

(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
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/198720 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
H01L 25/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063408
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 11 日(11.05.2015)
- (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 2014-131568 2014 年 6 月 26 日(26.06.2014) 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 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 久米 貴史(KUME Takashi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 志村 隆弘(SHIMURA Takahiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 松下 晃(MATSUSHITA Akira); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブ

システムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 藤野 伸一(FUJINO Shinichi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 高木 佑輔(TAKAGI Yusuke); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 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, JP, 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, 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.

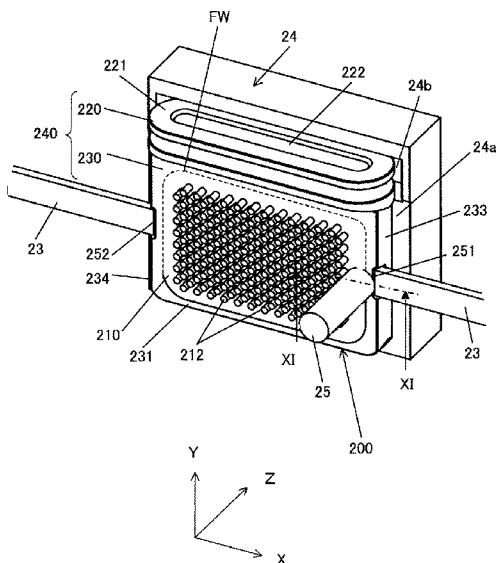
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE AND METHOD FOR MANUFACTURING POWER SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: パワー半導体モジュールおよびパワー半導体モジュールの製造方法

【図10】



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a power semiconductor module capable of ensuring good cooling without increasing the size of a case member. In this power semiconductor module, a frame-shaped case (240) has a front surface (231), a back surface (241), and a pair of side surfaces (233, 234). An opening (261) is formed in the front surface (231) and/or the back surface (232), a metal base (210) is fitted into the opening (261) of the frame-shaped case (240), and a joining portion (FW) in which the peripheral edge of the metal base and the peripheral edge of the opening (261) of the frame-shaped case (240) are joined is provided. In the pair of side surfaces (233, 234) of the frame-shaped case (240), first and second recessed surfaces (251, 252) extending from the side surfaces (233, 234) to the inside of the frame-shaped case (240) and each having a bottom surface (11) formed at an intermediate position of the thickness of each of the side surfaces (233, 234) to face the joining portion (FW) side are formed, respectively.

(57) 要約: 本発明の課題は、ケース部材を大型化することなく、良好な冷却を確保することができるパワー半導体モジュールを提供することである。本発明に係るパワー半導体モジュールにおいて、枠状ケース 240 は、前面 231 と裏面 241 と一対の側面 233、234 とを有する。前面 231 と裏面 232 の少なくとも一方に開口部 261 が形成され、枠状ケース 240 の開口部 261 に金属ベース 210 が嵌入され、その周縁部と枠状ケース 240 の開口部 261 の周縁部とが接合された接合部 FW を有する。枠状ケース 240 の一対の側面 233、234 のそれぞれに、側面 233、234 から枠状ケース 240 の内側に延在され、側面 233、234 の厚さの中間位置に、接合部 FW 側に面して形成された底面 11 を有する第 1、第 2 凹部 251、252 が形成されている。



ロシア (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：

パワー半導体モジュールおよびパワー半導体モジュールの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、パワー半導体モジュールおよびパワー半導体モジュールの製造方法に関し、より詳細には、電力変換回路を有するパワー半導体モジュールおよびパワー半導体モジュールの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両用に適用されるパワー半導体モジュールは、直流電力を交流電力に、または交流電力を直流電力に変換する電力変換回路を有する。電力変換回路は、発熱量が大きいパワー半導体素子を備えている。

このため、パワー半導体モジュールのケースは、通常、金属により形成される。ケースは、パワー半導体素子等の電子部品を有する回路体が収納される収納空間を備えている。

[0003] このような、パワー半導体モジュールのケースの一例として、多数の放熱フィンが形成された放熱板を金属枠体に形成された開口部に嵌合し、放熱板の突合せ部と金属枠体の開口部周縁部とを摩擦攪拌接合により接合する方法が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 2 5 7 3 6 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] パワー半導体モジュールのケースの収納空間は、回路体と放熱板とが均一に密着して良好な冷却を確保することができるよう厳密な寸法に形成する必要がある。このためには、接合時においてケースの位置が変動しないよう、確実に固定する必要がある。

特許文献 1 に記載された構造では、金属枠体の開口部周縁部の幅が小さく、金属枠体を確実に固定することができない。金属枠体の開口部周縁部の幅を十分な大きさとする、パワー半導体モジュールが大型化する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のパワー半導体モジュールは、入力信号用の第 1 電極と出力信号用の第 2 電極と制御信号用の第 3 電極とを有し、第 3 電極に印加される制御信号に基づいて第 1 電極の入力信号を変換し、第 2 電極から出力信号を出力する電力変換回路を有する回路体と、金属製の枠状ケースおよび金属ベースを有し、回路体を収納するケース部材とを備え、枠状ケースは、前面と裏面と一対の側面とを有し、前面と裏面との少なくとも一方に開口部が形成され、ケース部材は、枠状ケースの開口部に嵌入された金属ベースの周縁部と枠状ケースの開口部の周縁部とが接合された接合部を有し、枠状ケースの一対の側面のそれぞれに、側面からケース部材の内側に延在され、側面の厚さの中間位置に、接合部側に面して形成された底面を有する凹部が形成されている。

本発明のパワー半導体モジュールの製造方法は、上記パワー半導体モジュールの製造方法であって、枠状ケースの開口部に金属ベースを嵌入する、枠状ケースの一対の側面のそれぞれに形成された凹部の底面を固定治具により少なくとも側面の厚さ方向に固定する、枠状ケースの開口部の周縁部と金属ベースの周縁部とを接合し、ケース部材を形成する、ケース部材に回路体を収納する、の各工程を備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、ケース部材を大型化することなく、良好な冷却を確保することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施の形態に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図。

[図2]図 1 に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の正面図。

[図3]図 1 に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の右側面図。

[図4]図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の左側面図。

[図5]図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の背面図。

[図6]図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の平面図。

[図7](a)は、図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の下面図、(b)は、図1のV-V線拡大断面図。

[図8]図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の分解斜視図。

[図9]本発明のパワー半導体モジュールの回路の一例を示す回路図。

[図10]図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の製造方法を説明するための斜視図。

[図11]図10のX-X線断面図。

[図12]図10、図11に図示された製造方法で作製されたケース部材の完成状態を示す外観斜視図。

[図13]本発明の実施形態2に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図。

[図14]図13に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の正面図。

[図15]図13に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の右側面図。

[図16]図13に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の左側面図。

[図17]図13に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の背面図。

[図18]本発明の実施形態3に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図。

[図19]図18に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の正面図。

[図20]図18に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の右側面図。

[図21]図18に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の左側面図。

[図22]図18に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の背面図。

[図23]図18に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の分解斜視図。

[図24]図18に図示されたケース部材の製造方法を説明するための斜視図。

[図25]図24のXXV-XXV線断面図。

[図26]図24に続く工程を説明するための斜視図。

[図27]図26のXXVⅠⅠ-XXVⅠⅠ線断面図。

[図28]図24～図27に図示された製造方法で作製されたケース部材の完成状態を示す外観斜視図。

[図29]本発明の実施形態4に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図。

[図30]図29のXXX-XXX線断面図。

発明を実施するための形態

[0009] 一実施形態1

[パワー半導体モジュールの構造]

以下、図面を参照して本発明によるパワー半導体モジュールおよびパワー半導体モジュールの一実施の形態を詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施の形態に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図であり、図2～図7は、それぞれ、図1に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の正面図、右側面図、左側面図、背面図、平面図および下面図である。また、図8は、図1に図示されたケース部材の分解斜視図である。

パワー半導体モジュール100は、ハイブリッド自動車や電気自動車等の車両に搭載される。パワー半導体モジュール100は、ケース部材200と回路体300とを備える。

回路体300は、複数のパワー半導体素子を有し、直流電力を交流電力に変換する電力変換回路を備えている。不図示のバッテリーやエンジンにより駆動されるオルタネータから供給される直流電力は、パワー半導体モジュール100の回路体300に内蔵された電力変換回路により交流電力に変換されてモータに供給される。パワー半導体モジュール100を3個用い、各パワー半導体モジュール100の回路体300を接続して、U相、V相、W相の3相ブリッジ回路を構成することができる。

[0010] ケース部材２００は、図８に図示されるように、枠状ケース２４０と、金属ベース２１０とを接合して構成されている。枠状ケース２４０と金属ベース２１０とは、ともに、アルミ合金材料、例えば、Ａｌ、ＡｌＳｉ、ＡｌＳｉＣ、Ａｌ－Ｃ等の金属材料により形成されている。

枠状ケース２４０は、フランジ部２２０と、フランジ部２２０の下方に形成された枠状部２３０とを有する。フランジ部２２０と枠状部２３０は、アルミダイキャスト等により一体成形される。

[0011] 図７（ａ）、（ｂ）および図８を参照して説明する。

図７（ａ）は、図１に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の下面図であり、図７（ｂ）は、図１のＶ－Ｖ線拡大断面図である。

枠状部２３０は、前面２３１と、裏面２３２と、一对の側面２３３、２３４と、下面２３５とを有し、ほぼ直方体形状を有する。枠状部２３０の前面２３１には、平面視でほぼ矩形形状の開口部２６１が形成されている。開口部２６１は、枠状部２３０の前面２３１の外周側辺の僅かに内側に開口縁部を有し、４つの角部は、円弧状に縁取りされている。開口部２６１の開口縁部の内側には、段部２６２が形成されている。段部２６２は、前面２３１の外周側を厚さ方向に凹ませ、この部分の板厚を薄くして（図１１参照）形成されたものである。枠状部２３０の裏面２３２には、放熱フィン２１３が形成されている（図５、図１１参照）。

[0012] フランジ部２２０は、両端が半円弧形状とされた横長の上部２２１を有し、枠状部２３０の前面２３１と、裏面２３２と一对の側面２３３、２３４とを連結する。上部２２１の中央部には、横長の貫通孔２２２が形成されている。

枠状部２３０の前面２３１と、裏面２３２と、一对の側面２３３、２３４と、下面２３５とにより回路体３００を収納する収納空間が形成され、フランジ部２２０の貫通孔２２２は、収納空間に連通する。回路体３００は、フランジ部２２０の貫通孔２２２から挿入され、後述する各端子をフランジ部

２２０の上方に突き出した状態で、枠状ケース２４０の収納空間に収納される。

[0013] 図７（ａ）、（ｂ）に図示されるように、枠状部２３０の側面２３３、２３４は、それ

ぞれ、枠状部２３０の厚さ方向（Ｚ方向）の中央部が外側に膨らむ円弧状に湾曲して形成されている。ここで、円弧状とは、真円の部分形状以外、長円形、楕円形、円板状、ドーム状などの部分形状を含む。

図７（ｂ）、図８に示すように、側面２３３、２３４のそれぞれには、枠状部２３０の内方に延在する第１凹部２５１、第２凹部２５２が形成されている。第１、第２凹部２５１、２５２は、それぞれ、枠状部２３０の高さ方向（Ｙ方向）のほぼ中央に形成されている。なお、Ｘ方向、Ｙ方向、Ｚ方向は、各図に図示の通りとする。

[0014] 第１、第２凹部２５１、２５２のＺ方向の各底面１１は、各側面２３３、２３４の厚さ方向（Ｚ方向）の中間位置よりも前面２３１側に近い側に設けられている。つまり、第１、第２凹部２５１、２５２の各底面１１は、厚さ方向（Ｚ方向）の中間位置に達しない深さに形成されている。また、第１、第２凹部２５１、２５２の枠状部２３０の長さ方向（Ｘ方向）の側端面１２は、それぞれ、円弧状に湾曲された側面２３３、２３４の領域内に形成されている。

[0015] このように、第１、第２凹部２５１、２５２は、円弧状に湾曲された側面２３３、２３４の領域内に設けられており、それぞれ、前面２３１および側面２３３、２３４に開放されている。

第１、第２凹部２５１、２５２それぞれは、高さ方向（Ｙ方向）において相対向する端面１３、１４を有する。

[0016] 金属ベース２１０は、ほぼ平坦な板状部２１１と、板状部２１１から突出して形成された多数の柱状の放熱フィン２１２を有する。金属ベース２１０は、枠状部２３０の開口部２６１に嵌入される外周形状を有する。詳細は後述するが、金属ベース２１０は、枠状部２３０の開口部２６１に嵌合される

と共に、段部 2 6 2 上に載置される。この状態で、板状部 2 1 1 の周縁部と枠状部 2 3 0 の開口部 2 6 1 の周縁部とが接合される。

図 1 に点線で図示されるように、ケース部材 2 0 0 の前面 2 3 1 には、金属ベース 2 1 0 が、例えば、摩擦攪拌接合により接合された枠状の接合部 F W が形成されている。

[0017] [回路体が備える回路構成]

回路体 3 0 0 は、直流電力を交流電力に、または交流電力を直流電力に変換する電力変換回路を構成するパワー半導体素子を内蔵している。

図 9 は、本発明のパワー半導体モジュールの回路の一例を示す回路図である。

回路体 3 0 0 は、上アーム I G B T 1 5 5、上アームダイオード 1 5 6、下アーム I G B T 1 5 7、下アームダイオード 1 5 8 等のパワー半導体素子を有する。

上アーム I G B T 1 5 5 のゲート電極と下アーム I G B T 1 5 7 のゲート電極には、それぞれ、上アームゲート端子 3 2 5 U、下アームゲート端子 3 2 5 L が接続される。上アーム I G B T 1 5 5 のエミッタ電極と下アーム I G B T 1 5 7 のエミッタ電極には、それぞれ、上アームエミッタ端子 3 2 6 U、下アームエミッタ端子 3 2 6 L が接続される。

[0018] 上アーム I G B T 1 5 5 のコレクタ電極と上アームダイオード 1 5 6 のカソード電極は直流正極導体板 3 1 5 により接続され、直流正極導体板 3 1 5 は直流正極端子 3 1 5 A に接続される。上アーム I G B T 1 5 5 のエミッタ電極と上アームダイオード 1 5 6 のアノード電極は第二交流導体板 3 1 8 により接続される。

下アーム I G B T 1 5 7 のエミッタ電極と下アームダイオード 1 5 8 のアノード電極は直流負極導体板 3 1 9 により接続され、直流負極導体板 3 1 9 は直流負極端子 3 1 9 A に接続される。下アーム I G B T 1 5 7 のコレクタ電極と下アームダイオード 1 5 8 のカソード電極は第一交流導体板 3 1 6 により接続される。

第一交流導体板 3 1 6 と第二交流導体板 3 1 8 とは中間導体板 1 5 9 により接続される。

第一交流導体板 3 1 6 は、交流出力端子 3 2 1 に接続される。

図 1 に図示された回路体 3 0 0 の各端子に付された参照番号は、図 9 に図示された上記各端子の参照番号と一致する。

[0019] [回路体の収納構造]

回路体 3 0 0 の構造は図示されないが、その概要は以下の通りである。

図 9 に図示されるように、上アーム IGBT 1 5 5 と上アームダイオード 1 5 6 は、直流正極導体板 3 1 5 と第二交流導体板 3 1 8 との間に、各導体板 3 1 5、3 1 8 に熱結合した状態で挟持され、第 1 半導体ブロックとして形成される。下アーム IGBT 1 5 7 と下アームダイオード 1 5 8 は、交流出力端子 3 2 1 と直流負極導体板 3 1 9 との間に、各導体板 3 2 1、3 1 9 に熱結合した状態で挟持され第 2 半導体ブロックとして形成される。第一交流導体板 3 1 6 と第二交流導体板 3 1 8 とは中間導体板 1 5 9 により接続される。第 1 半導体ブロックと第 2 半導体ブロックとは、直流正極導体板 3 1 5 と第一交流導体板 3 1 6 とが同一平面となるように並べて金型内に配置され、モールド成形により、各端子 3 1 5 A、3 2 5 U、3 2 6 U、3 1 9 A、3 2 1、3 2 5 L、3 2 6 L を露出して封止される。このとき、直流正極導体板 3 1 5 と第一交流導体板 3 1 6 とは、一面側において樹脂の外表面と同一面とされ、樹脂から表出される。また、第二交流導体板 3 1 8 と直流負極導体板 3 1 9 とは、他面側において樹脂の外表面と同一面とされ、樹脂から表出される。

[0020] つまり、回路体 3 0 0 は、パワー半導体素子に熱結合された導体板が、封止樹脂の表裏面のそれぞれと同一面とされた状態で、外部に表出されている。

回路体 3 0 0 は、ケース部材 2 0 0 の貫通孔 2 2 2 から挿入され、ケース部材 2 0 0 の収納空間内に収納される。収納空間内に収納された状態で、回路体 3 0 0 の表裏両面に形成された導体板が、金属ベース 2 1 0 の内面およ

び枠状ケース 240 の裏面 232 の内面に熱伝導可能に接触する。図示はしないが、回路体 300 と金属ベース 210 との間、および回路体 300 と枠状ケース 240 の裏面 232 の内面との間に熱伝導シートを介在して熱結合する構造としてもよい。

[0021] このような構造では、金属ベース 210 の内面と枠状ケース 240 の裏面 232 の内面との間の厚さ方向（Z 方向）の間隔が不均一であると、回路体 300 と金属ベース 210、または回路体 300 と枠状ケース 240 の裏面 232 のとの間に隙間ができたり、接触が不均一となったりするため、回路体 300 を冷却する能力が低下する。特に、接合時における枠状ケース 240 の固定が不確実であると、接合ツール 25 により枠状ケース 240 に金属ベース 210 を接合する際、枠状ケース 240 が変位し、金属ベース 210 の内面と枠状ケース 240 の裏面 232 の内面との間の厚さ方向（Z 方向）の間隔は不均一となる。

接合時における枠状ケース 240 の固定を確実にするために、枠状部 230 の開口部 261 の開口縁部から枠状部 230 の側面 233、234 の外周側辺までの長さを大きくすることが考えられるが、これでは、枠状ケース 240、すなわち、ケース部材 200 が大型化することになる。

以下、ケース部材 200 を大型化することなく、枠状ケース 240 を確実に固定して、枠状ケース 240 と金属ベース 210 とを精度よく接合する、本発明によるパワー半導体モジュールの製造方法の一実施の形態を説明する。

[0022] [パワー半導体モジュールの製造方法]

図 10 は、図 1 に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の製造方法を説明するための斜視図であり、図 11 は、図 10 の X1-X1 線断面図である。また、図 12 は、図 10、図 11 に図示された製造方法で作製されたケース部材 200 の完成状態を示す外観斜視図である。

上述した通り、回路体 300 の冷却が均一且つ能力が大きいパワー半導体モジュール 100 を作製するには、枠状ケース 240 を変位させることなく

金属ベース 210 を枠状ケース 240 に接合し、ケース部材 200 を作製することが重要である。

ケース部材 200 を作製するには、先ず、枠状ケース 240 を受け治具 24 にて保持する。受け治具 24 は、ほぼ矩形状に形成され、支持面 24 a と溝部 24 b とを有する。支持面 24 a には、枠状ケース 240 の裏面 232 に設けられた放熱フィン 213 に対応する領域に凹部 24 c (図 11 参照) が形成されている。この凹部 24 c 内に放熱フィン 213 を配置して、枠状ケース 240 の背面 232 を支持面 24 a 上に載置し、また、受け治具 24 の溝部 24 b 内にフランジ部 220 の裏面 232 から突出する部分を収容する。

