

(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1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/003423 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H05K 7/20* (2006.01) *H05K 7/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/024445
- (22) 国際出願日: 2018年6月27日(27.06.2018)
- (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:宮本 尚使 (MIYAMOTO, Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 保

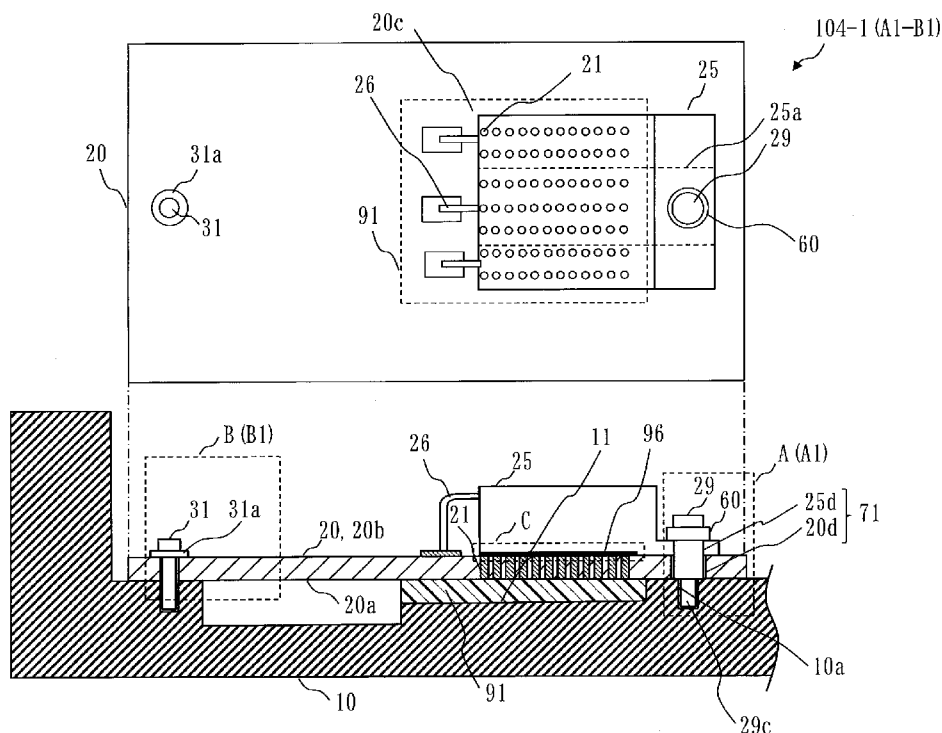
田 直紀 (YASUDA, Naoki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 岡田 真一 (OKADA, Shinichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 草野 了太 (KUSANO, Ryota); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 溝井 国際 特許 業務 法人(MIZOI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号3階 Kanagawa (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,

(54) Title: POWER SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: 電源装置



(57) Abstract: This power supply device (104-1) is provided with: a substrate (20) on which an electric component (25) is mounted; a chassis (10) which has a chassis surface (11) and a threaded part (10a); a chassis-side resin part (91) which is connected to the back surface (20a) and the chassis surface (11); a fixing screw (29); and an insulating member (60). By one end (29c) of the fixing screw (29) exposed in the direction of the chassis (10) from a through-hole formed in the insulating member (60) being screwed into the threaded part (10a) of the chassis (10), the fixing screw (29) fixes to the chassis (10)



WO 2020/003423 A1

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, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

both the electric component (25) and the substrate (20). Further, by being arranged in the through-hole of the insulating member (60), the fixing screw (29) places the electric component (25) and the chassis (10) out of electrical contact.

(57) 要約 : 電源装置 (104-1) は、電気部品 (25) が実装された基板 (20) と、シャシ面 (11) とネジ加工部 (10a) とを有するシャシ (10) と、裏面 (20a) とシャシ面 (11) とに接続するシャシ側樹脂部 (91) と、固定ネジ (29) と、絶縁部材 (60) とを備える。固定ネジ (29) は、絶縁部材 (60) に形成されている貫通孔からシャシ (10) の方向へ露出した固定ネジ (29) の端部 (29c) がシャシ (10) のネジ加工部 (10a) とねじ結合することで電気部品 (25) と基板 (20) との両方をシャシ (10) に固定する。また固定ネジ (29) は、絶縁部材 (60) の貫通孔に配置されることで電気部品 (25) とシャシ (10) とを電氣的に非接触にする。

## 明 細 書

**発明の名称：電源装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、ポリイミド基板、ガラエポ基板などの従来基板を使用しても高発熱部品を実装できる高排熱構造を有する宇宙用電源に関する。

### 背景技術

[0002] 電気部品は自身の発熱あるいは周囲温度によって性能及び寿命が左右される。特に真空中で使用される電気部品は、地上と異なり周囲に冷却するための空気がないため、空気を媒体とした熱伝達及び空気への熱放射ができない。このため、宇宙用電源では、基板からシャシへの排熱設計が重要である。

また、近年、人工衛星の大電力化に伴い、搭載される機器の消費電力も増加しており、排熱設計が重要な技術となっている。特に、スイッチング電源で使用するFET (Field Effect Transistor) 及びダイオードは高発熱の電気部品である。従来は排熱対策として基板のシャシ固定用のネジに近い位置に高発熱の電気部品を実装している。あるいは、高発熱の電気部品をシャシに直接取り付けて、リード曲げの工夫、または基板への配線を伸張する工夫により、電気部品が基板上のパターンと電気的に接続されていた。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0003] 特許文献1：特開2014-53618号公報  
特許文献2：特開2007-019125号公報  
特許文献3：特開2000-332171号公報  
特許文献4：国際公開第2015/076050号パンフレット

#### 非特許文献

- [0004] 非特許文献1：[www.irrf.com/technical-info/whitepaper/hermsmd.pdf](http://www.irrf.com/technical-info/whitepaper/hermsmd.pdf) 「New Material

s and Technologies Solve Hermetic SMD Integration」 [平成28年12月27日検索]

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記の取り付け方法では、配線経路が長くなることによるインダクタンス成分の増加または損失、EMC (Electromagnetic Compatibility) の影響及び実装時に作業工程が増えるという課題があった。

[0006] 更には、排熱を促すために基板とシャシとを接続しているネジの本数を増やすこと、発熱部品を極力ネジの近くに配置すること、または多数の部品を使用して分流することにより、発熱密度を抑制する対策が必要である。このため、電源の大型化及び質量増加を招くという課題があった。

また、人工衛星のような宇宙機で使用される電源装置は、振動対策及び放射線に照射されることの考慮が求められる。

[0007] この発明は、発熱部品の配線経路が長くならず、基板とシャシとを接続するネジの本数を増加させる必要のない、電源装置における簡易な構成の排熱構造の提供を目的とする。

また、この発明は、振動対策及び放射線対策が施された宇宙用電源装置の提供を目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] この発明の電源装置は、  
宇宙機に用いられる電源装置であって、  
電気部品が実装面に実装された基板と、  
前記実装面の裏面に対向するシャシ面と、ネジ加工が施されたネジ加工部とを有するシャシと、

前記基板の前記裏面と前記シャシ面との間に配置され、前記裏面と前記シャシ面とに接続する、熱伝導率が $1\text{ W/mK}$ 以上 $10\text{ W/mK}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物であるシャシ側樹脂部と、

ネジ加工された軸部を有する固定ネジと、  
前記固定ネジが配置される貫通孔が形成されている絶縁部材と、  
を備え、  
前記電気部品と前記基板とは、  
貫通孔が形成されており、  
前記絶縁部材は、  
前記電気部品の前記貫通孔に前記基板の前記貫通孔が続いて配置されて形成された空間に配置された第1配置部と、  
前記電気部品の前記貫通孔の外側に配置されて前記電気部品の前記貫通孔の周縁に当たる第2配置部と、  
を有し、  
前記固定ネジは、  
前記絶縁部材の前記貫通孔から前記シャシの方向へ露出した前記軸部の端部が前記シャシの前記ネジ加工部とねじ結合することで前記電気部品と前記基板との両方を前記シャシに固定すると共に、前記絶縁部材の前記貫通孔に配置されることで前記電気部品と前記シャシとを電氣的に非接触にする。

### 発明の効果

[0009] 本発明はシャシ側樹脂部を備えたので、簡易な構成の排熱構造を有する電源装置を提供できる。

また本発明の電源装置では、基板と電気部品とが絶縁部材を介して、固定ネジでシャシに固定される。よって、シャシと電気部品との電氣的な非接触を確保した上で、耐振動を有する宇宙用の電源装置を提供できる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1の図で、電源装置の断面図。

[図2]実施の形態1の図で、シャシの部分的な平面図とE-E断面図。

[図3]実施の形態1の図で、電源装置の平面図を模式的に示す図。

[図4]実施の形態2の図で、電源装置の断面図。

[図5]実施の形態2の図で、電源装置の平面図を模式的に示す図。

- [図6]実施の形態3の図で、電源装置の断面図。
- [図7]実施の形態4の図で、電源装置の断面図。
- [図8]実施の形態4の図で、電源装置の断面図。
- [図9]実施の形態5の図で、電源装置の断面図。
- [図10]実施の形態6の図で、電源装置の断面図。
- [図11]実施の形態7の図で、電源装置の断面図。
- [図12]実施の形態7の図で、電源装置の断面図。
- [図13]実施の形態8の図で、電源装置の断面図。
- [図14]実施の形態9の図で、大気中での電源装置の製造方法を説明する図。
- [図15]実施の形態10の図で、電源装置101-1の断面図。
- [図16]実施の形態10の図で、電源装置101-2の断面図。
- [図17]実施の形態10の図で、電源装置102-1の平面図及び断面図。
- [図18]実施の形態10の図で、電源装置102-2の断面図。
- [図19]実施の形態10の図で、電源装置102-3の断面図。
- [図20]実施の形態10の図で、電源装置102-4の断面図。
- [図21]実施の形態11の図で、電源装置103の断面図。
- [図22]実施の形態12の図で、電源装置104-1の断面図。
- [図23]実施の形態12の図で、電源装置104-2の断面図。
- [図24]実施の形態12の図で、電源装置104-3の断面図。
- [図25]実施の形態12の図で、電源装置104-4の断面図。
- [図26]実施の形態12の図で、電源装置104-5の断面図。
- [図27]実施の形態12の図で、電源装置104-6の断面図。
- [図28]実施の形態12の図で、タイプA1の構成を示す部分拡大図。
- [図29]実施の形態12の図で、タイプA2の構成を示す部分拡大図。
- [図30]実施の形態12の図で、タイプA3の構成を示す部分拡大図。
- [図31]実施の形態12の図で、タイプB1の構成を示す部分拡大図。
- [図32]実施の形態12の図で、タイプB2の構成を示す部分拡大図。
- [図33]実施の形態12の図で、電源装置104-7の断面図。

[図34]実施の形態12の図で、放射線量の調整を説明する図。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。なお、各図中、同一または相当する部分には、同一符号を付している。実施の形態の説明において、同一または相当する部分については、説明を適宜省略または簡略化する。実施の形態1から実施の形態8では構成の異なる宇宙用の電源装置100を説明する。宇宙用の電源装置100は、以下では電源装置100と記す。

電源装置100は、実施の形態1から実施の形態8のうちの一つの構成を有してもよいし、実施の形態1から実施の形態8のうちの複数の構成を有してもよい。

なお、以下の実施の形態では、例えば電源装置100-1のように「-1」をつけて電源装置100を区別する。

[0012] 実施の形態1.

#### \*\*\*構成の説明\*\*\*

図1から図3を参照して、実施の形態1の電源装置100-1を説明する。なお、電源装置100-1は地上において、真空あるいは真空に近い環境で使用されてもよい。

[0013] 図1は、電源装置100-1の断面図である。なお、電気部品25及びネジは断面を表していない。図1にはxyz座標系を示している。実施の形態2~9も同じ座標系を示す。実施の形態2から実施の形態9の断面図である図4、図6~図14は図1と同じ箇所の断面を示す。

[0014] 電源装置100-1は、シャシ10と、電気部品25が実装されてシャシ10に固定される基板20と、基板20をシャシ10に固定する固定部30とを備える。電源装置100-1では固定部30は基板固定ネジ31である。

図2は、シャシ10の部分的な平面図（図1における-Z方向矢視）及びE-E断面を示す。E-E断面が図1, 4, 6-16, 21に対応する。ネ

ジ孔12には、基板固定ネジ31がねじ込まれる。図1ではシャシ10と基板20との一部を記載している。シャシ10ではネジ孔12は複数存在する。各ネジ孔12に基板固定ネジ31がねじ込まれる。基板固定ネジ31およびネジ孔12は、基板20の外周に沿った周縁部に複数配置され、例えば長方形の四隅または四辺に所定の間隔で設けられる。

図3は、図2の範囲13に相当する部分、つまり図1を-Z方向から見た矢視を、模式的に示す図である。

[0015] 図1の電源装置100-1では、電気部品25が実装された基板20がシャシ10に固定されている。電気部品25の電極26は、基板20の一方の面20aの裏面の他方の面20bであるC面に接続している。基板20には後述する充填スルーホール21が形成されている。図1では10個の充填スルーホール21を示している。矢印で示している、電気部品25で発生した熱8は、充填スルーホール21から後述の絶縁樹脂硬化物27-1を経由してシャシ面11へ伝わる。

[0016] このように、電源装置100-1は、基板20と、シャシ10と、シャシ側樹脂部91である絶縁樹脂硬化物27-1とを備え、基板20には電気部品25が実装されている。シャシ10は、基板20の一方の面20aに対向する面であるシャシ面11を有する。絶縁樹脂硬化物27-1は、基板20の一方の面20aとシャシ面11との間に配置される。絶縁樹脂硬化物27-1は、一方の面20aとシャシ面11とに接続する、熱伝導率が1W/mK以上10W/mK以下の絶縁性の樹脂硬化物である。

[0017] (基板20)

基板20には発熱量の大きい電気部品25が取り付けられる。本実施の形態では、発熱量の大きい電気部品25として、SMD (Surface Mount Device) タイプのFETを使用する。通常、SMDタイプのFETで発生した熱は、FETの電極から基板20の回路パターンに伝わり、面内方向に伝わり、ネジ留め部を介してシャシ10に伝わる。

[0018] (充填スルーホール)

電源装置100-1では、図1に示すように高熱伝導性の絶縁樹脂組成物（硬化前の絶縁樹脂硬化物27-1）で、基板20の一方の面20aであるS面と、シャシ10のシャシ面11との間をポッティング（モールド）する。これにより、絶縁樹脂組成物である高熱伝導性ポッティング樹脂を経路として、電気部品25の熱をシャシ10に伝える。このとき、基板20の厚さ方向（他方の面20bであるC面からS面）への熱伝導を向上させるために、基板20のC面からS面へ貫通するスルーホールが設けられている。スルーホールはメッキが施されている。メッキ後のスルーホールの内部には、はんだ、あるいはその他の金属、あるいは高熱伝導性を有するポッティング樹脂、が充填される。このスルーホールを充填スルーホール21と呼ぶ。

[0019] このように、基板20は、一方の面20aから他方の面20bへ貫通するスルーホールに熱伝達材が充填された充填スルーホール21を備える。そして、絶縁樹脂硬化物27-1は、一方の面20aに現れた充填スルーホール21の一方の端部21aに接続している。なお充填スルーホール21に充填されている熱伝達材は、金属と、熱伝導率が $1\text{W}/\text{mK}$ 以上 $10\text{W}/\text{mK}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物などである。

[0020] 次に、絶縁樹脂硬化物27-1及び絶縁樹脂硬化物27-1のもとになる液状の絶縁樹脂組成物の特性を説明する。なお、詳細は以下で説明するが、絶縁樹脂硬化物27-1では、シリコンあるいはウレタンがベース樹脂として用いられる。また絶縁樹脂硬化物27-1では、無機充填材として、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、酸化マグネシウム、酸化ベリリウムのうち少なくとも一つを含有しており、絶縁樹脂硬化物27-1は硬度がショアAの硬度で70以下であり、 $300^\circ\text{C}$ 加熱時の低分子成分揮発量が $1000\text{ppm}$ 以下であり、ガラス転移点が $-20^\circ\text{C}$ 以下である。

[0021] 基板20のS面とシャシ10との間の高熱伝導性の絶縁樹脂硬化物27-1の形成方法としては、以下の(1)、(2)等の方法がある。

(1) シャシ10に基板20を固定した後、液状の絶縁樹脂組成物をシャシ10と基板20との間に流し込み、絶縁樹脂組成物を加熱硬化させて形成す

る方法がある。

(2)あるいは、シャシ10の底面に絶縁樹脂硬化物27-1を形成した後に、基板20を基板固定ネジ31でシャシ10に固定する。この(2)の方法の場合、絶縁樹脂硬化物27-1の硬度によるが、基板20をシャシ10へ取り付ける前における、絶縁樹脂硬化物27-1の厚みL2は、基板20のS面(一方の面20a)とシャシ10のシャシ面11との間の幅L1の110%以上250%以下の範囲の厚みになるように形成する。

つまり、

$$L2 = (1.1 \sim 2.5) \times L1$$

である。

さらに、より好ましくは、基板20をシャシ10へ取り付ける前における、絶縁樹脂硬化物27-1の厚みL2は、幅L1の120%以上200%以下の範囲がよい。

つまり、

$$L2 = (1.2 \sim 2.0) \times L1$$

である。絶縁樹脂硬化物27-1の厚みL2をこの範囲内に形成する場合、基板20との固定部30により、S面と絶縁樹脂硬化物27-1との界面がより強固に密着し、排熱効果が高まる。さらに、使用環境時の冷熱サイクルによる厚み減少があった場合の排熱低下を抑制することができる。絶縁樹脂硬化物27-1の厚みが、S面とシャシ面11との間の幅の110%より薄い場合は、

つまり、

$$L2 < 1.1 \times L1$$

の場合、冷熱サイクルによる絶縁樹脂硬化物27-1の厚み減少により排熱効果が低下する。

また、厚みL2が厚みL1の200%を超える場合は、

つまり、

$$L2 > 2.0 \times L1$$

の場合、基板20をシャシ10にネジで固定する時に基板20が変形し、この変形が原因となって、冷熱サイクルで基板20に亀裂が入る恐れがある。

[0022] 上記の(1)及び(2)の方法では、基板20のS面を上(+Z方向)に向けて、液状の絶縁樹脂組成物を流し込み、絶縁樹脂硬化物27-1を形成してもよい。この場合も、絶縁樹脂硬化物の厚みL2は、上記(2)で述べた厚みになるようにする。

次に、形成した絶縁樹脂硬化物27-1とシャシ10とが接するように基板20をネジでシャシ10に固定する。このようにすることで、S面上の配線パターンなどの高電圧部位に絶縁弱点部となる気泡が残らない。

[0023] (絶縁樹脂組成物及び硬度)

絶縁樹脂組成物は、液状の絶縁樹脂に、高熱伝導性を付与する無機充填材として、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、酸化マグネシウム、酸化ベリリウムのうち少なくとも一つを含有した液状の絶縁樹脂組成物であるとする。

つまり、

〈液状の絶縁樹脂組成物 = [液状の絶縁樹脂 + 無機充填材]〉 + 熱硬化 → 絶縁樹脂硬化物27-1である。液状の絶縁樹脂組成物が硬化して得られる絶縁樹脂硬化物27-1の硬度は、80以下(ショアA)であり、さらに好ましくは70以下である。

硬度が80を超える場合、基板20との接着性が低下して排熱効果が得られない恐れ及び基板20が変形する恐れがある。

硬度はショアA硬度計を代表として標記している。柔らかい材料はショアEやショア00、ASKER Cなどで測定してもよい。ショアA80以下であれば、ショアEやショア00、ASKER Cで測定してもよい。

[0024] (硬化物の低分子成分含有量)

また、絶縁樹脂硬化物27-1を細かく切断し、ヘキサンやアセトンなどの有機溶媒で絶縁樹脂硬化物27-1の成分を抽出する。ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC/MS)を使用し、その抽出溶媒を、ヘリウムをキャ

リアガスとして使用して、40℃から300℃まで昇温しながら、低分子成分量を分析する。その低分子成分量は、2000ppm以下、好ましくは1000ppm以下である。

2000ppmを超える場合は、絶縁樹脂硬化物27-1の使用時の冷熱サイクルで電気部品及び配線が汚染されたり、電気接点障害を引き起こしたり、電気部品特性が劣化する恐れがある。

(硬化物のアウトガス)

絶縁樹脂硬化物27-1を、ASTM E595に準拠し、真空環境下 ( $7 \times 10^{-3} \text{ Pa}$  以下) において、加熱温度: 125℃、保持時間: 24時間、放出ガス冷却温度: 25℃の試験条件で試験する。この試験条件で絶縁樹脂硬化物27-1から放出されるアウトガスを測定する。

測定結果から算出した質量損失比 (TML: Total Mass Loss) は1%以下、再凝縮物質質量比 (CVCM: Collected Volatile Condensable Material) が0.1%以下であるべきである。

TMLが1%を超えたり、CVCMが0.1%を超える場合は、使用時の冷熱サイクルで電気部品及び配線が汚染されたり、電気接点障害を引き起こしたり、電気部品特性が劣化する恐れがある。

[0025] (ガラス転移点)

絶縁樹脂硬化物27-1のガラス転移点は、-10℃以下、好ましくは-20℃以下である。より好ましくは絶縁樹脂硬化物27-1の使用時の冷熱サイクル温度の低温側より低い温度が好ましい。ガラス転移点が-10℃より高い場合は、絶縁樹脂硬化物27-1の使用時の冷熱サイクルにおいて、絶縁樹脂硬化物27-1の変形が大きくなり安定な排熱が得られない恐れ、あるいは基板20の反りを引き起こすことなどの恐れがある。

[0026] (液状の絶縁樹脂)

液状の絶縁樹脂としては、シリコン樹脂あるいはウレタン樹脂の液状の熱硬化性樹脂とすることができる。

## [0027] (シリコーン樹脂)

シリコーン樹脂は、室温で液状であれば公知のものを使用することができる。シリコーン樹脂は、硬化システムが付加反応型と縮合反応型のいずれでも良い。シリコーン樹脂は、硬化後がゴム状（エラストマー）であっても、ゲル状であっても構わない。

例えば、ベースポリマーは平均分子量5,000~10万であり、25℃での粘度が1~100,000 Pa・sの液状である。ベースポリマーは側鎖と末端にアルキル基、アルケニル基、アリル基、水酸基、水素基、アルコキシアルキル基、アルコキシシリル基の少なくとも1種類を有する直鎖状、環状、分岐状あるいは、梯子状の主鎖構造を有する公知のオルガノポリシロキサンである。ベースポリマーは、2種以上のオルガノポリシロキサンの混合物でも良い。

付加反応型の場合、ベースポリマーとして、アルケニル基を含むオルガノポリシロキサン、架橋剤として水素シロキサン、触媒として白金化合物を含有する組成を用いることができる。これらの配合量は、硬化反応が進行し、硬化後に必要な硬度が得られ、公知の有効量で良い。

縮合反応型の場合、ベースポリマーとして、シラノール基を含むオルガノポリシロキサン、架橋剤としてアルコキシシランやアセトキシシランなどのシラン化合物、触媒として有機錫化合物を含有する組成を用いることができる。

これらの配合量は、硬化反応が進行し、硬化後に必要な硬度が得られ、従来公知の有効量で良い。

## [0028] (ウレタン樹脂)

ウレタン樹脂は、主剤として1分子中に複数の水酸基を持つポリオール樹脂と硬化剤としての1分子中に2個以上のイソシアネート基をもつ化合物を組み合わせ、共重合させることで得られる組成内にウレタン結合を有する樹脂である。

