

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5272666号
(P5272666)

(45) 発行日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)

(24) 登録日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)

(51) Int. Cl. F I
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-287022 (P2008-287022)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成20年11月7日 (2008. 11. 7)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(65) 公開番号	特開2010-115060 (P2010-115060A)	(74) 代理人	110000648 特許業務法人あいち国際特許事務所
(43) 公開日	平成22年5月20日 (2010. 5. 20)	(72) 発明者	福島 明 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成22年12月28日 (2010. 12. 28)	(72) 発明者	加藤 敏一 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	近藤 浩 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えた半導体モジュールを、金属製ケースに配設してなる電力変換装置において、

上記半導体モジュールにおける接続端子は、外部との接続を行うために上記金属製ケースにおいて絶縁を行って配設したバスバーと接合してあり、

該バスバーは、上記接続端子と対面する部位において、当該バスバーの端部を所定の間隔を空けて陥没させた2つの凹部同士の間に残された山状残部を溶融させて、上記接続端子と接合してあり、

上記山状残部を構成する側面は、該山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成してあり、

上記2つの凹部は、それぞれV状溝からなることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】

電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えた半導体モジュールを、金属製ケースに配設してなる電力変換装置において、

上記半導体モジュールにおける接続端子は、外部との接続を行うために上記金属製ケースにおいて絶縁を行って配設したバスバーと接合してあり、

該バスバーは、上記接続端子と対面する部位において、当該バスバーの端部を所定の間隔を空けて陥没させた2つの凹部同士の間に残された山状残部を溶融させて、上記接続端子と接合してあり、

上記山状残部を構成する側面は、該山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成してあり、

上記2つの凹部の一方は、V状溝からなり、他方は、上記山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状の側面と、該側面の基部から連続して当該バスバーの端部と平行に形成した底面とを備えた形状を有することを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】

請求項1又は2において、上記山状残部におけるストレート状端面の形成長さは、2～4mmであり、上記2つの凹部の形成深さは、1～2mmであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項において、上記半導体モジュールは、上記金属製ケースにおいて複数個が配列してあり、

上記バスバーは、上記複数個の半導体モジュールに対応して、複数本が上記金属製ケースに配設してあることを特徴とする電力変換装置。

【請求項5】

請求項4において、上記複数個の半導体モジュールの少なくともいずれかは、3相交流モータを駆動するためのブリッジ型駆動回路を構成する3つのプラス側半導体モジュールと3つのマイナス側半導体モジュールとであり、

上記複数本のバスバーの少なくともいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子とマイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを、上記3相交流モータのU相、V相、W相のいずれかのコイルとそれぞれ結線するための出力結線を構成していることを特徴とする電力変換装置。

【請求項6】

請求項4又は5において、上記複数個の半導体モジュールのいずれかは、昇圧コンバータ回路を構成するプラス側半導体モジュールとマイナス側半導体モジュールとであり、

上記複数本のバスバーのいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子と上記マイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを上記昇圧コンバータ回路を構成するリアクトルと結線するための出力結線を構成していることを特徴とする電力変換装置。

【請求項7】

請求項2において、上記半導体モジュールは、上記金属製ケースにおいて複数個が配列してあり、

上記バスバーは、上記複数個の半導体モジュールに対応して、複数本が上記金属製ケースに配設してあり、

上記複数個の半導体モジュールの少なくともいずれかは、3相交流モータを駆動するためのブリッジ型駆動回路を構成する3つのプラス側半導体モジュールと3つのマイナス側半導体モジュールとであり、

上記複数本のバスバーの少なくともいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子と上記マイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを、上記3相交流モータのU相、V相、W相のいずれかのコイルとそれぞれ結線するための出力結線を構成しており、

上記V状溝からなる一方の凹部は、上記いずれかのコイルに接続される側に形成してあることを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えた半導体モジュールを、金属製ケースに配設してなる電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

インバータ等の電力変換装置においては、例えば、特許文献 1 に開示されるように、半導体モジュールを外部のモータ等の負荷に接続するために、アルミニウム等から構成したケースに絶縁を行ってバスバーを配置している。また、特許文献 1 においては、半導体モジュールから突出するパワー端子をバスバーと接続することが開示されている。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許 4 0 5 2 2 4 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記従来の電力変換装置においては、パワー端子と接合するバスバーの部位を山形の突起形状にし、このバスバーの突起形状の部位をパワー端子と接合している。そのため、バスバーに突起形状を形成する部位にバスバーの構成材料が必要となり、材料の歩留りを向上させるためには十分ではない。一方、突起形状がないバスバーとパワー端子とを接合する際には、これらの溶接等による接合性が優れない。

【 0 0 0 5 】

本発明は、かかる従来の問題点を鑑みてなされたもので、バスバーと半導体モジュールにおける接続端子との接合性及びバスバーを構成する材料の歩留り性を向上させることができる電力変換装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様は、電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えた半導体モジュールを、金属製ケースに配設してなる電力変換装置において、

上記半導体モジュールにおける接続端子は、外部との接続を行うために上記金属製ケースにおいて絶縁を行って配設したバスバーと接合してあり、

該バスバーは、上記接続端子と対面する部位において、当該バスバーの端部を所定の間隔を空けて陥没させた 2 つの凹部同士の間に残された山状残部を溶融させて、上記接続端子と接合してあり、

上記山状残部を構成する側面は、該山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成してあり、

上記 2 つの凹部は、それぞれ V 状溝からなることを特徴とする電力変換装置にある（請求項 1）。

本発明の他の態様は、電力変換回路を構成するスイッチング素子を備えた半導体モジュールを、金属製ケースに配設してなる電力変換装置において、

上記半導体モジュールにおける接続端子は、外部との接続を行うために上記金属製ケースにおいて絶縁を行って配設したバスバーと接合してあり、

該バスバーは、上記接続端子と対面する部位において、当該バスバーの端部を所定の間隔を空けて陥没させた 2 つの凹部同士の間に残された山状残部を溶融させて、上記接続端子と接合してあり、

上記山状残部を構成する側面は、該山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成してあり、

上記 2 つの凹部の一方は、V 状溝からなり、他方は、上記山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状の側面と、該側面の基部から連続して当該バスバーの端部と平行に形成した底面とを備えた形状を有することを特徴とする電力変換装置にある（請求項 2）。

【 0 0 0 7 】

本発明の電力変換装置は、金属製ケースにおいて配設したバスバーの形状に工夫をし、バスバーと半導体モジュールにおける接続端子との接合性及びバスバーを構成する材料の歩留り性の向上を図っている。

