

(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2009-277726
(P2009-277726A)

(43) 公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)

(51) Int.Cl.

H05K	3/28	(2006.01)
H05K	1/02	(2006.01)
H01L	23/40	(2006.01)
B62D	5/04	(2006.01)

F 1

H05K	3/28
H05K	1/02
H01L	23/40
B62D	5/04

テーマコード(参考)

B	3 D 2 3 3
F	5 E 3 1 4
A	5 E 3 3 8
	5 F 1 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2008-125118 (P2008-125118)

(22) 出願日

平成20年5月12日 (2008.5.12)

(71) 出願人

000001247

株式会社ジェイテクト

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(74) 代理人

100087701

弁理士 稲岡 耕作

(74) 代理人

100101328

弁理士 川崎 実夫

(72) 発明者

中井 基生

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

株式会社ジェイテクト内

(72) 発明者

長瀬 茂樹

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

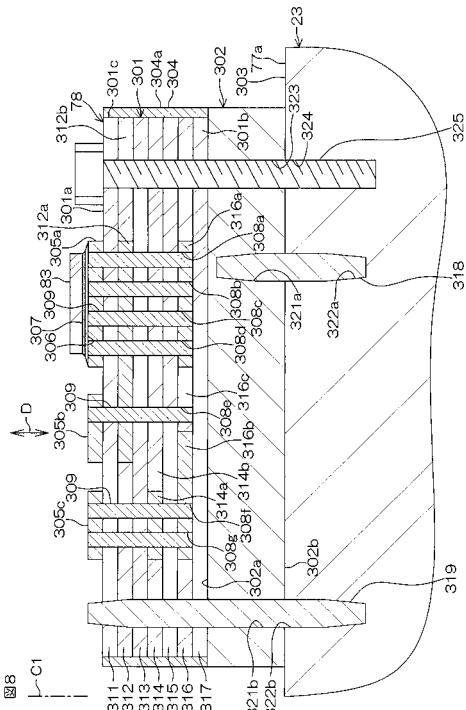
(54) 【発明の名称】積層回路基板、モータ制御装置および車両用操舵装置

(57) 【要約】

【課題】積層回路基板から異物が生じることを防止すること。

【解決手段】パワー基板78は、絶縁層としての第1、第3、第5および第7の層311, 313, 315, 317と、導体を含む層としての第2、第4および第6の層312, 314, 316とを積層してなる基板本体301を備えている。基板本体301の外側面301cは、被覆部材304によって被覆されている。これにより、基板本体301の外側面301cから、絶縁層を構成する材料が粉塵(異物)として飛散することを防止できる。

【選択図】図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

導体を含む層と絶縁層とを積層してなる基板本体と、
被覆部材とを備え、
上記基板本体は、積層方向に対向する表面および裏面と、側面とを含み、
上記側面は、上記被覆部材によって被覆されていることを特徴とする積層回路基板。

【請求項 2】

請求項 1において、上記絶縁層は、基材と、この基材よりも熱伝導率が高い熱伝導材とを含む積層回路基板。

【請求項 3】

請求項 1または 2において、上記基板本体にはビアホールが設けられ、
上記基板本体の表面は、ワイヤボンディングによる接合のための接合部を含み、
上記接合部は、上記積層方向に関して、上記ビアホールを避けて配置されている積層回路基板。

【請求項 4】

請求項 1～3 の何れかにおいて、上記積層回路基板は、基板本体の裏面に接合される金属ベースと、この金属ベースに形成される位置決め孔とを備え、

上記位置決め孔に、上記金属ベースが設置される基板設置部材に形成された位置決め部材を嵌合可能である積層回路基板。

【請求項 5】

請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の積層回路基板と、
上記積層回路基板の基板本体に実装されたモータ駆動用素子を含むモータ駆動回路とを含むモータ制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のモータ制御装置と、
上記モータ制御装置によって駆動され、操舵機構に操舵力を付与する電動モータとを備える車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、積層回路基板、モータ制御装置および車両用操舵装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

通常、積層回路基板は、導体層と絶縁層とを積層して形成されている（例えば、特許文献 1～4 参照）。

【特許文献 1】特開 2002-9435 号公報**【特許文献 2】特開平 8-78849 号公報****【特許文献 3】特開平 5-243743 号公報****【特許文献 4】特開 2006-237115 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

積層回路基板は、導体層と絶縁層とが積層された製造中間体を打ち抜き加工することにより形成される。絶縁層は、例えばセラミック等を含有する合成樹脂を用いて形成されている。このため、打ち抜きによって切断された切断面に、セラミック粉等の粉塵（異物）が発生するおそれがある。このような粉塵は、積層回路基板に電子部品を接合する際の接合不良の原因となる可能性がある。特に、電動パワーステアリング装置の電動モータを制御する制御基板において、このような粉塵は、モータ軸受等に侵入して軸受の摩耗を促進する原因となるおそれがある。

【0004】

10

20

30

40

50

本発明は、かかる背景のもとでなされたもので、積層回路基板から異物が生じることを防止できる積層回路基板、モータ制御装置および車両用操舵装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明は、導体(312a, 312c, 314a, 316a, 316b, 316d)を含む層(312, 314, 316)と絶縁層(311, 313, 315, 317)とを積層してなる基板本体(301)と、被覆部材(304)とを備え、上記基板本体は、積層方向(D)に対向する表面(301a)および裏面(301b)と、側面(301c)とを含み、上記側面は、上記被覆部材によって被覆されていることを特徴とする積層回路基板(78)である(請求項1)。10

【0006】

例えば、積層回路基板は、導体を含む層と絶縁層とが積層された製造中間体を打ち抜き加工することにより、形成される。絶縁層は、例えばセラミック等を含有する合成樹脂を用いて形成されている。また、積層回路基板の側面は、導体を含む層と絶縁層とが打ち抜き加工によって露出している。

本発明によれば、基板本体の側面が被覆部材で覆われていることにより、例えば、この側面から、絶縁層を構成する材料が粉塵(異物)として飛散することを防止できる。これにより、基板本体の表面等に異物が付着してしまうことを防止でき、積層回路基板に電子部品を接合する際の接合不良を確実に防止できる。20

【0007】

また、本発明において、上記絶縁層は、基材と、この基材よりも熱伝導率が高い熱伝導材とを含む場合がある(請求項2)。この場合、絶縁層の熱伝導性を高くすることができ、基板本体の放熱性をより高くすることができる。

また、本発明において、上記基板本体にはビアホール(308)が設けられ、上記基板本体の表面は、ワイヤボンディングによる接合のための接合部(326)を含み、上記接合部は、上記積層方向に関して、上記ビアホールを避けて配置されている場合がある(請求項3)。この場合、基板本体のうちビアホールが形成されている部分は、ビアホールの形成作業に伴って基板本体表面に凹凸が生じることとなる。その一方で、ビアホールが形成されていない部分は、ビアホールを形成する作業が行われないので、基板本体の表面に凹凸が生じることが無い。このように、基板本体の表面のうち凹凸が生じていない平滑な部分に接合部が設けられるので、接合部と、この接合部にボンディングされたボンディングワイヤとの接合を確実に行うことができ、両者の接合強度を十分に確保することができる。しかも、ボンディングパッドのような別部品を用いて接合部を形成する必要がないので、コスト安価である。30

【0008】

また、本発明において、上記積層回路基板は、基板本体の裏面に接合される金属ベース(302)と、この金属ベースに形成される位置決め孔(321a, 321b)とを備え、上記位置決め孔に、上記金属ベースが設置される基板設置部材(77a)に形成された位置決め部材(318, 319)を嵌合可能である場合がある(請求項4)。この場合、基板設置部材に対する積層回路基板の位置決めの精度をより高くすることができる。40

【0009】

また、本発明において、上記の積層回路基板と、上記積層回路基板の基板本体に実装されたモータ駆動用素子(83)を含むモータ駆動回路(82)とを含む場合がある(請求項5)。この場合、積層回路基板から粉塵(異物)が発生することが防止されているので、このような異物がモータの軸受等に侵入してモータの軸受の摩耗が促進されることを防止できる。

【0010】

また、本発明において、モータ制御装置(78)と、上記モータ制御装置によって駆動され、操舵機構(4)に操舵能力を付与する電動モータ(18)とを備える場合がある(請50

求項6）。この場合、積層回路基板に実装される電子部品の接合不良が確実に防止されているとともに、モータの軸受等の摩耗が抑制された車両用操舵装置を実現することができる。

【0011】

なお、上記において、括弧内の数字等は、後述する実施の形態における対応構成要素の参照符号を表すものであるが、これらの参照符号により特許請求の範囲を限定する趣旨ではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下には、図面を参照して、本発明の実施形態について具体的に説明する。 10

図1は、本発明の一実施形態に係る車両用操舵装置としての電動パワーステアリング装置1の概略構成を示す模式図である。

図1を参照して、電動パワーステアリング装置1は、操舵部材としてのステアリングホイール2と、ステアリングホイール2の回転に連動して転舵輪3を転舵する操舵機構4と、運転者の操舵を補助するための操舵補助機構5とを備えている。ステアリングホイール2と操舵機構4とは、ステアリングシャフト6および中間軸7を介して機械的に連結されている。

【0013】

本実施の形態では、操舵補助機構5がステアリングシャフト6にアシスト力（操舵補助力）を与える例に則して説明するが、本発明を、操舵補助機構5が後述するピニオン軸にアシスト力を与える構造や、操舵補助機構5が後述するラック軸にアシスト力を与える構造に適用することが可能である。 20

ステアリングシャフト6は、直線状に延びている。また、ステアリングシャフト6は、ステアリングホイール2に連結された入力軸8と、中間軸7に連結された出力軸9とを含む。入力軸8と出力軸9とは、トーションバー10を介して同一軸線上で相対回転可能に連結されている。すなわち、ステアリングホイール2に一定値以上の操舵トルクが入力されると、入力軸8および出力軸9は、互いに相対回転しつつ同一方向に回転するようになっている。

【0014】

ステアリングシャフト6の周囲に配置されたトルクセンサ11は、入力軸8および出力軸9の相対回転変位量に基づいて、ステアリングホイール2に入力された操舵トルクを検出する。トルクセンサ11のトルク検出結果は、制御装置としてのECU12（Electronic Control Unit：電子制御ユニット）に入力される。また、車速センサ90からの車速検出結果がECU12に入力される。中間軸7は、ステアリングシャフト6と操舵機構4とを連結している。 30

