

(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
2017年7月13日(13.07.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/119286 A1

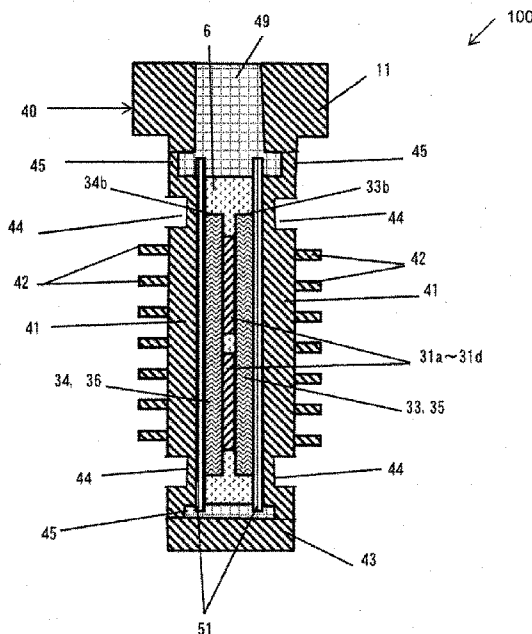
- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/088012
- (22) 国際出願日: 2016年12月21日(21.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-000034 2016年1月4日(04.01.2016) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 島津 ひろみ (SHIMAZU Hiromi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 松下 晃 (MATSUSHITA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 戸田 裕二 (TODA Yuji); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (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, 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, TA, 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, 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),

[続葉有]

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: パワー半導体モジュール

【図4】



(57) Abstract: To provide a power semiconductor module having high reliability. A power semiconductor module according to the present invention is provided with: a circuit body which comprises a power semiconductor element, a conductor plate that is electrically connected to the power semiconductor element, and a sealing resin that seals the power semiconductor element and the conductor plate; and a heat dissipation member which faces the circuit body, with an insulating member being interposed therebetween. The conductor plate has a contact part, which is a part of the conductor plate exposed from the sealing resin and in contact with the insulating member; and the heat dissipation member has a thin part wherein a portion facing the outer periphery of the contact part is thinner than the other portions.

(57) 要約: 信頼性の高いパワー半導体モジュールを提供することにある。本発明に係るパワー半導体モジュールは、パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子と電気的に接続される導体板と、前記パワー半導体素子及び前記導体板を封止する封止樹脂と、を有する回路体と、絶縁部材を挟んで前記回路体と向き合う放熱部材と、を備え、前記導体板は、当該導体板の一部が前記封止樹脂から露出して前記絶縁部材と接触する接触部を有し、前記放熱部材は、前記接触部の外縁と対向する部分が他の部分よりも薄くなる薄肉部を有する。

WO 2017/119286 A1



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： パワー半導体モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、パワー半導体モジュールに関し、特に車両駆動用のモータを制御する電力変換装置に用いられるパワー半導体モジュールに関する。

背景技術

[0002] 近年、環境への負荷低減のため、ハイブリッド自動車や電気自動車の普及が急務である。ハイブリッド自動車や電気自動車においては搭載される部品の小型化や低コスト化が重要視され、電力変換装置も、小型化や低コスト化が求められている。

[0003] その結果、発熱密度が高くなるため、電力変換装置を構成する電子部品の中で発熱量が大きいパワー半導体モジュールにおいても、冷却性能を向上させる必要がある。パワー半導体モジュールの冷却方式としては、例えば、両面直接冷却方式が知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 特許文献1に記載のパワー半導体モジュールは、パワー半導体チップの表裏両面を導電板に半田付けし、導電板を露出した状態で樹脂により封止される。この封止体が第1および第2の放熱部材を有する金属製ケースに収納され、第1および第2の放熱部材のそれぞれと導電板との間は熱伝導性の絶縁接着剤（絶縁部材）により接着されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-257369号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このようなパワー半導体モジュールにおいては、導通動作時にパワー半導体チップで発生する熱を、放熱部材を介して外部へ逃がす必要がある。そのため、発熱部と放熱部材の結合部分には発熱部から放熱部材への熱伝達を良

好に行うため、熱伝導性の絶縁性樹脂を介在させ、熱圧着させている。この絶縁性樹脂による結合部に離間が生じると放熱性が悪化することが懸念される。

[0007] 今後パワー半導体モジュールがさらに小型化し、パワー密度が向上した場合、熱サイクルが負荷される使用環境下で、絶縁性樹脂に発生する応力は高くなることが懸念され、その場合発熱部と放熱部材の結合部分で離間することが懸念される。

[0008] そこで、本発明の目的は、熱サイクルが負荷される使用環境下でも、絶縁性樹脂に高い応力を発生させることなく、放熱部が導体板から離間するのを抑制し、信頼性の高いパワー半導体モジュールを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明に係るパワー半導体モジュールは、パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子と電気的に接続される導体板と、前記パワー半導体素子及び前記導体板を封止する封止樹脂と、を有する回路体と、絶縁部材を挟んで前記回路体と向き合う放熱部材と、を備え、前記導体板は、当該導体板の一部が前記封止樹脂から露出して前記絶縁部材と接触する接触部を有し、前記放熱部材は、前記接触部の外縁と対向する部分が他の部分よりも薄くなる薄肉部を有する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、パワー半導体素子が繰り返し発熱した場合の絶縁部材に発生する応力を低減することができ、パワー半導体モジュールの電極板と絶縁部材との離間を抑制することができるため、パワー半導体モジュールの放熱性能が向上し、信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本実施形態の電力変換装置200の一実施の形態としての外観斜視図である。

[図2]図1に図示された電力変換装置200の分解斜視図である。

[図3]本実施形態のパワー半導体モジュール100の一実施の形態としての外

観平面図である。

[図4]図3に図示されたパワー半導体モジュール100のA-A'線縦断面図である。

[図5]金属製ケース40の断面図である。

[図6]回路体30の断面図である。

[図7]図6に図示された回路体30の外観平面図である。

[図8]本発明の実施形態2を示すパワー半導体モジュールの断面図である。

[図9]本実施形態の効果を示す図である。

[図10]従来構造の絶縁部材界面応力の分布を説明する図である

[図11]放熱部材41表面の凹み部45の幅寸法を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] (実施形態1)

[電力変換装置200]

以下、図を参照して、本実施形態に係る電力変換装置200の一実施の形態を説明する。

[0013] 図1は、本実施形態の電力変換装置200の一実施の形態としての外観斜視図である。図2は、図1に図示された電力変換装置200の分解斜視図である。

[0014] 電力変換装置200は、電気自動車やハイブリッド自動車の電源装置として用いられる。図示はしないが、電力変換装置200は、モータジェネレータに接続されたインバータ回路を内蔵し、また、外部のバッテリーに接続された昇圧回路および全体を制御する制御回路を備えている。

[0015] 電力変換装置200は、アルミニウム、アルミニウム合金等のアルミニウム系金属により形成された筐体201および筐体201に締結部材（不図示）により締結される底蓋202を有する。筐体201と底蓋202とは、一体成型により形成することもできる。筐体201の上部には、不図示の上蓋が締結部材により締結され、密閉状の容器が形成される。

[0016] 筐体201の内部には、冷却流路を形成するための周壁211が形成され

、周壁 211 と底蓋 202 とにより冷却用室 210 が形成されている。

[0017] 冷却用室 210 内には、複数（図 2 では 4 つ）の側壁 221 を有する支持部材 220 および各側壁 221 間に配置される複数（図 2 では 3 つ）のパワー半導体モジュール 100 が収納される。パワー半導体モジュール 100 の詳細は後述する。

