

(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2013-15437

(P2013-15437A)

(43) 公開日 平成25年1月24日(2013.1.24)

(51) Int.Cl.
G01R 15/24 (2006.01)

F I
G01R 15/07

テーマコード(参考)
2G025

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2011-149012(P2011-149012)
(22) 出願日 平成23年7月5日(2011.7.5)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72) 発明者 瀬尾 祐介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72) 発明者 菊地 直人
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72) 発明者 ▲高▼木 健一
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内
Fターム(参考) 2G025 AA04 AB10

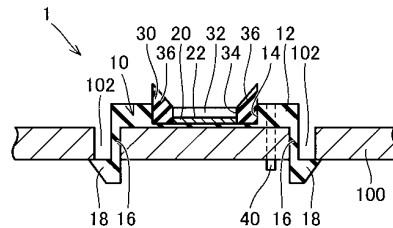
(54) 【発明の名称】 電流センサ

(57) 【要約】

【課題】 センサの特性のばらつきを抑制して電流の検出精度を向上できる、電流センサを提供する。

【解決手段】 バスバー100を伝達する電流を検出する電流センサ1は、バスバー100に取り付けられた台座部10と、台座部10に搭載された磁性薄膜20と、磁性薄膜20に光を照射する発光装置と、発光装置から磁性薄膜20に照射され磁性薄膜20で反射した光を検出する受光装置と、受光装置によって検出された光信号を、バスバー100を伝達する電流に変換する差動増幅器と、磁性薄膜20のバスバー100に対する相対回転を規制する収容部材30およびピン40と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電流を伝達するバスバーを備え、前記バスバーを伝達する電流を検出する電流センサであって、

前記バスバーに取り付けられた台座部と、

前記台座部に搭載された磁性薄膜と、

前記磁性薄膜に光を照射する発光装置と、

前記発光装置から前記磁性薄膜に照射され前記磁性薄膜で反射した光を検出する受光装置と、

前記受光装置によって検出された光信号を、前記バスバーを伝達する電流に変換する演算装置と、

前記磁性薄膜の前記バスバーに対する相対回転を規制する回転規制部と、を備える、電流センサ。

10

【請求項 2】

前記回転規制部は、前記磁性薄膜の前記台座部への搭載位置を規制する搭載位置規制部と、前記台座部の前記バスバーに対する相対回転を規制する台座固定部と、を含む、請求項 1 に記載の電流センサ。

【請求項 3】

前記搭載位置規制部は、前記磁性薄膜を囲繞する壁部を有する、請求項 2 に記載の電流センサ。

20

【請求項 4】

前記台座固定部は、前記台座部から前記バスバー側へ突起して前記バスバーに形成された基準穴に挿通される、基準ピンを有する、請求項 2 または請求項 3 に記載の電流センサ。

【請求項 5】

前記磁性薄膜に照射される入射光と、前記磁性薄膜で反射する反射光との経路の、前記磁性薄膜の表面に対する角度を規制する、制限部材を備える、請求項 1 から請求項 4 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】**

30

【0001】

本発明は、電流センサに関し、特に、磁性薄膜を用いて光により電流を検出する電流センサに関する。

【背景技術】**【0002】**

光による電流測定装置に関し、従来、光源から出射された光が、偏光子で直線偏光に変換され、その直線偏光の偏光方向が、磁気光学素子で磁気光学効果により回転され、その任意の方向の直線偏光が、検光子で直交する二つの偏光成分に分離してそれぞれ異なる方向へ出射され、その二つの偏光成分に分離された光の強度が、2 個の受光素子でそれぞれ個別に電気信号に変換される、電流測定装置が提案されている（たとえば、特許文献 1 参照）。

40

【0003】

また、バスバーを流れる電流値を検出する電流センサに関し、磁気コアを保持するコア保持体にボスが設けられ、バスバーにボスと嵌合する孔が設けられ、バスバー上に磁気コアを位置決め固定する技術が開示されている（たとえば、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開平 7 - 174790 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 275566 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の磁気ディスクや光磁気ディスクへの情報の読み書きに利用されている、磁性薄膜を用いた光による電流検出においては、磁性膜に対する磁界の印加方向によって電流検出の感度が変わるといった特性がある。つまり、電流センサの組み付け時に磁界を検出する磁性薄膜の搭載位置のずれが生じると、磁性薄膜に対する磁界の印加方向にもずれが生じ、磁性薄膜の磁化のしやすさが変化する。そのため、たとえばより小さい磁界で磁化したり逆に大きな磁界を印加しないと磁化しないなど、磁性薄膜の特性に差が生じる。その磁性薄膜の特性の差がそのまま電流センサの特性として現れる結果、電流センサの特性にずれが生じてしまう問題があった。