【0015】

操舵機構4は、ピニオン軸13と、転舵軸としてのラック軸14とを含むラックアンドピニオン機構からなる。ラック軸14の各端部には、タイロッド15およびナックルアーム（図示せず）を介して転舵輪3が連結されている。

ピニオン軸13は、中間軸7に連結されている。ピニオン軸13は、ステアリングホイール2の操舵に連動して回転するようになっている。ピニオン軸13の先端（図1では下端）には、ピニオン16が連結されている。 40

【0016】

ラック軸14は、自動車の左右方向に沿って直線状に延びている。ラック軸14の軸方向の途中部には、上記ピニオン16に噛み合うラック17が形成されている。このピニオン16およびラック17によって、ピニオン軸13の回転がラック軸14の軸方向移動に変換される。ラック軸14を軸方向に移動させることで、転舵輪3を転舵することができる。

【0017】

ステアリングホイール2が操舵（回転）されると、この回転が、ステアリングシャフト

10

20

30

40

50

6 および中間軸 7 を介して、ピニオン軸 13 に伝達される。そして、ピニオン軸 13 の回転は、ピニオン 16 およびラック 17 によって、ラック軸 14 の軸方向移動に変換される。これにより、転舵輪 3 が転舵される。

操舵補助機構 5 は、操舵補助用の電動モータ 18 と、電動モータ 18 の出力トルクを操舵機構 4 に伝達するための伝達機構としての減速機構 19 とを含む。減速機構 19 としては、例えばウォームギヤ機構などの食い違い軸歯車機構や、平行軸歯車機構などを用いることができる。本実施形態では、減速機構 19 として、ウォームギヤ機構が用いられている。すなわち、減速機構 19 は、駆動ギヤ（伝達機構の駆動側部材）としてのウォーム軸 20 と、このウォーム軸 20 と噛み合う従動ギヤ（伝達機構の従動側部材）としてのウォームホイール 21 を含む。減速機構 19 は、伝達ハウジングとしてのギヤハウジング 22 内に収容されている。10

【0018】

ウォーム軸 20 は、図示しない継手を介して電動モータ 18 の回転軸（図示せず）に連結されている。ウォーム軸 20 は、電動モータ 18 によって回転駆動される。また、ウォームホイール 21 は、ステアリングシャフト 6 とは同行回転可能に連結されている。ウォームホイール 21 は、ウォーム軸 20 によって回転駆動される。

電動モータ 18 がウォーム軸 20 を回転駆動すると、ウォーム軸 20 によってウォームホイール 21 が回転駆動され、ウォームホイール 21 およびステアリングシャフト 6 が同行回転する。そして、ステアリングシャフト 6 の回転は、中間軸 7 を介してピニオン軸 13 に伝達される。ピニオン軸 13 の回転は、ラック軸 14 の軸方向移動に変換される。これにより、転舵輪 3 が転舵される。すなわち、電動モータ 18 によってウォーム軸 20 を回転駆動することで、転舵輪 3 が転舵されるようになっている。20

【0019】

電動モータ 18 は、ECU 12 によって制御される。ECU 12 は、トルクセンサ 11 からのトルク検出結果、車速センサ 90 からの車速検出結果等に基づいて電動モータ 18 を制御する。具体的には、ECU 12 では、トルクと目標アシスト量との関係を車速毎に記憶したマップを用いて目標アシスト量を決定し、電動モータ 18 の発生するアシスト力を目標アシスト量に近づけるように制御する。

【0020】

図 2 および図 3 は、それぞれ操舵補助機構 5 の概略斜視図であり、互いに別角度から操舵補助機構 5 を見た図である。本実施の形態の主に特徴とするところは、上記の制御装置としての ECU 12 を収容するためのハウジング H を、図 2 および図 3 に示すように、互いに接触する（例えば互いの端面を突き合わせた状態、或いは互いの端部を嵌合させた状態である）第 1 のハウジング 23 および第 2 のハウジング 24 によって構成した点にある。30

【0021】

すなわち、ECU 12 を収容するためのハウジング H を構成する第 1 のハウジング 23 および第 2 のハウジング 24 は互いに接触しており（直接に係合しており）、両ハウジング 23, 24 の間に、別のハウジングが介在していない。これにより、格段の小型化が図られている。40

第 1 のハウジング 23 および第 2 のハウジング 24 は、一端が開放した概ね四角箱形に形成されている。第 1 および第 2 のハウジング 23, 24 の互いの端部は、突き合わされ固定ねじ 91 により互いに締結されている。

【0022】

一方、電動モータのモータハウジング 25 は、筒状のモータハウジング本体 26 と、上記の第 1 のハウジング 23 とにより構成されている。具体的には、ECU 12 を収容するためのハウジング H の一部である第 1 のハウジング 23 が、電動モータ 12 のモータハウジング 25 の少なくとも一部とは単一の材料で一体に形成されている。換言すると、モータハウジング 25 の少なくとも一部と、ECU 12 を収容するためのハウジング H の一部とが兼用されている。50

【0023】

また、ギヤハウジング22は、ウォーム軸20が収容された筒状の駆動ギヤ収容ハウジング27と、ウォームホイール21が収容された筒状の従動ギヤ収容ハウジング28と、上記の第2のハウジング24とにより構成されている。具体的には、ECU12を収容するためのハウジングHの一部である第2のハウジング24が、ギヤハウジング22の駆動ギヤ収容ハウジング27および従動ギヤ収容ハウジング28とは単一の材料で一体に形成されている。換言すると、ギヤハウジング22の一部と、ECU12を収容するためのハウジングHの一部とが兼用されている。

【0024】

第1のハウジング23の側壁としての外周壁92の外周92aには、筒状突起93が突出形成されており、その筒状突起93内には、第1のハウジング23の外部に臨む電気コネクタ94が配置されている。図示していないが、電気コネクタ94には、バッテリーからECU12に電源供給するための端子や、外部からの信号の入、出力用の端子が設けられている。

10

【0025】

電動パワーステアリング装置の要部の断面図である図4を参照して、減速機構19(伝達機構)の従動側部材としてのウォームホイール21、および電気コネクタ94は、減速機構19(伝達機構)の駆動側部材としてのウォーム軸20の中心軸線C3を含み且つウォームホイール21の中心軸線21aとは平行な平面Q1に対して、同側に配置されている。

20

【0026】

この場合、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に沿って見たときに、突出部となる電気コネクタ94および従動ギヤ収容ハウジング28が同側に突出することになる。その結果、実質的な小型化および省スペース化を図ることができ、車両への搭載性が向上する。

また、図3を参照して、電動モータ18の後述する回転軸37の軸方向X1に沿って見たときに、電気コネクタ94および従動ギヤ収容ハウジング28の互いの少なくとも一部が互いに重なり合うレイアウトとされている。これにより、実質的な小型化および省スペース化を図ることができ、車両への搭載性が向上する。

30

【0027】

また、回転軸37の軸方向X1に沿って見たときに、電気コネクタ94およびセンサハウジング35の互いの少なくとも一部が互いに重なり合うレイアウトとされている。これにより、実質的な小型化および省スペース化を図ることができ、車両への搭載性が向上する。

モータハウジング25の第1のハウジング23は、例えばアルミニウム合金(例えば鋳造品、冷間鍛造品)により形成され、操舵補助機構5の軽量化が図られている。また、駆動ギヤ収容ハウジング27、従動ギヤ収容ハウジング28および第2のハウジング24で構成されるギヤハウジング22は、例えばアルミニウム合金(例えば鋳造品、冷間鍛造品)により形成され、操舵補助機構5の軽量化が図られている。また、モータハウジング25のモータハウジング本体26には、例えば非磁性の板金が用いられている。

40

【0028】

モータハウジング本体26は、円筒状の周壁29と、周壁29の一端を閉塞する底壁30と、周壁29の他端からその径方向外方に張り出した環状のフランジ31とを含む。

環状のフランジ31の周方向の一部から径方向外方に張り出したブラケット32が設けられている。そのブラケット32のねじ挿通孔33に挿通された固定ねじ34が、第1のハウジング23のねじ孔にねじ込まれることにより、モータハウジング本体26と第1のハウジング23とが一体に固定されている。上記のねじ挿通孔33は、モータハウジング本体26の周方向に延びる長孔に形成されているので、第1のハウジング23に対して、モータハウジング本体26の周方向位置を調整可能となっている。

【0029】

50

また、ＥＣＵ12を収容するためのハウジングHを構成する第1のハウジング23および第2のハウジング24は、固定ねじ91を用いて互いに固定されている。

ギヤハウジング22の従動ギヤ収容ハウジング28には、トルクセンサ11が収容された筒状のセンサハウジング35が連結されており、従動ギヤ収容ハウジング28およびセンサハウジング35は、固定ねじ36を用いて互いに固定されている。ステアリングシャフト6が、筒状の従動ギヤ収容ハウジング28およびセンサハウジング35内に挿通されている。

【0030】

図4を参照して、電動モータ18のモータハウジング25である第1のハウジング23とこの第1のハウジング23に接触する第2のハウジング24とによって、制御装置としてのＥＣＵ12を収容する収容室100が形成されている。第1のハウジング23および第2のハウジング24の互いの端面が突き合わされており、両端面間が環状のシール部材95によって封止されている。

【0031】

シール部材95は、図6に示すように、第1および第2のハウジング23, 24の何れか一方、例えば第2のハウジング24の端面98に形成された環状溝99に収容され、他方の、例えば第1のハウジング23の端面(フランジ88の端面88aに相当)に接触している。シール部材95としては、例えばOリングを用いることができる。

再び図4を参照して、第1のハウジング23は、収容室100の一部を区画する第1の内壁面101を含み、第2のハウジング24は収容室100の一部を区画する第2の内壁面102を含み、これら第1の内壁面101および第2の内壁面102は、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に対向している。

【0032】

また、第2のハウジング24の第2の内壁面102は、環状平面により構成されており、その環状平面は、電動モータ18の回転軸37の中心軸線C1または上記中心軸線C1の延長線C2(通例、ウォーム軸20の中心軸線C3に一致)とは直交し且つ上記中心軸線C1または上記延長線C2の回りを取り囲んでいる。

