



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

モータ(10)の巻線(121)に通電される電流を切り替えるスイッチング素子(41)と、

前記スイッチング素子をモールドするモールド部(42)と、

前記モールド部から突出して形成される基部(61)、および、前記基部の先端側に形成され前記巻線と接続するモータ線(13)が挿通される挿通孔(65)が形成される接続部(62)を有するモータ端子(51～59)と、

を備え、

前記接続部は、前記挿通孔の外側にて前記挿通孔と連続する空隙部(67、575、585、595)を構成する切欠部(66、571、581、591)を有することを特徴とする半導体モジュール(40、48)。

## 【請求項 2】

前記切欠部は、前記モータ線と前記モータ端子との接続箇所に応力が加わる方向である応力方向線からはずれた箇所に形成されることを特徴とする請求項1に記載の半導体モジュール。

## 【請求項 3】

前記切欠部は、前記基部側の面である第1切欠面(661、572)、および、先端側の面である第2切欠面(662、573)を有し、

前記第2切欠面の前記挿通孔側の端部(663)は、前記挿通孔の中心よりも前記基部側に形成されることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体モジュール。

## 【請求項 4】

前記切欠部のギャップ距離は、前記モータ線が角線である場合、前記モータ線の断面の短辺の長さより小さいことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

## 【請求項 5】

前記切欠部のギャップ距離は、前記モータ線が丸線である場合、前記モータ線の断面の直径より小さいことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

## 【請求項 6】

前記モータ端子(54、55、56)は、複数であり、

第1の長さの前記モータ端子に形成される前記切欠部のギャップ距離は、前記第1の長さより短い第2の長さの前記モータ端子に形成される前記切欠部のギャップ距離より大きく形成されることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の半導体モジュール(48)。

## 【請求項 7】

前記モータ端子は、前記モータ線が前記挿通孔に挿通された状態にて充填部材(69)が充填されることにより、前記モータ線と電気的に接続され、

前記充填部材は、外縁が前記モータ端子の形状に応じて規定される最低充填ラインよりも外側となるように充填されることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の半導体モジュール。

## 【請求項 8】

前記モータと、

請求項1～7のいずれか一項に記載の半導体モジュール、および、前記半導体モジュールが固定されるヒートシンク(35)を有し、前記モータの軸方向の一側に配置されるコントロールユニット(30)と、

を備えることを特徴とする駆動装置(1)。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、半導体モジュール、および、これを用いた駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、モータ線とスイッチング素子を内蔵した半導体モジュールとを接続し、スイッチング素子のオンオフを切り替えることにより、モータの駆動を制御する駆動装置が知られている。例えば特許文献1では、コネクタを用いてモータ線と半導体モジュールとを電気的に接続している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】特開2012-239294号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1では、モータ線と半導体モジュールとの接続にコネクタを用いているため、部品点数が増大し、小型化が困難であった。

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、他の部品を用いずにモータ線と半導体モジュールとを接続可能な半導体モジュール、および、これを用いた駆動装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明の半導体モジュールは、スイッチング素子と、モールド部と、モータ端子と、を備える。スイッチング素子は、モータの巻線に通電される電流を切り替える。モールド部は、スイッチング素子をモールドする。モータ端子は、基部および接続部を有する。基部は、モールド部から突出して形成される。接続部は、基部の先端側に形成され、巻線と接続するモータ線が挿通される挿通孔が形成される。

接続部は、挿通孔の外側にて挿通孔と連続する空隙部を構成する切欠部を有する。

【0006】

本発明では、モータの巻線と半導体モジュールとは、モータ線とモータ端子とで接続されるので、コネクタを用いて接続する場合と比較して、部品点数が低減され、小型化可能である。

30

また、モータ端子の先端を例えば溶融はんだ浴等のコーティング材に浸漬するディップ処理を行う場合、モータ端子をコーティング材から引き上げる際、空隙部にて挿通孔内部における表面張力を断つことができる。これにより、挿通孔の大きさが小さい場合あっても、コーティング材が挿通孔内に残る不良の発生を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1実施形態による駆動装置の断面図である。

【図2】本発明の第1実施形態による半導体モジュールの平面図である。

40

【図3】本発明の第1実施形態によるモータ端子の平面図である。

【図4】本発明の第1実施形態によるモータ端子の平面図である。

【図5】本発明の第1実施形態によるモータ端子の平面図である。

【図6】本発明の第1実施形態のモータ端子を溶融はんだ浴に浸漬する状態を説明する説明図である。

【図7】本発明の第1実施形態のモータ端子とモータ線とを接続した状態を示す斜視図である。

【図8】本発明の第1実施形態のモータ端子とモータ線とを接続した状態を示す平面図である。

【図9】本発明の第1実施形態の半導体モジュールに加わる応力を説明する説明図である。

50

【図10】本発明の第2実施形態の半導体モジュールを示す模式図である。

【図11】本発明の第2実施形態の半導体モジュールを示す模式図である。

【図12】本発明の第3実施形態のモータ端子の平面図である。

【図13】本発明の第4実施形態のモータ端子の平面図である。

【図14】本発明の第5実施形態のモータ端子の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明による半導体モジュール、および、これを用いた駆動装置を図面に基づいて説明する。以下、複数の実施形態において、実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。なお、図1～図14は、いずれも模式的な図である。