具体的には、本発明のバスバーは、半導体モジュールにおける接続端子と接合する前に、接続端子との対面部位に、上記 2 つの凹部及び山状残部を形成してなる。そして、バスバーと半導体モジュールにおける接続端子とを溶接等によって接合する際には、バ

10

20

30

40

50

スパーにおける山状残部を、半導体モジュールにおける接続端子と効果的に溶融させることができる。これにより、バスバーと半導体モジュールにおける接続端子とを確実に接合することができる。

この山状残部を効果的に溶融させることができる理由は、山状残部が接続端子と対面する部位の端部の長さを適切に確保することができるためであると考えられる。

【0008】

また、本発明のバスバーは、2つの凹部を形成した形状により、従来のバスバーにおける突起形状を形成する必要がなく、バスバーを構成する材料の使用量を減少させることができる。

それ故、本発明の電力変換装置は、バスバーと半導体モジュールにおける接続端子との接合性及びバスバーを構成する材料の歩留り性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

上述した本発明の電力変換装置における好ましい実施の形態につき説明する。

本発明において、上記山状残部を構成する側面は、該山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成されている。

これにより、バスバーにおける山状残部を、半導体モジュールにおける接続端子とさらに効果的に溶融させることができ、バスバーと半導体モジュールとの接合性をさらに向上させることができる。

【0010】

本発明の一態様においては、上記2つの凹部は、それぞれV状溝から構成されている。

これにより、凹部の形成が簡単である。また、金型によって凹部を加工するときには、金型の寿命を向上させることができる。

【0011】

本発明の他の態様においては、上記2つの凹部の一方は、V状溝から構成し、他方は、上記山状残部において鈍角状の角部をなす傾斜状の側面と、該側面の基部から連続して当該バスバーの端部と平行に形成した底面とを備えた形状から構成されている。

これにより、バスバーにおいて、底面を形成した側の断面積を、V状溝を形成した側の断面積よりも意図的に小さくすることができる。そして、V状溝を形成した側を電流が流れる頻度が多い側とし、底面を形成した側を電流が流れる頻度が少ない側とすることができる。

【0012】

また、上記山状残部におけるストレート状端面の形成長さは、2～4mmとし、上記2つの凹部の形成深さは、1～2mmとすることが好ましい(請求項3)。

この場合には、バスバーにおける山状残部を半導体モジュールにおける接続端子とさらに効果的に溶融させることができる。

山状残部におけるストレート状端面の形成長さが2mm未満であるとき、及び2つの凹部の形成深さが1mm未満であるときには、山状残部が小さくなり、山状残部を接続端子と十分に溶融させることができなくなる。

一方、山状残部におけるストレート状端面の形成長さが4mmを超えるときには、接続端子の幅寸法上、2つの凹部を接続端子と対面させ難くなる。また、2つの凹部の形成深さが2mmを超えるときには、バスバーの剛性が低下するおそれがある。

【0013】

また、上記半導体モジュールは、上記金属製ケースにおいて複数個を配列し、上記バスバーは、上記複数個の半導体モジュールに対応して、複数本を上記金属製ケースに配設することができる(請求項4)。

この場合には、複数本のバスバーにおいて、半導体モジュールにおける接続端子との対面部位に、2つの凹部及び山状残部を形成することができ、複数個の半導体モジュールをバスバーによって外部と接続することができる。

【0014】

10

20

30

40

50

また、上記複数個の半導体モジュールの少なくともいずれかは、3相交流モータを駆動するためのブリッジ型駆動回路を構成する3つのプラス側半導体モジュールと3つのマイナス側半導体モジュールとであり、上記複数本のバスバーの少なくともいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子とマイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを、上記3相交流モータのU相、V相、W相のいずれかのコイルとそれぞれ結線するための出力結線を構成することができる（請求項5）。

この場合には、ブリッジ型駆動回路と3相交流モータとを接続するためのバスバーの接合性及び歩留り性を向上させることができる。

【0015】

また、上記複数個の半導体モジュールのいずれかは、昇圧コンバータ回路を構成するプラス側半導体モジュールとマイナス側半導体モジュールとであり、上記複数本のバスバーのいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子と上記マイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを上記昇圧コンバータ回路を構成するリアクトルと結線するための出力結線を構成することもできる（請求項6）。

この場合には、昇圧コンバータ回路と電源とを接続するためのバスバーの接合性及び歩留り性を向上させることができる。

【0016】

また、上記半導体モジュールは、上記金属製ケースにおいて複数個を配列し、上記バスバーは、上記複数個の半導体モジュールに対応して、複数本を上記金属製ケースに配設し、上記複数個の半導体モジュールの少なくともいずれかは、3相交流モータを駆動するためのブリッジ型駆動回路を構成する3つのプラス側半導体モジュールと3つのマイナス側半導体モジュールとであり、上記複数本のバスバーの少なくともいずれかは、上記プラス側半導体モジュールにおける接続端子と上記マイナス側半導体モジュールにおける接続端子とを、上記3相交流モータのU相、V相、W相のいずれかのコイルとそれぞれ結線するための出力結線を構成しており、上記V状溝からなる一方の凹部は、上記いずれかのコイルに接続される側に形成することができる（請求項7）。

この場合には、ブリッジ型駆動回路と3相交流モータとを接続するためのバスバーの接合性及び歩留り性を向上させることができる。また、この場合には、バスバーにおいて、底面を形成した側の断面積を、V状溝を形成した側の断面積よりも意図的に小さくし、V状溝を形成した側を電流が流れる頻度が多い側とし、底面を形成した側を電流が流れる頻度が少ない側とすることができる。

【実施例】

【0017】

以下に、本発明の電力変換装置1にかかる実施例につき、図面を参照して説明する。

本例の電力変換装置1は、図1～図3に示すごとく、電力変換回路を構成するスイッチング素子32を備えた半導体モジュール3を、金属製ケース2に配設してなる。半導体モジュール3における接続端子（パワー端子）31は、図4～図6に示すごとく、金属製ケース2の外部との電氣的接続を行うために、金属製ケース2に対してモールド樹脂41によって絶縁を行って配設したバスバー5と接合してある。バスバー5は、図14に示すごとく、接続端子31と対面する部位56において、バスバー5の端部を所定の間隔を空けて陥没させた2つの凹部53同士の間に残された山状残部54を溶融させて、接続端子31と接合してある。

なお、後述するように、図4、図5は、2つに分割した場合のバスバーユニット4A、4Bを示し、図6は、分割していないバスバーユニット4を示す。

【0018】

以下に、本例の電力変換装置1につき、図1～図16を参照して詳説する。

本例においては、プラス側半導体モジュール3A、マイナス側半導体モジュール3Bを総称して半導体モジュール3ということがあり、モータ用バスバー5A及びリアクトルバスバー5Bを総称してバスバー5ということがある。また、その他の構成要素についても同様である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

