

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5201170号  
(P5201170)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年2月22日(2013.2.22)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>HO2M 7/48</b>	<b>(2007.01)</b>	HO2M 7/48		Z
<b>HO1L 25/07</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1L 25/04		C
<b>HO1L 25/18</b>	<b>(2006.01)</b>			

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2010-116317 (P2010-116317)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成22年5月20日 (2010.5.20)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2011-244648 (P2011-244648A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成23年12月1日 (2011.12.1)	(74) 代理人	100093779
審査請求日	平成23年9月12日 (2011.9.12)		弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	宮地 修平
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	大山 広人

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】

受熱面を有するヒートシンクと、

前記受熱面に対向する放熱面が形成された金属板、当該金属板の前記放熱面とは反対側の面に設置され作動時に発熱するスイッチング素子、ならびに、当該スイッチング素子および前記金属板の少なくとも一部を覆う樹脂体を有する半導体モジュールと、

前記ヒートシンクの前記受熱面と前記半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられ、前記金属板を経由した前記スイッチング素子の熱を前記受熱面に伝達可能なシート状の放熱部材と、を備え、

前記受熱面または前記放熱面の一方は、前記受熱面または前記放熱面の他方とは反対側へ窪む凹部を有し、

前記受熱面または前記放熱面の他方は、前記凹部に対応する位置に、前記凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出する凸部を有し、

前記放熱部材は、前記凹部および前記凸部に対応する所定の範囲が前記凹部と前記凸部との間に挟み込まれ、前記所定の範囲以外の少なくとも一部が前記凹部の外側で前記金属板と前記ヒートシンクとに挟まれるようにして設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記凹部の窪みの深さを  $t_1$ 、前記放熱部材の厚さを  $t_2$  とすると、前記凹部および前記放熱部材は、 $t_1 > t_2$  の関係を満たすよう形成されていることを

10

20

特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記凹部および前記凸部は、双方とも、前記受熱面に垂直な方向から見たときの外形が略長方形となるよう形成され、

前記凹部の長手方向の幅を  $w_1$ 、短手方向の幅を  $w_2$ 、前記凸部の長手方向の幅を  $w_3$ 、短手方向の幅を  $w_4$  とすると、

前記凹部、前記凸部および前記放熱部材は、「 $0 < w_1 - w_3 \leq 2 \times t_2$ 」および「 $0 < w_2 - w_4 \leq 2 \times t_2$ 」の関係を満たすよう形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記放熱部材の前記所定の範囲は、少なくとも、前記放熱部材が、前記スイッチング素子の板厚方向に対し平行で前記スイッチング素子の外縁端に接する仮想直線によって切り取られる部分を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記放熱部材の前記所定の範囲は、少なくとも、前記放熱部材が、前記スイッチング素子の板厚方向に対し 45 度の角度をなして前記スイッチング素子の外縁端に接する仮想直線によって切り取られる部分を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

受熱面を有するヒートシンクと、

前記受熱面に対向する放熱面が形成された金属板、当該金属板の前記放熱面とは反対側の面に設置され作動時に発熱するスイッチング素子、ならびに、当該スイッチング素子および前記金属板の少なくとも一部を覆うとともに前記受熱面に対向する対向面が形成された樹脂体を有する半導体モジュールと、

前記ヒートシンクの前記受熱面と前記半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられ、前記金属板を経由した前記スイッチング素子の熱を前記受熱面に伝達可能なシート状の放熱部材と、を備え、

前記受熱面または前記対向面の一方は、前記受熱面または前記対向面の他方とは反対側へ窪む凹部を有し、

前記受熱面または前記対向面の他方は、前記凹部に対応する位置に、前記凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出する凸部を有し、

前記放熱部材は、前記凹部および前記凸部に対応する所定の範囲が前記凹部と前記凸部との間に挟み込まれ、前記所定の範囲以外の少なくとも一部が前記凹部の外側で前記金属板と前記ヒートシンクとに挟まれるようにして設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】

受熱面を有するヒートシンクと、

前記受熱面に対向する放熱面が形成された金属板、当該金属板の前記放熱面とは反対側の面に設置され作動時に発熱するスイッチング素子、ならびに、当該スイッチング素子および前記金属板の少なくとも一部を覆うとともに前記受熱面に対向する対向面が形成された樹脂体を有する半導体モジュールと、

前記ヒートシンクの前記受熱面と前記半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられ、前記金属板を経由した前記スイッチング素子の熱を前記受熱面に伝達可能なシート状の放熱部材と、を備え、

前記受熱面または前記対向面の一方は、前記受熱面または前記対向面の他方とは反対側へ窪む複数の凹部を有し、

前記受熱面または前記対向面の他方は、前記凹部に対応する位置に、前記凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出するよう前記他方と一体に形成される複数の凸部を有し、

、

10

20

30

40

50

前記放熱部材は、前記凸部に対応する位置に穴を有し、前記凸部が前記穴に挿通し前記凹部に入り込んだ状態で前記受熱面と前記半導体モジュールとの間に挟み込まれていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

受熱面を有するヒートシンクと、

前記受熱面に対向する放熱面が形成された金属板、当該金属板の前記放熱面とは反対側の面に設置され作動時に発熱するスイッチング素子、ならびに、当該スイッチング素子および前記金属板の少なくとも一部を覆うとともに前記受熱面に対向する対向面が形成された樹脂体を有する半導体モジュールと、

前記ヒートシンクの前記受熱面と前記半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられ、前記金属板を経由した前記スイッチング素子の熱を前記受熱面に伝達可能なシート状の放熱部材と、を備え、

前記放熱面は、前記対向面よりも前記受熱面側へ突出する金属凸部を有し、

前記対向面は、前記金属凸部の前記対向面からの突出の高さと略同等の高さで前記受熱面側へ突出するとともに前記金属凸部が間に位置するよう複数形成される樹脂凸部を有し、

前記放熱部材は、前記樹脂凸部および前記金属凸部に対応する部分が、前記樹脂凸部および前記金属凸部と前記受熱面との間に挟み込まれてい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、スイッチング素子により電力を変換する電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体モジュールのスイッチング素子が発する熱をヒートシンクを経由して放熱するようにした電力変換装置が知られている。特許文献 1 に記載された発明では、半導体モジュールとヒートシンクとの間に放熱シート（放熱部材）が設けられている（特許文献 1 の図 3（a）参照）。この放熱シートの一部は、半導体モジュールの金属電極板とヒートシンクとの間に挟み込まれている。金属電極板には IGBT（スイッチング素子）が設置されている。そのため、IGBT が作動することにより発熱が繰り返されると、金属電極板は伸縮を繰り返す。