10

(第1実施形態)

図1に示すように、本発明の第1実施形態による半導体モジュール40は、駆動装置1に適用される。駆動装置1は、例えば車両の電動パワーステアリング装置に用いられる。駆動装置1は、モータ10と、コントロールユニット30と、を備える。本実施形態の駆動装置1は、コントロールユニット30がモータ10の軸方向の一側に一体に設けられる機電一体型の駆動装置である。

【0009】

モータ10は、モータケース11、ステータ12、ロータ14、シャフト15、第1フレーム21、第2フレーム22等を備える。本実施形態のモータ10は、3相ブラシレスモータである。

20

モータケース11は、例えば鉄等の軟磁性材により、略円筒状に形成される。

ステータ12は、モータケース11の内側に固定されるステータコアに巻線121が巻回されている。巻線121は、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルからなる3相巻線を構成している。本実施形態では、巻線121は、2組の3相巻線を構成している。巻線121からは、モータ線13がコントロールユニット30側に取り出され、半導体モジュール40と接続される。

ロータ14は、ステータ12と略同軸となるように、ステータ12の径方向内側に回転可能に設けられる。ロータ14は、略円筒状に形成され、外周面には、N極とS極とが交互になるように永久磁石が貼り付けられる。

【0010】

シャフト15は、例えば金属により形成され、ロータ14の軸中心に固定される。シャフト15は、軸受16、17に回転可能に支持される。これにより、シャフト15は、ロータ14と一体になって回転する。

30

軸受16、17は、ボールベアリングである。軸受16は、第1フレーム21に固定される。また、軸受17は、モータケース11のコントロールユニット30側に形成される軸受保持部111に固定される。

シャフト15のコントロールユニット30と反対側の端部には、ジョイント19が設けられる。ジョイント19は、図示しないギア等に噛み合うことにより、ロータ14およびシャフト15の回転を外部へ出力する。シャフト15のコントロールユニット30側の端部には、図示しないマグネットが設けられる。

40

【0011】

第1フレーム21は、略円板状に形成され、モータケース11のコントロールユニット30とは反対側の端部を塞ぐように設けられる。第1フレーム21の略中央には、軸受16が固定される。

第2フレーム22は、略円板状に形成され、モータケース11のコントロールユニット30側に設けられる。

【0012】

コントロールユニット30は、制御基板31、パワー基板32、ヒートシンク35、および、半導体モジュール40等を備える。

制御基板31は、ヒートシンク35のモータ10側に固定される。制御基板31には、

50

マイコンやホールIC等の比較的通電量の小さい制御系の電子部品が実装される。また、制御基板31のシャフト15に設けられるマグネットと対向する箇所には、ロータ14およびシャフト15の回転を検出するための回転角センサが設けられる。

【0013】

パワー基板32には、コンデンサやチョークコイル等の比較的通電量の大きいパワー系の電子部品が実装され、ヒートシンク35のモータ10とは反対側に固定される。

ヒートシンク35は、アルミ等の熱伝導性のよい素材で形成され、制御基板31、パワー基板32、および、半導体モジュール40等が固定された状態にて、第2フレーム22にねじ等により固定される。

【0014】

図2に示すように、半導体モジュール40は、スイッチング素子41、モールド部42、制御端子45、パワー端子46、および、モータ端子51、52、53を有する。

スイッチング素子41は、巻線121の各相への通電を切り替える。1つのインバータを構成する6つのスイッチング素子41は、銅板等の電気伝導性のよい材料で形成される図示しないリードフレームに実装される。

モールド部42は、1つのインバータを構成する6つのスイッチング素子41を一体にモールドする。モールド部42には、半導体モジュール40をヒートシンク35に固定するためのねじを挿通するためのねじ穴43が形成される。

【0015】

図1に示すように、半導体モジュール40は、モールド部42の幅広面がヒートシンク35に沿うように配置される。ここで、モータ10側となるモールド部42の面を第1面421、モータ10の反対側となるモールド部42の面を第2面422とする。

本実施形態のモータ10は、2組のインバータにより駆動が制御されるため、図1に示すように、2つの半導体モジュール40がヒートシンク35を挟んで両側に配置される。モールド部42とヒートシンク35との間には、図示しない放熱シートが設けられ、ねじ等により半導体モジュール40がヒートシンク35に固定される。

【0016】

図2に戻り、制御端子45は、モールド部42の第1面421から突出して形成される。パワー端子46は、モールド部42の第2面422から突出して形成される。半導体モジュール40は、第1面421が制御基板31側、第2面422がパワー基板32側となるようにヒートシンク35に固定され、制御端子45が制御基板31に接続され、パワー端子46がパワー基板32に接続される。