第2の内壁面102のなす環状平面の延長面P1が、ステアリングシャフト6を取り囲む筒状部としての従動ギヤ収容ハウジング28の外周面28aの主要部のなす円筒面P2と図4のように交差するか、または接する状態にある。具体的には、従動ギヤ収容ハウジング28は、ステアリングシャフト6が嵌合するウォームホイール21を取り囲んでいる。

【0033】

また、制御装置としてのＥＣＵ12は、回転軸37の中心軸線C1または延長線C2の回りに配置されている。

電動モータ18の回転軸37およびウォーム軸20が同軸上に並べて配置されており、回転軸37およびウォーム軸20は、互いの間に介在する継手38を介して同軸的に動力伝達可能に連結されている。継手38は、電動モータ18の回転軸37と同行回転する環状の入力部材39と、ウォーム軸20と同行回転する環状の出力部材40と、入力部材39および出力部材40の間に介在し入力部材39および出力部材40を動力伝達可能に連結する環状の弾性部材41とを有している。

【0034】

ウォーム軸20は、ギヤハウジング22の駆動ギヤ収容ハウジング27の駆動ギヤ収容孔42に収容されている。ウォーム軸20は第1の端部20aおよび第2の端部20bを有しており、ウォーム軸20の軸方向の中間部にウォーム20cが形成されている。

ウォーム軸20の第1の端部20aは、駆動ギヤ収容孔42の一端(電動モータ18側の端部)の内周の軸受保持部44に保持された第1の軸受45によって、回転可能に支持されている。ウォーム軸20の第2の端部20bは、駆動ギヤ収容孔42の他端の内周の軸受保持部46に保持された第2の軸受47によって、回転可能に支持されている。

【0035】

10

20

30

40

50

第1の軸受45は、内輪48と、外輪49と、内輪48および外輪49の間に介在する複数の転動体50とを有する転がり軸受からなる。内輪48は、ウォーム軸20の第1の端部20aに同行回転可能に保持されている。内輪48の一方の端面は、ウォーム軸20の外周に設けられた位置決め段部に当接している。ウォーム軸20の第1の端部20aには、小径の突軸51が延設されており、その突軸51には、継手38の出力部材40が同行回転可能に且つ軸方向移動不能に嵌合されている。出力部材40は内輪48の他方の端面に当接しており、ウォーム軸20の上記位置決め段部と出力部材40の間に、内輪48が挟持されている。これにより、ウォーム軸20に対する内輪45の軸方向移動が規制されている。

【0036】

10

外輪49の一方の端面が、駆動ギヤ収容孔42の軸受保持部44の一側に隣接する段部に、所定の隙間を隔てて対向している。また、駆動ギヤ収容孔42の軸受保持部44の他側に隣接するねじ部に、環状の固定部材52がねじ込まれており、固定部材52が外輪49の他方の端面を押圧している。これにより、外輪49の軸方向移動が規制されている。

固定部材52は、外周にねじが形成された筒状の本体52aと、本体52aの一端から径方向内方に延びる内方フランジ52bと、本体52aの他端から径方向外方に延びる外方フランジ52cとを有している。内方フランジ52bが、外輪49の他方の端面を押圧している。また、外方フランジ52cは、ECU12の収容室を区画する第2のハウジング24の第2の内壁面102に押圧されており、これにより、固定部材52の緩み止めが達成されている。

20

【0037】

固定部材52の筒状の本体52a内には、継手38の一部が収容されている。これにより、回転軸37の軸方向X1に関しての、電動パワーステアリング装置1の小型化が達成されている。

第2の軸受47は、内輪53と、外輪54と、内輪53および外輪54の間に介在する複数の転動体55とを有する転がり軸受からなる。内輪53は、ウォーム軸20の第2の端部20bに同行回転可能に保持されている。内輪53の一方の端面は、ウォーム軸20の外周に設けられた位置決め段部に当接している。これにより、ウォーム軸20に対する内輪53の軸方向移動（第1の軸受45側への移動）が規制されている。

【0038】

30

駆動ギヤ収容孔42の軸受保持部46に隣接する、駆動ギヤ収容孔42の入口部に、ねじ部56が形成されており、そのねじ部56に、第1および第2の軸受45, 47に一括して予圧を付与するための予圧付与部材57がねじ込まれている。予圧付与部材57は、円板状の本体58を有しており、本体58の外周には、上記ねじ部56に螺合するねじ部59が形成されている。また、本体58の一方の端面に、第2の軸受47の外輪54の一方の端面を押圧する環状凸部60が形成されている。

【0039】

本体58の他方の端面には、当該予圧付与部材57を回動操作するための工具を係合する、例えば断面多角形形状の工具係合孔61が形成されている。また、本体58のねじ部59に螺合されたロックナット62によって、予圧付与部材57が止定されるようになっている。

40

ウォーム軸20の第1および第2の端部20a, 20bを支持する第1および第2の軸受45, 47は、何れも公知のシール軸受により構成されている。具体的には、転動体の軸方向X1の両側において、内輪と外輪の間を密封するシール部材62を備えており、そのシール部材62は、内輪または外輪の何れか一方に固定される。また、シール部材62は他方に摺接するリップを有している。

【0040】

ウォーム軸20の両端を支持する第1および第2の軸受45, 47がシール軸受により構成されているので、ギヤハウジング22内のグリース等の潤滑剤が、ECU12を収容する収容室100側へ漏れ出ることがない。ただし、収容室100内の密封性を高めるた

50

めに、例えば、固定部材 52 の本体 52a の外周のねじ部とこれに螺合するねじ部との間に、液体パッキンを介在させてもよい。

【0041】

本実施形態では、電動モータ 18 としてブラシレスモータが用いられている。電動モータ 18 は、上記モータハウジング 25 と、このモータハウジング 25 内に収容されたロータ 64 およびステータ 65 を含む。

ロータ 64 は、回転軸 37 の外周に同行回転可能に取り付けられた環状のロータコア 66 と、ロータコア 66 の外周に同行回転可能に取り付けられた例えは環状の永久磁石からなるロータマグネット 67 を有している。ロータマグネット 67 には、複数の磁極が周方向に並べて配置されている。これらの磁極は、ロータ 64 の周方向に関して、N 極およびS 極が交互に入れ替わるようにされている。10

【0042】

ステータ 65 は、モータハウジング 25 のモータハウジング本体 26 の内周に固定されている。ステータ 65 は、モータハウジング本体 26 の内周に固定されたステータコア 68 と、複数のコイル 69 を含む。ステータコア 68 は、環状のヨークと、このヨークの内周から径方向内方へ突出する複数のティースとを含む。各コイル 69 は対応するティースに巻回されている。

【0043】

また、モータハウジング 25 のモータハウジング本体 26 と第 1 のハウジング 23 により区画されるモータ室 70 内には、環状またはC 形形状をなすバスバー 71 が収容されている。各ティースに巻回されたコイル 69 は、バスバー 71 と接続されている。バスバー 71 は、各コイル 69 と電流印加線との接続部に用いられる導電接続材であり、バスバー 71 は、各コイル 69 に、図示しない電力供給源からの電力を配電するための配電部材として機能する。20

【0044】

また、モータハウジング 25 のモータハウジング本体 26 と第 1 のハウジング 23 により区画されるモータ室 70 内には、ロータ 64 の回転位置を検出するための回転位置検出装置 72 が収容されている。回転位置検出装置 72 は、第 1 のハウジング 23 に固定されたステータ 73 と、回転軸 37 とは同行回転可能に取り付けられたロータ 74 とを有している。回転位置検出装置 72 としては、例えはレゾルバを用いることができる。また、ホール素子を用いることもできる。30

【0045】

回転位置検出装置 72 は、電動モータ 18 の回転軸 37 の軸方向 X1 に関して電動モータ 18 のロータ 64 のロータコア 66 と、第 2 のハウジング 24 との間に配置されていればよい。したがって、本実施の形態のように、モータ室 70 内に配置されていてもよいし、ECU 12 の収容室 100 を区画する第 1 のハウジング 23 の中央に設けられた後述する筒状部 89 内に配置されていてもよい。

【0046】

また、図 4 を参照して、回転軸 37 は、モータハウジング 25 の一部と ECU 12 を収容するハウジングの一部とを兼用する第 1 のハウジング 23 によって保持された第 3 の軸受 75 および第 4 の軸受 76 によって、回転可能に支持されている。第 3 および第 4 の軸受 75, 76 は、第 1 および第 2 の軸受 45, 47 と同じ構成のシール軸受により構成されている。40

【0047】

ECU 12 の収容室 100 を区画するハウジング H の一部である第 1 のハウジング 23 は、収容室 100 とモータ室 70 とを仕切る仕切り壁 77 を底壁として含んでいる。この仕切り壁 77 に、上記第 1 の内壁面 101 が設けられている。仕切り壁 77 の外周の近傍からモータハウジング本体 26 側に向かって筒状突起 104 が延びてあり、その筒状突起 104 の外周に、モータハウジング本体 26 の一端が嵌合されている。

【0048】

10

20

30

40

50

また、仕切り壁 7 7 は、上記の第 3 の軸受 7 5 の外輪を保持するための保持孔 1 0 5 を有している。仕切り壁 7 7 からモータハウジング本体 2 6 側に向けて延びる筒状突起 1 0 6 が形成されている。筒状突起 1 0 6 は上記保持孔 1 0 5 とは同軸的に形成されている。筒状突起 1 0 6 は、モータハウジング本体 2 6 に係合する上記の筒状突起 1 0 4 よりも小径に形成されている。この筒状突起 1 0 6 の内周には、回転位置検出装置 7 2 のステータ 7 3 が固定されている。

【 0 0 4 9 】

また、仕切り壁 7 7 から第 2 のハウジング 2 4 側に向けて延びる筒状部 8 9 が形成されている。筒状部 8 9 は上記の保持孔 1 0 5 とは同軸的に形成されている。筒状部 8 9 内の内周には、上記の第 4 の軸受 7 6 の外輪が保持されている。筒状部 8 9 の一端には、径方向内方に延びる環状フランジ 1 0 7 が延設されており、第 4 の軸受 7 6 の外輪の一端が環状フランジ 1 0 7 に当接することにより、筒状部 8 9 に対する第 4 の軸受 7 6 の外輪の軸方向移動が規制されている。10