【0003】

金属電極板およびヒートシンクの表面加工の精度によっては、放熱シートに接する金属電極板の壁面およびヒートシンクの壁面に、例えば前記伸縮方向の一方側に傾斜する面をもつ微小な突起が多数形成されている場合がある。この場合、金属電極板が伸縮を繰り返すと、金属電極板とヒートシンクとに挟まれた放熱シートは、前記傾斜する面とは反対の方向へ移動していく（以下、この現象を「ラチェット現象」という）。ラチェット現象が継続的に生じると、放熱シートが半導体モジュールとヒートシンクとの間からはみ出したり脱落したりするおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 373970 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、放熱部材のはみ出し、および脱落を抑制可能な電力変換装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

## 【0006】

請求項1に記載の発明は、ヒートシンクと、半導体モジュールと、放熱部材と、を備えている。ヒートシンクは、受熱面を有する。半導体モジュールは、金属板、スイッチング素子、および、樹脂体を有する。金属板には、ヒートシンクの受熱面に対向する放熱面が形成されている。スイッチング素子は、金属板の放熱面とは反対側の面に設置され、作動時に発熱する。樹脂体は、スイッチング素子および金属板の少なくとも一部を覆っている。放熱部材は、シート状に形成され、ヒートシンクの受熱面と半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられている。放熱部材は、金属板を経由したスイッチング素子の熱をヒートシンクの受熱面に伝達可能である。

## 【0007】

本発明では、ヒートシンクの受熱面または金属板の放熱面の一方は、前記受熱面または前記放熱面の他方とは反対側へ窪む凹部を有している。前記受熱面または前記放熱面の他方は、凹部に対応する位置に、凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出する凸部を有している。そして、本発明では、放熱部材は、凹部および凸部に対応する所定の範囲が凹部と凸部との間に挟み込まれ、前記所定の範囲以外の少なくとも一部が前記凹部の外側で金属板とヒートシンクとに挟まれるようにして設けられている。つまり、放熱部材の前記所定の範囲の外縁端の部分は、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凹部の内壁と、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凸部の外壁と、に挟まれている。これにより、金属板がスイッチング素子の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材が、ヒートシンクと半導体モジュールとの間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

## 【0008】

請求項2に記載の発明では、凹部の窪みの深さを $t_1$ 、放熱部材の厚さを $t_2$ とすると、凹部および放熱部材は、 $t_1 > t_2$ の関係を満たすよう形成されている。つまり、放熱部材の前記所定の範囲の外縁端の部分は、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直で「高さが $t_2$ （放熱部材の厚さ）よりも大きい $t_1$ である」凹部の内壁と、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凸部の外壁と、に挟まれている。これにより、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制する効果をより高めることができる。

## 【0009】

請求項3に記載の発明では、凹部および凸部は、双方とも、ヒートシンクの受熱面に垂直な方向から見たときの外形が略長方形となるよう形成されている。そして、凹部の長手方向の幅を $w_1$ 、短手方向の幅を $w_2$ 、凸部の長手方向の幅を $w_3$ 、短手方向の幅を $w_4$ とすると、凹部、凸部および放熱部材は、「 $0 < w_1 - w_3 \leq 2 \times t_2$ 」および「 $0 < w_2 - w_4 \leq 2 \times t_2$ 」の関係を満たすよう形成されている。これにより、放熱部材の前記所定の範囲の外縁端の部分は、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凹部の内壁と、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凸部の外壁と、に挟まれた状態、あるいは、わずかに押し潰されて収縮した（弾性変形した）状態となる。これにより、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制する効果をさらに高めることができる。

## 【0010】

請求項4に記載の発明では、放熱部材の前記所定の範囲は、少なくとも、放熱部材が、スイッチング素子の板厚方向に対し平行でスイッチング素子の外縁端に接する仮想直線によって切り取られる部分を含む。本発明では、放熱部材は、凹部と凸部とに挟み込まれることにより、少なくとも前記所定の範囲は、ラチェット現象による面方向の移動が抑制されている。したがって、スイッチング素子が発する熱を、放熱部材を経由して、安定して、かつ、効果的にヒートシンクに伝達することができる。

## 【0011】

請求項5に記載の発明では、放熱部材の前記所定の範囲は、少なくとも、放熱部材が、スイッチング素子の板厚方向に対し45度の角度をなしてスイッチング素子の外縁端に接する仮想直線によって切り取られる部分を含む。よって、請求項3に記載の発明と同様、

10

20

30

40

50

スイッチング素子が発する熱を、放熱部材を経由して、安定して、かつ、効果的にヒートシンクに伝達することができる。なお、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明に対し、前記所定の範囲をさらに限定するものである。

【0012】

請求項6～8に記載のそれぞれの発明は、請求項1に記載の発明とは完全に同一ではないものの構成が類似し、請求項1に記載の発明と同様の効果を奏することが可能な発明の例である。

【0013】

請求項6に記載の発明は、ヒートシンクと、半導体モジュールと、放熱部材と、を備えている。ヒートシンクは、受熱面を有する。半導体モジュールは、金属板、スイッチング素子、および、樹脂体を有する。金属板には、ヒートシンクの受熱面に対向する放熱面が形成されている。スイッチング素子は、金属板の放熱面とは反対側の面に設置され、作動時に発熱する。樹脂体は、スイッチング素子および金属板の少なくとも一部を覆っている。樹脂体には、ヒートシンクの受熱面に対向する対向面が形成されている。放熱部材は、シート状に形成され、ヒートシンクの受熱面と半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられている。放熱部材は、金属板を経由したスイッチング素子の熱をヒートシンクの受熱面に伝達可能である。

【0014】

本発明では、ヒートシンクの受熱面または樹脂体の対向面の一方は、前記受熱面または前記対向面の他方とは反対側へ窪む凹部を有している。前記受熱面または前記対向面の他方は、凹部に対応する位置に、凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出する凸部を有している。そして、本発明では、放熱部材は、凹部および凸部に対応する所定の範囲が凹部と凸部との間に挟み込まれ、前記所定の範囲以外の少なくとも一部が前記凹部の外縁で金属板とヒートシンクとに挟まれるようにして設けられている。つまり、放熱部材の前記所定の範囲の外縁端は、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凹部の内壁と、ヒートシンクの受熱面に対し略垂直な凸部の外壁と、に挟まれている。これにより、金属板がスイッチング素子の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材が、ヒートシンクと半導体モジュールとの間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