まず、電力変換装置 1 の全体の構成について説明する。

図 7、図 8 に示すごとく、本例の電力変換装置 1 は、ハイブリッド自動車又は電気自動車における 3 相交流モータ 6 A、6 B、6 C を駆動するためのインバータを構成する。なお、3 相交流モータは、モータジェネレータとして用いる。

本例のインバータは、メインモータ 6 A を駆動するものと、サブモータ 6 B を駆動するものと、リヤモータ 6 C を駆動するものがある。本例の半導体モジュール 3 は、メインモータ 6 A 用のブリッジ型駆動回路 7 A、サブモータ 6 B 用のブリッジ型駆動回路 7 B、リヤモータ 6 C 用のブリッジ型駆動回路 7 C に用いたものと、バッテリー（電源）6 1 の電圧を昇圧して各ブリッジ型駆動回路 7 A、7 B、7 C に印加することができる昇圧コンバータ回路 7 D に用いたものがある。バッテリー 6 1 には、供給電圧を安定させるためのコンデンサ 6 1 1 が接続してある。

10

【 0 0 2 0 】

本例の金属製ケース 2 は、アルミニウム材料から構成されており、本例のバスバー 5 は、銅材料から構成されている。また、バスバー 5 は、複数本がまとまった状態でモールド樹脂 4 1 によるモールド成形が行ってある。モールド樹脂 4 1 は、PPS（ポリフェニレンサルファイド）等の樹脂とすることができる。

図 1 ~ 図 3 に示すごとく、金属製ケース 2 においては、複数個の半導体モジュール 3 と、複数個の半導体モジュール 3 を冷却するための冷却器 2 1 とが配設してある。冷却器 2 1 は、半導体モジュール 3 を挟持するように両側から接触する複数の冷却器本体 2 1 1 と、複数の冷却器本体 2 1 1 への冷却水の循環を行う一対の冷却管 2 1 2 とを有している。

20

【 0 0 2 1 】

図 7 に示すごとく、本例の半導体モジュール 3 は、スイッチング素子 3 2 としての IGBT（絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）、保護用ダイオード等を備えて構成されている。なお、スイッチング素子 3 2 は、MOS 型 FET（電界効果トランジスタ）等とすることもできる。

また、本例において、半導体モジュール 3 における接続端子（パワー端子）3 1 とは、スイッチング素子 3 2 のコレクタ端子もしくはエミッタ端子（あるいはドレイン端子もしくはソース端子）のことをいう。半導体モジュール 3 には、その他、制御信号用端子 3 3 等が形成されている（図 2 参照）。

30

本例の半導体モジュール 3 は、3 つのプラス側半導体モジュール 3 A と 3 つのマイナス側半導体モジュール 3 B とを備えたブリッジ型駆動回路 7 A、7 B、7 C と、3 つのプラス側半導体モジュール 3 A と 3 つのマイナス側半導体モジュール 3 B とを備えた昇圧コンバータ回路 7 D とに使用されている。

【 0 0 2 2 】

図 1 ~ 図 3 に示すごとく、金属製ケース 2 においては、ブリッジ型駆動回路 7 A、7 B、7 C 又は昇圧コンバータ回路 7 D を構成する一対のプラス側半導体モジュール 3 A、3 C 及びマイナス側半導体モジュール 3 B、3 D が、冷却器本体 2 1 1 同士の間挟持された状態で横方向（長手方向）L に並んでおり、かつ、一対のプラス側半導体モジュール 3 A 及びマイナス側半導体モジュール 3 B は、冷却器本体 2 1 1 同士の間挟持された状態で縦方向（積層方向）D に複数段に並んでいる。

40

【 0 0 2 3 】

図 3、図 6 に示すごとく、本例のバスバー 5 は、半導体モジュール 3 における 2 つの接続端子 3 1、3 1 0 のうちの一方に接続するものである。バスバー 5 と接続を行っていない他方の接続端子 3 1 0 は、別のバスバー（図示省略）によって電源ライン（図 7、図 8 において、P（プラス）、N（マイナス）で示す。）に接続される。

図 6 においては、バスバーユニット 4 を 2 つに分割する場合（図 4、図 5）の分割位置を 2 点鎖線によって示す。

【 0 0 2 4 】

図 8 に示すごとく、ブリッジ型駆動回路 7 A、7 B、7 C を構成する各モータ用バスバ

50

ー 5 A は、プラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 とマイナス側半導体モジュール 3 B における接続端子 3 1 とを、3 相交流モータ 6 A、6 B、6 C の U 相、V 相、W 相のいずれかのコイル 6 0 とそれぞれ結線するための出力結線を構成している。

このモータ用バスバー 5 A は、図 9、図 10 に示すごとく、いずれかのコイル 6 0 に導通させる出力側導体部分 5 1 と、この出力側導体部分 5 1 に繋がる中間導体部分 5 2 とによって形成されている。中間導体部分 5 2 の先端部には、プラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 と対面するプラス側対面部位 5 6 A が形成されており、中間導体部分 5 2 と出力側導体部分 5 1 との中間部位には、マイナス側半導体モジュール 3 B における接続端子 3 1 と対面するマイナス側対面部位 5 6 B が形成されている。

モータ用バスバー 5 A における出力側導体部分 5 1 は、中間導体部分 5 2 と平行に形成した平行部分 5 1 1 と、平行部分 5 1 1 に対して 90° 屈曲した屈曲部分 5 1 2 とを有しており、屈曲部分 5 1 2 の先端部には、金属製ケース 2 の外部と接続するための出力端子部 5 1 3 が設けられている。

【 0 0 2 5 】

また、図 8 に示すごとく、昇圧コンバータ回路 7 D を構成するリアクトル用バスバー 5 B は、プラス側半導体モジュール 3 C における接続端子 3 1 とマイナス側半導体モジュール 3 D における接続端子 3 1 とを、昇圧コンバータ回路 7 D を構成するリアクトル 6 2 と結線するための出力結線を構成している。

このリアクトル用バスバー 5 B は、図 11 に示すごとく、リアクトル 6 2 に導通させる出力側導体部分 5 1 X と、この出力側導体部分 5 1 X に繋がる中間導体部分 5 2 X とによって形成されている。中間導体部分 5 2 X の先端部には、マイナス側半導体モジュール 3 D における接続端子 3 1 と対面するマイナス側対面部位 5 6 D が形成されており、中間導体部分 5 2 X と出力側導体部分 5 1 X との中間部位には、プラス側半導体モジュール 3 C における接続端子 3 1 と対面するプラス側対面部位 5 6 C が形成されている。