[0023] この状態では、枠状ケース 240 の開口部 261 が、受け治具 24 とは反対側である上部側に配置されている。金属ベース 210 の板状部 211 を、枠状ケース 240 の開口部 261 に嵌入し、開口部 261 の周縁部に形成された段部 262 上に載置する。段部 262 の金属ベース 210 の載置面は、鋳肌面であってもよいし、必要に応じて、切削加工を施してもよい。段部 262 上に金属ベース 210 を載置した状態で、金属ベース 210 の上面と、枠状部 230 の前面 231 の上面とが、ほぼ同一面となるように、段部 262 の深さおよび板状部 211 の厚さを設定することが好ましい。

[0024] 枠状ケース 240 の側面 233 に形成された第 1 凹部 251 および側面 234 に形成された第 2 凹部 252 それぞれの底面 11 を固定治具 23 により押し付けて、枠状ケース 240 を固定する。枠状ケース 240 は、X、Y、Z 方向に固定する必要がある。固定治具 23 により、第 1、第 2 凹部 251、252 の底面 11 を受け治具 24 に押し付けることにより Z 方向に固定する。すなわち、各固定治具 23 の先端面を第 1、第 2 凹部 251、252 の側端面 12 に当接することにより、枠状ケース 240 を X 方向に固定する。また、各固定治具 23 の側面を第 1、第 2 凹部 251、252 の端面 13、14 に押し当てることにより、枠状ケース 240 を Y 方向に固定する。この場合、一方の固定治具 23 を第 1 凹部 251 の端面 13、14 のうちの一方

の端面に、他方の固定治具 23 を第 2 凹部 252 の端面 13、14 のうちの他方の端面に押し付けるようにするとよい。

[0025] なお、枠状ケース 240 を X 方向および Y 方向に固定するには、枠状ケース 240 の外周側面を押さえることによっても行うことができる。すなわち、枠状ケース 240 を X 方向に固定するには固定治具 23 とは別の固定治具により枠状ケース 240 の側面 233、234 を保持してもよい。また、枠状ケース 240 を Y 方向に固定するには、固定治具 23 とは別の固定治具により枠状ケース 240 の下面 235 およびフランジ部 220 の上部 221 の上面を保持してもよい。

固定治具 23 により、枠状ケース 240 を Z 方向に固定する場合、第 1、第 2 凹部 251、252 は、枠状部 230 の前面 231 側に開放されているので、固定治具 23 を Z 方向に移動して第 1、第 2 凹部 251、252 の底面 11 を押圧すればよい。従って、枠状ケース 240 の固定を能率的に行うことができる。

[0026] 図 11 は、枠状ケース 240 の側面 233 側における、枠状ケース 240 と金属ベース 210 との接合方法を説明するための図であるが、以下の説明は、枠状ケース 240 の側面 234 側においても同様である。

枠状ケース 240 の第 1 凹部 251 の底面 11 上に搭載された固定治具 23 は、その上面が、枠状部 230 の前面 231 よりも低くなるように、第 1 凹部 251 の底面 11 の深さ、および固定治具 23 の厚さが設定されている。

[0027] この状態で、接合ツール 25 を用いて、金属ベース 210 の外周縁と枠状ケース 240 の開口部 261 の周縁部とを、例えば、摩擦攪拌接合により接合する。摩擦攪拌接合は、接合ツール 25 の端面を、金属ベース 210 の外周側面と枠状ケース 240 の開口部 261 の突合せ面に対応させて配置し、突合せ面に沿って開口部 261 の全周に亘って接合ツール 25 を移動させて行う。これにより、金属ベース 210 と枠状ケース 240 とは接合部 FW で接合される。

[0028] 図 1 1 に図示されるように、枠状ケース 2 4 0 の厚さ方向（Z 方向）から投影した場合、第 1 凹部 2 5 1 は、その射影部 P_1 が、接合部 F W の射影部 P_2 の外側に配置されている。つまり、第 1 凹部 2 5 1 の長さ方向（X 方向）の側端面 1 2 は、接合部 F W よりも外側に位置している。このため、接合ツール 2 5 による接合時の負荷を、枠状ケース 2 4 0 の枠状部 2 3 0 における内面 2 3 0 a と側端面 1 2 との間の部分により支持することができ、接合時の負荷による枠状ケース 2 4 0 の変形を防止することができる。

[0029] また、枠状ケース 2 4 0 の厚さ方向（Z 方向）から投影した場合、第 1 凹部 2 5 1 は、その射影部 P_1 が、側面 2 3 3 の側辺 2 3 3 a と重なって配置されている。換言すれば、第 1 凹部 2 5 1 の底面 1 1 は、円弧状に湾曲された側面 2 3 3 の領域内に設けられており、第 1 凹部 2 5 1 の底面 1 1 は側面 2 3 3 から、直接、外方に開放されている。このように、第 1 凹部 2 5 1 は、円弧状に湾曲された側面 2 3 3 の領域内に設けられており、かつ、第 1 凹部 2 5 1 の底面 1 1 が、側面 2 3 3 から、直接、外方に開放されている。このため、第 1 凹部 2 5 1 を、側面 2 3 3 の最も外側の側辺 2 3 3 a の内側に形成する構造、つまり、第 1 凹部 2 5 1 と側面 2 3 3 の最も外側の側辺 2 3 3 a との間に側壁等の隔離部を設ける構造に比し、枠状ケース 2 4 0 を小さくすることができる。

[0030] 図 1 2 は、上述の方法で作製されたケース部材 2 0 0 の完成状態を示す外観斜視図である。

ケース部材 2 0 0 を作製した後、回路体 3 0 0 を、フランジ部 2 2 0 の貫通孔 2 2 2 からケース部材 2 4 0 内に挿入し、各端子をフランジ部 2 2 0 の上方に突き出した状態で、ケース部材 2 0 0 の収納空間内に収納することにより、図 1 に図示されたパワー半導体モジュール 1 0 0 が形成される。回路体 3 0 0 をケース部材 2 0 0 に収納した後、回路体 3 0 0 とケース部材 2 0 0 との隙間に、樹脂を注入して、硬化してもよい。

[0031] 上記一実施の形態によれば下記の効果を奏する。

（１）枠状ケース 2 4 0 の側面 2 3 3、2 3 4 に第 1、第 2 凹部 2 5 1、2

52を設け、固定治具23により、第1、第2凹部251、252の底面11をZ方向に押圧して治具24の上面24a上に固定し、この固定状態で、金属ベース210と枠状ケース240とを接合するようにした。これにより、枠状ケース240の前面231における、開口部261と側面233、234との間に固定治具23により枠状ケース240を押圧するスペースが無くても、枠状ケース240を確実に固定することができる。このため、接合時における枠状ケース240の位置の変動を抑えることが可能となり、接合によりケース部材200に形成される回路体300の収納空間の精度を高めることができる。従って、ケース部材200を大型化することなく、ケース部材200による回路体300の冷却を良好に行うことができる。

[0032] (2) 枠状ケース240の厚さ方向(Z方向)から投影した場合、第1凹部251は、その射影部 P_1 が、接合部FWの射影部 P_2 の外側に配置される構造とした(図11参照)。つまり、第1凹部251の長さ方向(X方向)の側端面12は、接合部FWよりも外側に位置しており、第1凹部251のX方向の側端面12が接合部FWよりも内側に位置していない。このため、接合ツール25による負荷は、枠状部230の内面230aと第1、第2凹部251、252の側端面12との間における枠状部230の部分により支持することができ、枠状ケース240の変形を防止することができる。

[0033] (3) 枠状ケース240の厚さ方向(Z方向)から投影した場合、第1凹部251は、その射影部 P_1 が、側面233の側辺233aと重なって配置されている(図11参照)。第1凹部251の底面11は、円弧状に湾曲された側面233の領域内に設けられているので、枠状ケース240を小さくすることができる。また、第1凹部251の底面11が、側面233から、直接、外方に開放される構造なので、この構造によっても、枠状ケース240を小さくすることができる。

[0034] (4) 第1、第2凹部251、252は、枠状ケース240の前面231に向けて開放されている。このため、固定治具23をZ方向に移動して第1、第2凹部251、252の底面11を押圧することにより、枠状ケース24

0を固定することができ、枠状ケース240の固定を能率的に行うことができる。

[0035] ー実施形態2ー

図13～図17を参照して、本発明によるパワー半導体モジュールの実施形態2を説明する。

図13は、本発明の実施形態2に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図である。図14～17は、それぞれ、図13に図示されたパワー半導体モジュールのケース部材の正面図、右側面図、左側面図および背面図である。

実施形態2のパワー半導体モジュール100Aが、実施形態1のパワー半導体モジュール100と相違する点は、ケース部材200Aが、表裏両面において金属ベース210A、210Bに接合される構造を有する点である。つまり、枠状ケース240Aの前面231において金属ベース210Aに接合され、枠状ケース240Aの裏面232において、金属ベース210Bが接合されている。

以下、実施形態1との相違点を主に、実施形態2を説明することとし、実施形態1と共通な構成は、対応する部材に同一の符号を付して、適宜、説明を省略することとする。

[0036] 枠状ケース240Aは、前面231および裏面232の両面に図8に図示される開口部261を有しており、金属ベース210A、210Bのそれぞれは、枠状ケース240Aの前面231および裏面232それぞれの開口部261に嵌入され、金属ベース210A、210Bそれぞれの周縁部と枠状ケース240Aの開口部261の周縁部とが接合部FWa、FWbで接合されている。金属ベース210A、210Bは、実施形態1の金属ベース210と同一の部材であり、それぞれ、放熱フィン212を有している。

[0037] 枠状ケース240Aの前面231側における側面233、234には、それぞれ、実施形態1と同様、第1凹部251、第2凹部252が形成されている。第1凹部251と、第2凹部252とは、枠状ケース240Aの長さ方向(X方向)の中心軸C-C(図14参照)に対して左右対称に形成され

ている。また、枠状ケース 240A の裏面 232 側における側面 233、234 には、それぞれ、第 3 凹部 253、第 4 凹部 254 が形成されている。第 3 凹部 253 と、第 4 凹部 254 とは、枠状ケース 240 の長さ方向（X 方向）の中心軸 C-C（図 17 参照）に対して左右対称に形成されている。第 1 凹部 251～第 4 凹部 254 は、すべて、高さ方向（Y 方向）および長さ方向（X 方向）の長さが同一とされ、同一形状に形成されている。

[0038] 第 1、第 2 凹部 251、252 の底面 11 は、枠状ケース 240A の厚さ方向（Z 方向）の中央部より前面 231 側に配置されている。また、第 3、第 4 凹部 253、254 の底面 11 は、枠状ケース 240A の厚さ方向（Z 方向）の中央部より裏面 232 側に配置されている。従って、図 15 に図示されるように、第 1 凹部 251 の底面 11 と第 3 凹部 253 の底面 11 は、枠状ケース 240A の側面 233 に高さ方向（Y 方向）における同一位置に対向して配置されているが、第 1 凹部 251 の底面 11 と第 3 凹部 253 の底面 11 とは離間している。換言すれば、第 1 凹部 251 と第 3 凹部 253 とは隔壁部 271 を存して配置されている。同様に、図 16 に図示されるように、第 2 凹部 252 の底面 11 と第 4 凹部 254 の底面 11 とは離間している、換言すれば、第 2 凹部 252 と第 4 凹部 254 とは隔壁部 271 を存して配置されている。

[0039] 実施形態 2 のパワー半導体モジュール 100A のケース部材 200A を作製するには、実施形態 1 に関して説明した方法で、枠状ケース 240A の前面 231 の開口部 261 に金属ベース 210A を嵌入し、接合ツール 25 を用いて、摩擦攪拌接合等により接合する。これにより、枠状ケース 240A の前面 231 の開口部 261 の周縁部と金属ベース 210A の周縁部とに接合部 Fw a が形成される。

次に、固定治具 23 を厚さ方向（Z 方向）に上昇させ、枠状ケース 240A を中心軸 C-C を回転軸として 180 度回転し、金属ベース 210A が接合された枠状ケース 240A を受け治具 24 にて支持する。そして、固定治具 23 を下降して、枠状ケース 240A の側面 233、234 に形成された

第3、第4凹部253、254の底面11を受け治具24側に押圧し、固定する。

上述した通り、第1、第2凹部251、252は、前面231側において中心軸C-Cに対して左右対称に形成され、第3、第4凹部253、254は裏面232側において中心軸C-Cに対して左右対称に形成されている。

[0040] このため、枠状ケース240Aを中心軸C-Cを回転軸として反転すると、第3、第4凹部253、254が反転前の第1、第2凹部251、252と同一位置に配置される。従って、固定治具23を、厚さ方向（Z方向）に下降するだけで、第3、第4凹部の底面11を押圧することができ、第3、第4凹部253、254との位置合せを行う必要が無い。これにより、枠状ケース240Aの固定を能率的に行うことができる。

[0041] この後、枠状ケース240Aの裏面232の開口部261に金属ベース210Bを嵌入する。そして、接合ツール25を用いて、摩擦攪拌接合等により金属ベース210Bと枠状ケース240Aとを接合する。これにより、枠状ケース240Aの裏面232の開口部261の周縁部と金属ベース210Bの周縁部とに接合部FWbが形成される。

[0042] 第3、第4凹部253、254の側端面12と接合部FWbのX方向における位置関係は、第1、第2凹部251、252の側端面12と接合部FWaのX方向における位置関係と同一である。

すなわち、枠状ケース240Aの厚さ方向（Z方向）から投影した場合、第1、第2凹部251、252は、その射影部 P_1 が、接合部FWaの射影部の外側に配置され、第1、第2凹部251、252は、その射影部 P_1 が、側面233、234の側辺233a、234a（図示せず）の斜影部 P_3 と重なって配置される。

同様に、枠状ケース240Aの厚さ方向（Z方向）から投影した場合、第3、第4凹部253、254は、その射影部が、接合部FWbの射影部の外側に配置され、第3、第4凹部253、254は、その射影部が、側面233、234の側辺233a、234a（図示せず）の斜影部と重なって配置

される。

[0043] 実施形態2においても、枠状ケース240Aの前面231側、裏面232側それぞれの側面233、234に第1、第2凹部251、252または第3、第4凹部253、254を設け、固定治具23により、第1凹部251～第4凹部254の底面11を厚さ方向（Z方向）に押圧して固定する。この固定状態で、枠状ケース240Aと金属ベース210Aとを、または枠状ケース240Aと金属ベース210Bとを、それぞれ、接合するようにした。このため、実施形態1の（1）～（4）と同様な効果を奏する。

[0044] 加えて、実施形態2では、下記の効果を奏する。

（5）枠状ケース240Aの表裏両面に金属ベース210A、210Bを接合する構造であるので、換言すれば、枠状ケース240Aの開口部261は、表裏面を貫通しており、裏面232に広い面積の薄板領域を形成する必要が無いので、鋳造による成形が容易となり生産性や歩留まりの向上を図ることができる。

（6）また、第1、第2凹部251、252および第3、第4凹部253、254を、それぞれ、枠状ケース240Aの前面231側および裏面232において、長さ方向（X方向）における中心軸C-Cに対して左右対称に配置した。このため、枠状ケース240Aを中心軸C-Cを回転軸として反転すると、第3、第4凹部253、254が、反転前の第1、第2凹部251、252の位置と同一位置に配置される。これにより、第3、第4凹部253、254との位置合せを行うことなく、固定治具23により枠状ケース240Aを固定することが可能となり、枠状ケース240Aの固定を能率的に行うことができる。

[0045] ー実施形態3ー

図18～図28を参照して、本発明によるパワー半導体モジュールの実施形態3を説明する。

図18は、本発明の実施形態3に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図である。図19～図22は、それぞれ、図18に図示されたパワー半導体

モジュールのケース部材の正面図、右側面図、左側面図および背面図である。また、図23は、図18に図示されたケース部材の分解斜視図である。

実施形態3が実施形態2と異なる点は、第1凹部～第4凹部が、それぞれ、複数形成されている点である。以下、実施形態2との相違点を主に、実施形態3の態様を説明することとし、実施形態2と共通な構成は、対応する部材に同一の符号を付して、適宜、説明を省略することとする。

[0046] 実施形態3のパワー半導体モジュール100Bは、実施形態2のパワー半導体モジュール100Aと同様、ケース部材200Bが、表裏面両面において、金属ベース210A、210Bに接合される構造を有する。

枠状ケース240Bは、前面231および裏面232において、それぞれ、金属ベース210A、210Bとの接合部FWa、FWbを有する。

実施形態2とは異なり、枠状ケース240Bの前面231側における側面233には、複数の第1凹部251が形成され、前面231側における側面234には、複数の第2凹部252が形成されている。側面233に形成される第1凹部251の数と第2凹部252との数とは異なり、側面233には偶数（実施例では2つ）の第1凹部251が形成され、側面234には、奇数（実施例では3つ）の第2凹部252が形成されている。

[0047] 枠状ケース240Bの裏面232側における側面233には、複数の第3凹部253が形成され、側面234には、複数の第4凹部254が形成されている。前面231側における側面233に形成される第1凹部251の数は、裏面232側における側面234に形成される第4凹部254との数と等しい。前面231側における側面234に形成される第2凹部252の数は、裏面232側における側面234に形成される第3凹部253との数と等しい。

[0048] つまり、第1凹部251と第4凹部254とは、枠状ケース240の長さ方向（X方向）の中心軸C-Cに対して左右対称に形成されている。同様に、第2凹部252と第3凹部253とは、枠状ケース240の長さ方向（X方向）の中心軸C-Cに対して左右対称に形成されている。また、第1凹部

251～第4凹部254は、すべて、高さ方向（Y方向）および長さ方向（X方向）の長さが同一とされ、同一形状に形成されている。このため、枠状ケース240Bを中心軸C-Cを回転軸として180度回転すると、各第4凹部254の位置および形状が回転前の各第1凹部251の位置および形状に重なり、各第3凹部253の位置および形状が回転前の各第2凹部252の位置および形状に重なる。

[0049] 図20に図示されるように、各第1凹部251と各第3凹部253は、側面233における高さ方向（Y方向）にずれた位置に形成されている。各第1凹部251の高さ方向（Y方向）の中心は、第3凹部253間のほぼ中心に位置しており、各第1凹部251の上下両端部は、上下の第3凹部253の一端および他端と重なる位置に配置されている。

図21に図示されるように、各第2凹部252と各第4凹部254は、側面234における高さ方向（Y方向）にずれた位置に形成されている。各第2凹部252の高さ方向（Y方向）の中心は、第4凹部254間のほぼ中心に位置しており、各第2凹部252の上下両端部は、上下の第4凹部254の一端および他端と重なる位置に配置されている。