【0015】

請求項7に記載の発明は、ヒートシンクと、半導体モジュールと、放熱部材と、を備えている。ヒートシンクは、受熱面を有する。半導体モジュールは、金属板、スイッチング素子、および、樹脂体を有する。金属板には、ヒートシンクの受熱面に対向する放熱面が形成されている。スイッチング素子は、金属板の放熱面とは反対側の面に設置され、作動時に発熱する。樹脂体は、スイッチング素子および金属板の少なくとも一部を覆っている。樹脂体には、ヒートシンクの受熱面に対向する対向面が形成されている。放熱部材は、シート状に形成され、ヒートシンクの受熱面と半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられている。放熱部材は、金属板を経由したスイッチング素子の熱をヒートシンクの受熱面に伝達可能である。

【0016】

本発明では、ヒートシンクの受熱面または樹脂体の対向面の一方は、前記受熱面または前記対向面の他方とは反対側へ窪む複数の凹部を有している。前記受熱面または前記対向面の他方は、凹部に対応する位置に、凹部の形状に対応する形状で前記一方側へ突出するよう前記他方と一体に形成される複数の凸部を有している。そして、本発明では、放熱部材は、凸部に対応する位置に穴を有し、凸部が当該穴に挿通し凹部に入り込んだ状態でヒートシンクの受熱面と半導体モジュールとの間に挟み込まれている。本発明では、放熱部材は、自身の穴に挿通された複数の凸部によって、面方向の移動が規制されている。これにより、金属板がスイッチング素子の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材が、ヒートシンクと半導体モジュールとの間からはみ出ること、および脱落することを抑制す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0017】

請求項8に記載の発明は、ヒートシンクと、半導体モジュールと、放熱部材と、を備えている。ヒートシンクは、受熱面を有する。半導体モジュールは、金属板、スイッチング素子、および、樹脂体を有する。金属板には、ヒートシンクの受熱面に対向する放熱面が形成されている。スイッチング素子は、金属板の放熱面とは反対側の面に設置され、作動時に発熱する。樹脂体は、スイッチング素子および金属板の少なくとも一部を覆っている。樹脂体には、ヒートシンクの受熱面に対向する対向面が形成されている。放熱部材は、シート状に形成され、ヒートシンクの受熱面と半導体モジュールとの間に挟み込まれるようにして設けられている。放熱部材は、金属板を経由したスイッチング素子の熱をヒート

10

【0018】

本発明では、金属板の放熱面は、樹脂体の対向面よりもヒートシンクの受熱面側へ突出する金属凸部を有している。樹脂体の対向面は、金属凸部の対向面からの突出の高さと略同等の高さでヒートシンクの受熱面側へ突出するとともに金属凸部が間に位置するよう複数形成される樹脂凸部を有している。そして、本発明では、放熱部材は、樹脂凸部および金属凸部に対応する部分が、樹脂凸部および金属凸部とヒートシンクの受熱面との間に挟み込まれている。一般に樹脂の線膨張係数は、金属の線膨張係数に比べて小さい。本発明では、放熱部材が特に複数の樹脂凸部とヒートシンクの受熱面との間に挟み込まれているため、放熱部材は、複数の樹脂凸部によってヒートシンクの受熱面側に安定した状態で押さえ付けられている。これにより、金属板がスイッチング素子の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材が、ヒートシンクと半導体モジュールとの間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】(A)は本発明の第1実施形態による電力変換装置を示す断面図、(B)は(A)のB-B線断面図。

【図2】図1(A)を矢印II方向から見た図。

【図3】(A)は本発明の第1実施形態による電力変換装置を示す分解斜視図、(B)は(A)を矢印B方向から見た図。

30

【図4】(A)は本発明の第2実施形態による電力変換装置を示す断面図、(B)は(A)のB-B線断面図。

【図5】図4(A)を矢印V方向から見た図。

【図6】(A)は本発明の第2実施形態による電力変換装置を示す分解斜視図、(B)は(A)を矢印B方向から見た図。

【図7】(A)は本発明の第3実施形態による電力変換装置を示す断面図、(B)は(A)のB-B線断面図。

【図8】図7(A)を矢印VII方向から見た図。

【図9】(A)は本発明の第3実施形態による電力変換装置を示す分解斜視図、(B)は(A)を矢印B方向から見た図。

40

【図10】(A)は本発明の第4実施形態による電力変換装置を示す断面図、(B)は(A)のB-B線断面図。

【図11】図10(A)を矢印XI方向から見た図。

【図12】(A)は本発明の第4実施形態による電力変換装置を示す分解斜視図、(B)は(A)を矢印B方向から見た図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の複数の実施形態を図に基づいて説明する。なお、複数の実施形態において、実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

50

## (第1実施形態)

本発明の第1実施形態による電力変換装置を図1～4に示す。なお、図1は電力変換装置1の断面を示すものであるが、記載が煩雑になることを避けるため、図1では、断面ハッチを省略している。

## 【0021】

電力変換装置1は、例えば交流電動機と直流電源との間に設けられ、直流電源からの電力を直流から交流に変換し、交流電動機に供給する。電力変換装置1は、ヒートシンク2、半導体モジュール3、放熱部材4等を備えている。

ヒートシンク2は、例えばアルミ等の金属により形成されている。ヒートシンク2は、受熱面21を有する。ヒートシンク2は、受熱面21から窪むようにして形成される凹部211を有している。本実施形態では、凹部211は、図2および図3(A)に示すように、受熱面21に垂直な方向から見たときの外形が略長方形となるよう形成されている。

10

## 【0022】

半導体モジュール3は、金属板31、スイッチング素子32、および、樹脂体33を有している。

金属板31は、例えば銅等の熱伝導性の高い金属により形成されている。金属板31には、ヒートシンク2の受熱面21に対向する放熱面311が形成されている。スイッチング素子32は、略板状に形成され、金属板31の放熱面311とは反対側の面に設置されている。樹脂体33は、スイッチング素子32および金属板31の一部を覆っている。