10

【0006】

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、センサの特性のばらつきを抑制して電流の検出精度を向上できる、電流センサを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る電流センサは、電流を伝達するバスバーを備え、バスバーを伝達する電流を検出する電流センサであって、バスバーに取り付けられた台座部と、台座部に搭載された磁性薄膜と、磁性薄膜に光を照射する発光装置と、発光装置から磁性薄膜に照射された磁性薄膜で反射した光を検出する受光装置と、受光装置によって検出された光信号を、バスバーを伝達する電流に変換する演算装置と、磁性薄膜のバスバーに対する相対回転を規制する回転規制部と、を備える。

20

【0008】

上記電流センサにおいて好ましくは、回転規制部は、磁性薄膜の台座部への搭載位置を規制する搭載位置規制部と、台座部のバスバーに対する相対回転を規制する台座固定部と、を含む。

【0009】

上記電流センサにおいて好ましくは、搭載位置規制部は、磁性薄膜を囲繞する壁部を有する。

【0010】

上記電流センサにおいて好ましくは、台座固定部は、台座部からバスバー側へ突起してバスバーに形成された基準穴に挿通される、基準ピンを有する。

30

【0011】

上記電流センサにおいて好ましくは、磁性薄膜に照射される入射光と、磁性薄膜で反射する反射光との経路の、磁性薄膜の表面に対する角度を規制する、制限部材を備える。

【発明の効果】

【0012】

本発明の電流センサによると、センサの特性のばらつきを抑制できることにより、電流の検出精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0013】

【図1】本実施の形態の電流センサの構成を示す断面図である。

【図2】電流センサの平面図である。

【図3】図2中に示すI I I - I I I線に沿う電流センサの断面図である。

【図4】電流センサの分解斜視図である。

【図5】電流センサに使用される光学系の構成を示す模式図である。

【図6】磁性薄膜が位置決めされた状態を示す平面模式図である。

【図7】磁性薄膜の位置ずれが発生した状態を示す平面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

50

以下、図面に基づいてこの発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において、同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【0015】

図1は、本実施の形態の電流センサ1の構成を示す断面図である。図2は、電流センサ1の平面図である。図3は、図2中に示すIII-III線に沿う電流センサ1の断面図である。図4は、電流センサ1の分解斜視図である。図1～図4を参照して、本実施の形態に係る電流センサ1の構成について説明する。

【0016】

電流センサ1は、細長い棒状の導電性であるバスバー100を伝達する電流を検出するためのセンサである。電流センサ1は、結晶磁気異方性を有する材料により形成された、磁性薄膜20を備える。磁性薄膜20は、台座部10に搭載されている。

10

【0017】

台座部10は、磁性薄膜20を搭載する平板状の本体部12と、本体部12の一方の面から突出する一对の脚部16とを有する。本体部12の、脚部16が突出する側の面と反対側の表面には、本体部12の一部が窪んだ平面形状矩形状の窪み部14が形成されている。脚部16の先端には、爪部18が設けられている。台座部10はたとえば、樹脂材料により形成されている。

【0018】

バスバー100には、バスバー100を厚み方向に貫通する貫通孔102が形成されている。脚部16が貫通孔102に挿通され、貫通孔102を貫通する脚部16の下端の爪部18がバスバー100の反対側面に係合することにより、台座部10はバスバー100に固定されている。なお、貫通孔102への爪部18の係合によって台座部10がバスバー100に固定される構成に限られず、たとえば台座部10がバスバー100にネジ止めされて固定されてもよい。

20

【0019】

バスバー100には、一对の基準穴としての貫通孔103が、バスバー100を厚み方向に貫通して形成されている。台座部10の本体部12には、本体部12を厚み方向に貫通する一对の貫通孔13が形成されている。台座部10の脚部16をバスバー100の貫通孔102に嵌合して本体部12をバスバー100の表面上に載置する状態で、貫通孔13と貫通孔103とが互いに重なるように、貫通孔13、103は形成されている。台座部10がバスバー100に組み付けられた状態で、貫通孔13、103を貫通するように、基準ピンとしてのピン40が配置される。