[0018] 筐体 201 の一側部には、一对の貫通孔が設けられ、貫通孔の一方には、入口用配管 203 a が設けられ、貫通孔の他方には、出口用配管 203 b が設けられている。冷却水などの冷却媒体は、入口用配管 203 a から冷却用室 210 内に流入し、支持部材 220 の側壁 221 と各パワー半導体モジュール 100 との間の冷却路を流通して出口用配管 203 b から流出する。出口用配管 203 b から流出した冷却媒体は、不図示のラジエータ等の冷却装置によって冷却されて、再び、入口用配管 203 a から冷却用室 210 内に流入するように循環する。

[0019] 冷却用室 210 は、シール部材 231 を介在して、カバー部材 240 により密封される。カバー部材 240 は、パワー半導体モジュール 100 に内蔵されたパワー半導体素子の直流正極端子 35 a が挿通される開口部 241 を有する。カバー部材 240 の周縁部は冷却用室 210 を形成する周壁 211 の上部に、不図示の締結部材により固定される。

[0020] 筐体 201 の冷却用室 210 の外側領域には、インバータ回路に供給される直流電力を平滑化するための複数のコンデンサ素子 251 を備えるコンデンサモジュール 250 が収納される。

[0021] コンデンサモジュール 250 とパワー半導体モジュール 100 の上部に、直流側バスバーアセンブリ 261 が配置される。直流側バスバーアセンブリ 261 は、コンデンサモジュール 250 とパワー半導体モジュール 100 の間に直流電力を伝達する。

[0022] 直流側バスバーアセンブリ 261 およびカバー部材 240 の上方には、インバータ回路を制御するドライバ回路部を含む制御回路基板アセンブリ 262 が配置されている。

[0023] 交流側バスバーアセンブリ 263 は、パワー半導体モジュール 100 と接続され、交流電力を伝達する。また、交流側バスバーアセンブリ 263 は、電流センサを有する。

[0024] [パワー半導体モジュール 100]

図 3 ないし図 4 を参照してパワー半導体モジュール 100 について説明する。

[0025] 図 3 は、本実施形態のパワー半導体モジュール 100 の一実施の形態としての外観平面図である。図 4 は、図 3 に図示されたパワー半導体モジュール 100 の A-A' 線縦断面図である。

[0026] 図 3 及び図 4 に示されるように、パワー半導体モジュール 100 は、金属製ケース 40 を有し、この金属製ケース 40 内に、回路体 30 が収納されている。

[0027] 図 5 は、金属製ケース 40 の断面図である。図 5 に示される金属製ケース 40 内に、図 6 に示されるパワー半導体モジュールが収納されており、回路体 30 と一对の放熱部材 41 との間には、図 4 に図示されるように、熱伝導性の絶縁層 51 が介装されている。絶縁層 51 は、回路体 30 から発生する熱を放熱部材 41 に熱伝導するものであり、熱伝導率が高く、かつ、絶縁耐圧が大きい材料で形成されている。例えば、絶縁層 51 は、酸化アルミニウム（アルミナ）、窒化アルミニウム等の薄膜、あるいは、これらの微粉末を含有する絶縁シートまたは接着剤を用いることができる。

[0028] 後述するが、図 6 及び図 7 に示されるように、回路体 30 の表裏両面には、パワー半導体素子 31 を例えば半田付けなどで接合される導体板 33、34 が表出しており、絶縁層 51 は、導体板 33 及び 34 と放熱部材 41 とを熱伝導可能に結合している。

[0029] また、金属製ケース 40 と絶縁層 51 は、回路体 30 との隙間は第 2 封止樹脂 49 により、埋められている。

[0030] 金属製ケース 40 は、複数の放熱フィン 42 を有する一对の放熱部材 41 と枠体 43 とから構成されている。放熱部材 41 の表面には、図 3 及び図 4

に示されるように、凹み部 4 4 が形成されている。この凹み部 4 4 は、図 4 に示すように、放熱部材 4 1 であって、第 1 封止樹脂 6 から一部露出している導体板 3 3 及び 3 4 の外周端部と対向する部分の放熱部材に設けられている。

[0031] 一对の放熱部材 4 1 は、それぞれの側壁部 4 3 において接合されている。接合としては、例えば、F S W（摩擦攪拌接合）、レーザ溶接、ろう付等を適用することができる。回路体 3 0 を収納する部材として、このような形状の金属製のケースを用いることで、パワー半導体モジュール 1 0 0 を水や油、有機物などの冷媒が流れる流路内に挿入しても、冷却媒体がパワー半導体モジュール 1 0 0 の内部に侵入するのを簡易な構成で防ぐことができる。本実施形態においては、放熱部材 4 1 と枠体 4 3 が別部材のばあいについて示したが、放熱部材 4 1 と枠体 4 3 は同一部材であってもよく、一体化されていてもよい。

[0032] 図 5 に示されるように、金属製ケース 4 0 は、例えば一面に挿通口 1 7 を、他面に底部を有する扁平状の筒型形状をした冷却器である。金属製ケース 4 0 は、電気伝導性を有する部材、例えば C u、C u 合金、C u - C、C u - C u O などの複合材、あるいは A l、A l 合金、A l S i C、A l - C などの複合材などから形成されている。

[0033] 図 5 および図 6 では、フィン外周部に薄肉部 4 5 が設けられた場合について示した。凹み部 4 4 はこの薄肉部 4 5 の内側に設けられている。

[0034] 金属製ケース 4 0 の挿入口 1 7 側にはフランジ部 1 1 を有し、図 2 に示した冷却用室 2 1 0 内に収納する際のシール部として使用することが可能である。ただし、フランジ部 1 1 はなくてもよい。

[0035] [回路体 3 0]

図 6 及び図 7 に示されるように、パワー半導体素子 3 1 a ないし 3 1 d の各電極はそれぞれの電極面に対向して配置される導体板 3 3 と導体板 3 4 や導体板 3 5 と導体板 3 6 によって挟まれた構造をしている。このパワー半導体素子 3 1 a ないし 3 1 d と導体板 3 3 ないし 3 6 とは接合材 3 2 によっ

て接合されている。回路体30は、これらを第1封止樹脂6で封止されたものである。第1封止樹脂6は、回路体30の表面側において、導体板33の面33aと導体板34の面34aと導体板35の面35aと導体板36の面36aを露出して、導体板33ないし36の周囲全体を被覆している。第1封止樹脂6の表面は、面33aないし面36dと面一となっている。

[0036] 導体板33ないし36は、例えば、銅、銅合金、あるいはアルミニウム、アルミニウム合金などにより形成されている。本実施形態は、パワー半導体素子31aないし31dはIGBTであるが、MOSFET等の他の構成であってもよい。

[0037] 図6および7では省略しているが、実際には、導体板33、34には、必要に応じて、リード接続されているか、リードが一体に形成されている。また導体板36の温度、すなわち、パワー半導体素子31の温度を検出するための温度センサを備えていてもよい。

[0038] [効果]

図3及び図4に示されるように、本実施形態におけるパワー半導体モジュール100においては、金属製ケース40を構成する放熱部材41の表面には、凹み部44が形成されている。この凹み部44は、図4に示すように、第1封止樹脂6から一部露出している導体板33と34の外周端部33bと34bと対向する部分の放熱部材に設けられている。

[0039] パワー半導体素子31が繰り返し発熱時には、その熱は導体板33ないし36および、絶縁部材51を介して放熱部材41に熱伝導し、外部に放熱される。この時、この熱により各部材の温度は上昇し伸び変形が生じるが、導体板33ないし36と放熱部材41の変形量の差により絶縁部材51に応力発生し、絶縁部材51のはく離の原因になる。有限要素シミュレーションの結果、図10に示すように、絶縁部材51の応力は、外周端部34bが最大となり、端部から離れるに従い減少することを明らかにした。

