直線状部

1 7 ボビン

1 8 巻線

1 9 ピン

2 5 ホール素子

2 6 プリント基板

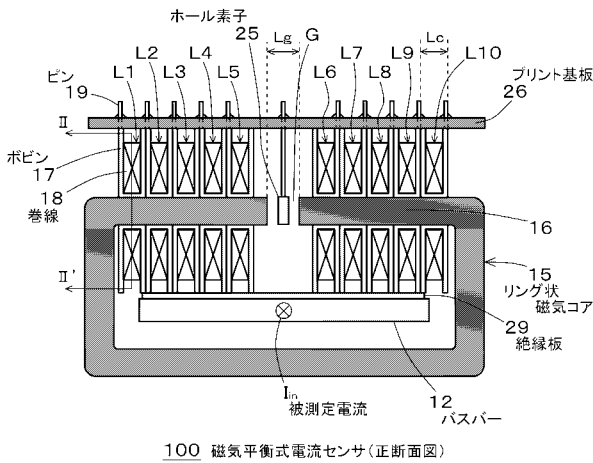
2 9 絶縁板

50

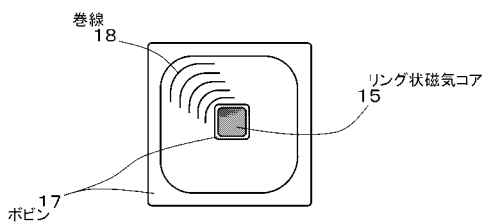
- 5 1 高抵抗電流路
- 5 2 低抵抗電流路
- 7 0 コアホルダ
- 8 0 ケース
- 8 5 蓋
- 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 磁気平衡式電流センサ
- L 1 ~ L 1 0 負帰還用コイル

