(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月3日(03.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/174535 A1

(51) 国際特許分類:
H05K 3/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/007068

(22) 国際出願日： 2019年2月25日(25.02.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福嶋 裕太 (**FUKUSHIMA Yuta**); 〒8190192 福岡県福岡市西区今宿東一丁目１番１号 メルコセミコンダクタエンジニアリング株式会社内 Fukuoka (JP).

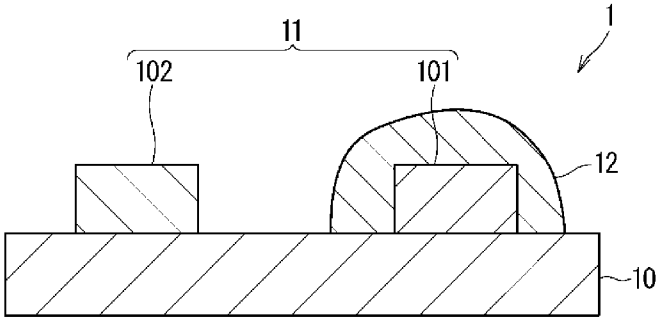
(74) 代理人:吉竹 英俊，外(**YOSHITAKE Hidetoshi** et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見１丁目４番７０号住友生命ＯＢＰプラザビル１０階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) **Title:** CIRCUIT BOARD, SEMICONDUCTOR DEVICE, POWER CONVERSION DEVICE, AND MOVABLE BODY

(54) 発明の名称： 回路基板、半導体装置、電力変換装置及び移動体



(57) **Abstract:** This invention facilitates visual confirmation of whether a first electronic component has generated heat independent of whether a second electronic component has generated heat, or whether a circuit board has been exposed to heat. The first electronic component and the second electronic component are mounted on a printed circuit board. A thermochromic resin contacts the first electronic component but does not contact the second electronic component. A visual change occurs in the thermochromic resin when the temperature rises. Alternatively, an electronic component is mounted on the printed circuit board. The thermochromic resin contacts the printed circuit board but does not contact the electronic component. A visual change occurs in the thermochromic resin when the temperature rises.

(57) 要約：第２の電子部品が発熱したか否かから独立して第１の電子部品が発熱したか否かを目視で容易に確認する。又は、回路基板が熱に曝されたか否かを目視で容易に確認する。第１の電子部品及び第２の電子部品は、プリント基板上に実装される。示温性樹脂は、第１の電子部品に接触するが第２の電子部品に接触しない。示温性樹脂には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる。又は、電子部品は、プリント基板上に実装される。示温性樹脂は、プリント基板に接触するが電子部品に接触しない。示温性樹脂には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる。

WO 2020/174535 A1

［続葉有］

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 回路基板、半導体装置、電力変換装置及び移動体

技術分野

[0001] 本発明は、回路基板に関する。また、本発明は、回路基板を備える半導体装置、電力変換装置及び移動体に関する。

背景技術

[0002] 回路基板は、多くの場合は、プリント基板及び複数の電子部品を備える。複数の電子部品は、プリント基板上に実装される。

[0003] また、物体の温度を目視で確認するために、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる材料を物体に塗布することが提案されている。

[0004] 例えば、特許文献１に記載された技術においては、表面が閾温度を越えたかどうかを指示するために、組成物が表面付近に配置される（第１９４頁 右下欄 第１２行目－第１４行目）。表面が閾温度をこえると組成物は透明になり、表面が閾温度以下になると組成物は不透明になる（第１９４頁 右下欄 第１４行目－第１６行目）。組成物は、透明可撓性マトリックス材料およびマトリックス材料内に分散させた指示材料を含んで成る（第１９５頁 右上欄 第１行目－第３行目）。指示材料は、粒状である（第１９６頁 左上欄 第７行目－第８行目）。指示材料は、ワックスであってよい（第１９６頁 右上欄 第５行目－第６行目）。

[0005] また、回路基板の絶縁性、防湿性等を向上するために、回路基板を被覆することが提案されている。

[0006] 例えば、特許文献２に記載された技術においては、基板により構成される電子回路のうち絶縁性、防湿性に欠ける部分が熱可塑性樹脂で被覆される（第１８６頁 右上欄 第１８行目－第１８６頁 左下欄 第７行目）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平１－１１２１２３号公報

特許文献2：特開昭５９－１２６６４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] プリント基板上に実装される複数の電子部品に含まれる特定の電子部品が発熱したか否かを目視で確認することが求められる場合がある。例えば、正常動作時に発熱しない電子部品が正常品及び異常品のいずれであるかを判定するために、正常動作時に発熱しない電子部品が発熱したか否かを目視で確認することが求められる場合がある。その場合には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる材料を特定の電子部品に接触させておくことにより、特定の電子部品が発熱したか否かを目視で確認することができる。しかし、特定の電子部品以外の電子部品の発熱が当該材料に伝わり、特定の部品が発熱したか否かを適切に確認することができない場合もある。例えば、正常動作時に発熱する電子部品の発熱が当該材料に伝わり、正常動作時に発熱しない電子部品が発熱したか否かを適切に確認することができない場合もある。

[0009] 上述した問題は、回路基板がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合に顕著に現れる。回路基板がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合に上述した問題が顕著に現れるのは、パワー半導体素子を制御する制御基板は多品種少量生産の製品である場合が多いため、回路基板がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合は電子部品が実装される位置が回路基板の品種によって異なることが多く、回路基板の不良の有無を判断するのに要する時間が長くなりがちであるためである。