[0040] そこで、放熱部材41において、導体板33と導体板34の外周端部33bと外周端部34bと対向する部分であって、絶縁部材51と接着している

面とは反対側の面に、剛性を減少させるための、凹み部 4 5 を設けることにより、局所的に放熱部材に薄肉部を設け、その部分の剛性を低下させている。

[0041] 図 9 に示すように、本実施形態による構造では、凹み部 4 5 は薄肉に形成され、変形しやすくなるため、導体板の変形に追従しやすくなり、絶縁部材 5 1 の応力が最大となる外周端部 3 4 b において、チップ発熱時の導体板と放熱部材 5 1 との変形量の差による絶縁部材の応力を低減することができる。

[0042] 図 1 0 に示されるように、少なくとも凹み部 4 5 がない場合の絶縁部材 5 1 の応力は、外周端部 3 4 b からの距離が離れるに従い減少するが、0.5mm 離れるとほぼ飽和していることが分かる。そこで図 1 1 に示されるように、凹み部 4 5 の幅（図 1 1 中 4 5 a）の寸法は、少なくとも 0.5mm 以上とすることにより、高い応力低減効果が得られる。

[0043] また、凹み部 4 5（薄肉部）は、導体板 3 4 の変形に追従させやすくすることが目的であるので、凹み部 4 5 の厚み 4 5 c は、導体板 3 4 の厚み 3 4 c よりも小さくすることが好ましい。

[0044] また、凹み部 4 5 4 5 は外周端部 3 4 b よりも導体板 3 4 の中央部側にある方が導体板 3 4 の変形に追従しやすくなるので、凹み部 4 5 の幅方向の中心 4 5 b の位置は外周端部 3 4 b と同じか、導体板 3 4 側にある方がより高い効果が得られる。

[0045] これにより、パワー半導体モジュール 1 0 0 の導体板 3 3 ないし 3 6 と絶縁部材 5 1 との離間を抑制することができるため、パワー半導体モジュール 1 0 0 の放熱性能の低下を抑制し、信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

[0046]（実施形態 2）

上述した実施の形態では、両面冷却のパワー半導体モジュールの例を示したが、図 8 に示すような片面冷却のパワー半導体モジュールにも適用することが可能である。図 8 は、図 3 および図 4 に示すパワー半導体モジュールの

変形例を示す。

パワー半導体素子 3 1 の各電極は導体板 3 5 に接合材 3 2 によって接合されている。これらを第 1 封止樹脂 6 で封止されている。第 1 封止樹脂 6 は、導体板 3 5 の表面 3 5 a を露出している。導体板 3 5 は、例えば、銅、銅合金、あるいはアルミニウム、アルミニウム合金などにより形成されている。

[0047] 導体板 3 5 と放熱部材 4 6 とは絶縁層 5 2 を介して、熱伝導可能に結合している。

[0048] 金放熱部材 4 6 の表面、つまり絶縁部材 5 2 と結合している面とは反対の面には、凹み部 4 7 が形成されている。この凹み部 4 7 は、第 1 封止樹脂 6 から露出している導体板 3 5 の外周端部 3 5 b と対向する部分の放熱部材 4 6 に設けられている。これにより、実施形態 1 と同様の効果が得られる。

[0049] 上述した実施の形態では、放熱部材 4 1 の放熱フィン 4 2 の形状をピンフィンとしたが、他の形状、例えばストレートフィンやコルゲートフィンであっても良い。

[0050] また、上述した実施の形態では、電気自動車やハイブリッド自動車に搭載される車載用の電力変換装置を例に説明したが、パワー半導体モジュールを冷却媒体中に浸す冷却構造の電力変換装置であれば、本発明を同様に適用することができる。

[0051] その他、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨の範囲内で、種々変形して適用することが可能である。

符号の説明

[0052] 6…第 1 封止樹脂、11…シール部、17…挿通口、30…回路体、31…パワー半導体素子、32…接合材、33…導体板、33a…面、33b…外周端部、34…導体板、34a…面、34b…外周端部、35…導体板、35b…外周端部、40…金属製ケース、41…放熱部材、42…放熱フィン、43…枠体、44…凹み部、49…第 2 封止樹脂、51…絶縁層、100…パワー半導体モジュール、121…上下アーム直列回路、200…電力変換装置、201…筐体、202…底蓋、203a…入口用配管、203b…出口

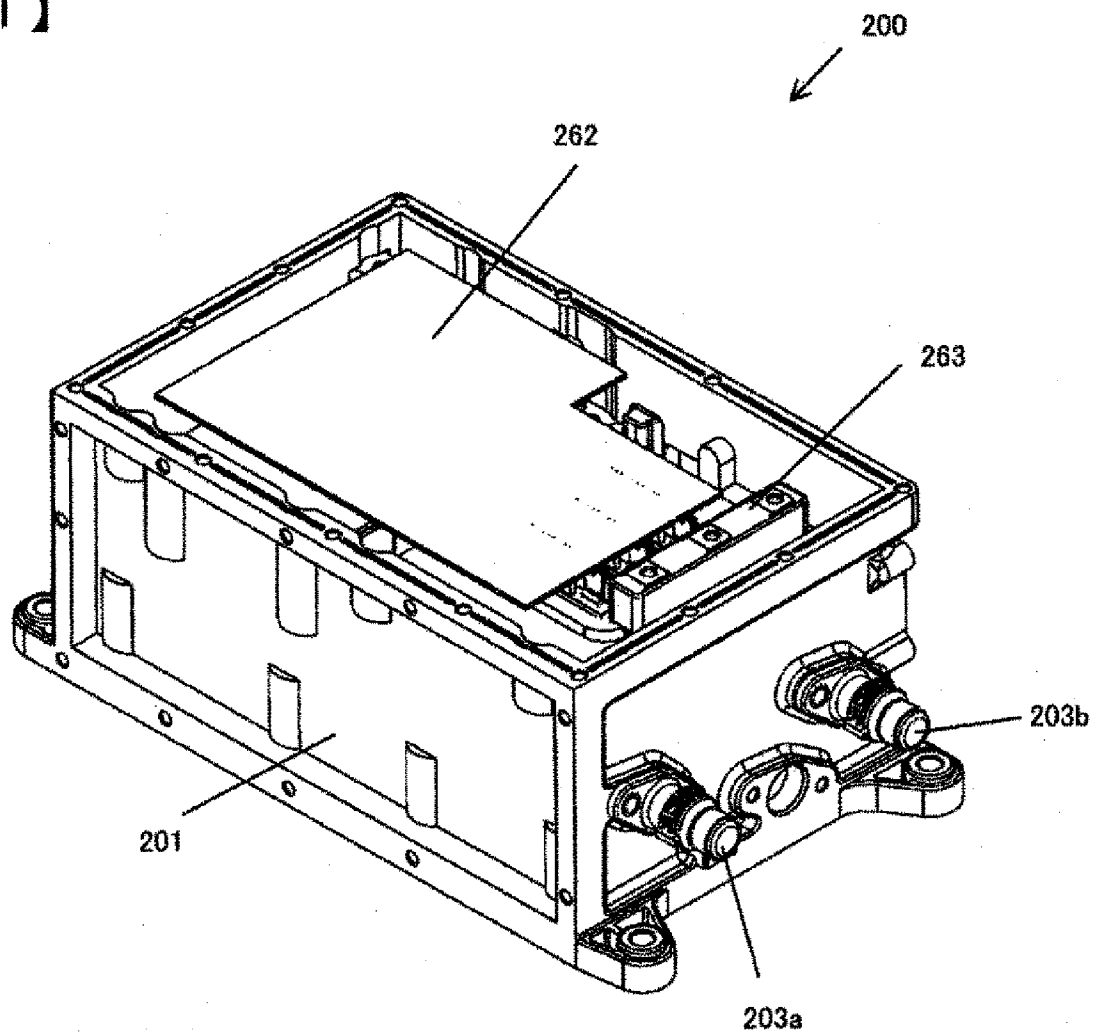
用配管、210…冷却用室、211…周壁、221…側壁、220…支持部材、231…シール部材、240…カバー部材、250…コンデンサモジュール、251…コンデンサ素子、261…直流側バスバーアセンブリ、262…制御回路基板アセンブリ、263…交流側バスバーアセンブリ