【 0 0 5 0 】

一方、第 4 の軸受 7 6 の内輪は、回転軸 3 7 の外周に形成された環状の位置決め段部と、継手 3 8 の入力部材 3 9 の端面との間に挟持されており、これにより、回転軸 3 7 に対する第 4 の軸受 7 6 の内輪の軸方向移動が規制されている。

収容室 1 0 0 には、ECU 1 2 の一部を構成するパワー基板 7 8 および制御基板 7 9 が収容され保持されている。パワー基板 7 8 には、電動モータ 1 8 を駆動するためのパワーリードの少なくとも一部（例えば FET などのスイッチング素子）が実装されている。上記の各コイル 6 9 と接続されたバスバー 7 1 は、第 1 のハウジング 2 3 の上記仕切り壁 7 7 を挿通して収容室 1 0 0 内に進入するバスバー端子 8 0 を介して、パワー基板 7 8 に接続されている。20

【 0 0 5 1 】

また、回転位置検出装置 7 2 が、第 1 のハウジング 2 3 の仕切り壁 7 7 を挿通して収容室 1 0 0 内に进入するバスバー端子 8 1 を介して、制御基板 7 9 に接続されている。

収容室 1 0 0 内において、パワーリードが実装されたパワー基板 7 8 は、第 1 の内壁面 1 0 1 および第 2 の内壁面 1 0 2 のうち第 1 の内壁面 1 0 1 に相対的に近接して配置されている。すなわち、上記の仕切り壁 7 7 は、電動モータ 1 8 の回転軸 3 7 の軸方向 X 1 に関する厚み t 1 が相対的に厚い厚肉部 7 7 a と相対的に薄い薄肉部 7 7 b とを含んでいる。厚肉部 7 7 a は、収容室 1 0 0 内に突出するように設けられている。30

【 0 0 5 2 】

上記のパワー基板 7 8 は、厚肉部 7 7 a における第 1 の内壁面 1 0 1 に近接して或いは本実施の形態のように接触して配置されている。具体的には、第 1 の内壁面 1 0 1 において、厚肉部 7 7 a の部分が、パワー基板 7 8 を受ける座部 1 0 3 となっている。

本実施の形態では、パワー基板 7 8 は厚肉部 7 7 a における第 1 の内壁面 1 0 1 に対して熱伝導可能に接触しており、上記の厚肉部 7 7 a は、パワー基板 7 8 の熱を逃がすためのヒートシンクとして機能している。

【 0 0 5 3 】

継手 3 8 の入力部材 3 9 は、電動モータ 1 8 の回転軸 3 7 の端部に同行回転可能に嵌合する筒状部 3 9 a を有しており、制御基板 7 9 は、入力部材 3 9 の筒状部 3 9 a の周囲に配置されている。具体的には、制御基板 7 9 の中央の挿通孔 7 9 a に、筒状部 3 9 a が挿通されている。40

制御基板 7 9 は、電動モータ 1 8 の回転軸 3 7 の軸方向 X 1 に関する、第 2 のハウジング 2 4 の第 2 の内壁面 1 0 2 とパワー基板 7 8 との間に配置されている。パワー基板 7 8 および制御基板 7 9 は、電動モータ 1 8 の回転軸 3 7 の軸方向 X 1 に関する所定の間隔を隔てて配置されている。また、電動モータ 1 8 の回転軸 3 7 の中心軸線 C 1 に沿う方向に関して、制御基板 7 9 および継手 3 8 の互いの少なくとも一部が重なるようにレイアウトされている。

【 0 0 5 4 】

収容室 100 内において、第 1 のハウジング 23 の仕切り壁 77 の薄肉部 77b と制御基板 79 との間に形成される収容空間 S1 は、電動モータ 18 の回転軸 37 の軸方向 X1 に関して、十分な高さを有している。図 4 では図示していないが、この収容空間 S1 には、後述する図 5 に示す複数のコンデンサ 85 やリレー 86 等の比較的大型で背の高い部品が収容されるようになっており、収容室 100 内の空間の有効利用が図られている。

【0055】

次いで、分解斜視図である図 5 を参照して、上記のパワー基板 78 には、電動モータ 18 を駆動するためのモータ駆動回路としてのパワー回路 82 が実装されている。図 5 および図 7 を参照して、パワー基板 78 に実装されるパワー回路 82 には、スイッチング素子としての複数の FET 83 (電解効果型トランジスタ) と、FET 83 によるスイッチングノイズを低減するための複数のスナバ回路 200 とが含まれている。パワー基板 78 は、片面に回路が実装されたモータ制御装置である積層回路基板を構成している。パワー基板 78 は、基板本体 301 と、ヒートシンクとしての厚肉部 77a に対して面接触する例えばアルミニウム板からなる高熱伝導板としての金属ベース 302 とを含んでいる。

10

【0056】

また、上記の制御基板 79 には、電動モータ 18 を駆動するパワー回路 82 を制御するための制御回路 84 が実装されている。制御基板 79 に実装された制御回路 84 は、電動モータ 18 の回転軸 37 の中心軸線 C1 (または中心軸線 C1 の延長線 C2) の回りに配置されている。制御回路 84 には、パワー回路 82 の各 FET 83 を制御するドライバと、このドライバを制御する CPU とが含まれている。

20

【0057】

また、ECU 12 は、上述した複数のコンデンサ 85 や、必要に応じて電動モータ 18 に流れる電流を遮断するためのリレー 86 、その他の非発熱要素を有している。コンデンサ 85 は、電動モータ 18 への電力ラインに配置され、電動モータ 18 に流れる電流のリップルを除去する平滑用の電解コンデンサである。通例、この種のコンデンサ 85 は、大容量であり大型である。非発熱要素としてのコンデンサ 85 およびリレー 86 等は、環状の合成樹脂製のホルダ 120 によって支持されたサブアセンブリ SA を構成しており、第 1 のハウジング 23 に対して一括して取り付け操作が行えるようになっている。

【0058】

各コンデンサ 85 は、ホルダ 120 に設けられた例えばアングル状の保持部 121 に、横倒し状態で保持されている。すなわち、大型のコンデンサ 85 の長手方向を上記中心軸線 C1 に平行な方向に対して直交する方向に向けて配置することにより、上記中心軸線 C1 に沿う方向に関しての、収容室 100 の小型化が図られている。

30

第 1 のハウジング 23 は、一端が開放した概ね四角箱型の部材である。具体的には、第 1 のハウジング 23 は、一端が開放した概ね四角箱型の本体 87 を備えている。本体 87 は、概ね四角環状をなす外周壁 92 と、外周壁 92 の一端から径方向外方に向けて張り出した四角環状のフランジ 88 と、底壁としての上記仕切り壁 77 とを有している。

【0059】

収容室 100 内において、仕切り壁 77 の中央部には、本体 87 の開放側 (第 2 のハウジング 24 側) に向かって延びる筒状部 89 が形成されている。外周壁 92 は、仕切り壁 77 の外周縁から延設されており、筒状部 89 を取り囲んでいる。本体 87 および筒状部 89 は、単一の部材で一体に形成されている。

40

フランジ 88 の端面 88a (図 5 では、上面) は、平面にされている。この端面 88a に上記のシール部材 95 が接触することになる。また、フランジ 88 は、径方向外方に向かって突出する複数 (本実施の形態では一対) のプラケット状の取付部 96 を有している。各取付部 96 には、当該取付部 96 をその厚み方向に貫通するねじ挿通孔 97 が形成されている。各ねじ挿通孔 97 には、第 1 および第 2 のハウジング 23, 24 を締結するための上記の固定ねじ 91 が挿通される。

【0060】

四角環状をなす外周壁 92 は、4 つの側壁 111 ~ 114 を有しており、対向する一対

50

の側壁 112, 114 の端部に、上記取付部 96 が延設されている。また、上記ヒートシンクとして機能する、仕切り壁 77 の厚肉部 77a は、上記取付部 96 が延設された 1 つの側壁 112 の内面に連続して形成されている。

第 1 の内壁面 101 のうち、厚肉部 77a における部分が、パワー基板 78 を受ける座部 103 を構成している。座部 103 は、発熱要素としての FET 83 を有するパワー基板 78 に、熱伝導可能に接觸している。発熱要素の熱は、パワー基板 78 から、ヒートシンクを構成する厚肉部 77a および取付部 96 を介して、第 2 のハウジング 24 とは一体のギャハウジング 22 側へ逃がされる。

【0061】

固定ねじ 91 による締結に用いられる取付部 96 では、フランジ 88 の他の部分と比較して、第 2 のハウジング 24 に対する接触面積が広くなっている。その取付部 96 が設けられた側壁 112 に連続して、熱容量の大きいヒートシンクとなる厚肉部 77a を設けてある。

パワー基板 78 が、座部 103 に取り付けられた後、コンデンサ 85、リレー 86 およびホルダ 120 を含むサブアセンブリ SA が取り付けられる。このとき、環状のホルダ 120 の中央部が大きく開放されているので、パワー基板 78 の表面の大部分は、ホルダ 120 により覆われることなく、開放する状態になる。これにより、パワー基板 78 の表面に隣接する十分な放熱スペースが確保されるようにしてある。

【0062】

図 8 は、パワー基板 78 が第 1 のハウジング 23 の厚肉部 77a に固定された状態を示す要部の断面図である。図 8 を参照して、厚肉部 77a は、基板設置部材として設けられている。この厚肉部 77a の一側面 303 は、軸線 C1 とは直交して平坦に延びている。この一側面 303 に、パワー基板 78 が設置されている。

パワー基板 78 は、基板本体 301 および金属ベース 302 と、被覆部材 304 とを備えている。

【0063】

基板本体 301 は、絶縁体からなる絶縁層と、導電体を含む層とを積層してなる。具体的には、基板本体 301 は、基板本体 301 の表面層としての第 1 の層 311 と、第 2 の層 312 と、第 3 の層 313 と、第 4 の層 314 と、第 5 の層 315 と、第 6 の層 316 と、基板本体 301 の裏面層としての第 7 の層 317 と、を含んでいる。各上記第 1 ~ 第 7 の層 311 ~ 317 が、軸線 C1 に沿う積層方向 D に沿ってこの順に配置されている。