[0010] また、回路基板が熱に曝されたか否かを目視で確認することが求められる場合がある。例えば、回路基板に対して熱ストレス試験が行われた否かを識別するために回路基板が熱に曝されたか否かを目視で確認することが求められる場合がある。その場合は、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる材料を回路基板に接触させておくことにより、回路基板が熱に曝されたか否かを目視で確認することができる。しかし、複数の電子部品に含まれるいずれかの電子部品の発熱が当該材料に伝わり、回路基板が熱に曝されたか否か

を適切に確認することができない場合もある。例えば、正常動作時に発熱する電子部品の発熱が当該材料に伝わり、回路基板が熱に曝されたか否かを適切に確認することができない場合もある。

[0011] 本発明は、これらの問題に鑑みてなされた。本発明が解決しようとする課題は、第２の電子部品が発熱したか否かから独立して第１の電子部品が発熱したか否かを目視で容易に確認することができる回路基板を提供することである。また、本発明が解決しようとする他の課題は、電子部品が発熱したか否かから独立して回路基板が熱に曝されたか否かを目視で容易に確認することができる回路基板を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、回路基板に向けられる。

[0013] 本発明の第１の態様においては、回路基板が、プリント基板、第１の電子部品、第２の電子部品及び示温性樹脂を備える。第１の電子部品及び第２の電子部品は、プリント基板上に実装される。示温性樹脂は、第１の電子部品に接触するが第２の電子部品に接触しない。示温性樹脂には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる。

[0014] 本発明の第２の態様においては、回路基板が、プリント基板、電子部品及び示温性樹脂を備える。電子部品は、プリント基板上に実装される。示温性樹脂は、プリント基板に接触するが電子部品に接触しない。示温性樹脂には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる。

[0015] 本発明は、半導体装置、電力変換装置及び移動体にも向けられる。

発明の効果

[0016] 本発明の第１の態様によれば、第２の電子部品が発熱した場合には示温性樹脂に視覚的な変化が生じないが、第１の電子部品が発熱した場合には示温性樹脂に視覚的な変化が生じる。このため、第２の電子部品が発熱したか否かから独立して第１の電子部品が発熱したか否かを目視で確認することができる。

[0017] 本発明の第２の態様によれば、電子部品が発熱した場合には示温性樹脂に

視覚的な変化が生じないが、回路基板が熱に曝された場合に示温性樹脂に視覚的な変化が生じる。このため、電子部品が発熱したか否かから独立して回路基板が熱に曝されたか否かを目視で確認することができる。

[0018] 本発明の目的、特徴、局面及び利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施の形態１の回路基板を模式的に図示する断面図である。

[図2]実施の形態１の回路基板の一部を模式的に図示する拡大断面図である。

[図3]実施の形態１の回路基板の一部を模式的に図示する拡大断面図である。

[図4]実施の形態１の回路基板の一部を模式的に図示する拡大断面図である。

[図5]実施の形態２の回路基板を模式的に図示する平面図である。

[図6]実施の形態３の半導体装置を模式的に図示する図である。

[図7]実施の形態４の電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[図8]実施の形態５の移動体を模式的に図示する側面図である。

[図9]参考例の回路基板を模式的に図示する断面図である。

発明を実施するための形態

[0020] １ 実施の形態１

図１は、実施の形態１の回路基板を模式的に図示する断面図である。

[0021] 図１に図示される実施の形態１の回路基板１は、プリント基板１０及び複数の電子部品１１を備える。

[0022] 複数の電子部品１１は、プリント基板１０上に実装される。実装される複数の電子部品１１は、プリント基板１０に設けられる配線パターンに電気的に接続される。これにより、複数の電子部品１１、及びプリント基板１０に設けられる配線パターンからなる電子回路が構成される。

[0023] 複数の電子部品１１の各々は、能動部品又は受動部品である。複数の電子部品１１の各々は、トランジスタ、ダイオード、集積回路（ＩＣ）、コンデンサ、コイル、抵抗器、インダクタ、トランス等である。

[0024] 複数の電子部品１１は、第１の電子部品１０１及び第２の電子部品１０２

を含む。第１の電子部品１０１及び第２の電子部品１０２は、互いに異なる発熱特性を有する。

[0025] 回路基板１は、示温性樹脂１２を備える。

[0026] 示温性樹脂１２には、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる。示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１上に塗布されているが、第２の電子部品１０２上に塗布されていない。このため、示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１に接触するが、第２の電子部品１０２に接触しない。これにより、第２の電子部品１０２が発熱しても示温性樹脂１２には視覚的な変化が生じないが、第１の電子部品１０１が発熱した場合には示温性樹脂に視覚的な変化が生じる。このため、第２の電子部品１０２が発熱したか否かから独立して第１の電子部品１０１が発熱したか否かを目視で確認することができる。

[0027] 第１の電子部品１０１は、望ましくは、正常動作時に発熱しない電子部品である。第２の電子部品１０２は、望ましくは、正常動作時に発熱する電子部品である。

[0028] 正常動作時に発熱しない第１の電子部品１０１が正常品である場合は、第１の電子部品１０１が発熱せず、第１の電子部品１０１に接触する示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じない。一方、正常動作時に発熱しない第１の電子部品１０１が異常品である場合は、第１の電子部品１０１が発熱する場合があり、第１の電子部品１０１に接触する示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じる場合がある。ただし、示温性樹脂１２の状態は、正常動作時に発熱する第２の電子部品１０２の発熱の影響を受けない。これにより、正常動作時に発熱しない第１の電子部品１０１が異常品であるか否かを目視で確認することができる。また、正常動作時に発熱しない第１の電子部品１０１が異常品であるか否かの確認が、正常動作時に発熱する第２の電子部品１０２の発熱の影響を受けない。