請求の範囲

- [請求項1] パワー半導体素子と、前記パワー半導体素子と電氣的に接続される導体板と、前記パワー半導体素子及び前記導体板を封止する封止樹脂と、を有する回路体と、
- 絶縁部材を挟んで前記回路体と向き合う放熱部材と、を備え、
- 前記導体板は、当該導体板の一部が前記封止樹脂から露出して前記絶縁部材と接触する接触部を有し、
- 前記放熱部材は、前記接触部の外縁と対向する部分が他の部分よりも薄くなる薄肉部を有するパワー半導体モジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載されたパワー半導体モジュールであって、
- 前記絶縁部材は、前記薄肉部と前記放熱部材に接合されるパワー半導体モジュール。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のパワー半導体モジュールであって、
- 前記薄肉部の幅方向の中心が、前記導体板において前記接触部の外縁より内側に位置するパワー半導体モジュール。
- [請求項4] 請求項1または2に記載のパワー半導体モジュールであって、
- 前記導体板は、前記パワー半導体素子を挟んで互いに対向して配置される第1の導体板及び第2の導体板により構成され、
- 前記第1の導体板及び前記第2の導体板は、前記パワー半導体素子が配置された側とは反対側の面に放熱面を有するパワー半導体モジュール。

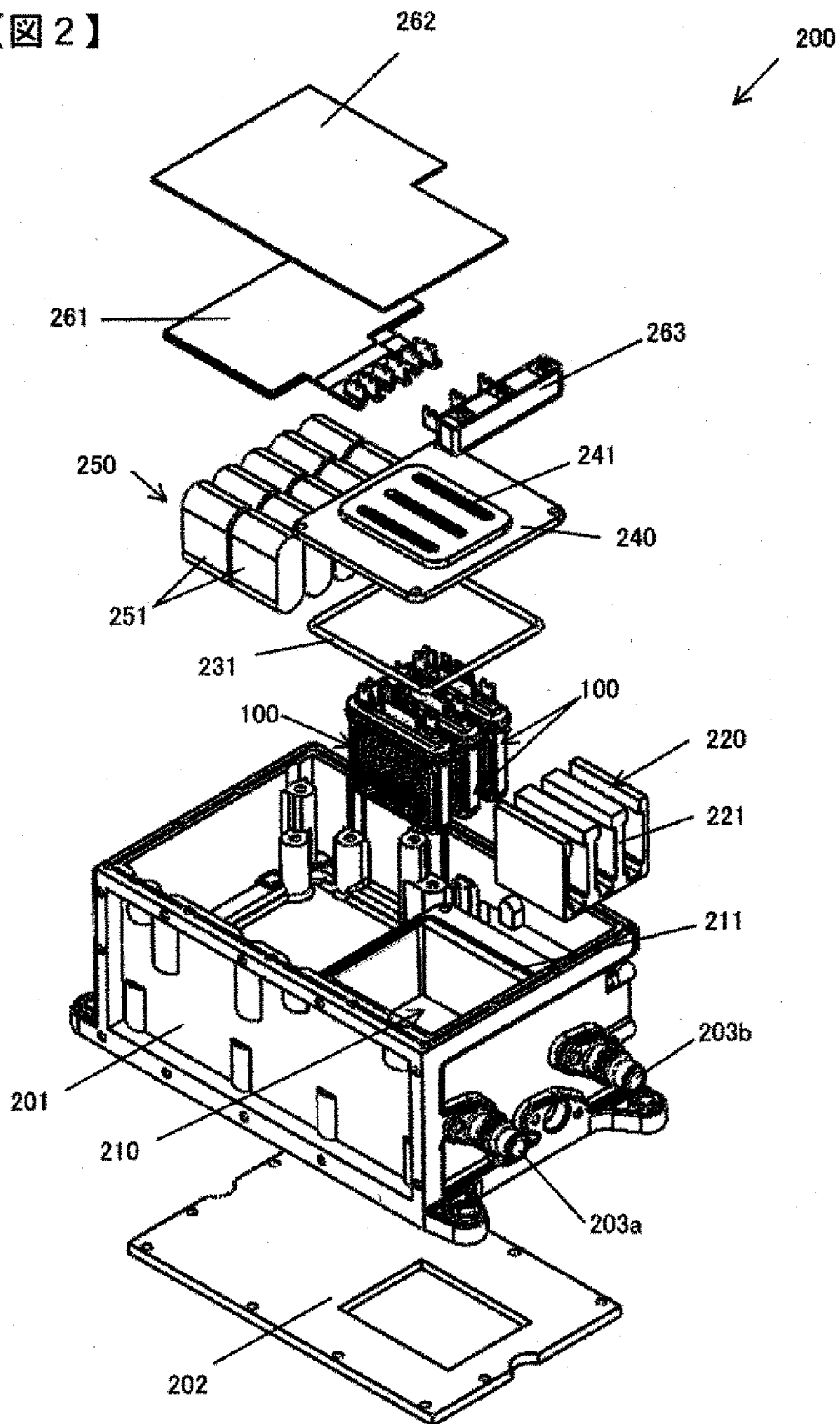
[図1]

【図 1】



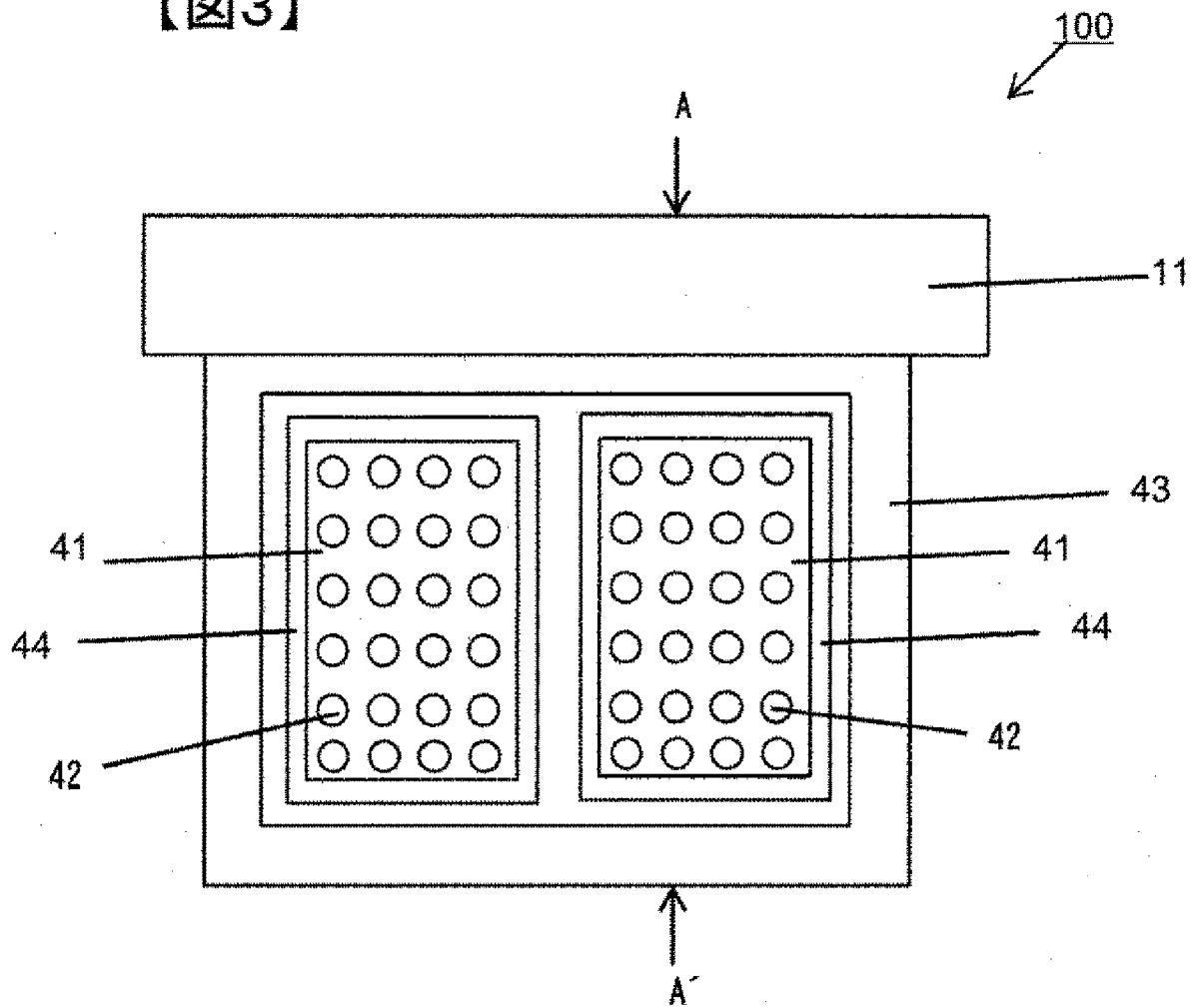
[図2]