【 図 1 】

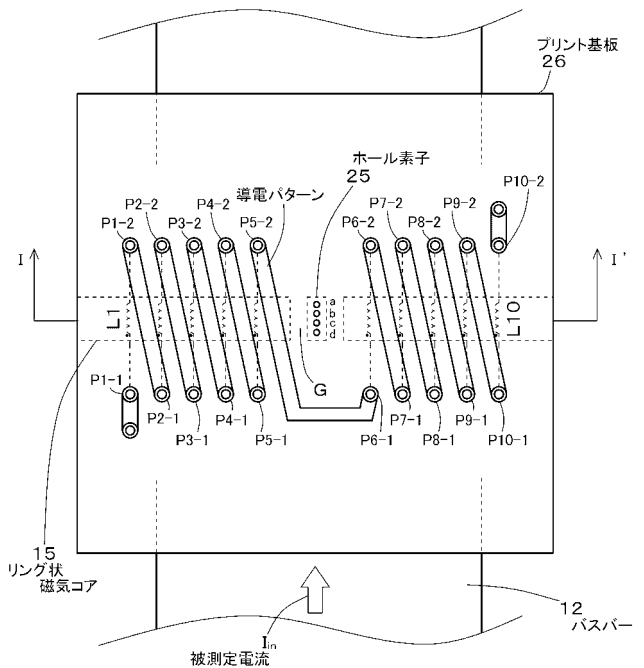
第1の実施の形態



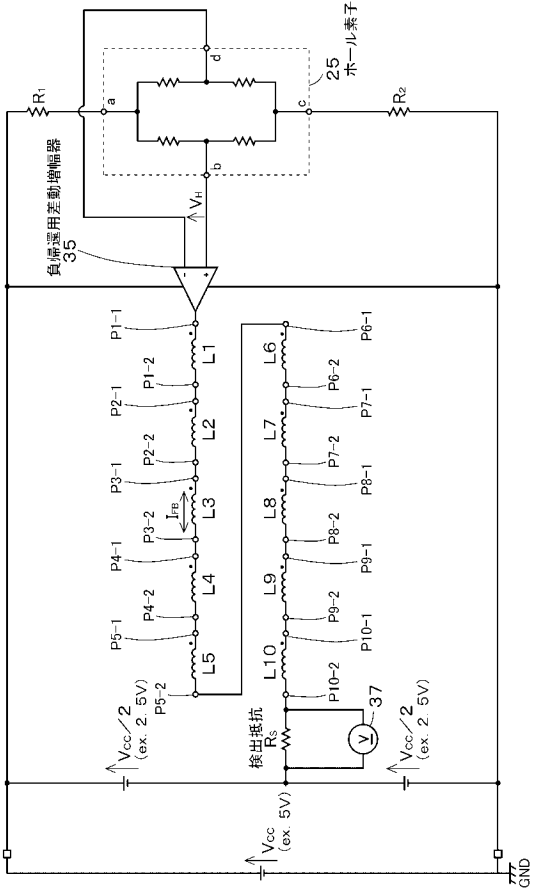
【 図 2 】



【 図 3 】



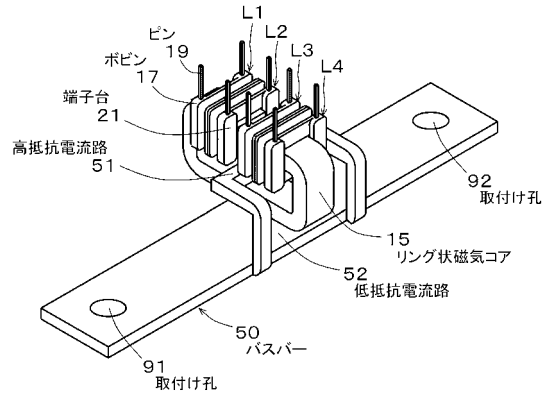
【図4】



100 磁気平衡式電流センサ(回路図)

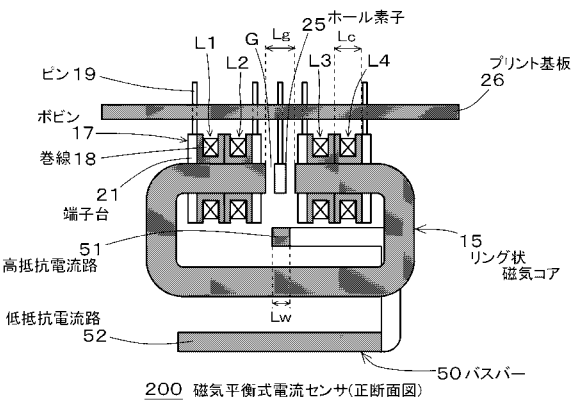
【図5】

第2の実施の形態



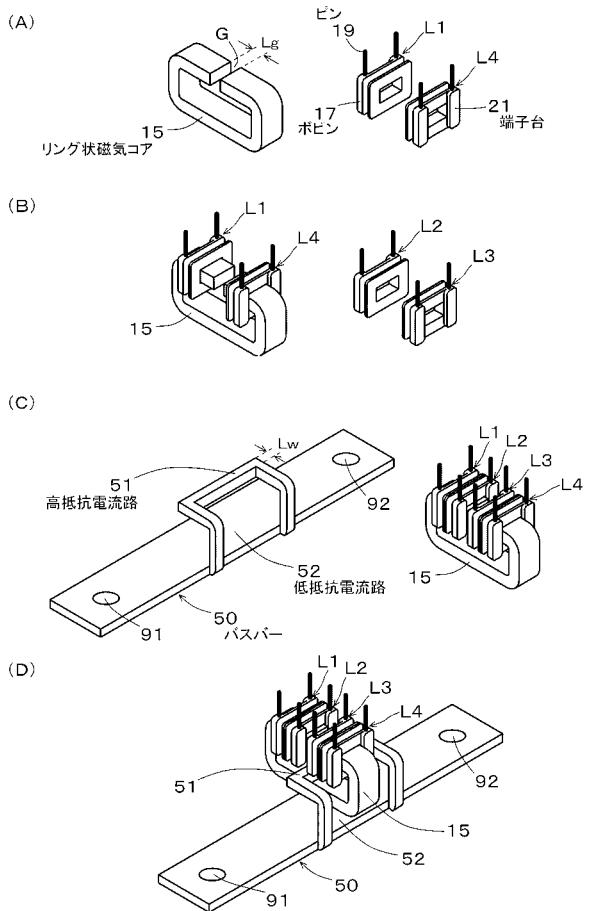
200 磁気平衡式電流センサ(概略斜視図)