ウレタン樹脂は、混合後に25℃での粘度が1~100,000 Pa・sの

液状であれば、公知のものを使用できる。

例えば、ポリオール樹脂としては、公知のポリエステル系ポリオール、ジカルボン酸エステル系ポリオール、ポリエーテル系ポリオール、ポリテトラメチレンポリオキシグリコール、ひまし油系ポリオール、 $\epsilon$ -カプロラクトン系ポリオール、ポリオキシポリアルキレン系ポリオール、 $\beta$ -メチル- $\delta$ -バレロラクトン系ポリオール、カーボネート系ポリオール等を用いてもよく、これらの2種以上を併用することもできる。

イソシアネート化合物としては、公知のトリレンジイソシアネート、ナフタレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、キシリレンジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネート、シクロヘキシルジイソシアネート等を用いてもよく、これらの2種以上を併用することもできる。

また、ウレタン化反応を促進させるため、適宜のウレタン化触媒を用いることができる。このウレタン化触媒としては、第3級アミン化合物や有機金属化合物等の公知の触媒を用いることが可能である。ウレタン化触媒としては、例えば、トリエチレンジアミン、N, N'-ジメチルヘキサメチレンジアミン、N, N'-ジメチルブタンジアミン、ジアザビシクロ(5, 4, 0)ウンデセン-7 (DBU) 及びDBU塩、オクチル酸鉛、ラウリル酸ジブチル錫、ビスマスストリス(2-エチルヘキサノエート)、ジイソプロポキシビス(エチルアセトアセテート)チタン、等が挙げられる。

[0029] ポリオールとイソシアネート化合物の配合に関しては、ポリオールの水酸基(OH)に対するイソシアネートのイソシアネート基(NCO)の当量比から算出する。当量比(NCO/OH)は、特に規定するものではないが、0.95~1.05の範囲とすることが好ましい。この当量比が1.05を超える場合は、絶縁樹脂組成物の硬化物の硬度が高くなり好ましくない。また、副生成物の炭酸ガスにより硬化物内にボイドが残存し、絶縁特性を低下させるために好ましくない。一方、この当量比が0.95未満の場合は、硬化の反応の進行が遅く、未硬化物となりやすく生産安定性に欠けるため好ま

しくない。また耐熱性に欠けるために好ましくない。

[0030] (熱伝導性を得る充填剤)

熱伝導性を有する充填材は、組成物（硬化物）に熱伝導性を付与する役割を有し、公知の熱伝導性の充填材を使用することができる。充填剤として、例えば、アルミナ粉末、酸化マグネシウム粉末、窒化ホウ素粉末、窒化アルミニウム粉末、酸化ベリリウム粉末、酸化亜鉛粉末、窒化珪素粉末、酸化ケイ素粉末、アルミニウム粉末、銅粉末、銀粉末、ニッケル粉末、金粉末、ダイヤモンド粉末、カーボン粉末、インジウム、及びガリウムなどが挙げられる。

熱伝導経路だけでなく、基板20とシャシ10との間に絶縁性を確保する必要がある場合は、アルミナ粉末、酸化マグネシウム粉末、窒化ホウ素粉末、窒化アルミニウム粉末、酸化ベリリウム粉末、酸化ケイ素粉末の高い絶縁性を有する粉末を使用することが好ましい。

[0031] このような熱伝導性充填材は、1種単独であるいは2種以上を混ぜ合わせて使用してもよい。熱伝導性充填材は、 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有するものが好ましい。熱伝導率が $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ より小さいと、組成物（硬化物）に十分な熱伝導率を付与できないためである。熱伝導性を付与するための充填材の平均粒径は、

0.  $1\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下、

好ましくは、

0.  $5\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下である。

このような平均粒径の熱伝導性充填材は、1種単独であるいは粒径が異なる2種以上を混ぜ合わせて使用してもよい。平均粒径が $0.1\ \mu\text{m}$ 未満の熱伝導性充填材は、粒子同士が凝集し易くなり流動性に乏しいものとなることがあるため好ましくない。平均粒径が $100\ \mu\text{m}$ 超過の熱伝導性充填材は、粒子が沈降しやすく、硬化物の熱伝導率が不均一になることがあるため好ましくない。

充填材の形状は、不定形でも球形でも如何なる形状でも構わない。なお、平均粒径は、レーザー光回折法による粒度分布測定における体積平均値D5

0（即ち、累積体積が50%になるときの粒子径又はメジアン径）として測定することができる。

[0032]（液状の絶縁樹脂組成物）

絶縁樹脂組成物は、上記の液状絶縁樹脂に、上記の高熱伝導性を付与するための無機充填材を混合して得られる。充填材の配合量が増加すると、硬化物の熱伝導率は上昇する。その場合、組成物の粘度は高くなり、作業性が低下し、あるいは硬化物の硬度が高くなることで基材との密着性が低下する。これらにより、目的とする排熱効果を得ることができない可能性もある。

従って、液状の絶縁樹脂組成物に含有される無機充填材の配合割合は、無機充填材が配合された絶縁樹脂組成物の25℃における粘度が、 $300\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であれば特に限定されない。

さらに、絶縁樹脂組成物を狭い隙間に流し込む必要がある場合は、その粘度は $50\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下が望ましい。例えば、無機充填材は、

40vol%以上80vol%以下、

の範囲内に含まれることが好ましく、

50vol%以上75vol%以下、

の範囲内に含まれることがより好ましい。

80vol%を超える場合は、絶縁樹脂組成物の粘度が高くなり作業性が悪くなり、あるいは硬化物の硬度が高くなり安定した排熱特性を得られないために好ましくない。一方、粘度が40vol%未満の場合は、樹脂の比率が高く、硬化物の熱伝導率の向上が見込めないため、好ましくない。また、絶縁樹脂組成物の反応性や基材との接着性を制御するための、アセチレン化合物、各種窒素化合物、有機りん化合物、オキシム化合物、及び有機クロロ化合物等の反応制御剤、あるいはシランカップリング剤などの密着性改質剤などの添加剤を必要に応じて、適宜加えても構わない。

[0033]（硬化条件）

液状の絶縁樹脂組成物の硬化条件は、公知のシリコーンポッティング材あるいはウレタンポッティング材と同様の条件とすることができる。

硬化温度は、  
室温から180℃以下が良く、  
より好ましくは  
室温から150℃以下  
である。

硬化温度が室温以下では、硬化が不十分で、使用時の冷熱サイクルで未反応原料が揮発し、電気部品を汚染する恐れがある。一方、硬化温度が150℃を超える場合は、電気部品の耐熱温度を超える恐れがあり、電気部品劣化を引き起こす可能性がある。

硬化時間は、所要の硬度が得られれば限定しないが、  
室温の場合  
48時間以下、好ましくは  
24時間以下、  
加熱硬化の場合は、  
0.1時間以上12時間以下、  
好ましくは  
0.5時間以上6時間以下  
である。

絶縁樹脂硬化物27-1の使用時のアウトガスの懸念がある場合は、加熱硬化することが好ましい。例えば、電気部品の使用許容の上限温度で加熱処理すれば、硬化物内部の揮発しやすい低分子成分を減少させ、アウトガスによる悪影響を回避することができる。

絶縁樹脂組成物の硬化物の絶縁破壊電界は、  
10kV/mm以上が良く、より好ましくは15kV/mm以上である。  
10kV/mm未満の場合は、使用電圧によっては、電気部品の配線間、基板20の配線パターン間の距離を長くする必要があり、電源部材の小型化の寄与が小さくなる。

[0034] (絶縁樹脂硬化物の体積抵抗率)

絶縁樹脂組成物の硬化物の体積抵抗率は、

1.  $0E + 10 \Omega \cdot cm$ 以上が良く、より好ましくは

1.  $0E + 12 \Omega \cdot cm$ 以上である。

1.  $0E + 10 \Omega \cdot cm$ 未満の

場合は、使用電圧によっては、電気部品の配線間、基板20の配線パターン間の距離を長くする必要があり、電源部材の小型化の寄与が小さくなる。液状の絶縁樹脂組成物を発熱部品上あるいは基材上にポッティングしたり、筐体内に流し込んだりする前に、接着性を改善する表面改質剤（プライマー）で、これら被着体を処理しても構わない。公知のシリコン用あるいはウレタン用プライマーを使用することができる。

[0035] 上記の電源装置100-1の製造方法の概要をまとめると、基板20とシャシ10との間に樹脂を流し込む製法は以下のものである。

電源装置100-1の製造方法は、

シャシ面11に対して、基板20の一方の面20aがシャシ面11に対向するように基板20を配置する基板配置工程と、

基板20の一方の面20aとシャシ面11との間に、絶縁性を有する液状の樹脂組成物を流し込む流し込み工程と、

流し込まれた液状の樹脂組成物を硬化させてシャシ側樹脂部91を生成する硬化工程とを備える。

ここで、液状の樹脂組成物は、シリコンあるいはウレタンをベース樹脂として用い、無機充填材として、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、酸化マグネシウム、酸化ベリリウムのうち少なくとも一つを含有する。

シャシ側樹脂部27-1の硬度は、ショアAの硬度で70以下であることが好ましい。シャシ側樹脂部27-1は、300℃加熱時の低分子成分揮発量が1000ppm以下であり、ガラス転移点が-20℃以下であることが好ましい。

[0036] また、樹脂を硬化させた後、基板20をシャシ10に取り付ける電源装置100-1の製造方法の概要は以下のものである。

電源装置100-1の製造方法は、

シャシ面11に、絶縁性を有する液状の樹脂組成物を流し込む流し込み工程と、

シャシ面11に流し込まれた液状の樹脂組成物を硬化させて、シャシ側樹脂部91を生成する硬化工程と、

基板20の一方の面20aが、シャシ面11に対向し、かつ、シャシ側樹脂部91に密着するように、基板20をシャシ10に取り付ける取り付け工程と

を備える。

ここで、液状の樹脂組成物は、

シリコンあるいはウレタンをベース樹脂として用い、無機充填材として、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、酸化マグネシウム、酸化ベリリウムのうち少なくとも一つを含有する。

シャシ側樹脂部27-1の硬度は、ショアAの硬度で70以下であることが好ましい。シャシ側樹脂部27-1は、300℃加熱時の低分子成分揮発量が1000ppm以下であり、ガラス転移点が-20℃以下であることが好ましい。

[0037] また、上記のいずれの製法においても、液状の樹脂組成物の25℃における粘度は、300Pa・s以下が好ましい。

[0038] 実施の形態2.

図4、図5を参照して実施の形態2の電源装置100-2を説明する。

図4は、電源装置100-2の断面図である。図5は、図3に対応する図であり、図4の-Z方向矢視に相当する模式的な図である。

[0039] 電源装置100-2は電源装置100-1に対して、宇宙用パワーMOSFETとして、TO-254パッケージのような、電極26であるリードが形成されているタイプの電気部品25を使用する。電源装置100-2では、発熱部品である電気部品25はTO-254である。電源装置100-2は、電源装置100-1に対して、以下の(1)~(3)が異なる。他は電

源装置 100-1 と同じである。

(1) 電気部品 25 の直下に充填スルーホール 21 を設けて、基板 20 の S 面に熱を伝える構成である。

(2) 電気部品 25 の下面と基板 20 との間には、電気部品 25 の熱 8 を充填スルーホール 21 に効率的に伝えるため、熱伝導材 23 が配置されている。熱伝導材 23 は、例えば、はんだペーストあるいは銀ペーストである。

(3) 電気部品 25 は、基板 20 に固定ネジ 29 で固定される。

[0040] 通常、宇宙用として使用される同タイプの電気部品 25 は、電気部品 25 内（パッケージ内）において、基板 20 もしくはシャシ 10 等と接触する面に近い位置に半導体を実装する排熱設計とされている。そのため、図 4 の構成にすることで、効率よくシャシ 10 へ排熱できる。上記（1）～（3）以外の、はんだ、あるいはその他金属あるいは熱伝導性樹脂によるスルーホールへの充填、基板 20 の S 面とシャシ 10 との間に高熱伝導率の樹脂を流し込むことは、実施の形態 1 と同様である。

[0041] 実施の形態 3.

図 6 を参照して実施の形態 3 の電源装置 100-3 を説明する。

図 6 は、電源装置 100-3 を説明する図である。電源装置 100-3 は、電源装置 100-1 に対して基板固定ネジ 31 の頭を、高い熱伝導率の樹脂 27-2 によってポッティングした構成である。電源装置 100-3 の他の構成は、電源装置 100-1 と同じ構成である。

[0042] 宇宙では電源装置 100-3 の周囲に熱伝導に影響を与えるほどの空気等の気体が存在しないため、基板 20 からの発熱は、シャシ 10 へ基板 20 を固定している基板固定ネジ 31 から排熱される。しかし、空気等の気体がないため、基板固定ネジ 31 によって押圧されることにより形成される基板 20 とシャシ 10 の接触面積からのみ排熱される。このため、発熱量の増加と共に、ネジ数を増加させる必要がある。高熱伝導率の樹脂 27-2 により基板固定ネジ 31 を含む基板 20 の端部とシャシ 10 とをポッティング材にて覆うことにより、排熱経路を増やすことが可能である。この場合の樹脂 27

− 2として、絶縁樹脂硬化物 27−1と同じ樹脂を使用することができる。なお図 2の説明で述べたように、シャシ 10には複数のネジ孔 12があり、これらのネジ孔 12に基板固定ネジ 31がねじ込まれる場合には、それらの基板固定ネジ 31の頭部も樹脂 27−2で覆う構成でもよい。なお、基板固定ネジ 31およびネジ孔 12は、基板 20の外周に沿った周縁部に複数配置され、例えば長方形の四隅または四辺に所定の間隔で設けられる。

[0043] 実施の形態 4.

図 7及び図 8は、実施の形態 4の電源装置 100−4を示す図である。図 7及び図 8の電源装置 100−4は、電源装置 100−1に対して、固定部 30の構成が異なる他は、電源装置 100−1と同じである。

[0044] 図 7に示す電源装置 100−4は、基板 20とシャシ 10との間にバネ特性を持ったバネ固定具 33を備える構成である。一般的に絶縁樹脂硬化物 27−1の熱膨張率は数百 ppmであり、金属の数 ppmから数十 ppmと比較して大きい。そのため、シャシ 10と基板 20との間に充填した絶縁樹脂硬化物 27−1が熱によって、厚み及び幅等の寸法が変化する際に、バネ固定具 33により基板 20も絶縁樹脂硬化物 27−1の変化に追従することが可能となる。従って、基板 20と絶縁樹脂硬化物 27−1との剥離を抑制できる。図 7では基板 20とバネ固定具 33とは、はんだ 32aで接続されているが、図 8の電源装置 100−4のように、ネジ 32bで締結してもよい。なお、基板固定ネジ 31およびバネ固定具 33は、基板 20の外周に沿った周縁部に複数配置され、例えば長方形の四隅または四辺に所定の間隔で設けられる。

[0045] 実施の形態 5.

図 9は、実施の形態 5の電源装置 100−5を示す図である。電源装置 100−5は、電源装置 100−1に対して、以下の(1)〜(3)が異なる。他は電源装置 100−1と同じである。

(1) 電気部品 25の電極 26が、電気部品 25の上にある。

(2) 電極 26と充填スルーホール 21とが、電極接続部 28−1である、

ワイヤあるいはブスバーで接続されている。

(3) 電気部品 25 が基板 20 に接着剤 24 で固定されている。

[0046] 一般的に、基板 20 に実装される電気部品 25 では、電極 26 は基板 20 上の回路パターンに直接接続される。しかし、基板 20 と電気部品 25 との熱膨張率が大きく異なる場合は、熱サイクルにて、はんだ付け部にクラックが入ってしまう。このため、敢えて基板 20 とは逆の上方向に電気部品 25 の電極 26 を向け、上に向けた電極 26 に、ワイヤあるいはブスバーを電極延長部として接続して、ワイヤあるいはブスバーを基板 20 の回路パターンに接続する方法が取られる。このような場合において、ワイヤあるいはブスバーを、充填スルーホール 21 と接続し、排熱することが可能である。

[0047] 排熱のため、図 9 では、電極 26 と充填スルーホール 21 とを接続する熱伝達材である電極接続部 28-1 として、ワイヤあるいはブスバーが使用される。

[0048] 実施の形態 6.

図 10 は、実施の形態 6 の電源装置 100-6 を示す図である。電源装置 100-6 は、電源装置 100-5 に対して、さらに、電気部品 25 と、ブスバーあるいはワイヤである電極接続部 28-1 とを、樹脂硬化物 27-3 で包み込んだ構成である。この構成により、熱伝導率を向上させることが可能となる。樹脂硬化物 27-3 は部品側樹脂部 92 である。

[0049] 図 10 のように、充填スルーホール 21 は、基板 20 において電気部品 25 の周囲のいずれかの位置に配置されている。樹脂硬化物 27-3 は、シャシ側樹脂部 91 である絶縁樹脂硬化物 27-1 とともに基板 20 を間に挟むように、基板 20 に対して絶縁樹脂硬化物 27-1 の反対の位置に配置されている。樹脂硬化物 27-3 は、電気部品 25 と、基板 20 の他方の面 20b に現れた充填スルーホール 21 の他方の端部 21b と、電極接続部 28-1 とを封じ込める絶縁性の樹脂硬化物である。樹脂硬化物 27-3 として、絶縁樹脂硬化物 27-1 と同じ樹脂を使用することができる。

[0050] 実施の形態 7.

図 1 1 及び図 1 2 は実施の形態 7 の電源装置 1 0 0 - 7 を示す図である。図 1 1 に示す電源装置 1 0 0 - 7 は、電源装置 1 0 0 - 6 に対して、シャシ接続部 2 8 - 2 である排熱用のブスバーを、電気部品 2 5 の上部に設けた構成である。シャシ接続部 2 8 - 2 はネジ 4 2 でシャシ 1 0 に固定される。排熱用のブスバーにより、排熱を増加できる。この場合、図 1 1 の樹脂硬化物 2 7 - 3 は、絶縁性の樹脂硬化物である接触樹脂部 9 3 である。

[0051] 図 1 2 は、電気部品 2 5 の上部に接触樹脂部 9 3 である樹脂硬化物 2 7 - 4 を配置する構成である。なお、図 1 2 の電気部品 2 5 は、後述する図 1 3 に示す電気部品 2 5 と同様の電極 2 6 を有するが、電極 2 6 の並ぶ方向が図 1 2 では Y 方向であり図 1 3 では X 方向である。樹脂硬化物 2 7 - 4 として、絶縁樹脂硬化物 2 7 - 1 と同じ樹脂を使用することができる。図 1 2 の構成により、SMD タイプのトランスあるいは IC など、基板 2 0 とは逆側である上部が樹脂硬化物 2 7 - 4 でモールドされた電気部品 2 5 の上部からも、排熱できる。

[0052] 図 1 1、図 1 2 に示すように、接触樹脂部 9 3 とシャシ側樹脂部 9 1 である絶縁樹脂硬化物 2 7 - 1 とが、基板 2 0 を間に挟む。接触樹脂部 9 3 は基板 2 0 に対して絶縁樹脂硬化物 2 7 - 1 の反対の位置に配置されて、電気部品 2 5 の少なくとも一部と接触する。熱伝達性を有するシャシ接続部 2 8 - 2 は、接触樹脂部 9 3 とシャシ 1 0 とを接続する。

[0053] 実施の形態 8.

図 1 3 は、実施の形態 8 の電源装置 1 0 0 - 8 を示す図である。電源装置 1 0 0 - 7 では、排熱用として設けたブスバーであるシャシ接続部 2 8 - 2 をシャシ 1 0 に接続している。

電源装置 1 0 0 - 8 では、スルーホール接続部 2 8 - 3 が、基板 2 0 上の充填スルーホール 2 1 の他方の端部 2 1 b に接続している。これにより、熱 8 が絶縁樹脂硬化物 2 7 - 1 を介してシャシ 1 0 に排熱する。このため、図 1 2 の電源装置 1 0 0 - 7 よりも排熱経路を短くできる。

[0054] つまり図 1 3 に示すように、充填スルーホール 2 1 は、基板 2 0 において

電気部品 25 の周囲のいずれかの位置に配置されている。接触樹脂部 93 とシャシ側樹脂部 91 である絶縁樹脂硬化物 27-1 とが基板 20 を間に挟む。接触樹脂部 93 は基板 20 に対して絶縁樹脂硬化物 27-1 の反対の位置に配置されて、電気部品 25 の少なくとも一部と接触する。スルーホール接続部 28-3 は、接触樹脂部 93 と、充填スルーホール 21 の他方の端部 21b とを接続する。

[0055] 実施の形態 9.

図 14 は、実施の形態 9 を表す図である。実施の形態 9 は、電源装置 100 を大気が存在する環境で製造する方法に関する。実施の形態 9 は、真空ではなく、地上の通常の大気環境で基板 20 とシャシ 10 との間に絶縁樹脂硬化物 27-1 (絶縁樹脂組成物) の層を成形する作業、つまり、液状の絶縁樹脂組成物を注入する作業を示している。

実施の形態 9 では電源装置 100-8 を例としているが、実施の形態 9 の方法は、電源装置 100-1 から 100-7 にも適用できる。

[0056] 図 14 の (a) は大気環境での好ましい製造方法を示し、図 14 の (b) は、大気環境での好ましくない製造方法を示している。図 14 の (a), (b) では、空気の流れを矢印 44 で示した。図 14 の (a) では液状の絶縁樹脂組成物と、気泡つまり空気との比重の差により、気泡は液状の絶縁樹脂組成物から上方である Z 方向へ向かうので大気中へと出ていくことになる。このため、空気を巻き込む確率が小さくなる。一方、図 14 の (b) の場合は、上方つまり Z 方向へ向かう空気は基板 20 の S 面で遮られてしまいボイド 41 が形成されやすい。図 14 の (a) の製造方法を用いることにより、大気中に於いても通常、基板 20 の S 面に形成されやすく、熱伝導度を低下させる要因となるボイド 41 の形成を極力避けることが可能である。これにより、機器を真空容器に入れることなく樹脂層を成形でき、作業性が大幅に向上する。また、機器導入に関わるコストも削減可能である。

[0057] 実施の形態 1~9 で述べた電源装置 100 は、高発熱部品が実装された基板の S 面と、人工衛星の構体と接続されている電源のシャシとの間を宇宙環

境に耐えうる高熱伝導率を有する液状絶縁樹脂にてポッティング（充填、モールド）し、及び基板とシャシを接続するネジ部を宇宙環境に耐えうる高熱伝導率を有する液状絶縁樹脂にてポッティング（充填、モールド）することにより、排熱パスを確保する。

すなわち、回路パターンとなる基板中の銅箔に依存する従来の熱伝導経路（基板面内方向）に加え、上記の排熱経路を設けて、電源の筐体であるシャシへの排熱能力を増加させることで、基板上の部品温度上昇を抑制することを可能とするものである。

[0058] \*\*\*実施の形態の効果の説明\*\*\*

高発熱部品の周囲または、その部品が実装されている基板とシャシの間を、宇宙環境に耐えうる高熱伝導率を有する液状絶縁樹脂にてポッティング（充填、モールド）することにより排熱パスを確保する。通常数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の銅箔で構成される回路パターンから成る従来の熱伝導経路（基板面内方向）に加え、その基板とシャシとを高熱伝導率の樹脂にて接続し排熱経路を設ける。この排熱経路によって、基板の面外方向となるシャシ方向への排熱能力を増加させる。これにより基板上の部品温度上昇を抑制することが可能となる。

上記の高熱伝導率を有する液状絶縁樹脂は、高熱伝導性を付与する無機充填材として、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミ、酸化マグネシウム、酸化ベリリウムのうち少なくとも一つを含有する。

液状絶縁樹脂の硬化物の硬度は70以下（ショアA）である。  
また、液状絶縁樹脂の硬化物は、300℃加熱時の低分子成分揮発量が500ppm以下であり、ガラス転移点が-20℃以下である。上記で述べたように、液状絶縁樹脂の硬化物は、シリコンあるいはウレタンがベース樹脂である。

この構成により、熱伝導性ポッティング樹脂で放熱路を確保することで、FET素子等の電気部品の温度上昇を抑制することが可能となり、電源の小型化または高出力化が可能である。ポリイミド基板、ガラエポ基板などの従

来基板を使用しても高発熱部品を実装できる高排熱構造を提供することができる。

[0059] 実施の形態10.