[0050] 第1、第2凹部251、252の底面11は、枠状ケース240Bの厚さ方向（Z方向）の中央部より前面231側に配置され、第3、第4凹部253、254の底面11は、枠状ケース240Bの厚さ方向（Z方向）の中央部より裏面232側に配置されている。従って、図20、図21に図示されるように、各第1凹部251と第3凹部253の各底面11、および第2凹部252と第4凹部254の底面11は、隔壁部272の両側に対向して配置されている。隔壁部272の中央領域には、第1、第2凹部251、252の一方または第3、第4凹部253、254の一方が形成されていないので、第1、第2凹部251、252または第3、第4凹部253、254の全体が対向する領域に形成された実施形態2の隔壁部271よりも大きい剛性を有する。

[0051] 実施形態3のパワー半導体モジュール100Bの製造方法を説明する。

図24は、図18に図示されたケース部材の製造方法を説明するための斜視図であり、図25は、図24のXXV-XXV線断面図である。図26は、図24に続く工程を説明するための斜視図であり、図27は、図26のXXVⅠⅠ-XXVⅠⅠ線断面図である。また、図28は、本発明の実施形態3に係るパワー半導体モジュールのケース部材の外観斜視図である。

実施形態2に関して説明したように、枠状ケース240Bを受け治具24にて保持する。

まず、枠状ケース240Bの前面231の開口部261に金属ベース210Aを嵌入して、枠状ケース240Bの開口部261の周縁部に形成された段部262（図8参照）上に載置する。

図24に図示されるように、各第1凹部251の底面11および各第2凹部252の底面11を固定治具23で押し付け、枠状ケース240Bを固定する。固定治具23は、前面231側に形成された第1凹部251の底面11を押圧する2つ、および第2凹部252の底面11を押圧する3つを用いる。そして、摩擦攪拌接合等により、金属ベース210Aと枠状ケース240Bの前面231とを接合する。これにより、枠状ケース240Bの前面231の開口部261の周縁部と金属ベース210Aの周縁部とに接合部FWbが形成される。

[0052] 接合状態における図24のXXV-XXV線断面図を図25に示す。

この状態は、枠状ケース240Bの裏面232に開口部263が形成されている点を除き、実施形態1の場合と同様である。すなわち、枠状ケース240Bの厚さ方向（Z方向）から投影した場合、各第1凹部251は、その射影部 P_1 が、接合部FWaの射影部 P_2 の外側に配置されている。また、各第1凹部251の射影部 P_1 は、側面233の側辺233aと重なって配置されている。

[0053] 金属ベース210Aと枠状ケース240Bの前面231との接合が完了したら、すべての固定治具23を厚さ方向（Z方向）に上昇する。そして、金属ベース210Aが接合された枠状ケース240Bを中心軸C-Cを回転軸

として反転し、枠状ケース 240B の前面 231 側を受け治具 24 により支持する。

上述した通り、枠状ケース 240B を中心軸 C-C を回転軸として 180 度回転すると、各第 4 凹部 254 の位置および形状が、回転前の各第 1 凹部 251 の位置および形状に重なり、各第 3 凹部 253 の位置および形状が、回転前の第 2 凹部 252 の位置および形状に重なる。つまり、図 26 において、裏面 232 側に設けられた 2 つの第 4 凹部 254、および 3 つの第 3 凹部 253 は、枠状ケース 240B を反転する前の 2 つの第 1 凹部 251、および 3 つの第 2 凹部 252 と、それぞれ、位置および形状が重なる。このため、上昇していた 5 つの固定治具 23 を、そのまま、厚さ方向（Z 方向）に下降させるだけで、第 4 凹部 254 および第 3 凹部 253 の各底面 11 を受け治具 24 側に押圧して固定することができる。

[0054] 枠状ケース 240B の裏面 232 の開口部 263 に金属ベース 210B を嵌入して、枠状ケース 240B の開口部 263 の周縁部に形成された段部 264（図 27 参照）上に載置する。そして、接合ツール 25 を用いて、摩擦攪拌接合等により金属ベース 210B と枠状ケース 240B とを接合する。これにより、枠状ケース 240B の裏面 232 の開口部 263 の周縁部と金属ベース 210B の周縁部とに接合部 FWb が形成される。

[0055] このように、実施形態 3 においても、実施形態 2 と同様、固定治具 23 を、Z 方向に下降するだけで、第 3、第 4 凹部 253、254 の底面 11 を押圧することができ、第 3、第 4 凹部 253、254 との位置合せを行う必要が無い。このため、枠状ケース 240B の固定を能率的に行うことができる。

[0056] 接合状態における図 26 の XXV I I - XXV I I 線断面図を図 27 に示す。

この状態における、第 4 凹部 254 と接合部 FWb との位置関係は、第 1 凹部 251 と接合部 FWa の位置関係と同様である。すなわち、枠状ケース 240B の厚さ方向（Z 方向）から投影した場合、各第 4 凹部 254 は、そ

の射影部 P_4 が、接合部 FWb の射影部 P_5 の外側に配置されている。また、各第4凹部254の射影部 P_4 は、側面234の側辺234aの射影部 P_6 と重なって配置されている。第4凹部253、254の斜影部 P_4 の長さは、第1凹部251の斜影部 P_1 の長さと同じであってもよいし、異なってもよい。要は、各第4凹部254の射影部 P_4 が、接合部 FWb の射影部 P_5 の外側に配置されるようにすればよい。

[0057] 実施形態3は、実施形態2に対して、第1凹部251～第4凹部254の数を、それぞれ、複数にした点のみが相違する。従って、実施形態3においても、実施形態2の効果1～5を奏する。

また、実施形態3では、隔壁部272が第1凹部251と第3凹部253とが対向しない厚い領域または第2凹部252と第4凹部254とが対向しない厚い領域を有しているので、実施形態2の隔壁部271よりも大きい剛性を有する。従って、接合時における枠状ケース240Bの変形が、実施形態2の場合より小さくすることができるので、ケース部材200B内に形成される収納空間の寸法精度を一層向上することができる。

[0058] なお、上記実施形態3では、第1、第3凹部251、253と第2、第4凹部252、254の数が異なる構造として例示した。しかし、第1凹部251と第3凹部253との数、または第2凹部252と第4凹部254の数を、それぞれ、同一としてもよい。但し、側面233側に形成する第1、第3凹部251、253の位置と側面234側に形成する第2、第4凹部252、254の位置をずらして、隔壁部の剛性を大きくすること、および長さ方向（X方向）における中心軸C-Cに対して左右対称とすることが好ましい。図示はしないが、例えば、第1凹部251～第4凹部254の数を、それぞれ、2つとした場合、第1、第4凹部251、254を、高さ方向（Y方向）における枠状部230Bの中心側に配置し、第2、第3凹部252、253を、高さ方向（Y方向）における第1、第4凹部251、254の外側に配置する構成とすることができる。高さ方向（Y方向）において、第1凹部251と第3凹部253とが重なる領域が無いように配置し、第2凹部

252と第4凹部254とが重なる領域が無いように配置してもよい。第1凹部251～第4凹部254の数は、2つに限られるものではない。

[0059] ー実施形態4ー

図29は、本発明の実施形態4に係るパワー半導体モジュールの外観斜視図であり、図30は、図29のXXX-XXX線断面図である。

実施形態4のパワー半導体モジュール100Cでは、ケース部材200Cに形成された第1、第2凹部251a、252aが、枠状ケース240Cの側面233または側面234のみに開放され、前面231および裏面232には開放されていない。第1、第2凹部251a、252aの高さ（Z方向の長さ）は、固定治具23の厚さより大きく形成されている。

[0060] 枠状ケース240Cを固定するには、図30に図示されるように、固定治具23を側面233、234の外方から枠状ケース240C側に向けて長さ方向（X方向）に移動して、第1凹部251aまたは第2凹部252a内に嵌入する。そして、固定治具23を厚さ方向（Z方向）に下降して、固定する。固定治具23の先端面を第1、第2凹部251a、252aの側端面12に当接して、枠状ケース240Cを長さ方向（X方向）に固定してもよい。また、固定治具23の側面を第1、第2凹部251a、252aの端面13、14に当接して、枠状ケース240Cを高さ方向（Y方向）に固定してもよい。枠状ケース240Cの長さ方向（X方向）および高さ方向（Y方向）の一方、または両方を他の固定治具を用いて、枠状ケース240Cの側面、上面、下面から押圧して固定することもできる。

[0061] 図30に図示されるように、枠状ケース240Cの厚さ方向（Z方向）から投影した場合、第1凹部251aは、その射影部 P_{1a} が、接合部FWの射影部 P_2 の内側にまで延在されている。つまり、第1凹部251aのX方向の側端面12は、接合部FWよりも内側に位置している。この構造は、第2凹部252aについても同様である。第1凹部251a、252aは、枠状ケース240Cの前面231に開放されておらず、前面231よりも下方に形成されているので、接合ツール25による接合の支障になることは無い。

枠状ケース 240 の厚さ方向（Z 方向）から投影した場合、第 1 凹部 251a は、その射影部 P_{1a} が、側面 233 の側辺 233a と重なって配置される点は、実施形態 1～3 と同様である。

実施形態 4 における他の構成は、実施形態 1 と同様であるので、対応する部材に同一の符号を付して説明を省略する。

[0062] 実施形態 4 においても、枠状ケース 240C の側面 233、234 に第 1、第 2 凹部 251a、252a を設け、固定治具 23 により、第 1、第 2 凹部 251a、252a の底面 11 を厚さ方向（Z 方向）に押圧して固定することができ、この固定状態で、金属ベース 210 と枠状ケース 240C とを接合することができる。従って、実施形態 1 の効果 1 を奏する。

また、実施形態 4 では、第 1、第 2 凹部 251a、252a の長さ方向（X 方向）の側端面 12 は、接合部 FW よりも内側に位置している。このため、枠状ケース 240C における、前面 231 の開口部と側面 233、234 との間の長さを、実施形態 1～3 よりも小さくすることができ、一層、ケース部材 200 の小型化を図ることができる。

[0063] 上記実施形態 4 は、枠状ケース 240C の前面 231 側における側面 233、234 に、第 1、第 2 凹部 251a、252a が形成されたケース部材 200C を備えたパワー半導体モジュールとして例示した。しかし、実施形態 2 または実施形態 3 における第 1 凹部 251～第 4 凹部 254 を実施形態 4 の第 1、第 2 凹部 251a、252a と同一の構造とすることもできる。

[0064] なお、上記各実施形態では、側面 233、234 が円弧状に湾曲した形状を有する構造として例示したが、側面 233、234 は、平坦な形状であってもよい。

[0065] 上記各実施形態では、ケース部材 200、200A～200C が、放熱フィン 212、213 を有している構造として例示したが、ケース部材 200、200A～200C は放熱フィン 212、213 を有していなくてもよい。

[0066] 上記実施形態では、回路体 300 は、半導体素子を一对の導体板により挟

持して形成された半導体ブロックを２個備える構造として例示した。しかし、回路体３００が、半導体ブロックを、１個または３個以上備える場合にも適用することができる。また、導体板は半導体素子の一面側のみに配置されている構造であってもよく、半導体ブロックの構造は、上記実施形態に特定されるものではない。

[0067] 本発明は、回路体３００が、インバータ回路、コンバータ回路等の電力変換回路を有するパワー半導体モジュールに適用することができる。

[0068] 上記各実施形態では、第１凹部２５１～第４凹部２５４を、側面２３３、２３４のみに形成した構造として例示した。しかし、ケース部材２００、２００Ａ～２００Ｃの下面２３５に、第１凹部２５１～第４凹部２５４以外の凹部を形成してもよい。

[0069] その他、本発明のパワー半導体モジュールは、発明の趣旨の範囲内において、種々、変形して適用することが可能であり、要は、枠状ケースの相対向する一对の側面のそれぞれに、側面からケース部材の内側に延在され、側面の厚さの中間位置に、接合部側に面して形成された底面を有する凹部が形成されたケース部材を備えるものであればよい。

符号の説明

[0070]	１１	底面	
	１２	側端面	
	１３、１４	端面	
	２３	固定治具	
	２４	受け治具	
	２５	接合ツール	
	１００、１００Ａ～１００Ｃ	パワー半導体モジュール	
	２００、２００Ａ～２００Ｃ	ケース部材	
	２１０、２１０Ａ、２１０Ｂ	金属ベース	
	２１２、２１３	放熱フィン	
	２２０	フランジ部	

2 2 2	貫通孔	
2 3 0、2 3 0 A ~ 2 3 0 C	棒状部	
2 3 1	前面	
2 3 2	裏面	
2 3 3、2 3 4	側面	
2 3 5	下面	
2 4 0、2 4 0 A ~ 2 4 0 C	棒状ケース	
2 6 1、2 6 3	開口部	
2 6 2	段部	
2 5 1、2 5 1 a	第 1 凹部	
2 5 2、2 5 2 a	第 2 凹部	
2 5 3	第 3 凹部	
2 5 4	第 4 凹部	
3 0 0	回路体	
FW, FW a、FW b	接合部	

請求の範囲

- [請求項1] 入力信号用の第1電極と出力信号用の第2電極と制御信号用の第3電極とを有し、前記第3電極に印加される制御信号に基づいて前記第1電極の入力信号を変換し、前記第2電極から出力信号を出力する電力変換回路を有する回路体と、
- 金属製の枠状ケースおよび金属ベースを有し、前記回路体を収納するケース部材とを備え、
- 前記枠状ケースは、前面と裏面と一対の側面とを有し、前記前面と前記裏面との少なくとも一方に開口部が形成され、
- 前記ケース部材は、前記枠状ケースの前記開口部に嵌入された前記金属ベースの周縁部と前記枠状ケースの前記開口部の周縁部とが接合された接合部を有し、
- 前記枠状ケースの一対の前記側面のそれぞれに、前記側面から前記ケース部材の内側に延在され、前記側面の厚さの中間位置に、前記接合部側に面して形成された底面を有する凹部が形成されている、パワー半導体モジュール。
- [請求項2] 請求項1に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
- 前記枠状ケースの厚さ方向から投影した場合、
- 前記凹部の射影部は、前記接合部の射影部よりも外側に位置する、パワー半導体モジュール。
- [請求項3] 請求項2に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
- 前記凹部の前記底面は、前記前面に開放して形成されている、パワー半導体モジュール。
- [請求項4] 請求項1に記載のパワー半導体モジュールにおいて、
- 前記枠状ケースは、前記前面と前記裏面それぞれに形成された前記開口部を有し、
- 前記金属ベースは、前記前面の前記開口部に嵌入される第1の金属ベースと、前記裏面の前記開口部に嵌入される第2の金属ベースとを

含み、

前記ケース部材は、前記枠状ケースの前記前面の前記開口部に嵌入された前記第1の金属ベースの周縁部と前記前面の前記開口部の周縁部とが接合された第1接合部と、前記枠状ケースの前記裏面の前記開口部に嵌入された前記第2の金属ベースの周縁部と前記裏面の前記開口部の周縁部とが接合された第2接合部とを有し、

前記枠状ケースの一对の前記側面のそれぞれに、前記側面から前記ケース部材の内側に延在し、前記側面の厚さの中間位置に、前記第1接合部側に面して形成された底面を有する第1凹部と、前記側面の厚さの中間位置に、前記第2接合部側に面して形成された底面を有する第2凹部とが形成されている、パワー半導体モジュール。

[請求項5]

請求項4に記載のパワー半導体モジュールにおいて、

前記第1接合部と前記第1凹部の前記底面間の距離は、前記第1接合部と前記第2凹部の前記底面間の距離よりも小さく、前記第2接合部と前記第2凹部の前記底面間の距離は、前記第2接合部と前記第1凹部の前記底面間の距離よりも小さくされ、前記第1凹部の前記底面と前記第2凹部の底面との間に隔壁部が介在されている、パワー半導体モジュール。

[請求項6]

請求項5に記載のパワー半導体モジュールにおいて、

前記第1凹部と前記第2凹部とは、前記枠状ケースの前記側面に沿う方向においてずれた位置に形成されており、前記側面は、前記前面と前記第2凹部の前記底面との間に前記第1凹部が形成されていない領域と、前記裏面と前記第1凹部の前記底面との間に前記第2凹部が形成されていない領域とを有する、パワー半導体モジュール。

[請求項7]