## 【0023】

20

本実施形態では、スイッチング素子32は、金属板31と接する面以外は樹脂体33により覆われている。金属板31は、一部を除き樹脂体33により覆われている。なお、樹脂体33には、ヒートシンク2の受熱面21に対向する対向面331が形成されている。

## 【0024】

ここで、スイッチング素子32としては、MOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) またはIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor: 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ) 等の半導体素子を用いることが考えられる。図2に示すように、樹脂体33には複数の端子34が埋設されている。端子34は、スイッチング素子32または金属板31に接続されている。端子34には、スイッチング素子32をスイッチング制御するための制御信号が流れる。スイッチング素子32がスイッチング作動を行うとき、スイッチング素子32には、図示しないバスバーを経由して比較的大きな電流が流れる。そのため、スイッチング素子32は作動時に熱を発生する。金属板31は、スイッチング素子32が発生する熱を放熱面311から放熱可能である。

30

## 【0025】

図1(A)、(B)、図2、および、図3(A)、(B)に示すように、金属板31の放熱面311には、ヒートシンク2の凹部211に対応する位置に凸部312が形成されている。凸部312は、凹部211の形状に対応する形状で受熱面21側へ突出している。すなわち、凸部312は、放熱面311に垂直な方向から見たときの外形が略長方形となるよう形成されている。本実施形態では、樹脂体33は、金属板31のうち凸部312を除く部分を覆っている。つまり、金属板31は、凸部312の一部が対向面331よりもヒートシンク2側に突出し樹脂体33から露出している。

40

## 【0026】

放熱部材4は、略長方形のシート状に形成されている。放熱部材4は、ヒートシンク2の受熱面21と半導体モジュール3との間に挟み込まれるようにして設けられている。放熱部材4は、例えば、所定の厚みをもつガラス繊維クロスの両面に、窒化ボロンやアルミナ等のフィラーを含むシリコンゴムを塗布することにより形成されている。これにより、放熱部材4は、比較的高い電気的絶縁性および熱伝導性を有している。また、放熱部材4は、シリコンゴムを含むため、弾性変形可能である。

## 【0027】

本実施形態では、半導体モジュール3は、ヒートシンク2との間に放熱部材4を挟んだ

50

状態で、例えばネジ（図示せず）等の締結部材によりヒートシンク 2 に固定されている。

また、本実施形態では、図 1 (A)、(B)、および図 2 に示すように、放熱部材 4 は、ヒートシンク 2 の凹部 2 1 1 および金属板 3 1 の凸部 3 1 2 に対応する所定の範囲 S 1（図 2 では斜め格子状の線で網掛けした部分）が、凹部 2 1 1 と凸部 3 1 2 との間に挟み込まれている。これにより、放熱部材 4 は、略皿状に変形する（図 3 (A) 参照）とともに凹部 2 1 1 を形成する壁面および凸部 3 1 2 を形成する壁面に密着する。

【0028】

また、本実施形態では、図 1 (A) に示すように、凹部 2 1 1 の窪みの深さを  $t_1$  とし、放熱部材 4 の厚さを  $t_2$  とすると、凹部 2 1 1 および放熱部材 4 は、 $t_1 > t_2$  の関係を満たすよう形成されている。なお、 $t_2$  は、 $0 < t_2 \leq 0.5$  (mm) であることが望ましい。

10

【0029】

また、本実施形態では、図 1 (A) および (B) に示すように、凹部 2 1 1 の長手方向の幅を  $w_1$ 、短手方向の幅を  $w_2$ 、凸部 3 1 2 の長手方向の幅を  $w_3$ 、短手方向の幅を  $w_4$  とすると、凹部 2 1 1、凸部 3 1 2 および放熱部材 4 は、「 $0 < w_1 - w_3 \leq 2 \times t_2$ 」および「 $0 < w_2 - w_4 \leq 2 \times t_2$ 」の関係を満たすよう形成されている。これにより、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 の外縁端の部分は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凹部 2 1 1 の内壁と、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凸部 3 1 2 の外壁と、に挟まれた状態、あるいは、わずかに押し潰されて収縮した（弾性変形した）状態となっている。

20

【0030】

さらに、本実施形態では、図 1 (A) および (B) に示すように、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 は、放熱部材 4 が、スイッチング素子 3 2 の板厚方向に対し 45 度の角度をなしてスイッチング素子 3 2 の外縁端に接する仮想直線 L 1 によって切り取られる部分 P 1 を含む。ここで、スイッチング素子 3 2 が発する熱のうちの多くは、前記部分 P 1 を経由してヒートシンク 2 に伝達される。

【0031】

以上説明したように、本実施形態では、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1（ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 または金属板 3 1 の放熱面 3 1 1 の一方）は、金属板 3 1 の放熱面 3 1 1 とは反対側へ窪む凹部 2 1 1 を有している。金属板 3 1 の放熱面 3 1 1（受熱面 2 1 または放熱面 3 1 1 の他方）は、凹部 2 1 1 に対応する位置に、凹部 2 1 1 の形状に対応する形状で受熱面 2 1 へ突出する凸部 3 1 2 を有している。そして、放熱部材 4 は、凹部 2 1 1 および凸部 3 1 2 に対応する所定の範囲 S 1 が、凹部 2 1 1 と凸部 3 1 2 との間に挟み込まれている。つまり、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 の外縁端の部分は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凹部 2 1 1 の内壁と、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凸部 3 1 2 の外壁と、に挟まれている。これにより、金属板 3 1 がスイッチング素子 3 2 の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材 4 が、ヒートシンク 2 と半導体モジュール 3 との間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

30

【0032】

また、本実施形態では、凹部 2 1 1 の窪みの深さを  $t_1$ 、放熱部材 4 の厚さを  $t_2$  とすると、凹部 2 1 1 および放熱部材 4 は、 $t_1 > t_2$  の関係を満たすよう形成されている。つまり、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 の外縁端の部分は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直で「高さが  $t_2$ （放熱部材 4 の厚さ）よりも大きい  $t_1$  である」凹部 2 1 1 の内壁と、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凸部 3 1 2 の外壁と、に挟まれている。これにより、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制する効果をより高めることができる。

40

【0033】

また、本実施形態では、凹部 2 1 1 および凸部 3 1 2 は、双方とも、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に垂直な方向から見たときの外形が略長方形となるよう形成されている。そし

