(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
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/121443 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/29 (2006.01) *H01L 23/31* (2006.01)
H01L 23/28 (2006.01) *H01L 23/473* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050410

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 8 日(08.01.2016)

(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 2015-013875 2015 年 1 月 28 日(28.01.2015) 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: 天羽　美奈(AMO Mina); 〒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). 露野　円丈(TSUYUNO Nobutake); 〒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). 徳山　健(TOKUYAMA Takeshi); 〒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). 佐藤　俊也(SATOH Toshiya); 〒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: 井上　学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

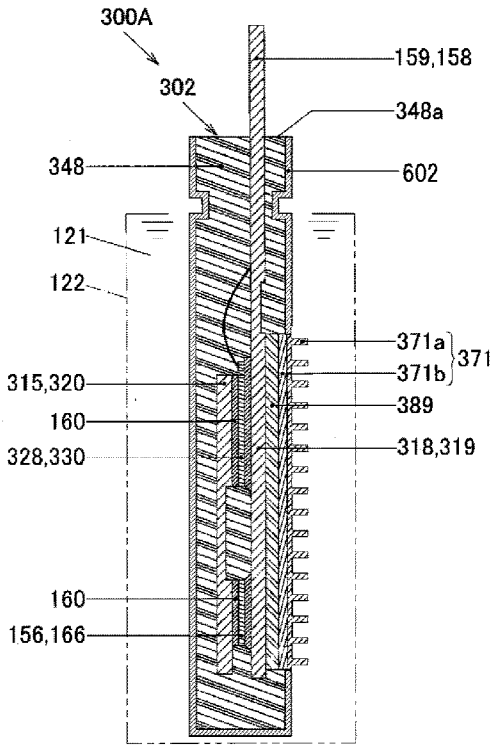
[続葉有]

(54) **Title**: ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称 : 電子装置

[図3(c)]

【図3(c)】



(57) **Abstract**: The purpose of the invention is to improve the water-proofing effect in an electronic device. Disclosed is an electronic device 300A comprising an electronic component 315, 320 and an epoxy resin part 348 that seals the electronic component, the electronic device being arranged in a cooling medium 121 that cools the electronic component, wherein a first layer 602 having a three-dimensional crosslinked structure is formed on a surface of, or in the interior of, the epoxy resin part 348. The first layer 602 is formed such that a length calculated by the cube root of the average free volume of the three-dimensional crosslinked structure of the first layer is shorter than the length of the longest side of a molecule constituting the cooling medium.

(57) 要約:　電子装置における防水効果の向上を図る。電子部品３１５、３２０と、前記電子部品を封止するエポキシ樹脂部３４８と、を備え、前記電子部品を冷却する冷媒１２１中に配置される電子装置３００Ａであって、エポキシ樹脂部３４８は、表面又は内部において、三次元架橋構造を有する第１層６０２が形成される。第１層６０２は、当該第１層の前記三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが前記冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、形成される。

WO 2016/121443 A1

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, 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 ： 電子装置

技術分野

[0001] 本発明は、搭載された電子部品を冷却する機能を具備した電子装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、地球温暖化防止のため、自然エネルギーを有効利用した洋上風力発電が注目されている。風力発電には、風車の回転を電力に変換するための電力変換用モジュールやモータの制御装置用などの低圧系モジュールに代表される半導体装置が必要となる。電力変換装置は、効率の高いパワー半導体のスイッチングを用いる方式が主流であり、半導体素子をゲルや樹脂で封止し絶縁保護している。洋上の雰囲気は、陸上に比べ湿度が高く、塩分を多く含んでいるため、より防湿性や防水性に優れた電力変換装置や制御装置が求められている。

[0003] また、省エネルギー化の推進や低炭素社会の実現のため、電気自動車やハイブリッド自動車といった自動車の電動化が急速に進展している。特に、電動化システムの基本構成要素となるインバータの役割は今まで以上に多様化し、小型化と高出力化を同時に実現することが求められている。インバータには、その主要部品としてトランジスタやダイオード等のパワー半導体チップを樹脂で封止してなるパワー半導体モジュールが搭載されている。電気自動車、ハイブリッド自動車用のパワー半導体モジュールでは、デバイスの電流容量の増大や小型化による電流密度の増大に伴い、通電により発熱するため、パワー半導体モジュールの温度上昇を抑える冷却手段が設けられている。冷却手段としては、水や油、有機溶媒などを用いた冷媒循環方式が主流であり、冷媒に対する防水構造が必要とされる。

[0004] 電子部品や電力ケーブル等で導体を覆うために用いる樹脂として、エポキシ樹脂が知られている（特許文献１参照）。特許文献１には、エポキシ樹脂

の分岐鎖にアルキル基などの疎水基を導入することで、従来よりも吸水性が低く、耐水性を高めることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００４－１１９６６７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 疎水基を有するエポキシ樹脂は、半導体素子や配線、電線等の導体との濡れ性が悪く、密着力が弱いという問題点がある。このようなエポキシ樹脂を絶縁体として用いると、加熱硬化させた際に、導体からの剥離や、成型物内にボイドが発生し、それらを起点として水分が溜まり、絶縁性の低下が起こる恐れがある。

[0007] 本発明は、絶縁性などの信頼性を損なうことなく、水や油、有機溶媒などの冷媒浸入の防止を可能とする電子装置の提供を課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の電子装置は、電子部品と、電子部品を封止するエポキシ樹脂部と、を備え、電子部品を冷却する冷媒中に配置される電子装置であって、エポキシ樹脂部は、エポキシ樹脂部の表面又は内部において、第１層が形成され、第１層は、三次元架橋構造を有し、前記三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、形成されることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、冷媒の浸入を防止し、防水効果の向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]ハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図。

[図2]インバータ回路の電気回路の構成を説明する図。

[図3(a)]半導体モジュールの斜視図。

[図3(b)]異なる視点から見た半導体モジュールの斜視図。

[図3(c)]ＩＶａ－ＩＶａ線で切断した半導体モジュールの断面模式図。

[図4]半導体モジュールの回路構成を示す回路図。

[図5]半導体モジュールの封止樹脂を取り除いた導体板組みの斜視図。

[図6]図５の第１導体板および第３導体板を取り除いた導体板組みの斜視図。

[図7]半導体構造体３０２の断面模式図である。

[図8(a)]第１層の３次元硬化構造の形成について説明する模式図。

[図8(b)]第１層の３次元硬化構造の形成について説明する模式図。

[図8(c)]第１層の３次元硬化構造の形成について説明する模式図。

[図9]第２の実施の形態に係る半導体モジュールの斜視図。

[図10]第２の実施の形態に係る半導体モジュールの断面模式図。

[図11]第３の実施の形態に係る半導体モジュールの断面模式図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して本願発明に係る実施形態について説明する。

実施例 1

[0012] 図１は、ハイブリッド自動車の制御ブロックを示す図である。エンジンＥＧＮおよびモータジェネレータＭＧ１は車両の走行用トルクを発生する。モータジェネレータＭＧ１は回転トルクを発生するだけでなく、モータジェネレータＭＧ１に外部から加えられる機械エネルギーを電力に変換する機能を有する。

[0013] モータジェネレータＭＧ１は、たとえば同期機あるいは誘導機であり、上述のごとく、運転方法によりモータとしても発電機としても動作する。モータジェネレータＭＧ１を自動車に搭載する場合には、小型で高出力を得ることが望ましく、ネオジウムなどの磁石を使用した永久磁石型の同期電動機が適している。永久磁石型の同期電動機は誘導電動機に比べて回転子の発熱が少なく、この観点でも自動車用として優れている。

[0014] エンジンＥＧＮの出力トルクは動力分配機構ＴＳＭを介してモータジェネ

レータＭＧ１に伝達され、動力分配機構ＴＳＭからの回転トルクあるいはモータジェネレータＭＧ１が発生する回転トルクは、トランスミッションＴＭおよびデファレンシャルギアＤＩＦを介して車輪に伝達される。一方、回生制動の運転時には、車輪から回転トルクがモータジェネレータＭＧ１に伝達され、供給されてきた回転トルクに基づいて交流電力を発生する。発生した交流電力は後述するように電力変換装置２００により直流電力に変換され、高電圧用のバッテリ１３６を充電し、充電された電力は再び走行エネルギーとして使用される。

[0015] 次に半導体素子のスイッチング動作によって電力を直流から交流に、交流から直流に変換する電力変換装置２００について説明する。インバータ回路１４０は、バッテリ１３６と直流コネクタ１３８を介して電気的に接続されており、バッテリ１３６とインバータ回路１４０との相互において電力の授受が行われる。モータジェネレータＭＧ１をモータとして動作させる場合には、インバータ回路１４０は直流コネクタ１３８を介してバッテリ１３６から供給された直流電力に基づき交流電力を発生し、交流端子１８８を介してモータジェネレータＭＧ１に供給する。モータジェネレータＭＧ１とインバータ回路１４０からなる構成は電動発電ユニットとして動作する。

[0016] なお、本実施形態では、バッテリ１３６の電力によって電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させることにより、モータジェネレータＭＧ１の動力のみによって車両の駆動ができる。さらに、本実施形態では、電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジンＥＧＮの動力あるいは車輪からの動力によって作動させて発電させることにより、バッテリ１３６の充電ができる。

[0017] 電力変換装置２００は、インバータ回路１４０に供給される直流電力を平滑化するためのコンデンサモジュール５００を備えている。

[0018] 電力変換装置２００は、上位の制御装置から指令を受けたりあるいは上位の制御装置に状態を表すデータを送信したりするための通信用のコネクタ２１を備えている。電力変換装置２００は、コネクタ２１からの指令に基づい

て制御回路１７２でモータジェネレータＭＧ１の制御量を演算し、さらにモータとして運転するか発電機として運転するかを演算し、演算結果に基づいて制御パルスを発生し、その制御パルスをドライバ回路１７４へ供給する。ドライバ回路１７４は、供給された制御パルスに基づいて、インバータ回路１４０を制御するための駆動パルスを発生する。

[0019] 次に、図２を用いてインバータ回路１４０の電気回路の構成を説明する。なお、本実施形態では半導体素子として絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｇａｔｅ Ｂｉｐｏｌａｒ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）を使用しており、以下略してＩＧＢＴと記す。

[0020] 上アームのＩＧＢＴ３２８およびダイオード１５６と、下アームのＩＧＢＴ３３０およびダイオード１６６とで、上下アームの直列回路１５０が構成される。インバータ回路１４０は、この直列回路１５０を、出力しようとする交流電力のＵ相、Ｖ相、Ｗ相の３相に対応して備えている。

[0021] これらの３相は、この実施の形態ではモータジェネレータＭＧ１の電機子巻線の３相の各相巻線に対応している。３相のそれぞれの上下アームの直列回路１５０は、直列回路の中点部分である中間電極１６９から交流電流を出力する。この中間電極１６９は、交流端子１５９および交流端子１８８を通して、モータジェネレータＭＧ１への交流電力線である交流バスバー８０２と接続される。