【0017】

モータ端子51、52、53は、リードフレームと同様の材料にて形成され、ニッケルめっきが施されている。モータ端子51、52、53は、第2面422から突出して形成される。すなわち、モータ端子51は、モータ10の反対側に突設される。本実施形態では、モータ端子51、52、53は、巻線121の各相に対応するように、3つ形成される。

【0018】

図1に示すように、モータ端子51、52、53は、ヒートシンク35と反対側(図2における紙面手前側)に折り曲げられ、モータ線13と接続される。モータ線13は、駆動装置1における半導体モジュール40の径方向外側にて、第2面422側まで延びて形成される。また、モータ線13とモールド部42との間には空間が設けられ、モータ線13と半導体モジュール40とは、モータ端子51以外にて接触しないよう離隔して設けられる。

モータ端子51とモータ端子52、53とは、左右反転されている点を除いて同様であるので、以下、モータ端子51を中心に説明する。

【0019】

図3に示すように、モータ端子51は、基部61、および、接続部62を有する。基部61は、モールド部42から突出して形成される。

10

20

30

40

50

基部 6 1 の先端に形成される接続部 6 2 は、略環状に形成され、内周壁 6 3 および外周壁 6 4 を有する。内周壁 6 3 の内側には、モータ線 1 3 が挿通される挿通孔 6 5 が形成される。挿通孔 6 5 は、内周壁 6 3 および内周壁 6 3 を延長した仮想面 P 1 により規定される空間とする。本実施形態の挿通孔 6 5 は、略長円形状に形成される。

【 0 0 2 0 】

また、接続部 6 2 は、切欠部 6 6 を有する。切欠部 6 6 は、第 1 切欠面としての基部側切欠面 6 6 1 および第 2 切欠面としての先端側切欠面 6 6 2 から構成される。モータ端子 5 1 がモールド部 4 2 から延伸する方向（図 3 における紙面上下方向）を長さ方向、長さ方向の垂直方向（図 3 における紙面左右方向）を幅方向とすると、切欠部 6 6 は、接続部 6 2 の幅方向の一側に形成される。また、第 2 面 4 2 2 の中心線 C 側を内側、モールド部 4 2 の側面 4 2 3 側を外側とすると、切欠部 6 6 は、接続部 6 2 の外側に形成される（図 2 参照）。

切欠部 6 6 を設けることにより、空隙部 6 7 が形成される。空隙部 6 7 は、基部側切欠面 6 6 1 、先端側切欠面 6 6 2 、内周壁 6 3 を延長した仮想面 P 1 、および、外周壁 6 4 を延長した仮想面 P 2 により規定される空間とし、挿通孔 6 5 と連続するように形成される。

【 0 0 2 1 】

切欠部 6 6 の基部 6 1 に形成される基部側切欠面 6 6 1 は、挿通孔 6 5 の基部 6 1 側の端部から、モールド部 4 2 の第 2 面 4 2 2 側と略平行に形成される。切欠部 6 6 の先端側に形成される先端側切欠面 6 6 2 は、外周壁 6 4 側が先端側、内周壁 6 3 側が基部 6 1 側となるように、傾斜して形成されるので、先端側切欠面 6 6 2 と内周壁 6 3 とがなす角度は、鋭角である。また、先端側切欠面 6 6 2 の挿通孔 6 5 側の端部 6 6 3 は、挿通孔 6 5 の中心よりも基部 6 1 側に形成される。

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、挿通孔 6 5 に挿通されるモータ線 1 3 は、断面視略長方形の角線であり、モータ線 1 3 の長辺の長さを  $t_1$  、短辺の長さを  $t_2$  とすると、先端側切欠面 6 6 2 の端部 6 6 3 と基部側切欠面 6 6 1 とのギャップ距離 G は、短辺の長さ  $t_2$  より小さく形成される。これにより、空隙部 6 7 からモータ線 1 3 が抜けるのを防ぐことができる。なお、モータ線 1 3 は、長辺が挿通孔 6 5 の長手方向に略平行であり、短辺が挿通孔 6 5 の短手方向に平行であることに限らず、例えば図 4 のように、長辺が挿通孔 6 5 の短手方向に略平行であり、短辺が挿通孔 6 5 の長手方向に略平行である、といった具合に、挿通孔 6 5 の内部にどのように配置してもよい。

【 0 0 2 3 】

また、図 5 に示すように、モータ線 1 3 の断面が略円形の丸線である場合、モータ線 1 3 の直径を R とすると、ギャップ距離 G は、モータ線 1 3 の直径 R より小さく形成される。これにより、空隙部 6 7 からモータ線 1 3 が抜けるのを防ぐことができる。