請求項4乃至6のいずれか1項に記載のパワー半導体モジュールにおいて、

前記枠状ケースの前記側面のそれぞれに形成された前記第1凹部と前記第2凹部は、前記ケース部材を、前記枠状ケースの前記一对の側

面の中心軸と平行な方向を回転軸として表裏反転したとき、反転する前の他の凹部の位置と同一位置になるような形状および個数に形成されている、パワー半導体モジュール。

[請求項8] 請求項1乃至7のいずれか1項に記載のパワー半導体モジュールの製造方法であって、

前記枠状ケースの前記開口部に前記金属ベースを嵌入する、

前記枠状ケースの前記一对の側面のそれぞれに形成された前記凹部の前記底面を固定治具により少なくとも前記側面の厚さ方向に固定する、

前記枠状ケースの前記開口部の周縁部と前記金属ベースの周縁部とを接合し、前記ケース部材を形成する、

前記ケース部材に前記回路体を収納する、

の各工程を備える、パワー半導体モジュールの製造方法。

[請求項9] 請求項4乃至7のいずれか1項に記載のパワー半導体モジュールの製造方法であって、

前記枠状ケースの前記前面の前記開口部に前記第1の金属ベースを嵌入する、

前記枠状ケースの一对の前記側面のそれぞれに形成された前記第1凹部の前記底面を固定治具により少なくとも前記側面の厚さ方向に固定する、

前記枠状ケースの前記前面の前記開口部の周縁部と前記第1の金属ベースの周縁部とを接合する、

前記第1の金属ベースが接合された前記枠状ケースを、前記枠状ケースの前記一对の側面の中心軸と平行な方向を回転軸として表裏反転する、

前記枠状ケースの前記裏面の前記開口部に前記第2の金属ベースを嵌入する、

前記枠状ケースの一对の前記側面のそれぞれに形成された前記第2

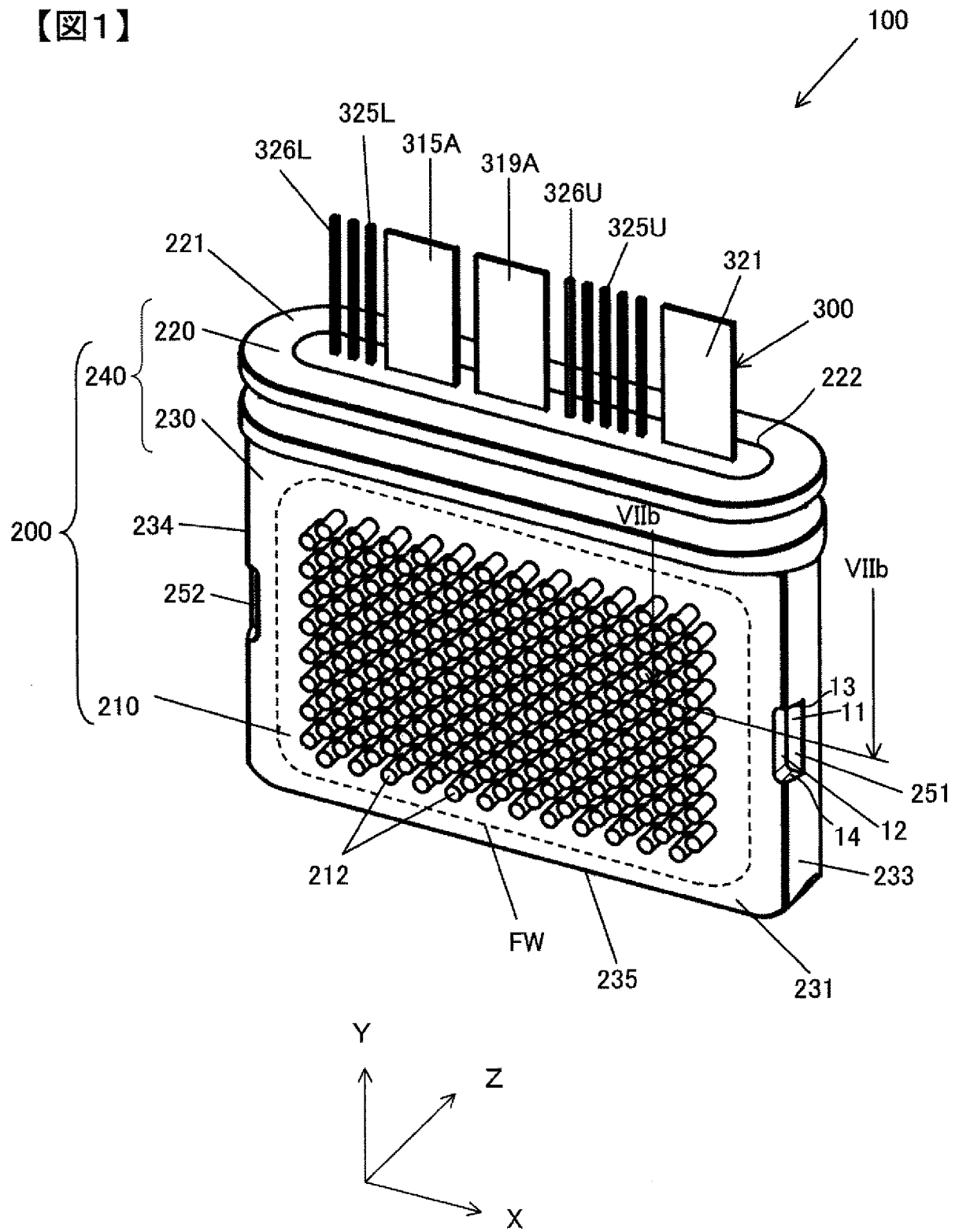
凹部の前記底面を固定治具により少なくとも前記側面の厚さ方向に固定する、

前記枠状ケースの前記裏面の前記開口部の周縁部と前記第2の金属ベースの周縁部とを接合し、前記ケース部材を形成する、

前記ケース部材に前記回路体を収納する、

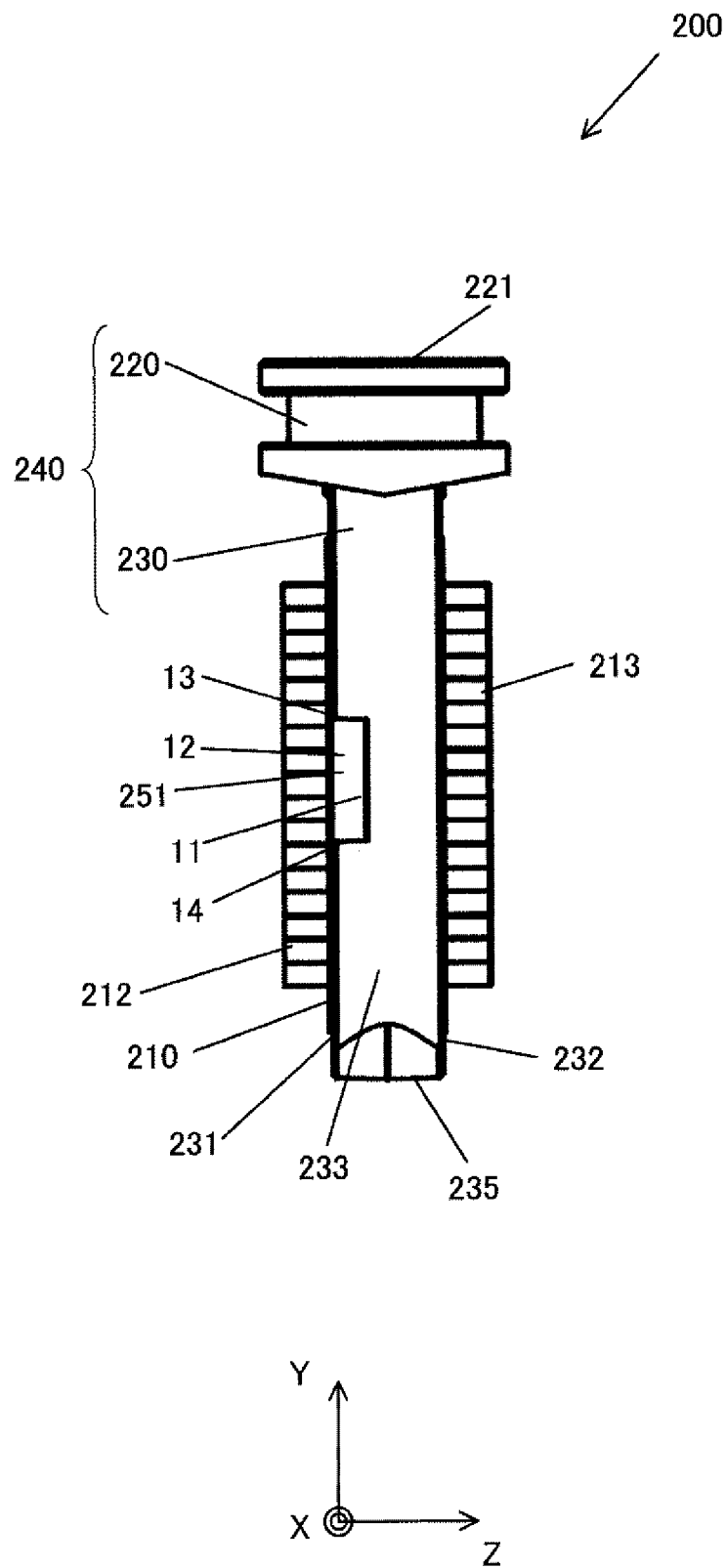
の各工程を備える、パワー半導体モジュールの製造方法。

[図1]



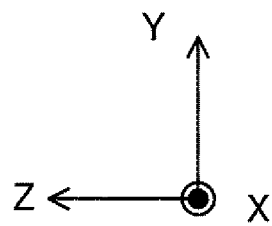
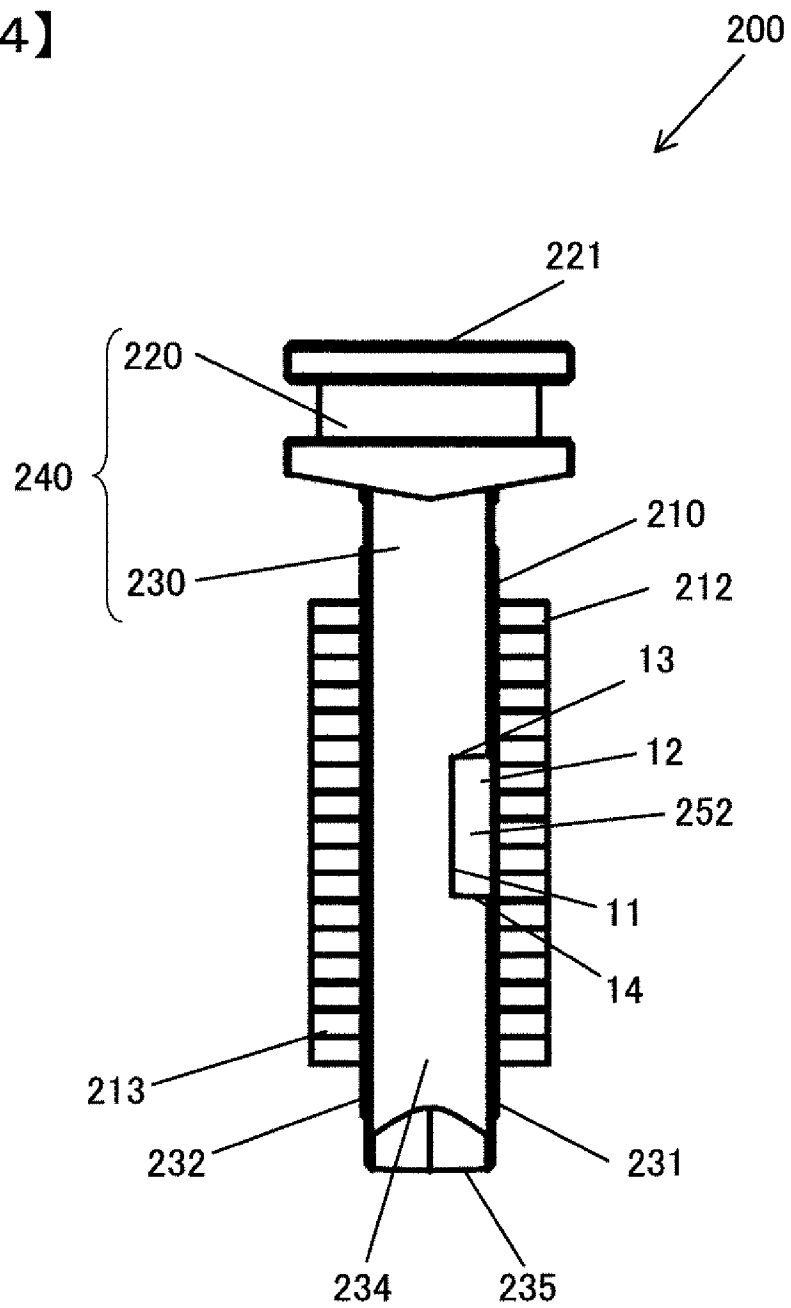
[図3]

【図3】



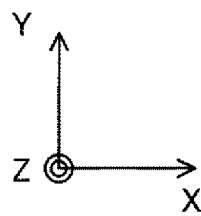
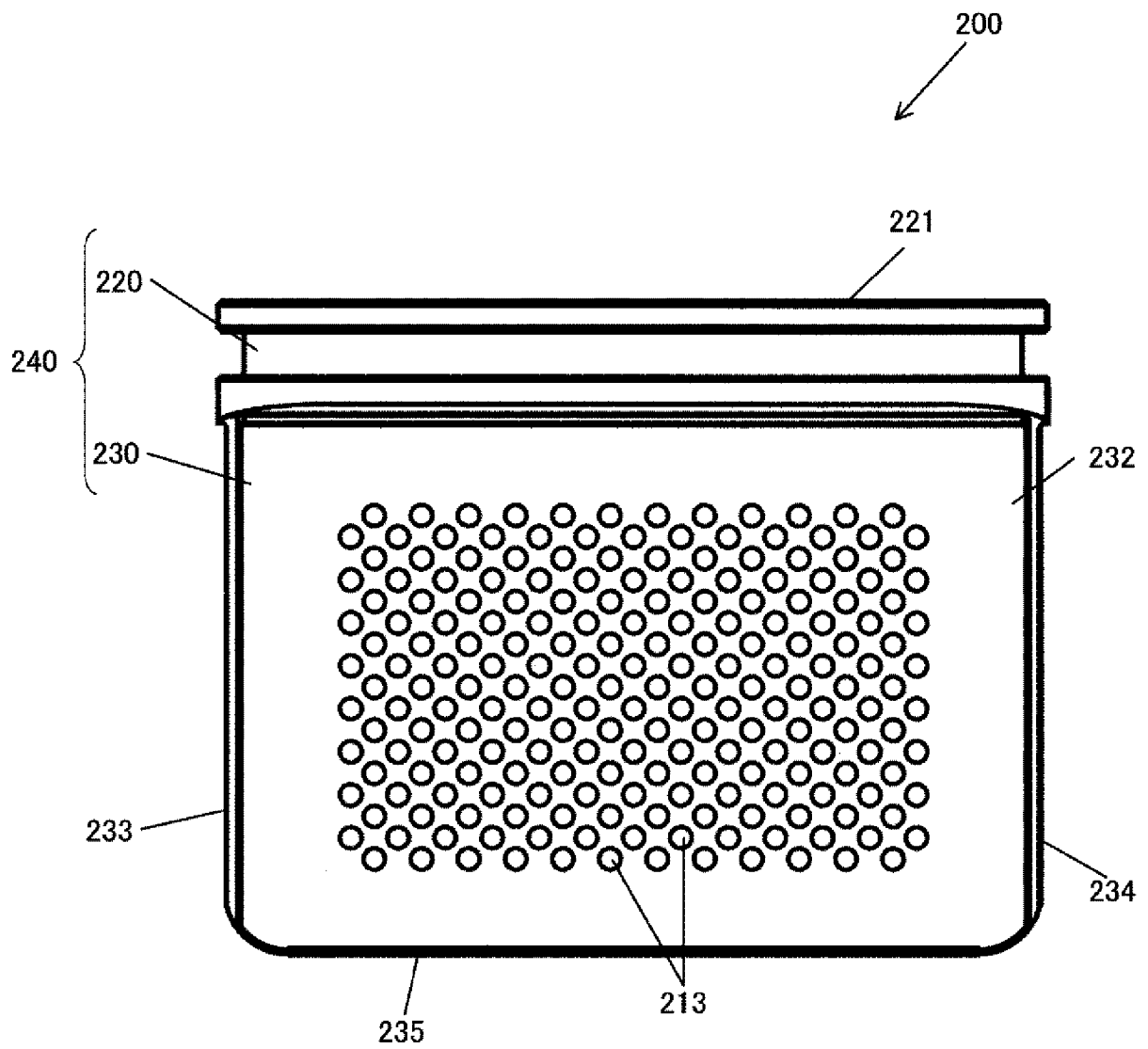
[図4]

【図4】



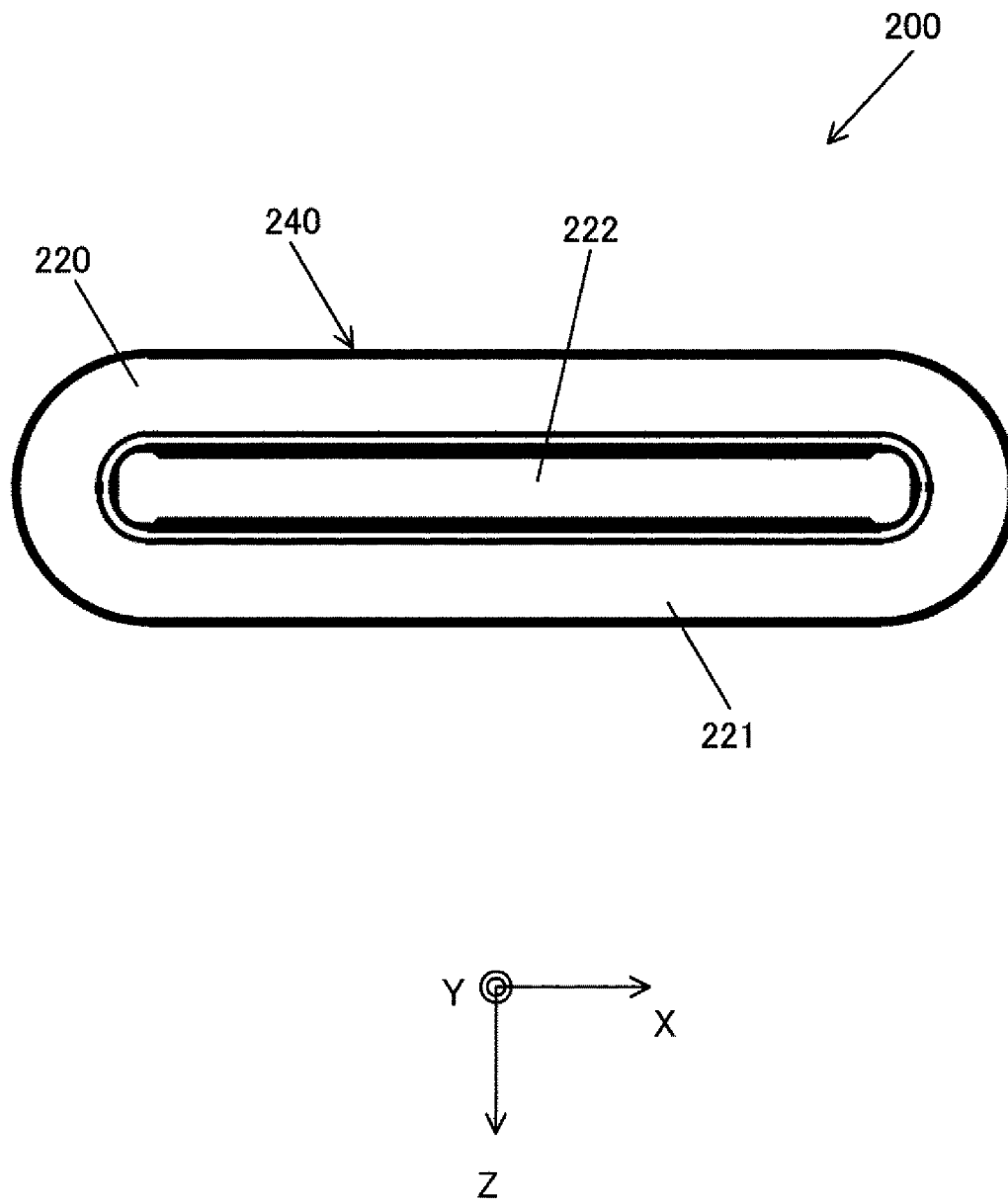
[図5]

【図5】



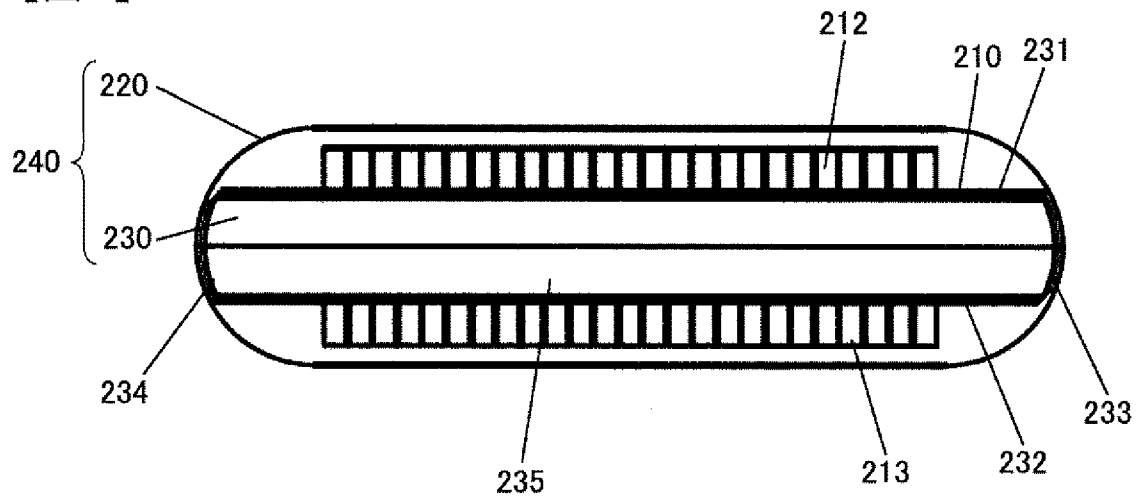
[図6]