[0022] 上アームのＩＧＢＴ３２８のコレクタ電極は、直流正極端子１５７を介してコンデンサモジュール５００の正極側のコンデンサ端子５０６に電気的に接続されている。また、下アームのＩＧＢＴ３３０のエミッタ電極は、直流負極端子１５８を介してコンデンサモジュール５００の負極側のコンデンサ端子５０４に電気的に接続されている。

[0023] 上述のように、制御回路１７２は上位の制御装置からコネクタ２１を介して制御指令を受け、これに基づいてインバータ回路１４０を構成する各相の直列回路１５０の上アームあるいは下アームを構成するＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０を制御するための制御信号である制御パルスを発生し、ドライ

バ回路１７４に供給する。

[0024] ドライバ回路１７４は、上記制御パルスに基づき、各相の直列回路１５０の上アームあるいは下アームを構成するＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０を制御するための駆動パルスを各相のＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０に供給する。ＩＧＢＴ３２８やＩＧＢＴ３３０は、ドライバ回路１７４からの駆動パルスに基づき、導通あるいは遮断動作を行い、バッテリ１３６から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、この変換された電力はモータジェネレータＭＧ１に供給される。

[0025] 上アームのＩＧＢＴ３２８および下アームのＩＧＢＴ３３０は、それぞれ、コレクタ電極と、信号用のエミッタ電極と、ゲート電極とを備えている。上アームのダイオード１５６が、コレクタ電極端子１５３とエミッタ電極端子１５５との間に電気的に接続されている。また、ダイオード１６６が、コレクタ電極端子１６３とエミッタ電極端子１６５との間に電気的に接続されている。

[0026] なお、スイッチング用パワー半導体素子としては金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ（以下略してＭＯＳＦＥＴと記す）を用いてもよい、この場合はダイオード１５６やダイオード１６６は不要となる。スイッチング用パワー半導体素子としては、ＩＧＢＴは直流電圧が比較的高い場合に適していて、ＭＯＳＦＥＴは直流電圧が比較的低い場合に適している。

[0027] コンデンサモジュール５００は、正極側のコンデンサ端子５０６と負極側のコンデンサ端子５０４と正極側の電源端子５０９と負極側の電源端子５０８とを備えている。バッテリ１３６からの高電圧の直流電力は、直流コネクタ１３８を介して、正極側の電源端子５０９や負極側の電源端子５０８に供給され、コンデンサモジュール５００の正極側のコンデンサ端子５０６および負極側のコンデンサ端子５０４から、インバータ回路１４０へ供給される。

[0028] 一方、交流電力からインバータ回路１４０によって変換された直流電力は、正極側のコンデンサ端子５０６や負極側のコンデンサ端子５０４からコン

デンサモジュール５００に供給され、正極側の電源端子５０９や負極側の電源端子５０８から直流コネクタ１３８を介してバッテリ１３６に供給され、バッテリ１３６に蓄積される。

[0029] 制御回路１７２は、ＩＧＢＴ３２８およびＩＧＢＴ３３０のスイッチングタイミングを演算処理するためのマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と記述する）を備えている。マイコンへの入力情報としては、モータジェネレータＭＧ１に対して要求される目標トルク値、直列回路１５０からモータジェネレータＭＧ１に供給される電流値、およびモータジェネレータＭＧ１の回転子の磁極位置がある。

[0030] 目標トルク値は、不図示の上位の制御装置から出力された指令信号に基づくものである。電流値は、電流センサ１８０による検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータＭＧ１に設けられたレゾルバなどの回転磁極センサ（不図示）から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。本実施形態では、電流センサ１８０は３相の電流値を検出する場合を例に挙げているが、２相分の電流値を検出するようにし、演算により３相分の電流を求めてもよい。

[0031] 制御回路１７２内のマイコンは、目標トルク値に基づいてモータジェネレータＭＧ１のｄ軸、ｑ軸の電流指令値を演算し、この演算されたｄ軸、ｑ軸の電流指令値と、検出されたｄ軸、ｑ軸の電流値との差分に基づいてｄ軸、ｑ軸の電圧指令値を演算し、この演算されたｄ軸、ｑ軸の電圧指令値を、検出された磁極位置に基づいてＵ相、Ｖ相、Ｗ相の電圧指令値に変換する。そして、マイコンは、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相の電圧指令値に基づく基本波（正弦波）と搬送波（三角波）との比較に基づいてパルス状の変調波を生成し、この生成された変調波をＰＷＭ（パルス幅変調）信号としてドライバ回路１７４に出力する。

[0032] ドライバ回路１７４は、下アームを駆動する場合、ＰＷＭ信号を増幅したドライブ信号を、対応する下アームのＩＧＢＴ３３０のゲート電極に出力する。また、ドライバ回路１７４は、上アームを駆動する場合、ＰＷＭ信号の

基準電位のレベルを上アームの基準電位のレベルにシフトしてからＰＷＭ信号を増幅し、これをドライブ信号として、対応する上アームのＩＧＢＴ３２８のゲート電極にそれぞれ出力する。

[0033] 直列回路１５０に設けられた温度センサ（不図示）からは直列回路１５０の温度の情報がマイコンに入力されている。また、マイコンには直列回路１５０の直流正極側の電圧の情報が入力されている。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知および過電圧検知を行い、過温度あるいは過電圧が検知された場合には全てのＩＧＢＴ３２８、ＩＧＢＴ３３０のスイッチング動作を停止させる。

[0034] 図３～図６を参照して、インバータ回路１４０に使用される半導体モジュール３００ａ～３００ｃの構成を説明する。なお、上記半導体モジュール３００ａ～３００ｃ（図２参照）はいずれも同じ構造であるため、代表して半導体モジュール３００ａ（以下、半導体モジュール３００Ａと記す）の構造を説明する。

[0035] 図３（ａ）及び図３（ｂ）は、半導体モジュール３００Ａの斜視図である。図３（ｃ）は、半導体モジュール３００Ａの断面模式図であり、図３（ａ）のＩＶａ－ＩＶａ線で切断した断面模式図である。なお、図３（ｃ）では、ＩＶｂ－ＩＶｂ線で切断した断面において表される構成部材の符号についても付記している。図４は、半導体モジュール３００Ａの回路構成を示す回路図である。図５は、理解を助けるために、半導体モジュール３００Ａのエポキシ樹脂（封止樹脂）３４８を取り除いた導体板組み９５０の斜視図である。図６は、図５の第１導体板３１５および第３導体板３２０を取り除いた導体板組み９５０の斜視図である。

[0036] 図３（ｃ）に示すように、半導体モジュール３００Ａは、図２および図４に示す直列回路１５０を構成するパワー半導体素子（ＩＧＢＴ３２８、ＩＧＢＴ３３０、ダイオード１５６、ダイオード１６６）を含んで構成される。これらパワー半導体素子は、エポキシ樹脂３４８からなる封止樹脂により封止されてなる。

[0037] 図４を参照して半導体モジュールの回路構成について説明する。図４に示すように、上アーム側のＩＧＢＴ３２８のコレクタ電極と上アーム側のダイオード１５６のカソード電極は、第１導体板３１５を介して接続されている。同様に、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のコレクタ電極と下アーム側のダイオード１６６のカソード電極は、第３導体板３２０を介して接続されている。上アーム側のＩＧＢＴ３２８のエミッタ電極と上アーム側のダイオード１５６のアノード電極は、第２導体板３１８を介して接続されている。同様に、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のエミッタ電極と下アーム側のダイオード１６６のアノード電極は、第４導体板３１９を介して接続されている。第２導体板３１８と第３導体板３２０は中間電極３２９によって接続されている。こうした回路構成により上下アームの直列回路１５０が形成される。

[0038] 図３（ｃ）および図６に示すように、パワー半導体素子（ＩＧＢＴ３２８、ＩＧＢＴ３３０、ダイオード１５６、ダイオード１６６）は、板状の扁平構造であり、当該パワー半導体素子の各電極は表裏面に形成されている。

[0039] 図３（ｃ）および図５に示すように、パワー半導体素子の各電極は、それぞれの電極面に対向して配置される第１導体板３１５と第２導体板３１８、または第３導体板３２０と第４導体板３１９によって挟まれる。つまり、第１導体板３１５と第２導体板３１８は、ＩＧＢＴ３２８およびダイオード１５６を介して略平行に対向した積層配置となる。同様に、第３導体板３２０と第４導体板３１９は、ＩＧＢＴ３３０およびダイオード１６６を介して略平行に対向した積層配置となる。図５に示すように、第３導体板３２０と第２導体板３１８は中間電極３２９を介して接続されている。この接続により上アーム回路と下アーム回路が電気的に接続され、上下アーム直列回路が形成される。

[0040] 直流側の第１導体板３１５と交流側の第３導体板３２０は、略同一平面状に配置される。第１導体板３１５には、上アーム側のＩＧＢＴ３２８のコレクタ電極と上アーム側のダイオード１５６のカソード電極が固着される。第３導体板３２０には、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のコレクタ電極と下アー

ム側のダイオード１６６のカソード電極が固着される。同様に、交流側の第２導体板３１８と直流側の第４導体板３１９は、略同一平面状に配置される。第２導体板３１８には、上アーム側のＩＧＢＴ３２８のエミッタ電極と上アーム側のダイオード１５６のアノード電極が固着される。第４導体板３１９には、下アーム側のＩＧＢＴ３３０のエミッタ電極と下アーム側のダイオード１６６のアノード電極が固着される。

[0041] 第１導体板３１５からは直流正極端子１５７が延在している。第２導体板３１８からは交流端子１５９が延在している。第４導体板３１９からは直流負極端子１５８が延在している。

[0042] 本実施の形態に係る各導体板３１５、３１８、３１９、３２０は、大電流回路用配線であり、純銅もしくは銅合金等の熱伝導率が高くて電気抵抗の低い材料からなり、厚さは０．５ｍｍ以上がよい。

[0043] 図３（ｃ）に示すように、各導体板３１５、３１８、３１９、３２０には各パワー半導体素子が金属接合材１６０を介してそれぞれ接合されている。金属接合材１６０は、たとえば銀シートや微細金属粒子を含んだ低温焼結接合材、あるいは、熱伝導率が高くて環境性に優れた鉛フリーはんだ等、たとえば、Ｓｎ－Ｃｕはんだ、Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕはんだ、Ｓｎ－Ａｇ－Ｃｕ－Ｂｉはんだ等である。

[0044] ドライバ回路１７４と接続するためのゲート電極端子１５４、１６４およびエミッタ電極端子１５５、１６５は、ワイヤボンディング、リボンボンディング等により、パワー半導体素子のゲート電極およびエミッタ電極に接続されている。ワイヤやリボンにはアルミニウムや金を用いることが好適である。ワイヤやリボンに代えて、はんだ等を用いて接続してもよい。ゲート電極端子１５４、１６４およびエミッタ電極端子１５５、１６５は、純銅もしくは銅合金を用いることが好適である。なお、直流正極端子１５７、直流負極端子１５８および交流端子１５９、ならびに、ゲート電極端子１５４、１６４およびエミッタ電極端子１５５、１６５、その他、電流検出用端子、温度検出用端子等は、一列に配置され、所定の間隔で絶縁性樹脂等からなるタ