なお、基部側切欠面 6 6 1 と先端側切欠面 6 6 2 との最短距離をギャップ距離 G とし、当該ギャップ距離が、モータ線 1 3 の短辺あるいは直径より小さくなるように形成すれば、空隙部 6 7 からのモータ線 1 3 の抜けを防ぐことができる。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、モータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 の先端をはんだディップ処理する。図 6 に示すように、矢印 Y のように、モータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 が折り曲げられた状態の半導体モジュール 4 0 を上下に動かすことにより、モータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 の先端を溶融はんだ浴 B に浸漬させ、はんだディップ処理を行う。これにより、接続部 6 2 および基部 6 1 の一部がはんだディップ処理され、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 との接続に用いるはんだとのぬれ性が向上し、接続性が改善される。また、接続部 6 2 の酸化が抑制され、保存性が向上する。

【 0 0 2 5 】

本実施形態では、挿通孔 6 5 に連続する空隙部 6 7 が形成されている。そのため、溶融はんだ浴 B から引き上げたとき、空隙部 6 7 にて表面張力が断たれるので、はんだが挿通

10

20

30

40

50

孔 6 5 に残り、モータ線 1 3 が挿通困難になる不良の発生を防ぐことができる。空隙部 6 7 は、挿通孔 6 5 の中心よりも基部 6 1 側に形成されるので、溶融はんだ浴 B からモータ端子 5 1 を引き上げるとき、空隙部 6 7 が上側となるので、表面張力を断ちやすくなる。特に本実施形態では、先端側切欠面 6 6 2 の端部 6 6 3 が鋭角に形成されているので、表面張力を切りやすく、不良の発生をより抑制することができる。なお、モータ線 1 3 が挿通可能な程度であれば、例えば空隙部 6 7 に多少のはんだが残ることは許容されるものとする。

#### 【 0 0 2 6 】

図 7 および図 8 に示すように、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 とは、充填部材としてのはんだ部 6 9 により接続される。はんだ部 6 9 は、基部 6 1 の側壁 6 1 1 を延長した仮想線 L e を充填最低ラインとし、はんだ部 6 9 の外縁 6 9 1 が仮想線 L e よりも外側となるように充填される。これにより、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 とを確実に接続することができる。

10

#### 【 0 0 2 7 】

本実施形態では、アルミ等で形成されるヒートシンク 3 5 に固定される半導体モジュール 4 0 のモータ端子 5 1 と、鉄等で形成されるモータケース 1 1 側から取り出されるモータ線 1 3 とが接続される。ヒートシンク 3 5 とモータケース 1 1 とが線膨張係数が異なる素材にて形成されるので、線膨張係数の違いに起因する冷熱ストレスにより、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 との接続箇所には、駆動装置 1 の径方向に応力がかかる。

20

#### 【 0 0 2 8 】

図 9 に示すように、ヒートシンク 3 5 とモータケース 1 1 との線膨張率の違いにより、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 との接続箇所には、駆動装置 1 の軸中心 M とモータ線 1 3 の中心とを結ぶ応力方向線 S 1 ~ S 3 の方向に応力が加わる。半導体モジュール 4 0 単体として見ると、モールド部 4 2 の長手方向の中心線 C 側に傾いた方向に応力が加わる。また、モータ端子 5 1 には、空隙部 6 7 が形成されており、空隙部 6 7 が形成される箇所は、形成されていない箇所と比較し、接続強度が低い。

30

#### 【 0 0 2 9 】

そこで本実施形態では、応力が加わる方向である結ぶ応力方向線 S 1 ~ S 3 からはずれた箇所に空隙部 6 7 が形成されるように切欠部 6 6 を設けている。また、半導体モジュール 4 0 として見たとき、空隙部 6 7 は、モールド部 4 2 の長手方向の外側に形成される。これにより、比較的接続強度が弱い空隙部 6 7 を応力の小さい箇所に配置することにより、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 との接続強度の低下を防いでいる。

30

#### 【 0 0 3 0 】

以上詳述したように、本実施形態の半導体モジュール 4 0 は、スイッチング素子 4 1 と、モールド部 4 2 と、モータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 と、を備える。スイッチング素子 4 1 は、モータ 1 0 の巻線 1 2 1 に通電される電流を切り替える。モールド部 4 2 は、スイッチング素子 4 1 をモールドする。モータ端子 5 1 、 5 2 、 5 3 は、基部 6 1 および接続部 6 2 を有する。基部 6 1 は、モールド部 4 2 から突出して形成される。接続部 6 2 は、基部 6 1 の先端側に形成され、巻線 1 2 1 と接続するモータ線 1 3 が挿通される挿通孔 6 5 が形成される。接続部 6 2 は、挿通孔 6 5 の外側にて挿通孔 6 5 と連続する空隙部 6 7 を構成する切欠部 6 6 を有する。

40

#### 【 0 0 3 1 】

本実施形態では、モータ 1 0 の巻線 1 2 1 と半導体モジュール 4 0 とは、モータ線 1 3 とモータ端子 5 1 とで接続されるので、コネクタを用いて接続する場合と比較して、部品点数が低減され、小型化可能である。