50

て、凹部 2 1 1 の長手方向の幅を  $w_1$ 、短手方向の幅を  $w_2$ 、凸部 3 1 2 の長手方向の幅を  $w_3$ 、短手方向の幅を  $w_4$  とすると、凹部 2 1 1、凸部 3 1 2 および放熱部材 4 は、「 $w_1 > w_3$ 」および「 $w_2 > w_4$ 」、かつ、「 $w_1 - w_3 < 2 \times t_2$ 」および「 $w_2 - w_4 < 2 \times t_2$ 」の関係を満たすよう形成されている。これにより、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 の外縁端の部分は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凹部 2 1 1 の内壁と、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凸部 3 1 2 の外壁と、に挟まれることで、わずかに押し潰されて収縮した（弾性変形した）状態となる。これにより、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制する効果をさらに高めることができる。

【 0 0 3 4 】

さらに、本実施形態では、放熱部材 4 の所定の範囲 S 1 は、放熱部材 4 が、スイッチング素子 3 2 の板厚方向に対し 4 5 度の角度をなしてスイッチング素子 3 2 の外縁端に接する仮想直線 L 1 によって切り取られる部分 P 1 を含む。本実施形態では、放熱部材 4 は、凹部 2 1 1 と凸部 3 1 2 とに挟み込まれることにより、少なくとも所定の範囲 S 1 は、ラチェット現象による面方向の移動が抑制されている。したがって、スイッチング素子 3 2 の熱を、放熱部材 4 の特に前記部分 P 1 を経由して、安定して、かつ、効果的にヒートシンク 2 に伝達することができる。

【 0 0 3 5 】

（第 2 実施形態）

本発明の第 2 実施形態による電力変換装置を図 4 ~ 6 に示す。第 2 実施形態は、半導体モジュールの樹脂体が凹部を有する点、および、ヒートシンクが凹部を有さず樹脂体の凹部に対応する凸部を有する点で、第 1 実施形態と異なる。なお、図 4 は電力変換装置の断面を示すものであるが、記載が煩雑になることを避けるため、図 4 では、断面ハッチを省略している。

【 0 0 3 6 】

第 2 実施形態では、半導体モジュール 3 の樹脂体 3 3 は、対向面 3 3 1 から窪むようにして形成される凹部 3 3 2 を有している。本実施形態では、凹部 3 3 2 は、図 5 および図 6 ( A )、( B ) に示すように、放熱面 3 1 1 に垂直な方向から見たときの形が略直線状となるよう形成されている。

【 0 0 3 7 】

図 4 ( B )、図 5、および、図 6 ( A ) に示すように、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 には、樹脂体 3 3 の凹部 3 3 2 に対応する位置に凸部 2 1 2 が形成されている。凸部 2 1 2 は、凹部 3 3 2 の形状に対応する形状で対向面 3 3 1 側へ突出している。すなわち、凸部 2 1 2 は、受熱面 2 1 に垂直な方向から見たときの形が略直線状となるよう形成されている。

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、半導体モジュール 3 は、第 1 実施形態と同様、ヒートシンク 2 との間に放熱部材 4 を挟んだ状態で、例えばネジ（図示せず）等の締結部材によりヒートシンク 2 に固定されている。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、図 4 ( A )、( B )、および図 5 に示すように、放熱部材 4 は、樹脂体 3 3 の凹部 3 3 2 およびヒートシンク 2 の凸部 2 1 2 に対応する部分 P 2（図 5 では斜め格子状の線で網掛けした部分）が、凹部 3 3 2 と凸部 2 1 2 との間に挟み込まれている。これにより、放熱部材 4 は、凸部 2 1 2 の形状に対応する形状に変形する（図 6 ( A ) 参照）とともに凹部 3 3 2 を形成する壁面および凸部 2 1 2 を形成する壁面に密着する。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態では、図 4 ( A )、( B )、および図 5 に示すように、放熱部材 4 は、金属板 3 1 の凸部 3 1 2 に対応する部分 P 3（図 5 では縦横格子状の線で網掛けした部分）が、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 と凸部 3 1 2 との間に挟み込まれている。

【 0 0 4 1 】

以上説明したように、本実施形態では、樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1（ヒートシンク 2 の

10

20

30

40

50

受熱面 2 1 または樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 の一方)は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 とは反対側へ窪む凹部 3 3 2 を有している。ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 (受熱面 2 1 または対向面 3 3 1 の他方)は、凹部 3 3 2 に対応する位置に、凹部 3 3 2 の形状に対応する形状で対向面 3 3 1 側へ突出する凸部 2 1 2 を有している。そして、放熱部材 4 は、凹部 3 3 2 および凸部 2 1 2 に対応する部分 P 2 が、凹部 3 3 2 と凸部 2 1 2 との間に挟み込まれている。つまり、放熱部材 4 の前記部分 P 2 の外縁端は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凹部 3 3 2 の内壁と、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 に対し略垂直な凸部 2 1 2 の外壁と、に挟み込まれている。これにより、金属板 3 1 がスイッチング素子 3 2 の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材 4 が、ヒートシンク 2 と半導体モジュール 3 との間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

10

## 【 0 0 4 2 】

## (第 3 実施形態)

本発明の第 3 実施形態による電力変換装置を図 7 ~ 9 に示す。第 3 実施形態は、樹脂体の凹部およびヒートシンクの凸部の数および形状等が、第 2 実施形態と異なる。なお、図 7 は電力変換装置の断面を示すものであるが、記載が煩雑になることを避けるため、図 7 では、断面ハッチを省略している。

## 【 0 0 4 3 】

第 3 実施形態では、半導体モジュール 3 の樹脂体 3 3 は、対向面 3 3 1 から窪むようにして形成される凹部 3 3 3 を有している。本実施形態では、図 8 および図 9 (A)、(B) に示すように、凹部 3 3 3 は、対向面 3 3 1 に 4 つ形成されている。凹部 3 3 3 を形成する内壁の形状は、略円筒状を呈している。

20

## 【 0 0 4 4 】

図 7 (A)、(B)、図 8、および、図 9 (A)、(B) に示すように、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 には、樹脂体 3 3 の凹部 3 3 3 に対応する位置に凸部 2 1 3 が形成されている。凸部 2 1 3 は、凹部 3 3 3 の形状に対応する形状で対向面 3 3 1 側へ突出している。すなわち、凸部 2 1 3 は、受熱面 2 1 に 4 つ形成され、略円柱状を呈している。

