

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5945976号  
(P5945976)

(45) 発行日 平成28年7月5日(2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

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

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-253353 (P2013-253353)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成25年12月6日(2013.12.6)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2015-111080 (P2015-111080A)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
(43) 公開日	平成27年6月18日(2015.6.18)	(72) 発明者	中山 航 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成27年1月16日(2015.1.16)	(72) 発明者	後藤 健志 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	菅藤 政明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バスパモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電流センサ付きバスパモジュールであって、  
第1切欠が設けられている第1バスパと、  
第1バスパと平行に配置されており、第1バスパの延設方向で前記第1切欠と異なる位置に第2切欠が設けられている第2バスパと、  
前記第1切欠と前記第2切欠の双方に嵌合しているとともに、前記第1バスパと前記第2バスパの対向する側面に挟まれている基板と、  
前記第1切欠の内側に位置するように基板に固定されている第1磁電変換素子と、  
を備えていることを特徴とするバスパモジュール。

【請求項2】

前記第1磁電変換素子は、当該第1磁電変換素子を通り前記延設方向に直交する断面において、前記第2バスパの断面中心を通り第1バスパと第2バスパの並び方向に伸びる直線上に位置することを特徴とする請求項1に記載のバスパモジュール。

【請求項3】

前記第1及び第2バスパは幅広の側面と幅狭の側面を有しており、幅広の側面が互いに対向するように平行に配置されており、  
前記第1切欠は、前記第1バスパの幅狭の側面に設けられており、  
前記第2切欠は、前記第1切欠と同じ側の前記第2バスパの幅狭の側面に設けられている、

10

20

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバスバモジュール。

【請求項 4】

前記第 1 磁電変換素子を通り前記延設方向に直交する断面において、前記第 1 バスバの断面積が前記第 2 バスバの断面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のバスバモジュール。

【請求項 5】

前記第 2 切欠の内側に位置するように基板に固定されている第 2 磁電変換素子をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のバスバモジュール。

【請求項 6】

電流センサ付きバスバモジュールであって、  
クランク状の第 1 屈曲部が設けられている第 1 バスバと、  
第 1 バスバと平行に配置されており、第 1 バスバの延設方向で前記第 1 屈曲部と異なる位置にクランク状の第 2 屈曲部が設けられている第 2 バスバと、  
前記第 1 屈曲部と前記第 2 屈曲部の双方に嵌合しているとともに、前記第 1 バスバと前記第 2 バスバの対向する側面に挟まれている基板と、  
前記第 1 屈曲部の内側に位置するように基板に固定されている第 1 磁電変換素子と、  
前記第 2 屈曲部の内側に位置するように基板に固定されている第 2 磁電変換素子と、  
を備えていることを特徴とするバスバモジュール。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、複数のバスバを備えたバスバモジュールに関する。特に電流センサを備えたバスバモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

大電流を扱う電動車両では、走行用モータに電力を出力する電力変換装置においてバスバモジュールを用いる。電力変換装置は、バッテリーの直流電力を 3 相交流電力に変換するインバータ回路を含む。電動車両の電力変換装置は大電流を扱うため、インバータ回路の 3 相の出力を伝達するのにバスバモジュールが用いられる。3 相の出力を伝達するバスバモジュールは、平行に伸びている 3 本のバスバを有する。

30

【0003】

電力変換装置は 3 相の出力電流をモニタするために電流センサを備えることが多い。出力電流はバスバで伝達されるため、その電流センサはバスバに取り付けられることがある。従来の典型的な電流センサは、バスバを囲む C 字の集磁コアと、集磁コアの C 字のギャップに配置される磁電変換素子で構成されていた。集磁コアは、バスバを流れる電流に起因してバスバの周りに発生する磁束を集中させる。集磁コアの C 字のギャップに配置された磁電変換素子には、集磁コアで集められた磁束が通過する。磁電変換素子は、通過する磁束の大きさ（磁束密度）を検出する。電流と磁束密度には一意の関係があるので、検出した磁束密度の大きさがバスバを流れる電流の大きさに対応する。

【0004】

40

近年、磁電変換素子の感度が向上し、集磁コアなしで磁電変換素子だけの電流センサも登場してきている。そのような電流センサは集磁コアがないのでコンパクトである。しかし、集磁コアを伴わないので感度が十分ではない場合が多い。

【0005】

そこで、集磁コアなしの電流センサの感度を高める技術が特許文献 1 及び特許文献 2 で提案されている。特許文献 1 と特許文献 2 の技術は次の通りである。特許文献 1 と 2 の技術は、バスバモジュールのように平行に配置されているバスバを流れる電流を計測する電流センサに関する。各バスバにはクランク状の折り曲げ部が設けられており、その折り曲げ部に磁電変換素子が配置される。平行な各バスバの折り曲げ部は、バスバの延設方向において異なる位置に設けられている。従って磁電変換素子も延設方向で相互に異なる位置

50

に配置される。磁電変換素子の位置がバスバの延設方向で異なるので、バスバのクランク状の折り曲げ部は、他のバスバに配置された磁電変換素子に影響を与えない。即ち、特許文献1及び2の技術は、バスバの磁界を計測する磁電変換素子のSN比が、隣接するバスバのクランク状の折り曲げ部の影響で低下してしまうことを防止する。

【0006】

また、特許文献1には、各バスバに配置する磁電変換素子を1枚の基板に取り付けることが開示されている。そして、基板にスリットを設け、そのスリットにバスバを通す。

【0007】

また、特許文献2には、磁電変換素子の計測対象のバスバに隣接するバスバが発生する磁束密度が磁電変換素子の感磁面と平行になるように、磁電変換素子と隣接するバスバのレイアウトを決定する。そうすると、隣接するバスバが発生する磁束密度は磁電変換素子の感磁面を貫かないので、隣接するバスバの影響を抑えることができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】国際公開WO2013/005459号公報

【特許文献2】特開2001-74783号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

20

集磁コアを有しない磁電変換素子では、バスバに対する設置位置を正確に確保しないと電流計測の精度が落ちる。本明細書は、従来の技術を改善し、隣接するバスバが発生する磁界の影響を抑制するとともに、バスバと磁電変換素子の相対的位置を正確に確保して電流計測の精度を高めたバスバモジュールを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本明細書が開示するバスバモジュールは、平行な複数のバスバと、少なくとも一つの磁電変換素子を備える。以後、複数のバスバを、「第1バスバ」及び「第2バスバ」で表現する。第1バスバには第1切欠が設けられている。第2バスバには、第1バスバの延設方向で第1切欠と異なる位置に第2切欠が設けられている。さらに、本明細書が開示するバスバモジュールは、第1切欠と第2切欠の双方に嵌合しているとともに、第1バスバと第2バスバの対向する側面に挟まれている基板を備える。第1磁電変換素子は、第1切欠の内側に位置するように基板に固定されている。

30

【0011】

上記のバスバモジュールでは、基板が、バスバの延設方向と、複数のバスバの並び方向の2方向について複数のバスバの正確な相対位置を確保する。さらにその基板に磁電変換素子が備えられていることによって、磁電変換素子とバスバとの正確な相対位置が確保される。上記のバスバモジュールは、基板によって複数のバスバと磁電変換素子の正確な相対位置が確保できるので、電流計測精度が高まる。また、上記のバスバモジュールは、一枚の基板を複数のバスバに組み付けることで複数のバスバと磁電変換素子の相対位置が定まる。従って、バスバモジュールの簡単な組み立て作業によって、高い相対位置精度を得ることができる。