30

【0020】

台座部10の本体部に形成された窪み部14には、磁性薄膜20を収容する収容部材30が嵌合される。磁性薄膜20は、収容部材30を介在させて、台座部10に搭載される。収容部材30には磁性薄膜20を収容するための収容穴が形成されている。収容穴の底面32に磁性薄膜20の裏面が接触し、収容穴の内壁面34に磁性薄膜20の横端面が対向するように、収容穴は形成される。磁性薄膜20の形状が正方形状の平板の場合、収容穴の平面形状もまた正方形状とされる。収容穴の径は、磁性薄膜20の差し渡し長さに対し等しいまたは僅かに小さいので、収容穴の内部に収容された磁性薄膜20の収容部材30に対する位置ずれが抑制される。

40

【0021】

収容部材30を平面視したときの形状は矩形状であり、その収容部材30の中央部に、平面形状が正方形状の収容穴が形成される。収容部材30の長辺側において、収容穴から収容部材の縁部へ向かってテーパ状に収容部材30の厚みが増加している。当該テーパ状の部分は、収容穴に収容された磁性薄膜20の表面22へ照射される入射光、および、当該入射光が磁性薄膜20の表面22で反射する反射光の経路の、磁性薄膜20の表面22に対する角度を規制する、制限部材36として機能する。

【0022】

図5は、電流センサ1に使用される光学系の構成を示す模式図である。なお図5および

50

後述する図 6, 7 では、簡単のために、図 1 ~ 4 で説明した電流センサ 1 の構成のうち、出力電流を伝達するためのバスバー 100、および、バスバー 100 に搭載された磁性薄膜 20 のみが図示されている。電流センサ 1 は、バスバー 100 上に取付固定された磁性薄膜 20 により、バスバー 100 を流れる電流を検出する。

【0023】

図 5 に示すように、発光装置 50 で発生した光は、偏光プリズム 52 および集光レンズ 54 を経由して、磁性薄膜 20 に照射される。磁性薄膜 20 の表面で反射された反射光は、集光レンズ 54、1/4 波長板 56 を経由してビームスプリッタ 58 へ入り、ビームスプリッタ 58 で分離されてフォトダイオード 61, 62 に入射する。フォトダイオード 61, 62 は、発光装置 50 から磁性薄膜 20 に照射され磁性薄膜 20 で反射した光を検出する受光装置 60 に含まれる。フォトダイオード 61, 62 は、それぞれのフォトダイオード 61, 62 に入射する光の強度を検出し、差動増幅器 70 に入力する。差動増幅器 70 は、フォトダイオード 61, 62 によって検出された光信号を、バスバー 100 を伝達する電流に変換する、演算装置である。

10

【0024】

バスバー 100 に電流が流れないとき、二つのフォトダイオード 61, 62 に入射される光の強度は等しいので、フォトダイオード 61, 62 の出力を入力とする差動増幅器 70 の出力はゼロとなる。一方、バスバー 100 に電流が流れると、バスバー 100 のまわりに磁界が発生して、磁性薄膜 20 に磁界が印加される。図 5 中には、バスバー 100 を伝達する電流の流れの方向 CD と、その電流によって発生する磁界による磁性薄膜 20 の磁化方向 MD が図示されている。磁性薄膜 20 の磁気モーメントが回転することで、ビームスプリッタ 58 で分離され二つのフォトダイオード 61, 62 に入射する光の強度が変わり、フォトダイオード 61, 62 の入射光強度に差分が生じるので、差動増幅器 70 に出力が現れる。

20

【0025】

以上の構成を備える電流センサ 1 を使用してバスバー 100 を伝達する電流を検出するときの、磁性薄膜 20 の位置ずれの影響について説明する。図 6 は、磁性薄膜 20 が位置決めされた状態の電流センサ 1 を示す平面模式図である。図 7 は、磁性薄膜 20 の位置ずれが発生した状態の電流センサ 1 を示す平面模式図である。図 6 および図 7 では、図中の下から上へ向かって矢印 CD に示すようにバスバー 100 内を電流が流れ、その電流によって発生する磁界の磁性薄膜 20 の位置における方向が矢印 MD で示される。

30

【0026】

磁性薄膜 20 の形成材料が有する結晶磁気異方性により、磁性薄膜 20 は、磁化されやすい結晶方位（磁化容易軸）と磁化困難な結晶方位（磁化困難軸）とを有する。図 6 および図 7 には、二点鎖線 EMA により磁化容易軸が示され、二点鎖線 HMA により磁化困難軸が示される。