本実施形態では、放熱部材 4 は、凸部 2 1 3 に対応する位置に穴 4 1 を有している。穴 4 1 は、放熱部材 4 に 4 つ形成されている。

## 【 0 0 4 5 】

本実施形態では、金属板 3 1 の凸部 3 1 2 のスイッチング素子 3 2 とは反対側の端面 3 5 は、樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 と略同一平面上に位置している。すなわち、金属板 3 1 は、端面 3 5 のみが樹脂体 3 3 から露出している。

30

また、半導体モジュール 3 は、第 2 実施形態と同様、ヒートシンク 2 との間に放熱部材 4 を挟んだ状態で、例えばネジ (図示せず) 等の締結部材によりヒートシンク 2 に固定されている。

## 【 0 0 4 6 】

本実施形態では、図 7 (A)、(B)、および図 8 に示すように、放熱部材 4 は、凸部 2 1 3 が穴 4 1 に挿通し樹脂体 3 3 の凹部 3 3 3 に入り込んだ状態でヒートシンク 2 の受熱面 2 1 と半導体モジュール 3 との間に挟み込まれている。

40

## 【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態では、樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 (ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 または樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 の一方)は、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 とは反対側へ窪む複数の凹部 3 3 3 を有している。ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 (受熱面 2 1 または対向面 3 3 1 の他方)は、凹部 3 3 3 に対応する位置に、凹部 3 3 3 の形状に対応する形状で対向面 3 3 1 側へ突出する複数の凸部 2 1 3 を有している。そして、放熱部材 4 は、凸部 2 1 3 に対応する位置に穴 4 1 を有し、凸部 2 1 3 が当該穴 4 1 に挿通し凹部 3 3 3 に入り込んだ状態でヒートシンク 2 の受熱面 2 1 と半導体モジュール 3 との間に挟み込まれている。本実施形態では、放熱部材 4 は、自身の穴 4 1 に挿通された複数の凸部 2 1 3 によって、面方向の移動が規制されている。これにより、金属板 3 1 がスイッチ

50

ング素子 3 2 の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材 4 が、ヒートシンク 2 と半導体モジュール 3 との間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

【 0 0 4 8 】

( 第 4 実施形態 )

本発明の第 4 実施形態による電力変換装置を図 1 0 ~ 1 2 に示す。第 4 実施形態は、ヒートシンクが凹部を有しない点、および、樹脂体が凸部を有する点等で、第 1 実施形態と異なる。なお、図 1 0 は電力変換装置の断面を示すものであるが、記載が煩雑になることを避けるため、図 1 0 では、断面ハッチを省略している。

【 0 0 4 9 】

第 4 実施形態では、ヒートシンク 2 には、第 1 実施形態で示したような凹部 2 1 1 は形成されていない。よって、ヒートシンク 2 の受熱面 2 1 は、平坦である。

また、第 4 実施形態では、金属板 3 1 の凸部 3 1 2 は、特許請求の範囲における「金属凸部」に対応する。すなわち、凸部 3 1 2 は、樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 よりも受熱面 2 1 側へ突出するよう形成されている。

【 0 0 5 0 】

樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 には、凸部 3 1 2 の対向面 3 3 1 からの突出の高さと略同等の高さで受熱面 2 1 側へ突出する凸部 3 3 4 が形成されている。本実施形態では、図 1 1 および図 1 2 ( A )、( B ) に示すように、凸部 3 3 4 は、2 つ形成され、それぞれ直線状を呈している。また、2 つの凸部 3 3 4 は、互いに平行となるよう、かつ、間に金属板 3 1 の凸部 3 1 2 が位置するよう形成されている。ここで、樹脂体 3 3 の凸部 3 3 4 は、特許請求の範囲における「樹脂凸部」に対応する。

上記構成により、凸部 3 3 4 の受熱面 2 1 側の端面 3 6 は、金属板 3 1 の凸部 3 1 2 の端面 3 5 と略同一平面上に位置している。

【 0 0 5 1 】

半導体モジュール 3 は、第 1 実施形態と同様、ヒートシンク 2 との間に放熱部材 4 を挟んだ状態で、例えばネジ ( 図示せず ) 等の締結部材によりヒートシンク 2 に固定されている。

本実施形態では、図 1 0 ( A )、( B )、および図 1 1 に示すように、放熱部材 4 は、樹脂体 3 3 の凸部 3 3 4 に対応する部分 P 4 ( 図 1 1 では斜め格子状の線で網掛けした部分 ) が、凸部 3 3 4 とヒートシンク 2 の受熱面 2 1 との間に挟み込まれている。また、放熱部材 4 は、金属板 3 1 の凸部 3 1 2 に対応する部分 P 5 ( 図 1 1 では縦横格子状の線で網掛けした部分 ) が、凸部 3 1 2 とヒートシンク 2 の受熱面 2 1 との間に挟み込まれている。

【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本実施形態では、金属板 3 1 の放熱面 3 1 1 は、樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 よりもヒートシンク 2 の受熱面 2 1 側へ突出する凸部 3 1 2 を有している。樹脂体 3 3 の対向面 3 3 1 は、凸部 3 1 2 の対向面 3 3 1 からの突出の高さと略同等の高さでヒートシンク 2 の受熱面 2 1 側へ突出するとともに凸部 3 1 2 が間に位置するよう複数形成される凸部 3 3 4 を有している。そして、放熱部材 4 は、凸部 3 3 4 および凸部 3 1 2 に対応する部分 P 4 および部分 P 5 が、凸部 3 3 4 および凸部 3 1 2 とヒートシンク 2 の受熱面 2 1 との間に挟み込まれている。一般に樹脂の線膨張係数は、金属の線膨張係数に比べて小さい。本実施形態では、放熱部材 4 が特に複数の凸部 3 3 4 ( 樹脂体 3 3 ) とヒートシンク 2 の受熱面 2 1 との間に挟み込まれているため、放熱部材 4 は、複数の凸部 3 3 4 によってヒートシンク 2 の受熱面 2 1 側に安定した状態で押さえ付けられている。これにより、金属板 3 1 がスイッチング素子 3 2 の発熱により伸縮を繰り返したとしても、ラチェット現象による放熱部材 4 の面方向の移動を抑制することができる。したがって、放熱部材 4 が、ヒートシンク 2 と半導体モジュール 3 との間からはみ出ること、および脱落することを抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 3 】