図15から図20を参照して実施の形態10を説明する。実施の形態10では、電源装置101-1、101-2、102-1、102-2、102-3、102-4を説明する。実施の形態10は、電気部品25のグランド端子25aの電位と、シャシ10の電位とを異なる電位に保持し、かつ、電気部品25の熱をシャシ10に伝達する電源装置に関する。実施の形態10の電源装置では、シャシ10が起立部を有する。

[0060] 図15は、電源装置101-1の平面図及び断面図を示している。図15の上側の図は、電源装置101-1のZ1方向の平面図を模式的に示す。図15の上側の図では、充填スルーホール21は実線で示している。図15を参照して実施の形態10の電源装置101-1を説明する。

[0061] 電源装置101-1は、シャシ10、基板20及びシャシ側樹脂部91を備えている。

基板20の一方の面20a及び他方の面20bは、以下、面20a及び面20bと記す。

基板20には電気部品25が実装されている。シャシ10は、基板20の面20aに対向する面であるシャシ面11と、シャシ面11から面20aに向かって起立すると共に起立方向15の端部14aが面20aと接触せずに、面20aに対向する起立部14を有する。起立部14は伝熱部94である。電気部品25に発生した熱が、起立部14に伝達される。シャシ側樹脂部91は、基板20の面20aと起立部14の端部14aとの間に配置され、面20aと端部14aとに接続している。シャシ側樹脂部91は、熱伝導率が $1\text{W}/\text{mK}$ 以上 $10\text{W}/\text{mK}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物である。

[0062] 図15に示すように、基板20は、面20aから面20bへ貫通するスルーホールに熱伝達材が充填された充填スルーホール21を備えている。シャシ側樹脂部91は、面20aに現れた充填スルーホール21の一方の端部2

1 a と起立部 1 4 の端部 1 4 a とに接続している。充填スルーホール 2 1 の熱伝達材は、金属と、熱伝導率が  $1\text{ W/mK}$  以上  $10\text{ W/mK}$  以下の絶縁性の樹脂硬化物とのいずれかである。

[0063] 図 1 5 において、シャシ 1 0 は、取り付け部 1 6 と、伝熱部 9 4 である起立部 1 4 とを有する。電気部品 2 5 のグランド端子 2 5 a は、固定ネジ 2 9 によって、電気部品 2 5 と共に取り付け部 1 6 に固定される。グランド端子 2 5 a は充填スルーホール 2 1 に、熱的に接続している。シャシ 1 0 は、絶縁体 1 7 を有し、電気部品 2 5 は、絶縁体 1 7 に固定ネジ 2 9 で固定されている。具体的には、固定ネジ 2 9 は、シャシ 1 0 に埋め込まれている絶縁体 1 7 に形成された雌ネジ 1 8 に係合する。図 1 5 に示すように、充填スルーホール 2 1 は、固定ネジ 2 9 とは接触していない。

[0064] 起立部 1 4 は、端部 1 4 a の端面 1 4 b がシャシ面 1 1 から突出し、端面 1 4 b が基板 2 0 の面 2 0 a に近接している。シャシ側樹脂部 9 1 が、起立部 1 4 の端面 1 4 b と基板 2 0 の面 2 0 a との間に充填されている。シャシ側樹脂部 9 1 は、電気部品 2 5 に熱的に接続している充填スルーホール 2 1 に、熱的に接続している。

[0065] 充填スルーホール 2 1 の周囲は、基板 2 0 の非導電領域 2 0 c に囲まれている。非導電領域 2 0 c とは、基板 2 0 において導電性のない領域である。図 1 5 に示すように、非導電領域 2 0 c の沿面距離  $d_1$  は、グランド端子 2 5 a から、定められた距離  $d$  以上の長さである。具体的には、グランド端子 2 5 a の端と起立部 1 4 の側面 1 4 c との、面 2 0 a に沿う沿面距離  $d_1$  は、定められた距離  $d$  以上の長さである。沿面距離  $d_1$  が定められた距離  $d$  以上であることによって、高電圧の電気部品 2 5 を基板 2 0 に取り付けることが可能になる。電気部品 2 5 の電極 2 6 及びグランド端子 2 5 a の電位は、シャシ 1 0 とは異なる電位となる。

[0066] 図 1 5 に示す電源装置 1 0 1 - 1 は、起立部 1 4 によって段差を設けたシャシ 1 0 と、基板 2 0 に設けた充填スルーホール 2 1 とを、シャシ側樹脂部 9 1 で埋めている構成である。この構成により、充填スルーホール 2 1 が、

「段差の壁面である起立部 14 の側面 14 d および起立部 14 の端面 14 b」と、接続されているという特徴を持つ。

[0067] 電気部品 25 の熱 8 は、基板 20 の充填スルーホール 21 からシャシ側樹脂部 91 に伝達し、シャシ側樹脂部 91 からシャシ 10 の起立部 14 に伝わる。また、電気部品 25 の熱 8 は、固定ネジ 29 の周囲から基板 20 を介して取り付け部 16 に伝達する。

[0068] 電源装置では、基板 20 に形成されたスルーホールとシャシ 10 とを樹脂で接続し、一定方向に排熱させる構成の場合、排熱性能は樹脂の熱伝導率に大きく依存する。

これに対し、実施の形態 10 の電源装置では、シャシ 10 に、起立部 14 によって凸状の段差を設けている。また、後述する実施の形態 11 では、シャシ 10 に凹状の凹部 55 を設けている。

樹脂内の熱拡散により、凸状または凹状の壁面に熱を拡散させることによって、排熱パスが増え、または、樹脂の中で最短ルートの排熱パスが形成される。このような排熱パスによって排熱性能が向上するため、電源装置に、より高い排熱性を持たせることができる。

[0069] 図 16 は、電源装置 101-1 の変形例である電源装置 101-2 を示す。電源装置 101-2 は、電気部品 25 が部品側樹脂部 92 に覆われている。この点が電源装置 101-1 と異なるのみである。このように、電気部品 25 が部品側樹脂部 92 に覆われる構成でもよい。

[0070] 図 17 は、電源装置 102-1 の平面図及び断面図を示している。

図 17 の上側の図は、電源装置 102-1 の Z1 方向の平面図を模式的に示す。図 17 の上側の図では、起立部 14-1 の端面 14 b と、複数の充填スルーホール 21 との位置を示している。なお上側の図では、充填スルーホール 21 は実線で示している。

[0071] 基板 20 は、面 20 a から面 20 b へ貫通するスルーホールに熱伝達材が充填された充填スルーホール 21 を備えている。起立部 14-1 は、シャシ側樹脂部 91 の内部でシャシ面 11 から面 20 a に向かって起立しており、

起立方向15の端部14aが面20aに対向している。シャシ側樹脂部91は、面20aに現れた充填スルーホール21の一方の端部21aに接続している。

図17では、起立部14-1の端面14bは、基板20の面20aの非導電領域20cに当接している。つまり、起立部14-1の端部14aの端面14bは、非導電領域20cに接触している。面20aにおいて充填スルーホール21の一方の端部21aが現れていない領域は非導電領域20cである。

[0072] 起立部14-1は、例えば柱形状である。起立部14-1は、例示すれば、円柱形状、三角柱形状、四角柱形状または5角以上の多角柱形状である。

[0073] 図17では、非導電領域20cの回りには、複数の充填スルーホール21が配置される。図17の上側の図のように、非導電領域20cは、複数の充填スルーホール21に周囲を囲まれている。

[0074] 図17に示すように、複数の充填スルーホール21の上に、電気部品25が配置されている。また起立部14は、シャシ側樹脂部91に囲まれている。なお、図17では、起立部14の端面14bは基板20の面20aと接触しているが、端面14bと基板20の面20aとの間に、シャシ側樹脂部91が充填されても良い。

[0075] 図17に示すように、起立部14の端面14bの端部と、最も近い充填スルーホール21との、面20aに沿う沿面距離d1は、電源装置101-1と同様に、定められた距離d以上の長さである。これは電源装置102-2、102-3、102-4も同様である。

[0076] 図18は、電源装置102-2の断面図である。

図19は、電源装置102-3の断面図である。

図20は、電源装置102-4の断面図である。

電源装置102-2、電源装置102-3及び電源装置102-4は、電源装置102-1に対して、起立部の形状が異なる。電源装置102-2の起立部14-2及び電源装置102-4の起立部14-4は、いずれも、起立

方向15を法線の方向とする断面の形状が、起立方向15に向かって変化している。起立部14-2及び起立部14-4では、断面の形状が起立方向15に向かって次第に小さくなる。

[0077] 電源装置102-2の起立部14-2は、横断面積（外径）が変化している。電源装置102-2の起立部14-2は、シャシ面11から基板20の面20aに向かって、段階的に横断面積が小さくなる。電源装置102-2の起立部14-2は、外径の異なる複数の円柱を、シャシ面11から基板20の面20aに向かって、外径の大きい順に積み上げた形状である。

[0078] 電源装置102-3の起立部14-3は、シャシ面11から面20aに向かって、横断面積の外径が長径と短径を繰り返して変化する。例えば、起立部14-3は螺旋形状もしくは縦断面が楔形状となっており、外周が凹凸形状をなす。

[0079] 電源装置102-4の起立部14-4は、シャシ面11から基板20の面20aに向かって緩やかに、もしくは連続的に断面積が小さくなる。例えば起立部14-4は、円錐台形状もしくは多角錐台形状をなす。

[0080] \*\*\*実施の形態10の効果の説明\*\*\*

電源装置101-1及び電源装置101-2では、起立部14の端面14bと面20aとをシャシ側樹脂部91が接続している。また、沿面距離d1が、定められた距離d以上の長さである。よって、電源装置101-1及び電源装置101-2によれば、グランド端子25aの電位と、シャシ10の電位とを異なる電位に保持し、かつ、電気部品25の熱をシャシ10に伝達することができる。

[0081] 電源装置102-1から電源装置102-4では、起立部14の端面14bが面20aに接触している。起立部の端面14bと面20aとをシャシ側樹脂部91が接続している。さらに、沿面距離d1が、定められた距離d以上の長さである。よって、電源装置102-1から電源装置102-4によれば、グランド端子25aの電位と、シャシ10の電位とを異なる電位に保持し、かつ、電気部品25の熱をシャシ10に伝達することができる。

## [0082] 実施の形態 1 1 .

図 2 1 は、実施の形態 1 1 による電源装置 1 0 3 を示す図である。電源装置 1 0 3 では、シャシ面 1 1 に対して段差が設けられており、凹状の凹部 5 5 が存在する。凹部 5 5 は、図 2 1 では、角部 A から D で示される。凹部 5 5 はシャシ面 1 1 よりも低い、底面 1 1 a を有する。

電源装置 1 0 3 は、電気部品 2 5、基板 2 0、基板 2 0 の面 2 0 a に対向するシャシ面 1 1 を有するシャシ 1 0 及びシャシ側樹脂部 9 1 を備える。基板 2 0 は、面 2 0 a の裏面である面 2 0 b のうち電気部品 2 5 で覆われる領域に、はんだレベラー 5 4 が形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 を有し、面 2 0 a に、はんだレベラー 5 4 が形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 を有する。また、基板 2 0 は、面 2 0 a から面 2 0 b へ貫通し、内面にはんだレベラー 5 4 が形成され電気部品 2 5 で覆われる領域に配置された複数のスルーホール 5 2 を有する。

シャシ側樹脂部 9 1 は、電気部品 2 5 と基板 2 0 の面 2 0 b に形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 との間と、基板 2 0 の面 2 0 a に形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 とシャシ 1 0 との間と、スルーホール 5 2 の内部とに配置される。

シャシ側樹脂部 9 1 は、熱伝導率が  $1\text{ W/mK}$  以上  $10\text{ W/mK}$  以下であり、硬度がショア A 硬度計で 70 以下である。シャシ側樹脂部 9 1 は、絶縁性の樹脂硬化物である。

[0083] 図 2 1 に示すように、スルーホール 5 2 に形成されたはんだレベラー 5 2 a は、面 2 0 a に形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 と、面 2 0 b に形成されたはんだレベラー形成領域 5 1 とに接続している。

[0084] 図 2 1 に示すように、電源装置 1 0 3 の特徴は、上記で述べたように、以下の (1) (2) (3) で説明している箇所に、樹脂硬化物であるシャシ側樹脂部 9 1 が配置されていることである。ここでシャシ側樹脂部 9 1 については、熱伝導率が  $1\text{ W/mK}$  以上  $10\text{ W/mK}$  以下であり、硬度がショア A 硬度計で 70 以下である。シャシ側樹脂部 9 1 は、絶縁性の樹脂硬化物であ

る。

(1) シャシ側樹脂部 91 は、電気部品 25 と、基板 20 の面 20 b に形成されているはんだレベラー形成領域 51 との間に配置されている。

はんだレベラー形成領域 51 では、基板 20 の面 20 b に施された銅メッキ 53 の表面に、はんだレベラー 54 が形成されている。

(2) シャシ側樹脂部 91 は、基板 20 の面 20 a に形成されているはんだレベラー形成領域 51 と、シャシ 10 との間に配置されている。

(3) シャシ側樹脂部 91 は、電気部品 25 の直下の基板 20 の領域に形成されたスルーホール 52 の内部に配置されている。

ここで、スルーホール 52 の内面には銅メッキ 53 が施されており、銅メッキ 53 の表面にはんだレベラー 54 が施されている。

スルーホール 52 の内部は、銅メッキ 53 とはんだレベラー 54 との積層構造である。

[0085] 電源装置 103 では、発熱する電気部品 25 からシャシ 10 に至る排熱経路が、樹脂であるシャシ側樹脂部 91 で形成される。

硬度が低い樹脂を用いることで、熱衝撃及び振動で発生する応力が樹脂によって吸収または緩和できる。

このため、電気部品 25、基板 20、スルーホール 52、シャシ 10 のそれぞれと、シャシ側樹脂部 91 の樹脂界面との剥離を抑制できるので、排熱信頼性を高めることができる。

電気部品 25 と基板 20 との間に低硬度のシャシ側樹脂部 91 を介在させることで、電気部品 25 と基板 20 との密着力が高まり、界面熱抵抗を低減できる。

電気部品 25 と基板 20 との間に設ける樹脂硬化物であるシャシ側樹脂部 91 の厚みは、熱抵抗を下げるために薄い方がよく、シャシ側樹脂部 91 の厚みは、0.25 mm 以下が好ましい。

尚、電気部品 25 は、樹脂モールド品、セラミックパッケージ品または金属ケースで覆われた構成のどれでも良い。

## [0086] &lt;変形例 1 &gt;

また、図 21 に示すシャシ側樹脂部 91 として、粘度  $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上  $300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下の液状樹脂組成物を用いても良い。

[0087]  $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上の高粘度の液状樹脂組成物を、シャシ 10 の底面 11a または基板 20 の面 20b に、通常の場合よりもより厚く塗布する。

塗布された高粘度の液状樹脂組成物は、基板 20 を基板固定ネジ 31 でシャシ 10 に固定するとき、または、電気部品 25 が固定ネジ 29 で基板 20 に固定されるときに発生する圧力によって、スルーホール 52 の内部に充填される。

なお、 $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上の高粘度の液状樹脂組成物の粘度は、上記のように  $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上  $300 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以下である。

ただし、液状樹脂組成物の粘度が高いほどネジ固定がしにくくなるため、より好ましくは、液状樹脂組成物の粘度は、 $50 \text{ Pa} \cdot \text{s} \sim 150 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  である。

粘度が  $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  以上の樹脂であっても、塗布時には、樹脂はスルーホール 52 に充填される。

しかし、硬化時に粘度が下がり、スルーホール 52 から流れ出る場合がある。その場合は、加熱硬化の可能な樹脂であれば、低温で樹脂を加熱して半硬化させた後、半硬化させた温度よりも高い硬化温度で樹脂を硬化させる。これにより、スルーホール 52 からの流れ出しが、改善できる。

液状樹脂組成物の粘度が  $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  未満の場合、樹脂の硬化時に粘度が下がり、スルーホール 52 の内部に樹脂が留まらず、未充填領域が発生するおそれがあり、また、樹脂の硬化後に、スルーホール 52 の内部にボイドが残存するそれがある。これらの場合、樹脂が流動しないように、樹脂を堰きとめるための壁を設ける必要がある。

## [0088] &lt;変形例 2 &gt;

また、樹脂硬化物が、同一樹脂で形成されてもよい。「同一樹脂」における同一とは、樹脂の物性が同一とみなされることを意味する。

つまり、

- (1) 電気部品 25 と基板 20 のはんだレベラー形成領域 51 との間と、
- (2) 基板 20 の面 20 a に形成されたはんだレベラー形成領域 51 とシャシ 10 との間と、
- (3) 電気部品 25 直下に設けた基板 20 のスルーホール 52 の内部とを、異なる樹脂で充填した場合には、各樹脂硬化物の硬度及び熱膨張率のような物性の違いにより、熱衝撃のため硬化物界面で剥離が起こる恐れがある。一方に、物性が同一の樹脂を充填することで、剥離のような課題を回避できる。

[0089] 実施の形態 12.

図 22 から図 34 を参照して、実施の形態 12 の電源装置 104 を説明する。図 22 に示す枠 A 及び枠 B の構成の相違によって、電源装置 104 として、電源装置 104-1 から電源装置 104-7 の 7 つを説明する。区別の必要がない場合には、電源装置 104-1 から電源装置 104-7 は、電源装置 104 と記す。

[0090] 電源装置 104 の特徴は、主に以下の (1) から (3) である。

- (1) 電源装置 104 は、図 15 の電源装置 101-1 に対して、後述のように、枠 A から枠 C に示す構成が異なる。
- (2) 電源装置 104 は、電気部品 25 とシャシ 10 とが電氣的に非接触である。電気部品 25 は半導体パッケージを想定する。
- (3) 電源装置 104 は、人工衛星のような宇宙機で使用されるが、宇宙機で使用される際の放射線の影響が考慮されている。

[0091] 実施の形態 12 では、基板 20 の一方の面 20 a を裏面 20 a と記し、他方の面 20 b を実装面 20 b と記す。

[0092] 図 22 は電源装置 104-1 の断面図を示す。図 22 に示す電源装置 104-1 は、図 15 に示す電源装置 101-1 に対して、点線の枠 A、枠 B 及び枠 C で示す構成が異なる。

- (a) 枠 A で示す構成は、電気部品 25 と基板 20 との固定方法に関する。

(b) 枠Bで示す構成は、基板20の端部とシャシ10との固定方法に関する。

(c) 枠Cで示す構成は、電気部品25の下面と基板20の実装面20bとの間に配置される第2樹脂部96に関する。第2樹脂部96はシャシ側樹脂部91と同じ樹脂である。シャシ側樹脂部91が電気部品25の下面と基板20の実装面20bとの間に配置された場合、シャシ側樹脂部91は第2樹脂部96である。

[0093] 実施の形態12では、枠Aで示す構成としてタイプA1からタイプA3の3タイプと、枠Bで示す構成としてタイプB1及びタイプB2の2タイプとの組み合わせである、6つの構成を説明する。また変形例として後述の電源装置104-7を説明する。タイプA1とタイプB1からなる構成をA1-B1のように表すとすれば、6つの構成は、A1-B1、A1-B2、A2-B1、A2-B2、A3-B1、A3-B2のように表せる。電源装置104-1はA1-B1の構成である。

[0094] 図22は、A1-B1の構成の電源装置104-1を示す断面図及び平面図である。

図23は、A1-B2の構成の電源装置104-2を示す断面図及び平面図である。

図24は、A2-B1の構成の電源装置104-3を示す断面図及び平面図である。

図25は、A2-B2の構成の電源装置104-4を示す断面図及び平面図である。

図26は、A3-B1の構成の電源装置104-5を示す断面図及び平面図である。

図27は、A3-B2の構成の電源装置104-6を示す断面図及び平面図である。

図28は、タイプA1の構成を示す部分拡大図である。

図29は、タイプA2の構成を示す部分拡大図である。

図30は、タイプA3の構成を示す部分拡大図である。

図31は、タイプB1の構成を示す部分拡大図である。

図32は、タイプB2の構成を示す部分拡大図である。

図33は、電源装置104-6の変形例である電源装置104-7を示す断面図及び平面図である。図22から図27、及び図33は図15と同様の、電源装置104の断面図及び平面図である。

[0095] <電源装置104-1の構成>

図22、図28及び図31を参照して、A1-B1の構成を有する電源装置104-1を説明する。宇宙機に用いられる電源装置104は、基板20と、シャシ10と、シャシ側樹脂部91と、固定ネジ29と、絶縁部材60とを備える。基板20は、電気部品25が実装面20bに実装されている。電気部品25は銅を基材としたメタルパッケージで覆われている。シャシ10は、実装面20bの裏面20aに対向するシャシ面11と、ネジ加工が施されたネジ加工部10aとを有する。図28では、ネジ加工部10aは、シャシ10の表面が掘られて形成されている。ネジ加工部10aの内部にはネジが切られている。ネジ加工部10aはシャシ10と一体に形成されている。シャシ側樹脂部91は、基板20の裏面20aとシャシ面11との間に配置され、裏面20aとシャシ面11とに接続する、熱伝導率が $1\text{W}/\text{mK}$ 以上 $10\text{W}/\text{mK}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物である。固定ネジ29は、頭部29aと、ネジ加工された軸部29bとを有する。絶縁部材60には、固定ネジ29が配置される貫通孔61が形成されている。絶縁部材60は、ガラスエポキシ、PTFE (Poly Tetra Fluoro Ethylene)、またはカプトンのような材質である。

[0096] 図31に示すタイプB1の構成の構成は、図15に示す構成に対して、基板固定ネジ31がワッシャ31aを有する点が異なる。その他の構成は図15に示す基板固定ネジ31を用いた固定方法と同じである。

[0097] 図28を参照してタイプA1の構成を説明する。タイプA1の構成では、固定ネジ29と絶縁部材60を用いて、電気部品25と基板20との両方が

シャシ10に固定される。電気部品25と基板20とは、それぞれ、貫通孔25d、貫通孔20dが形成されている。絶縁部材60は、第1配置部60aと第2配置部60bを有する。貫通孔61は、第1配置部60aと第2配置部60bを貫通している。第1配置部60aは、電気部品25の貫通孔25dに基板20の貫通孔20dが続いて配置されて形成された空間71に配置される。第2配置部60bは、電気部品25の貫通孔25dの外側に配置されて電気部品25の貫通孔25dの周縁25eに当たる。固定ネジ29にはワッシャ72が取り付けられている。固定ネジ29は、絶縁部材60の貫通孔61からシャシ10の方向へ露出した軸部29bの端部29cがシャシ10のネジ加工部10aとねじ結合することで電気部品25と基板20との両方をシャシ10に固定する。また固定ネジ29は、絶縁部材60の貫通孔61に配置されることで電気部品25とシャシ10とを電氣的に非接触にする。