[0029] 正常動作時に発熱しない第１の電子部品１０１が異常品であるか否かを目視で確認することができる場合は、回路基板１を製造する途上において不良

品を早期に発見することができる。これにより、回路基板１の品質を向上することができ、回路基板１のロスコストを削減することができる。また、回路基板１の不良の原因を調査するのに要する時間を短縮することができ、回路基板１の不良の原因を調査する作業を簡略化することができる。これらのことは、回路基板１の生産性を向上することに寄与する。

[0030] 上述した効果は、回路基板１がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合に顕著に現れる。回路基板１がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合に上述した効果が顕著に現れるのは、パワー半導体素子を制御する制御基板は多品種少量生産の製品である場合が多いため、回路基板１がパワー半導体素子を制御する制御基板である場合は電子部品が実装される位置が品種によって異なることが多く、回路基板１の不良の有無を判断するのに要する時間が長くなりがちであるためである。

[0031] 第１の電子部品１０１は、望ましくは、受動部品である。第１の電子部品１０１が受動部品である場合は、示温性樹脂１２を受動部品のみに塗布すればよいので、示温性樹脂１２を塗布する作業に要する時間を短縮することができ、示温性樹脂１２の使用量を削減することができる。このことは、回路基板１のコストを削減することに寄与する。

[0032] 図２、図３及び図４は、実施の形態１の回路基板の一部を模式的に図示する拡大断面図である。図２、図３及び図４は、それぞれ示温性樹脂の第１の例、第２の例及び第３の例を図示する。

[0033] 示温性樹脂１２は、図２、図３及び図４に図示されるように、樹脂１１０及び示温材１１１を備える。示温材は、指示材料等とも呼ばれる。

[0034] 示温材１１１は、樹脂１１０に埋められる。示温材１１１は、常温より高い特定の温度以上の温度に反応する。例えば、示温材１１１は、当該特定の温度以上の温度において溶ける。第１の電子部品１０１が発熱した場合は、第１の電子部品１０１の発熱が示温材１１１に伝わり、示温材１１１の温度が当該特定の温度以上の温度になり、示温材１１１が溶ける。これにより、示温材１１１の温度が当該特定の温度未満の温度に戻り示温材１１１が固ま

った際に、示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じる。

[0035] 樹脂１１０は、ポリオレフィン系樹脂等である。

[0036] 示温材１１１は、蝋等である。

[0037] 図２に図示される第１の例においては、示温材１１１は、粒状の蝋である。示温材１１１が粒状の蝋である場合は、硬化前の樹脂に示温材１１１が織り込まれて硬化前の樹脂と示温材１１１との混合物が調製され、調製された混合物が塗布され、塗布された混合物が硬化させられる。

[0038] 図３に図示される第２の例においては、示温材１１１は、板状の蝋である。この場合は、硬化前の樹脂に示温材１１１を織り込む作業が不要であるため、示温性樹脂１２を塗布する作業を簡略化することができる。このことは、回路基板１の生産性を向上することに寄与する。

[0039] 図４に図示される第３の例においては、示温材１１１は、フレーク状の蝋である。示温材１１１がフレーク状の蝋である場合は、示温性樹脂１２の温度の変化に対する感度が向上する。

[0040] ２ 実施の形態１と参考例との対比

図９は、参考例の回路基板を模式的に図示する断面図である。図９（ａ）は、第１の電子部品及び第２の電子部品のいずれも発熱していない状態を図示する。図９（ｂ）は、第１の電子部品が発熱していないが第２の電子部品が発熱している状態を図示する。

[0041] 図１に図示される実施の形態１の回路基板１においては、示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１上に塗布されているが、第２の電子部品１０２上には塗布されていない。このため、示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１に接触するが第２の電子部品１０２に接触しない。これにより、第２の電子部品１０２が発熱した場合には示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じないが、第１の電子部品１０１が発熱した場合には示温性樹脂に視覚的な変化が生じる。このため、第２の電子部品１０２が発熱したか否かから独立して第１の電子部品１０１が発熱したか否かを目視で確認することができる。

[0042] これに対して、図９に図示される参考例の回路基板９においては、示温性

樹脂１２は、第１の電子部品１０１上及び第２の電子部品１０２上に塗布されている。このため、示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１及び第２の電子部品１０２に接触する。これにより、第２の電子部品１０２が発熱した場合には、第１の電子部品１０１が発熱したか否かにかかわらず、図９（ｂ）に図示されるように示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じる。このため、第２の電子部品１０２が発熱したか否かから独立して第１の電子部品１０１が発熱したか否かを目視で適切に確認することができない。

[0043] ３　実施の形態２

図５は、実施の形態２の回路基板を模式的に図示する平面図である。図５（ａ）は、回路基板に熱ストレス試験が行われる前の状態を図示する。図５（ｂ）は、回路基板に熱ストレス試験が行われた後の状態を図示する。

[0044] 図５に図示される実施の形態２の回路基板２は、図１に図示される実施の形態１の回路基板１と主に下記の相違点で相違する。説明されない点については、実施の形態１の回路基板１において採用された構成と同様の構成が実施の形態２の回路基板２においても採用される。

[0045] 実施の形態１の回路基板１においては、示温性樹脂１２が、複数の電子部品１１に含まれる第１の電子部品１０１上に塗布されているが、複数の電子部品１１に含まれる第２の電子部品１０２上には塗布されていない。このため、示温性樹脂１２は、第１の電子部品１０１に接触するが、第２の電子部品１０２に接触しない。

[0046] これに対して、実施の形態２の回路基板２においては、示温性樹脂１２が、プリント基板１０上に塗布されているが、複数の電子部品１１上に塗布されていない。このため、示温性樹脂１２は、プリント基板１０に接触するが、複数の電子部品１１に接触しない。

[0047] これにより、複数の電子部品１１のいずれかが発熱した場合には示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じないが、回路基板１が熱に曝された場合に図５（ｂ）に図示されるように示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じる。このため、複数の電子部品１１のいずれかが発熱したか否かから独立して回路基板