【0064】

奇数番目の層としての第 1、第 3、第 5、および第 7 の層 311, 313, 315, 317 は、絶縁体からなる絶縁層を構成している。この絶縁体として、基材としての合成樹脂材料に、セラミックの粉末やガラス纖維等の、合成樹脂材料よりも熱伝導率が高い熱伝導材を添加したものを例示することができる。これにより、基板本体 301 の熱伝導性を高めており、熱抵抗が小さくされている。

【0065】

偶数番目の層としての第 2、第 4 および第 6 の層 312, 314, 316 は、それぞれ導体を含む層を構成している。

第 2 の層 312 は、導体としての導電部 312a と、絶縁体としての絶縁部 312b とを含んでいる。導電部 312a は、銅等の金属を用いて形成されている。絶縁部 312b は、上記第 1 の層 311 と同様の材料を用いて形成されており、導電部 312a を取り囲んでいる。

【0066】

第 4 の層 314 は、導体としての導電部 314a と、絶縁体としての絶縁部 314b とを含んでいる。導電部 314a は、導電部 312a と同様の材料を用いて形成されている。絶縁部 314b は、上記第 1 の層 311 と同様の材料を用いて形成されており、導電部 314a を取り囲んでいる。

第 6 の層 316 は、導体としての導電部 316a, 316b と、絶縁体としての絶縁部

10

20

30

40

50

316cとを含んでいる。各導電部316a, 316bは、第2の層312の導電部312aと同様の材料を用いて形成されている。絶縁部316cは、上記第1の層311と同様の材料を用いて形成されている。絶縁部316cは、導電部316a, 316bが互いに直接接触しないように、これらの導電部316a, 316bをそれぞれ取り囲んでいる。

【0067】

第2の層312の導電部312aの一部と、第6の層316の導電部316aの一部とは、積層方向Dに対向している。また、第4の層314の導電部314aの一部と、第6の層316の導電部316bの一部とは、積層方向Dに対向している。

第1の層311の表面、すなわち、基板本体301の表面301aには、導電部305a, 305b, 305cがそれぞれ設けられている。各導電部305a, 305b, 305cは、第2の層312の導電部312aと同様の材料を用いて形成されている。

【0068】

導電部305aと、第2の層312の導電部312aと、第6の層316の導電部316aのそれぞれの一部は、積層方向Dに互いに対向している。

導電部305bと、第2の層312の導電部312aのそれぞれの一部は、積層方向Dに互いに対向している。

導電部305cと、第4の層314の導電部314aと、第6の層316の導電部316bのそれぞれの一部は、積層方向Dに互いに対向している。

【0069】

導電部305aの表面には、めっき層306が形成されている。めっき層306は、例えば、ニッケル金めっき(Ni + Auめっき)である。めっき層306の表面には、半田307を用いて、モータ駆動用素子としてのFET83が接合されている。これにより、FET83は、導電部305aに接合されている。すなわち、FET83は、基板本体301にペアチップ実装されている。

【0070】

基板本体301には、基板本体301の放熱性を増すためのビアホール308a～308gが形成されている。なお、基板本体301のビアホールを総称していうときは、単にビアホール308という。

各ビアホール308a～308gは、基板本体301のうち、裏面層としての第7の層307以外の層、すなわち、第1～第6の層311～316を貫く層間接続孔である。ビアホール308a～308dは、FET83が実装されている導電部305aに対応して形成されている。ビアホール308eは、導電部305bに対応して形成されている。ビアホール308f, 308gは、導電部305cに対応して形成されている。

【0071】

ビアホール308a～308dは、それぞれ、導電部305a、第1の層311、第2の層312の導電部312a、第3の層313、第4の層314の絶縁部314b、第5の層315および第6の層316の導電部316aを貫いている。

ビアホール308eは、導電部305b、第1の層311、第2の層312の導電部312a、第3の層313、第4の層314の絶縁部314b、第5の層315、および第6の層316の絶縁部316cを貫いている。

【0072】

ビアホール308f, 308gは、第1の層311、第2の層312の絶縁部312b、第3の層313、第4の層314の導電部314a、第5の層315、および第6の層316の導電部316bを貫いている。

ビアホール308a～308dには、それぞれ、銅等の金属製のピン部材309が圧入固定されている。これにより、導電部305a, 第2の層312の導電部312aおよび第6の層316の導電部316aは、ピン部材309を介して電気的に接続されている。

【0073】

ビアホール308eにも同様に、ピン部材309が圧入固定されている。これにより、

10

20

30

40

50

導電部 305b、および第2の層 312 の導電部 312a が電気的に接続されている。

ピアホール 308f, 308g にも同様に、ピン部材 309 が圧入固定されている。これにより、導電部 305c、第4の層 314 の導電部 314a および第6の導電部 316b が電気的に接続されている。

【0074】

上記の構成により、各導電部 305a, 305b, 305c からの熱は、対応するピン部材 309 を介して、第7の層 317 に伝わり、さらに金属ベース 302 から第1のハウジング 23 の厚肉部 77a に伝わる。

FET 83 は、スイッチング素子として機能することから発熱量が多い。このため、FET 83 が実装される導電部 305a に対応して複数のピン部材 309 が設けられている。これにより、FET 83 からの熱をより多く厚肉部 77a に伝えることができる。10

【0075】

また、各ピン部材 309 が第7の層 317 を貫通していないことから、各ピン部材 309 が金属ベース 302 に接触することを防止でき、両者が電気的に接続されることを防止できる。

基板本体 301において、第1の層 311 がこの基板本体 301 の表面 301a を形成しており、第7の層 317 がこの基板本体 301 の裏面 301b を形成している。これらの表面 301a および裏面 301b は、積層方向 D に相対向している。また、基板本体 301において、第1～第7の層 311～317 が協働して、基板本体 301 の外側面 301c を構成している。外側面 301c は、全体として環状をなしている。20

【0076】

基板本体 301 は、後述するように、絶縁体と導体を含む層とを圧接して形成された板状の製造中間体を打ち抜いて形成したものである。したがって、基板本体 301 の外側面 301c に、基板本体 301 を構成する樹脂やガラス纖維やセラミック等が粉塵（異物）として付着している場合がある。

本実施の形態の特徴の1つは、この外側面 301c の全部を被覆部材 304 で覆うことで、基板本体 301 の外側面 301c からの異物が飛散することを防止している点にある。。20

【0077】

被覆部材 304 は、基板本体 301 の外側面 301c に所定の材料をコーティングすることにより薄膜状に形成されている。この被覆部材 304 を構成する材料として、ポリイミド樹脂（PI）、エポキシ樹脂（EP）およびシリコン樹脂（SI）を例示することができる。被覆部材 304 の外側面 304a は、基板本体 301 の外側面 301c と平行な平滑な面に形成されている。30

【0078】

金属ベース 302 は、ヒートシンクとして設けられており、積層方向 D に沿って見たとき、基板本体 301 と合致する形状に形成されている。金属ベース 302 は、前述したように、アルミニウム合金等の熱伝導性に優れた材料を用いて形成されている。この金属ベース 302 は、積層方向 D に対向する表面 302a および裏面 302b を含んでいる。これらの表面 302a および裏面 302b は、互いに平行である。金属ベース 302 の表面 302a は、基板本体 301 の裏面 301b に接着剤等を用いて固定されており、両者が全面的に面接触している。40

【0079】

金属ベース 302 の裏面 302b は、その全部が、厚肉部 77a の一側面 303 に面接触している。これにより、基板本体 301 から金属ベース 302 に伝わった熱を、厚肉部 77a に十分に逃がすことができる。

金属ベース 302 に関連して、位置決め部材 318, 319 が設けられている。各位置決め部材 318, 319 は、パワー基板 78 を第1のハウジング 23 の厚肉部 77a に対して精度良く位置決めするためのものであり、絶縁体を用いて形成されている。

【0080】

10

20

30

40

50

各位置決め部材 318, 319 は、積層方向 D に沿って延びる棒状に形成されており、一端部および他端部の双方が、先細りテーパ状に形成されている。

一方の位置決め部材 318 の一端部は、金属ベース 302 の裏面 302b に形成された第 1 の位置決め孔 321a に嵌合されており、他端部は、厚肉部 77a の一側面 303 に形成された第 2 の位置決め孔 322a に嵌合されている。各第 1 および第 2 の位置決め孔 321a, 322a は、位置決め部材 318 の対応する一端部および他端部の形状に合致する形状に形成されている。なお、一方の位置決め部材 318 を、第 1 のハウジング 23 と同一の材料で一体成形してもよい。

【0081】

他方の位置決め部材 319 は、第 1 の位置決め孔 321b および第 2 の位置決め孔 32b の双方に嵌合されている。第 1 の位置決め孔 321b は、基板本体 301 および金属ベース 302 の双方を貫通している。他方の位置決め部材 319 の中間部は、基板本体 301、金属ベース 302 および厚肉部 77a のそれぞれを挿通している。第 1 の位置決め孔 321b のうち、基板本体 301 側の一部は、他方の位置決め部材 319 の外径形状に合致するテーパ状に形成されており、他方の位置決め部材 319 の一端部が嵌合している。

【0082】

第 2 の位置決め孔 322b は、厚肉部 77a の一側面 303 に形成されている。他方の位置決め部材 319 の他端部は、第 2 の位置決め孔 322b に嵌合されている。第 2 の位置決め孔 322b は、他方の位置決め部材 319 の対応する他端部の形状に合致する形状に形成されている。なお、他方の位置決め部材 319 を、第 1 のハウジング 23 と同一の材料で一体成形してもよい。

【0083】

一方の位置決め部材 318 と、他方の位置決め部材 319 とは、互いに離隔して配置されており、パワー基板 78 が何れかの位置決め部材 318, 319 の周りに回転してしまうことを位置決め部材 318, 319 が協働して防止している。

パワー基板 78 は、ねじ部材 325 を用いて厚肉部 77a に固定されている。具体的には、パワー基板 78 にねじ挿通孔 323 が貫通形成されている。厚肉部 77a には、このねじ挿通孔 323 に対応する箇所にねじ孔 324 が形成されている。これらのねじ挿通孔 323 およびねじ孔 324 を挿通するねじ部材 325 によって、パワー基板 78 が厚肉部 77a に固定されている。なお、図示していないが、ねじ部材 325 を用いたねじ締結構造がパワー基板 78 のうちの別の部分にも設けられており、パワー基板 78 が厚肉部 77a に堅固に固定されている。