また、モータ端子 5 1 の先端を溶融はんだ浴等のコーティング材に浸漬するディップ処理を行う場合、モータ端子 5 1 を溶融はんだ浴 B から引き上げる際、空隙部 6 7 にて挿通孔 6 5 内部における表面張力を断つことができる。これにより、挿通孔 6 5 の大きさが小さい場合であっても、はんだが挿通孔 6 5 内に残る不良の発生を低減することができる。また、はんだディップ処理により、接続部 6 2 の酸化が防止されるので、保存性が向上す

50

る。

【0032】

切欠部66は、モータ線13とモータ端子51との接続箇所に応力が加わる方向である応力方向線S1～S3からずれた箇所に形成される。切欠部66により構成される空隙部67が形成される箇所は、他の箇所と比較して応力に対して弱い。そのため、応力方向線S1～S3からずれた箇所に空隙部67を形成することにより、冷熱ストレスによりモータ10の径方向に変位するモータ線13とモータ線13とモータ端子51とを接続するはんだ部69とに加わる応力によるモータ線13とモータ端子51との接続不良の発生を抑制することができる。

【0033】

切欠部66は、基部61側の面である基部側切欠面661、および、先端側の面である先端側切欠面662を有する。先端側切欠面662の挿通孔65側の端部663は、挿通孔65の中心よりも基部61側に形成される。これにより、溶融はんだ浴Bからモータ端子51を引き上げたとき、挿通孔65における表面張力を、より断ちやすくなる。

【0034】

空隙部67のギャップ距離Gは、モータ線13が角線である場合、モータ線13の断面の短辺の長さt2より小さい。

また、空隙部67のギャップ距離Gは、モータ線13が丸線である場合、モータ線13の断面の直径Rより小さい。

これにより、モータ線13が空隙部67から抜けないので、組み付け性が向上する。

【0035】

モータ端子51は、モータ線13が挿通孔65に挿通された状態にてはんだ部69が充填されることにより、モータ線13と電気的に接続される。

はんだ部69は、外縁がモータ端子51の形状に応じて規定される最低充填ラインよりも外側となるように充填される。本実施形態の最低充填ラインは、基部61の側壁611を延長した仮想線Leとする。これにより、モータ線13とモータ端子51とを確実に接続できるとともに、はんだ部69による接続状態を工程内にて確実に良否判定することができる。

【0036】

駆動装置1は、モータ10と、コントロールユニット30と、を備える。コントロールユニット30は、半導体モジュール40、および、半導体モジュール40が固定されるヒートシンク35を有し、モータ10の軸方向の一側に配置される。

これにより、装置全体を小型化することができる。また、例えばモータ10の外郭を構成するモータケース11とヒートシンク35とが線膨張率が異なる材料で形成されていると、モータ線13とモータ端子51との接続箇所には応力が加わる。本実施形態では、応力方向線からずれた箇所に空隙部67を形成しているので、冷熱ストレスによる接続不良の発生を抑制することができる。

【0037】

(第2実施形態)

本発明の第2実施形態による半導体モジュールを図10および図11に示す。図10および図11は、第1実施形態の図9と対応する図である。

本実施形態の半導体モジュール48は、3つのモータ端子54、55、56を有する。モータ端子54、55、56は、基部61の長さ、および、空隙部67のギャップ距離が異なる以外は、第1実施形態と同様である。基部61の長さが異なっているので、モータ端子54、55、56は、モータ端子全体としての長さが異なっている。また、図11は、モータ端子54が反転されている点以外は、図10と同様である。

【0038】

ここで、モータ端子54の長さをK1、モータ端子55の長さをK2、モータ端子56の長さをK3とする。また、モータ端子54の空隙部67のギャップ距離をG1、モータ端子55の空隙部67のギャップ距離をG2、モータ端子56の空隙部67のギャップ距

10

20

30

40

50

離を G 3 とする。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 および図 1 1 に示すように、モータ端子 5 4 は、モータ端子 5 5、5 6 より長く、モータ端子 5 5 は、モータ端子 5 6 より長い。すなわち  $K_1 > K_2 > K_3$  である。

モータ端子 5 4、5 5、5 6 を溶融はんだ浴 B (図 6 参照) に浸漬し、モールド部 4 2 を略水平に引き上げるとすると、モータ端子 5 6、5 5、5 4 の順に接続部 6 2 が溶融はんだ浴 B から取り出されることになる。すなわち、モータ端子が長い程、溶融はんだ浴 B に浸漬される時間が長く、溶融はんだ浴 B から取り出されるのが遅くなる。そこで本実施形態では、空隙部 6 7 のギャップ距離を  $G_1 > G_2 > G_3$  としている。すなわち、溶融はんだ浴 B により長く浸漬されるモータ端子の空隙部のギャップ距離を大きく形成することにより、表面張力を断ちやすくしている。