イバー９５１により接続され、一体的に保持されている。

[0045] 図３（ｃ）および図５に示すように、半導体モジュール３００Ａは、放熱フィン３７１を備えている。図３（ｃ）に示すように、放熱フィン３７１は、フィン板３７１ａと、フィン板３７１ａの剛性を高める補強板３７１ｂとを有している。フィン板３７１ａは矩形平板状の基部と、基部の一面に突設された円柱状の複数のフィンとを有している。補強板３７１ｂは矩形平板状であり、補強板３７１ｂの外形はフィン板３７１ａの基部の外形と略同一とされている。フィン板３７１ａの基部と補強板３７１ｂとは、フィン板３７１ａの基部の外周側面と補強板３７１ｂの外周側面とが面一となるように位置決めされ、接合される。

[0046] 半導体モジュール３００Ａは、ケース１２２内に配置される。放熱フィン３７１は、ケース１２２内の冷媒１２１との間で熱交換を行い、半導体モジュールで発生した熱を冷媒１２１に放熱する。冷媒１２１は、各フィンの基部からの突出方向と直交する方向に流れ、図示しない循環装置によりケース１２２内を循環する。

[0047] 第２導体板３１８および第４導体板３１９の外側面（半導体素子の接合面の反対側の面）には絶縁性を有する絶縁板３８９が接合され、絶縁板３８９の外側面には補強板３７１ｂが接合される。後述のトランスファーモールド成形の後、補強板３７１ｂの露出面にフィン板３７１ａが接合される。つまり、フィン板３７１ａにおけるフィンが形成される面は封止材であるエポキシ樹脂３４８から露出する。絶縁板３８９は、絶縁性を有するセラミックスなどの無機化合物や絶縁性を有する樹脂などの有機化合物からなる。絶縁板３８９は、放熱フィン３７１と導体板３１８、３１９との間に配置されて、両者を絶縁する。絶縁板３８９の材質は、熱伝導率の高いものを選択することが好ましい。絶縁板３８９を樹脂で形成する場合、樹脂成分が完全に硬化する前の状態、すなわち粘着性を有する状態で導体板３１８、３１９、および、補強板３７１ｂに接続することが好ましい。なお、放熱フィン３７１を構成する補強板３７１ｂやフィン板３７１ａが絶縁性を有する材料で形成さ

れる場合は、絶縁板３８９を省略することができる。

[0048] 補強板３７１ｂおよびフィン板３７１ａは、アルミニウム、銅、マグネシウムなど、封止樹脂に用いられるエポキシ樹脂３４８に比べて熱伝導率の高い金属材料やアルミナなどのセラミックス材料からなる。補強板３７１ｂの材質は、フィン板３７１ａの材質よりも剛性の高い材質を選択することが好適である。本実施の形態では、補強板３７１ｂとフィン板３７１ａとは異なる材質が選択されている。

[0049] 第２導体板３１８または第４導体板３１９と、絶縁板３８９と、補強板３７１ｂと、フィン板３７１ａとは、溶接、はんだ、摩擦攪拌接合（ＦＳＷ：Ｆｒｉｃｔｉｏｎ Ｓｔｉｒ Ｗｅｌｄｉｎｇ）などの方法により接合される。なお、フィン板３７１ａの強度が十分な場合には、補強板３７１ｂを省略することができる。

[0050] このように第２導体板３１８および第４導体板３１９は、それぞれ絶縁板３８９を介して放熱フィン３７１に熱伝導可能に結合されている。半導体素子１５６、１６６、３２８、３３０で発生した熱は、第２導体板３１８または第４導体板３１９に伝わり、絶縁板３８９を介して放熱フィン３７１に伝わり、放熱フィン３７１から冷媒１２１に放熱される。

[0051] 第１の実施の形態における半導体モジュール３００Ａの製造方法について説明する。まず、図５にて示される導体板組み９５０をトランスファーモールド法などにより、絶縁性を有するエポキシ樹脂３４８でモールドすることで半導体構造体３０２が形成される。トランスファーモールド法では、導体板組み９５０を予め加熱された金型内に固定し、金型内にエポキシ系樹脂などの熱硬化性樹脂を溶融させながら加圧注入して成形することで、パワー半導体素子を含む導体板組み９５０が封止樹脂により封止され、図７に示される半導体構造体（モジュール封止体）３０２が形成される。なお、トランスファーモールドを行う際、補強板３７１ｂの外側面（絶縁板３８９との接合面の反対側の面）は封止樹脂３４８より露出される。図３および図３（ｃ）に示すように、封止樹脂３４８は、各端子１５７、１５８、１５９、１５４

、１５５、１６４、１６５が相互に絶縁された状態で配置される端子面３４８ａを有している。

[0052] 続いて、半導体構造体３０２を反応管にセットした後、フッ素ガス雰囲気下、エポキシ樹脂部の表面を直接フッ素化し、置換率０．８の第１層６０２を約５μｍ形成した（図３（ｃ）参照）。本実施例の形態では、半導体構造３０２の外表面に、第１層６０２を形成している。第１層６０２が形成される領域は、半導体構造体３０２における冷媒１２１の接触領域の全体を含む領域である。ここで置換率とは、主鎖構造においてＣ－Ｆ結合／（Ｃ－Ｈ結合＋Ｃ－Ｆ結合）を意味する。

[0053] このようにして製造された半導体モジュール３００Ａは、モールド成形時には、エポキシ樹脂はフッ素化されていないことから、導体板などの封止する内部電子部品との密着性に優れている。また、第１層６０２の炭素と結合される水素の８割がフッ素に置換されたことで、三次元架橋構造における平均自由体積がフッ素で塞がり、冷媒の浸入を防止できる。

[0054] 一方、導体板組み９５０をモールド成形する際に、封止樹脂に疎水基が導入されていると撥水しやすくなり、ダイオードやＩＧＢＴ、導体板など封止させる内部電子部品との濡れ性が悪く、それらとの密着力が弱いという問題点が生じてしまう。このような封止樹脂を絶縁体として用いると、加熱硬化させた際に、導体などからの剥離や、封止成型体内にボイドが発生し、それらを起点として水分が溜まり、絶縁性の低下が起こる恐れがある。

[0055] 本発明において一体成型に用いるエポキシ樹脂は、封止成形できる熱硬化性樹脂組成物であれば特に制限されないが望ましくはエポキシ樹脂、硬化剤、硬化促進剤、並びに無機質充填剤を必須成分とする、エポキシ樹脂組成物が望ましい。

[0056] 本実施例では、第１層６０２の三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが前記冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、フッ素原子を選択したが、置換可能な元素であれば特に制限されない。冷媒の浸入を防ぐ点では、置換した際に、撥水性を有する元

素がさらに好ましい。例えば、フッ素、臭素、塩素、ヨウ素といったハロゲン元素が挙げられる。

[0057] 第１層６０２の三次元架橋構造を有する樹脂のガラス転移温度は、５０℃以上が望ましい。電子装置の使用温度範囲にもよるが、ガラス転移温度以上になると、三次元架橋構造が熱により動きやすく（ゴム状態）なる。このため、フッ素などの元素で、平均自由体積を塞いだとしても、冷媒の浸入を防げなくなる恐れがある。ハイブリッド自動車用のインバータ用などの高圧系モジュールなどに代表される半導体装置では、第１層６０２の三次元架橋構造を有する樹脂のガラス転移温度は１３０℃以上が好ましい。

[0058] 図８を用いて、第１層の３次元硬化構造の形成について説明する。図８（ａ）には、三次元架橋構造のモデルを示す。図８（ａ）に示すように、３次元の硬化性樹脂は、樹脂の主鎖６００が架橋点６０１によって連結している。実際は、メッシュのように３次元の網目構造であるが、わかりやすいように、図８（ｂ）や（ｃ）ではこのうちの１つのみを取り上げ、フッ素化処理を例に説明する。図８（ｂ）は、フッ素化処理前の３次元硬化性樹脂の模式図である。樹脂の主鎖６００の構造には、主鎖骨格である炭素に結合している水素も含まれている。樹脂の主鎖６００と架橋点６０１で囲まれた網目構造内の空隙が、フッ素処理前の平均自由体積V_0である。図８（ｃ）は、フッ素化処理後の３次元硬化性樹
脂の模式図である。樹脂の主鎖６００の構造には、主鎖骨格である炭素と結合していた水素が、水素に比べて大きな元素であるフッ素に置換されることで、平均自由体積V_0はV_1となり、処理前（V_0）に比べて処理後の平均自由体積V_1は小さくなる。

[0059] 即ち、処理前に空いていた空隙が、フッ素により塞がれることになる。置換率が高い程、平均自由体積が小さくなることから、冷媒の浸入を防ぐためには、置換率の度合いを高めることが有効である。また、第１層６０２の平均自由体積が、ハロゲンなどの元素によって完全に塞ぎきれなくても、三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが前記冷媒

を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなれば、防水性が向上できる。これは、冷媒が浸入したとしても、冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さければ、自由度が減じて、浸入に必要な圧力が生じるため、導体を封止している内部まで侵入することが出来ないためである。

[0060] 上述した第１の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ａは、半導体素子３２８、３３０、１５６、１６６と、半導体素子が接合された導体板３１８、３１９と、半導体素子に導体板３１８、３１９および絶縁板３８９を介して熱伝導可能に固着された放熱フィン３７１と、放熱フィン３７１の一面を露出して半導体素子を封止するエポキシ樹脂３４８とを備える半導体構造体３０２と、少なくとも冷媒１２１の接触領域内におけるエポキシ樹脂３４８との境界を覆う第１層６０２とを備える。

[0061] 三次元架橋構造を有する第１層６０２は、三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが、冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、第１層６０２の元素で塞がれている。

[0062] 第１層６０２を形成することによって、冷媒１２１が封止樹脂３４８内に浸入することを防止することができるため、半導体モジュール３００Ａの長寿命化を図ることができる。仮に、完全に元素で塞ぎきれず、冷媒が浸入したとしても、冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さければ、自由度が減じて、浸入に必要な圧力が生じるため、防水性は向上する。

実施例 2

[0063] 図９および図１０を参照して第２の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ｂについて説明する。図９は、図３（ａ）と同様の図であり、第２の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ｂの斜視図である。図１０は、図３（ｃ）と同様の図であり、第２の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ｂの断面模式図である。図中、第１の実施の形態と同一もしくは相当部分には同一符号を付し、説明を省略する。以下、第１の実施の形態との相違点について詳しく説明する。

[0064] 第１の実施の形態では、放熱フィン３７１が半導体モジュール３００Ａの

一方の面にのみ設けられている例について説明したが、第２の実施の形態では、半導体モジュール３００Ｂの両方の面に放熱フィン３７１が設けられている。

[0065] 図１０に示すように、第１導体板３１５および第３導体板３２０の外側面には絶縁性を有する絶縁板３８９が接合される。絶縁板３８９の外側面には、補強板３７１ｂが接合される。トランスファーモールド成形の後、補強板３７１ｂの露出面にフィン板３７１ａが接合される。絶縁板３８９は、絶縁性を有するセラミックスなどの無機化合物や絶縁性を有する樹脂などの有機化合物からなり、放熱フィン３７１と導体板３１５、３２０との間に配置されて、両者を絶縁する。絶縁板３８９の材質は、熱伝導率の高いものを選択することが好ましい。絶縁板３８９を樹脂で形成する場合、樹脂成分が完全に硬化する前の状態、すなわち粘着性を有する状態で導体板３１５、３２０、および、補強板３７１ｂに接続することが好ましい。なお、放熱フィン３７１を構成する補強板３７１ｂやフィン板３７１ａが絶縁性を有する材料で形成される場合は、絶縁板３８９を省略することができる。