40

【0012】

また、切欠はバスバの断面積を小さくする。バスバの断面積が小さくなると電流密度が高まる。電流密度が高まるとその電流に起因してバスバの周囲に発生する磁束密度が高まることが知られている。上記のバスバでは、磁電変換素子の計測対象のバスバでは切欠によって電流経路を狭めて磁束密度を高めるとともに、計測対象のバスバに隣接するバスバでは切欠を延設方向で異なる位置に設けることによって、隣接するバスバが発生する磁束の影響(即ちノイズ)を抑制する。

【0013】

50

磁電変換素子とバスバとの高い位置決め精度は、切欠以外でも実現することができる。例えば、クランク状の屈曲部でも実現することができる。本明細書が開示するバスバモジュールの別の態様は、次の構造を備える。第1バスバは、クランク状の第1屈曲部を有する。第1バスバと平行に配置されている第2バスバは、第1バスバの延設方向で第1屈曲部と異なる位置にクランク状の第2屈曲部を有する。磁電変換素子が固定される基板は、第1屈曲部と第2屈曲部の双方に嵌合しているとともに、第1バスバと第2バスバの対向する側面に挟まれている。第1磁電変換素子は、第1屈曲部の内側に位置するように基板に固定されている。第2磁電変換素子は、第2屈曲部の内側に位置するように基板に固定されている。ここで、クランク状の屈曲部は、バスバ延設方向を基準として、一方向に90度折れ曲がり、次いで-90度折れ曲がり、さらに-90度折れ曲がり、最後に90度折れ曲がっている部位である。さらに別言すれば、屈曲部は、バスバに窪みが形成されるように折れ曲がった部位である。上記の屈曲部を備えることによっても、前述のバスバモジュールと同様に、一枚の基板で複数のバスバと磁電変換素子の正確な相対位置を得ることができる。なお、「バスバの延設方向」とは、細長い金属板(棒)であるバスバの長手方向であって、電流の流れる方向を意味する。

10

## 【0014】

第1磁電変換素子は、第1バスバを流れる電流に起因して第1バスバの周りに発生する磁束(磁束密度)を計測する。第1磁電変換素子が計測した磁束密度の大きさは、第1バスバを流れる電流の大きさに一意に対応する。従って、第1磁電変換素子が計測する磁束密度から第1バスバに流れる電流の大きさが得られる。以下、説明を簡単にするため、第1磁電変換素子が計測する磁束密度から第1バスバに流れる電流の大きさが得られることを、「第1磁電変換素子によって第1バスバの電流が計測される」と表現することがある。

20

## 【0015】

第1磁電変換素子が計測する磁束密度には、第2バスバを流れる電流に起因する磁束密度も含まれる。第2バスバを流れる電流に起因する磁束密度は、第1磁電変換素子にとってノイズである。ここで、一般に、電流密度が大きくなると磁束密度も大きくなることが知られている。本明細書が開示するバスバモジュールでは、第1磁電変換素子を通る断面において、第1バスバの断面積が、第2バスバの断面積よりも小さい。ゆえに、第1バスバと第2バスバに同じ大きさの電流が流れると想定した場合、第1バスバの電流に起因する磁束密度は、第2バスバの電流に起因する磁束密度よりも相対的に大きくなる。従って、第1磁電変換素子が計測する磁束密度において、第2バスバの電流に起因する磁束密度の影響を、第1バスバの電流に起因する磁束密度に対して相対的に小さくすることができる。すなわち、本明細書が開示するバスバモジュールは、磁束の計測ポイントにおいて平行なバスバの断面積を異ならしめることによって、第1磁電変換素子のSN比(Signal Noise Ratio)を高くする。

30

## 【0016】

なお、本明細書が開示するバスバモジュールは、第2バスバの電流を計測する磁電変換素子(第2磁電変換素子)を備えることも好適である。その場合、第2磁電変換素子は、第1及び第2バスバの延設方向に沿って第1磁電変換素子と異なる位置で、第2バスバの側面に対向するように配置される。そして、第2磁電変換素子を通り第1及び第2バスバの延設方向と直交する第2断面における第2バスバの断面積を第1バスバの断面積よりも小さくする。上記の構成によると、第1磁電変換素子と同様に、第2磁電変換素子のSN比が向上する。

40

## 【0017】

第1及び第2バスバの一態様では、第1磁電変換素子は、第1磁電変換素子を通りバスバの延設方向に直交する断面において、第2バスバの断面中心を通り第1バスバと第2バスバの並び方向に伸びる直線上に位置することが好ましい。この場合、第1磁電変換素子の感磁面が上記の直線と交差するように第1磁電変換素子を配置する。そうすると、第2バスバの電流に起因する磁束は、感磁面と平行となる。それゆえ、第2バスバの磁束が第

50

1 磁電変換素子に与える影響が低減される。

【0018】

第1及び第2バスバのさらに別の態様では、それらのバスバは、幅広の側面と幅狭の側面を有する扁平形状である。なお、バスバが幅広の側面と幅狭の側面を有する扁平形状であることを以下では「バスバの断面が扁平である」と表記する場合がある。そして、第1バスバと第2バスバは、幅広の側面（幅広側面）が互いに対向するように配置される。別言すると、第1磁電変換素子は、第2バスバの幅広の側面と対向する。前述したように、第1磁電変換素子は、その感磁面が、第2バスバの断面中心を通り第1バスバと第2バスバの並び方向に伸びる直線と交差するように配置される。別言すれば、第1磁電変換素子の感磁面が第2バスバの幅広の側面と平行となっている。一方、第2バスバの電流に起因する磁束（第2バスバが発生する磁束）は、第2バスバを一巡するが、幅広の側面と対向する範囲では磁束が幅広の側面とほぼ平行となる。そうすると、第2バスバが発生する磁束は第1磁電変換素子の感磁面を貫かない。そして、第2バスバが発生する磁界は第2バスバの幅広の側面と平行なので、第1磁電変換素子の位置が第2バスバの幅広の側面の幅方向にずれても、第2バスバが発生する磁界は第1磁電変換素子の感磁面に平行なままとなる。即ち、第2バスバの幅広の側面の幅方向で第1磁電変換素子の位置がずれても、第2バスバの磁束が第1磁電変換素子に与える影響は変化し難い（位置ずれに対して外乱の影響を受け難い）。第1磁電変換素子の位置ずれに対する電流計測精度のばらつきを抑えることができる。

10

【0019】

また、断面が扁平なバスバに切欠を設ける場合、バスバの幅狭の側面にバスバを設けるとよい。別言すれば、幅広の側面を貫通する切欠を設ける。切欠を幅狭の側面に設けることによって、幅広の側面に設ける場合と比較して切欠をより深くできる。そうすると、切欠内部における磁電変換素子の配置の自由度が大きくなる。

20

【0020】

また、発明者らの検討によると、断面積が同じで電流の大きさも同じ場合、断面のアスペクト比が1.0に近いほど、電流密度が大きくなることが判明した。従って、バスバの幅狭の側面に切欠を設けると、バスバ残部（バスバ断面で切欠から残る部分）の断面のアスペクト比が小さくなるので、第1バスバの電流密度がより一層高くなる。

【発明の効果】

30

【0021】

本明細書は、複数のバスバと、少なくとも1本のバスバの電流を計測する磁電変換素子を備えるバスバモジュールに関し、隣接するバスバが発生する磁界の影響を抑制するとともに、バスバと磁電変換素子の相対的位置を正確に確保して電流計測の精度を高めたバスバモジュールを提供する。本明細書が開示する技術の詳細とさらなる改良は以下の「発明を実施するための形態」にて説明する。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施例のバスバモジュールの斜視図である。