【図6】

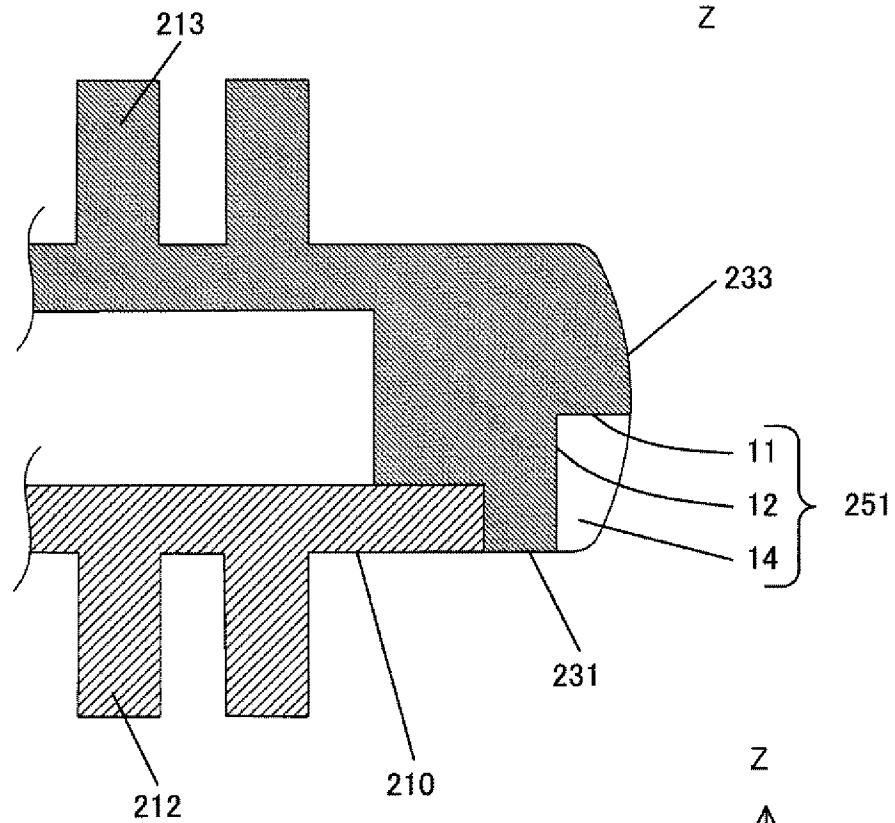


[図7]

【図7】

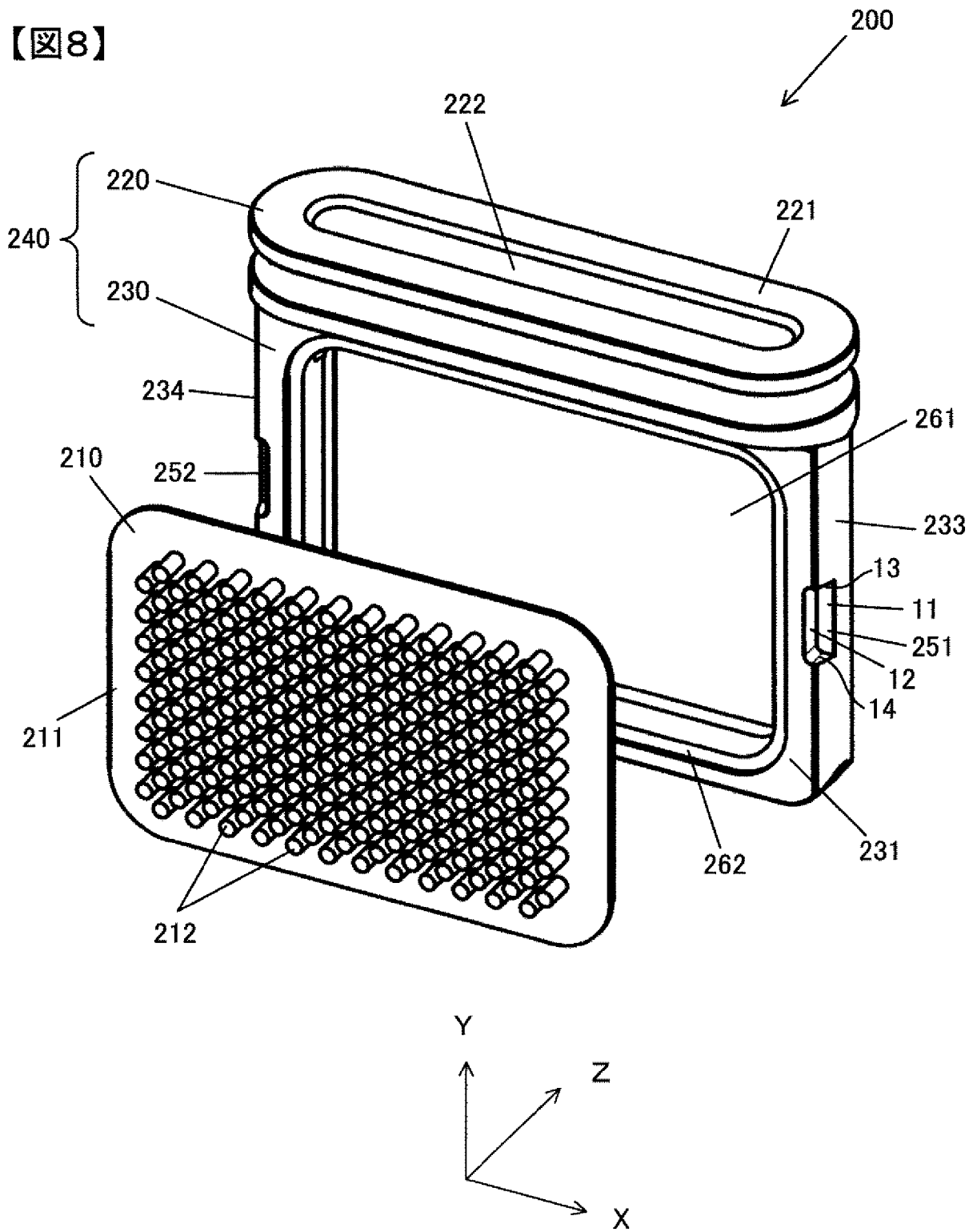


(a)



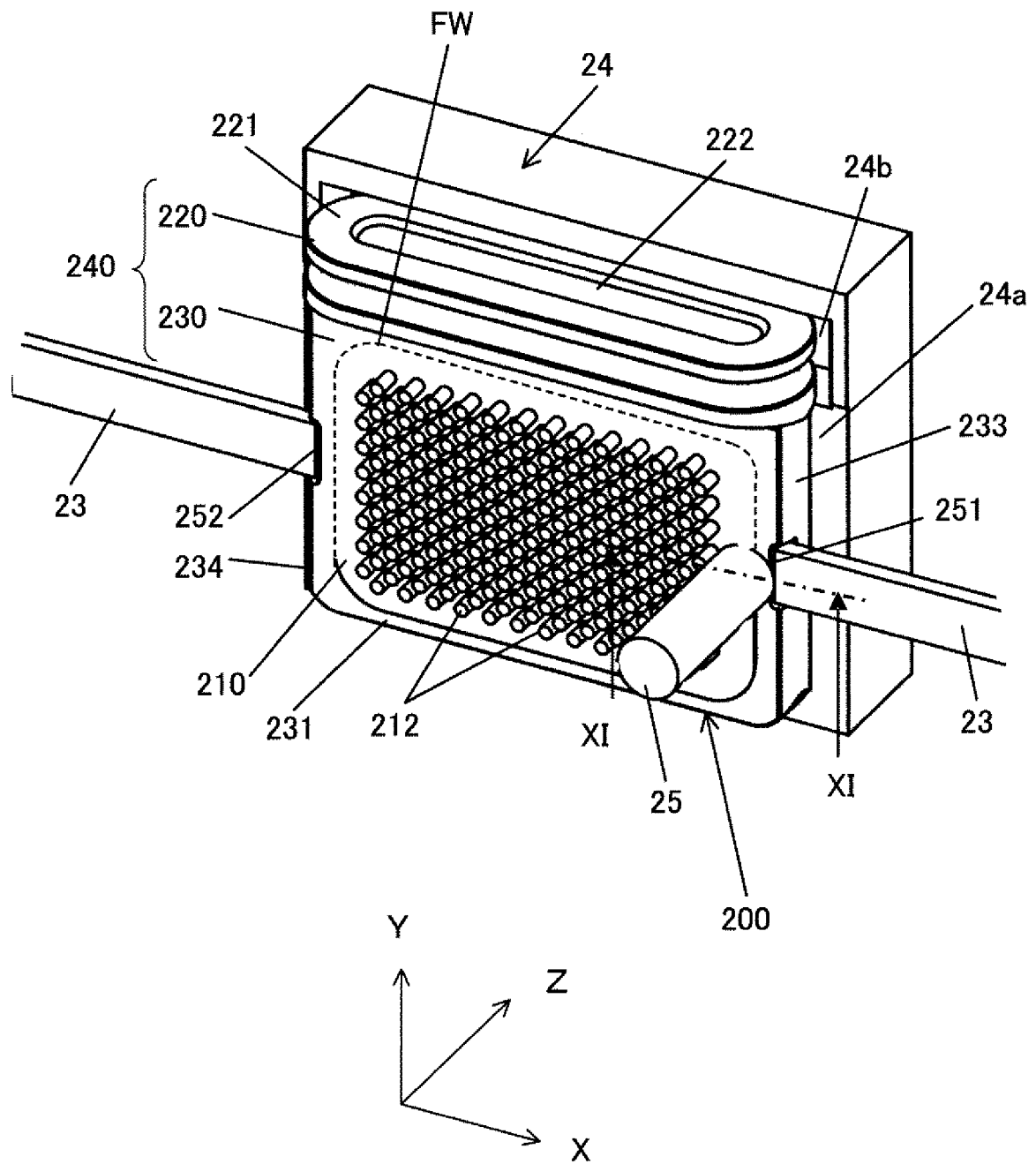
(b)

[図8]

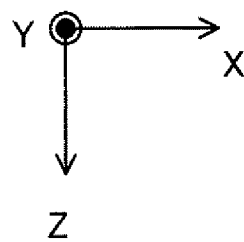


[図10]

【図10】

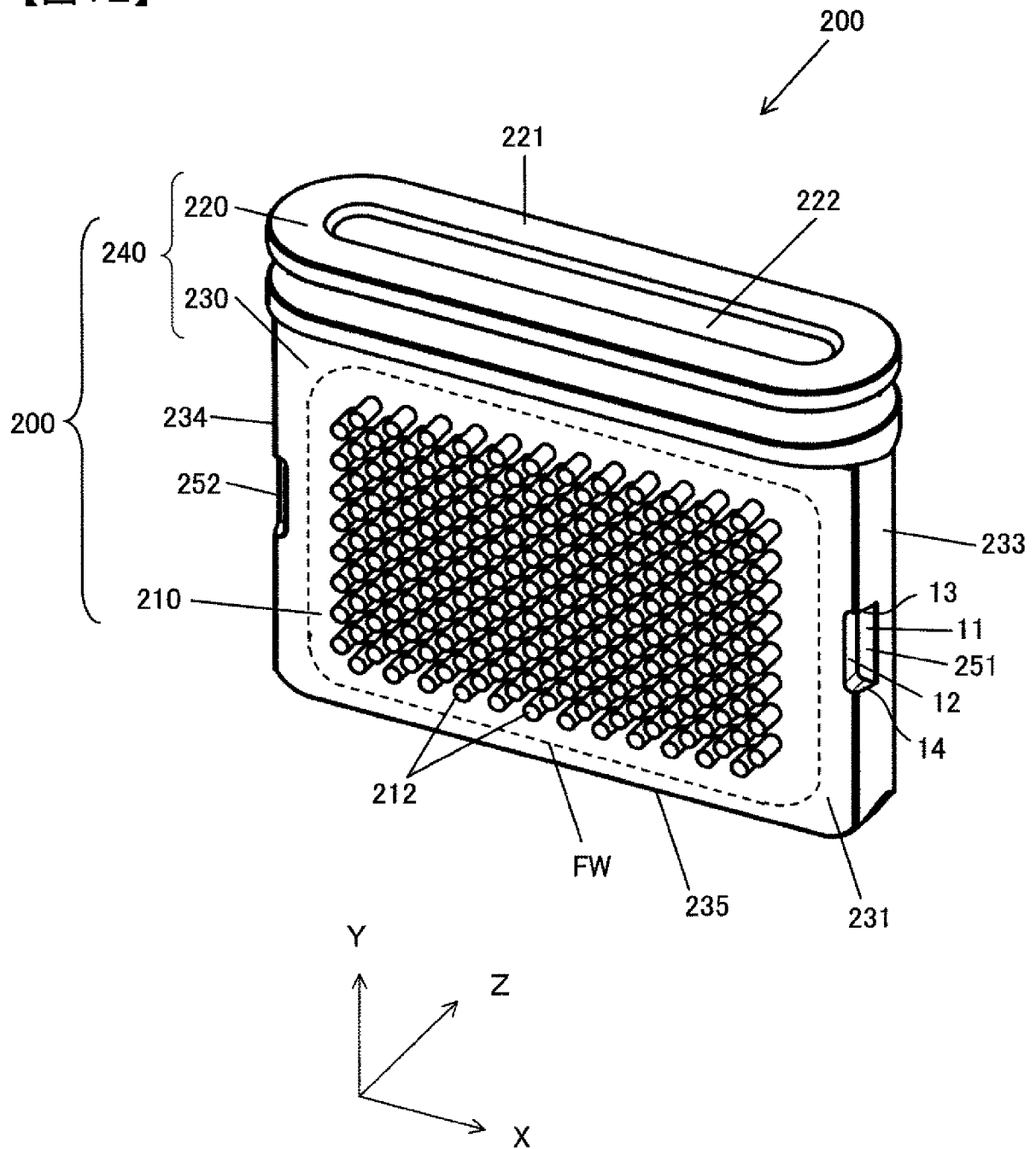


【图 11】



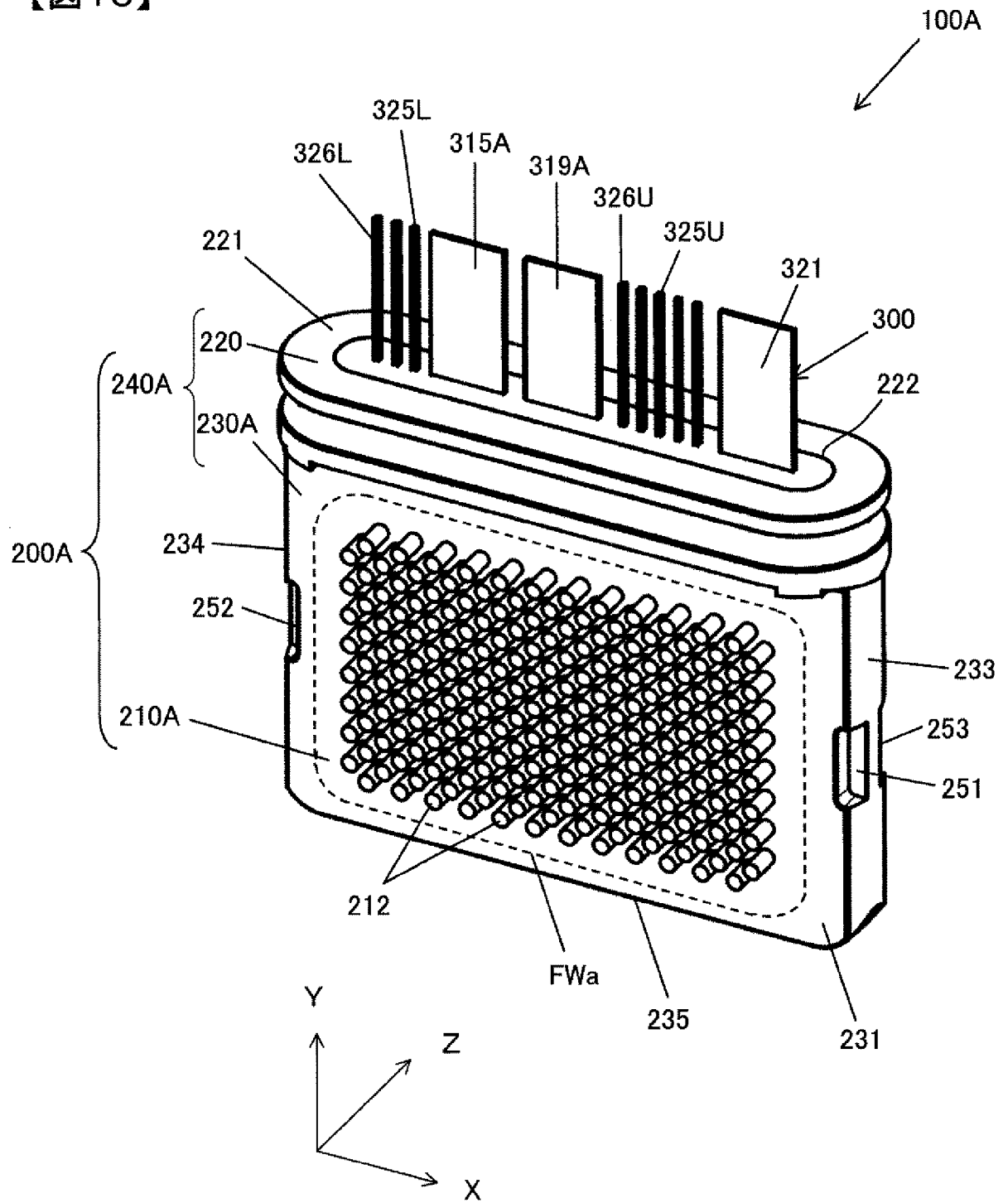
[図12]