[0066] 補強板３７１ｂおよびフィン板３７１ａは、アルミニウム、銅、マグネシウムなど、封止樹脂３４８に用いられる材料に比べて熱伝導率の高い金属材料やアルミナなどのセラミックス材料からなる。補強板３７１ｂの材質は、フィン板３７１ａの材質よりも剛性の高い材質を選択することが好適である。

[0067] 第１導体板３１５または第３導体板３２０と、絶縁板３８９と、補強板３７１ｂと、フィン板３７１ａとは、溶接、はんだ、摩擦攪拌接合などにより接合される。なお、フィン板３７１ａの強度が十分な場合には、補強板３７１ｂを省略することができる。

[0068] このような第２の実施の形態によれば、第１の実施の形態と同様の作用効果を奏する。なお、第１の実施の形態に比べて、放熱フィン３７１の放熱面積が増えているため、第１の実施の形態よりも冷却性能を向上できる。

実施例 3

[0069] 図１１を参照して第３の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ｃについて説明する。図１１は、図３（ｃ）と同様の図であり、第３の実施の形態に係る半導体モジュール３００Ｃの断面模式図である。図中、第１の実施の形態と同一もしくは相当部分には同一符号を付し、説明を省略する。以下、第１の実施の形態との相違点について詳しく説明する。

[0070] 第１の実施の形態では、各端子が一の端子面３４８ａに配置されていたが、第３の実施の形態では、一の端子面３４８ａの反対側の面（以下、他の端子面３４８ｂ）にも端子が配置されている。第３の実施の形態では、一の端子面３４８ａからは、図４に示される直流負極端子１５８、直流正極端子１５７および交流端子１５９、ゲート電極端子１５４、１６４、エミッタ電極端子１５５、１６５が延在し、他の端子面３４８ｂからは電流検出端子１９０が延在している。

[0071] 第３の実施の形態では、図１１に示すように、２つの端子面３４８ａ、３４８ｂが露出している。すなわち、２つの端子面３４８ａ、３４８ｂには第１層６０２が形成されていないため、第１の実施の形態に比べて、第１層６０２が形成されない面積が増えている。第３の実施の形態では、２つの端子面３４８ａ、３４８ｂや端子を養生部材で覆い、塗布溶液により第１層６０２を形成し、養生部材を取り外す。

[0072] このような第３の実施の形態によれば、第１の実施の形態と同様の作用効果を奏することができる。なお、第１の実施の形態よりも第１層６０２が形成される面積が少ないので、第１の実施の形態よりもコスト及び重量を低減できる。

[0073] 次のような変形も本発明の範囲内であり、変形例の一つもしくは複数を上述の実施形態と組み合わせることも可能である。

（変形例１）

上述した実施の形態では、封止材であるエポキシ樹脂を直接フッ素化することにより第１層６０２を形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。封止材であるエポキシ樹脂に代えて、ポリイミド、ポリイミ

ダゾール、フェノール樹脂、メラミン樹脂、封止材に用いたものとは異なる構造のエポキシ樹脂、など、種々の熱硬化性樹脂を形成した後、直接フッ素化処理により第１層６０２を形成することができる。なお、第１層６０２が形成される領域は、半導体構造体３０２における冷媒１２１の接触領域の全体を含む領域であることを考慮し、冷媒に対する耐薬品性や耐熱性に優れたものを選択することが好適である。

[0074] たとえば、２０重量％ポリアミド酸のジメチルホルムアミド溶液を作製し、その後、この塗布溶液を用いて半導体構造体３０２の表面を塗膜する。１００℃、１５０℃で各々１時間加熱硬化させることにより、第１層６０２のポリイミドが形成される。さらに、直接フッ素化処理により、三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、第１層の炭素と結合される水素の一部をフッ素に置換した。

[0075] 塗布溶液に浸漬するディップ法により第１層６０２を形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。塗布溶液の塗布の方法は、浸漬に限定されず、スプレーや刷毛により塗布溶液を半導体構造体３０２に塗布して、第１層６０２を形成してもよい。ディップ（浸漬）、スプレー、はけ塗り、あるいは、それらの組み合わせを用いることもできる。埋め込み性が不十分な場合には、重ね塗りを行うことで改善できる。

（変形例２）

上述した実施の形態では、第１層６０２は、半導体構造体３０２における冷媒１２１の接触領域の全体を含む領域に形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。導体などを封止するエポキシ樹脂部の表面ではなく、エポキシ樹脂部の内部に、第１層６０２を形成してもよい。

（変形例３）

上述した実施の形態では、封止材であるエポキシ樹脂にフッ素ガスを用いて直接フッ素化することにより第１層６０２を形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。ラジカル反応による表面フッ素化処理な

どで第１層６０２を形成しても良い。たとえば、フッ化ラジカル反応をする溶液を一定の濃度で調整後、この塗布溶液に半導体構造体３０２を浸漬し、塗膜する。その後、１００℃で３時間加熱処理をすることにより、主鎖骨格の一部をフッ素化した。

（変形例４）

上述した実施の形態では、封止樹脂３４８における冷媒１２１の接触領域の全体に第１層６０２が形成されている例について説明したが、本発明はこれに限定されない。少なくとも、封止樹脂３４８と放熱フィン３７１との境界を覆うように第１層６０２を設けてもよい。これにより、異種部材との境を塗膜することで、異種部材との境から冷媒が浸入することを防ぎ、防水性が改善される。

（変形例５）

上述した実施の形態では、封止樹脂３４８における冷媒１２１の接触領域の全体に第１層６０２が形成されている例について説明したが、本発明はこれに限定されない。封止樹脂３４８及び放熱フィン３７１におけて冷媒１２１と接触する全領域に第１層６０２を設けてもよい。これにより、封止樹脂３４８のみならず、放熱フィン３７１にも第１層６０２を形成することで、フィン部のピンホールや疵を覆い、防水性に優れると共に、長期信頼性を確保することが出来る。ただし、放熱フィン３７１の放熱性を考慮し、第１層６０２の塗膜の種類、膜厚、などを選定する必要がある。

（変形例６）

上述した実施の形態では、第１層６０２を直接フッ素化することにより、三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、第１層の炭素と結合される水素の一部をフッ素に置換する例について説明したが、本発明はこれに限定されない。フッ素に代わり、臭素、塩素などを用いて、置換してもよい。

（変形例７）

上述した実施の形態では、電子制御装置の一例として電力変換装置（インバータ）を挙げて説明したが、本発明はこれに限定されない。電子部品を備える種々の電子制御装置に本発明を適用できる。

[0076] 本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0077] ２１ コネクタ

１２１ 冷媒

１２２ ケース

１３６ バッテリ

１３８ 直流コネクタ

１４０ インバータ回路

１５０ 直列回路

１５３ コレクタ電極端子

１５４ ゲート電極端子

１５５ エミッタ電極端子

１５６ ダイオード

１５７ 直流正極端子

１５８ 直流負極端子

１５９ 交流端子

１６０ 金属接合材

１６３ コレクタ電極端子

１６４ ゲート電極端子

１６５ エミッタ電極端子

１６６ ダイオード

１６９ 中間電極

１７２ 制御回路

１７４　ドライバ回路

１８０　電流センサ

１８８　交流端子

１９０　電流検出端子

２００　電力変換装置

３００Ａ、３００Ｂ、３００Ｃ、３００Ｄ　半導体モジュール

３０２　半導体構造体

３１５　第１導体板

３１８　第２導体板

３１９　第４導体板

３２０　第３導体板

３２８　ＩＧＢＴ

３２９　中間電極

３３０　ＩＧＢＴ

３４８　エポキシ樹脂

３４８ａ、３４８ｂ　端子面

３７１　放熱フィン

３７１ａ　フィン板

３７１ｂ　補強板

３８９　絶縁板

５００　コンデンサモジュール

５０４　コンデンサ端子

５０６　コンデンサ端子

５０８　電源端子、

５０９　電源端子

６００　樹脂の主鎖

６０１　架橋点

６０２　第１層

６０３　ハロゲンで置換されている樹脂の主鎖

８０２　交流バスバー

９５０　導体板組み

９５１　タイバー

請求の範囲

[請求項1] 電子部品と、前記電子部品を封止するエポキシ樹脂部と、を備え、前記電子部品を冷却する冷媒中に配置される電子装置であって、

前記エポキシ樹脂部は、当該エポキシ樹脂部の表面又は内部において、三次元架橋構造を有する第１層が形成され、

前記第１層は、当該第１層の前記三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが前記冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、形成される電子装置。

[請求項2] 請求項１に記載の電子装置であって、

前記第１層の炭素元素に結合される元素の少なくとも一部は、水素元素とは異なる元素である電子装置。

[請求項3] 請求項２に記載の電子装置であって、

前記第１層の炭素元素に結合される元素の少なくとも一部は、ハロゲン元素である電子装置。

[請求項4] 請求項２又は３のいずれかに記載の電子装置であって、

前記第１層の炭素元素に結合される水素元素の少なくとも一部は、水素元素とは異なる元素に置換されており、

前記第１層の置換率は、０．８以上である電子装置。

[請求項5] 請求項１ないし４のいずれかに記載の電子装置であって、

前記第１層は、ガラス転移温度が５０℃以上である電子装置。

[請求項6] 請求項１ないし５のいずれかに記載の電子装置であって、

金属材料又はセラミックス材料からなる放熱部を備え、

前記エポキシ樹脂部は、前記放熱部の一部が当該エポキシ樹脂部から露出するように、前記放熱部を封止する電子装置。

[請求項7] 電子部品を備え、前記電子部品を冷却する冷媒中に配置される電子装置の製造方法であって、

前記電子部品をエポキシ樹脂部により封止する第１工程と、

前記エポキシ樹脂の表面又は内部において三次元架橋構造を有する

第１層を形成する第２工程と、を備え、

前記第２工程において、前記第１層は、当該第１層の前記三次元架橋構造における平均自由体積の三乗根により算出される長さが前記冷媒を構成する分子の最長辺の長さよりも小さくなるように、形成される電子装置の製造方法。