[0098] <電源装置104-2の構成>

図23、図28及び図32を参照して、A1-B2の構成の電源装置104-2を説明する。タイプA1の構成は電源装置104-1で説明したのでその説明は省略する。図32を参照してタイプB2の構成を説明する。タイプB2は図31のタイプB2に対して、柱状部10bを有する点が異なる。図32には重量部品77が示されている。重量部品77としては、積層セラミックキャパシタまたはタンタルキャパシタのような部品がある。柱状部10bによって重量部品77を支持し、重量部品77を原因とする振動を低減する。柱状部10bはシャシ10の表面の削り出し加工で作成することができる。電源装置104-2は、柱状部10bと結合ネジ10cを備えている。柱状部10bは、シャシ面11から柱状に起立し、ネジ加工が施され、起立する方向の端面が基板20の裏面20aに接続する。柱状部10bは、内側にはネジ加工が施されている。結合ネジ10cは、ワッシャ10dが取り付けられており、柱状部10bとネジ結合する。基板20には、柱状部10bと接続する位置に貫通孔20eが形成されている。結合ネジ10cは、柱

状部 10b と接続する位置に形成された貫通孔 20e を貫通して柱状部 10b とネジ結合することで、基板 20 を柱状部 10b に固定する。柱状部 10b を設けることで、重量部品 77 に起因する振動が低減できる。

[0099] <電源装置 104-3 の構成>

図 24、図 29 及び図 31 を参照して、A2-B1 の構成の電源装置 104-3 を説明する。タイプ B1 の構成は電源装置 104-1 で説明したのでその説明は省略する。図 29 を参照してタイプ A2 の構成を説明する。基板 20 の下にシャシ 10 がない場合は、タイプ A2 として、貫通孔 25d と貫通孔 20d で形成される空間 71 から露出した固定ネジ 29 の軸部 29b の端部 29c を、ワッシャ 74 及びナット 73 で止めている。このように、固定ネジ 29 は、電気部品 25 の貫通孔 25d に基板 20 の貫通孔 20d が続いて配置されて形成された空間 71 に、軸部 29b が挿し込まれて空間 71 から軸部 29b の端部 29c が露出している。固定ネジ 29 は、露出した端部 29c がナット 73 とねじ結合することで、電気部品 25 と基板 20 とを互いに固定する。

[0100] <電源装置 104-4 の構成>

図 25 に示す電源装置 104-4 は、A2-B2 の構成を有する。タイプ A2 は電源装置 104-3 で説明し、タイプ B2 は電源装置 104-2 で説明したとおりである。

[0101] <電源装置 104-5 の構成>

図 26 に示す電源装置 104-5 は、A3-B1 の構成を有する。タイプ A3 を示す図 30 を参照して、タイプ A3 の構成を説明する。タイプ A3 は、図 28 のタイプ A1 に対して、ネジ加工部 10a が柱状部 10b と同様の柱形状の構成である。図 30 のネジ加工部 10a は、柱状部 10b と同様に、シャシ 10 の表面の削り出し加工で作成することができる。

[0102] <電源装置 104-6 の構成>

図 27 に示す電源装置 104-6 は、A3-B2 の構成を有する。タイプ A3 の構成は電源装置 104-5 の説明で述べたとおりである。タイプ B2 の

構成は電源装置104-2の説明で述べたとおりである。

[0103] <電源装置104-7の構成>

図33に示す電源装置104-7は、電源装置104-6に対して、柱状のネジ加工部10aがシャシ10と別部品である。ネジ加工部10aはシャシ10の裏面から、ネジ75及びワッシャ76によってシャシ10に固定される。ネジ加工部10aの内面にはネジ加工が施されている。ネジ加工部10aの基板20の側の取付構造は電源装置104-6と同じである。電源装置104-7はタイプB2の構成との組み合わせであるが、柱状のネジ加工部10aが別部品である構成は、タイプB1の構成と組み合わせてもよい。また、タイプB2の柱状部10bはシャシ10と一体に形成されているが、タイプB2の柱状部10bは電源装置104-7のネジ加工部10aのように、シャシ10と別部品としてもよい。

[0104] 次に、電源装置104と放射線との関係を述べる。宇宙機に配置される電源装置104は、放射線にさらされる。電気部品25を設置するシャシ10は、肉厚を2mm以上とすることで、 $\alpha$ 線、 $\gamma$ 線、電子線、中性子線のような放射線の透過性を弱めることができる。電源装置104が15年間で受ける放射線総量としては、シャシ側樹脂部91及び第2樹脂部96の変質の防止から、5Mrad以下が良く、より好ましくはアナログ半導体の誤動作及び特性劣化を防止する観点から2Mrad以下が良い。さらには、電源装置104がデジタル半導体を搭載する場合はその誤動作及び特性劣化を防止する観点から、電源装置104が15年間で受ける放射線総量は、0.1Mrad以上1Mrad以下の範囲になるように設定することが最も好適である。

[0105] シャシ側樹脂部91は、硬化後にショアAの硬度で50以下であり、15年間で受ける放射線総量5Mradを照射した後にショアAの硬度で70以下とする。シャシ側樹脂部91は、未反応の活性基が放射線照射により反応し重合が進むため、硬度が進む傾向がある。しかし、50Mradを超える過剰な放射線を照射すると、側鎖の有機基が開裂し、架橋が進んで樹脂が収縮し、硬度が顕著に高くなる。樹脂収縮が起こると高熱伝導樹脂と、シャシ

、基板、電気部品または半田ラベラーなどのような被着体との界面で剥離が起こり、排熱が低下する。このような樹脂の現象有無は、FT-IR分析による構造解析により、側鎖の有機基のピークの減少で判定できる。シャシ側樹脂部91が15年間で受ける放射線総量が5Mrad以下であれば、FT-IR分析による構造解析により、側鎖の有機基のピーク強度に変化がなく、側鎖の有機基の開裂は起こらないことが確認されている。このため、シャシ側樹脂部91が15年間で受ける放射線総量が5Mrad以下であれば、排熱性能を低下せずに好適に使用できる。

[0106] 以上により、電源装置104については、15年間で受ける放射線総量の上限は、5Mradと、2Mradと、0.1Mrad以上1Mrad以下の範囲の値との、いずれかである。また、シャシ側樹脂部91は、硬化後のショアAの硬度で50以下であり、15年間で受ける放射線総量を5Mradとして放射線を照射した後のショアAの硬度で70以下である。

[0107] 図34は、放射線量の遮蔽を説明する図である。図34は、例えば特開2003-291898号公報に示される人工衛星構体230の一例を示した図である。図34において、電子機器208は、人工衛星に搭載される電子機器である。電子機器208は電気部品25に相当する。セントラルシリンダ221は、人工衛星構体230の中央に配置される円筒形をなす。ウェブパネル222は、セントラルシリンダ221の外側に半径方向にかつセントラルシリンダ221の中心軸に平行に取り付けられる。天井パネル223は、セントラルシリンダ221とウェブパネル222の上端に水平方向に取り付けられて箱型の人工衛星構体230の天井を構成する。ベースパネル224は、セントラルシリンダ221の下側から水平方向に取り付けられて箱型の人工衛星構体230の底板を構成する。外表面パネル225は、ウェブパネル222、天井パネル223およびベースパネル224に取り付けられて、人工衛星構体230の外表面を構成する。

[0108] セントラルシリンダ221の周囲に、電源装置104と他の電子機器を配置する。それらそれぞれを放射線に対する遮蔽物とすることで、宇宙機であ

る人工衛星の寿命の期間に、電源装置104及び他の電子機器が被ばくする放射線量を調整する。調整された環境下でシャシ側樹脂部91を使用することで、人工衛星の寿命の期間における放射線の影響によるシャシ側樹脂部91の劣化が低減できる。

[0109] \*\*\*実施の形態12の効果\*\*\*

(1) 実施の形態12の電源装置104はシャシ側樹脂部91を備えたので、簡易な構成の排熱構造で電源装置の熱を排熱できる。

(2) 電源装置104-1、104-2、104-5から104-7は、基板と電気部品とが、絶縁部材60を介して固定ネジでシャシに固定される。よって、シャシと電気部品との電氣的な非接触を確保した上で、耐振動性を有する宇宙用の電源装置を提供できる。

(3) 電源装置104-3及び電源装置104-4は、ナット73によって、電気部品25と基板20とを互いに固定するので、基板20とシャシ10との間に空間を有する仕様の電源装置104の場合も、電気部品25と基板20とを固定できる。

(4) 実施の形態12の電源装置104は、15年間で受ける放射線総量の上限が、5Mradと、2Mradと、0.1Mrad以上1Mrad以下の範囲の値との、いずれかになるように制限する。これにより、15年間で受ける放射線総量が制限されるので、シャシ側樹脂部91の放射線に起因する劣化による不具合を防止できる。よって、シャシ側樹脂部91による排熱効果が15年間維持できる。

[0110] 以上、実施の形態1から実施の形態12について説明したが、これらの実施の形態は宇宙用の電源装置に関するものであり、これら実施の形態のうち、2つ以上を組み合わせても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、1つを部分的に実施しても構わない。あるいは、これらの実施の形態のうち、2つ以上を部分的に組み合わせて実施しても構わない。なお、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

## 符号の説明

[0111] 8 熱、10 シャシ、10a ネジ加工部、10b 柱状部、10c 結合ネジ、10d ワッシャ、11 シャシ面、11a 底面、12 ネジ孔、13 範囲、14、14-1、14-2、14-3、14-4 起立部、14a 端部、14b 端面、14c 側面、15 起立方向、16 取り付け部、17 絶縁体、18 雌ネジ、20 基板、20a 一方の面、20b 他方の面、20c 非導電領域、20d 貫通孔、20e 貫通孔、21 充填スルーホール、21a 一方の端部、21b 他方の端部、23 熱伝導材、24 接着剤、25 電気部品、25a グランド端子、25d 貫通孔、25e 周縁、26 電極、27-1 絶縁樹脂硬化物、27-2 樹脂、27-3、27-4 樹脂硬化物、28-1 電極接続部、28-2 シャシ接続部、28-3 スルーホール接続部、29 固定ネジ、29a 頭部、29b 軸部、29c 端部、30 固定部、31 基板固定ネジ、31a ワッシャ、32a はんだ、32b ネジ、33 バネ固定具、41 ボイド、42 ネジ、51 はんだレベラー形成領域、52 スルーホール、53 銅メッキ、54 はんだレベラー、55 凹部、60 絶縁部材、60a 第1配置部、60b 第2配置部、61 貫通孔、71 空間、72 ワッシャ、73 ナット、74 ワッシャ、75 ネジ、76 ワッシャ、77 重量部品、91 シャシ側樹脂部、92 部品側樹脂部、93 接触樹脂部、94 伝熱部、96 第2樹脂部、100、100-1、100-2、100-3、100-4、100-5、100-6、100-7、100-8、101-1、101-2、102-1、102-2、102-3、102-4、103、104、104-1、104-2、104-3、104-4、104-5、104-6、104-7 電源装置、208 電子機器、221 セントラルシリンダ、222 ウェブパネル、223 天井パネル、224 ベースパネル、225 外表面パネル、230 人工衛星構体。

## 請求の範囲

[請求項1]

宇宙機に用いられる電源装置であって、  
電気部品が実装面に実装された基板と、  
前記実装面の裏面に対向するシャシ面と、ネジ加工が施されたネジ加工部とを有するシャシと、  
前記基板の前記裏面と前記シャシ面との間に配置され、前記裏面と前記シャシ面とに接続する、熱伝導率が $1\text{ W/m K}$ 以上 $10\text{ W/m K}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物であるシャシ側樹脂部と、  
ネジ加工された軸部を有する固定ネジと、  
前記固定ネジが配置される貫通孔が形成されている絶縁部材と、  
を備え、  
前記電気部品と前記基板とは、  
貫通孔が形成されており、  
前記絶縁部材は、  
前記電気部品の前記貫通孔に前記基板の前記貫通孔が続いて配置されて形成された空間に配置された第1配置部と、  
前記電気部品の前記貫通孔の外側に配置されて前記電気部品の前記貫通孔の周縁に当たる第2配置部と、  
を有し、  
前記固定ネジは、  
前記絶縁部材の前記貫通孔から前記シャシの方向へ露出した前記軸部の端部が前記シャシの前記ネジ加工部とねじ結合することで前記電気部品と前記基板との両方を前記シャシに固定すると共に、前記絶縁部材の前記貫通孔に配置されることで前記電気部品と前記シャシとを電氣的に非接触にする電源装置。

[請求項2]

前記シャシの有する前記ネジ加工部は、  
前記シャシと一体に形成されている請求項1に記載の電源装置。

[請求項3]

前記シャシの有する前記ネジ加工部は、

前記シャシとは別部品である請求項 1 に記載の電源装置。

[請求項4]

前記電源装置は、さらに、

前記シャシ面から柱状に起立し、ネジ加工が施され、起立する方向の端面が前記基板の前記裏面に接続する柱状部と、

前記柱状部とネジ結合する結合ネジと、

を備え、

前記基板は、

前記柱状部と接続する位置に貫通孔が形成されており、

前記結合ネジは、

前記柱状部と接続する位置に形成された前記貫通孔を貫通して前記柱状部とネジ結合することで、前記基板を前記柱状部に固定する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の電源装置。

[請求項5]

前記柱状部は、

前記シャシと一体に形成されている請求項 4 に記載の電源装置。

[請求項6]

前記柱状部は、

前記シャシとは別部品である請求項 4 に記載の電源装置。

[請求項7]

15年間で受ける放射線総量の上限は、

5 Mrad以下である請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の電源装置。

[請求項8]

前記シャシ側樹脂部は、

硬化後のショアAの硬度で50以下であり、15年間で受ける放射線総量を5 Mradとして放射線を照射した後のショアAの硬度で70以下である請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の電源装置。

[請求項9]

宇宙機に用いられる電源装置であって、

電気部品が実装面に実装された基板と、

前記実装面の裏面に対向するシャシ面を有するシャシと、

前記基板の前記裏面と前記シャシ面との間に配置され、前記裏面と

前記シャシ面とに接続する、熱伝導率が $1\text{ W/m K}$ 以上 $10\text{ W/m K}$ 以下の絶縁性の樹脂硬化物であるシャシ側樹脂部と、

ネジ加工された軸部を有する固定ネジと、  
を備え、

前記電気部品と前記基板とは、

貫通孔が形成されており、

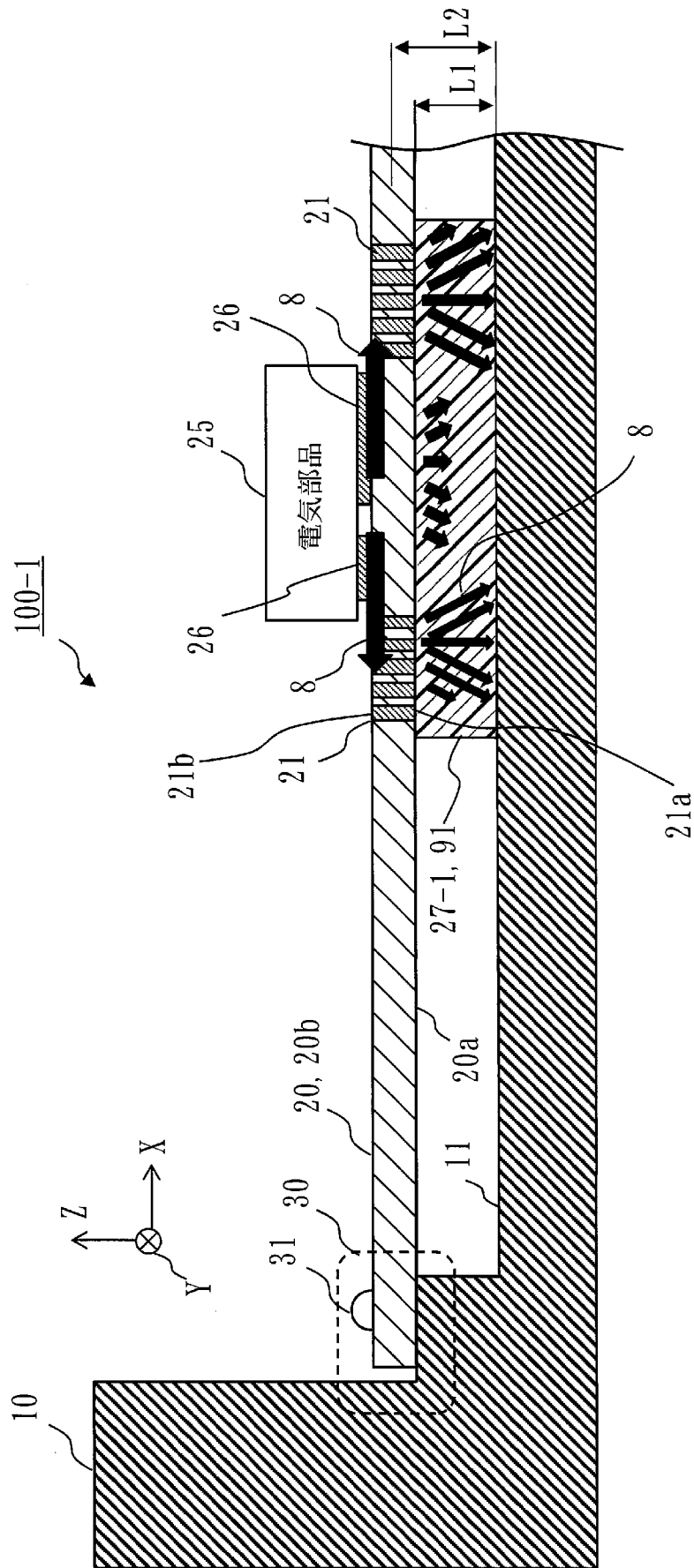
前記固定ネジは、

前記電気部品の前記貫通孔に前記基板の前記貫通孔が続いて配置されて形成された空間に、前記軸部が挿し込まれて前記空間から前記軸部の端部が露出しており、露出した前記端部がナットとねじ結合することで前記電気部品と前記基板とを互いに固定すると共に、

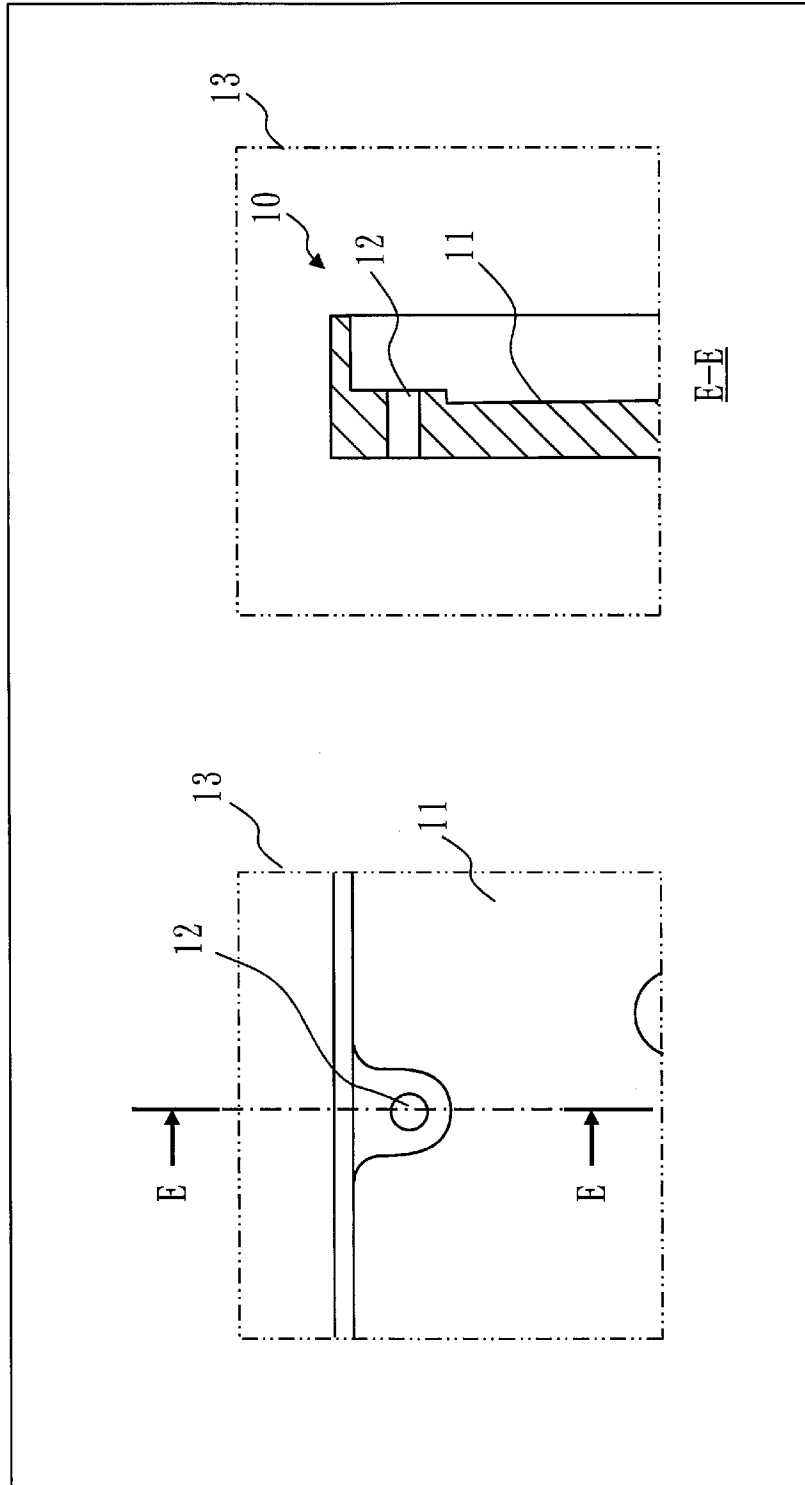
前記電気部品と前記シャシとは、

電氣的に非接触である電源装置。

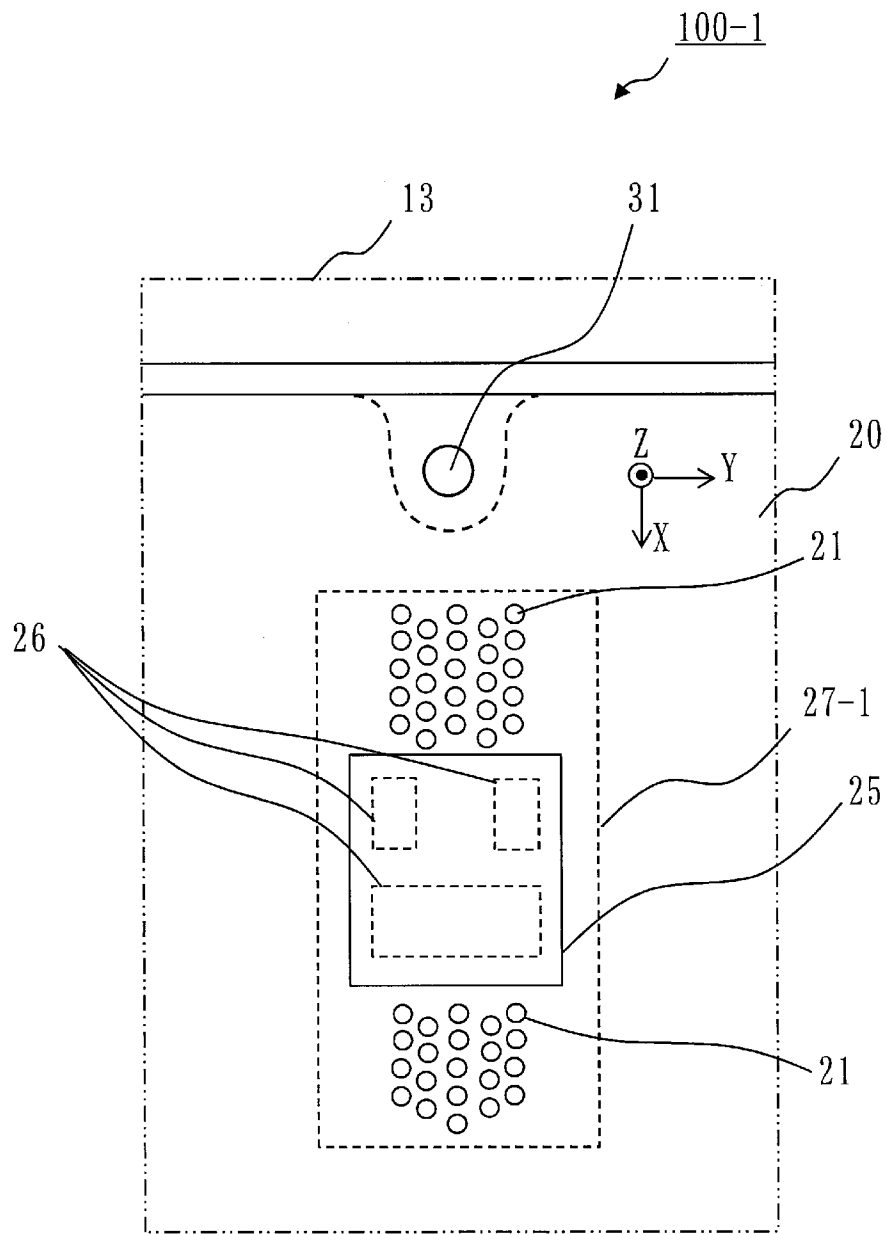
[図1]