【図2】バスバモジュールの斜視図である（基板を外した状態）。

40

【図3A】図1のIIIA - IIIA線におけるバスバモジュールの断面図である。

【図3B】図1のIIIB - IIIB線におけるバスバモジュールの断面図である。

【図4】バスバの周囲に発生する磁束密度と磁電変換素子の関係を示す図である。

【図5】第1変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である。

【図6】第1変形例のバスバ（バスバモジュール）の断面図である。

【図7】第2変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である。

【図8】第3変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である。

【図9A】磁電変換素子をバスバの幅狭の側面に対向するように配置したときの断面図である。

【図9B】磁電変換素子をバスバの幅広の側面に対向するように配置したときの断面図で

50

ある。

【図10】図9Aのケースと図9Bのケースで磁電変換素子の位置における磁束密度のシミュレーションのグラフである。

【図11】第4変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である。

【図12】第5変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である。

【図13】第5変形例のバスバ（バスバモジュール）の斜視図である（基板を外した状態）。

【発明を実施するための形態】

【0023】

図面を参照して実施例のバスバモジュールを説明する。図1と図2にバスバモジュール10の斜視図を示す。なお、図2は、センサ基板5を外したバスバモジュールの斜視図である。また、図1と図2には、バスバモジュール10に連結される積層ユニット50も示してある。図1と図2では、バスバモジュール10を積層ユニット50よりも拡大して描いてあることに留意されたい。

10

【0024】

まず、積層ユニット50を概説する。積層ユニット50は、電動車両の走行用モータに電力を供給するインバータの主要部である。積層ユニット50は、パワー半導体素子を樹脂で封止した平板型のパワーカード51a-51cと平板型の冷却器52を交互に積層したデバイスである。各パワーカードには、2個のパワー半導体素子の直列回路が埋め込まれている。パワー半導体素子は、典型的にはIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）である。直列回路の中間からモータに供給する交流が出力される。端子53a-53cが、3枚のパワーカード51a-51cのそれぞれの出力端子である。端子53a-53cのそれぞれから、U相の交流、V相の交流、W相の交流が出力される。電動車両の走行用のモータは出力が大きく、端子53a-53cからは大電流が出力される。大電流をパワーカードからモータへ伝達するため、内部抵抗が小さいバスバモジュール10が用いられる。バスバは、一般に、細長い金属板（あるいは金属棒）で作られる。

20

【0025】

バスバモジュール10は、積層ユニット50のUVW3相交流出力をインバータ筐体の外部端子（不図示）へ伝達する導電部品である。UVW3相の交流を出力するため、バスバモジュール10は、3本のバスバ2、3、4を有する。3本のバスバ2、3、4は、樹脂のホルダ9によって平行にまとめられている。バスバ2の一端12がパワーカード51aの端子53aに接続されており、バスバ3の一端13がパワーカード51bの端子53bに接続されており、バスバ4の一端14がパワーカード51cの端子53cに接続されている。3本のバスバの他端はインバータのケースに設けられる端子台（不図示）に接続される。平行に伸びる3本のバスバ2-4は、不図示の他のデバイスを迂回すべく、幾度か屈曲している。

30

【0026】

インバータは出力電流をフィードバック制御するため、出力電流を計測する電流センサを備えることが多い。その電流センサは、バスバモジュール10に組み込まれている。電流センサの主要部品は、磁電変換素子6a-6cである。磁電変換素子は、バスバを流れる電流に起因してバスバの周囲に発生する磁界（磁束密度）を検出する。なお、以下では、磁電変換素子6a-6cを区別なく示すときには「磁電変換素子6」と表現する。図1、図2に示すように、磁電変換素子6は集磁コアを伴わない、コアレスのセンサである。

40

【0027】

磁電変換素子6a-6cのセンサ信号はセンサ基板5に実装された信号処理チップ（不図示）により、電流の大きさに変換される。測定された電流は、不図示のコントローラへ送信される。バスバ2に対向配置されている磁電変換素子6aがバスバ2に流れる電流に起因する磁束を検出する。バスバ3に対向配置されている磁電変換素子6bがバスバ3に流れる電流に起因する磁束を検出する。バスバ4に対向配置されている磁電変換素子6cがバスバ4に流れる電流に起因する磁束を検出する。即ち、各バスバに配置された磁電変

50

換素子 6 とセンサ基板が電流センサに相当する。

【 0 0 2 8 】

図 2 に、センサ基板 5 を外したバスバモジュール 1 0 の斜視図を示す。磁電変換素子 6 はセンサ基板 5 の下面に取り付けられているが、図 2 では磁電変換素子 6 をセンサ基板 5 から離して描いてある。図 2 における磁電変換素子 6 の位置は、センサ基板 5 をバスバ 2 - 4 に取り付けたときの位置である。なお、図 1 では、磁電変換素子 6 は隠れ線（破線）で描いてある。

【 0 0 2 9 】

図 1、図 2 によく示されているように、バスバ 2 - 4 の夫々には、切欠 2 a - 4 a が設けられており、磁電変換素子 6 はその切欠 2 a - 4 a の内側に配置されている。切欠は、断面矩形のバスバの幅狭の側面から設けられている。切欠がバスバの幅狭の側面から設けられているとは、別の観点から表現すると、切欠はバスバの幅広の側面を貫通するように設けられている、ということである。また、切欠 2 a - 4 a は、バスバの同じ側の側面に設けられている。さらにまた、隣接するバスバの切欠はバスバの延設方向（図の X 軸方向）において異なる位置に設けられている。なお、矩形断面のバスバは、別言すれば、断面が扁平である。

【 0 0 3 0 】

なお、「扁平」であるとは、矩形の場合だけでなく、楕円や、一部に突起を有する形状も含まれる。また、磁電変換素子が切欠の内側に配置されている、とは、切欠が画定する空間（切欠の両側面と底面で囲まれる空間）に少なくとも磁電変換素子の一部が含まれていればよく、磁電変換素子の全部が切欠が画定する空間に含まれていないくともよい。また、隣接する切欠がバスバの延設方向において異なる位置に設けられている、とは、隣接する切欠がバスバと直交する方向において全く重ならない場合だけでなく、一部が重なっていればよい。ただし、後者の場合は、一方のバスバの切欠の内側に配置された磁電変換素子と、他方のバスバの切欠とが、バスバ延設方向において重ならないように設ければよい。

【 0 0 3 1 】

3 個の磁電変換素子 6 を固定しているセンサ基板 5 について説明する。センサ基板 5 は、その平面が複数のバスバ 2 - 4 と平行になるように配置される。また、センサ基板 5 は、3 本のバスバ 2 - 4 の夫々の切欠 2 a - 4 a に嵌合している。センサ基板 5 の端部が、夫々の切欠の対向する側面に当接する。従って、センサ基板 5 が切欠に嵌合することで、複数のバスバは、バスバ長手方向（図中の X 軸方向）の相対位置が保持される。さらに、センサ基板 5 は、隣接するバスバの対向面の間に挟まれている。例えば、センサ基板 5 の一部は、隣接するバスバ 2 とバスバ 3 の間に挟まれており、また、センサ基板 5 の別の一部は、隣接するバスバ 3 とバスバ 4 の間に挟まれている。従って、センサ基板 5 が側面に当接することで、隣接するバスバの間隔が保持される。このように、センサ基板 5 は、磁電変換素子 6 を支持するだけでなく、3 本のバスバ 2 - 4 の相対位置を保持する役割を果たす。従って、センサ基板 5 により、平行な複数のバスバと、各バスバに対向する磁電変換素子 6 の相対位置が保持されることにより、バスバモジュールを量産したときに電流計測精度（磁束検出精度）のばらつきが小さくなる。