【図 2】



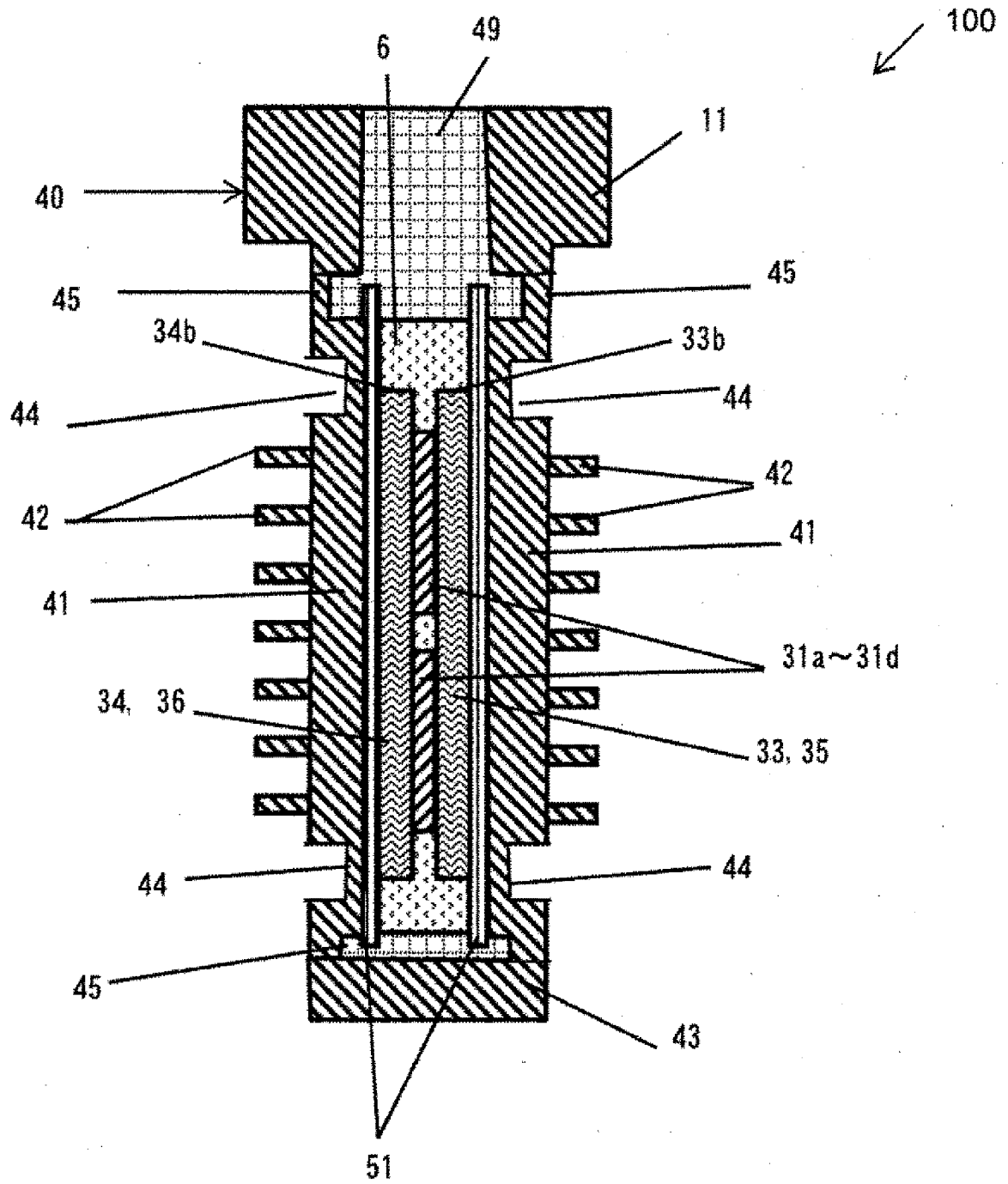
[図3]

【図3】



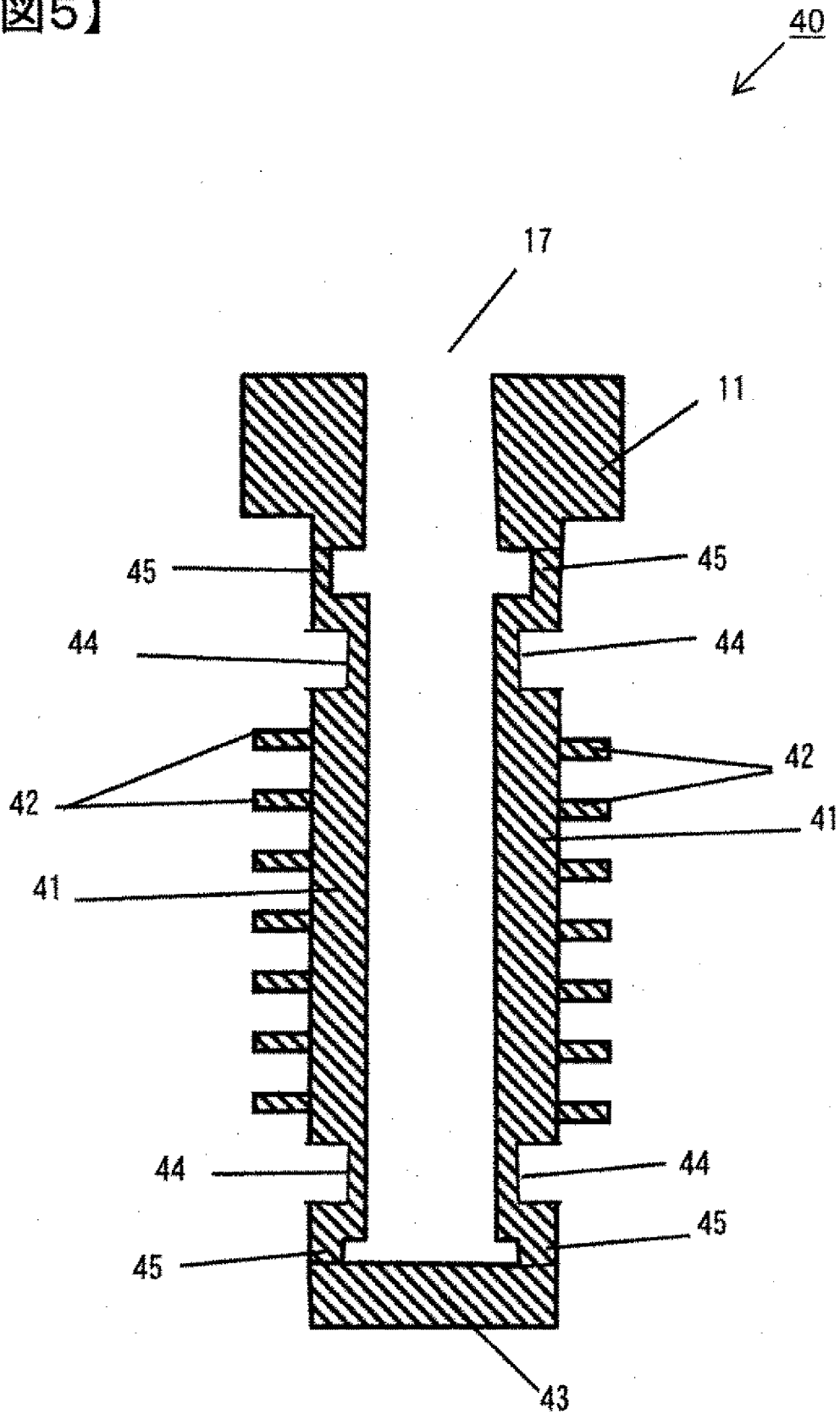
[図4]