リアクトル用バスバー 5 B における出力側導体部分 5 1 X は、中間導体部分 5 2 X と平行に形成した平行部分 5 1 1 X と、平行部分 5 1 1 X に対して 90° 屈曲した屈曲部分 5 1 2 X とを有しており、屈曲部分 5 1 2 X の先端部には、リアクトル 6 2 と接続する出力端子部 5 1 3 X が設けられている。

【 0 0 2 6 】

図 9 に示すごとく、本例のメインモータ 6 A の結線に用いる 3 本 1 組のモータ用バスバー 5 A は、出力側導体部分 5 1 における平行部分 5 1 1 から分岐して、マイナス側半導体モジュール 3 B における接続端子 3 1 と対面するマイナス側対面部位 5 6 B に対向する位置に、他のマイナス側半導体モジュール 3 B における接続端子 3 1 と対面する分岐マイナス側対面部位 5 7 B を形成するマイナス側分岐部 5 5 B を有している。また、メインモータ 6 A の結線に用いる 3 本 1 組のモータ用バスバー 5 A は、中間導体部分 5 2 から分岐して、プラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 と対面するプラス側対面部位 5 6 A に対向する位置に、他のプラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 と対面する分岐プラス側対面部位 5 7 A を形成するプラス側分岐部 5 5 A を有している。

そして、マイナス側分岐部 5 5 B は、マイナス側対面部位 5 6 B に対して当該モータ用バスバー 5 A の長手方向 L にオフセットした位置において、出力側導体部分 5 1 における平行部分 5 1 1 に繋がっており、プラス側分岐部 5 5 A は、プラス側対面部位 5 6 A に対して当該モータ用バスバー 5 A の長手方向 L にオフセットした位置において、中間導体部分 5 2 に繋がっている。

【 0 0 2 7 】

図 8 に示すごとく、本例の昇圧コンバータ回路 7 D は、3 つのプラス側半導体モジュール 3 C を並列に接続して用いると共に、3 つのマイナス側半導体モジュール 3 D を並列に接続して用いる。

図 11 に示すごとく、本例のリアクトル 6 2 の結線に用いるリアクトル用バスバー 5 B は、出力側導体部分 5 1 X における平行部分 5 1 1 X から分岐して、プラス側半導体モジュール 3 C における接続端子 3 1 と対面するプラス側対面部位 5 6 C に対向する位置に、

10

20

30

40

50

他のプラス側半導体モジュール 3 C における接続端子 3 1 と対面する分岐プラス側対面部位 5 7 C を形成するプラス側分岐部 5 5 C を有し、このプラス側分岐部 5 5 C から延設して、分岐プラス側対面部位 5 7 C に対向する位置に、さらに他のプラス側半導体モジュール 3 C における接続端子 3 1 と対面する第 2 分岐プラス側対面部位 5 7 E を形成する第 2 プラス側分岐部 5 5 E を有している。

【 0 0 2 8 】

また、同図に示すごとく、本例のリアクトル 6 2 の結線に用いるリアクトル用バスバー 5 B は、中間導体部分 5 2 X から分岐して、マイナス側半導体モジュール 3 D における接続端子 3 1 と対面するマイナス側対面部位 5 6 D に対向する位置に、他のマイナス側半導体モジュール 3 D における接続端子 3 1 と対面する分岐マイナス側対面部位 5 7 D を形成するマイナス側分岐部 5 5 D を有し、このマイナス側分岐部 5 5 D から延設して、分岐マイナス側対面部位 5 7 D に対向する位置に、さらに他のマイナス側半導体モジュール 3 D における接続端子 3 1 と対面する第 2 分岐マイナス側対面部位 5 7 F を形成する第 2 マイナス側分岐部 5 5 F を有している。

10

【 0 0 2 9 】

そして、プラス側分岐部 5 5 C は、プラス側対面部位 5 6 C に対して当該リアクトル用バスバー 5 B の長手方向 L にオフセットした位置において、出力側導体部分 5 1 X における平行部分 5 1 1 X に繋がっており、第 2 プラス側分岐部 5 5 E は、分岐プラス側対面部位 5 7 C に対して当該リアクトル用バスバー 5 B の長手方向 L にオフセットした位置において、プラス側分岐部 5 5 C に繋がっている。

20

また、マイナス側分岐部 5 5 D は、マイナス側対面部位 5 6 D に対して当該リアクトル用バスバー 5 B の長手方向 L にオフセットした位置において、中間導体部分 5 2 X に繋がっており、第 2 マイナス側分岐部 5 5 F は、分岐マイナス側対面部位 5 7 D に対して当該リアクトル用バスバー 5 B の長手方向 L にオフセットした位置において、マイナス側分岐部 5 5 D に繋がっている。

【 0 0 3 0 】

なお、リアクトル用バスバー 5 B は、図 1 2 に示すごとく、プラス側分岐部 5 5 C 及び第 2 プラス側分岐部 5 5 E を分岐させずに、出力側導体部分 5 1 X における平行部分 5 1 1 X に並列に形成し、マイナス側分岐部 5 5 D 及び第 2 マイナス側分岐部 5 5 F を分岐させずに、中間導体部分 5 2 X に並列に形成することもできる。この場合には、プラス側分岐部 5 5 C、第 2 プラス側分岐部 5 5 E、マイナス側分岐部 5 5 D 及び第 2 マイナス側分岐部 5 5 F に接続した各半導体モジュール 3 からリアクトル 6 2 への通電経路を短縮することができる。また、この場合には、リアクトル用バスバー 5 B において、半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 を接続する部分には、貫通穴 5 8 を形成することができる。

30

【 0 0 3 1 】

図 1 に示すごとく、本例のモータ用バスバー 5 A 及びリアクトル用バスバー 5 B は、モールド樹脂 4 1 によって絶縁を行った状態で一体化してバスバーユニット 4 A、4 B を形成している。また、本例のバスバーユニット 4 は、第 1 バスバーユニット 4 A と第 2 バスバーユニット 4 B との 2 つに分割して、金属製ケース 2 に組み付けてある。

図 4 に示すごとく、第 1 バスバーユニット 4 A は、メインモータ 6 A 用のブリッジ型駆動回路 7 A を構成する 3 本 1 組のモータ用バスバー 5 A と昇圧コンバータ回路 7 D を構成するリアクトル用バスバー 5 B とを配列した状態でモールド樹脂 4 1 によって一体化してある。図 5 に示すごとく、第 2 バスバーユニット 4 B は、サブモータ 6 B 用のブリッジ型駆動回路 7 B を構成する 3 本 1 組のモータ用バスバー 5 A と、リヤモータ 6 C 用のブリッジ型駆動回路 7 C を構成する 3 本 1 組のモータ用バスバー 5 A とを配列した状態でモールド樹脂 4 1 によって一体化してある。