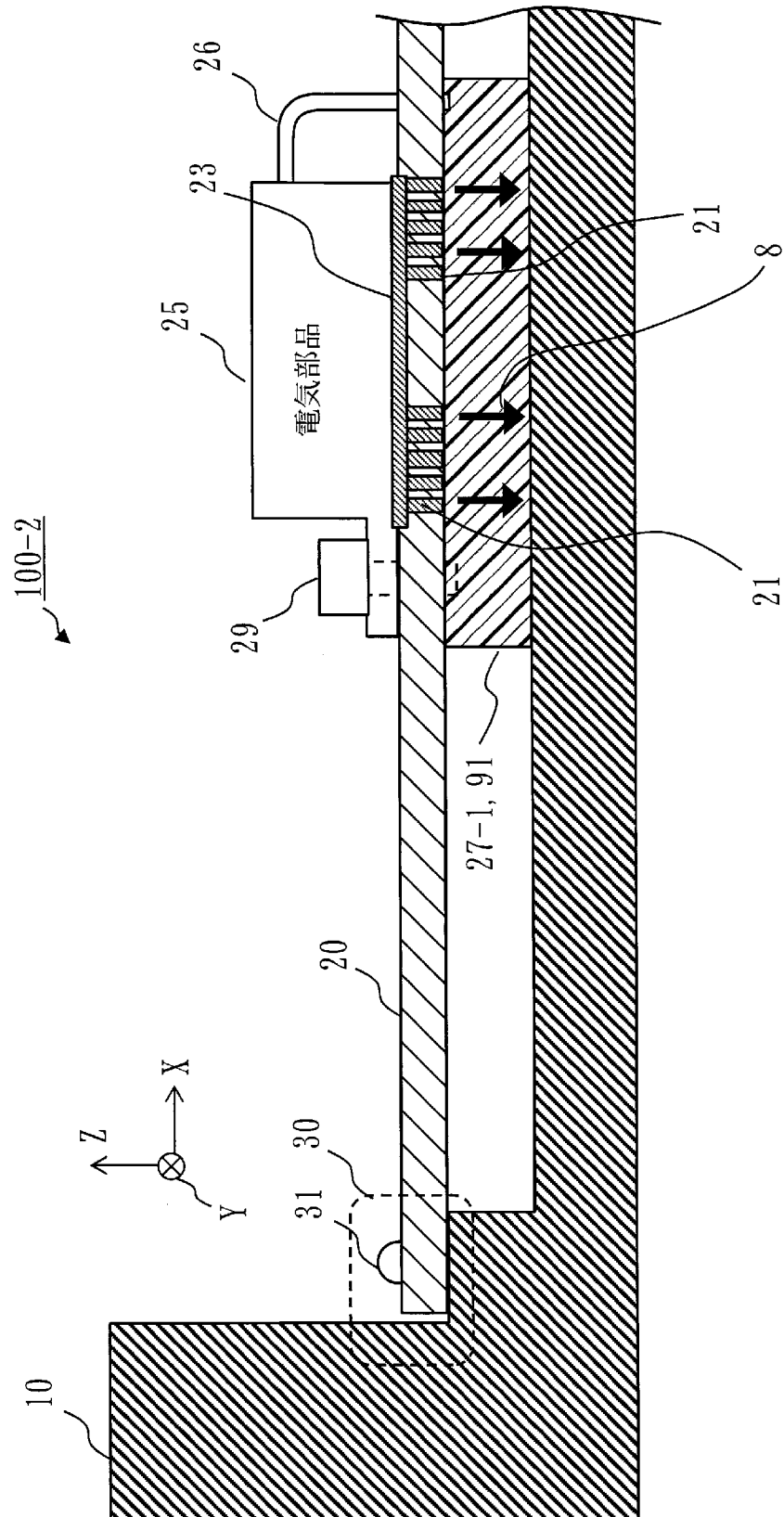
[図2]



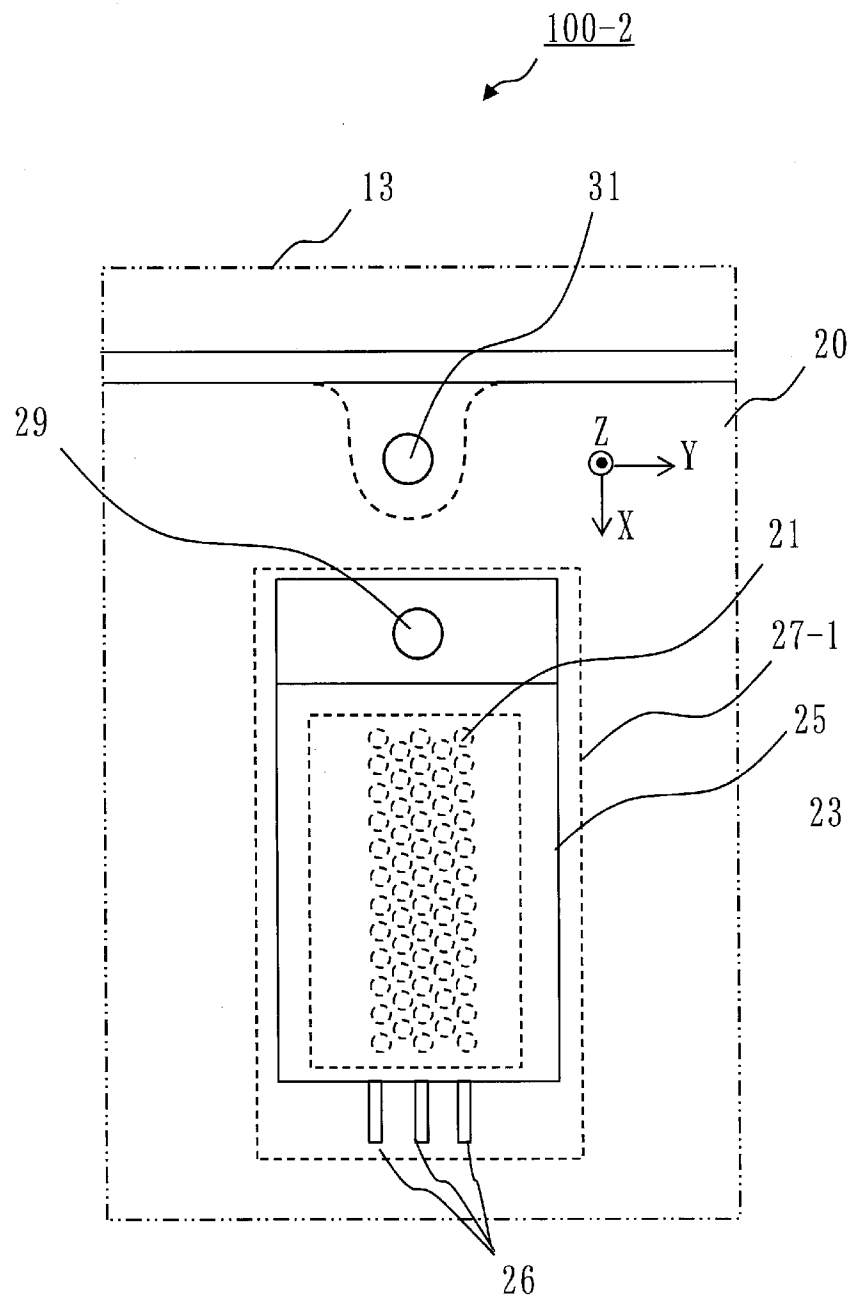
[図3]



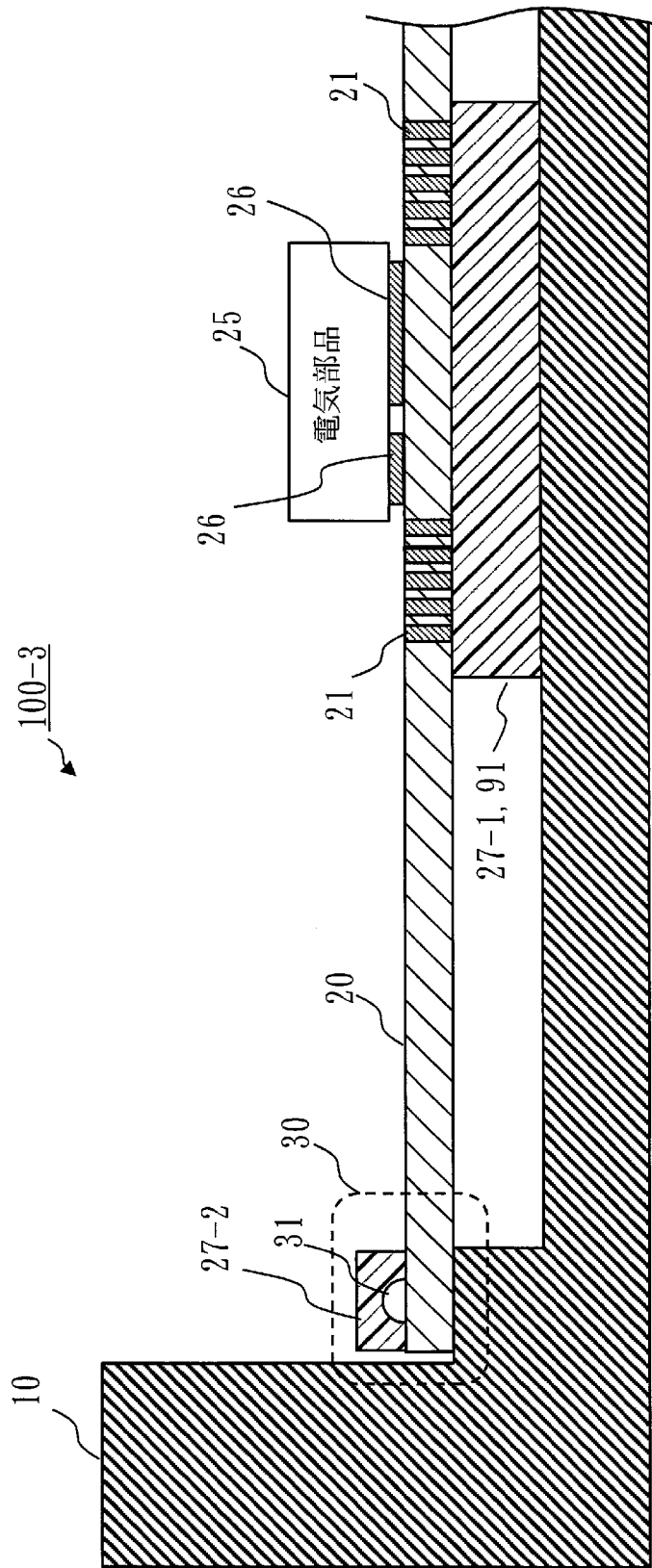
[図4]



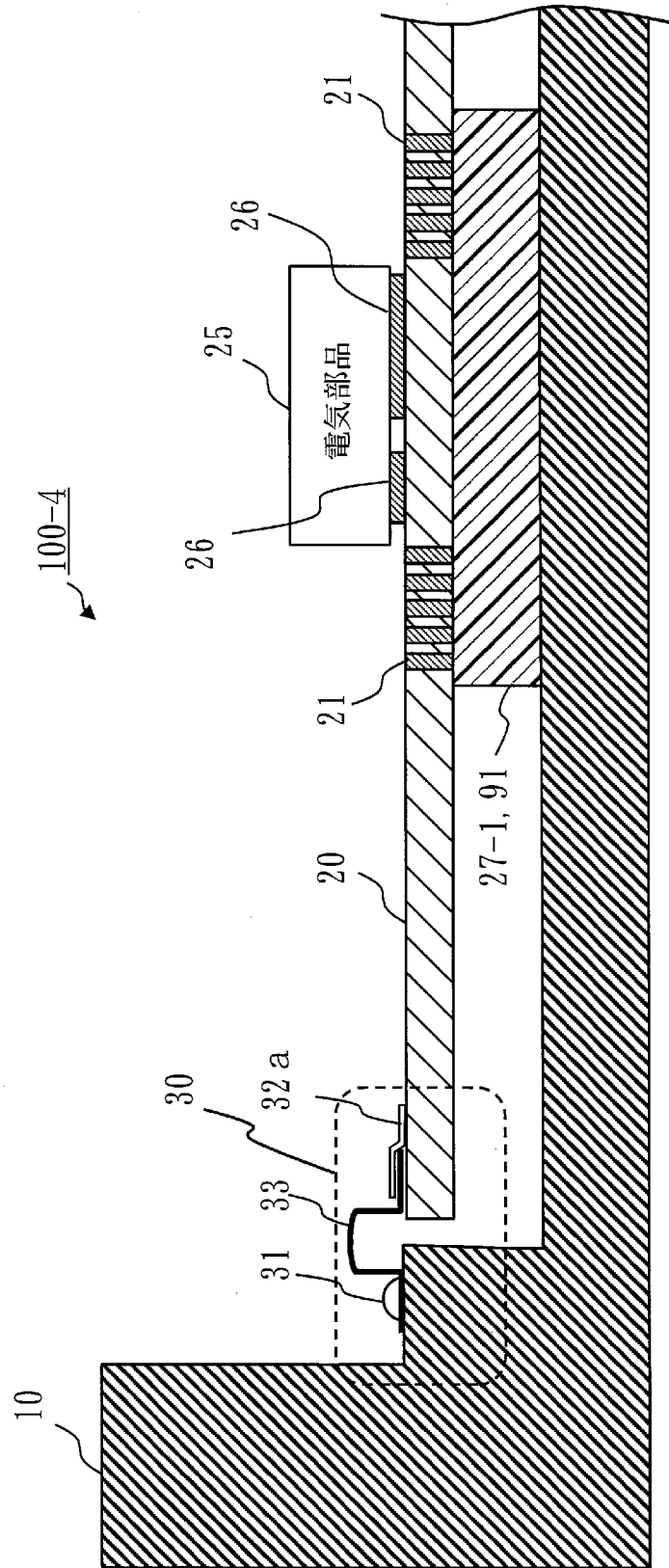
[図5]



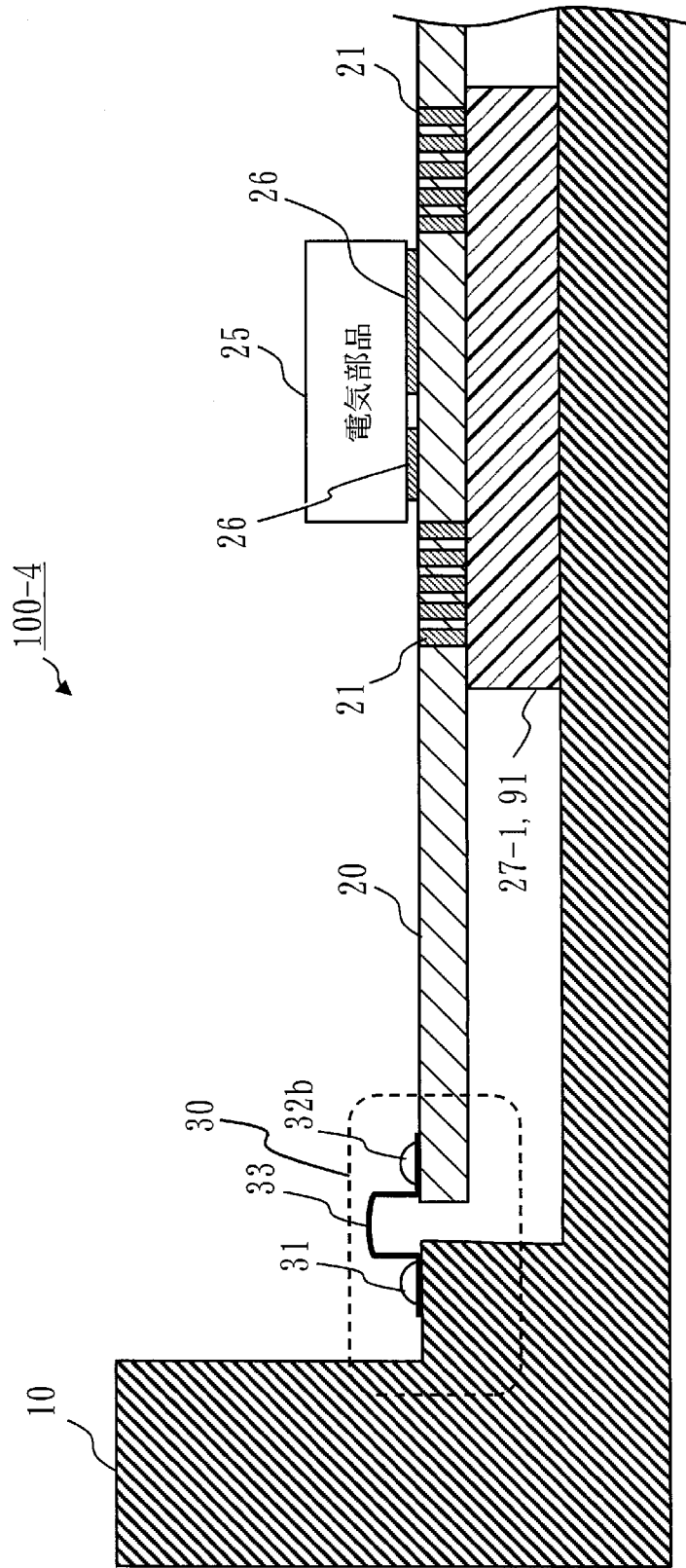
[図6]



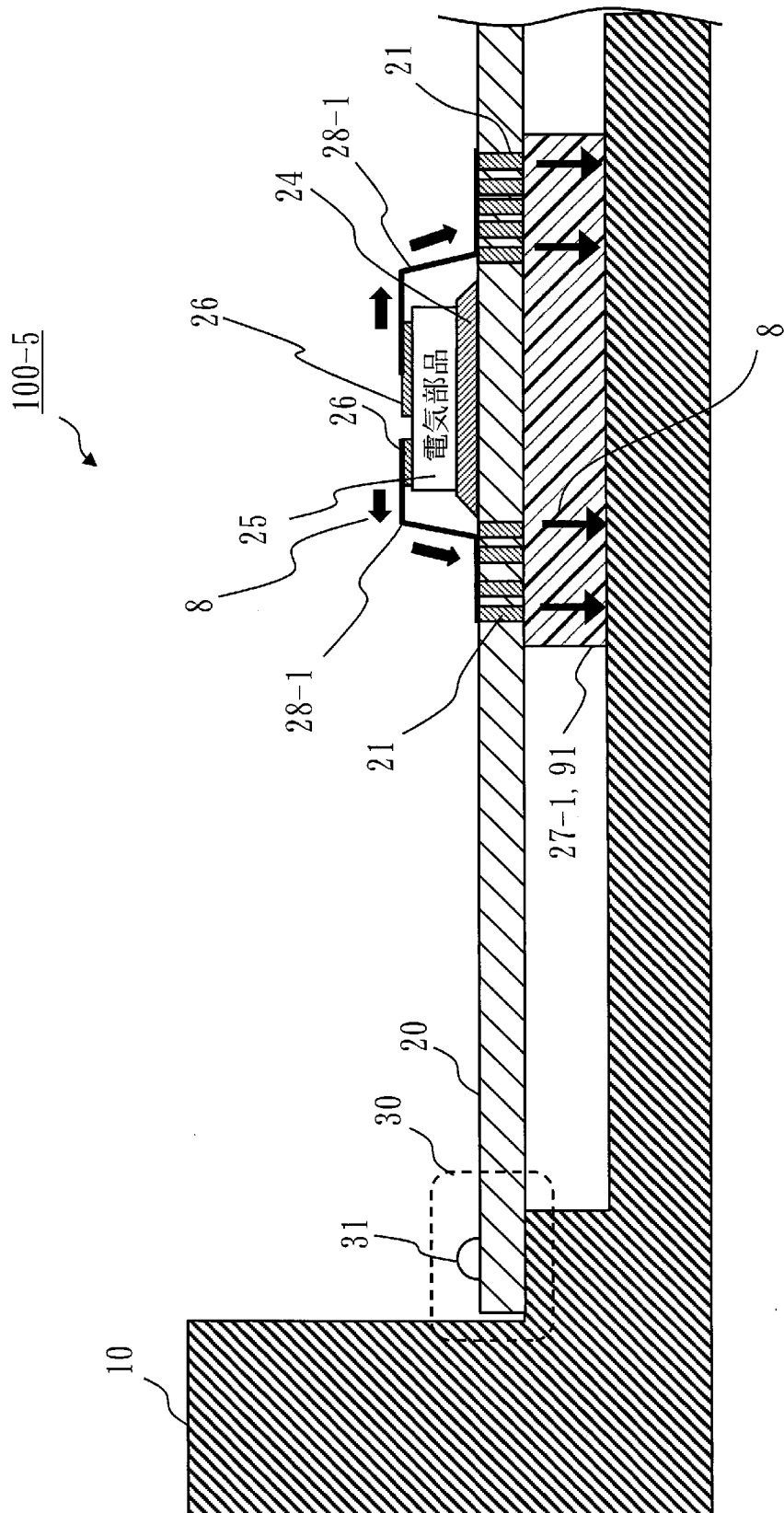
[図7]