[請求項8] 請求項７に記載の電子装置の製造方法であって、

前記第２工程は、前記エポキシ樹脂の表面をハロゲン元素で置換する工程である電子装置の製造方法。

[請求項9] 請求項８に記載の電子装置の製造方法であって、

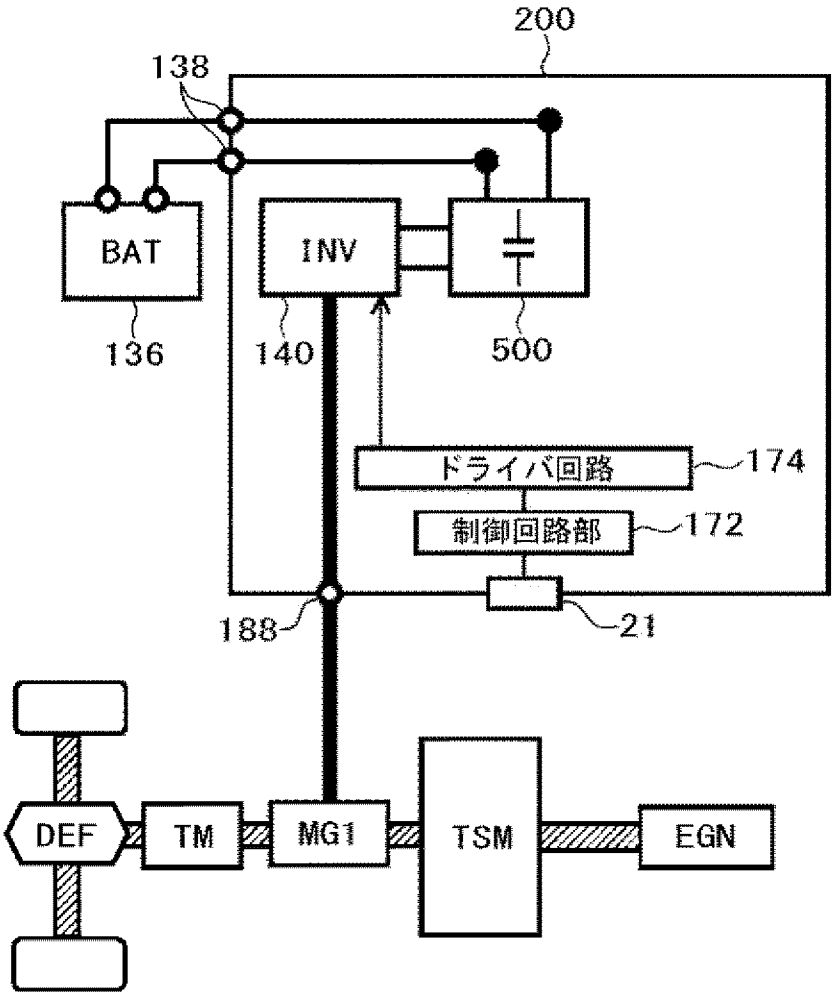
前記第２工程は、前記エポキシ樹脂の表面をフッ素元素で置換する工程である電子装置の製造方法。

[請求項10] 請求項９に記載の電子装置の製造方法であって、

前記第２工程は、フッ素ガス雰囲気中で前記エポキシ樹脂の表面をフッ素化する工程である電子装置の製造方法。

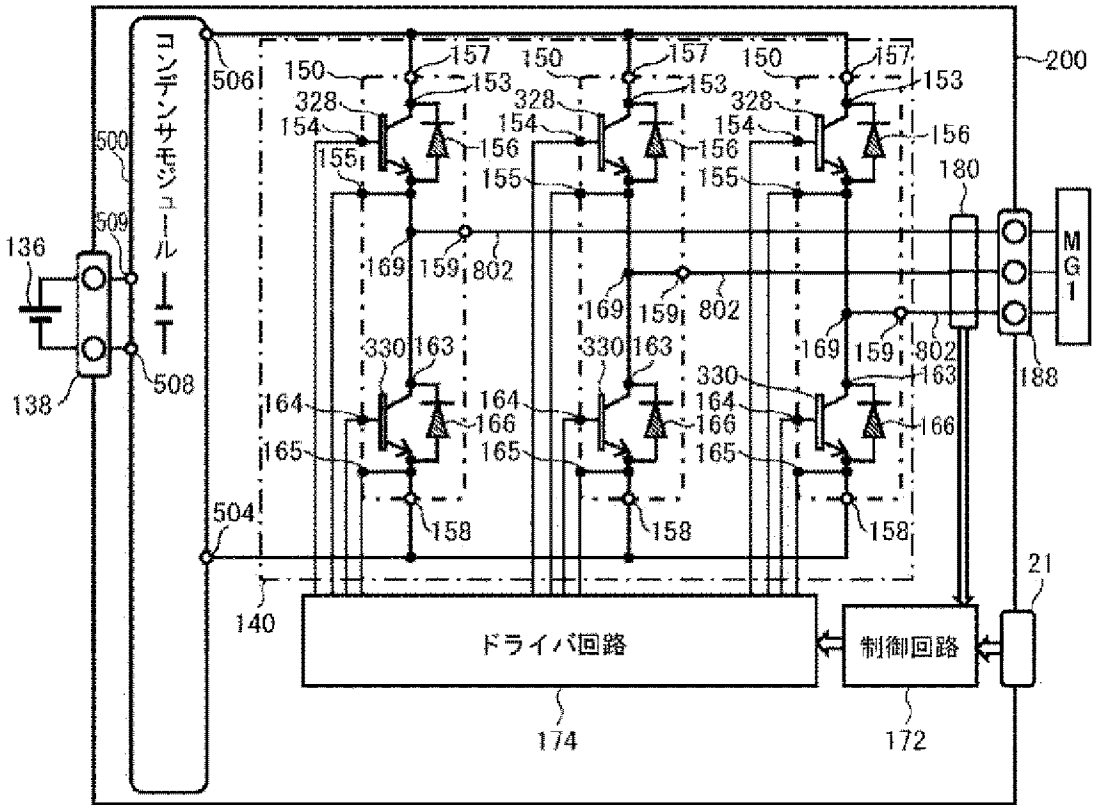
[図1]

【図1】


200
138
BAT
INV
136
140
500
ドライバ回路
174
制御回路部
172
188
21
DEF
TM
MG1
TSM
EGN

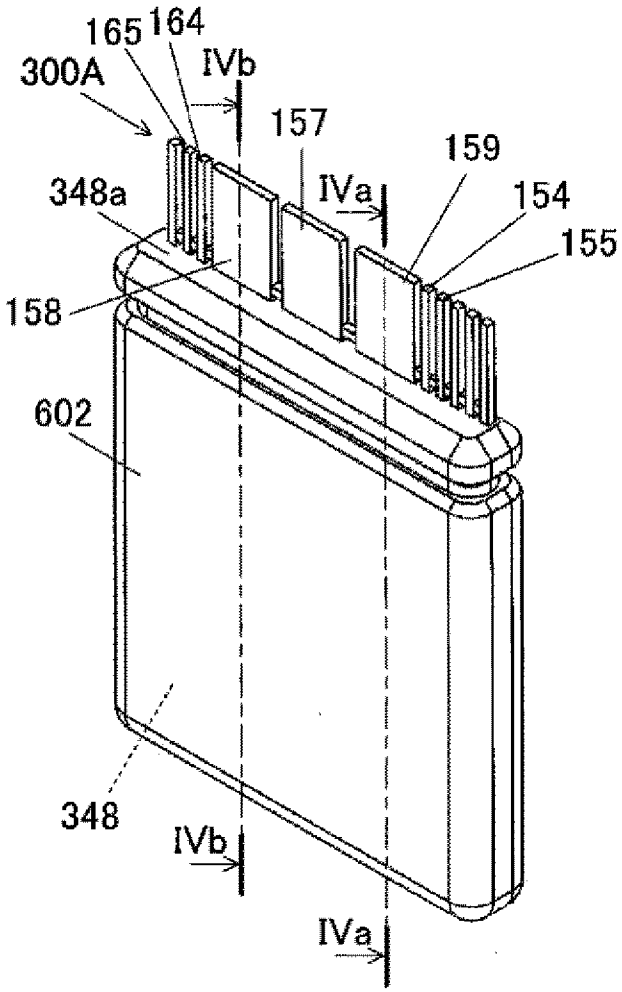
[図2]

【図2】


コンデンサモジュール
506
500
509
136
138
508
504
140
150
157
153
328
154
156
155
169
159
802
330
163
164
166
165
158
200
180
188
MG1
21
ドライバ回路
制御回路
174
172

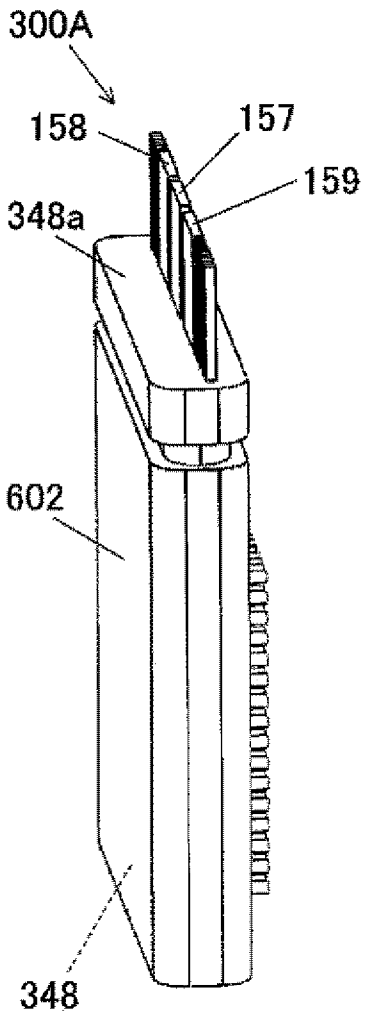
[図3(a)]