40

【 0 0 3 2 】

図 4 に示すごとく、第 1 バスバーユニット 4 A を構成するモールド樹脂 4 1 は、モータ用バスバー 5 A の出力側導体部分 5 1 における屈曲部分 5 1 2 を形成した側の端部においては、3 本のモータ用バスバー 5 A の屈曲部分 5 1 2 と、リアクトル用バスバー 5 B の中

50

間導体部分 5 2 X の先端とを覆っている。また、第 1 バスバーユニット 4 A を構成するモールド樹脂 4 1 は、リアクトル用バスバー 5 B の出力側導体部分 5 1 X における屈曲部分 5 1 2 X を形成した側の端部においては、リアクトル用バスバー 5 B の屈曲部分 5 1 2 X と、3 本のモータ用バスバー 5 A の中間導体部分 5 2 の先端とを覆っている。そして、第 1 バスバーユニット 4 A を構成するモールド樹脂 4 1 は、3 本のモータ用バスバー 5 A とリアクトル用バスバー 5 B とを一体化している。

【 0 0 3 3 】

図 5 に示すごとく、第 2 バスバーユニット 4 B を構成するモールド樹脂 4 1 は、モータ用バスバー 5 A の出力側導体部分 5 1 における屈曲部分 5 1 2 を形成した側の端部においては、6 本のモータ用バスバー 5 A の屈曲部分 5 1 2 を覆っている。また、第 2 バスバーユニット 4 B を構成するモールド樹脂 4 1 は、モータ用バスバー 5 A の屈曲部分 5 1 2 を形成した側の端部とは反対側の端部においては、6 本のモータ用バスバー 5 A の中間導体部分 5 2 の先端を覆っている。そして、第 2 バスバーユニット 4 B を構成するモールド樹脂 4 1 は、6 本のモータ用バスバー 5 A を一体化している。

また、図 4、図 5 に示すごとく、各モータ用バスバー 5 A における出力端子部 5 1 3 は、バスバー 5 の端部にナット 5 1 4 を圧入して構成されている。ナット 5 1 4 の開口先端部は、このナット 5 1 4 にビスを締め付ける際に生ずる異物がナット 5 1 4 内から落下しないように、キャップ 5 1 5 によって封止してある。

【 0 0 3 4 】

図 3 に示すごとく、本例の金属製ケース 2 には、各バスバーユニット 4 A、4 B を取り付けるための取付穴（ネジ穴）2 2 と、各バスバーユニット 4 A、4 B におけるモールド樹脂 4 1 に設けた係合部 4 3 を係合させる被係合部 2 3 とが形成してある。図 4、図 5 に示すごとく、各バスバーユニット 4 A、4 B のモールド樹脂 4 1 には、ビスを貫通配置してこのビスを取付穴 2 2 に螺合させるための貫通孔 4 2 と、モールド樹脂 4 1 から突出させた係合部 4 3 とが形成されている。貫通孔 4 2 の周囲には金属製カラーがモールド樹脂 4 1 に一体成形されている。

図 1 3 に示すごとく、本例の被係合部 2 3 は、取付穴 2 2 の近傍において、一方側から他方側に向けて（複数本のバスバー 5 を配列した方向に向けて）形成した複数の案内溝 2 3 であり、本例の係合部 4 3 は、案内溝 2 3 内を摺動する複数の突起部 4 3 である。また、案内溝 2 3 の終端部（バスバーユニット 4 A、4 B を一端側にスライドさせた終端部）には、突起部 4 3 が収まる穴部 2 3 1 が形成されている。なお、複数本のバスバー 5 を配列した方向は、複数個の半導体モジュール 3 を冷却器本体 2 1 1 を介して重ねて配置する積層方向 D に相当する。

【 0 0 3 5 】

図 2 に示すごとく、第 1 バスバーユニット 4 A は、モールド樹脂 4 1 に設けた突起部 4 3 を金属製ケース 2 に設けた案内溝 2 3 に対して一方側に摺動させて、金属製ケース 2 に固定することにより、3 本のモータ用バスバー 5 A 及びリアクトル用バスバー 5 B を、いずれも各半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 に対して一方側から押圧して接触させている。また、第 2 バスバーユニット 4 B は、モールド樹脂 4 1 に設けた突起部 4 3 を金属製ケース 2 に設けた案内溝 2 3 に対して一方側に摺動させて、金属製ケース 2 に固定することにより、6 本のモータ用バスバー 5 A を、いずれも各半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 に対して一方側から押圧して接触させている。図 2 において、各バスバー 5 が接続端子 3 1 に接触する方向を矢印 F で示す。

そして、金属製ケース 2 においては、9 本のモータ用バスバー 5 A における各対面部位 5 6、5 7 とリアクトル用バスバー 5 B における各対面部位 5 6、5 7 とのすべてが、各半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 に対して一方側から接触した状態で接合されている。

【 0 0 3 6 】

次に、バスバー 5 の各対面部位 5 6、5 7 の形状について説明する。

図 1 4 に示すごとく、各バスバー 5 には、接続端子 3 1 と接合する前の状態において、

10

20

30

40

50

接続端子 3 1 との各対面部位 5 6、5 7 に、2 つの凹部 5 3 と山状残部 5 4 とがそれぞれ形成されている。

各バスバー 5 は、板状部材を屈曲させて形成してあり、板状部材の厚み方向を半導体モジュール 3 の積層方向 D に向けて配置されている。各バスバー 5 は、金属製ケース 2 において配列されており、各半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 は、バスバー 5 の長手方向 L に対して直交する方向から交わって接合される。

各バスバー 5 において、山状残部 5 4 を構成する側面 5 4 2 は、この山状残部 5 4 において鈍角状の角部をなす傾斜状に形成してある。各山状残部 5 4 は、バスバー 5 の端面によって形成されたストレート状端面 5 4 1 に対する長手方向 L の両側にそれぞれ凹部 5 3 を形成してなる。

【 0 0 3 7 】

図 9、図 1 0 に示すごとく、本例のモータ用バスバー 5 A において、マイナス側半導体モジュール 3 B における接続端子 3 1 を接合するマイナス側対面部位 5 6 B における 2 つの凹部 5 3 は、それぞれ V 状溝 5 3 1 からなる。また、図 1 1 に示すごとく、リアクトル用バスバー 5 B においては、各半導体モジュール 3 C、3 D における接続端子 3 1 を接合する各対面部位 5 6 C、5 6 D における 2 つの凹部 5 3 は、それぞれ V 状溝 5 3 1 からなる。