【0027】

図 6 に示す磁性薄膜 20 が位置決めされた状態は、バスバー 100 を伝達する電流の方向 CD に磁化容易軸 EMA が沿い、磁性薄膜 20 における磁界の方向 MD に磁化困難軸 HMA が沿うように、バスバー 100 に対し磁性薄膜 20 の相対位置が定められた状態である。図 6 に示す位置決めされた状態は、バスバー 100 を流れる電流によって発生する磁界が磁化困難軸 HMA の方向において磁性薄膜 20 に印加する、理想的な状態である。

40

【0028】

一方、図 7 に示す磁性薄膜 20 が位置ずれした状態は、バスバー 100 に対し磁性薄膜 20 が角度 θ 分相対回転し、その結果磁化容易軸 EMA および磁化困難軸 HMA がそれぞれ電流の方向および磁界の方向 MD から角度 θ だけずれた状態である。図 7 に示す位置ずれした状態では、図 6 に示す理想状態のとき磁性薄膜 20 に印加する磁界の大きさの $\cos \theta$ 倍の大きさの磁界が磁化困難軸 HMA の方向において磁性薄膜 20 に印加し、理想状態のとき磁性薄膜 20 に印加する磁界の大きさの $\sin \theta$ 倍の大きさの磁界が磁化容易軸 EMA の方向において磁性薄膜 20 に印加する。

50

【 0 0 2 9 】

磁性薄膜 2 0 の位置ずれが生じると、理想状態に対し、磁性薄膜 2 0 の磁化方向が一方向に揃わなくなり、磁性薄膜 2 0 に対する磁界の印加方向が変化する課題が生じる。その結果、磁性薄膜 2 0 の表面 2 2 で反射する反射光に特性差が生じ、電流センサ 1 としての特性に差が生じるので、電流検出の感度が低下して、電流センサ 1 の計測精度が低下する問題がある。そのため、電流センサ 1 の計測精度を向上するために、バスバー 1 0 0 に対する磁性薄膜 2 0 の相対位置を図 6 に示す理想状態に保つことが、重要視されることになる。

【 0 0 3 0 】

そのため、本実施の形態の電流センサ 1 は、磁性薄膜 2 0 のバスバー 1 0 0 に対する相対回転を規制するための、回転規制部を備える。本実施の形態の場合、回転規制部は、磁性薄膜 2 0 の台座部 1 0 への搭載位置を規制する搭載位置規制部と、台座部 1 0 のバスバー 1 0 0 に対する相対回転を規制する台座固定部と、を含む。

10

【 0 0 3 1 】

図 1 ~ 4 に示す、磁性薄膜 2 0 を収容する収容部材 3 0 は、搭載位置規制部として機能する。収容部材 3 0 の収容穴に磁性薄膜 2 0 が収容された状態で、磁性薄膜 2 0 は収容穴の内壁面 3 4 によって囲繞される。収容穴の内壁面 3 4 は、収容穴の内部に収容された状態の磁性薄膜 2 0 を囲繞する縦壁部として機能する。台座部 1 0 に形成された窪み部 1 4 内に嵌合される収容部材 3 0 に、磁性薄膜 2 0 を固定するための縦壁部が設けられることにより、台座部 1 0 に対する磁性薄膜 2 0 の位置ずれが規制される。

20

【 0 0 3 2 】

図 1 ~ 4 に示すピン 4 0 は、台座固定部として機能する。基準ピンとしての二本のピン 4 0 が、台座部 1 0 に形成された貫通孔 1 3 と、バスバー 1 0 0 に形成された基準穴としての貫通孔 1 0 3 と、に亘って配置されることにより、バスバー 1 0 0 に対する磁性薄膜 2 0 の回転方向の位置ずれが規制される。

【 0 0 3 3 】

なお基準ピンは、台座部 1 0 からバスバー 1 0 0 側へ突起して貫通孔 1 0 3 に挿通されるものであればどのような構成でもよいので、台座部 1 0 およびバスバー 1 0 0 と別の部材であるピン 4 0 を使用する例に限られない。たとえば、台座部 1 0 の本体部 1 2 の一部に突起が形成され当該突起が貫通孔 1 0 3 に挿通されてもよい。またたとえば、貫通孔 1 0 3 がバスバー 1 0 0 を厚み方向に貫通していなくてもよく、台座部 1 0 の本体部 1 2 が載置される側のバスバー 1 0 0 の表面から窪んで形成された有底の穴に基準ピンが挿通されてもよい。