１が熱に曝されたか否かを目視で確認することができる。

[0048] 示温性樹脂１２は、プリント基板１０に接触するが、複数の電子部品１１に接触しない。このため、示温性樹脂１２は、回路基板１に対して熱ストレス試験が行われた場合に温度が上昇する部分に接触するが、熱ストレス試験が行われた場合以外にも温度が上昇する可能性がある部分に接触しない。このため、回路基板１に対して熱ストレス試験が行われた場合は、熱ストレス試験により回路基板１に与えられた熱が示温材１１１に伝わり、示温材１１１の温度が常温より高い温度になり、示温材１１１が溶ける。これにより、示温材１１１の温度が常温に戻り示温材１１１が固まった際に、示温性樹脂１２に視覚的な変化が生じる。したがって、回路基板１が熱に曝されたか否かを目視で確認することにより、回路基板１に対して熱ストレス試験が行われた否かを識別することができる。このことは、回路基板１を製造する際に熱ストレス試験を行う工程が抜けることを防止することに寄与する。

[0049] ４ 実施の形態３

図６は、実施の形態３の半導体装置を模式的に図示する図である。

[0050] 図６に図示される実施の形態３の半導体装置３は、パワー半導体であり、図６（ａ）に図示されるように、半導体素子３０を備える半導体モジュール、半導体ディスクリート部品等である。半導体素子３０は、スイッチング素子、ダイオード等である。

[0051] 半導体装置３は、実施の形態２の回路基板２を備える。半導体装置３が、実施の形態２の回路基板２に代えて実施の形態１の回路基板１を備えてもよい。回路基板２は、半導体装置３に内蔵される。

[0052] 半導体装置３は、外装３１を備える。外装３１は、望ましくは、示温性樹脂１２に対向する開口部３００を有する。開口部３００は、示温性樹脂１２の状態を確認するための開口部である。このため、示温性樹脂１２は、開口部３００を経由して外装３１の外部から視認することができる。これにより、半導体装置３が組み立てられ回路基板２が半導体装置３に内蔵された後に、示温性樹脂１２の状態を確認することができ、回路基板１が熱に曝された

か否かを目視で確認することにより、回路基板１に対して熱ストレス試験が行われた否かを識別することができる。しがって、示温性樹脂１２の状態は、半導体装置３の出荷先に対して提示される、回路基板１に熱ストレス試験が行われたことを示すエビデンスとして利用することができる。

[0053] 半導体素子３０は、望ましくは、ワイドバンドギャップ半導体を備える半導体素子である。ワイドバンドギャップ半導体は、炭化ケイ素（ＳｉＣ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、ダイヤモンド（Ｃ）等である。炭化シリコン（ＳｉＣ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、ダイヤモンド（Ｃ）等のワイドバンドギャップ半導体は、シリコン（Ｓｉ）等の半導体のバンドギャップより広いバンドギャップを有する。また、ワイドバンドギャップ半導体を備える半導体素子は、高温環境下において使用された場合でも電極超音波接合寿命を安定的に担保することができる。また、半導体素子３０が占めるスペースを小さくすることができ、半導体装置３を小型化及び軽量化することができる。

[0054] ５　実施の形態４

本実施の形態は、上述した実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を電力変換装置に適用したものである。実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３の適用は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下、実施の形態４として、三相のインバータに実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を適用した場合について説明する。

[0055] 図７は、実施形態４の電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[0056] 図７に示す電力変換システムは、電源４０、電力変換装置４１、負荷４２から構成される。電源４０は、直流電源であり、電力変換装置４１に直流電力を供給する。電源４０は種々のもので構成することが可能であり、例えば、直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができるし、交流系統に接続された整流回路やＡＣ／ＤＣコンバータで構成することとしてもよい。また、電源４０を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換するＤ

Ｃ／ＤＣコンバータによって構成することとしてもよい。

[0057] 電力変換装置４１は、電源４０と負荷４２の間に接続された三相のインバータであり、電源４０から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷４２に交流電力を供給する。電力変換装置４１は、図７に示すように、直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路４００と、主変換回路４００の各スイッチング素子を駆動する駆動信号を出力する駆動回路４０１と、駆動回路４０１を制御する制御信号を駆動回路４０１に出力する制御回路４０２とを備えている。主変換回路４００、駆動回路４０１及び制御回路４０２の少なくともひとつが、上述した実施の形態１の回路基板１又は実施の形態２の回路基板２を備えてもよい。

[0058] 負荷４２は、電力変換装置４１から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷４２は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、例えば、ハイブリッド自動車や電気自動車、鉄道車両、エレベーター、もしくは、空調機器向けの電動機として用いられる。

[0059] 以下、電力変換装置４１の詳細を説明する。主変換回路４００は、スイッチング素子と還流ダイオードを備えており（図示せず）、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源４０から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷４２に供給する。主変換回路４００の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態にかかる主変換回路４００は２レベルの三相フルブリッジ回路であり、６つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された６つの還流ダイオードから構成することができる。主変換回路４００の各スイッチング素子が、実施の形態１の回路基板１又は実施の形態２の回路基板２を備えてもよい。主変換回路４００の各スイッチング素子に、上述した実施の形態３の半導体装置３を適用してもよい。６つのスイッチング素子は２つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相）を構成する。そして、各上下アームの出力端子、すなわち主変換回路４

００の３つの出力端子は、負荷４２に接続される。

[0060] 駆動回路４０１は、主変換回路４００のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路４００のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路４０２からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