【 0 0 3 8 】

また、図 9、図 1 0、図 1 5 に示すごとく、本例のモータ用バスバー 5 A において、プラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 を接合するプラス側対面部位 5 6 A における 2 つの凹部 5 3 の一方は、V 状溝 5 3 1 からなり、他方は、山状残部 5 4 において鈍角状の角部をなす傾斜状の側面 5 4 2 と、側面 5 4 2 の基部から連続してバスバー 5 の端部と平行に形成した底面 5 3 2 とを備えた形状を有している。そして、ブリッジ型駆動回路 7 A、7 B、7 C のプラス側半導体モジュール 3 A における接続端子 3 1 を接合するプラス側対面部位 5 6 A において、V 状溝 5 3 1 からなる一方の凹部 5 3 は、U 相、V 相、W 相のいずれかのコイル 6 0 に接続される側に形成されている。

【 0 0 3 9 】

また、図 1 4 に示すごとく、本例の各バスバー 5 A、5 B の各対面部位 5 6 においては、山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 が 2 ~ 4 mm であり、2 つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 が 1 ~ 2 mm に形成されている。

なお、各バスバー 5 A、5 B における凹部 5 3 は、V 状溝 5 3 1 とする以外にも、例えば、図 1 6 に示すごとく、一方に傾斜状の側面 5 4 2 を有すると共に他方に垂直状の側面 5 3 2 を有する形状にすることもできる。

【 0 0 4 0 】

本例のバスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 とは、バスバー 5 の各対面部位 5 6、5 7 における山状残部 5 4 を、T I G (タングステン・イナート・ガス) 溶接によって接続端子 3 1 に溶融させて接合されている。この T I G 溶接は、溶接材料に溶加棒を用い、溶接部を不活性ガスでシールドしながら、タングステン電極に生じるアークによって溶融接合させる。なお、バスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 とは、その他のアーク溶接を行って、接合することもできる。

なお、図 1 4 において、接続端子 3 1 に溶融させる山状残部 5 4 の部分を斜線部 G によって示す。

【 0 0 4 1 】

次に、本例の電力変換装置 1 による作用効果について説明する。

本例の電力変換装置 1 は、金属製ケース 2 において配設したバスバー 5 の形状に工夫をし、バスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 との接合性及びバスバー 5 を構成する材料の歩留り性の向上を図っている。

具体的には、本例のバスバー 5 は、半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 と接合する前において、接続端子 3 1 との対面部位に、上記 2 つの凹部 5 3 及び山状残部 5 4 を形成してなる。そして、バスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 とを溶接等

10

20

30

40

50

によって接合する際には、バスバー 5 における山状残部 5 4 を、半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 と効果的に溶融させることができる。これにより、バスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 とを確実に接合することができる。

この山状残部 5 4 を効果的に溶融させることができる理由は、山状残部 5 4 が接続端子 3 1 と対面する部位の端部の長さを適切に確保することができるためであると考えられる。

【0042】

また、本例のバスバー 5 は、2つの凹部 5 3 を形成した形状により、従来のバスバー 5 における突起形状を形成する必要がなく、バスバー 5 を構成する材料の使用量を減少させることができる。

それ故、本例の電力変換装置 1 は、バスバー 5 と半導体モジュール 3 における接続端子 3 1 との接合性及びバスバー 5 を構成する材料の歩留り性を向上させることができる。

【0043】

(確認試験)

本確認試験においては、各バスバー 5 における接続端子 3 1 との対面部位の適切な形状を確認するための試験を行った。

具体的には、種々の対面部位 5 5 の形状を有するバスバー 5 を準備し、接続端子 3 1 と TIG 溶接を行って、バスバー 5 の一部が接続端子 3 1 に溶融した面積(溶融面積)を測定した。以下のサンプル 1 ~ 9 のバスバー 5 を準備し、溶融面積を測定した。

(サンプル 1) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 1 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 0 mm とした場合。

(サンプル 2) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 1 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 2 mm とした場合。

(サンプル 3) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 1 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 4 mm とした場合。

(サンプル 4) 1 mm の形成深さ H 1 の凹部 5 3 を 3 つ形成し山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 0 mm とした場合。

【0044】

(サンプル 5) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 2 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 0 mm とした場合。

(サンプル 6) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 2 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 2 mm とした場合。

(サンプル 7) 2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 2 mm とし山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 4 mm とした場合。

(サンプル 8) 2 mm の形成深さ H 1 の凹部 5 3 を 3 つ形成し山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 0 mm とした場合。

(サンプル 9) 凹部 5 3 を形成していない場合。

なお、バスバー 5 の板厚は 2 mm とし、接続端子 3 1 の板厚は 0.6 mm とした。

【0045】

図 17 は、サンプル 1、5 の形状を示し、図 14 は、サンプル 2、3、6、7 の形状を示し、図 18 は、サンプル 4、8 の形状を示し、図 19 は、サンプル 9 の形状を示す。

図 20 には、上記確認試験を行った結果を示す。同図においては、サンプル 1 ~ 9 を S1 ~ 9 で示す。同図において、2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 2 mm とし、山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 2 ~ 4 mm とした場合(サンプル 6、7)の溶融面積が 5 mm^2 以上と大きいことがわかった。また、2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 1 mm とし、山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 2 ~ 4 mm とした場合(サンプル 2、3)についても、溶融面積が、 4 mm^2 ぐらいとなり(約 3.6 mm 以上となり)、残りのサンプル 1、4、5、8、9 に比べて大きいことがわかった。

このことより、接続端子 3 1 との接合前の状態において、山状残部 5 4 におけるストレート状端面 5 4 1 の形成長さ L 1 を 2 ~ 4 mm とし、2つの凹部 5 3 の形成深さ H 1 を 1

10

20

30

40

50

～ 2 mm とすることが好ましいことがわかった。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 6 】

【図 1】実施例における、電力変換装置を示す平面説明図。

【図 2】実施例における、電力変換装置を示す断面説明図。

【図 3】実施例における、バスバーを配設する前の電力変換装置を示す斜視図。

【図 4】実施例における、第 1 バスバーユニットを示す斜視図。

【図 5】実施例における、第 2 バスバーユニットを示す斜視図。

【図 6】実施例における、他のバスバーユニットを示す斜視図。

【図 7】実施例における、電力変換装置の構成を示す概略的な回路図。

10

【図 8】実施例における、電力変換装置の配線状態を示す概略的な説明図。

【図 9】実施例における、モータ用バスバーを示す斜視図。

【図 10】実施例における、他のモータ用バスバーを示す斜視図。

【図 11】実施例における、リアクトル用バスバーを示す斜視図。

【図 12】実施例における、他のリアクトル用バスバーを示す斜視図。

【図 13】実施例における、金属製ケースにおける取付穴及び被係合部の周辺を拡大して示す斜視図。

【図 14】実施例における、バスバーにおける山状残部及び一对の凹部の形成部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