(他の実施形態)

上述の第1実施形態では、ヒートシンク2が凹部211を有し、金属板31が前記凹部211に対応する凸部312を有する構成を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、金属板が凹部を有し、ヒートシンクが前記凹部に対応する凸部を有する構成としてもよい。同様に、第2実施形態および第3実施形態において樹脂体に形成される凹部とヒートシンクに形成される凸部とは、形成される部材が逆転した構成であってもよい。

## 【 0 0 5 4 】

また、上述の第1実施形態では、凹部および放熱部材が、 $t_1 > t_2$ の関係を満たすよう形成される例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、凹部および放熱部材は、 $t_1 > t_2$ の関係を満たさない構成であってもよい。

また、上述の第1実施形態では、凹部、凸部および放熱部材が、「 $w_1 > w_3$ 」および「 $w_2 > w_4$ 」、かつ、「 $w_1 - w_3 < 2 \times t_2$ 」および「 $w_2 - w_4 < 2 \times t_2$ 」の関係を満たすよう形成される例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、凹部、凸部および放熱部材は、「 $w_1 - w_3 < 2 \times t_2$ 」および「 $w_2 - w_4 < 2 \times t_2$ 」の関係を満たさない構成であってもよい。

## 【 0 0 5 5 】

さらに、上述の第1実施形態では、放熱部材4の所定の範囲S1は、放熱部材4が、スイッチング素子32の板厚方向に対し45度の角度をなしてスイッチング素子32の外縁端に接する仮想直線L1によって切り取られる部分P1を含む例を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、放熱部材の凹部および凸部に対応する所定の範囲は、放熱部材が、スイッチング素子の板厚方向に対し平行でスイッチング素子の外縁端に接する仮想直線によって切り取られる部分を含む構成であってもよい。このような構成であっても、第1実施形態と同様、スイッチング素子の熱を、放熱部材を経由して、安定して、かつ、効果的にヒートシンクに伝達することができる。

## 【 0 0 5 6 】

上述の複数の実施形態では、金属板31の凸部312の一部が樹脂体33から露出する構成を示した。これに対し、本発明の他の実施形態では、上述の複数の実施形態の変形例として、金属板31の凸部312が、樹脂体33から露出せず、すべて樹脂体33で覆われる構成としてもよい。また、金属板31の凸部312は、樹脂体33から露出する場合、表面に絶縁材料が蒸着されるような構成であってもよい。

## 【 0 0 5 7 】

本発明の他の実施形態では、放熱部材は、所定の絶縁性および熱伝導性を確保できるのであれば、いかなる材料により形成されていてもよい。また、放熱部材は、組み付け前の状態にあっては液状であって、組み付け後に硬化するような材料により形成されていてもよい。

## 【 0 0 5 8 】

本発明は、構成上の障害要因がない限り、上述の各実施形態同士を組み合わせることができる。

本発明は、交流電動機に限らず、交流の電力により駆動する種々の機器等に適用することができる。

このように、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 9 】

- 1 . . . 電力変換装置
- 2 . . . ヒートシンク
- 2 1 . . . 受熱面
- 2 1 1 . . . 凹部
- 3 . . . 半導体モジュール

10

20

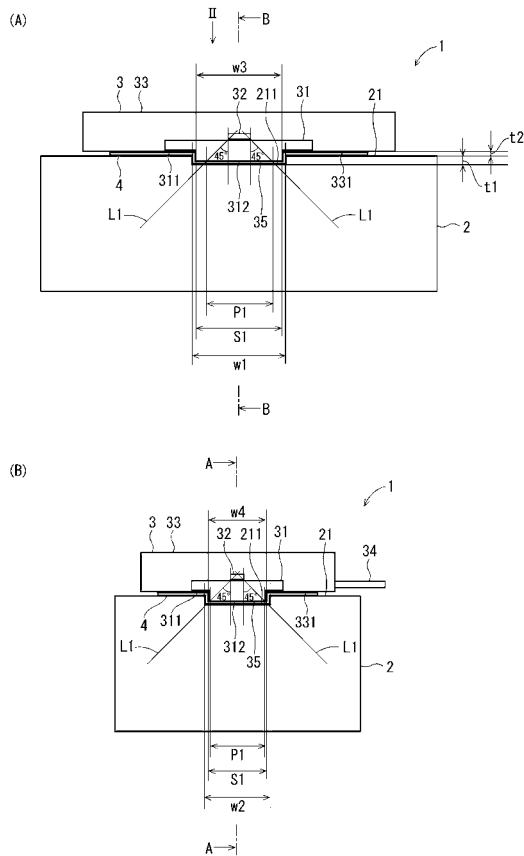
30

40

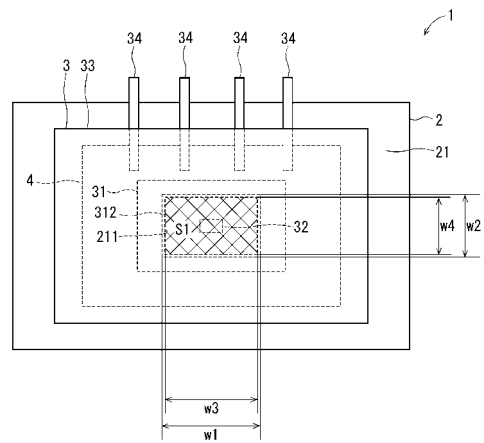
50

- 3 1 . . . 金属板
- 3 1 1 . . . 放熱面
- 3 1 2 . . . 凸部
- 3 2 . . . スイッチング素子
- 3 3 . . . 樹脂体
- 4 . . . 放熱部材