[0061] 制御回路４０２は、負荷４２に所望の電力が供給されるよう主変換回路４００のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷４２に供給すべき電力に基づいて主変換回路４００の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するＰＷＭ制御によって主変換回路４００を制御することができる。そして、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、駆動回路４０１に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路４０１は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号又はオフ信号を駆動信号として出力する。

[0062] 本実施の形態に係る電力変換装置では、主変換回路４００、駆動回路４０１及び制御回路４０２の少なくともひとつが、上述した実施の形態１の回路基板１又は実施の形態２の回路基板２を備えるため、第２の電子部品１０２が発熱したか否かから独立して第１の電子部品１０１が発熱したか否かを目視で確認すること、又は複数の電子部品１１のいずれかが発熱したか否かから独立して回路基板２が熱に曝されたか否かを目視で確認することを実現することができる。

[0063] 本実施の形態では、２レベルの三相インバータに実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を

適用する例を説明したが、実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３の適用は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、２レベルの電力変換装置としたが３レベルやマルチレベルの電力変換装置であっても構わないし、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはＤＣ／ＤＣコンバータやＡＣ／ＤＣコンバータに実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を適用することも可能である。

[0064] また、実施の形態１の回路基板１若しくは実施の形態２の回路基板２、又は実施の形態３の半導体装置３を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、例えば、放電加工機やレーザー加工機、又は誘導加熱調理器や非接触器給電システムの電源装置として用いることもでき、さらには太陽光発電システムや蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることも可能である。

[0065] 小型化及び軽量化された半導体装置が実施の形態４の電力変換装置４１に適用された場合は、主変換回路４００の冷却器等の小型化及び軽量化を図ることができ、電力変換装置４１の信頼性を向上することができ、主変換回路４００が消費するエネルギーを削減することができる。

[0066] ６　実施の形態５

図８は、実施の形態５の移動体を模式的に図示する側面図である。

[0067] 図８に図示される移動体５は、列車である。移動体５が列車以外であってもよい。例えば、移動体５が自動車、船舶、航空機、電動アシスト自転車、電動車いす等であってもよい。

[0068] 移動体５は、実施の形態４の電力変換装置４１を備える。移動体５は、電力変換装置４１により変換された電力によりモータ等を駆動する。

[0069] 小型化及び軽量化された半導体装置が実施の形態４の電力変換装置４１に

適用された場合は、移動体５の小型化及び軽量化を図ることができ、移動体５の効率を向上することができ、移動体５の性能を向上することができる。

[0070] なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

[0071] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

符号の説明

[0072] １　回路基板、１０　プリント基板、１１　複数の電子部品、１２　示温性樹脂、１０１　第１の電子部品、１０２　第２の電子部品、１１０　樹脂、１１１　示温材、２　回路基板、３　半導体装置、３１　外装、３００　開口部、４１　電力変換装置、４００　主変換回路、４０１　駆動回路、４０２　制御回路、５　移動体。

請求の範囲

[請求項1] プリント基板（１０）と、

前記プリント基板（１０）上に実装される第１の電子部品（１０１）と、

前記プリント基板（１０）上に実装される第２の電子部品（１０２）と、

前記第１の電子部品（１０１）に接触するが前記第２の電子部品（１０２）に接触せず、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる示温性樹脂（１２）と、

を備える回路基板（１）。

[請求項2] 前記第１の電子部品（１０１）は、正常動作時に発熱しない電子部品であり、

前記第２の電子部品（１０２）は、正常動作時に発熱する電子部品である

請求項１の回路基板（１）。

[請求項3] 前記第１の電子部品（１０１）は、受動部品である

請求項１の回路基板（１）。

[請求項4] プリント基板（１０）と、

前記プリント基板（１０）上に実装される電子部品（１１）と、

前記プリント基板（１０）に接触するが前記電子部品（１１）に接触せず、温度が上昇した場合に視覚的な変化が生じる示温性樹脂（１２）と、

を備える回路基板（２）。

[請求項5] 前記示温性樹脂（１２）は、

樹脂（１１０）と、

前記樹脂（１１０）に埋められる蝋（１１１）と、

を備える請求項１から４までのいずれかの回路基板（１，２）。

[請求項6] 前記蝋（１１１）は、粒状の蝋である

請求項５の回路基板（１，２）。

[請求項7] 前記蝋（１１１）は、板状の蝋である
請求項５の回路基板（１，２）。

[請求項8] 前記蝋（１１１）は、フレーク状の蝋である
請求項５の回路基板（１，２）。

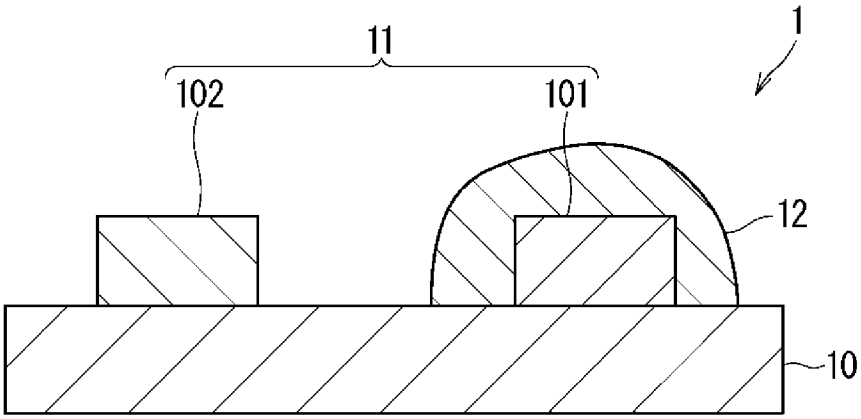
[請求項9] 請求項１から４までいずれかの回路基板（１，２）と、
前記示温性樹脂（１２）に対向する開口部（３００）を有する外装（３１）と、
を備える半導体装置（３）。