【図 15】実施例における、バスバーにおける山状残部及び一对の凹部の形成部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

20

【図 16】実施例における、バスバーにおける山状残部及び一对の凹部の形成部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

【図 17】確認試験における、バスバーにおける対面部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

【図 18】確認試験における、バスバーにおける対面部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

【図 19】確認試験における、バスバーにおける対面部位を接続端子と対面させた状態を示す平面説明図。

【図 20】確認試験における、各サンプルについてバスバーにおける対面部位の一部が接続端子に溶融した面積を示すグラフ。

30

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

1 電力変換装置

2 金属製ケース

3 半導体モジュール

3 1 接続端子

3 2 スイッチング素子

4 バスバーユニット

4 1 モールド樹脂

5 バスバー

5 3 凹部

5 3 1 V 状溝

5 3 2 底面

5 4 山状残部

5 4 1 ストレート状端面

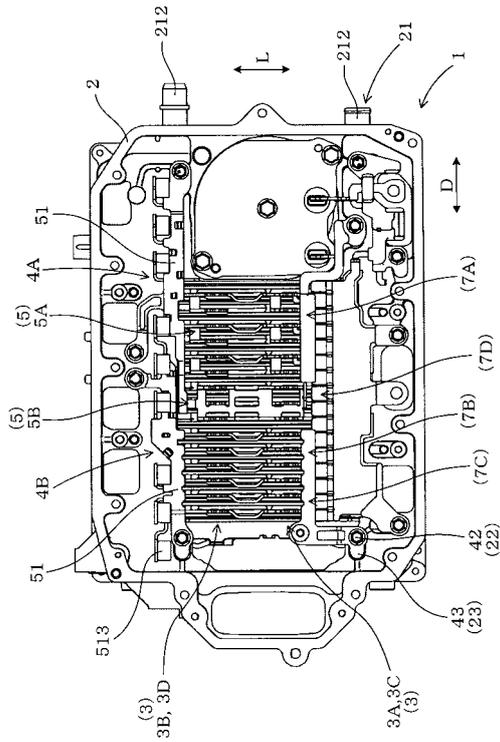
5 4 2 側面

5 6、5 7 対面部位

40

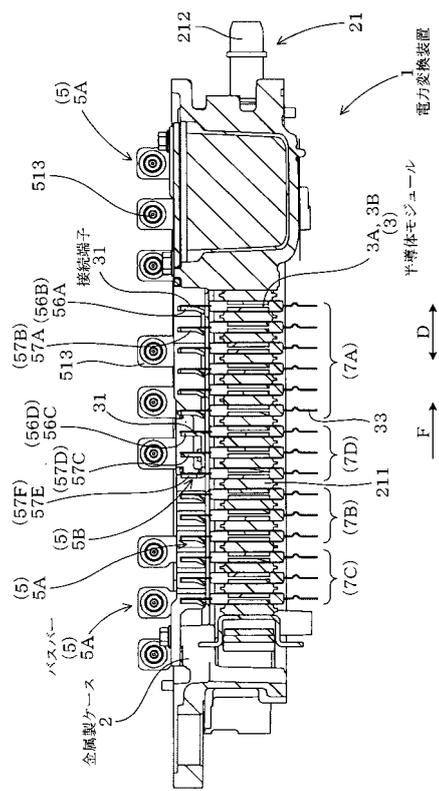
【図 1】

(図 1)



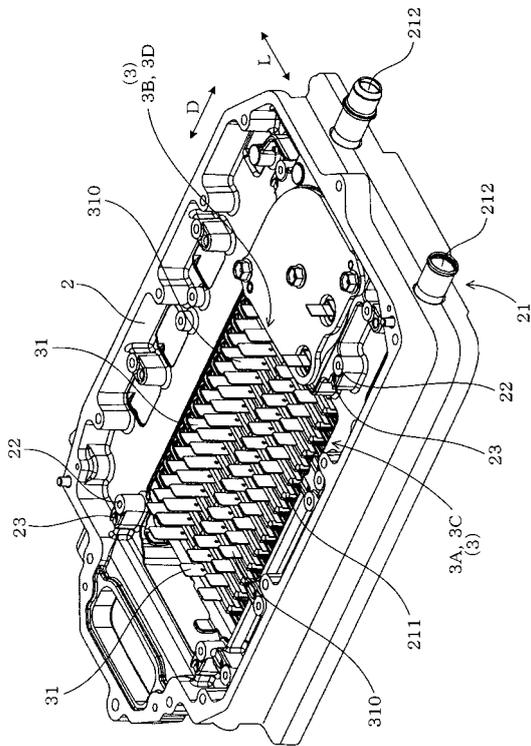
【図 2】

(図 2)



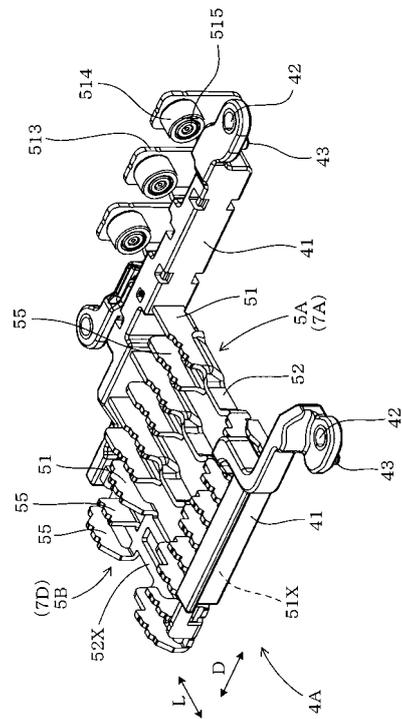
【図 3】

(図 3)



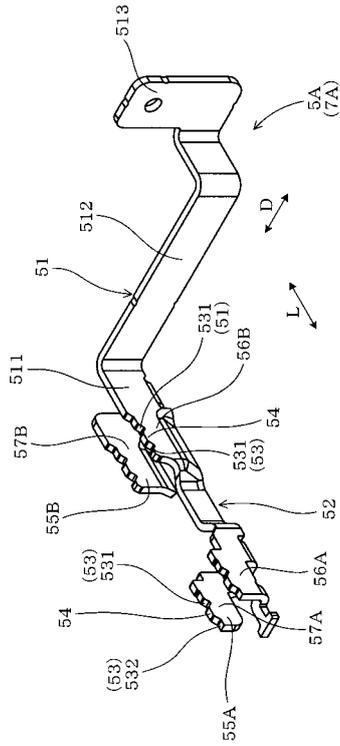
【図 4】

(図 4)