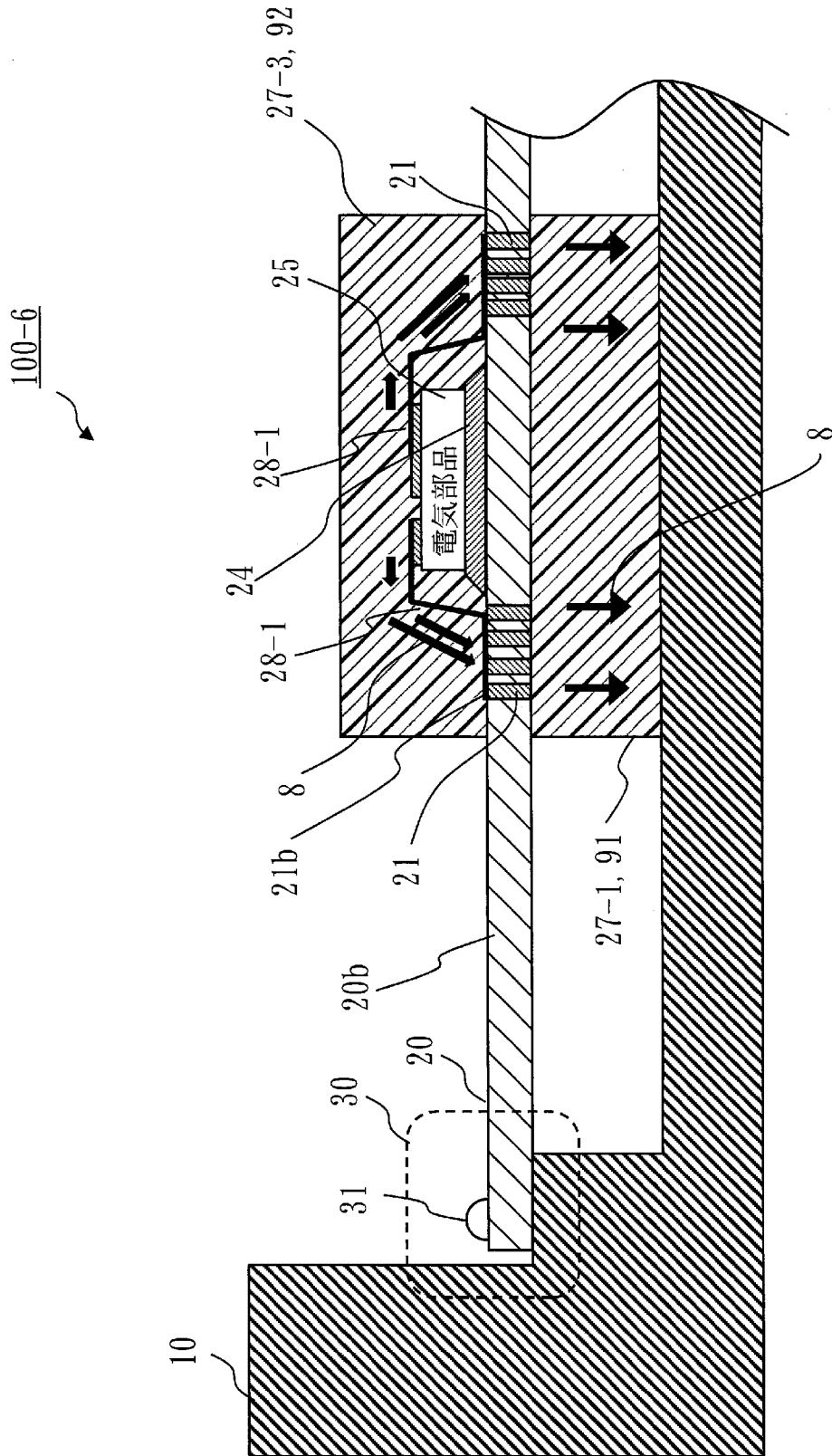
[図8]



[図9]

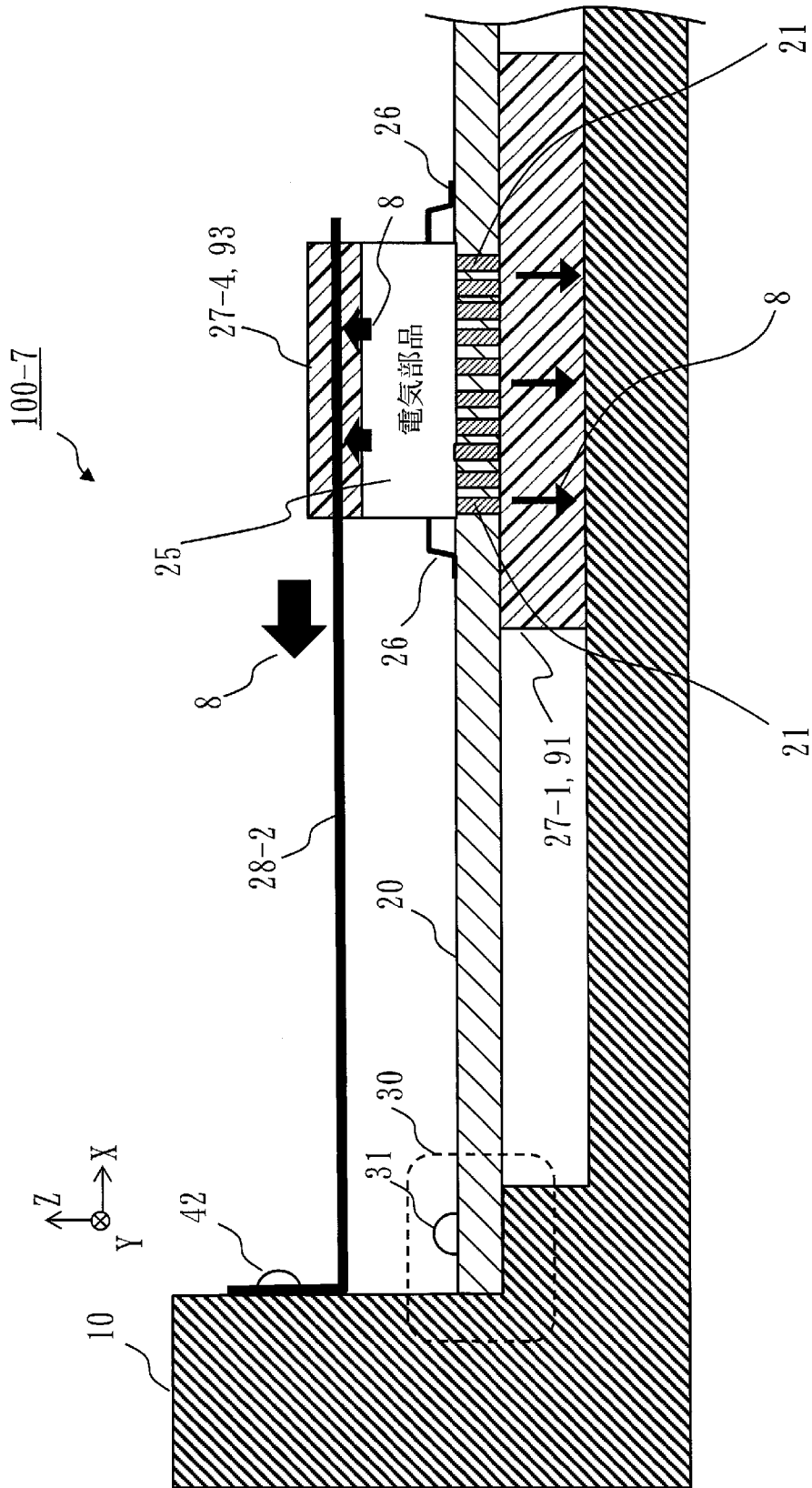


[図10]

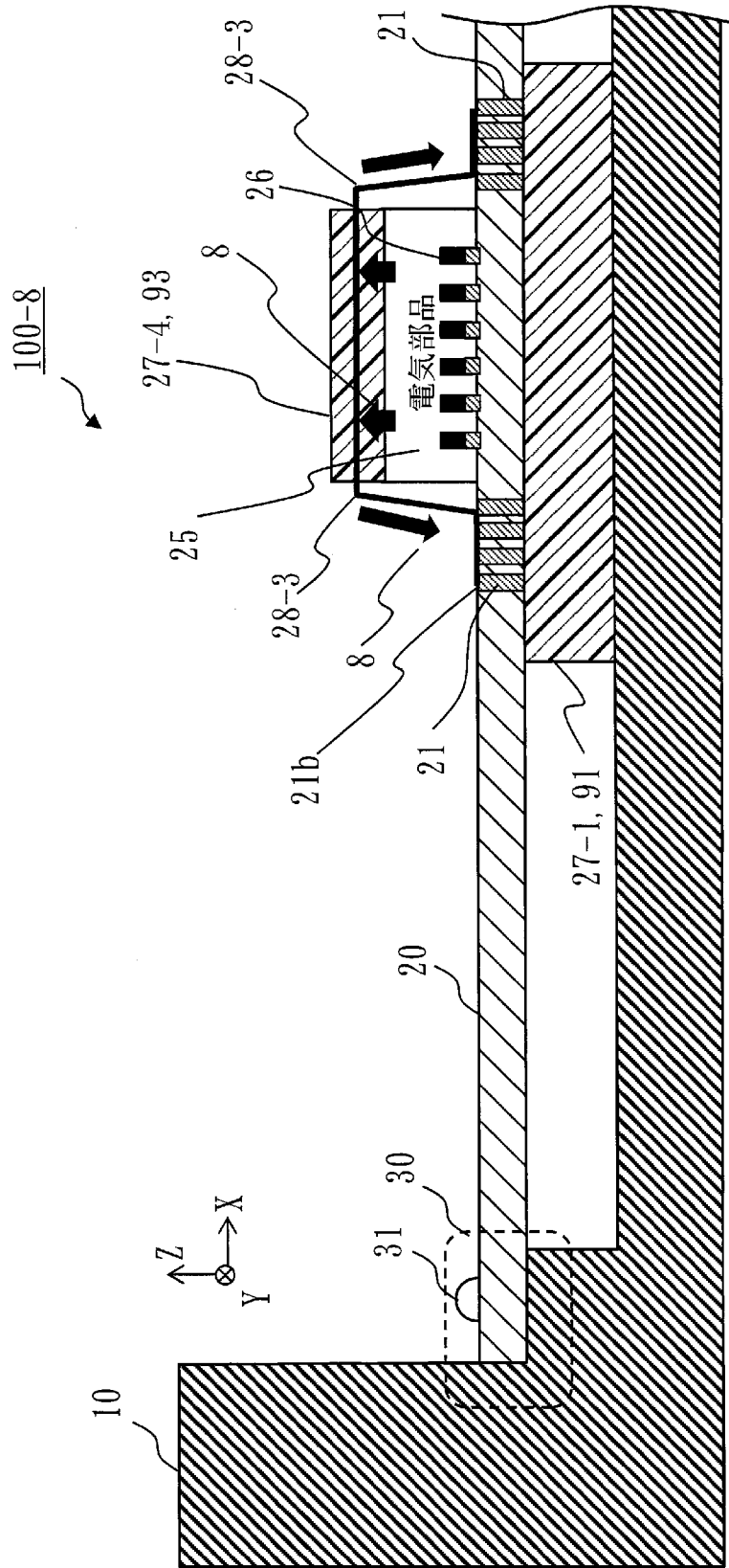




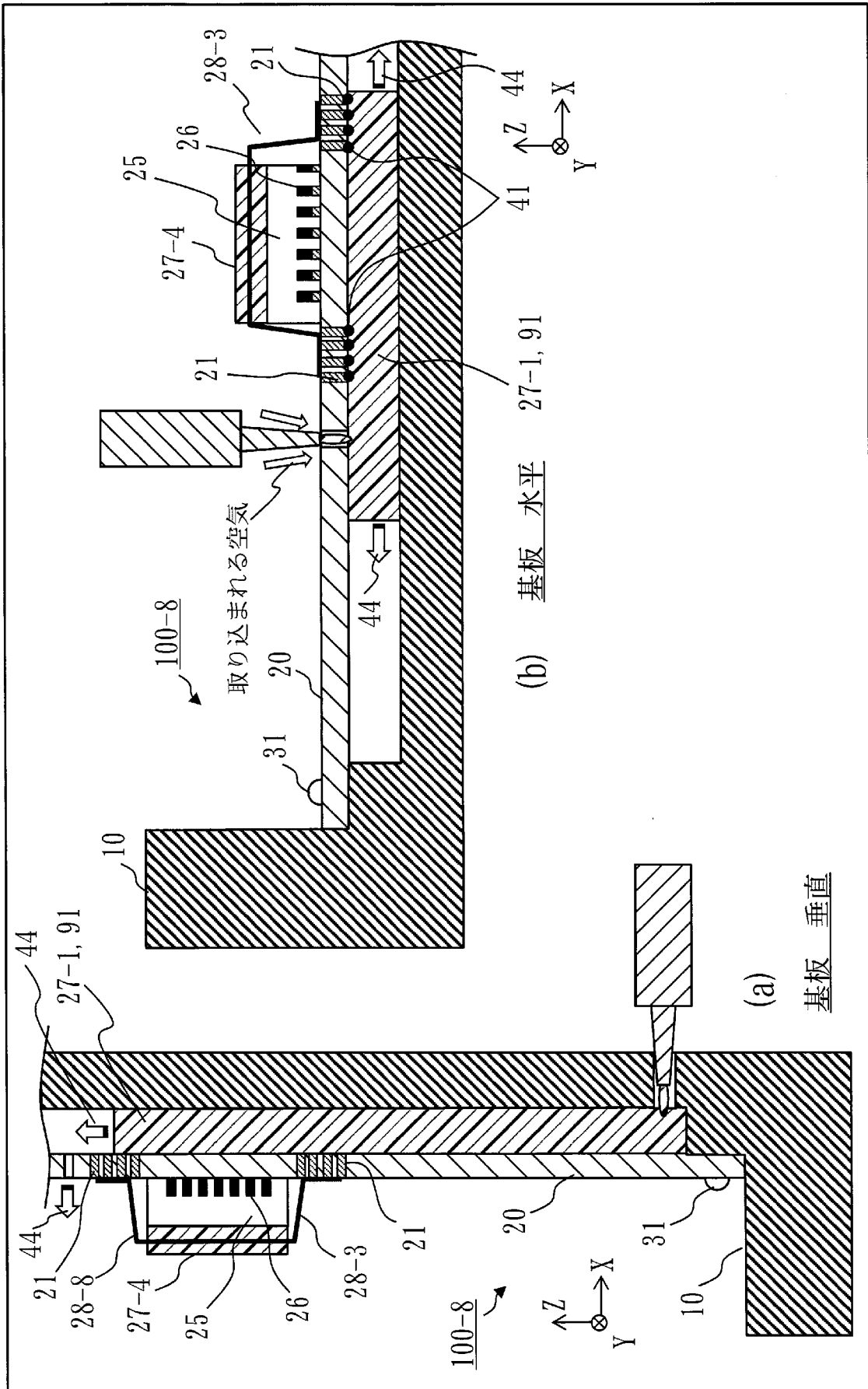
[図12]



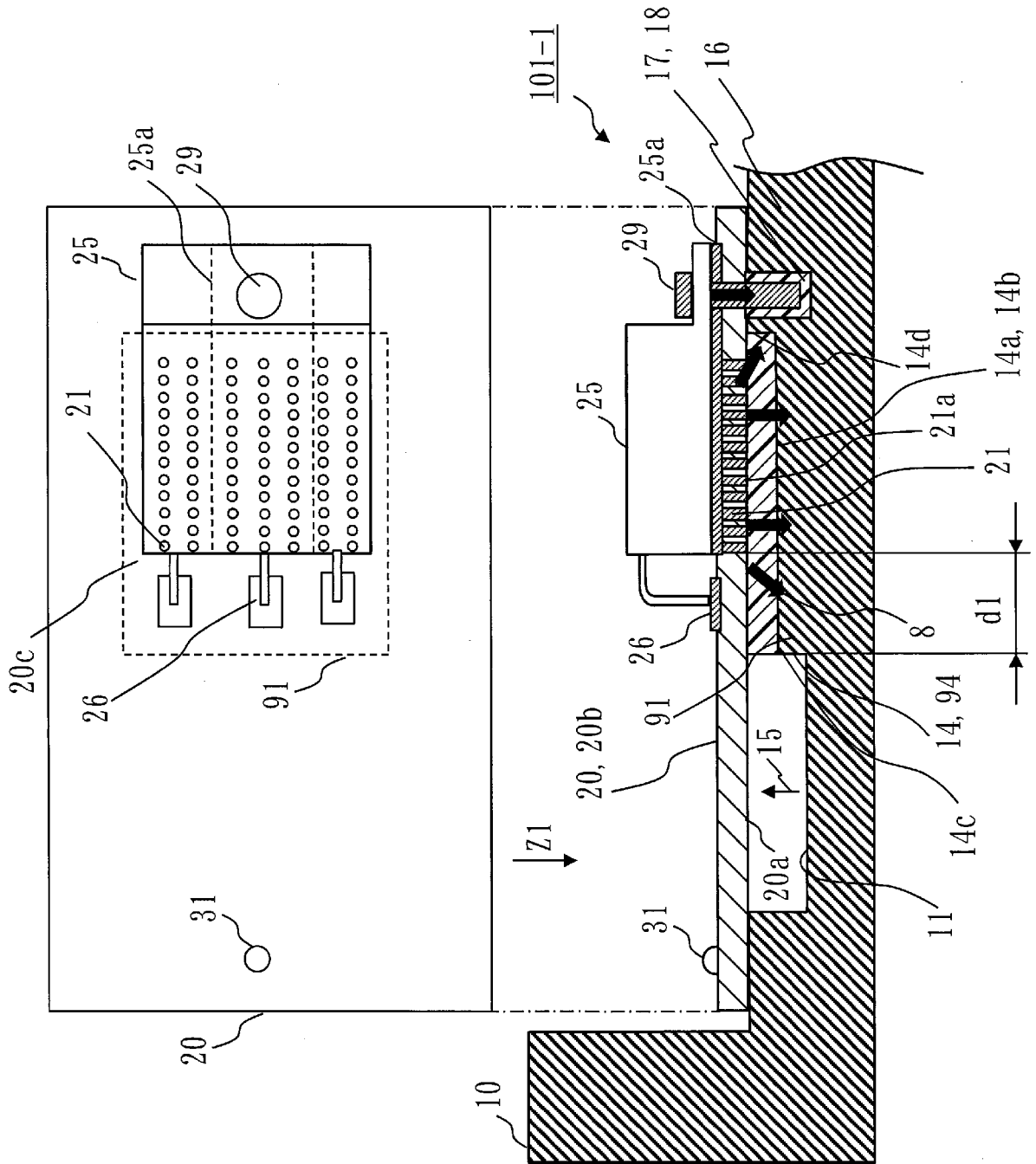
[図13]



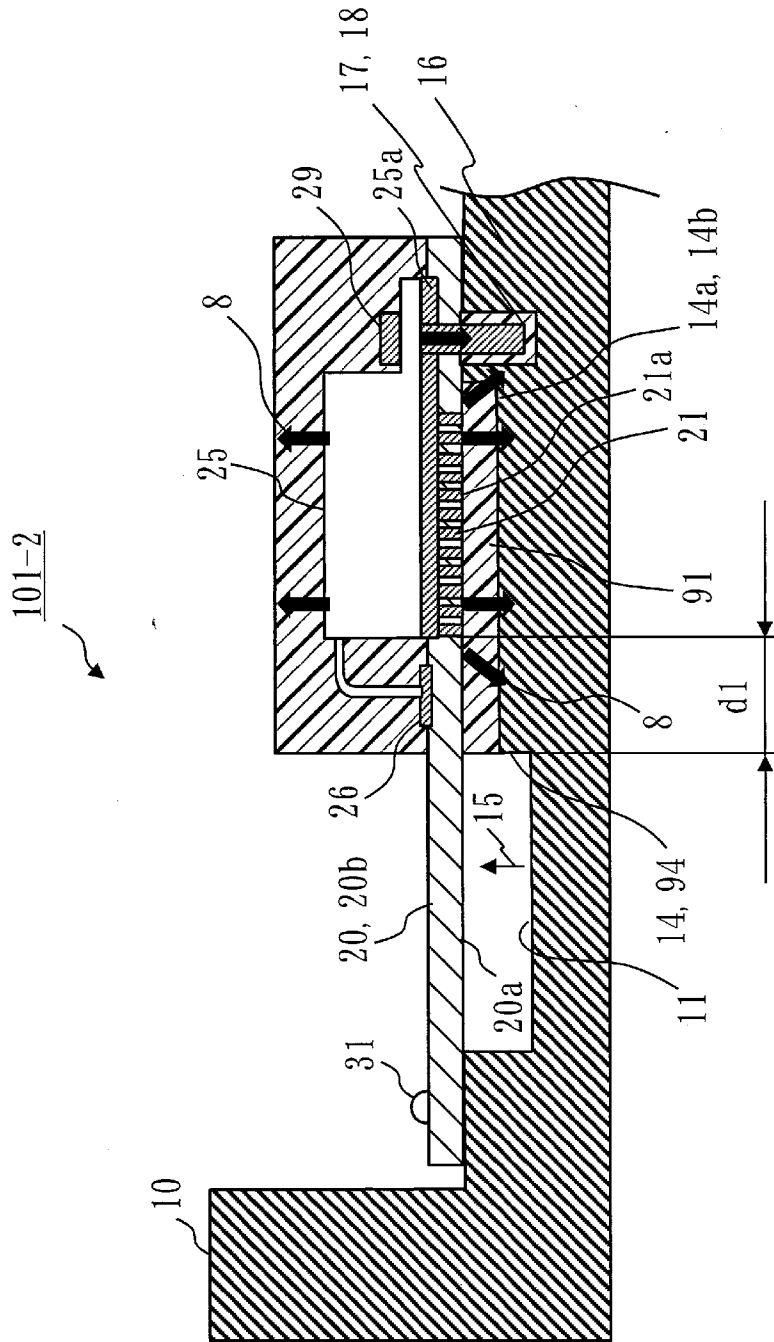
[図14]



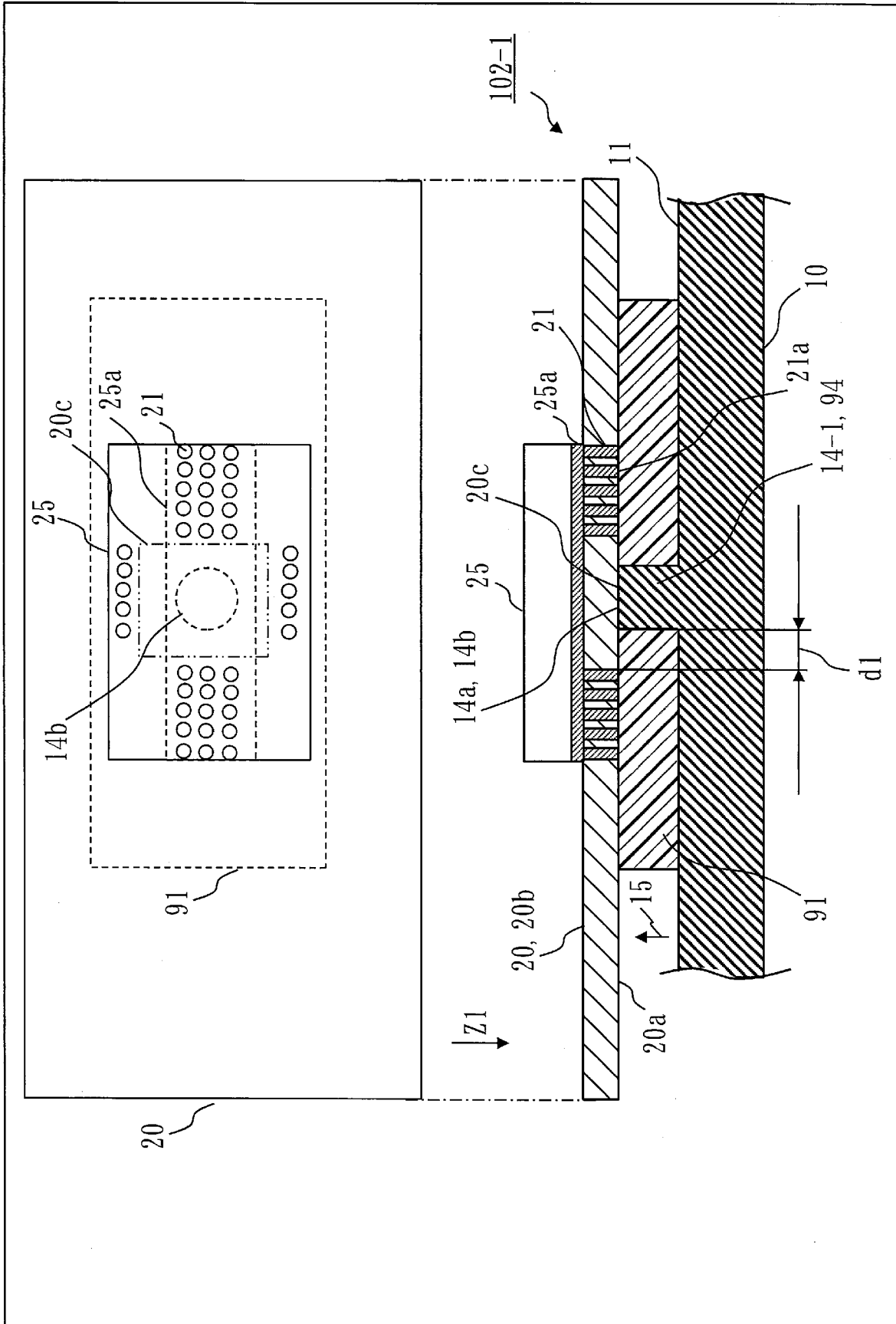
[図15]