[請求項10] 請求項１から４までいずれかの回路基板（１，２）と、
ワイドバンドギャップ半導体を備える半導体素子（３０）と、
を備える半導体装置（３）。

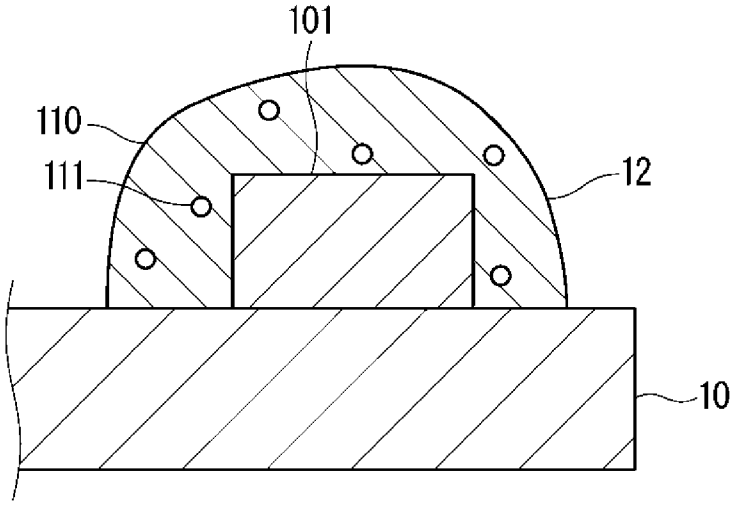
[請求項11] 半導体装置を有し、入力される電力を変換して出力する主変換回路（４００）と、
前記半導体装置を駆動する駆動信号を前記半導体装置に出力する駆動回路（４０１）と、
前記駆動回路（４０１）を制御する制御信号を前記駆動回路（４０１）に出力する制御回路（４０２）と、
を備え、
前記主変換回路（４００）、前記駆動回路（４０１）及び前記制御回路（４０２）の少なくともひとつは、請求項１から４までのいずれかの回路基板（１，２）を備える
電力変換装置（４１）。

[請求項12] 請求項１１の電力変換装置（４１）を備える移動体（５）。

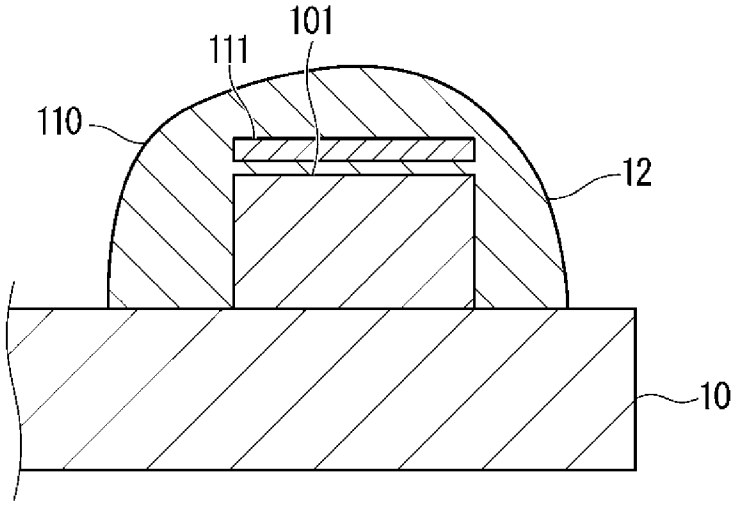
[図1]



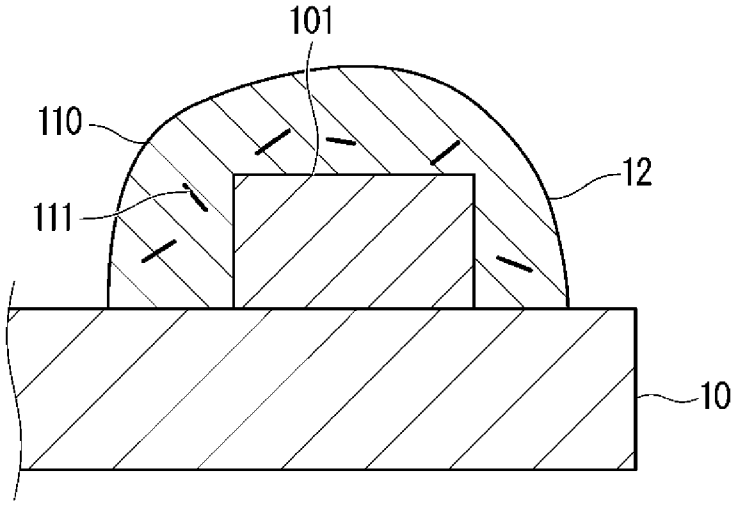
[図2]



[図3]

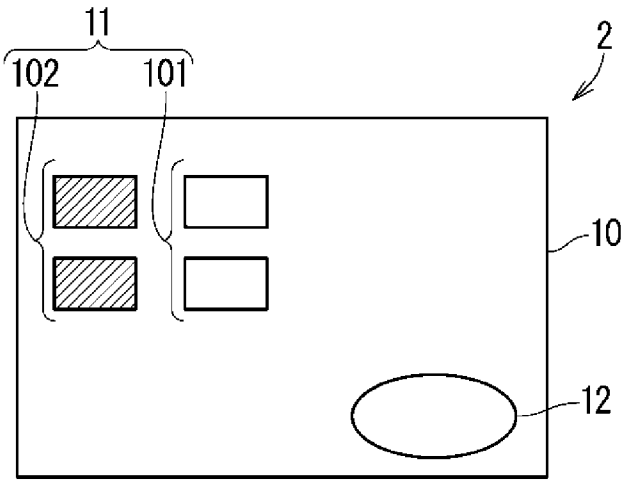


[図4]