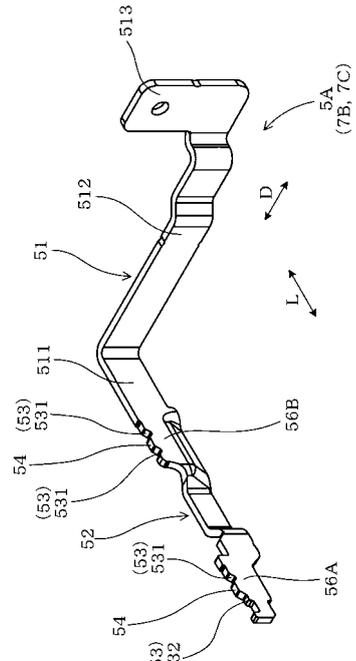
【図9】

(図9)



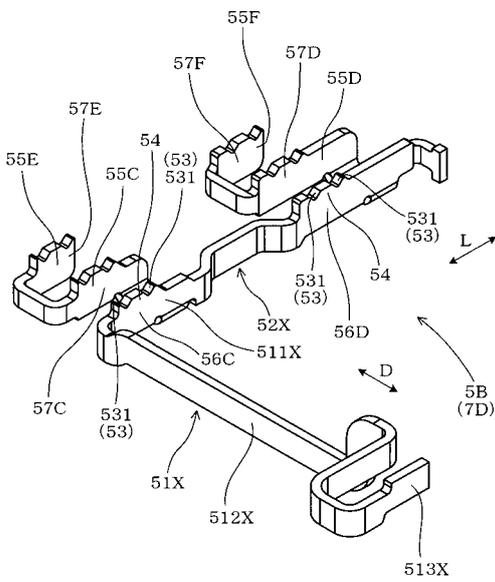
【図10】

(図10)



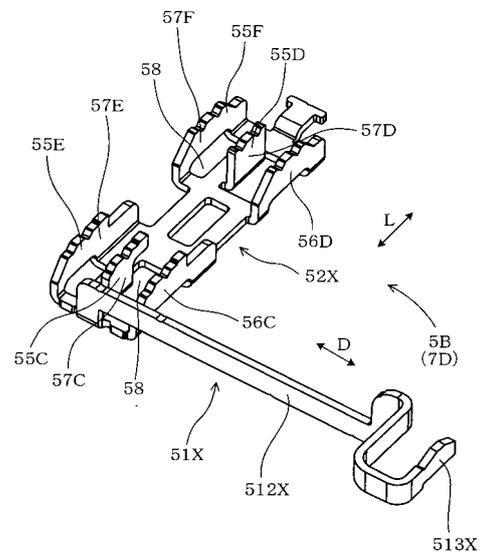
【図11】

(図11)



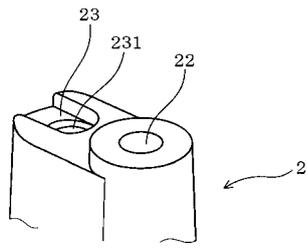
【図12】

(図12)



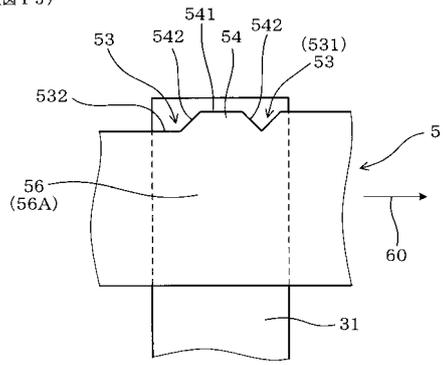
【図13】

(図13)



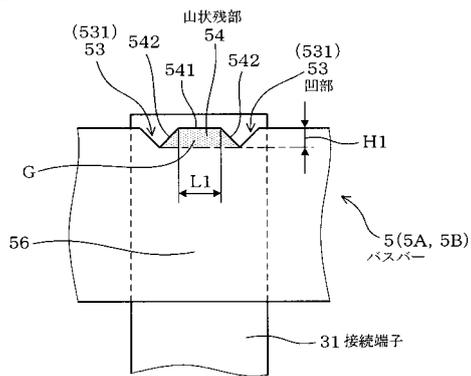
【図15】

(図15)



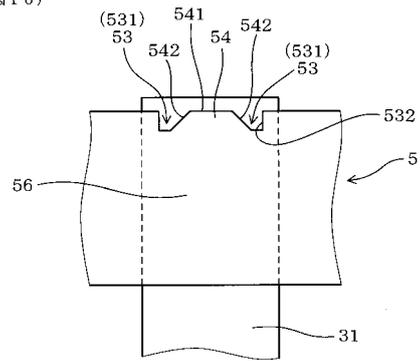
【図14】

(図14)



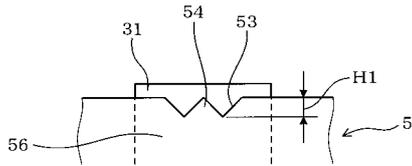
【図16】

(図16)



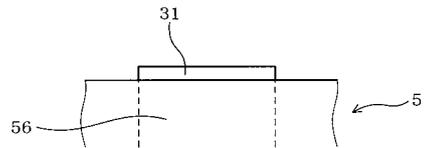
【図17】

(図17)



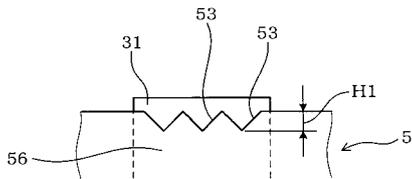
【図19】

(図19)



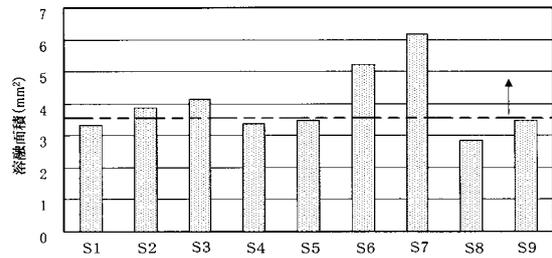
【図18】

(図18)



【図20】

(図20)



フロントページの続き

審査官 河村 勝也

- (56)参考文献 特開2008-125240(JP,A)
特開2005-185063(JP,A)
特開2001-321973(JP,A)
特開2007-089257(JP,A)
特開昭64-087090(JP,A)
特開平11-283454(JP,A)
特開2005-176555(JP,A)
特開2004-140226(JP,A)
特開平10-334956(JP,A)
特開平06-039569(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M	7/48
H01R	4/02
H01H	1/06