【 0 0 3 2 】

磁電変換素子 6 a が検出する磁束には隣接するバスバ 3 が発生する磁束も含まれる。同様に、磁電変換素子 6 b が検出する磁束には隣接するバスバ 2 とバスバ 4 が発生する磁束も含まれる。検出対象のバスバに隣接するバスバが発生する磁束はノイズに相当する。バスバモジュール 1 0 は、隣接するバスバが発生するノイズの影響を抑制する構造を備える。次に、ノイズを抑制するための構造について説明する。

【 0 0 3 3 】

図 1 の IIIA - IIIA 線における断面を図 3 A に示す。また、図 1 の IIIB - IIIB 線における断面を図 3 B に示す。図 3 A は、磁電変換素子 6 a と 6 c を通り、バスバの延設方向（図中の X 軸方向）に直交する断面を表している。以下、バスバの延設方向を単に「延設方向

10

20

30

40

50

」と称することがある。図 3 B は、磁電変換素子 6 b を通り、延設方向に直交する断面を表している。

【 0 0 3 4 】

互いに隣接するバスバ 2 とバスバ 3 に着目する。図 3 A の断面においては、バスバ 2 を流れる電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子 6 a は、バスバ 2 の切欠 2 a の底面に対向配置されている。また、この図 3 A の断面において、バスバ 2 の断面積は切欠 2 a によって小さくなっており、バスバ 3 の断面積よりも小さい。また、図 3 B の断面においては、バスバ 3 を流れる電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子 6 b は、バスバ 3 の切欠 3 a の底面に対向配置されている。また、この図 3 B の断面において、磁電変換素子 6 b が配置されているバスバ 3 の断面積は切欠 3 a によって小さくなっており、バスバ 2 の断面積よりも小さい。即ち、バスバモジュール 10 では、第 1 磁電変換素子（例えば磁電変換素子 6 a）が第 1 バスバ（例えばバスバ 2）の側面に対向するように配置されており、第 1 磁電変換素子（磁電変換素子 6 a）を通過する延設方向と直交する第 1 断面（図 3 A）における第 1 バスバ（バスバ 2）の断面積が第 2 バスバ（バスバ 3）の断面積よりも小さい。そして、第 2 磁電変換素子（例えば磁電変換素子 6 b）が第 2 バスバ（例えばバスバ 3）の側面に対向するように配置されており、第 2 磁電変換素子（磁電変換素子 6 b）を通過する延設方向と直交する第 2 断面（図 3 B）における第 2 バスバ（バスバ 3）の断面積が第 1 バスバ（バスバ 2）の断面積よりも小さい。なお、切欠以外の部位では、バスバ 2 の断面積とバスバ 3 の断面積は同じである。互いに隣接するバスバ 3 とバスバ 4 に着目しても同様のことがいえる。

10

20

【 0 0 3 5 】

断面積の相違の効果を説明する。一般に、電流密度が高いほど、その電流に起因して発生する磁束密度も高くなる。例えば、同じ大きさの電流が流れる場合、電流経路の断面積が小さく、電流密度が高いほど、その電流に起因して発生する磁束密度も高くなる。実施例のバスバモジュール 10 では、バスバ 2 の磁束（電流）を検出する磁電変換素子 6 a を通る断面（図 3 A）において、バスバ 2 の断面積が、隣接するバスバ 3 の断面積よりも小さい。仮にバスバ 2 とバスバ 3 に同じ大きさの電流が流れた場合（電流に起因する磁束が検出された場合）、磁電変換素子 6 a を通る断面において、バスバ 2 の回りに発生する磁束密度がバスバ 3 の回りに発生する磁束密度よりも高くなる。従って、磁電変換素子 6 a は、バスバ 2 に流れる電流に起因する磁束に対して相対的に感度が高くなり、バスバ 3 に流れる電流に起因する磁束に対して相対的に感度が低くなる。バスバ 2 を流れる電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子 6 a にとってバスバ 3 を流れる電流に起因して発生する磁束密度はノイズに相当する。従って、上記の構成は、磁電変換素子 6 a の S N 比（Signal Noise Ratio）を高める。他の磁電変換素子 6 b、6 c についても同様である。

30

【 0 0 3 6 】

また、図 3 A において、破線 C L は、バスバ 3 の断面中心 C 3 を通り、バスバの並び方向に伸びる中心線を表している。バスバ 2 に対向配置された磁電変換素子 6 a、及び、バスバ 4 に対向配置された磁電変換素子 6 c は、ともに、中心線 C L を通る。同様に、図 3 B に示されているように、バスバ 3 に対向配置されている磁電変換素子 6 b は、バスバ 2 の断面中心 C 2 とバスバ 4 の断面中心 C 4 を通りバスバの並び方向に伸びる中心線 C L を通る。なお、断面中心は、バスバを流れる電流のバスバ断面における電流密度の中心と等価である。ここで、電流密度の中心とは、バスバ断面において点で表される、バスバ断面に分布する電流が形成する誘導磁界と同じ誘導磁界を形成する電流密度無限大の仮想的な電流経路のことである。例えば、第 1 断面が矩形であれば、その矩形の中心点を指す。断面矩形に突部を備える場合、電流密度の中心も、その突部が突出する方向に移動することになる。

40

【 0 0 3 7 】

上記のレイアウトの利点を図 4 を参照して説明する。図 4 は、図 3 A においてバスバ 2 とバスバ 3 の断面を拡大したものである。前述したように、バスバ 2 を流れる電流に起因する磁束密度を検出する磁電変換素子 6 a は、隣接するバスバ 3 の断面中心 C 3 を通り、

50

複数のバスバの並び方向に伸びる中心線CLの上に位置する。一般に、磁電変換素子は、磁束を検知する側面（感磁面）が決まっており、図4では符号7が感磁面を示す。感磁面7が磁束と直交するときがもっとも磁束検出の感度が高い。図4に示したように、感磁面7は、バスバ2を流れる電流に起因する磁束G2と直交するが、バスバ3を流れる電流に起因する磁束G3とは平行である。別言すると、バスバ2を流れる電流に起因する磁束G2は感磁面7と垂直に交わるが、バスバ3を流れる電流に起因する磁束G3は感磁面7とほとんど交差しない。それゆえ、磁電変換素子6aは、バスバ2が発生する磁束に対する感度が高く、バスバ3が発生する磁束に対する感度が低い。すなわち、磁電変換素子6aのSN比が高い。なお、電流は、バスバ2（バスバ3）の断面において紙面奥側から手前側に流れていると仮定している。また、電流に起因する磁束を考える場合は、バスバの断面中心を電流が集中して流れると仮定してよい。即ち、磁束G2を表す曲線はバスバ2の断面中心C2を中心とする円に相当し、磁束G3を表す曲線はバスバ3の断面中心C3を中心とする円に相当する。他の磁電変換素子6b、6cについても同様である。

10

## 【0038】

上記のレイアウトは、次のように表現することもできる。即ち、バスバ2に対向配置されている磁電変換素子6aは、その感磁面7が、隣接するバスバ3の断面中心C3と磁電変換素子6aを通る直線CLに対して直交するように配置されている。