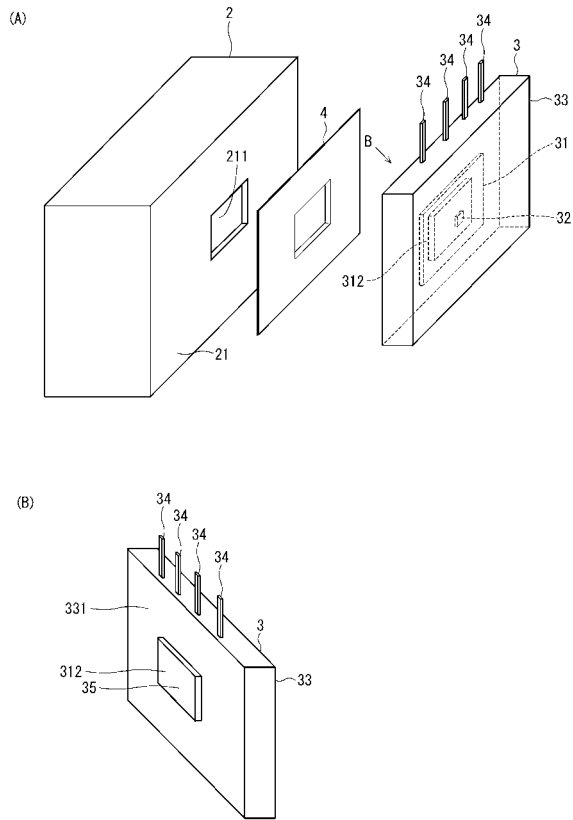
【図1】



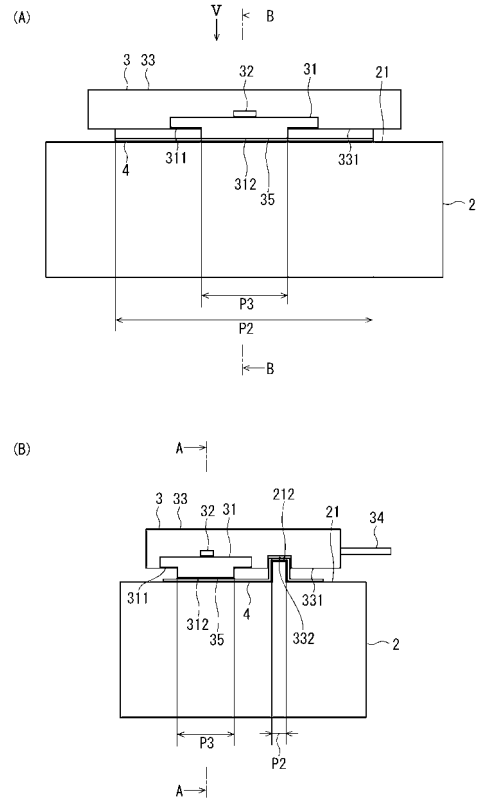
【図2】



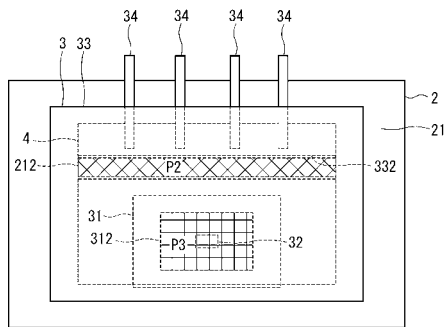
【 図 3 】



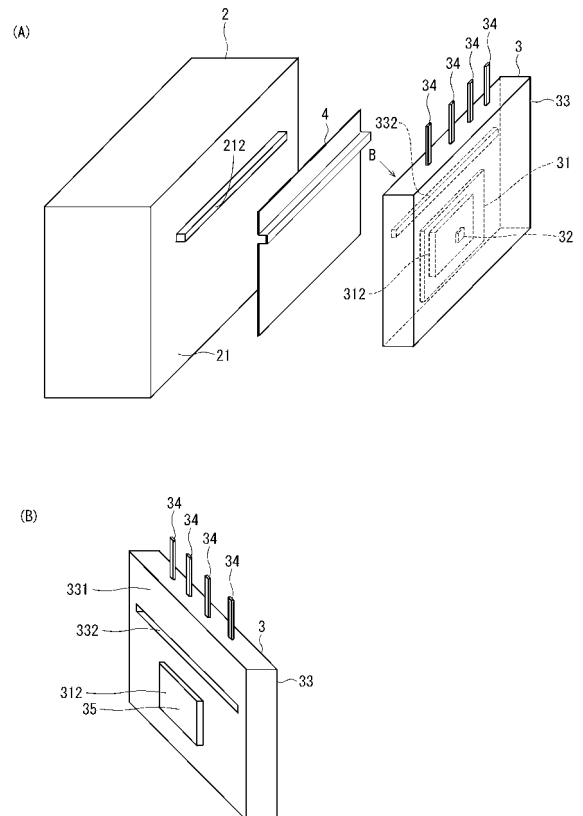
【 図 4 】



【 図 5 】

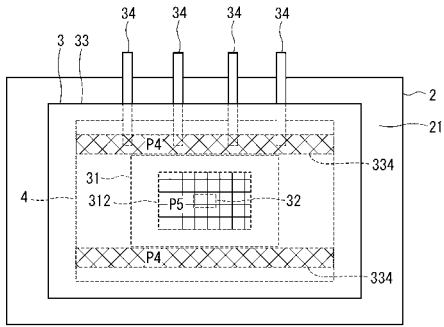


【 図 6 】

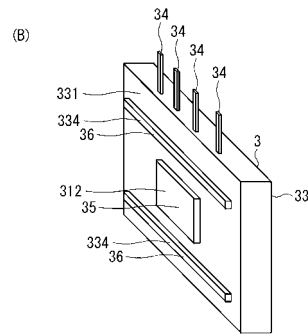
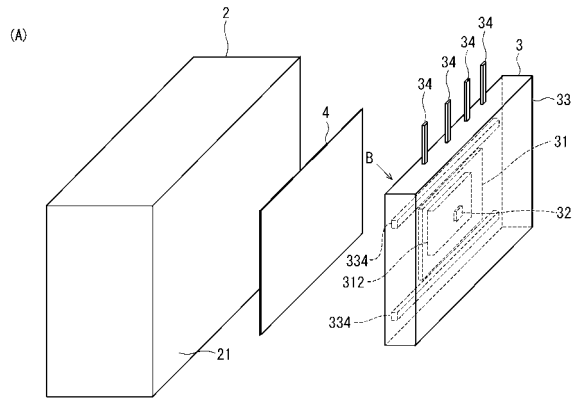




【図 1 1】



【図 1 2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-057108(JP,A)  
特開2008-226890(JP,A)  
特開2006-210561(JP,A)  
特開2003-046035(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48  
H01L 25/07  
H01L 25/18