【0084】

図 9 は、図 7 の IX - IX 線に沿う要部の断面図である。図 9 を参照して、基板本体 301 の表面 301a には、導電部 305d および導電部 305e が設けられている。導電部 305e の表面には、ニッケル金めっき層 306 が形成されている。このニッケル金めっき層 306 には、半田 307 を用いて FET 83 がペアチップ実装されている。

導電部 305d と FET 83 とは、ワイヤボンディングを用いて電気的に接続されている。具体的には、導電部 305d の表面にボンディングワイヤ 310 の一端が接合されており、FET 83 の表面にボンディングワイヤ 310 の他端が接合されている。

【0085】

導電部 305d には、ワイヤボンディングによる接合のための接合部 326 と、接合部 326 を避けて配置された非接合部 327 とが設けられている。接合部 326 は、導電部 305d のうち FET 83 寄りに位置する一部分に設けられており、平滑な面に形成されている。この接合部 326 に上記ボンディングワイヤ 310 の一端が接合されている。すなわち、ボンディングワイヤ 310 の一端は、ボンディングパッドを用いることなく、導電部 305d に接合されている。導電部 305d と FET 83 とを、伸縮性のあるボンディングワイヤによって電気的に接続することにより、両者に生じる熱応力を緩和することができる。

10

20

30

40

50

【0086】

非接合部327は、接合部326と比べてFET83から遠い位置に配置されており、接合部326とは積層方向Dに重なっていない。パワー基板78には、非接合部327および第1～第6の層311～316を貫通するビアホール308hが形成されている。接合部326は、積層方向Dに関してビアホール308hを避けて配置されている。

基板本体301の表面301aのうち、ビアホール308hが形成されている部分（非接合部327）は、後述するように、基板本体301を打ち抜いてビアホール308hを形成することに起因する凹凸が生じている。なお、この凹凸は微小であるため、図9では図示していない。この凹凸は、ボンディングワイヤ310の一端を十分に圧接して十分な接合強度を確保するためには好ましく無い。このような凹凸が生じていない接合部326にボンディングワイヤ310の一端を接合することにより、ボンディングワイヤ310の一端を導電部305dに十分な強度で接合することができる。10

【0087】

ビアホール308hは、前述のビアホール308a～308gと同様の層間接続孔であり、例えば、非接合部327、第1の層311、第2の層312の導電部312c、第3の層313、第4の層314の絶縁部314b、第5の層315および第6の層316の絶縁部316cを貫通している。

このビアホール308hには、ピン部材309が圧入されており、導電部305dと第2の層312の導電部312cとを電気的に接続している。

【0088】

導電部305eにも、ビアホール308hと同様のビアホール308i～308lが形成されている。各ビアホール308i～308lには、それぞれ、ピン部材309が圧入されており、例えば、導電部305eと、第6の層316の導電部316dとを電気的に接続している。

図7を参照して、基板本体301の一側縁には、導電部305f, 305g, 305hが設けられている。各導電部305f, 305g, 305hは、導電部305dと同様に接合部326および非接合部327を含んでいる。各導電部305f, 305g, 305hの各接合部326には、ボンディングワイヤ310の一端がそれぞれ接合されている。各ボンディングワイヤ310の他端は、バスバー端子80にそれぞれ接合されている。各非接合部327には、それぞれ、ピン部材309が配置されている。30

【0089】

以上の概略構成を有するパワー基板78は、例えば、以下のようにして製造される。図10(A)を参照して、まず、導電部305a, 305b, 305cおよび第1～第7の層311～317のそれぞれが横並びに複数設けられることで形成された製造中間体331を、プレス部材338で打ち抜く。これにより、図10(B)に示すように、導電部305a, 305b, 305cおよび第1～第7の層311～317を含む製造中間体332が形成される。

【0090】

次に、この製造中間体332の外側面の全面にコーティングを施す。これにより、図10(C)に示すように、被覆部材304が形成される。これにより、第1～第7の層311～317の材料としての合成樹脂やガラス纖維やセラミックの粉末が飛散することが防止されている。

次いで、製造中間体332に孔を形成する。具体的には、パンチ部材339を用いて第1の位置決め孔321bを形成する。また、パンチ部材340を用いてビアホール308a～308g等の各ビアホール308を形成する。また、パンチ部材341を用いてねじ挿通孔323を形成する。これにより、製造中間体333が形成される。

【0091】

次に、図11(A)に示すように、ビアホール308a～308g等の各ビアホール308にピン部材309を圧入固定する。なお、ビアホール308a～308g等の各ビアホール308にピン部材309を圧入固定する前に、これらのビアホール308の内周面

10

20

30

40

50

に銅めっき層を形成しておいてもよい。また、ピン部材 309 を、圧入固定ではなく、すきま嵌めによって対応するビアホール 308 にそれぞれ挿入し、導電性の接着剤を用いてピン部材 309 を対応するビアホール 308 に固定してもよい。

【0092】

次に、図 11 (B) に示すように、FET やボンディングワイヤ等の部材が接合される導電部 (導電部 305a 等) に、めっき層 306 を形成する。これにより、基板本体 301 が形成される。

次いで、図 12 (A) に示すように、基板本体 301 の裏面 301b に、金属ベース 302 の表面 302a を接着剤等を用いて固定することにより、パワー基板 78 が形成される。その後、図 12 (B) に示すように、パワー基板 78 の基板本体 301 の表面 301a を酸素プラズマの雰囲気下におくことで、めっき層 306 の表面の洗浄処理を施す。
10

【0093】

具体的には、密閉状の空間を構成する処理室 343 にパワー基板 78 を収容する。処理室 343 内は、プラズマ発生装置 344 を通過した酸素プラズマで満たされている。処理室 343 内の温度は、例えば基板本体 301 の表面 301a の温度が 100 以下となるように設定される。また、処理室 343 には真空ポンプ 345 が接続されており、処理室 343 内が真空状態に保たれている。

【0094】

基板本体 301 を酸素プラズマの雰囲気下においていた後は、図 12 (C) に示すように、基板本体 301 を水素プラズマの雰囲気下におく。図 12 (C) に示す工程において、図 12 (B) に示す工程と異なっているのは、酸素プラズマに代えて水素プラズマを用いている点である。
20

上記のように、真空状態 (負圧状態) で、酸素プラズマの次に水素プラズマを基板本体 301 の表面 301a に当てることで、基板本体 301 の表面 301a 上にあるめっき層 306 に形成された炭素化合物および酸化物を、還元反応によって除去することができる。
。

【0095】

その結果、後述する半田リフロー時に、半田 307 にボイドが発生することを防止でき、半田 307 を用いた部材の接合強度や、FET の動作時の発熱を抑制することができる。さらには、半田 307 のフィレット形状を安定化することができ、半田 307 を用いた接合強度をより向上できる。
30

なお、酸素プラズマを基板本体 301 の表面 301a に当てる工程の前後に、アルゴンプラズマを基板本体 301 の表面 301a に当てる工程を実施してもよい。

【0096】

次に、図 13 (A) に示すように、パワー基板 78 の導電部 305a 等に FET 83 を実装し、図 13 (B) に示すように、このパワー基板 78 をリフロー炉 346 内に送る。その後、パワー基板 78 をリフロー炉 346 から取り出す。これにより、半田 307 が FET 83 およびめっき層 306 に固着し、FET 83 が導電部 305a に接合される。

以上説明したように、本実施の形態によれば、基板本体 301 の外側面 301c が被覆部材 304 で覆われていることにより、この外側面 301c から、絶縁層を構成する材料等が粉塵 (異物) として飛散することを防止できる。
40

【0097】

これにより、基板本体 301 の表面 301a 等に異物が付着してしまうことを防止でき、基板本体 301 に FET 83 等の電子部品を接合する際の接合不良を確実に防止できる。
。

また、絶縁層としての第 1、第 3、第 5 および第 7 の層 311, 313, 315, 317 は、基材としての合成樹脂よりも熱伝導率が高い熱伝導材としてのセラミック粉末等を含んでいる。これにより、第 1、第 3、第 5 および第 7 の層 311, 313, 315, 317 の熱伝導性を高くすることができ、基板本体 301 の放熱性をより高くすることができる。
50

【0098】

さらに、ワイヤボンディングによる接合のための接合部326を、積層方向Dに関して、ビアホール308を避けて配置している。基板本体301のうちビアホール308が形成されている部分は、ビアホール308のパンチを用いた形成作業に伴って凹凸が生じることとなる。その一方で、ビアホール308が形成されていない部分は、ビアホール308を形成する作業が行われないので、基板本体301の表面301aに凹凸が生じることが無い。

【0099】

このように、基板本体301の表面301aのうち凹凸が生じていない平滑な部分に接合部326が設けられるので、接合部326と、この接合部326にボンディングされたボンディングワイヤ310との接合を確実に行うことができ、両者の接合強度を十分に確保することができる。しかも、ボンディングパッドのような別部品を用いて接合部326を形成する必要がないので、コスト安価である。

10

【0100】

また、位置決め部材318, 319を用いることにより、第1のハウジング23の厚肉部77aに対するパワー基板78の位置決めの精度をより高くすることができる。

さらに、基板本体301から粉塵（異物）が発生することが防止されているので、このような異物が電動モータ18の各軸受75, 76等に侵入してこれらの軸受75, 76の摩耗が促進されることを防止できる。

20

【0101】

また、多数のビアホール308を備えていることで十分な放熱性が確保されていることから、放熱のためのスペースが少なくて済み、パワー基板78のさらなる小型化を達成することができる。

以上より、基板本体301に実装される各種電子部品の接合不良が確実に防止されるとともに、電動モータ18の軸受75, 76等の摩耗が抑制された電動パワーステアリング装置1を実現することができる。

30

【0102】

また、電動モータ18のロータ64の回転位置を検出する回転位置検出装置72を、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に関して、電動モータ18のロータ64と第2のハウジング24との間に配置したので、回転位置検出装置72をE C U 1 2に近づけて配置することができる。その結果、回転位置検出装置72およびE C U 1 2を、経路長の短い内部配線としてのバスバー端子81によって容易に接続することができる。したがって、経路長の長い外部配線が用いられる従来の場合と比較して、電波ノイズの影響を受け難くなる。また、外部配線のための配線部材を削減することができる。