【図4】



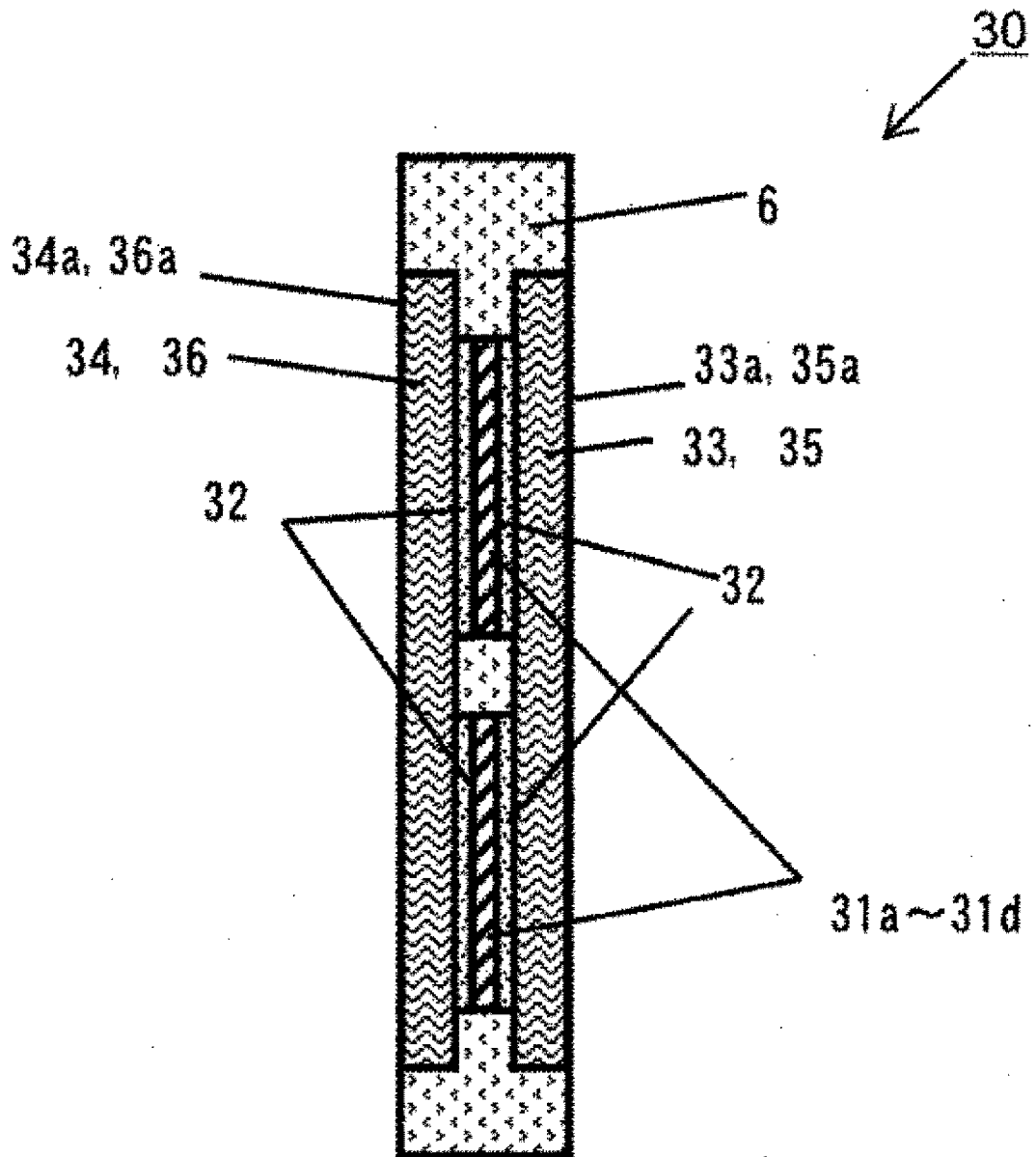
[図5]

【図5】



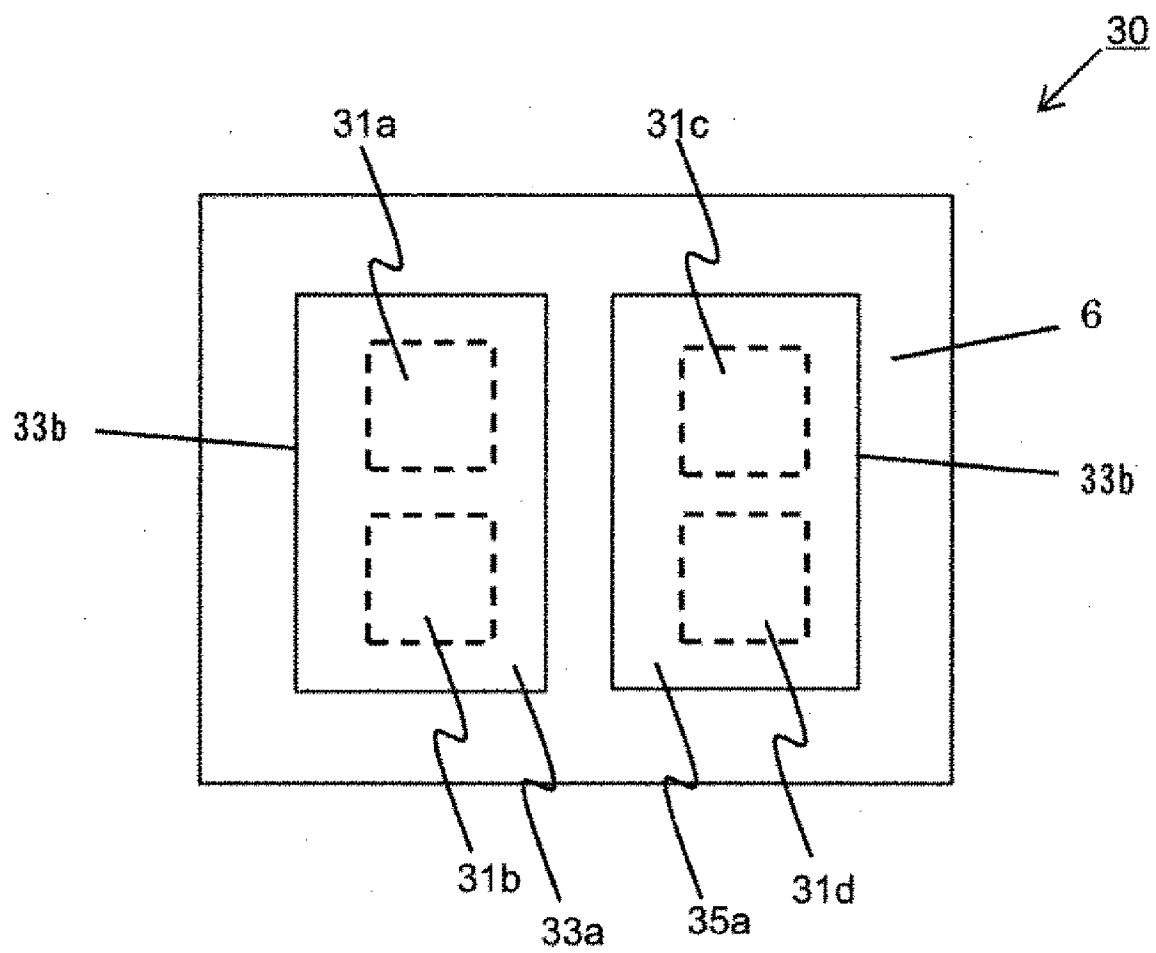
[図6]