【図12】



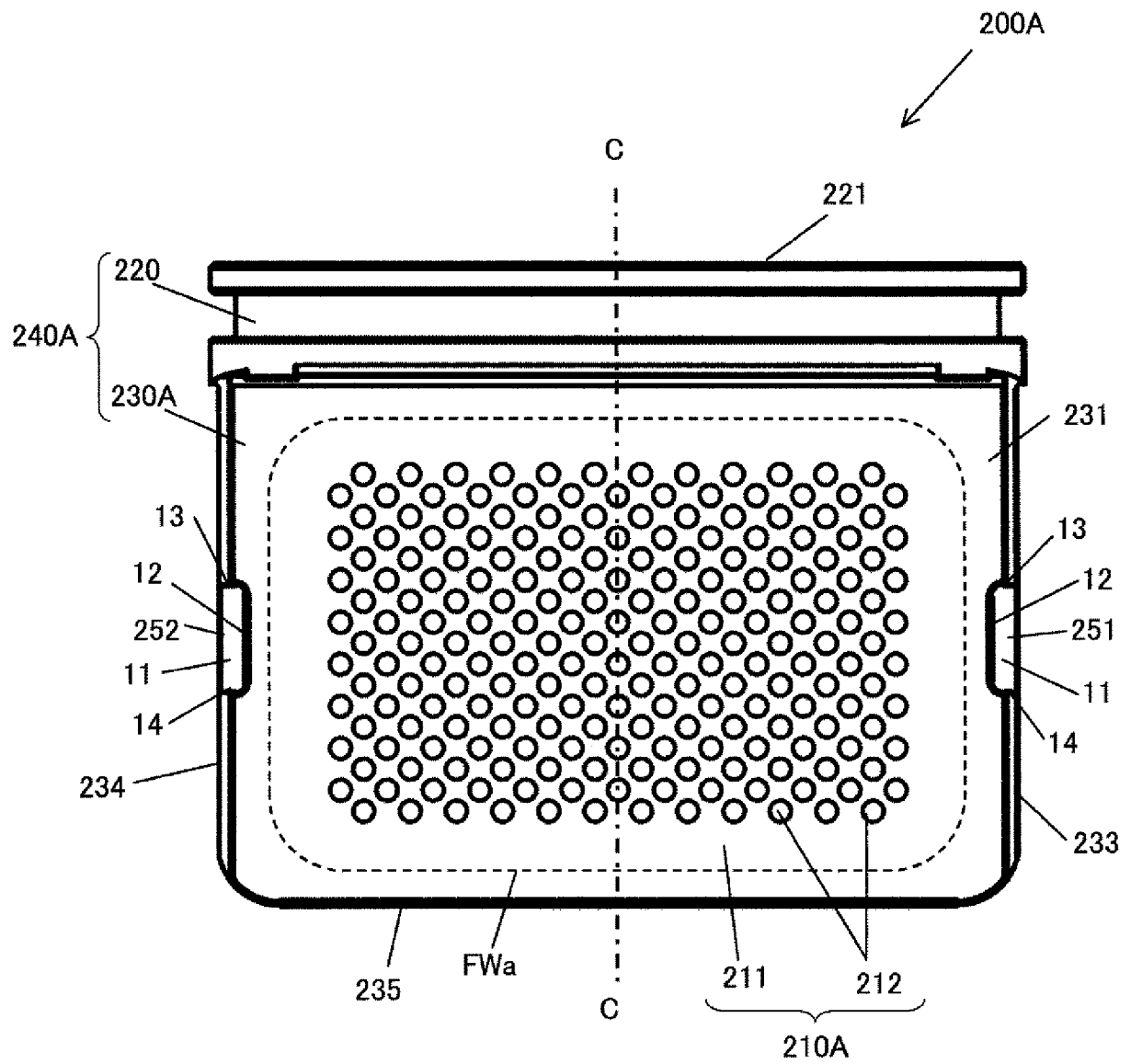
[図13]

【図13】



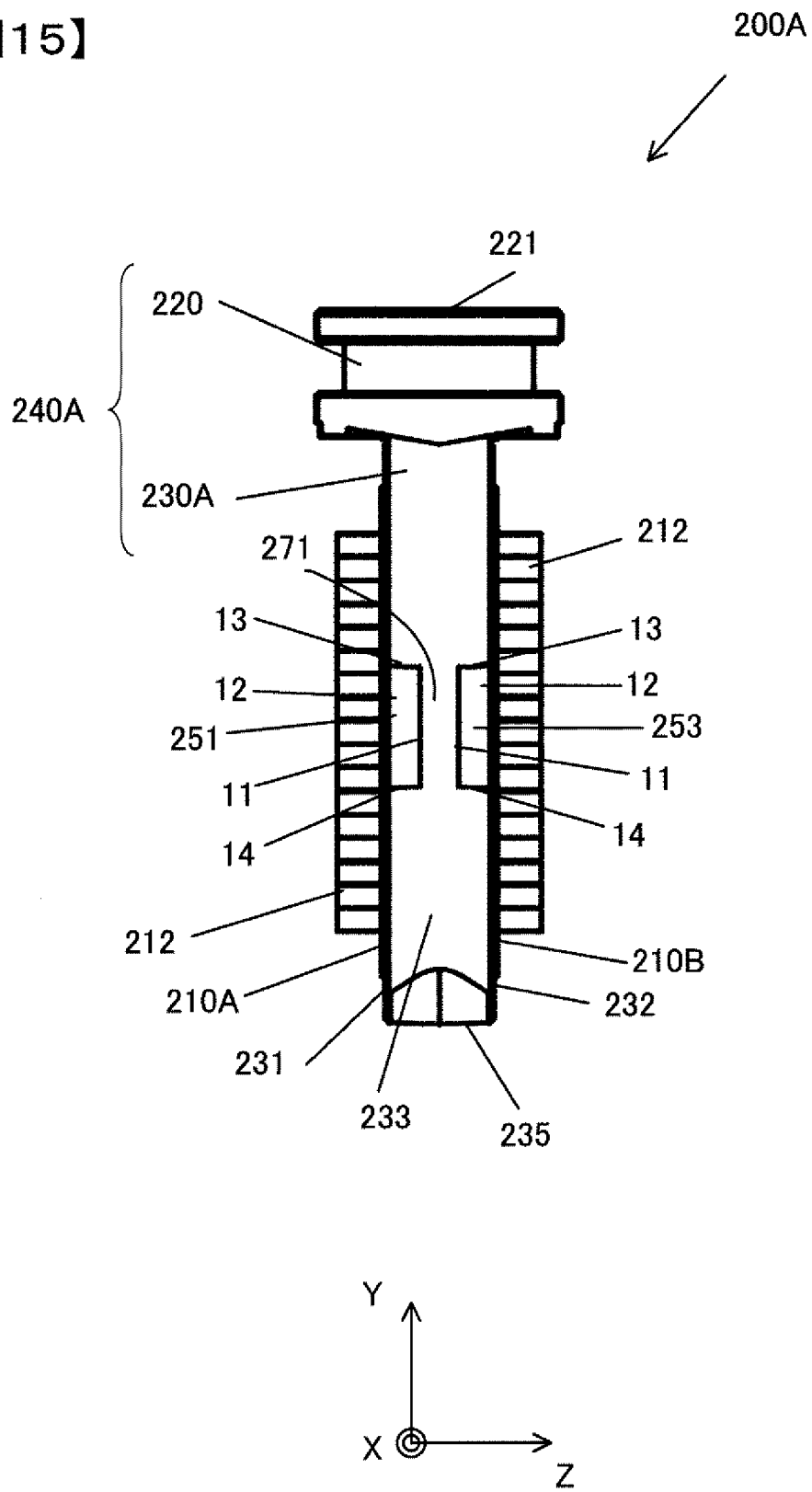
[図14]

【図14】



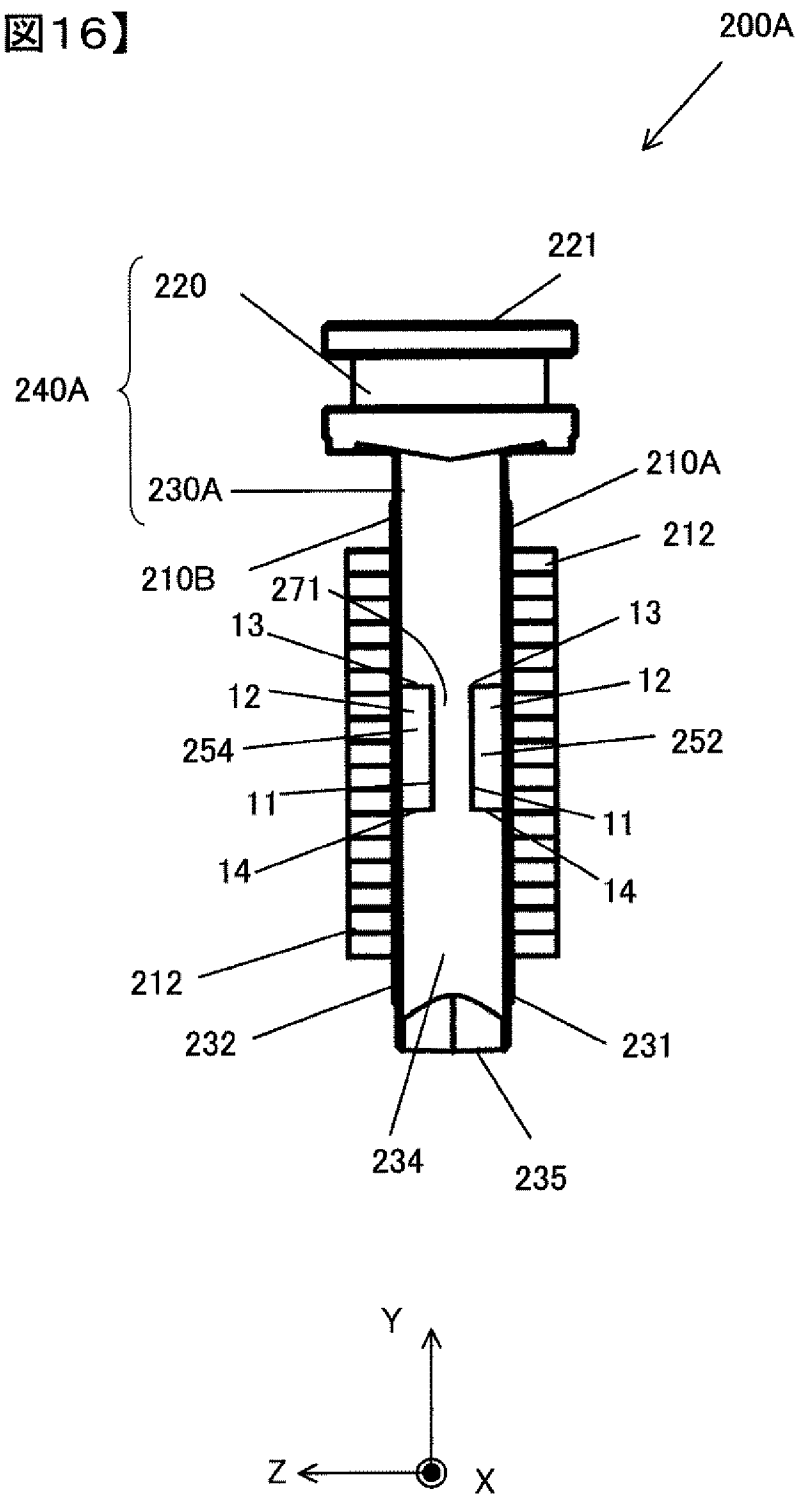
[図15]

【図15】

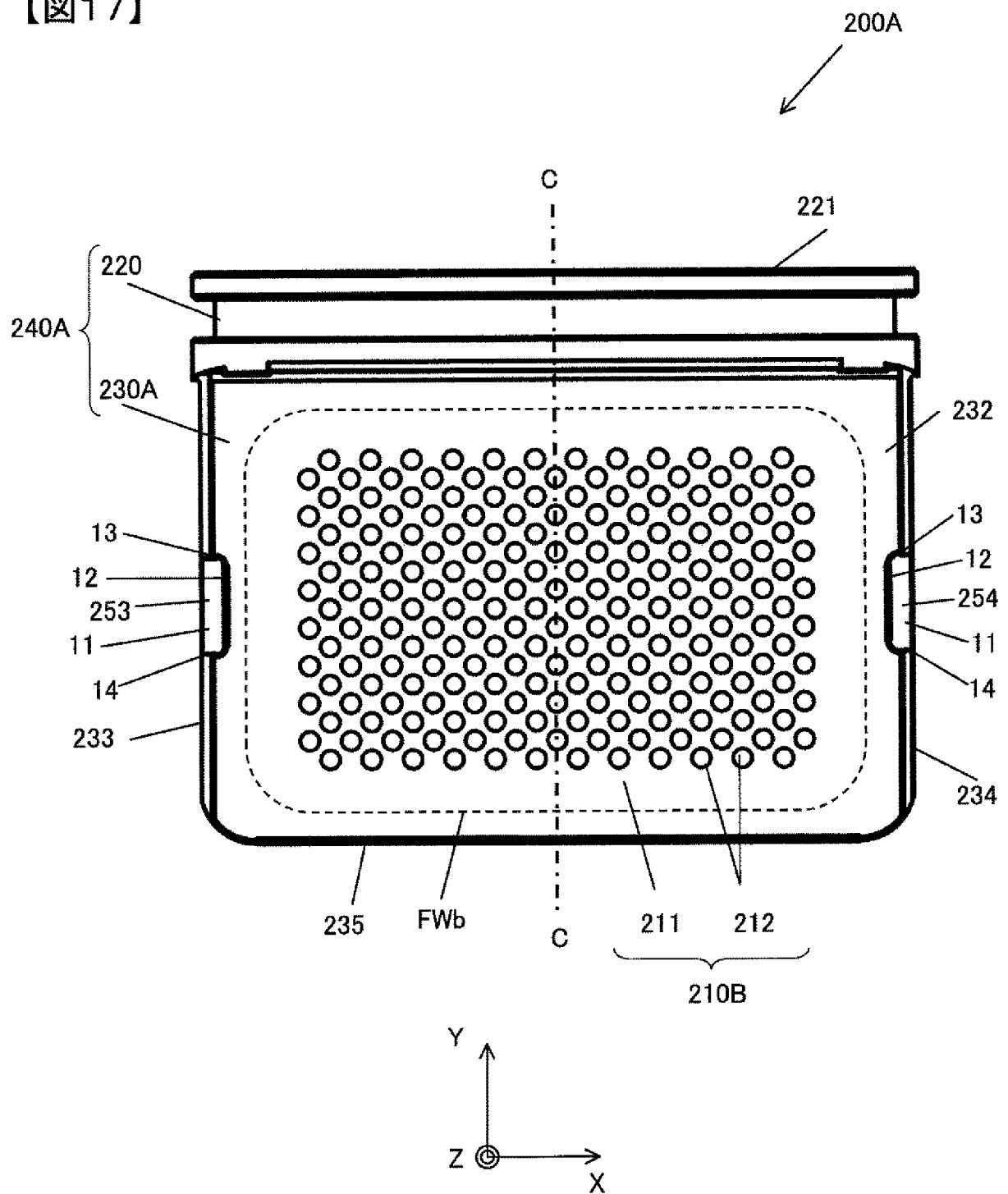


[図16]

【図16】

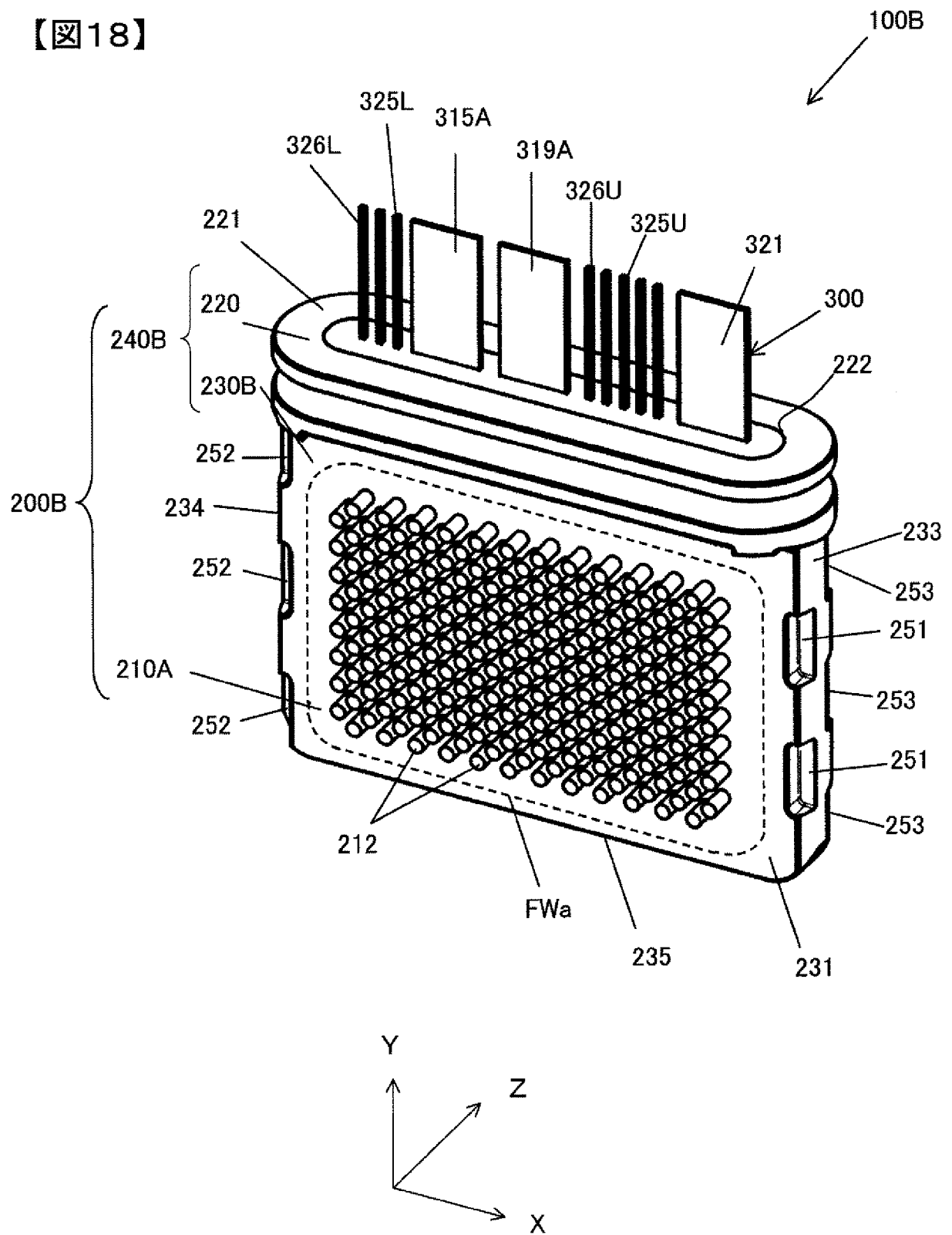


【図17】



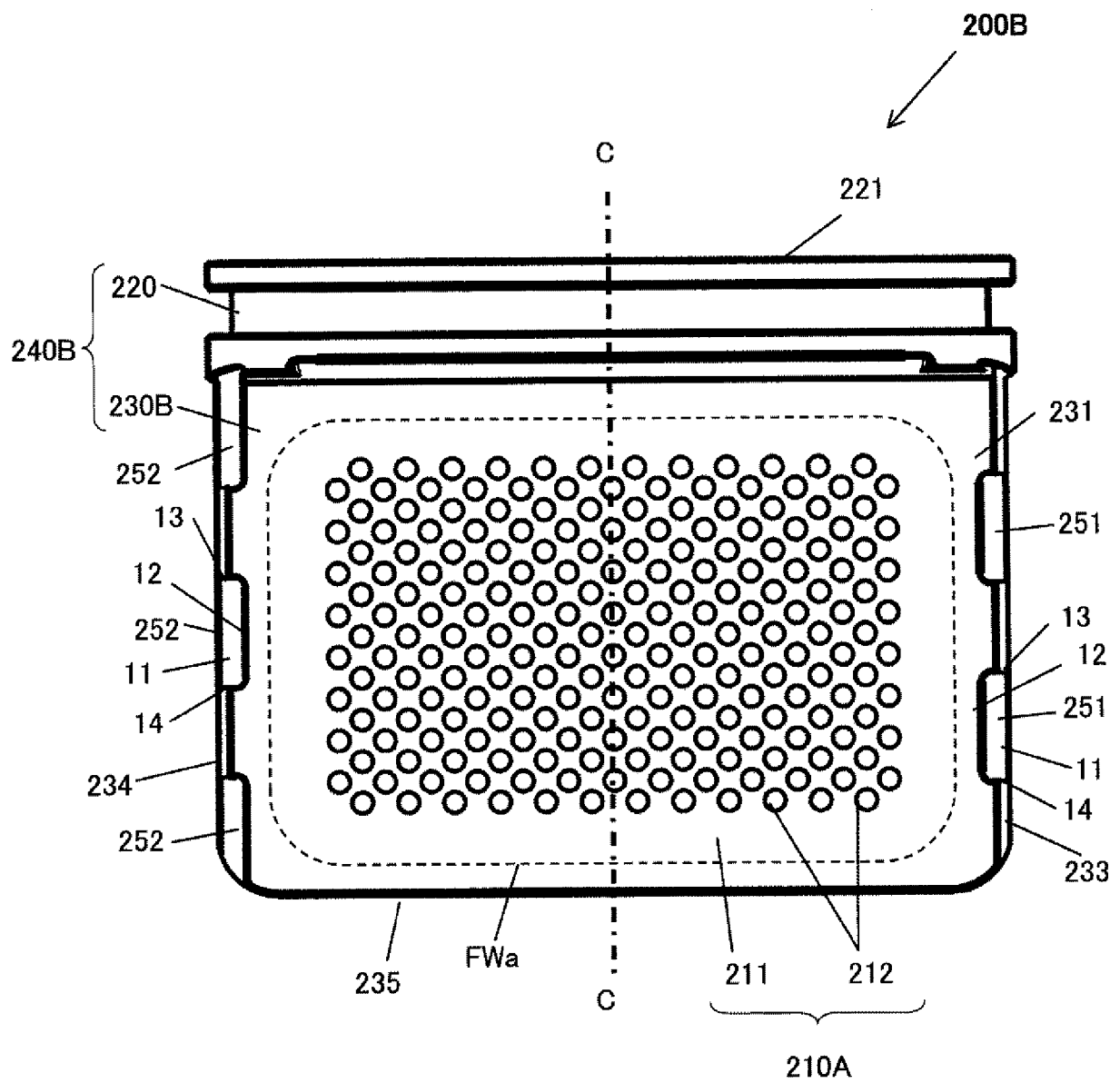
[図18]