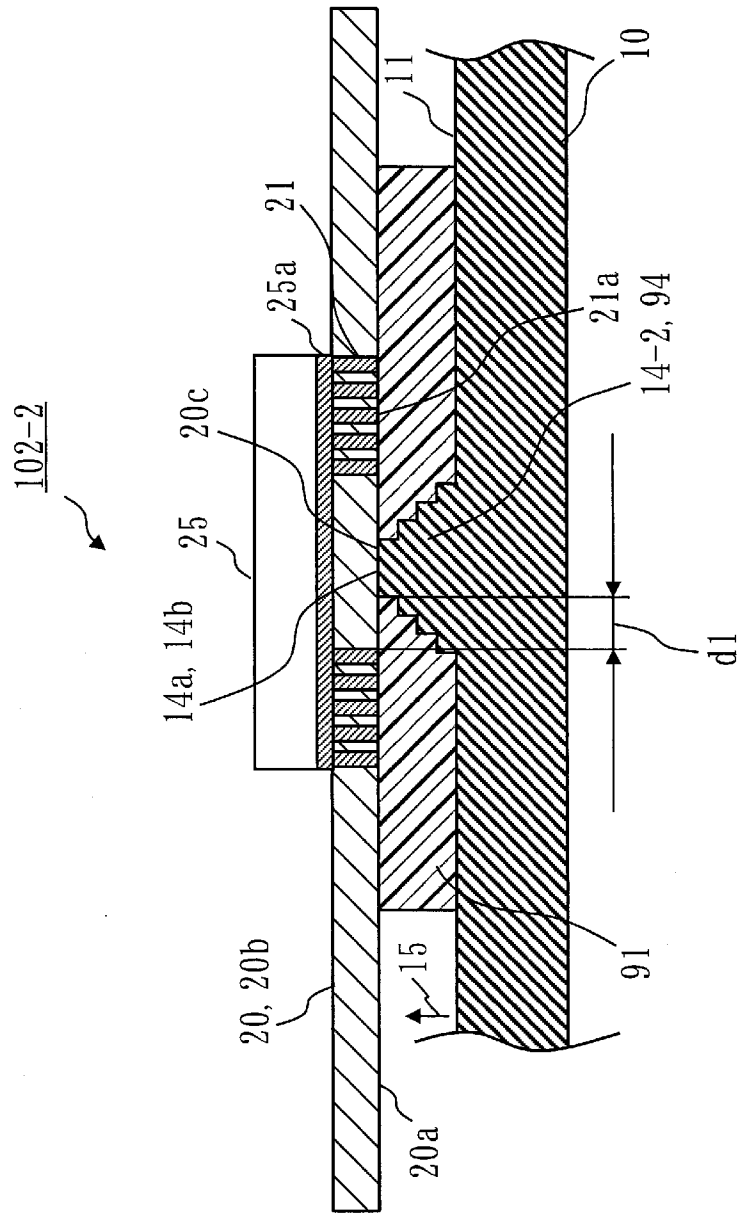
[図16]



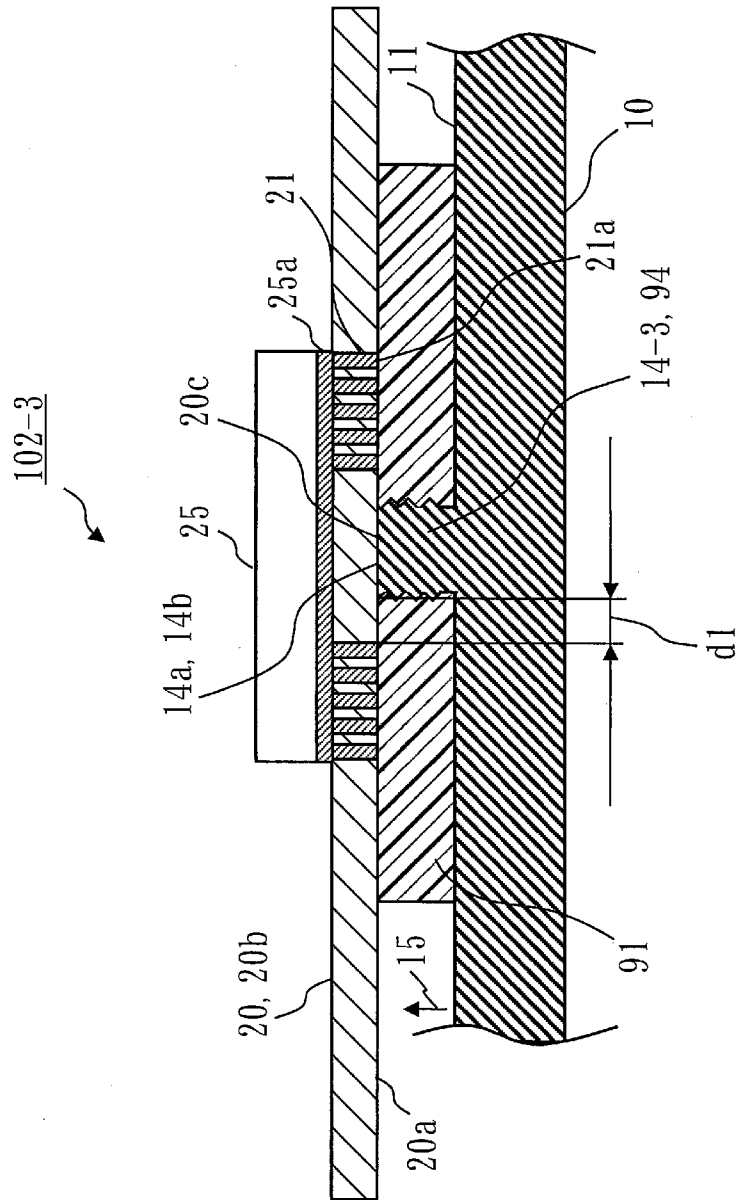
[図17]



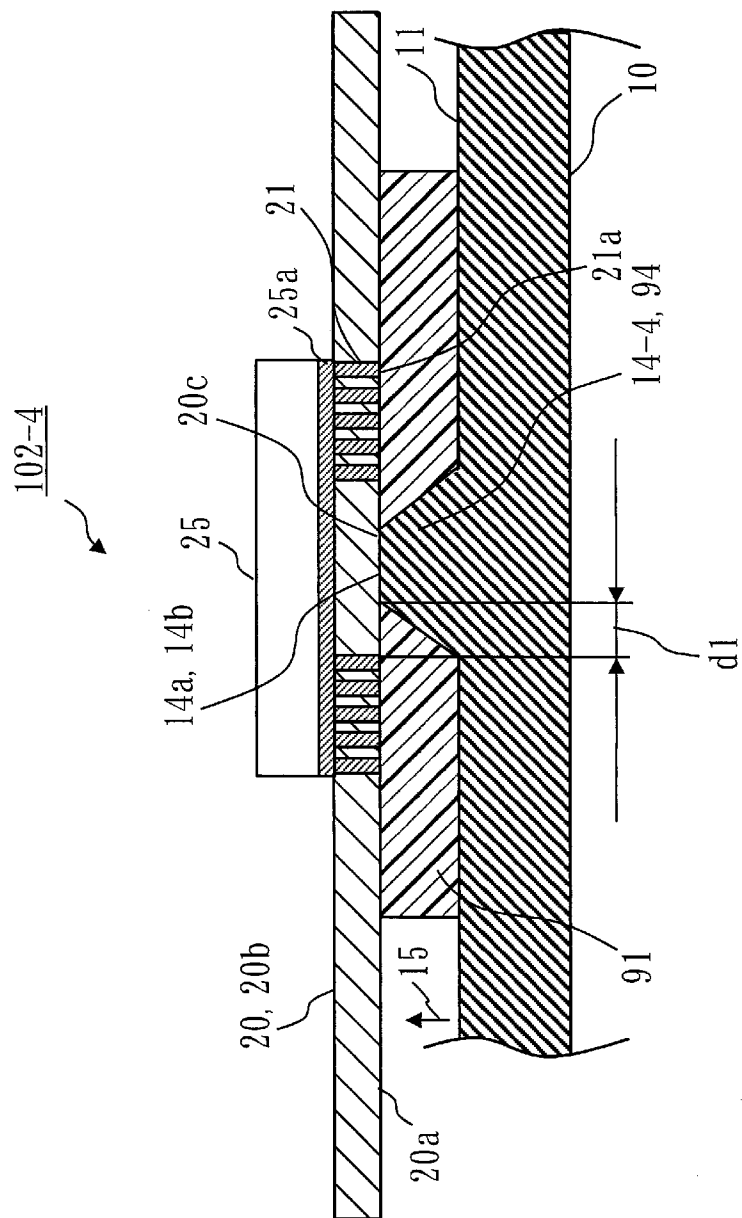
[図18]



[図19]



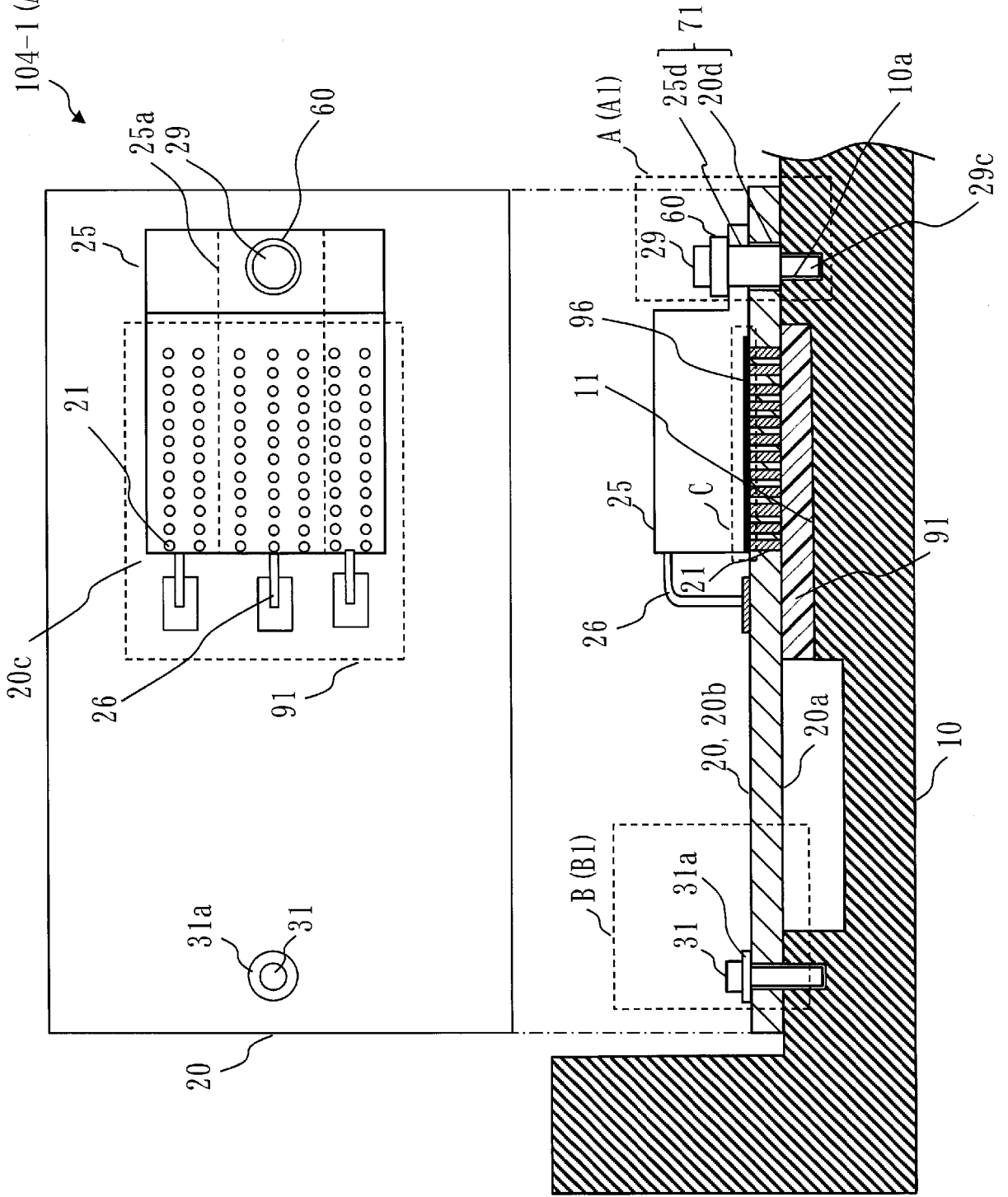
[図20]





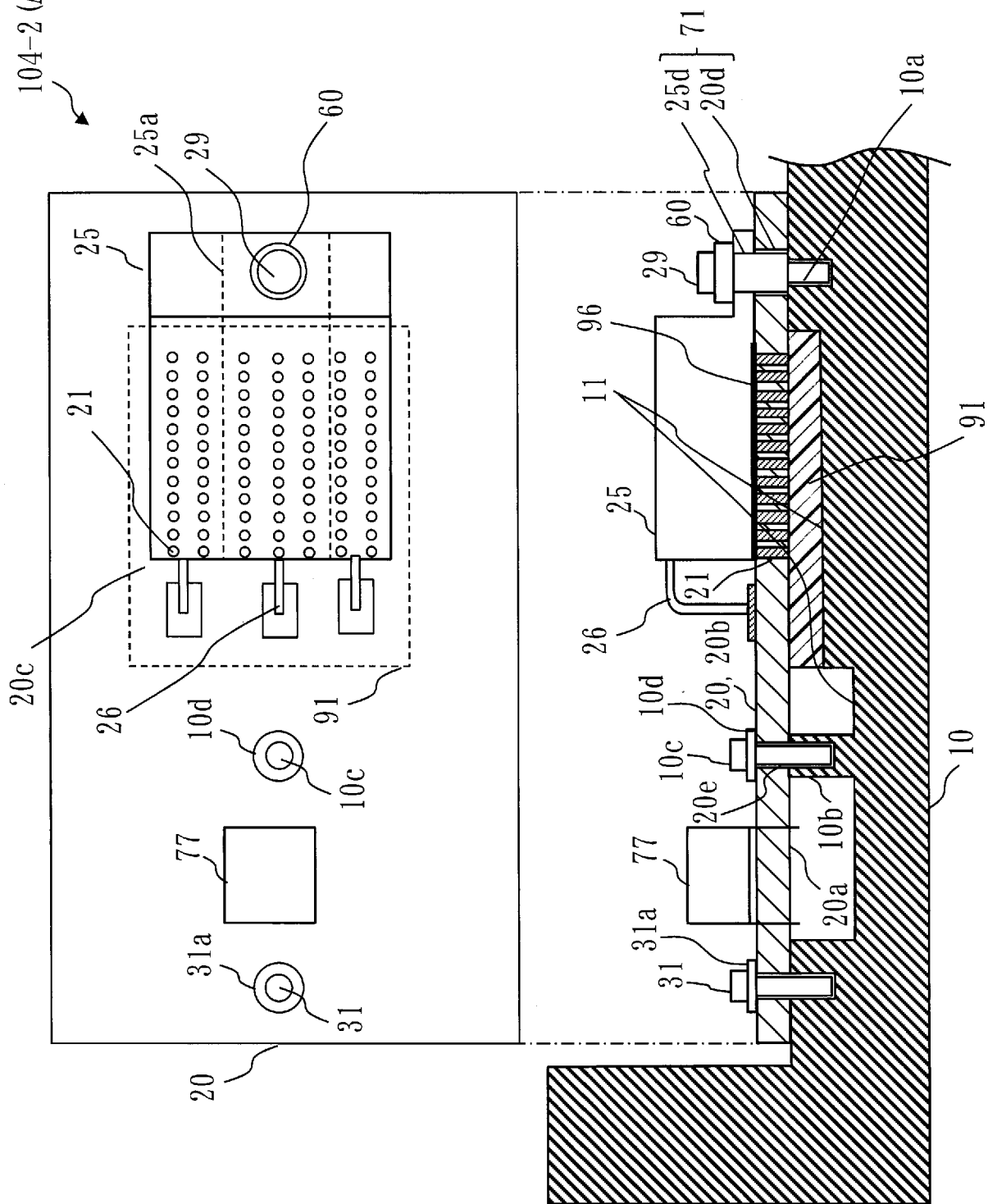
[図22]

104-1 (A1-B1)

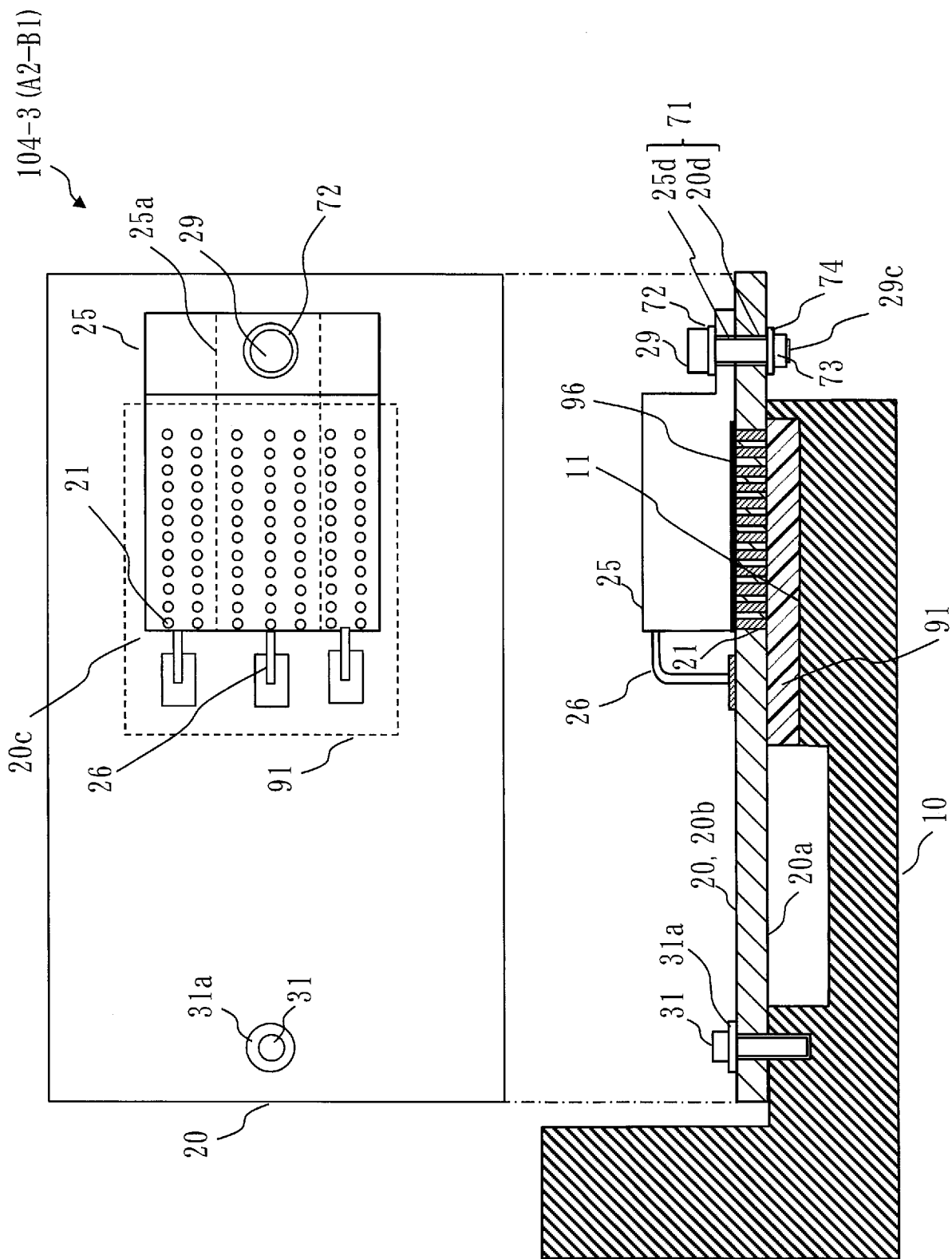


[図23]

104-2 (A1-B2)



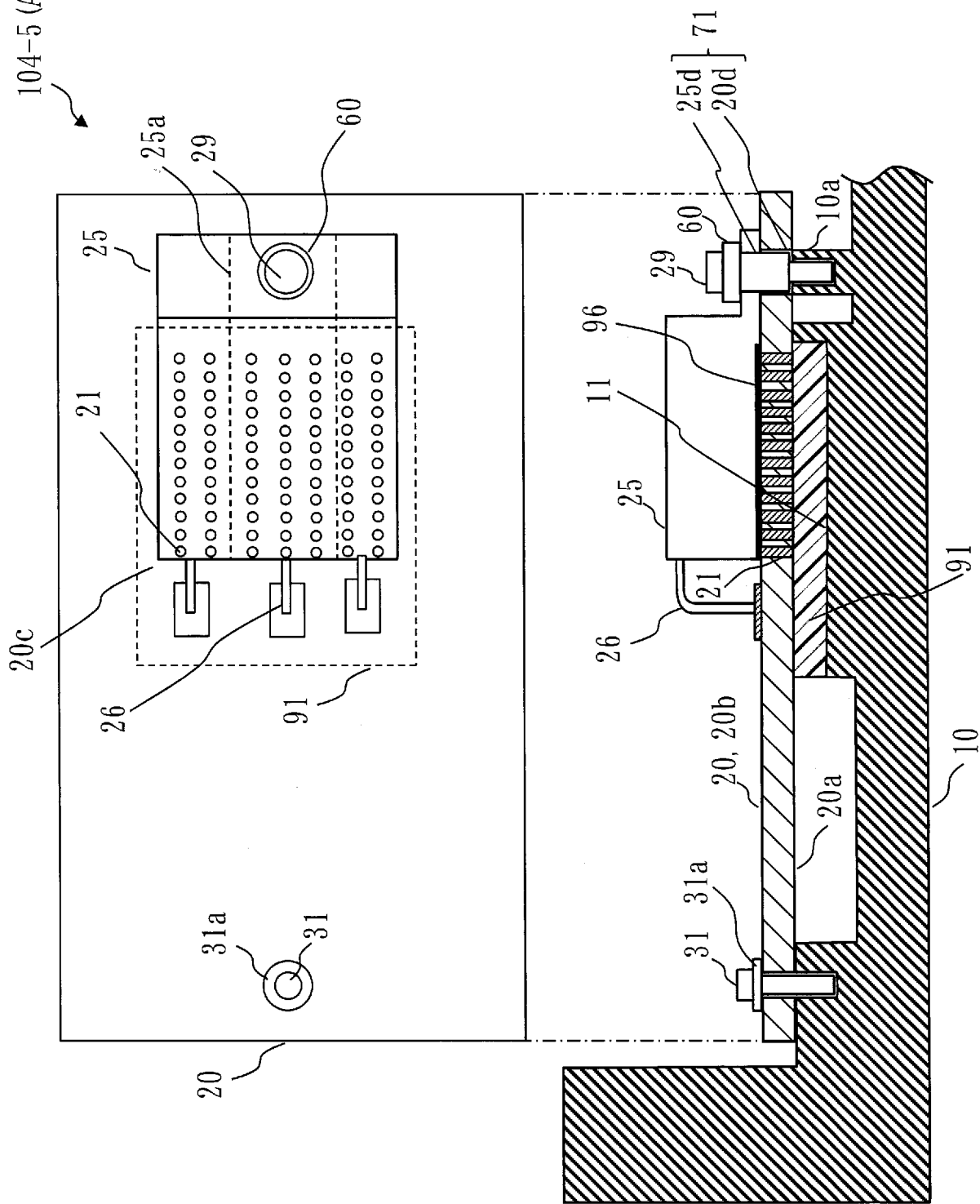
[図24]