10

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、モータ端子 5 4、5 5、5 6 は、複数である。また、長さ  $K_1$  のモータ端子 5 4 におけるギャップ距離  $G_1$  は、長さ  $K_1$  より短い長さ  $K_2$  のモータ端子 5 5 におけるギャップ距離  $G_2$ 、および、長さ  $K_1$  より短い長さ  $K_3$  のモータ端子 5 6 におけるギャップ距離  $G_3$  より大きく形成される。この場合、モータ端子 5 4 の長さ  $K_1$  が「第 1 の長さ」に対応し、モータ端子 5 5 の長さ  $K_2$  およびモータ端子 5 6 の長さ  $K_3$  が「第 2 の長さ」に対応する。また、長さ  $K_2$  のモータ端子 5 5 におけるギャップ距離  $G_2$  は、長さ  $K_2$  より短い長さ  $K_3$  のモータ端子 5 6 におけるギャップ距離  $G_3$  より大きく形成される。この場合、モータ端子 5 5 の長さ  $K_2$  が「第 1 の長さ」に対応し、モータ端子 5 6 の長さ  $K_3$  が「第 2 の長さ」に対応する。

20

これにより、モータ端子 5 4、5 5、5 6 の長さの違いによる溶融はんだ浴 B からの引き上げタイミングの違いに応じ、表面張力を適切に断つことができる。

また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 1 】

( 第 3 実施形態 )

本発明の第 3 実施形態～第 5 実施形態は、切欠部の形状が異なっているので、この点を中心に説明する。

図 1 2 に示すように、本発明の第 3 実施形態によるモータ端子 5 7 の切欠部 5 7 1 は、第 1 切欠面としての基部側切欠面 5 7 2 および第 2 切欠面としての先端側切欠面 5 7 3 を有し、空隙部 5 7 5 を形成する。空隙部 5 7 5 は、接続部 6 2 の幅方向の一側に形成される。本実施形態の先端側切欠面 5 7 3 は、基部側切欠面 5 7 2 と略平行に形成される。先端側切欠面 5 7 3 を傾斜して形成する場合と比較し、モータ端子 5 7 とはんだ部 6 9 との接続性が向上する。

30

また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 2 】

( 第 4 実施形態 )

図 1 3 に示すように、本発明の第 4 実施形態によるモータ端子 5 8 の切欠部 5 8 1 は、接続部 6 2 の先端に形成され、空隙部 5 8 5 を形成する。切欠部 5 8 1 を構成する切欠面 5 8 2、5 8 3 は、略平行に形成される。本実施形態では、切欠面 5 8 2、5 8 3 が「第 1 切欠面」および「第 2 切欠面」に対応する。

40

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、空隙部 5 8 5 が先端側に形成されるので、挿通孔 6 5 の基部 6 1 側において、モータ端子 5 8 とはんだ部 6 9 とが確実に接続される。これにより、応力や振動が加わったとしても、モータ線 1 3 とモータ端子 5 8 との接続不良が発生しにくくなる。

また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 4 4 】

( 第 5 実施形態 )

図 1 4 に示すように、本発明の第 5 実施形態によるモータ端子 5 9 の切欠部 5 9 1 は、

50

接続部 6 2 の基部 6 1 側に形成され、空隙部 5 9 5 を形成する。切欠部 5 9 1 を構成する切欠面 5 9 2 、 5 9 3 は、略平行に形成される。本実施形態の空隙部 5 9 5 は、切欠面 5 9 2 、 5 9 3 、切欠部 5 9 1 の底面 5 9 4 、および、内周壁 6 3 および内周壁 6 3 を延長した仮想面 P 1 により規定される空間とする。本実施形態では、切欠面 5 9 2 、 5 9 3 が「第 1 切欠面」および「第 2 切欠面」に対応する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、空隙部 5 9 5 が接続部 6 2 の基部 6 1 側に形成されており、空隙部 5 9 5 は、モータ端子 5 9 の外縁に開口していない。そのため、モータ線 1 3 がモータ端子 5 9 から抜けることがなく、組み付け性が向上する。

また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

10

【 0 0 4 6 】

( 他 の 実 施 形 態 )

( ア ) 上記実施形態では、半導体モジュールに 3 つのモータ端子が設けられる。他の実施形態では、半導体モジュールに設けられるモータ端子の数は、 3 つに限らず、いくつであってもよい。また、モータ端子の基部および接続部の形状は、接続部に空隙部が形成されていれば、どのような形状としてもよく、例えば図 1 1 に示すモータ端子 5 4 のように、空隙部を幅方向の一側であって、半導体モジュールにおける内側となるように形成してもよい。また、 1 つの半導体モジュールに、異なる形状のモータ端子を設けるようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

( イ ) 上記第 2 実施形態では、モータ端子の長さが大きいほど、ギャップ距離が大きく形成される。他の実施形態では、モータ端子の長さによらず、ギャップ距離を等しくしてもよいし、モータ端子の長さがほどギャップ距離が短くなるように形成してもよい。