30

【 0 0 3 4 】

以上説明したように、本実施の形態の電流センサ 1 では、バスバー 1 0 0 に対して磁性薄膜 2 0 が位置決めされて、バスバー 1 0 0 に対する磁性薄膜 2 0 の相対回転が規制される。磁性薄膜 2 0 のバスバー 1 0 0 への搭載位置を規制し、バスバー 1 0 0 への磁性薄膜 2 0 の組付け時のバラつきを最小限に抑える構造にすることで、磁性薄膜 2 0 のバスバー 1 0 0 に対する位置ずれが抑制でき、電流センサ 1 の特性のばらつきを抑制することができる。したがって、電流センサ 1 による電流の検出精度を向上することができる。

40

【 0 0 3 5 】

また電流センサ 1 には、磁性薄膜 2 0 に対する入射光および反射光の角度を規制する制限部材が設けられている。磁性薄膜 2 0 に対する光の入射角および反射角は、入射光および反射光の進行方向と磁性薄膜 2 0 の表面に対する垂線との間の角度として定義されるが、入射角および反射角が大きすぎると、電流センサ 1 の感度が低下することが懸念される。磁性薄膜 2 0 の周囲に、磁性薄膜 2 0 の厚みに対して十分な高さを有する制限部材 3 6 を配置することにより、入射角および反射角の範囲を適切に制限して、電流センサ 1 の感度を最適にすることができる。

【 0 0 3 6 】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、今回開示された実施の形

50

態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。この発明の範囲は上記した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、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0037】

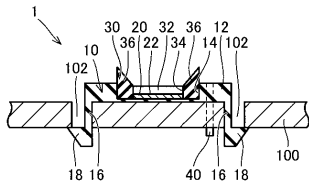
本発明の電流センサ1は、電気自動車用の電動機を駆動するために用いられるインバータを流れる電流を検出するための、インバータ用電流センサに、特に有利に適用され得る。

【符号の説明】

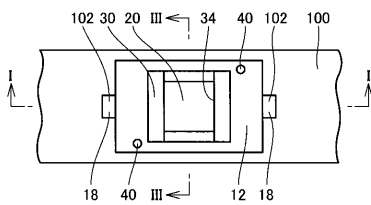
【0038】

1 電流センサ、10 台座部、12 本体部、13, 102, 103 貫通孔、14 窪み部、16 脚部、18 爪部、20 磁性薄膜、22 表面、30 収容部材、32 底面、34 内壁面、36 制限部材、40 ピン、50 発光装置、60 受光装置、61, 62 フォトダイオード、70 差動増幅器、100 バスバー、C D 電流の方向、E M A 磁化容易軸、H M A 磁化困難軸、M D 磁界の方向。

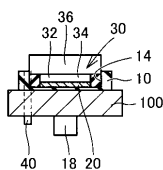
【図1】



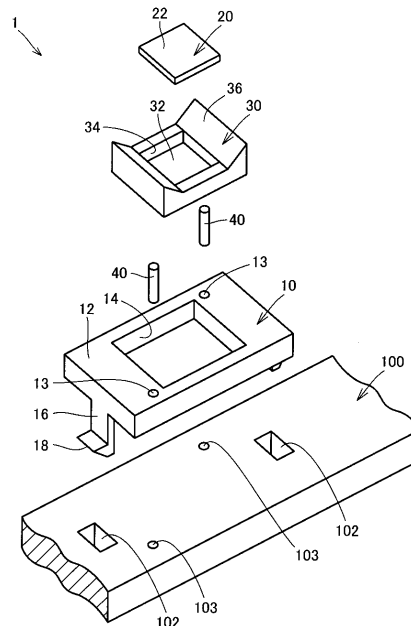
【図2】



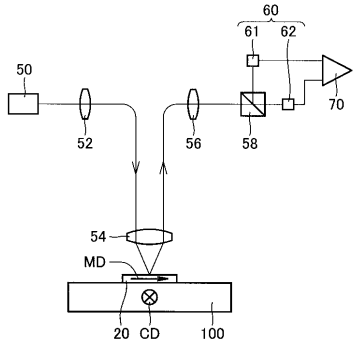
【図3】



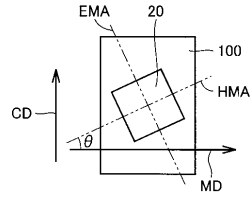
【図4】



【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】