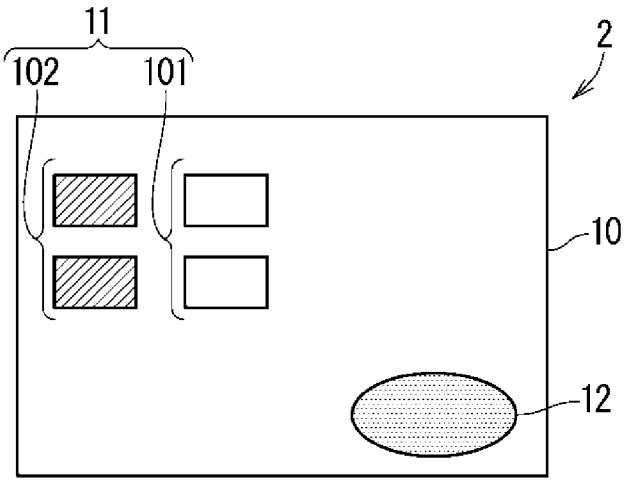


[図5]

(a)

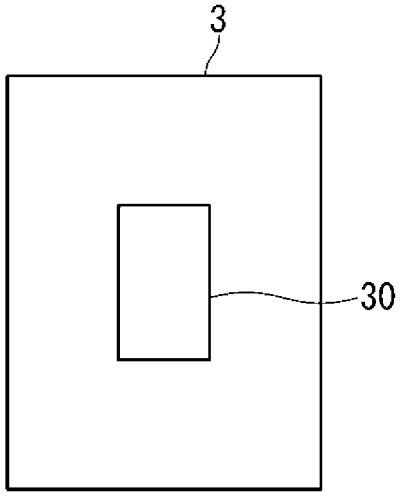


(b)

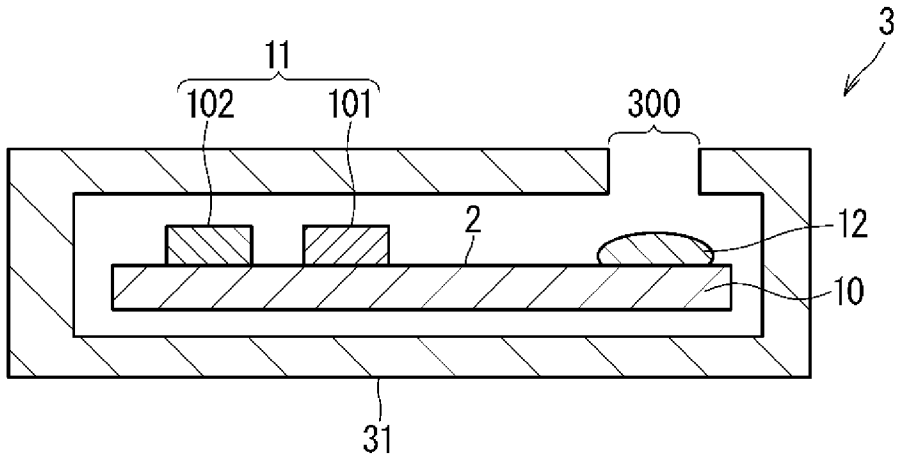


[図6]

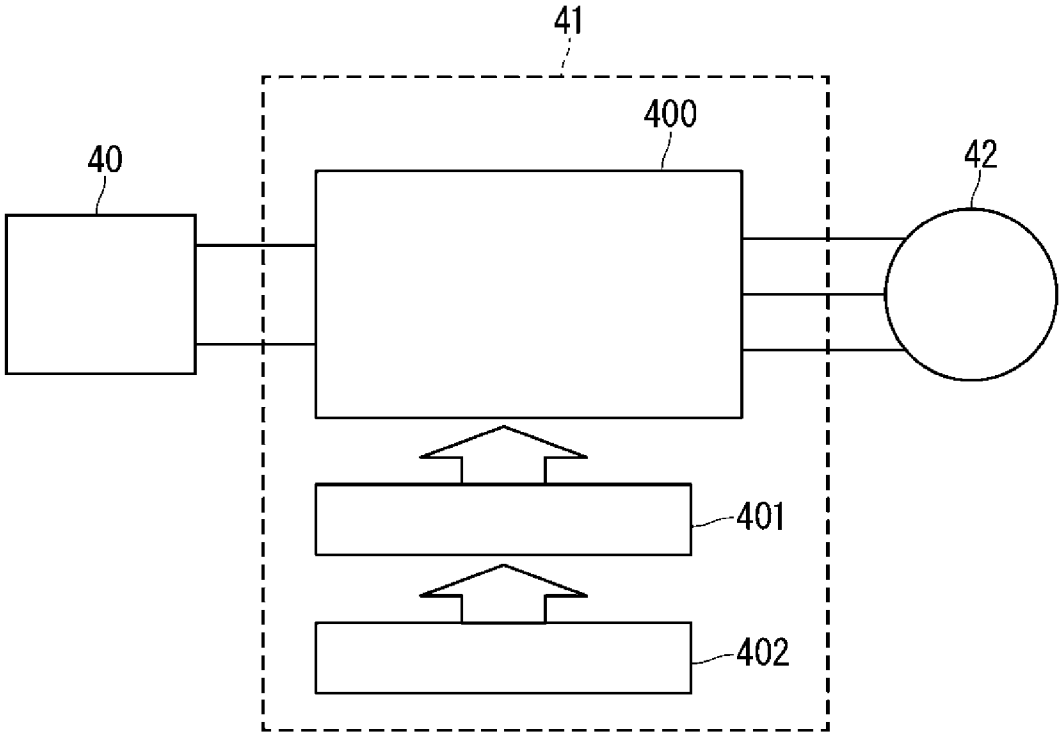
(a)