40

【0103】

また、収容室100の一部を区画する第2のハウジング24の第2の内壁面102が、電動モータ18の回転軸37の中心軸線C1（またはその延長線C2）とは直交し且つ中心軸線C1（またはその延長線C2）の回りを取り囲む環状平面を含んでいる。すなわち、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に関して、収容室100内へ不必要な出っ張りがない。したがって、収容室100が上記軸方向X1に関して小型であっても、収容室100として十分な内容積を確保することができ、可及的に電動パワーステアリング装置1を小型化することができる。

【0104】

また、上記第2のハウジング24が、電動モータ18の動力を操舵機構4に伝達する伝達機構としての減速機構19が収容されたギヤハウジング22であるので下記の利点がある。すなわち、E C U 1 2は、通例、本実施の形態のようにパワー基板78に実装されたスイッチング素子（F E T 8 3）等の発熱要素を含んでいる。一方、減速機構19は殆ど発熱しない。このような減速機構19を収容したギヤハウジング22を介して、上記の発熱要素からの熱を収容室100の外部へ効果的に放出することができる。

【0105】

50

また、電動モータ18の回転軸37の中心軸線C1に沿う方向に関して、制御基板79および継手38の互いの少なくとも一部が重なるように配置されているので、電動パワーステアリング装置1をより小型にすることができる。

第2の内壁面102のなす環状平面の延長面P1が、操舵力を伝達するための軸（本実施の形態ではステアリングシャフト6に相当）を取り囲む筒状部としての従動ギヤ収容ハウジング28の外周面28aの主要部のなす円筒面P2と図4のように交差するか、または接する状態にある。したがって、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に関して、収容室100を、ステアリングシャフト6側に十分に近づけて配置することになり、回転軸37の軸方向X1に関して、電動パワーステアリング装置1をより小型にすることができる。

10

【0106】

なお、操舵力を伝達するための軸としては、上記のステアリングシャフト6に限らず、操舵機構4としてのラックアンドピニオン機構のピニオン軸13であってもよいし、また、ラック軸14であってもよい。前者の場合、ピニオン軸13を取り囲む筒状のピニオンハウジング（図示せず）の外周面の主要部のなす円筒面と、上記延長面P1とが交差または接することになる。また、後者の場合、ラック軸14を取り囲む筒状のラックハウジング（図示せず）の外周面の主要部のなす円筒面と、上記延長面P1とが交差または接することになる。

【0107】

また、制御装置としてのECU12を、電動モータ18の回転軸37の中心軸線C1または上記中心軸線C1の延長線C2の回りに配置したので、収容室100の内部のスペースをECU12の配置に有効に利用することができ、ひいては、回転軸37の軸方向X1に関して、電動パワーステアリング装置1をより小型にすることができる。

20

また、上記第1のハウジング23は、収容室100とモータ室70とを仕切る仕切り壁77を含み、パワー基板78が仕切り壁77の第1の内壁面101に相対的に近接して設けられている。特に、パワー基板78が、仕切り壁77の厚肉部77aにおける、第1の内壁面101に対して熱伝導可能に接触している。したがって、第1のハウジング23の仕切り壁77の厚肉部77aをヒートシンクとして利用して、FET83等の発熱要素を有するパワー基板78の熱を第1のハウジング23からこれに接触する第2のハウジング24側へ効果的に逃がすことができる。

30

【0108】

収容室100内において、第1のハウジング23の仕切り壁77の薄肉部77bに対向する収容空間S1は、電動モータ18の回転軸37の軸方向X1に関して、十分な高さを有しているので、この収容空間S1には、図5に示すコンデンサ85やリレー86等の背の高い部品を収容することにより、収容室100内の空間の有効利用が図られている。

また、図示していないが、ステアリングホイール2の操舵角を検出する操舵状態検出センサとしての操舵角センサを収容したハウジングと上記の第2のハウジングとが兼用された構成であってもよい。

【0109】

本発明は、以上の実施形態の内容に限定されるものではなく、請求項記載の範囲内において種々の変更が可能である。例えば、ピン部材309は、樹脂が埋設された銅部材であってもよい。また、位置決め部材318, 319の何れかを廃止してもよい。パワー基板78は、第1のハウジング23の第1の壁101に沿わされていることから、1本の位置決め部材でも、パワー基板78の位置決めを精度良く行うことができる。また、断面多角形形状の位置決め部材を用いれば、1本の位置決め部材でも、パワー基板78が位置決め部材の周りを回動してしまうことを防止できる。

40

【0110】

上述の実施形態では、いわゆるコラムアシスト式の電動パワーステアリング装置に本発明が適用された例について説明したが、これに限らず、いわゆるピニオンアシスト式の電動パワーステアリング装置や、いわゆるラックアシスト式の電動パワーステアリング装置

50

に、本発明を適用してもよい。

また、上述の実施形態では、本発明が、電動モータの出力を操舵補助力として出力する電動パワーステアリング装置に適用された例について説明したが、これに限らない。例えば、操舵部材の操舵角に対する転舵輪の転舵角の比を変更可能な伝達比可変機構を備え、伝達比可変機構を駆動するために電動モータの出力を用いる伝達比可変式の車両用操舵装置や、操舵部材と転舵輪との機械的な連結が解除され、転舵輪を電動モータの出力で操向するステア・バイ・ワイヤ式の車両用操舵装置等に、本発明を適用してもよい。

【0111】

また、ECU12のパワー基板78および制御基板79の少なくとも一部を樹脂でモールドするようにしてもよい。

10

また、上述の実施形態では、電動モータ18として、ブラシレスモータを用いる例について説明したが、これに限らず、ブラシレスモータ以外のモータを、電動モータ18として用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】本発明の一実施形態に係る車両用操舵装置としての電動パワーステアリング装置の概略構成を示す模式図である。

20

【図2】操舵補助機構の概略斜視図である。

【図3】操舵補助機構を図2とは別角度からみた、操舵補助機構の概略斜視図である。

【図4】電動モータの軸方向に沿って切断された、操舵補助機構の図解的な断面図である。

【図5】第1のハウジングおよびこれに収容されるECUの部品の分解斜視図である。

30

【図6】図4の要部の拡大図である。

【図7】パワー基板の模式的平面図である。

【図8】パワー基板が第1のハウジングの厚肉部に固定された状態を示す要部の断面図である。

【図9】図7のIX-IX線に沿う要部の断面図である。

【図10】基板ユニットの製造について説明するための要部の断面図であり、(A)は、打ち抜き工程を示しており、(B)は、コーティング工程を示しており、(C)は、孔あけ工程を示している。

【図11】基板ユニットの製造について説明するための要部の断面図であり、(A)は、ピン部材の圧入工程を示しており、(B)は、めっき工程を示している。

【図12】基板ユニットの製造について説明するための要部の断面図であり、(A)は、基板本体に金属ベースを固定する工程を示しており、(B)は、酸素プラズマを当てる工程を示しており、(C)は、水素プラズマを当てる工程を示している。

【図13】基板ユニットの製造について説明するための要部の断面図であり、(A)は、電子部品を実装する工程を示しており、(B)は、半田リフロー工程を示している。

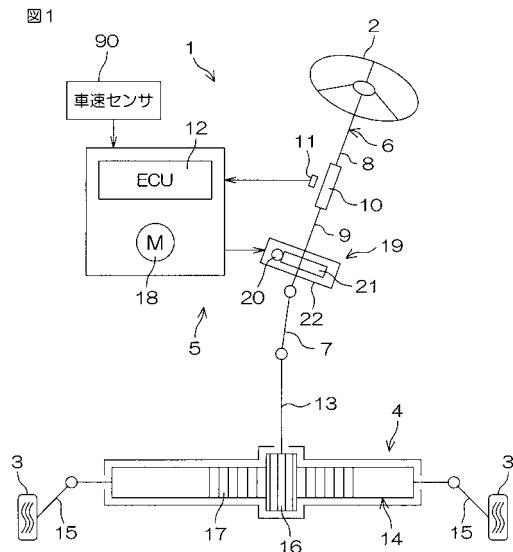
【符号の説明】

【0113】

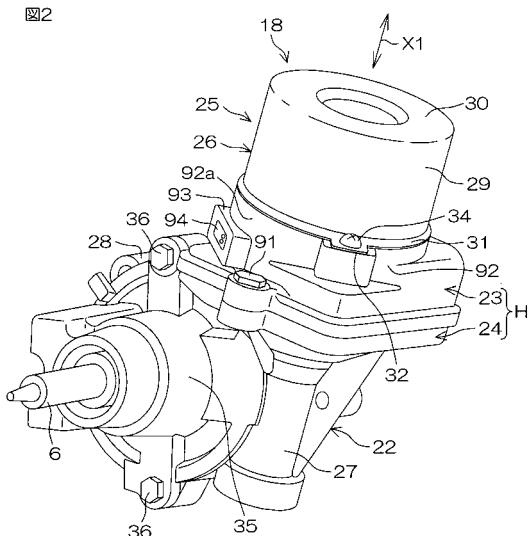
1...電動パワーステアリング装置(車両用操舵装置)、4...操舵機構、18...電動モータ、77a...厚肉部(基板設置部材)、78...パワー基板(積層回路基板、モータ制御装置)、82...モータ駆動回路、83...FET(モータ駆動用素子)、301...基板本体、301a...(基板本体の)表面、301b...(基板本体の)裏面、301c...(基板本体の)外側面、302...金属ベース、304...被覆部材、308...ピアホール、311, 313, 315, 317...絶縁層、312, 314, 316...導体を含む層、312a, 312c, 314a, 316a, 316b, 316d...導電部(導体)、318, 319...位置決め部材、321a, 321b...第1の位置決め孔、326...接合部、D...積層方向。