## 【0039】

図1から図4で説明したバスバモジュール10では、各バスバの断面が矩形（扁平）であり、幅広の側面同士を対向させるように複数のバスバが配置されている。以下、バスバの形状が、図1から図4で示したバスバ2-4と異なるタイプのバスバモジュールについて説明する。即ち、バスバモジュール10の変形例を説明する。なお、以下では、バスバの形状が異なるだけであるので、基板とバスバモジュール全体の図示は省略する。また、本明細書が開示するバスバは2本以上であれば何本でもよいが、以下では2本のバスバに着目して説明する。

20

## 【0040】

（第1変形例）図5は、第1変形例のバスバ102、103を有するバスバモジュール110の斜視図である。なお、前述したように、センサ基板、及び、バスバモジュール全体の図示は省略している。図5は、磁電変換素子6a、6bの付近のみを表しており、バスバ102、103は、それら一部だけが示されている。以降の図でも同様である。

30

## 【0041】

バスバ102とバスバ103は、断面が扁平であり、幅広の側面が対向するように配置されている。バスバ102とバスバ103は、延設方向で異なる位置に切欠102a、103aが設けられている。夫々の切欠の内側に磁電変換素子6a、6bが配置されている。ここまでの構成は、図1のバスバモジュール10と同じである。

## 【0042】

バスバ102は、幅広の側面に、延設方向に伸びる突条102bを有している。同様に、バスバ103も幅広の側面に、延設方向に伸びる突条103bを有している。前述したように、「延設方向」は、バスバの長手方向を意味し、図中のX軸方向に相当する。バスバ103の突条103bは、隣接するバスバ2から遠い側の側面に設けられている。

40

## 【0043】

突条102b、103bの利点を説明する。図6に、図5のIV-IV線における断面図を示す。図6の断面は、バスバ102の磁電変換素子6aを通り、延設方向に直交する断面である。図6によく示されているように、バスバ102とバスバ103は幅広の側面を対向させており、バスバ103の突条103bは、バスバ2から遠い側の側面に設けられている。図6に図示されているようにバスバ3の断面中心C103bは、突条103bがない場合の断面中心C103aよりも距離Sだけ、隣接するバスバ2の電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子6aから離れる。バスバ3の断面中心C103bは、電流密度の中心に相当する。即ち、バスバ103を流れる電流の中心が、突条103bを設けることによって磁電変換素子6aから離れる。従って、バスバ3を流れる電流に起因する磁束が

50

磁電変換素子 6 a の計測磁束密度（計測電流）に与える影響が小さくなる。図 5 と図 6 に示したバスバの形状は、電流計測の S N 比（電流に起因する磁束の検出 S N 比）をさらに高める。

【 0 0 4 4 】

バスバ 1 0 2 に設けられている突条 1 0 2 b は、隣接するバスバ 1 0 3 から離れる方向の側面に設けられている。従って、バスバ 1 0 3 の突条 1 0 3 b と同様に、突条 1 0 2 b は、バスバ 1 0 2 が発生する磁界の磁電変換素子 6 b（隣接するバスバ 1 0 3 の電流（磁束）を検知する磁電変換素子 6 b）への影響を低減する。

【 0 0 4 5 】

（第 2 変形例）突条 1 0 2 b、1 0 3 b の代わりに、突部であっても同じ効果が得られる。図 7 は、バスバ 2 0 2、2 0 3 の側面に突部 2 0 2 b、2 0 3 b が設けられたバスバモジュール 2 1 0 の一部を示す。バスバ 2 0 2 には切欠 2 0 2 a が設けられており、その切欠 2 0 2 a に、バスバ 2 0 2 を流れる電流に起因して発生する磁束を検出する磁電変換素子 6 a が配置されている。磁電変換素子 6 a を通る断面において、隣接するバスバ 2 0 3 には、磁電変換素子 6 a から離れる方向の側面に突部 2 0 3 b が設けられている。バスバモジュール 2 1 0 では、磁電変換素子 6 a を通る断面の形状は図 6 と同じになる。従ってバスバモジュール 2 1 0 もバスバモジュール 1 1 0 と同じ効果が得られる。バスバ 2 0 2 に設けられた突部 2 0 2 b についても同様の効果が得られる。

【 0 0 4 6 】

（第 3 変形例）これまで説明したバスバモジュールでは、複数のバスバは幅広の側面を対向させていた。本明細書が開示する技術は、複数のバスバが、幅狭の断面を対向するように配置されていてもよい。図 8 に、第 3 変形例のバスバモジュール 3 1 0 の一部を示す。図 8 は、バスバモジュール 3 1 0 において隣接する 2 本のバスバ 3 0 2、3 0 3 の配置を示す斜視図である。バスバ 3 0 2 と 3 0 3 は、その幅狭の側面を対向させて平行に配置される。各バスバ 3 0 2、3 0 3 は幅広の側面に切欠 3 0 2 a、3 0 3 a が設けられている。切欠 3 0 2 a、3 0 3 a は、バスバの延設方向（図中の X 軸方向）に沿って異なる位置に設けられている。各切欠の内部に、磁電変換素子 6 a、6 b が配置されている。磁電変換素子 6 a、6 b は、夫々の切欠の底面に対向するように配置されている。夫々の磁電変換素子 6 a、6 b は、夫々のバスバに流れる電流に起因して発生する磁界（磁束密度）を検出する。磁界は流れる電流と一意の関係があるので、夫々の磁電変換素子 6 a、6 b が検出する磁束密度により、夫々のバスバに流れる電流の大きさが特定できる。

【 0 0 4 7 】

図 1 - 図 4 に示したバスバモジュール 1 0 と、図 8 のバスバモジュール 3 1 0 は、断面矩形のバスバの姿勢（延設方向からみたときのバスバの姿勢）が異なるだけである。本明細書が開示する技術はバスバモジュール 1 0 とバスバモジュール 3 1 0 を与えるが、バスバモジュール 3 1 0 よりもバスバモジュール 1 0 の方が電流計測の S N 比が高い。その理由を説明する。

【 0 0 4 8 】

図 9 A は、磁電変換素子 6 をバスバ 4 0 2 の幅狭の側面に対向するように配置したときの断面図を示しており、図 9 B は、磁電変換素子 6 をバスバ 4 0 3 の幅広の側面に対向するように配置したときの断面図を示している。図 9 A のケースでは、磁電変換素子 6 に対向する側面（幅狭の側面）の幅  $W a$  と、その側面に交差する側面（幅広の側面）の幅  $H a$  の比が、 $W a / H a = 1 / 10$  である。図 9 B のケースでは、磁電変換素子 6 に対向する側面（幅広の側面）の幅  $W b$  と、その側面に交差する側面（幅狭の側面）の幅  $H b$  の比が、 $W b / H b = 10 / 1$  である。即ち、バスバ 4 0 3 は、その延設方向からみたときにバスバ 4 0 2 を 90 度回転させたものに相当する。図 9 A のケースと図 9 B のケースの夫々について、磁電変換素子 6 の中心位置（図 9 A の場合はポイント P 2、図 9 B の場合はポイント P 3）における磁束密度の強さをシミュレーションにより求めた。