【図3(a)】



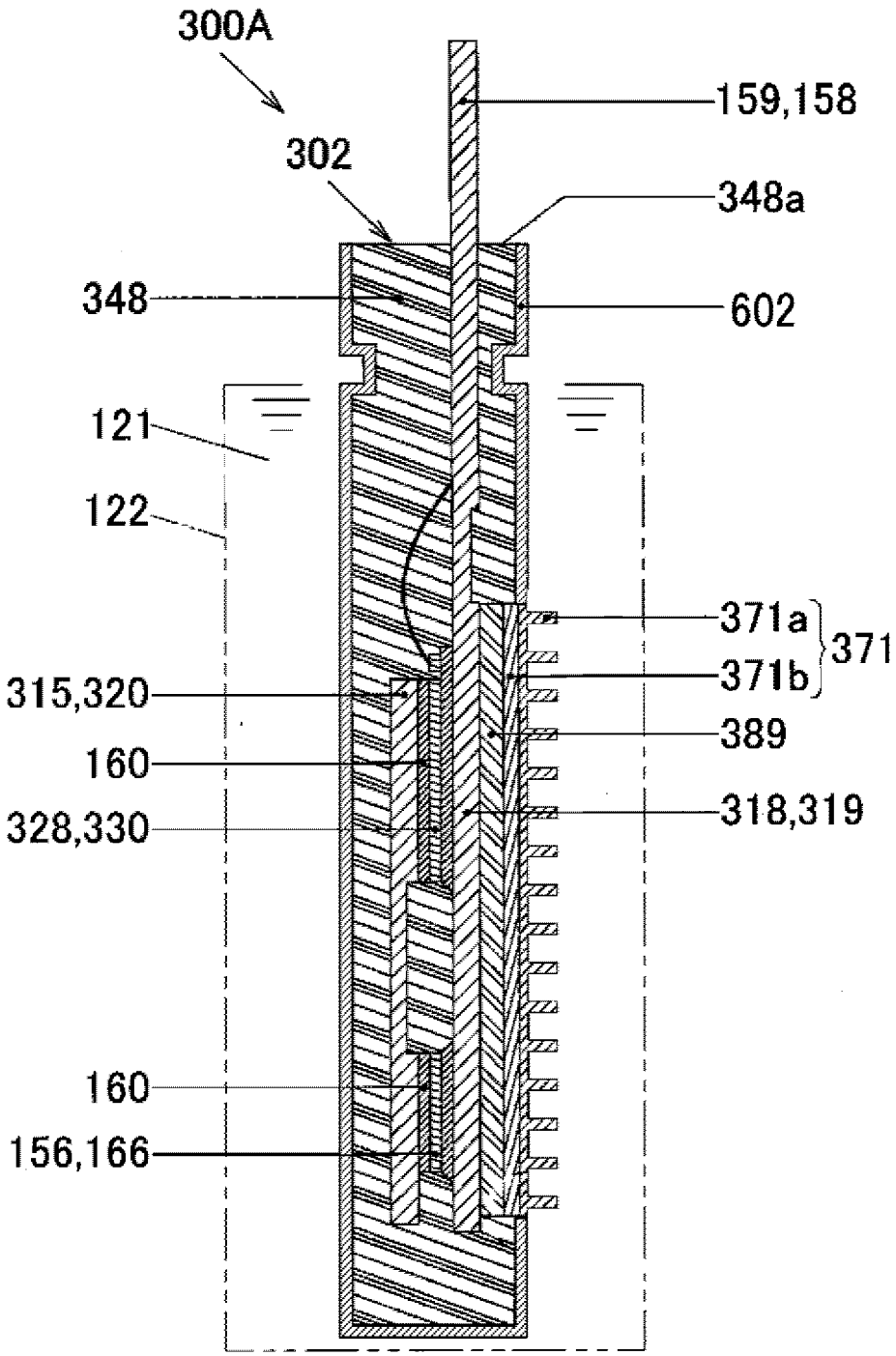
[図3(b)]

【図3(b)】



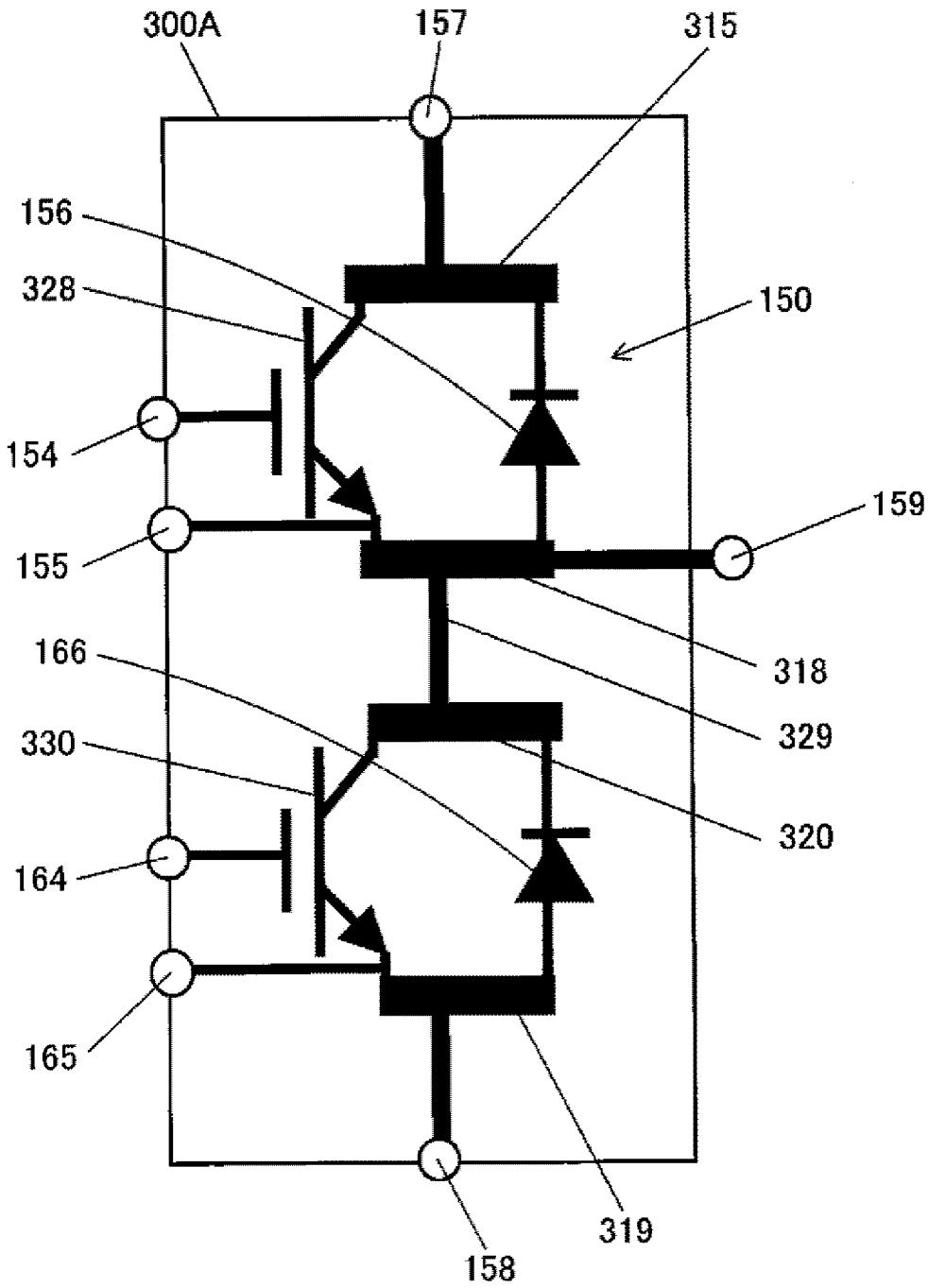
[図3(c)]

【図3(c)】


300A
302
159,158
348a
348
602
121
122
371a
371b
371
315,320
389
160
318,319
328,330
160
156,166

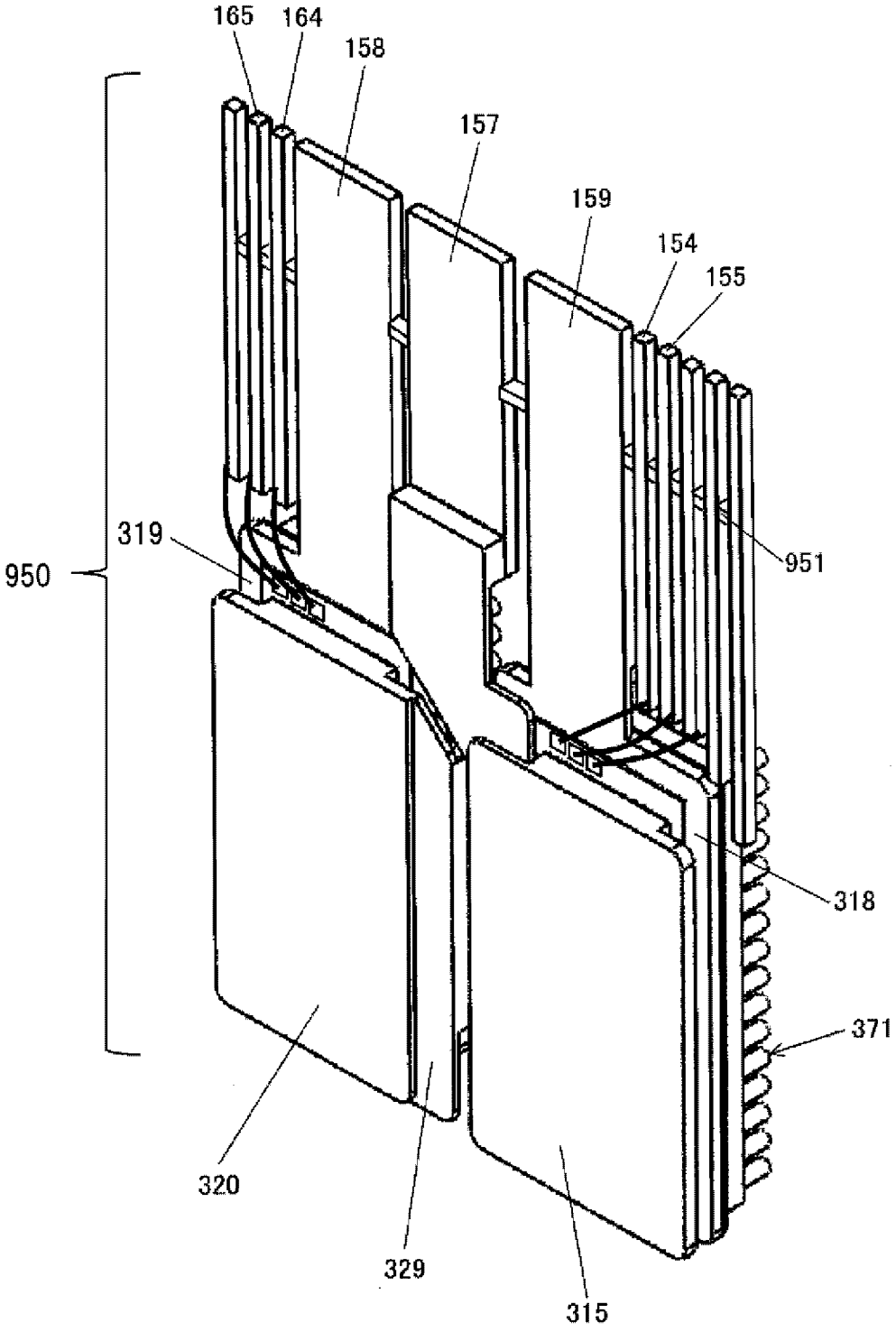
[図4]