40

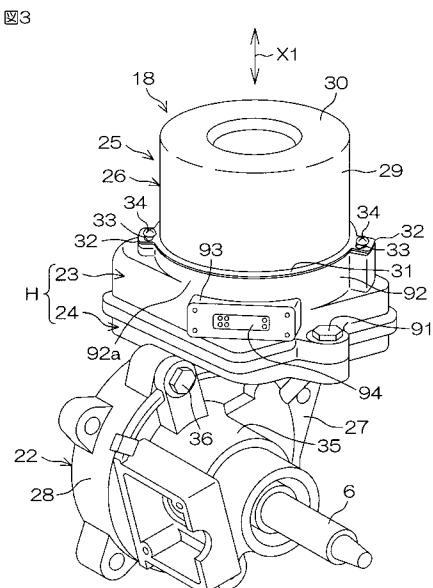
【図1】



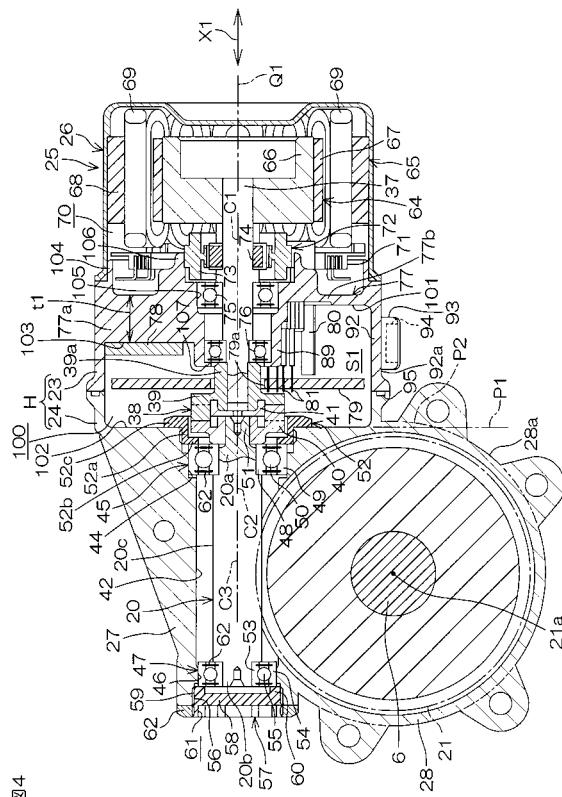
【 図 2 】



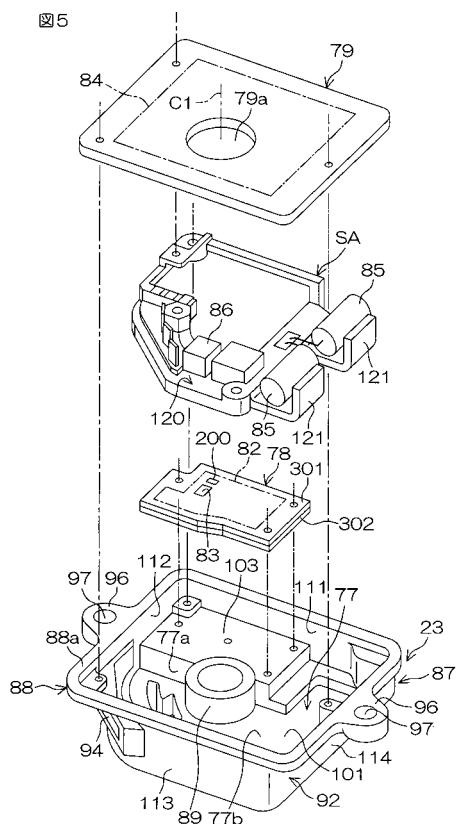
【 図 3 】



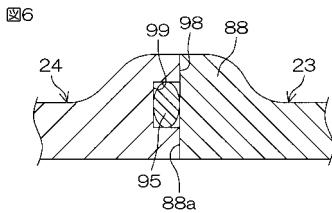
【 四 4 】



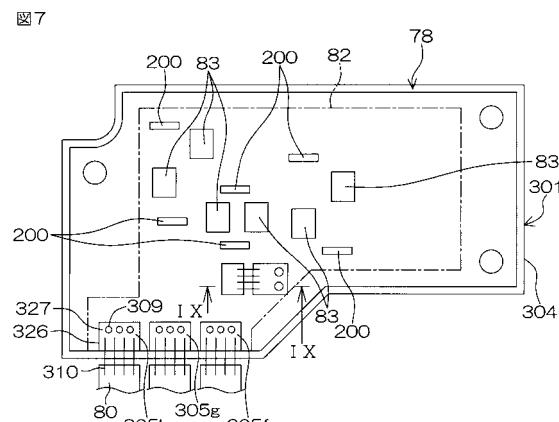
【図5】



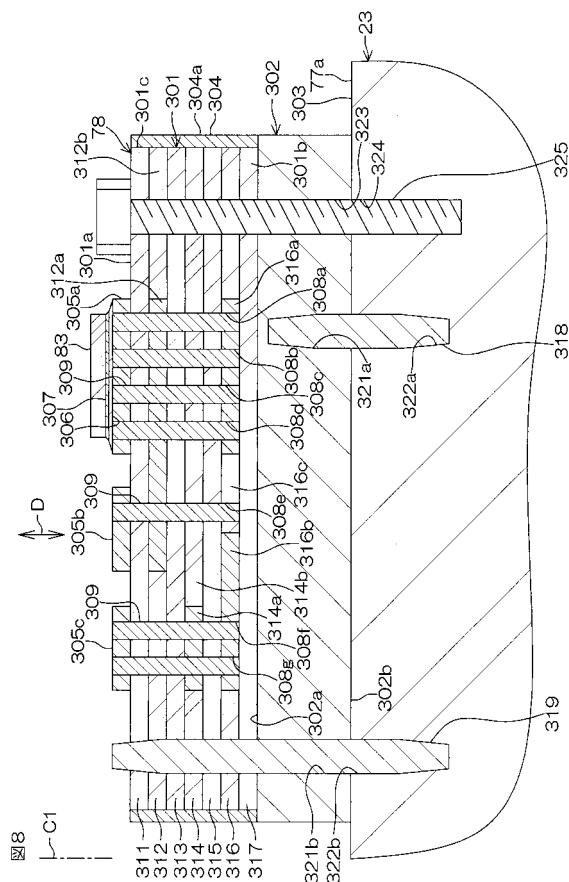
【 図 6 】



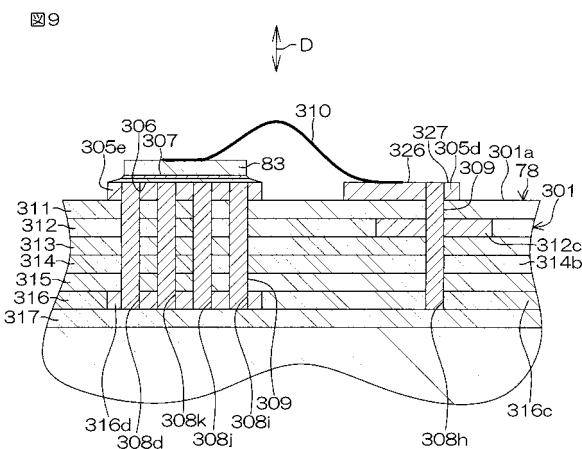
【 図 7 】



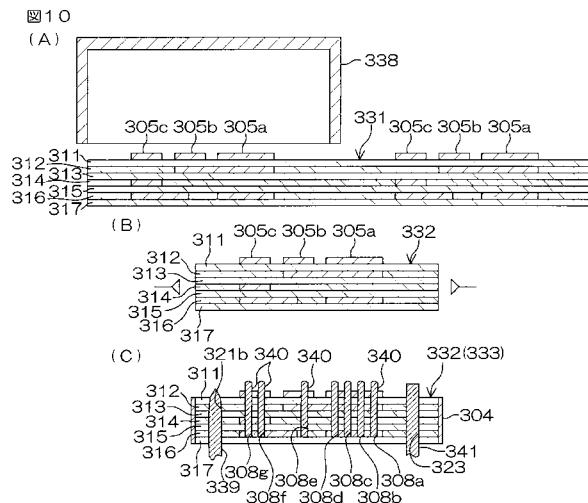
【 8 】



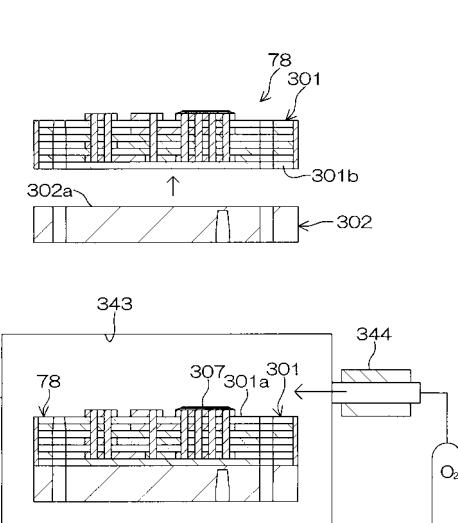
【 図 9 】



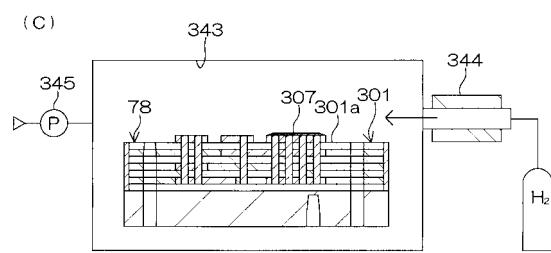
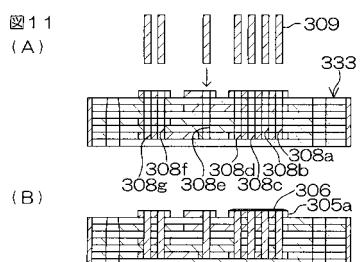
【図10】



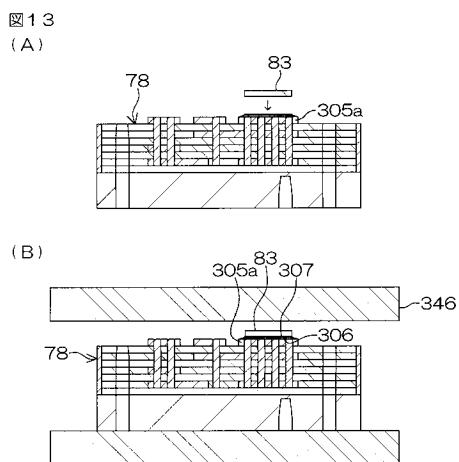
【図12】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 航也

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

(72)発明者 内田 修弘

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

F ターム(参考) 3D233 CA02 CA03 CA13 CA16 CA21

5E314 AA32 AA36 AA40 BB02 BB13 CC01 EE01 FF05 FF09 GG26

5E338 AA03 AA16 BB03 BB05 BB13 BB14 BB19 BB63 BB65 CC08

EE02

5F136 BA30 BB03 DA13 EA43 FA02