【 0 0 4 9 】

シミュレーションの結果を図 10 に示す。図 9 A のケースも図 9 B のケースもバスバの

10

20

30

40

50

断面積は同じである。また、図 9 A のケースと図 9 B のケースに同じ電流を与えてシミュレーションした。グループ A (四角のプロット群) が図 9 A のケースの結果であり、グループ B (三角のプロット群) が図 9 B のケースの結果を示す。なお、グループ C (円のプロット群) は、同じ断面積であって、アスペクト比が 1.0、即ち、断面が正方形のケースの結果を示している。いずれのグループも、バスバの断面中心から磁束検出ポイントまでの距離 L を変えてシミュレーションした結果である。距離 L は、図 9 A のケースの場合は、バスバ断面中心 C 4 0 2 から磁束検出ポイント P 2 までの距離であり、図 9 B の場合は、バスバ断面中心 C 4 0 3 から磁束検出ポイント P 3 までの距離である。基本的に、図 9 A のケースの方が、図 9 B のケースよりも距離 L が長い。図 10 のグラフに表れているように、グループ A (バスバの幅狭の側面に対向するように磁電変換素子を配置するケース)の方が、グループ B (バスバの幅広の側面に対向するように磁電変換素子を配置するケース)よりも、磁電変換素子を配置するポイントにおける磁束密度が高いことがわかる。この結果から、バスバの幅狭の側面から切欠を設け、その切欠に磁電変換素子を配置する方が、バスバの幅広の側面から切欠を設け、その切欠に磁電変換素子を配置するよりも電流計測の S/N 比を高くできることがわかる。

10

#### 【0050】

また、断面のアスペクト比が 1.0 に近いほどバスバの周囲に発生する磁束密度が高くなる(図 10 のグループ C の結果を参照)。扁平な断面の幅狭の側面に切欠を設けると、バスバの残部の断面形状のアスペクト比は 1.0 に近くなっていく。この点も、電流計測の S/N 比を高めることに寄与する。

20

#### 【0051】

さらにまた、バスバの幅広の側面を対向させるとともに、切欠を幅狭の側面に設けることは、次の効果も奏する。図 4 によく示されているように、バスバ 2 を流れる電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子 6 a は、電流計測対象(磁束検出対象)のバスバ 2 に隣接するバスバ 3 の幅広の側面と対向する位置関係となる。前述したように、幅広の側面に対向するように磁電変換素子を配置すると(図 10 のグループ B)、幅狭の側面に対向するように磁電変換素子を配置する場合(図 10 のグループ A)と比較して磁電変換素子が検出する磁束密度が小さくなる。そして、磁電変換素子 6 a の位置ではバスバ 3 を流れる電流に起因する磁界は、磁電変換素子 6 a の感磁面 7 と平行である。一方、隣接するバスバ 3 の電流に起因する磁束(バスバ 3 を流れる電流が発生する磁束)は、電流計測対象(磁束検出対象)のバスバ 2 を一巡するが、幅広の側面と対向する範囲では磁束が幅広の側面とほぼ平行となる。そうすると、バスバ 3 が発生する磁束は磁電変換素子 6 a の感磁面 7 を貫かない。そして、バスバ 3 が発生する磁界はバスバ 3 の幅広の側面と平行なので、磁電変換素子 6 a の位置がバスバ 2 の幅広の側面の幅方向(図 4 のプラスマイナス Z 方向)にずれても、バスバ 3 が発生する磁界は磁電変換素子 6 a の感磁面に平行なままとなる。即ち、バスバ 3 の幅広の側面と平行に磁電変換素子の位置が多少ずれても、バスバ 3 から磁電変換素子 6 a が受ける影響は変化し難い(位置ずれに対して外乱の影響を受け難い)。以上の点は全て、電流計測対象のバスバ 2 に隣接するバスバ 3 から磁電変換素子 6 a が受ける影響を抑制することに寄与する。

30

#### 【0052】

そのほか、断面が扁平のバスバの幅狭の側面に切欠を設けることには、幅広の側面に切欠を設ける場合と比較して、切欠の深さを深くできる。このことは、磁電変換素子の配置位置の自由度を高める。

40

#### 【0053】

(第 4 変形例)次に、図 11 を参照して、第 4 変形例のバスバモジュール 5 1 0 を説明する。この第 4 変形例は、2 本のバスバを有するバスバモジュール 5 1 0 である。2 本のバスバ(第 1 バスバ 5 0 2 と第 2 バスバ 5 0 3)は、平行に配置されている。第 1 バスバ 5 0 2 は、バスバ延設方向の一方(図中の X 軸の正方向)に向かって太い部位 5 0 2 f から細い部位 5 0 2 e に変化する段差 5 0 2 d を有している。また、第 2 バスバ 5 0 3 は、バスバ延設方向の一方(図中の X 軸の正方向)に向かって細い部位 5 0 3 e から太い部位

50

5 0 3 f に変化する段差 5 0 3 d を有している。

【 0 0 5 4 】

第 1 バスバ 5 0 2 を流れる電流に起因する磁束を検出する磁電変換素子 6 a は、第 1 バスバ 5 0 2 の細い部位 5 0 2 e に対向するように配置されている。第 2 バスバ 5 0 3 を流れる電流に起因する磁束（電流）を検出する磁電変換素子 6 b は、第 2 バスバ 5 0 3 の細い部位 5 0 3 e に対向するように配置されている。第 1 バスバ 5 0 2 の細い部位 5 0 2 e は、第 2 バスバ 5 0 3 の太い部位 5 0 3 f と隣接する。第 2 バスバ 5 0 3 の細い部位 5 0 3 e は、第 1 バスバ 5 0 2 の太い部位 5 0 2 f と隣接する。即ち、磁電変換素子 6 a を通る断面における第 1 バスバ 5 0 2 の断面積（細い部位 5 0 2 e の断面積）は、第 2 バスバ 5 0 3 の断面積（太い部位 5 0 3 f の断面積）よりも小さい。また、磁電変換素子 6 b を通る断面における第 2 バスバ 5 0 3 の断面積（細い部位 5 0 3 e の断面積）は、第 1 バスバ 5 0 2 の断面積（太い部位 5 0 2 f の断面積）よりも小さい。このバスバモジュール 5 1 0 も、先のバスバモジュールと同様に電流計測の S N 比（磁束検出の S N 比）が従来の電流計測装置よりも高い。

10

【 0 0 5 5 】

第 4 変形例のバスバモジュール 5 1 0 の特徴的構造は、次のように表現できる。バスバモジュール 5 1 0 の第 1 バスバ 5 0 2 は、その延設方向の一方向に向かって太い部位 5 0 2 f から細い部位 5 0 2 e に変化する段差 5 0 2 d を有している。第 2 バスバ 5 0 3 は、上記一方向に向かって細い部位 5 0 3 e から太い部位 5 0 3 f に変化する段差 5 0 3 d を有している。第 1 磁電変換素子 6 a は、第 1 バスバ 5 0 2 の細い部位 5 0 2 e に対向している。そして、第 2 バスバ 5 0 3 の第 1 断面は、太い部位 5 0 3 f の断面である。

20

【 0 0 5 6 】

（第 5 変形例）図 1 2 と図 1 3 を参照して第 5 変形例のバスバモジュール 6 1 0 を説明する。図 1 2 は、バスバモジュール 6 1 0 の斜視図であり、図 1 3 は、センサ基板 6 0 5 を外した状態のバスバモジュール 6 1 0 の斜視図である。これまでの変形例の図と同様に、図 1 2 と図 1 3 でも、バスバモジュール全体の図示は省略し、3 本のバスバの磁電変換素子を配置する部位だけが描かれている。