【図4】


300A
157
315
156
328
150
154
159
155
318
166
329
330
320
164
165
319
158

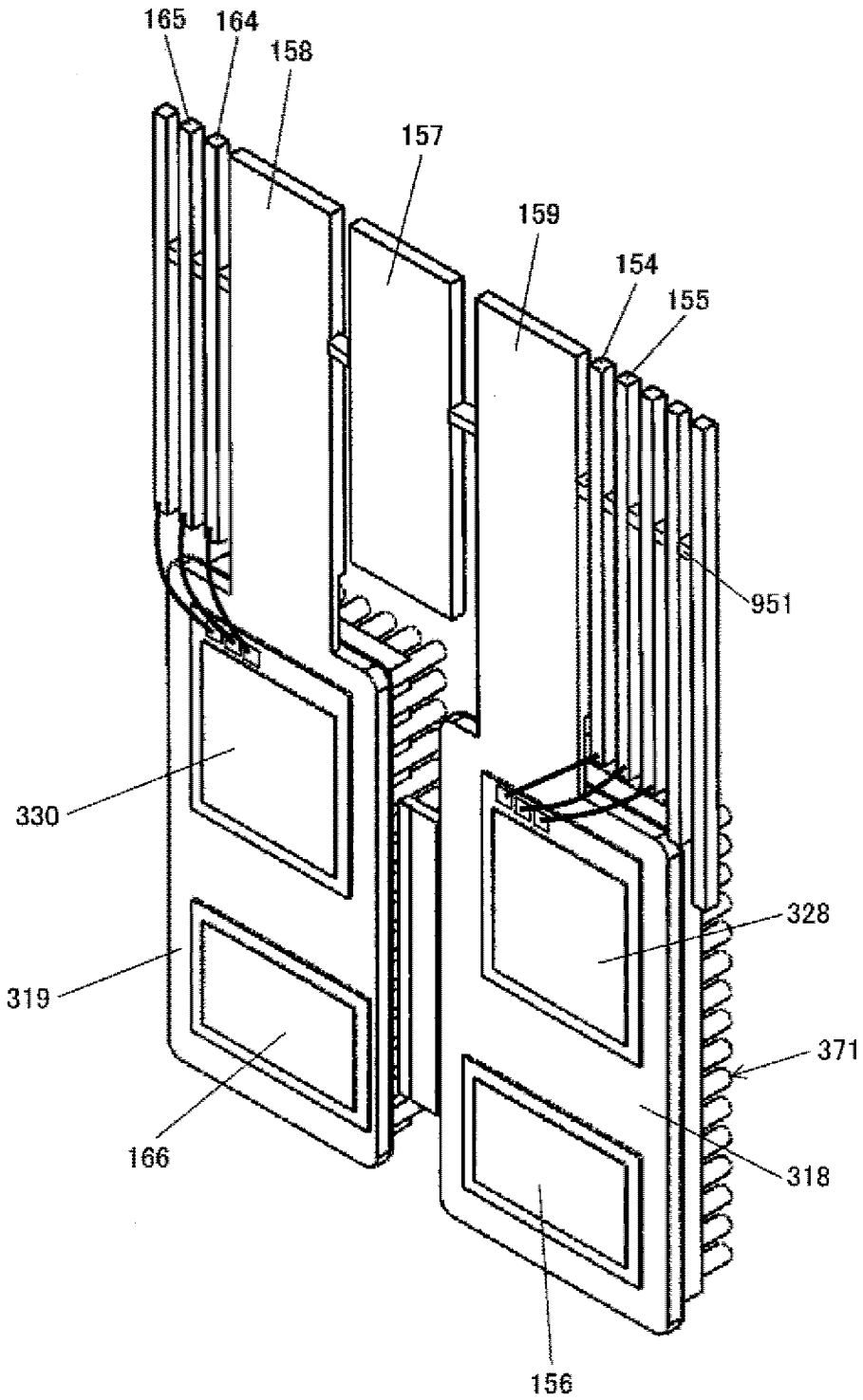
[図5]

【図5】



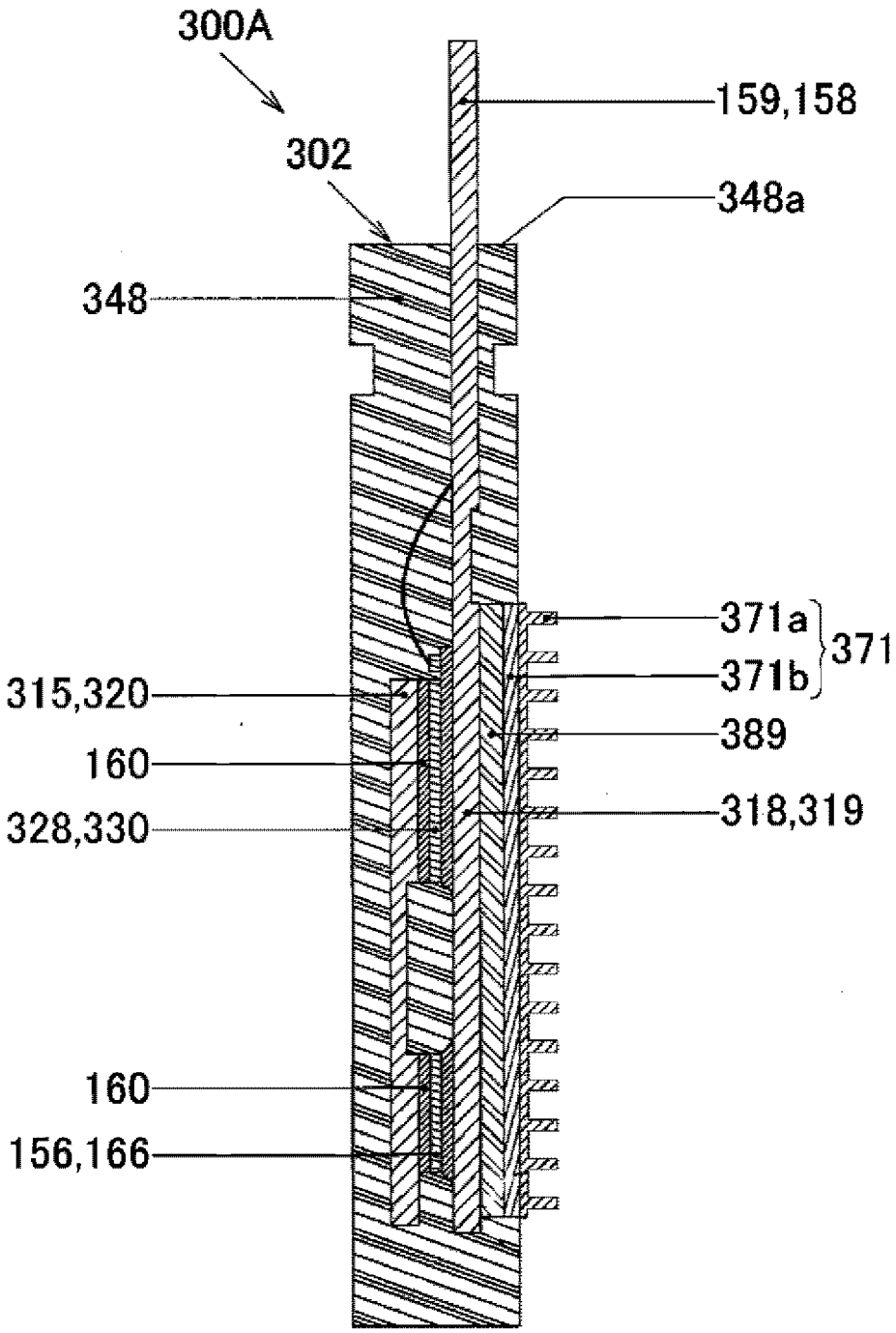
[図6]

【図6】



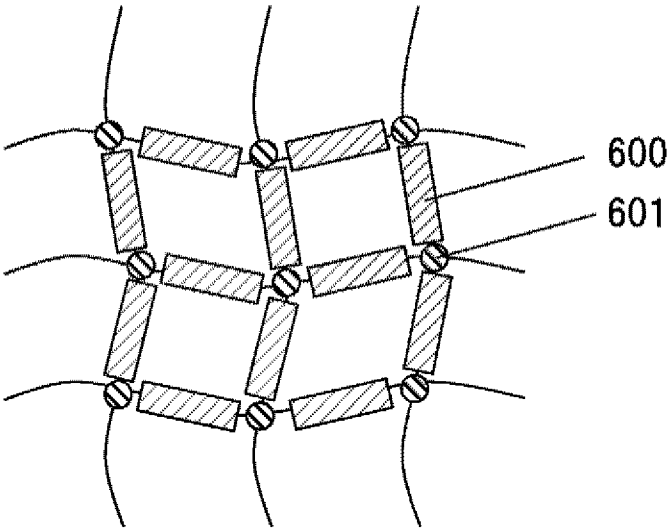
[図7]

【図7】


300A
302
159,158
348a
348
371a
371b
371
315,320
389
160
318,319
328,330
160
156,166

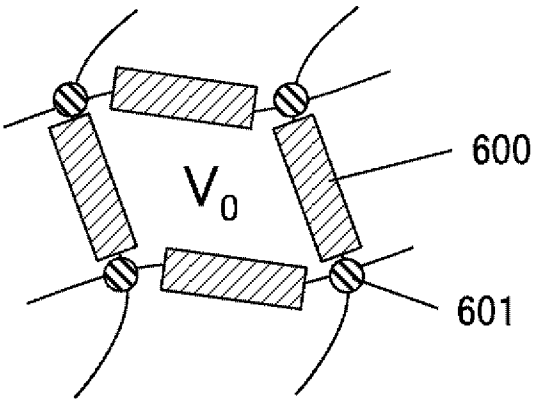
[図8(a)]

【図8(a)】



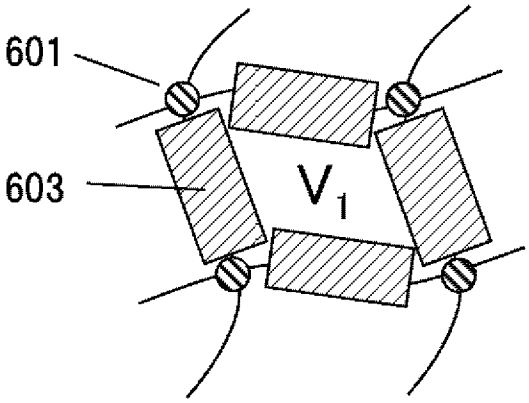
[図8(b)]