( ウ ) 上記実施形態の半導体モジュールは、 6 つのスイッチング素子が一体にモールドされる。他の実施形態では、スイッチング素子の数は 6 つに限らず、いくつであってもよい。また、スイッチング素子に加え、電源リレーやモータリレー等の各種リレーや、シャント抵抗等、他の電子部品を一体にモールドしてもよい。

【 0 0 4 8 】

( エ ) 上記実施形態では、半導体モジュールは、駆動装置に適用されたが、他の装置に用いてもよい。駆動装置を電動パワーステアリング装置以外に適用してもよい。

30

以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

30

【 符 号 の 説 明 】

【 0 0 4 9 】

1 . . . 駆動装置

1 0 . . . モータ

1 3 . . . モータ線

4 0 、 4 8 . . . 半導体モジュール

4 2 . . . モールド部

5 1 ~ 5 9 . . . モータ端子

40

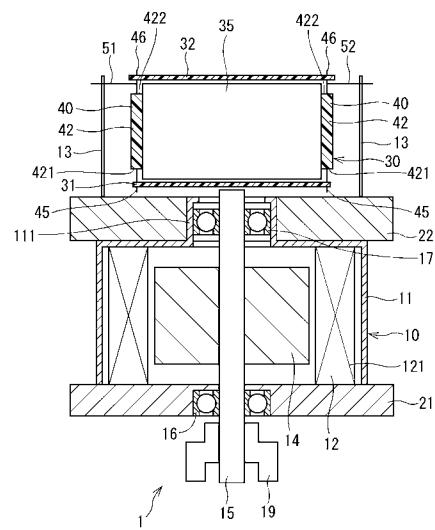
6 2 . . . 接続部

6 5 . . . 挿通孔

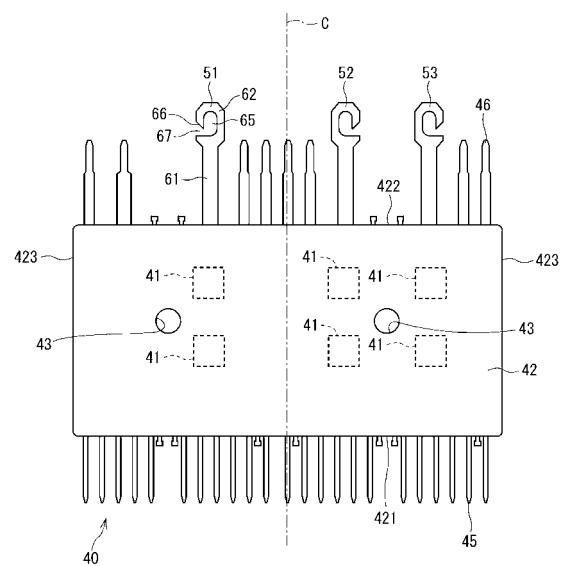
6 6 、 5 7 1 、 5 8 1 、 5 9 1 . . . 切欠部

6 7 、 5 7 5 、 5 8 5 、 5 9 5 . . . 空隙部