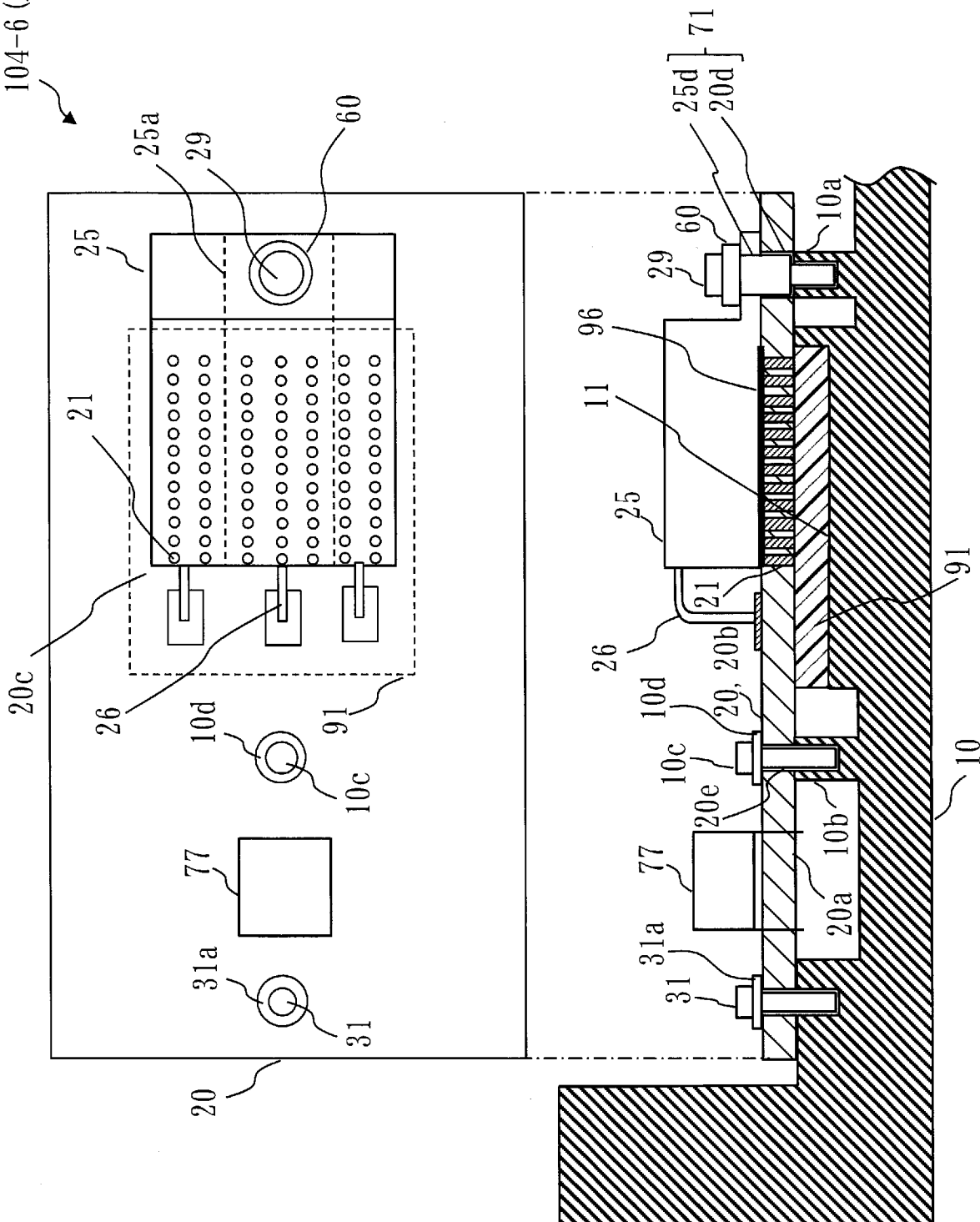
[26]

104-5 (A3-B1)



[図27]

104-6 (A3-B2)



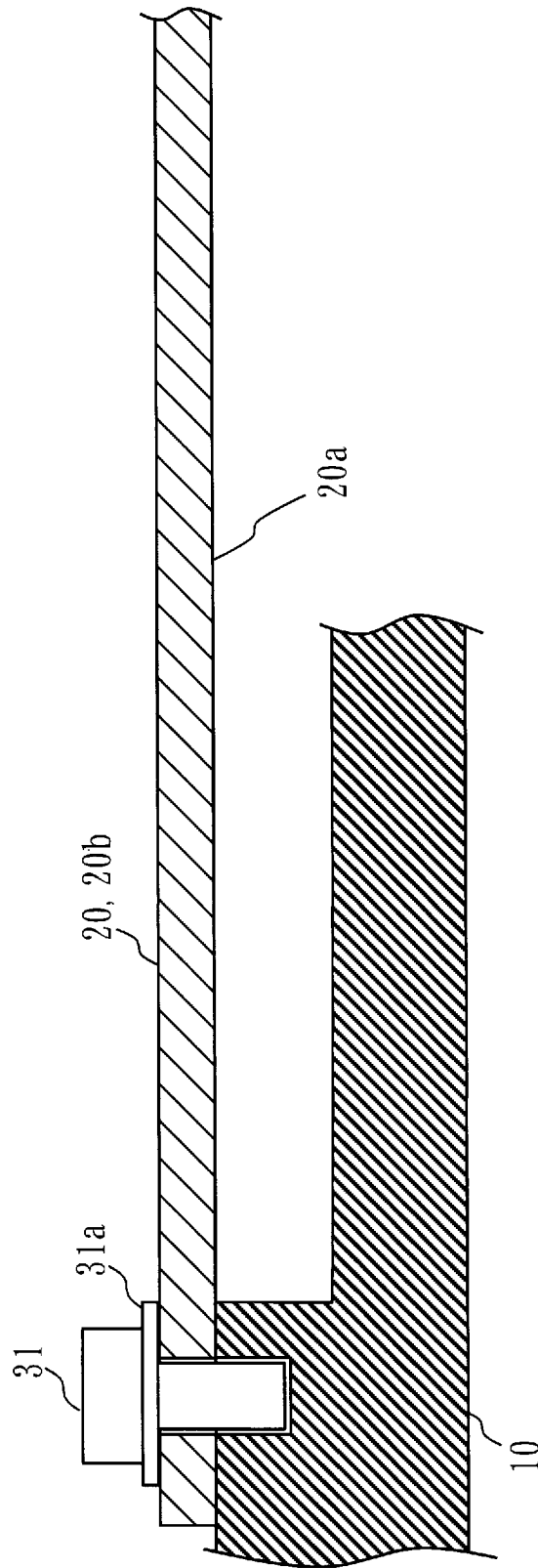




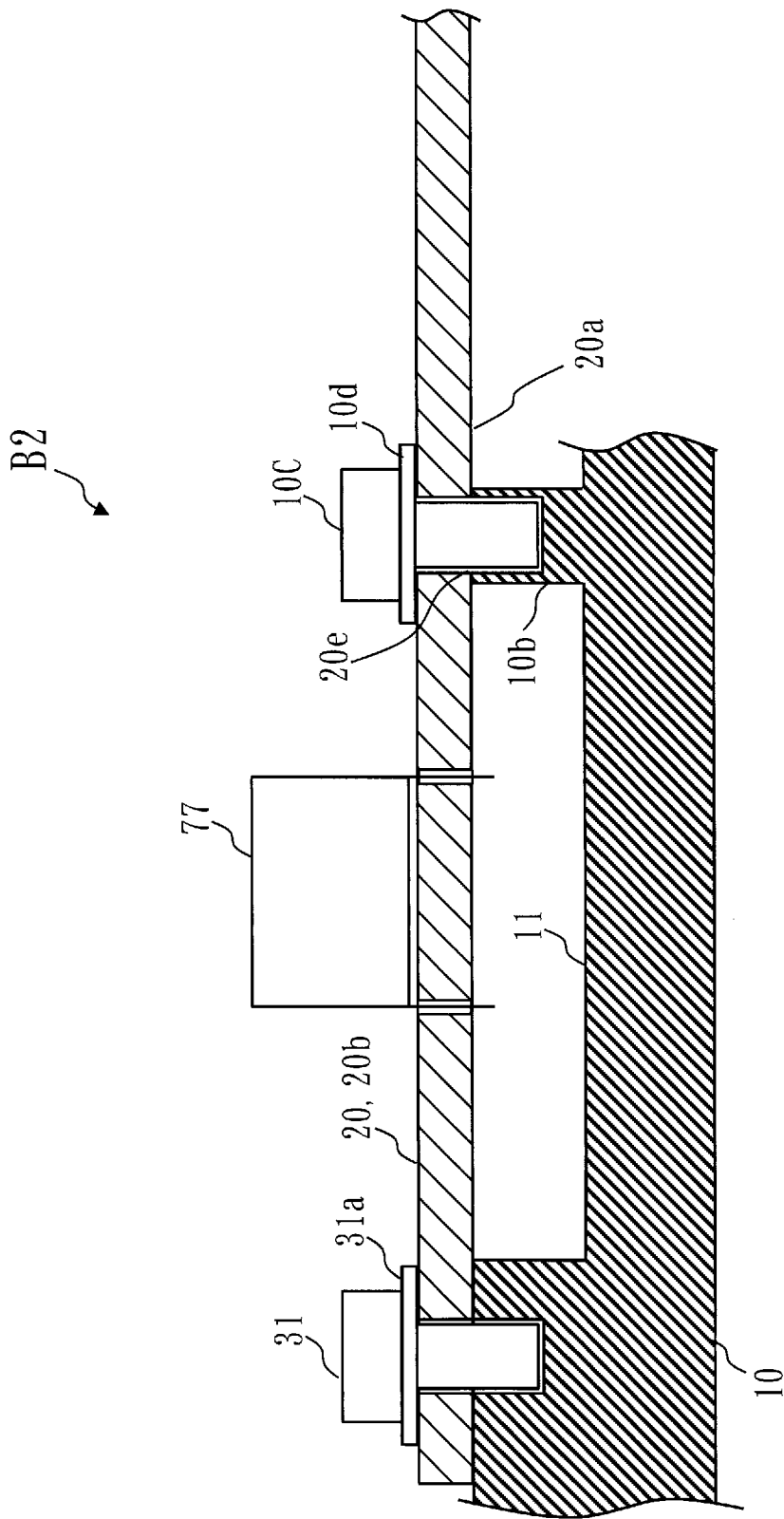


[図31]

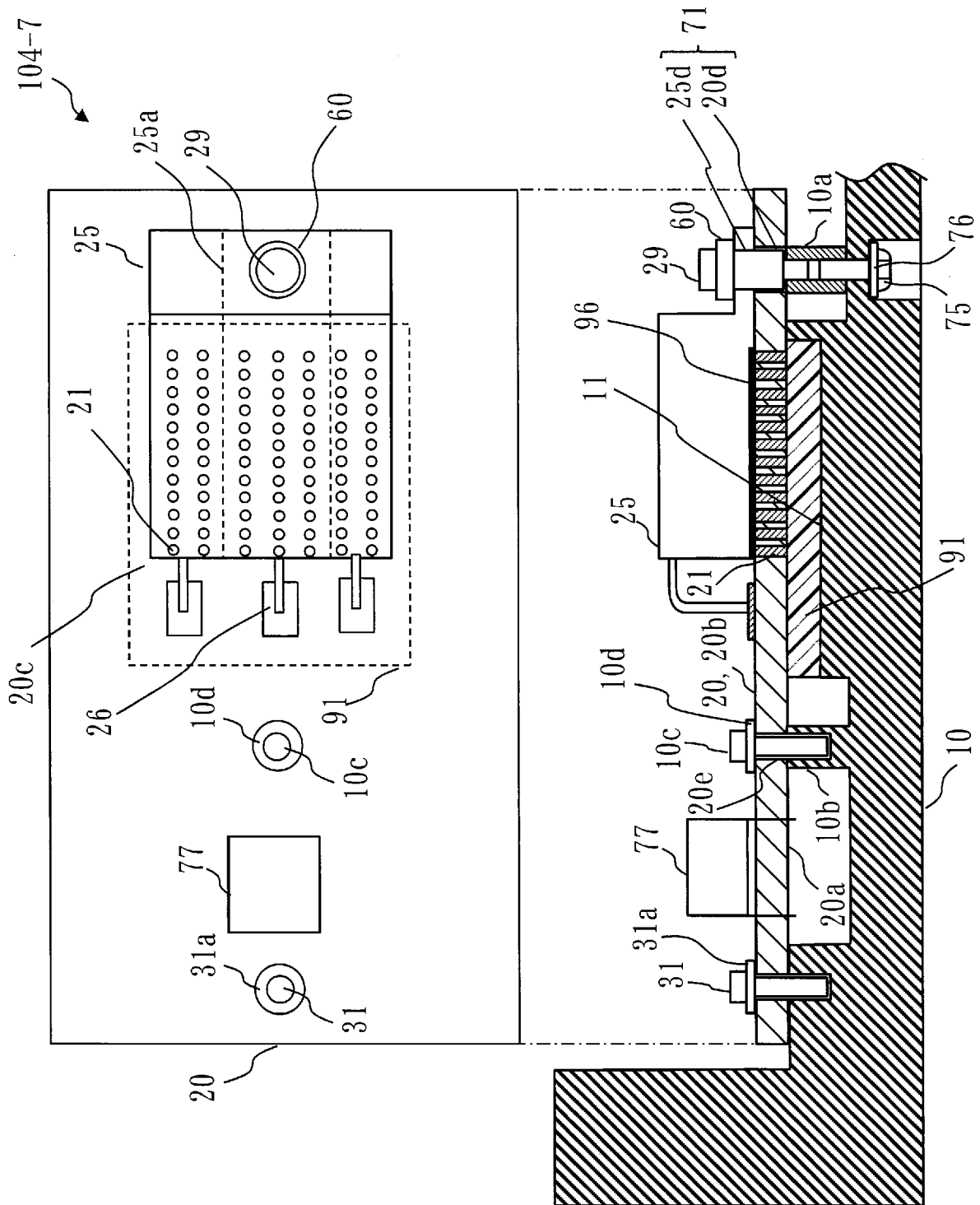
B1



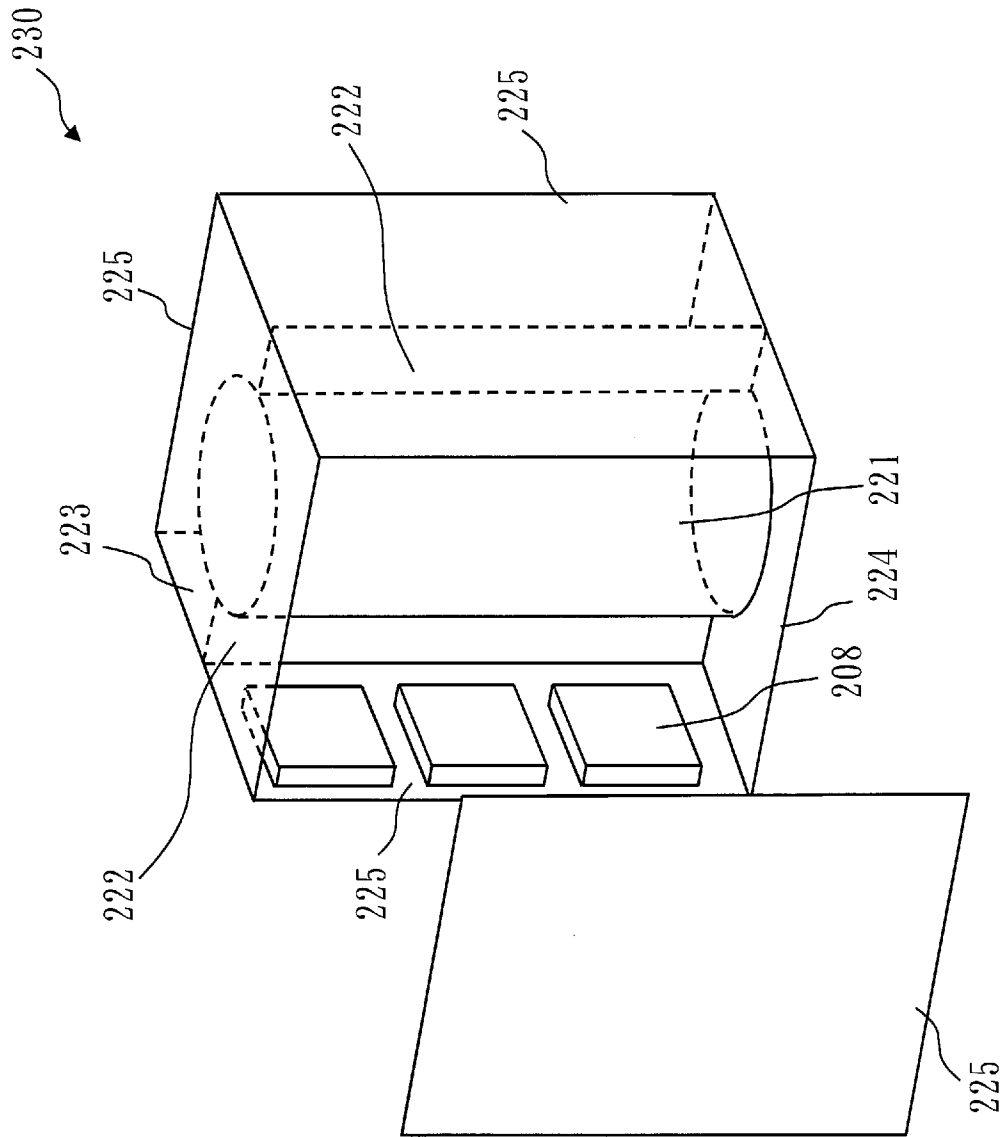
[図32]



[図33]



[図34]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/024445

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. H05K7/20 (2006.01) i, H05K7/12 (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. H05K7/20, H05K7/12

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 1971-2018  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 4-113695 A (FUJITSU LTD.) 15 April 1992, page 2, lower left column, line 9 to page 3, upper right column, line 2, fig. 1, 3 (Family: none)	1-9
Y	JP 2011-187729 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 22 September 2011, paragraphs [0017], [0018], fig. 2 (Family: none)	1-9
Y	WO 2015/076050 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 28 May 2015, paragraph [0034], fig. 1 (Family: none)	1-9

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  
06.09.2018

Date of mailing of the international search report  
18.09.2018

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/JP2018/024445

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-289191 A (DENSO CORP.) 10 October 2003, paragraphs [0056], [0065], [0074], fig. 2 & US 2003/0184969 A1, paragraphs [0077], [0105], [0117], fig. 2 & US 2004/0233640 A1	1-9
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 80415/1986 (Laid-open No. 190356/1987) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 03 December 1987, page 4, line 1 to page 5, line 9, fig. 1 (Family: none)	1-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 64039/1985 (Laid-open No. 179754/1986) (FUJITSU LTD.) 10 November 1986, page 5, line 2 to page 6, line 9, fig. 1, 2 (Family: none)	1-8
Y	JP 9-283949 A (NEMIC LAMBDA KK) 31 October 1997, paragraphs [0008]-[0010], fig. 1 (Family: none)	3-4, 6
Y	JP 2009-188182 A (DENSO CORP.) 20 August 2009, paragraph [0010], fig. 1, 3 & US 2009/0195991 A1, paragraph [0022], fig. 1, 3	4-5
Y	JP 2009-11518 A (SHIN-ETSU POLYMER CO., LTD.) 22 January 2009, paragraphs [0033], [0036] (Family: none)	8
Y	JP 2-220495 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 03 September 1990, page 1, lower right column, lines 2-7, fig. 2 (Family: none)	9
A	JP 11-40966 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 12 February 1999 (Family: none)	1-9
A	JP 2000-299564 A (FUJITSU TEN LTD.) 24 October 2000 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05K7/20(2006.01)i, H05K7/12(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. H05K7/20, H05K7/12

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 4-113695 A (富士通株式会社) 1992.04.15, 第2頁左下欄第9行-第3頁右上欄第2行, 図1, 3 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2011-187729 A (住友重機械工業株式会社) 2011.09.22, 段落[0017]-[0018], 図2 (ファミリーなし)	1-9
Y	WO 2015/076050 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015.05.28, 段落[0034], 図1 (ファミリーなし)	1-9

☑ 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

06.09.2018

国際調査報告の発送日

18.09.2018

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)

梅本 章子

5D

2949

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 2003-289191 A (株式会社デンソー) 2003. 10. 10, 段落 [0056], [0065], [0074], 図 2 & US 2003/0184969 A1, 段落 [0077], [0105], [0117], 図 2 & US 2004/0233640 A1	1-9
Y	日本国実用新案登録出願 61-80415 号(日本国実用新案登録出願公開 62-190356 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 (三菱電機株式会社) 1987. 12. 03, 第 4 頁第 1 行-第 5 頁第 9 行, 図 1 (ファミリーなし)	1-8
Y	日本国実用新案登録出願 60-64039 号(日本国実用新案登録出願公開 61-179754 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 (富士通株式会社) 1986. 11. 10, 第 5 頁第 2 行-第 6 頁第 9 行, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 9-283949 A (ネミック・ラムダ株式会社) 1997. 10. 31, 段落 [0008]-[0010], 図 1 (ファミリーなし)	3-4, 6
Y	JP 2009-188182 A (株式会社デンソー) 2009. 08. 20, 段落[0010], 図 1, 3 & US 2009/0195991 A1, 段落[0022], 図 1, 3	4-5
Y	JP 2009-11518 A (信越ポリマー株式会社) 2009. 01. 22, 段落 [0033], [0036] (ファミリーなし)	8
Y	JP 2-220495 A (沖電気工業株式会社) 1990. 09. 03, 第 1 頁右下欄第 2-7 行, 図 2 (ファミリーなし)	9
A	JP 11-40966 A (アルプス電気株式会社) 1999. 02. 12 (ファミリーな し)	1-9
A	JP 2000-299564 A (富士通テン株式会社) 2000. 10. 24 (ファミリー なし)	1-9