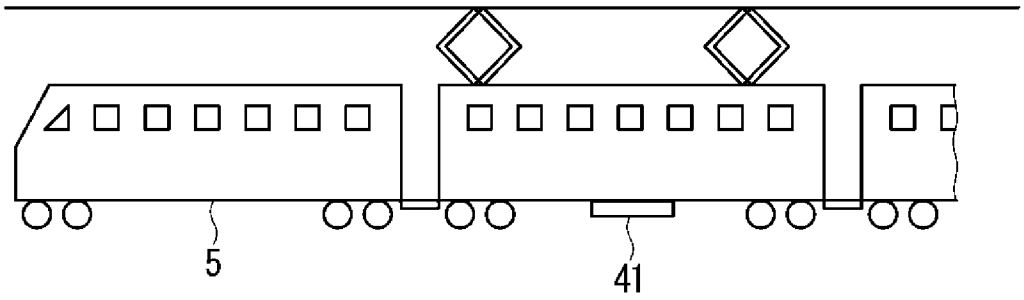
(b)



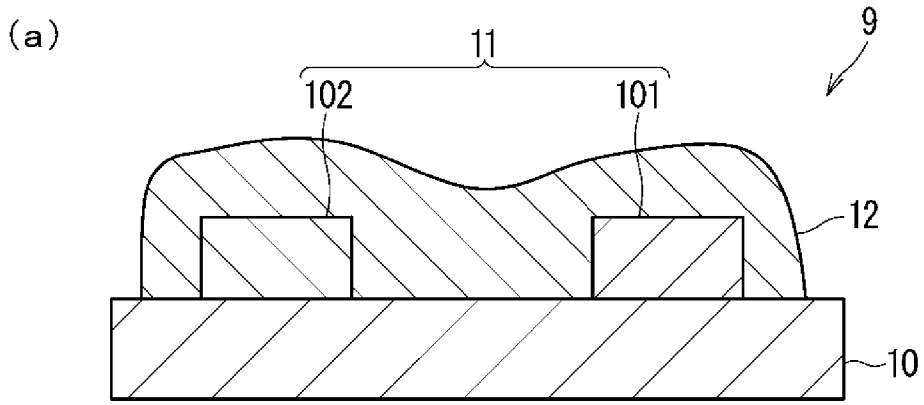
[図7]

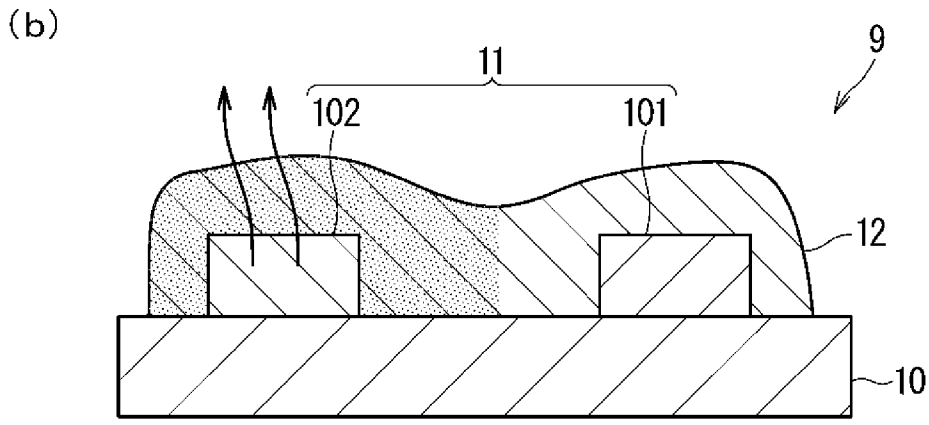


[図8]



[図9]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/007068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H05K3/28(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H05K3/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 126742/1982 (Laid-open No. 31268/1984) (NEC HOME ELECTRONICS LTD.) 27 February 1984, page 1, line 14 to page 7, line 20, fig. 4 (Family: none)	1-3 5-8
X Y	US 2015/0173178 A1 (ECHOSTAR TECHNOLOGIES L. L. C.) 18 June 2015, paragraphs [0002]-[0033], fig. 1-4 (Family: none)	4, 9-12 5-8
Y	JP 1-112123 A (RAYCHEM CORP.) 28 April 1989, page 4, lower right column to page 6, upper right column & EP 241247 A2, column 2, line 17 to page 4, line 64	5-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24.04.2019	14.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/007068

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-5669 A (NEC SAITAMA, LTD.) 05 January 2006, entire text (Family: none)	1-12
A	JP 1-157501 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 20 June 1989, entire text (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００７０６８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05K3/28(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H05K3/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	日本国実用新案登録出願57-126742号(日本国実用新案登録出願公開59-31268号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本電気ホームエレクトロニクス株式会社）1984.02.27, 第1頁第14行-第7頁第20行,第4図（ファミリーなし）	1-3 5-8
X Y	US 2015/0173178 A1 (ECHOSTAR TECHNOLOGIES L.L.C.) 2015.06.18, 段落[0002]-[0033],図1-4（ファミリーなし）	4, 9-12 5-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．０４．２０１９	１４．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｄ　４６９０
原田　貴志
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 1-112123 A（レイケム・コーポレイション）1989.04.28, 第4頁右下欄-第6頁右上欄 & EP 241247 A2,第2欄第17行-第4頁第64行	5-8
A	JP 2006-5669 A（埼玉日本電気株式会社）2006.01.05, 全文（ファミリーなし）	1-12
A	JP 1-157501 A（株式会社東芝）1989.06.20, 全文（ファミリーなし）	1-12