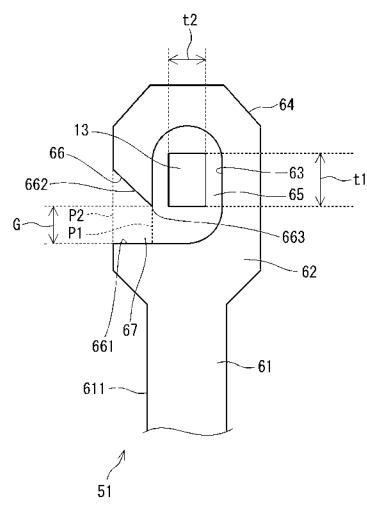
【 四 1 】



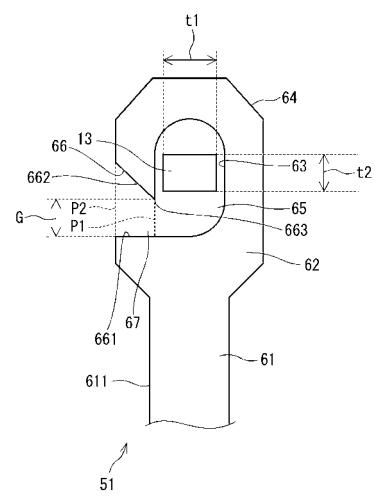
【 図 2 】



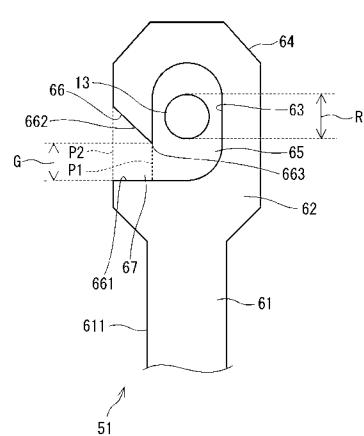
【 四 3 】



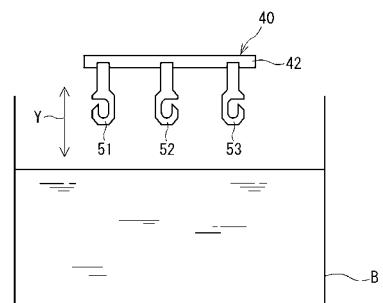
【 図 4 】



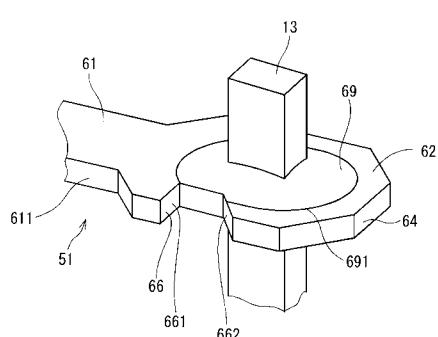
【図5】



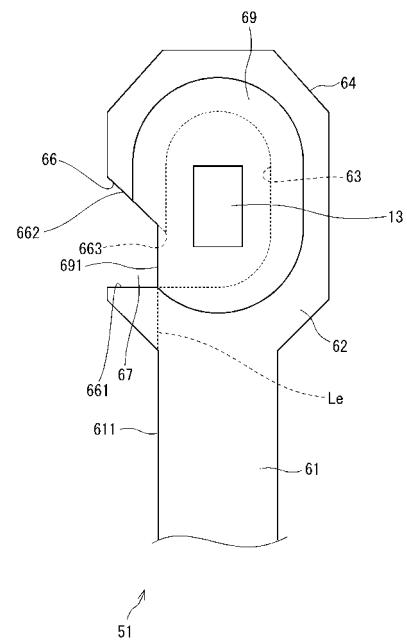
【図6】



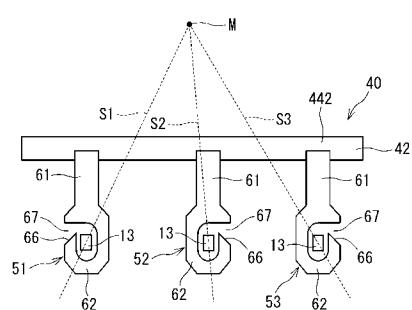
【図7】



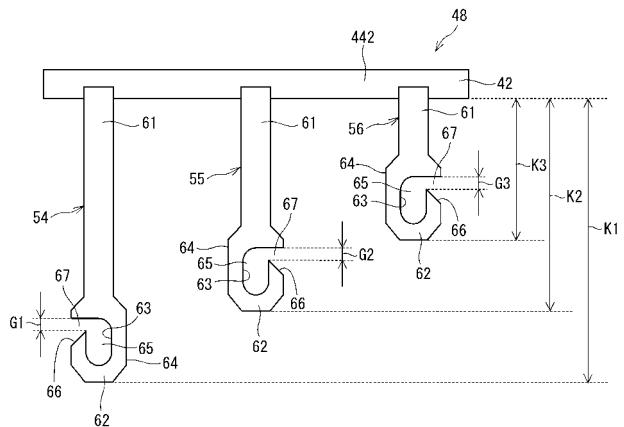
【図8】



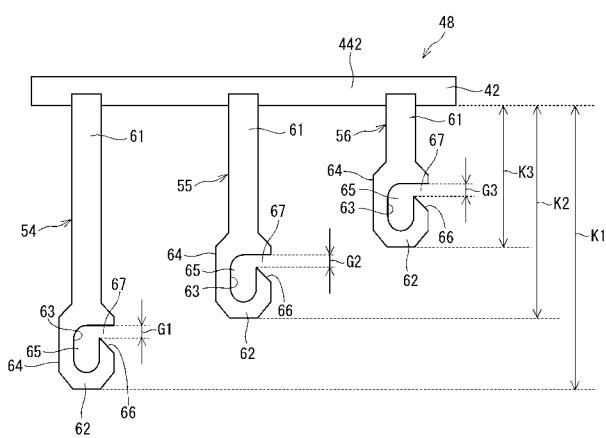
【 図 9 】



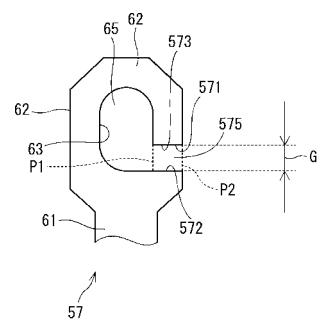
【 図 1 0 】



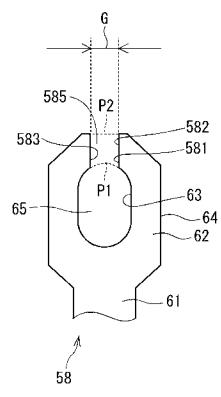
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【図13】



【図14】