【図18】



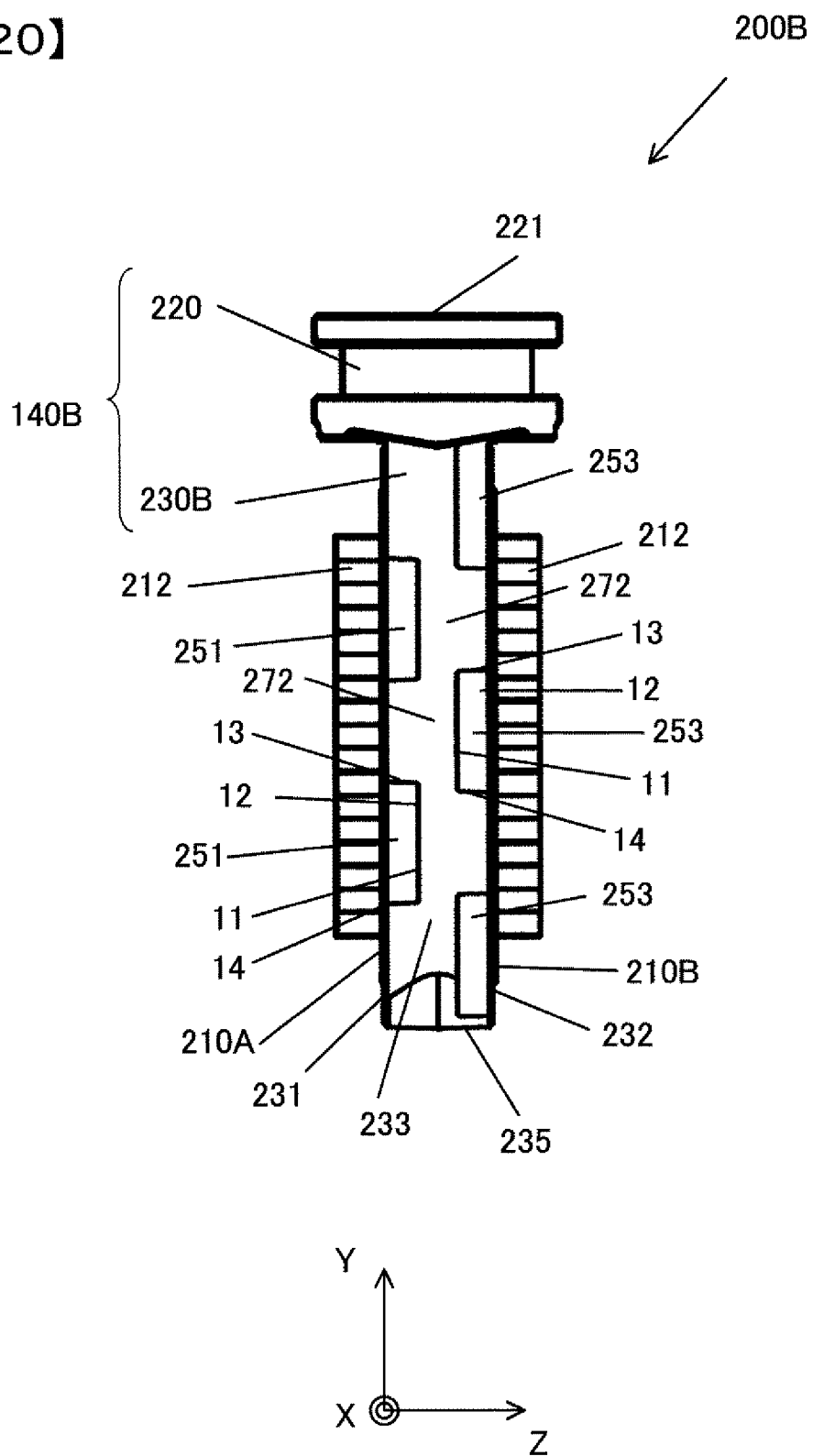
[図19]

【図19】



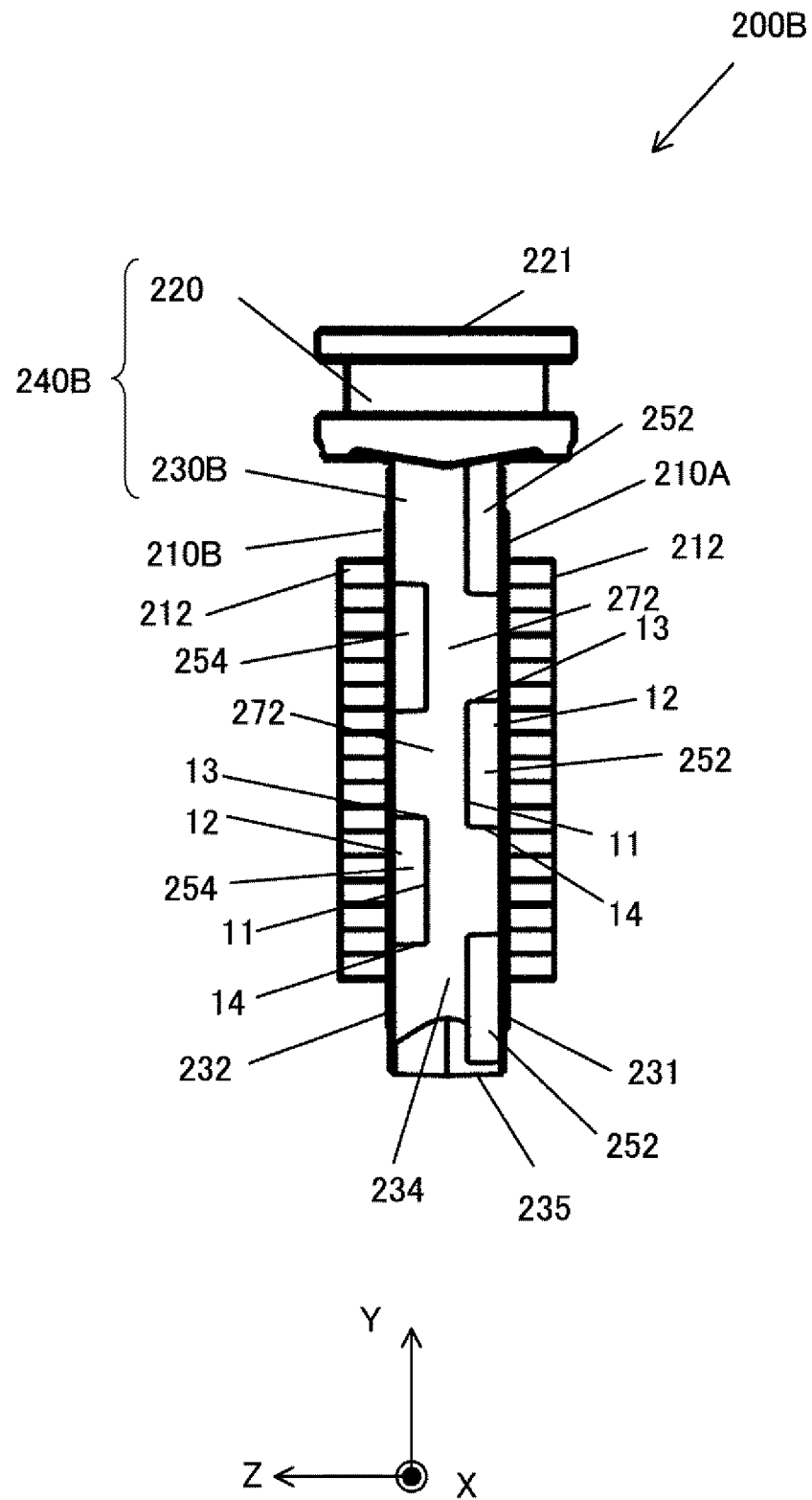
[図20]

【図20】



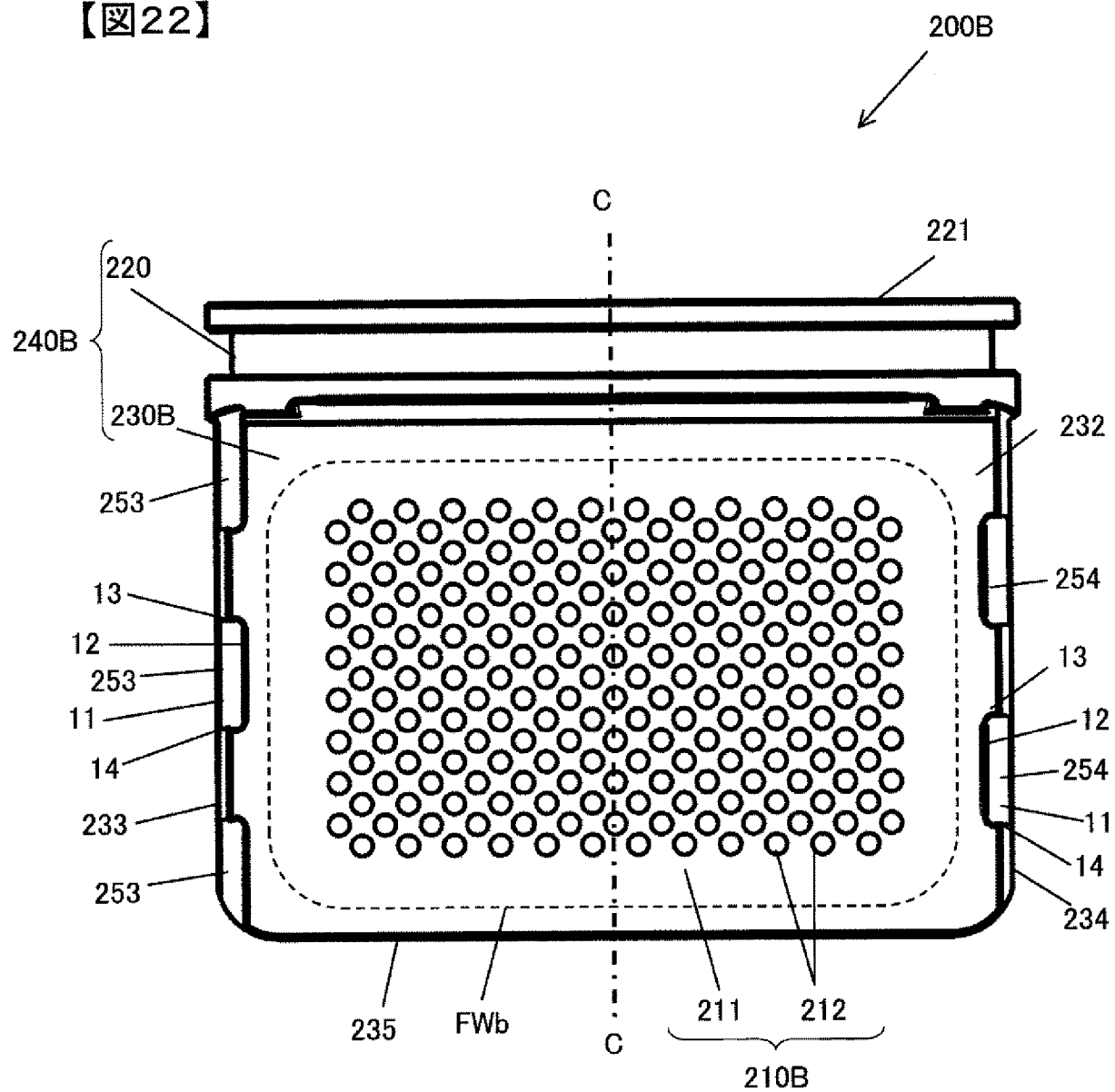
[図21]

【図21】



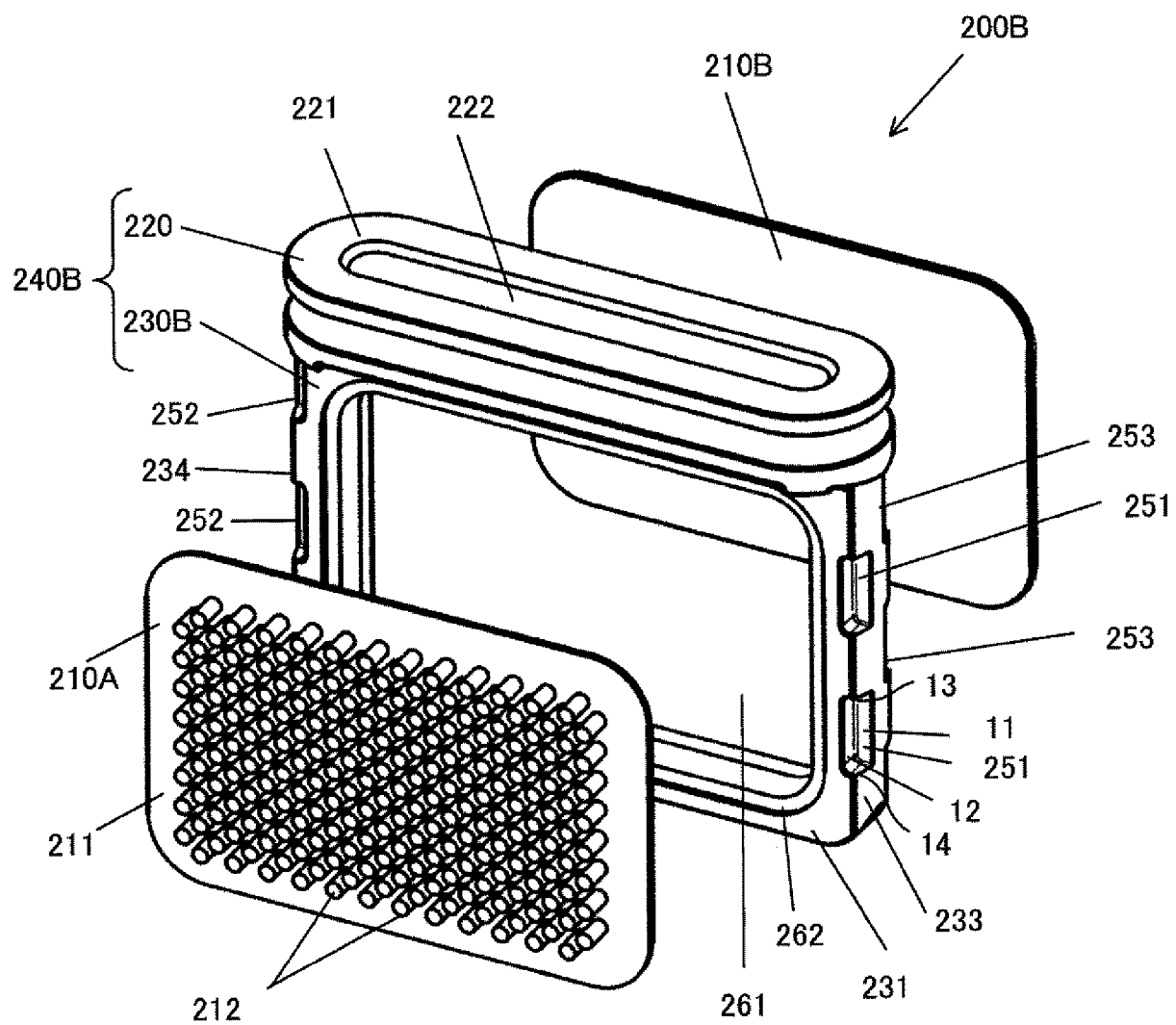
[図22]