【 0 0 5 7 】

バスバモジュール 6 1 0 では、複数のバスバ 6 0 2、6 0 3、6 0 4 は、幅狭の側面が互いに対向するように配置される。そして、各バスバには、その幅広の側面が窪むように屈曲部 6 0 2 a、6 0 3 a、6 0 4 a が設けられている。屈曲部は、X 軸の正方向に伸びるバスバの一部が、Z 軸の負方向に折れ曲がり、次いで X 軸の正方向に折れ曲がり、さらに Z 軸の正方向に折れ曲がり、最後に再び X 軸の正方向に折れ曲がる。そのような屈曲により、バスバの幅広の側面に窪みが形成される。センサ基板 6 0 5 は、各バスバの窪み（屈曲部）に嵌合するとともに、隣接するバスバの一对の対向面に挟まれる。また、各バスバの屈曲部の内側に磁電変換素子 6 a - 6 c が位置するように、センサ基板 6 0 5 に磁電変換素子が固定される。

30

【 0 0 5 8 】

第 5 変形例のバスバモジュールでは、バスバの幅広の側面が面外方向に折れ曲がるようにして屈曲部が形成されている。従って各バスバには幅広の側面の幅の窪みが形成され、その窪みにセンサ基板 6 0 5 が嵌合している、図 1 2、図 1 3 によく示されているように、各バスバとセンサ基板は、X 軸方向と Y 軸方向のいずれでも長い距離で接している。従って複数のバスバは相対的に動き難く、相対位置関係がしっかりと保持される。

40

【 0 0 5 9 】

実施例で説明した技術に関する留意点を述べる。実施例のバスバモジュールは、総じて言えば、平行に配置されている第 1 バスバ及び第 2 バスバと、第 1 バスバの側面に対向するように配置されている第 1 磁電変換素子と、第 2 バスバの側面に対向するように配置されている第 2 磁電変換素子を備えており、第 1 磁電変換素子を通り第 1 及び第 2 バスバの延設方向と直交する断面における第 1 バスバの断面積が第 2 バスバの断面積よりも小さい。また、第 2 磁電変換素子を通り第 1 及び第 2 バスバの延設方向と直交する断面における

50

第2バスバの断面積が第1バスバの断面積よりも小さい。実施例の技術は、総じて言えば、磁界を検出するポイントにおいて、平行なバスバの断面積を相対的に異ならしめることで、電流計測のSN比を高める。

【0060】

実施例はインバータの出力の伝送に用いるバスバモジュールであった。本明細書が開示するバスバモジュールは、インバータ以外にも適用することができる。

【0061】

図1 - 図4のバスバモジュールにおけるバスバ2が第1バスバの一例に相当し、バスバ3が第2バスバの一例に相当する。また、バスバ2の切欠2aに配置されている磁電変換素子6aが第1磁電変換素子の一例に相当し、バスバ3の切欠3aに配置されている磁電変換素子6bが第2磁電変換素子の一例に相当する。

10

【0062】

本明細書が開示する技術は2本以上のバスバを有するバスバモジュールに適用することができ、バスバの数に制限はない。例えば、2個の3相モータに電力を供給するインバータは、合計で6本のバスバを備える。本明細書が開示する技術は、6本、あるいはそれ以上のバスバを有するバスバモジュールに適用することもできる。

【0063】

本明細書における電動車両には、電気自動車、ハイブリッド車、燃料電池車が含まれる。

【0064】

20

以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

【符号の説明】

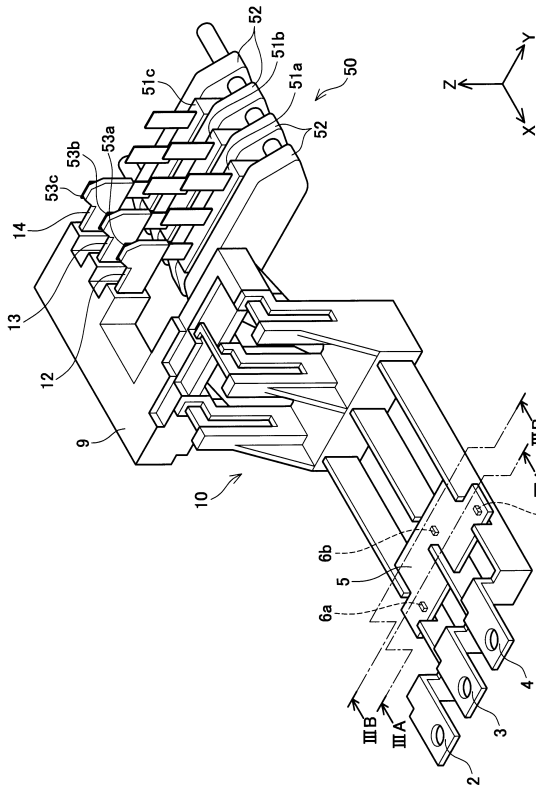
【0065】

- 2、3、4：バスバ
- 2a、3a、4a：切欠
- 5：センサ基板
- 6a、6b、6c：磁電変換素子
- 7：感磁面
- 9：ホルダ
- 10：バスバモジュール
- 50：積層ユニット
- 51a、51b、51c：パワーカード
- 52：冷却器
- 102b、103b：突条