【図6】



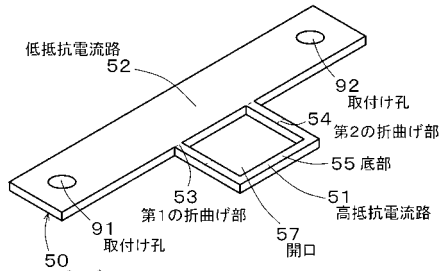
200 磁気平衡式電流センサ(正断面図)

【図7】

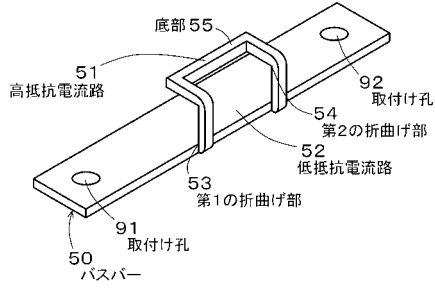


【 図 8 】

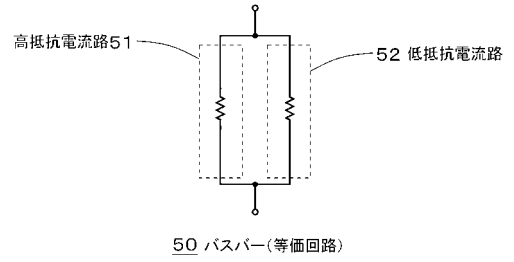
(A) 折曲げ前



(B) 折曲げ後

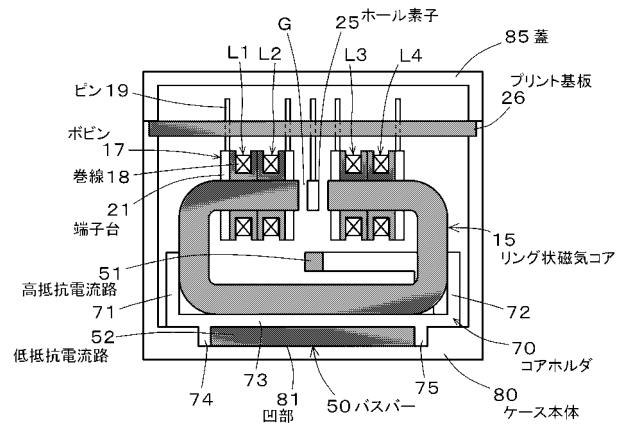


【 図 9 】



【 図 10 】

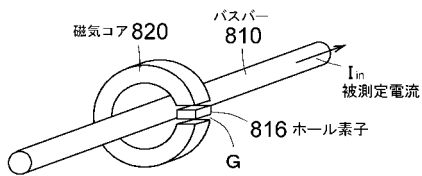
第3の実施の形態



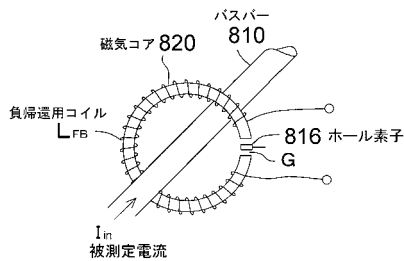
300 磁気平衡式電流センサ(正断面図)

【 図 11 】

(A) 磁気比例式



(B) 磁気平衡式



フロントページの続き

(72)発明者 小谷 勉

東京都中央区日本橋一丁目13番1号TDK株式会社内

Fターム(参考) 2G025 AA00 AB02