【図22】



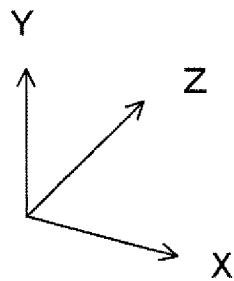
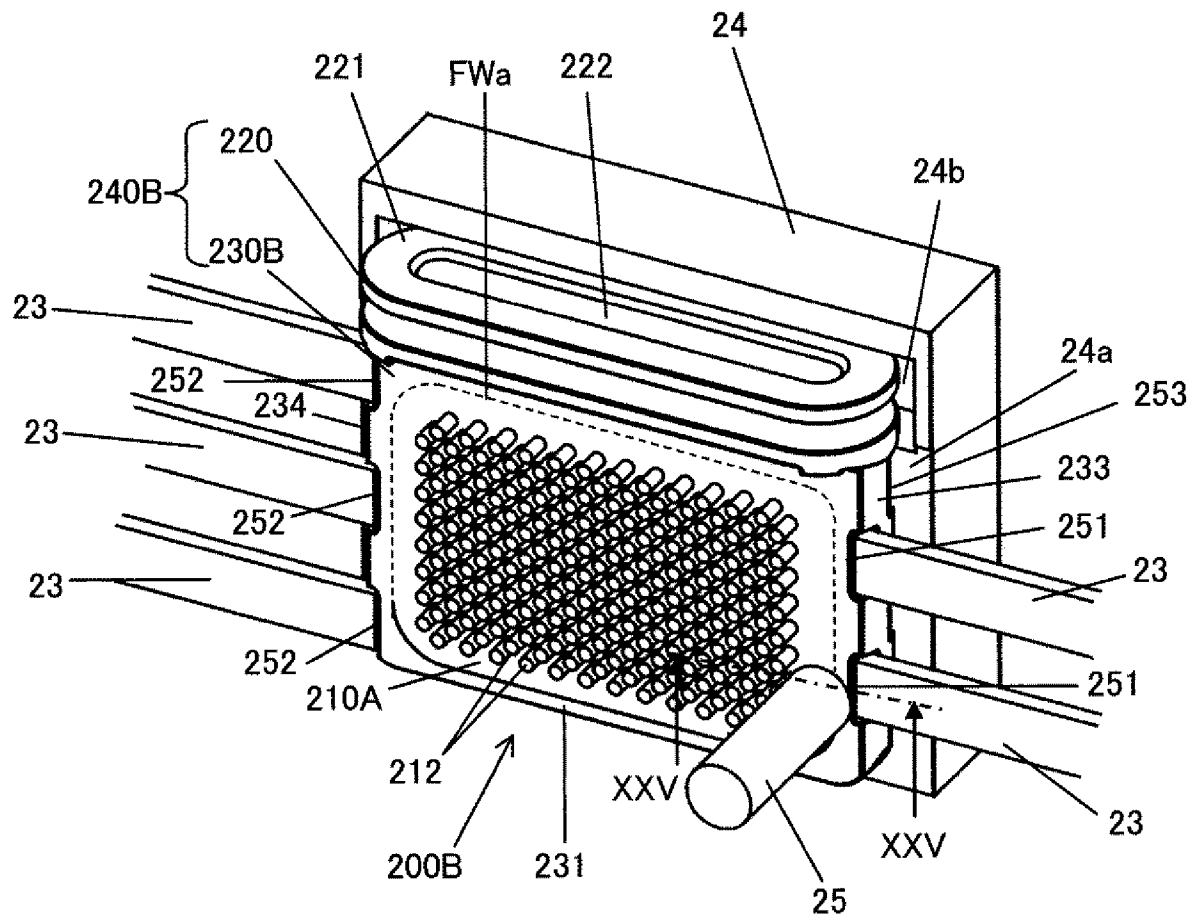
[図23]

【図23】

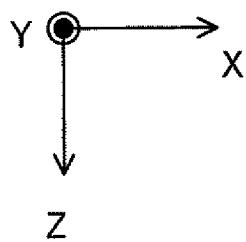


[図24]

【図24】

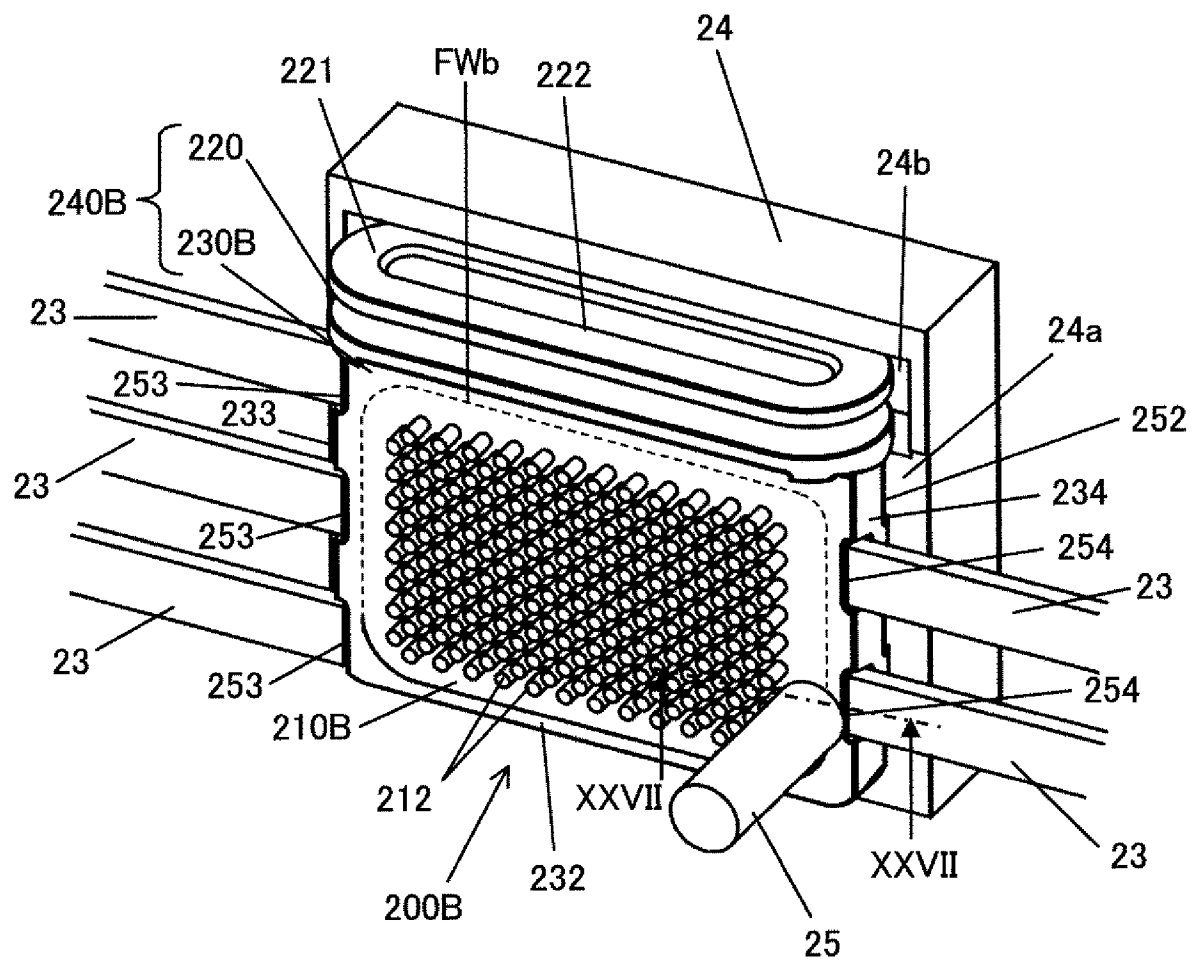


【図25】



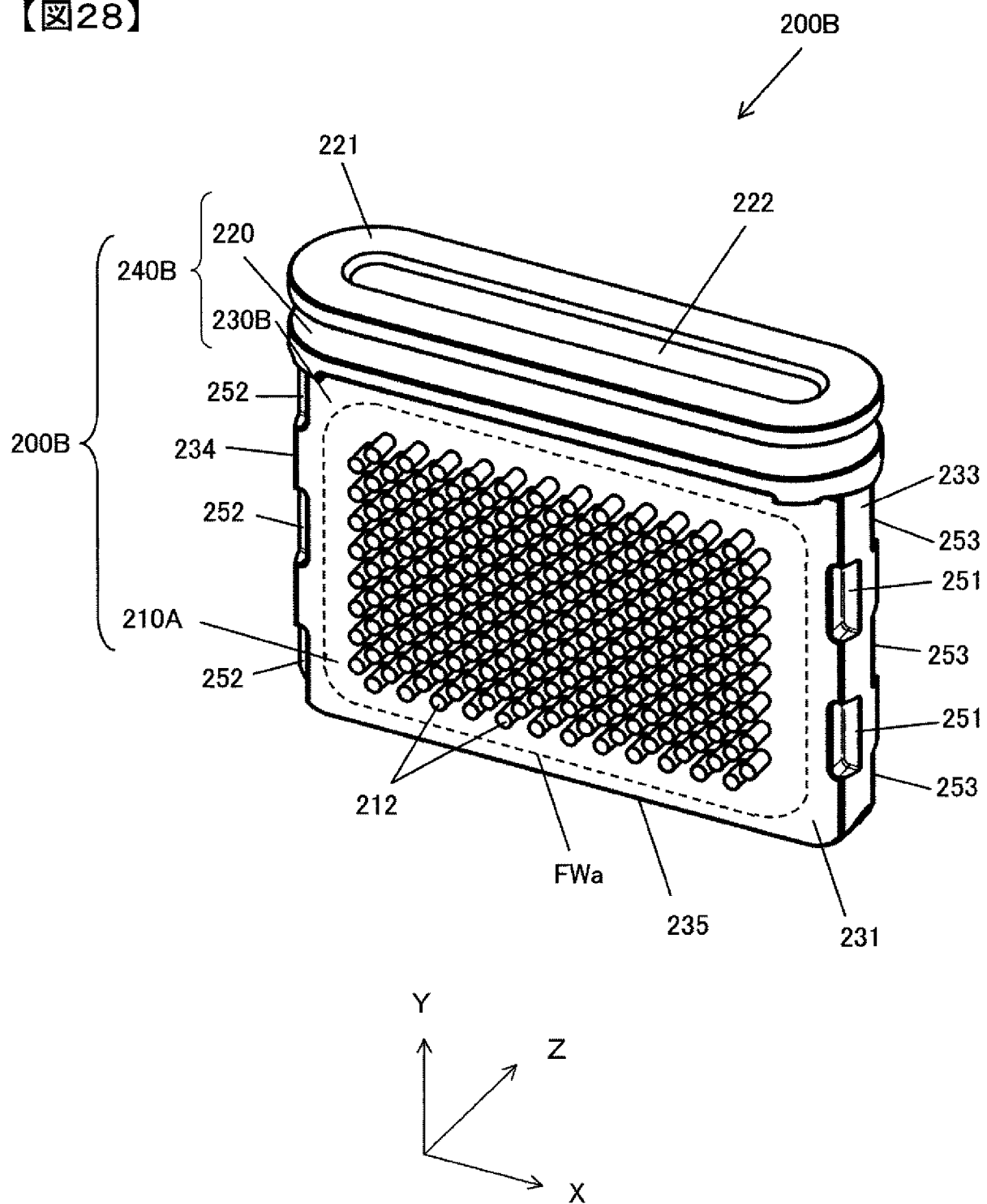
[図26]

【図26】

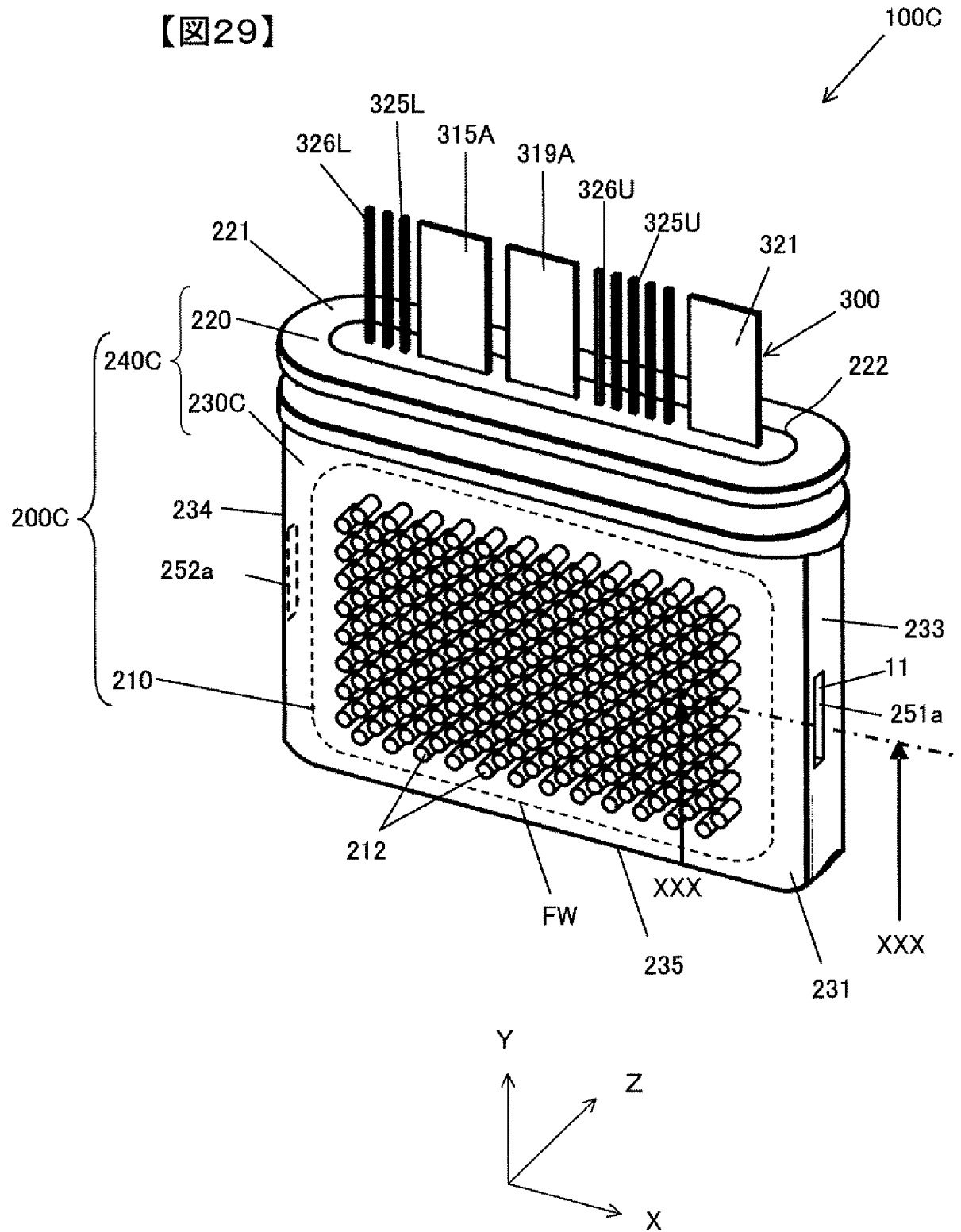


[図28]

【図28】

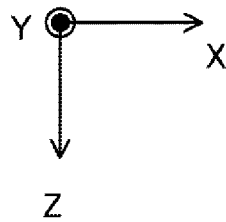
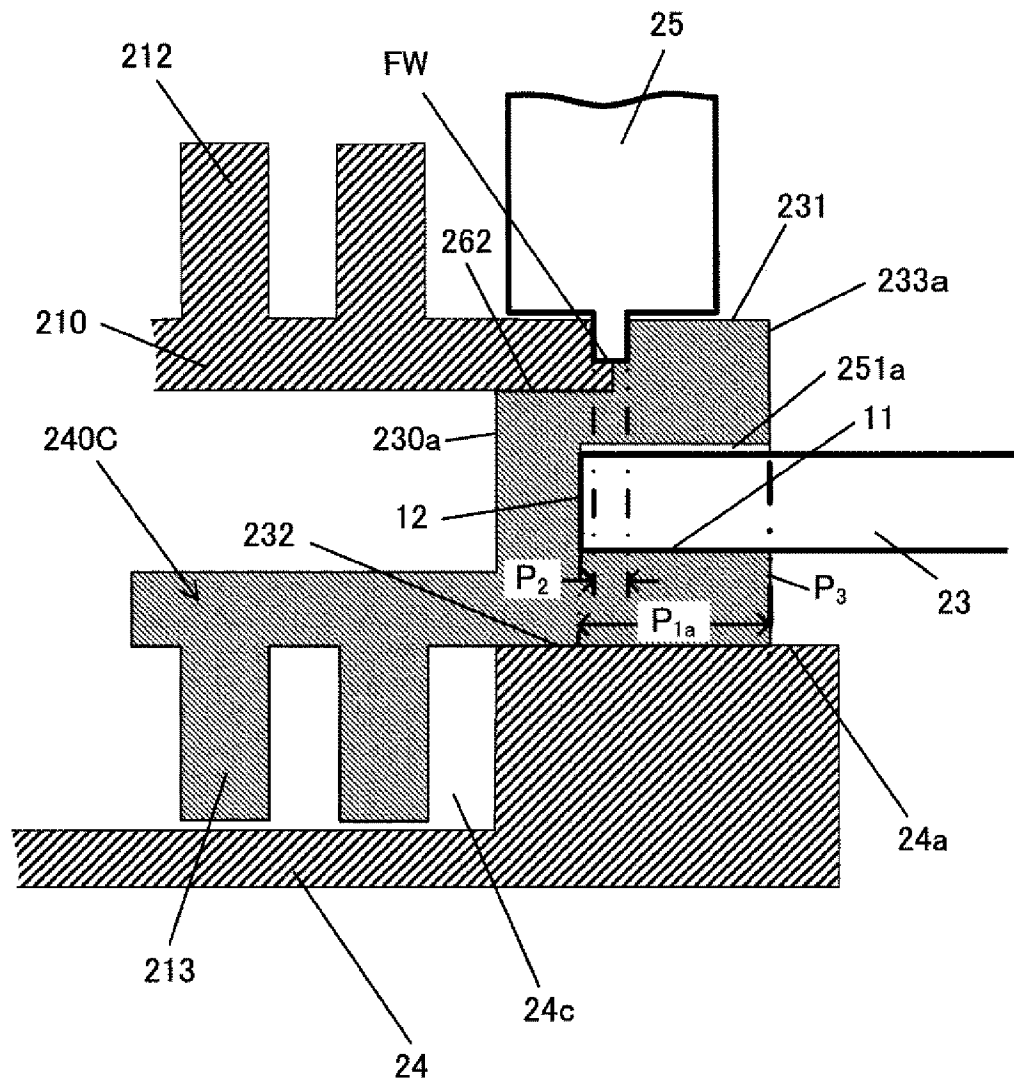


[図29]



[図30]

【图30】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/063408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01L25/07(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)i</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) <i>H01L25/07, H01L25/18, H02M7/48</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2015</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2015</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2015</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015							
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.								
A	JP 2012-257369 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 27 December 2012 (27.12.2012), all pages; all drawings & US 2014/0098588 A1 & WO 2012/169342 A1 & EP 2720368 A1 & CN 103597729 A	1-9								
A	JP 2006-324647 A (Nippon Light Metal Co., Ltd.), 30 November 2006 (30.11.2006), paragraphs [0098] to [0101]; fig. 18 to 20 & JP 2008-135757 A & JP 2011-18940 A & JP 2011-40778 A & US 2009/0065178 A1 & WO 2006/115073 A1 & CN 101167184 A & TW 201113988 A & TW 201113989 A	1-9								
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 July 2015 (17.07.15)		Date of mailing of the international search report 28 July 2015 (28.07.15)								
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（I P C）） Int.Cl. H01L25/07(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（I P C）） Int.Cl. H01L25/07, 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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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	
A	JP 2012-257369 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2012.12.27, 全ページ, 全図 & US 2014/0098588 A1 & WO 2012/169342 A1 & EP 2720368 A1 & CN 103597729 A	1-9	
A	JP 2006-324647 A（日本軽金属株式会社）2006.11.30, [0098]-[0101], 第18-20図 & JP 2008-135757 A & JP 2011-18940 A & JP 2011-40778 A & US 2009/0065178 A1 & WO 2006/115073 A1 & CN 101167184 A & TW 201113988 A & TW 201113989 A	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 17.07.2015		国際調査報告の発送日 28.07.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） ▲吉▼澤 雅博 電話番号 03-3581-1101 内線 3551	5D 5893