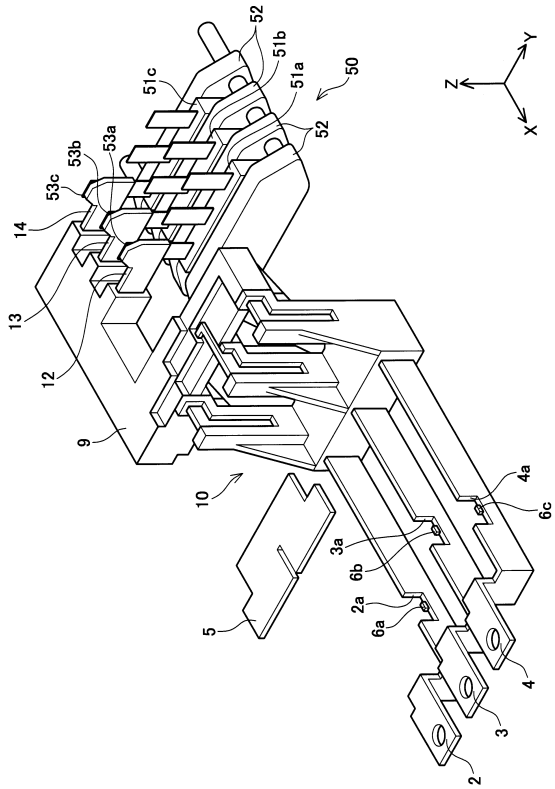
30

40

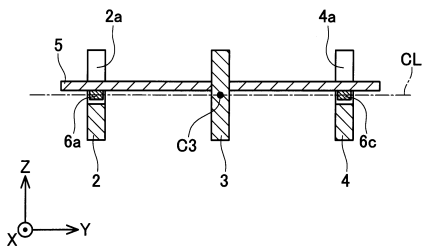
【図 1】



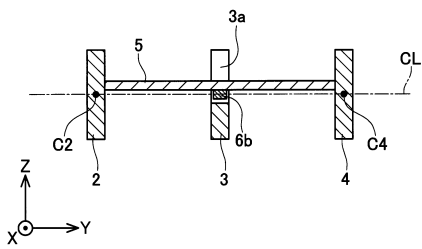
【図 2】



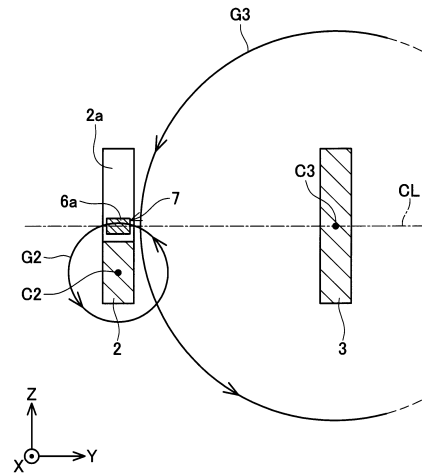
【図 3 A】



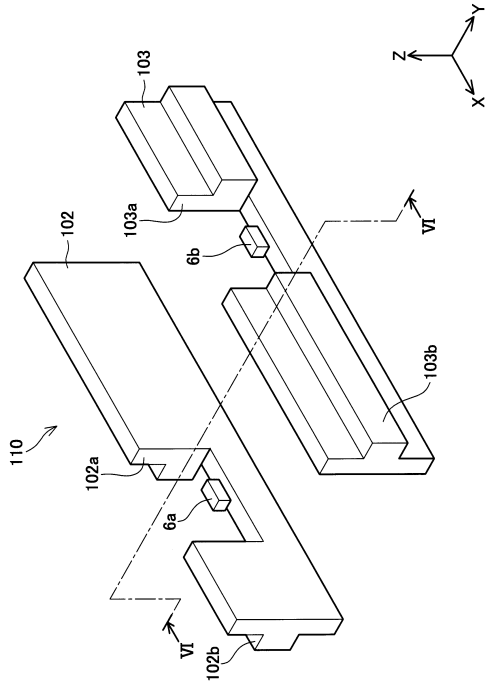
【図 3 B】



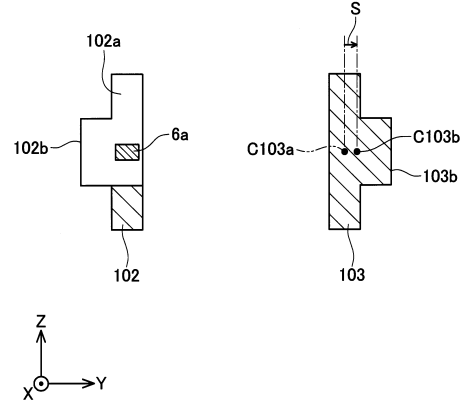
【図 4】



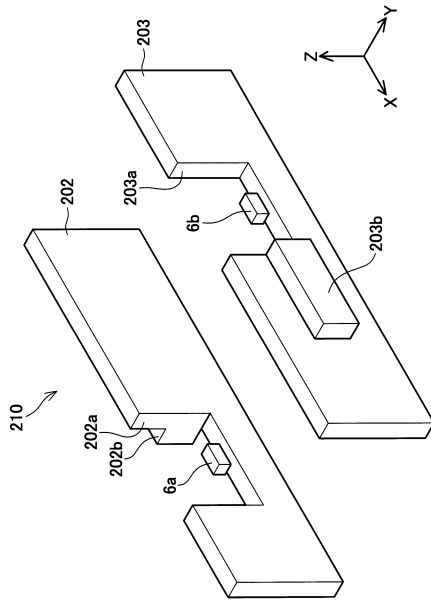
【図5】



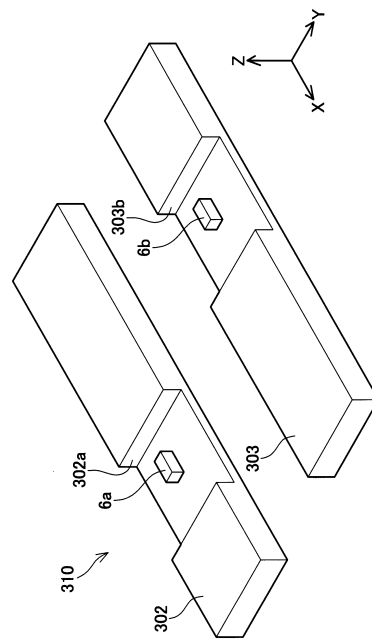
【図6】



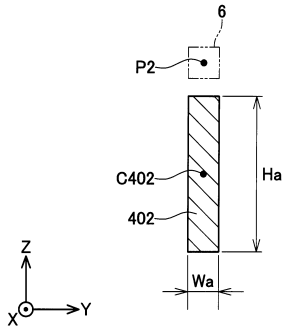
【図7】



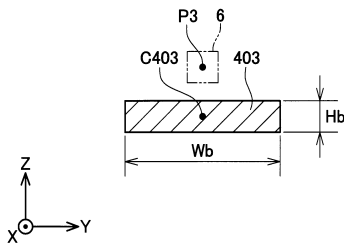
【図8】



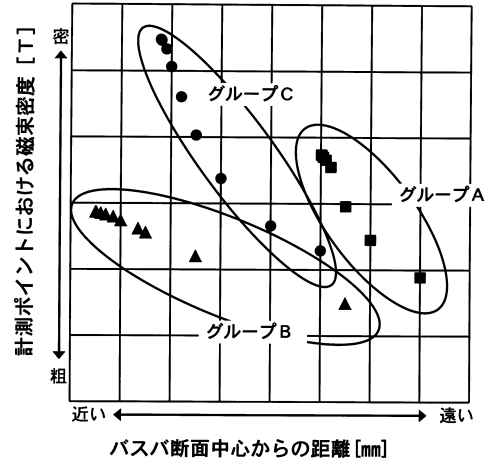
【図9A】



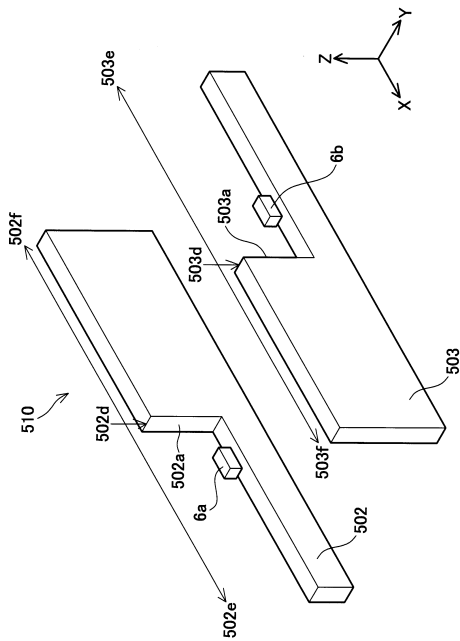
【図9B】



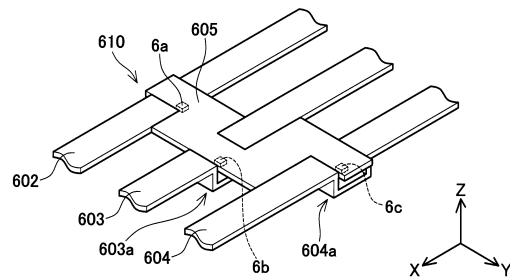
【図10】



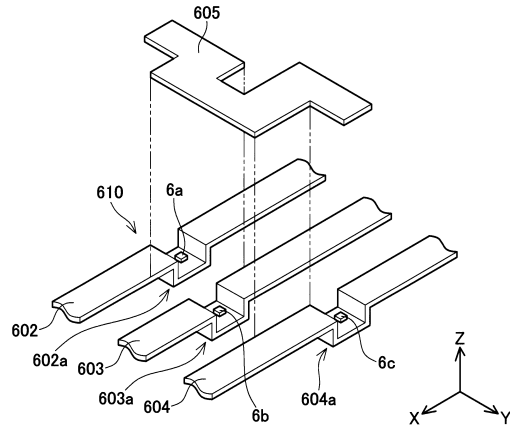
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/005459(WO, A1)  
特開2010-266290(JP, A)  
特開2011-80970(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01R 15/20