【図6】



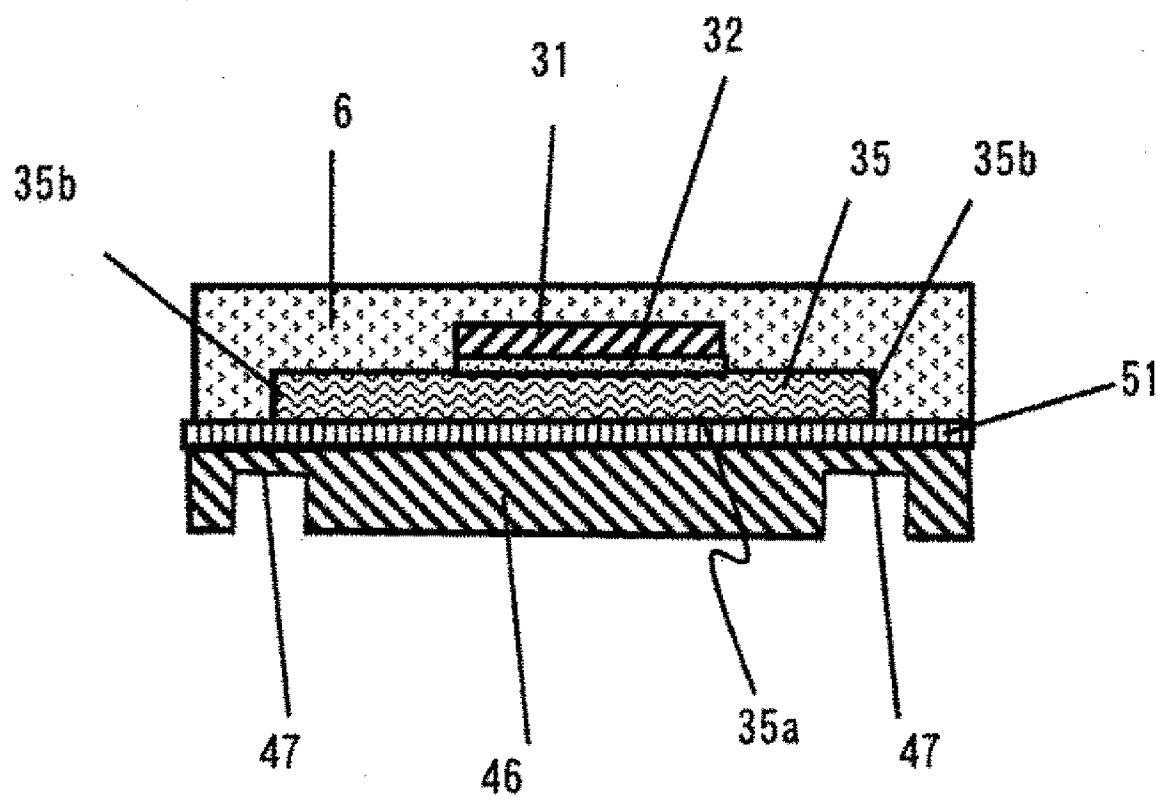
[図7]

【図7】



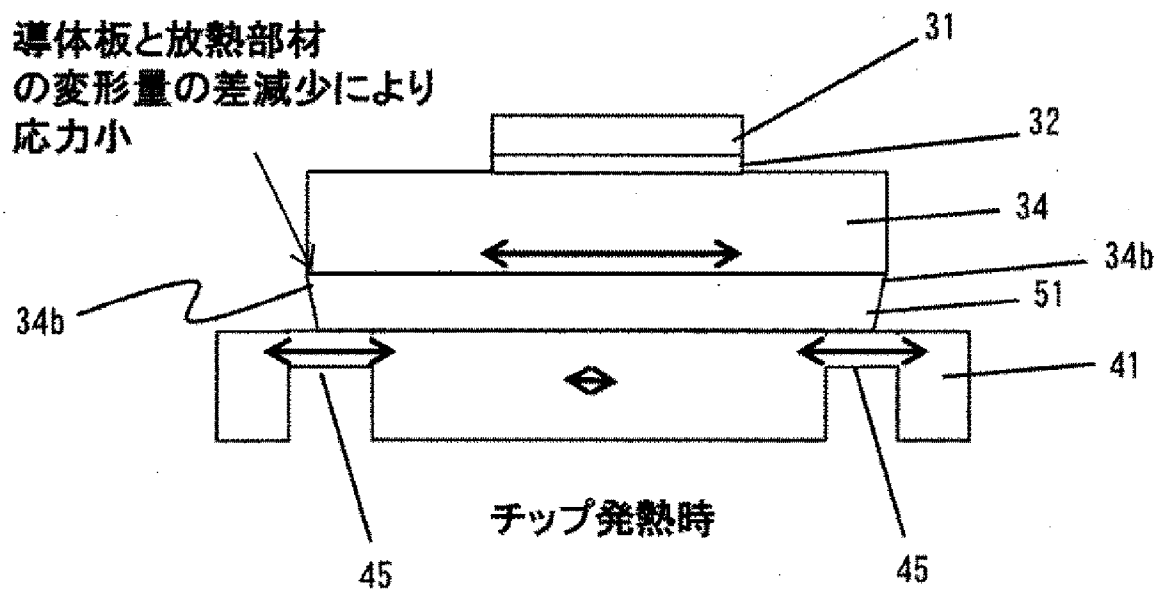
[図8]