【図8(b)】



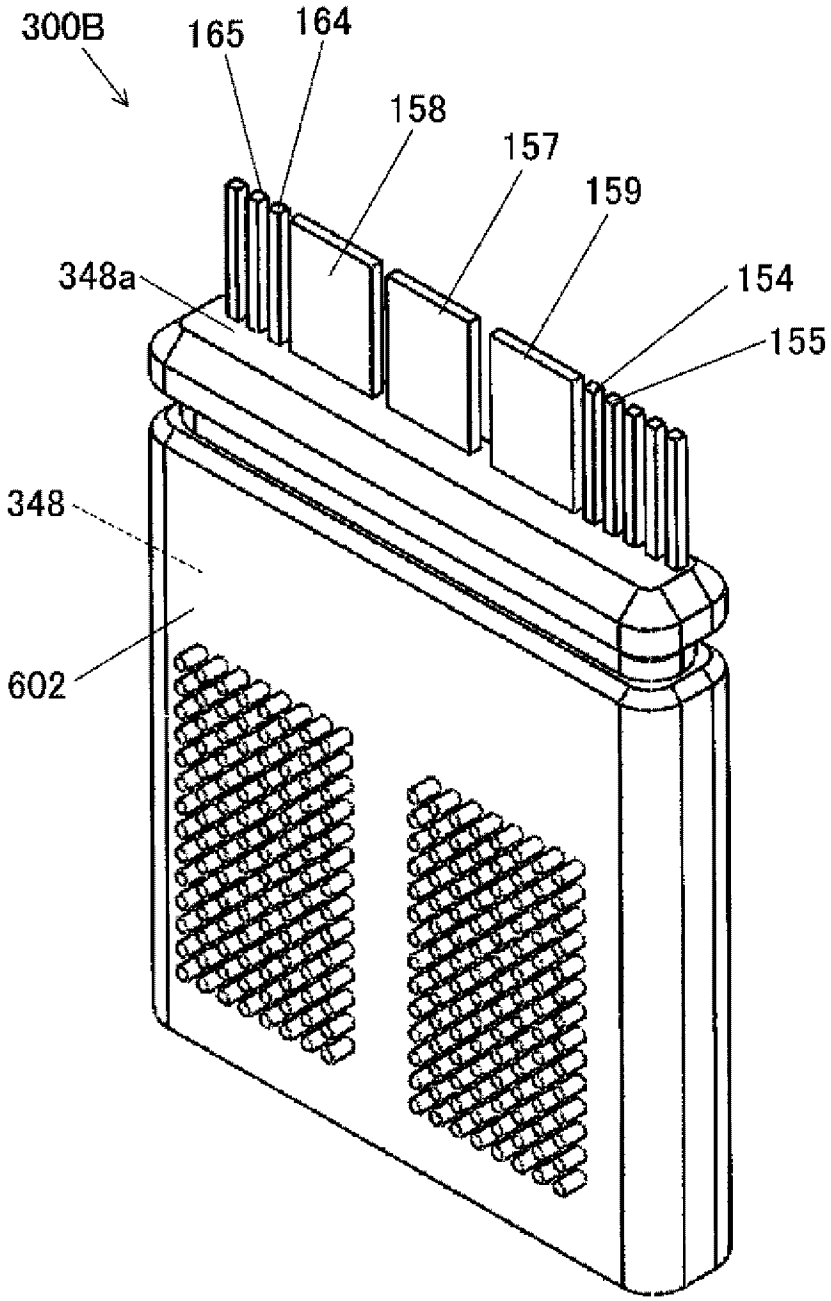
[図8(c)]

【図8(c)】



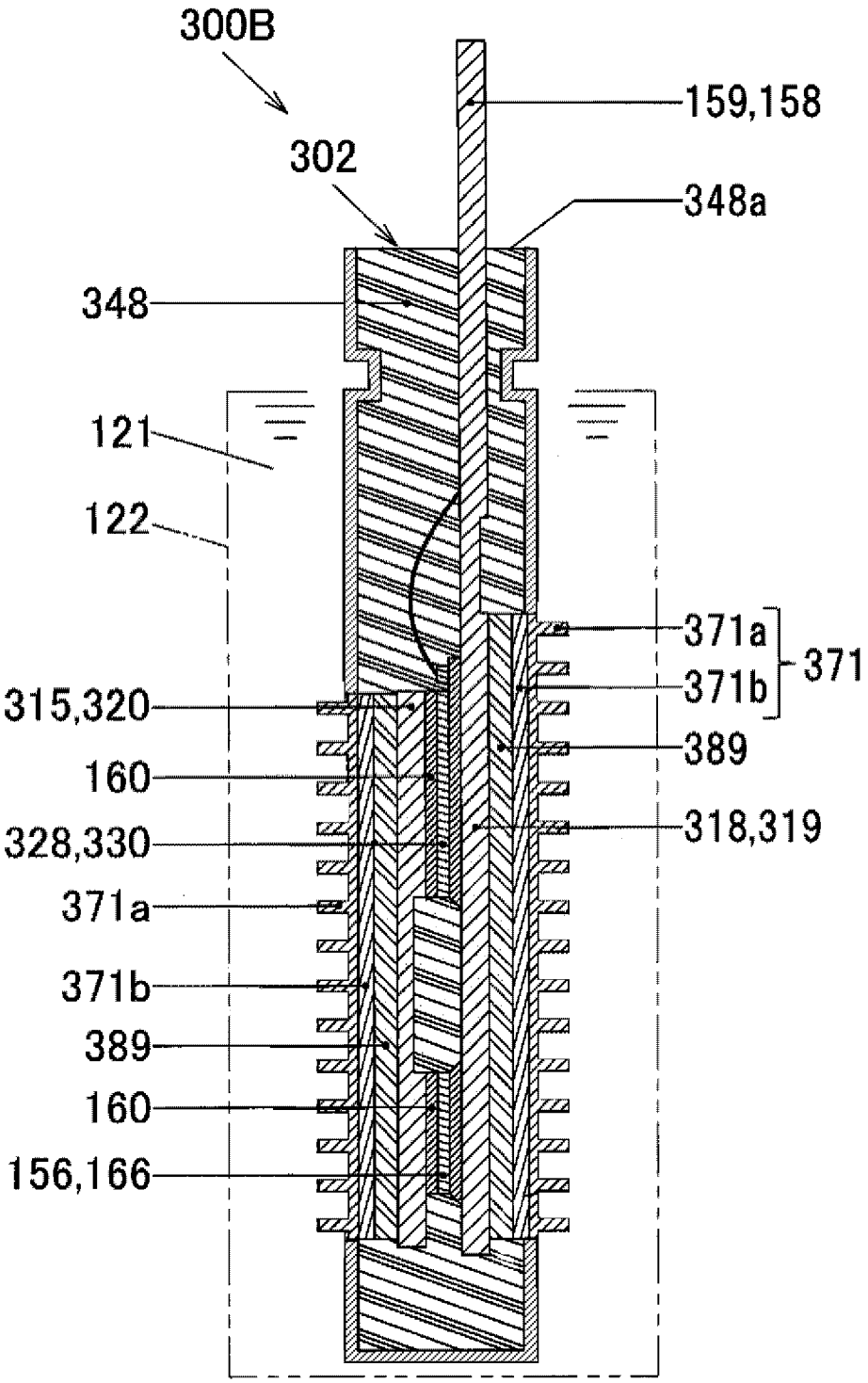
[図9]

【図9】



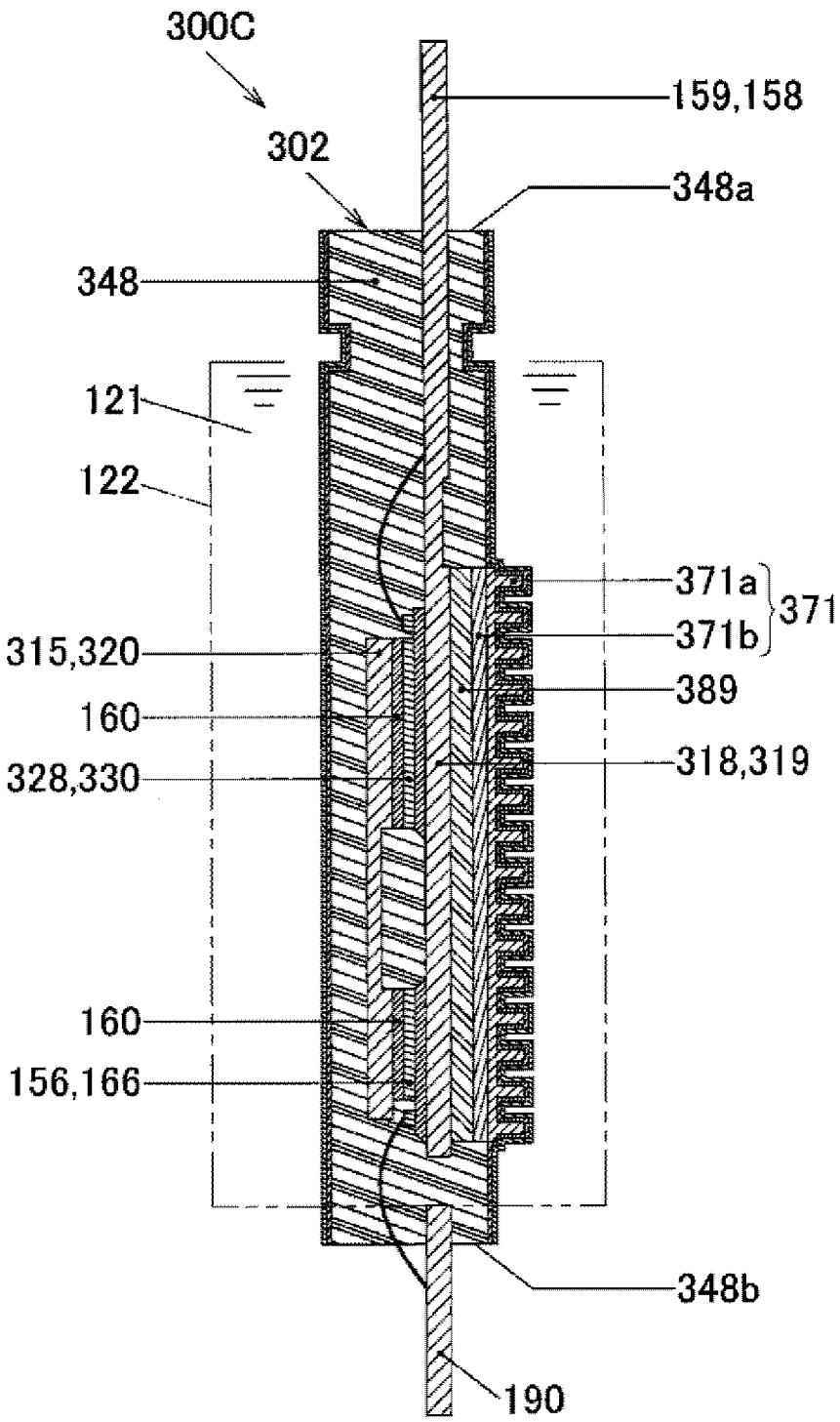
[図10]

【図10】


300B
302
159,158
348a
348
121
122
371a
371b
371
315,320
389
160
318,319
328,330
371a
371b
389
160
156,166

[図11]

【図11】


300C
159,158
302
348a
348
121
122
371a
371
371b
315,320
389
160
318,319
328,330
160
156,166
348b
190

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/050410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L23/29(2006.01)i, *H01L23/28*(2006.01)i, *H01L23/31*(2006.01)i, *H01L23/473*(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)
H01L23/29, H01L23/28, H01L23/31, H01L23/473

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2012-009568 A (Denso Corp.), 12 January 2012 (12.01.2012), paragraphs [0021] to [0035]; fig. 1 to 2 & US 2011/0316142 A1 paragraphs [0035] to [0048]; fig. 1 to 2	1-10
Y	JP 03-240258 A (Matsushita Electronics Corp.), 25 October 1991 (25.10.1991), page 2, upper left column, line 8 to page 2, lower left column, line 16; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-10

☐ 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
04 April 2016 (04.04.16)	19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５０４１０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L23/29(2006.01)i, H01L23/28(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i, H01L23/473(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.　H01L23/29, H01L23/28, H01L23/31, H01L23/473

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
Y	JP 2012-009568 A (株式会社デンソー) 2012.01.12, 段落[0021]-[0035], 第1-2図 & US 2011/0316142 A1, 段落[0035]-[0048], 第1-2図	1-10
Y	JP 03-240258 A (松下電子工業株式会社) 1991.10.25, 第2頁左上欄第8行-第2頁左下欄第16行, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-10

☐　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
０４．０４．２０１６	１９．０４．２０１６

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　９３６９
小山　和俊
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１