【図8】

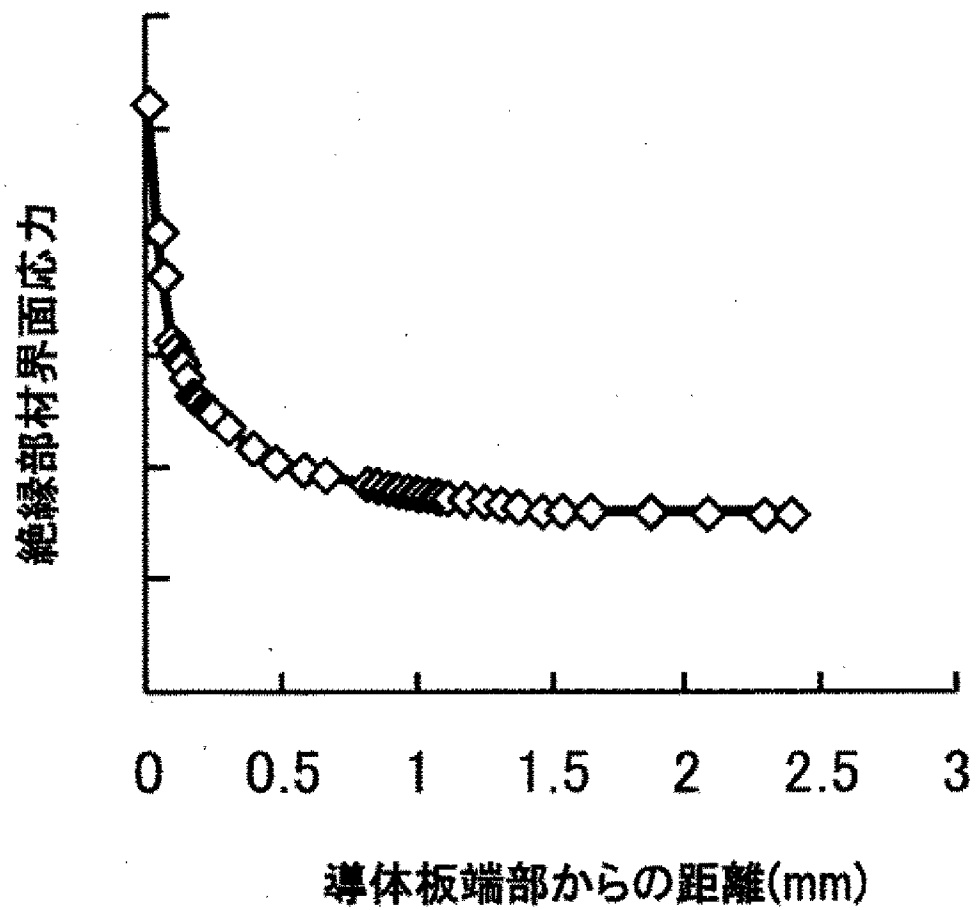
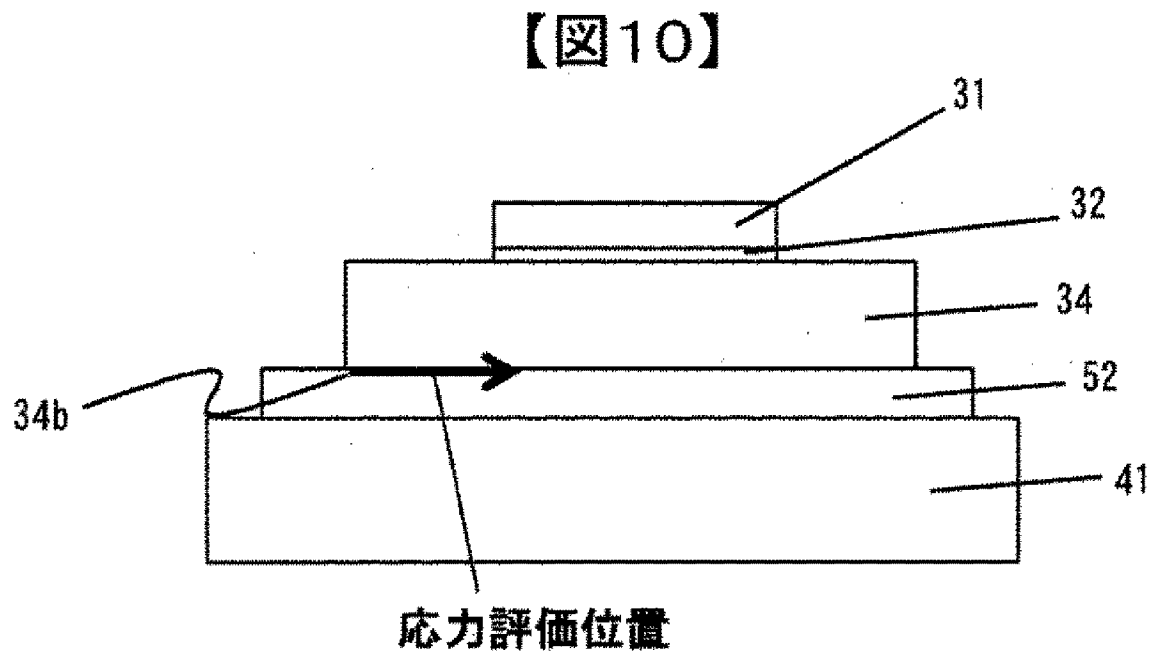


[図9]

【図9】

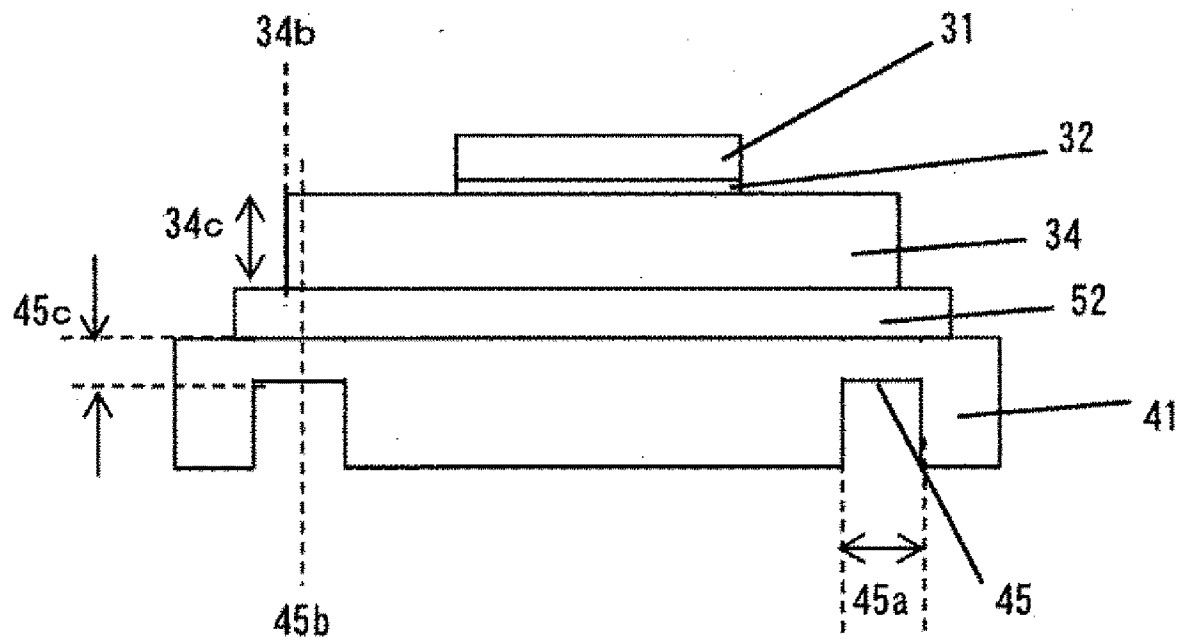


[図10]



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/088012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L25/07(2006.01)i, H01L23/36(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)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)

H01L25/07, H01L23/36, H01L25/18, H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2013/145918 A1 (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0038] to [0059], [0072]; fig. 3, 6, 17 & JP 2013-211299 A	1-2, 4
X	JP 2012-4358 A (Denso Corp.), 05 January 2012 (05.01.2012), paragraphs [0017] to [0023], [0034]; fig. 5 (Family: none)	1-4

☐ 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
17 February 2017 (17.02.17)

Date of mailing of the international search report
28 February 2017 (28.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/36(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)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. H01L25/07, H01L23/36, H01L25/18, H02M7/48

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2013/145918 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2013.10.03, 段落[0038]-[0059], [0072], 図3, 6, 17 & JP 2013-211299 A	1-2, 4
X	JP 2012-4358 A（株式会社デンソー）2012.01.05, 段落[0017]-[0023], [0034], 図5（ファミリーなし）	1-4

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

17.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

豊島 洋介

5D

6310

電話番号 03-3581-1101 内線 3551