(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
2022年9月22日(22.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/196411 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/12 (2006.01) *H01L 25/07* (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/009704

(22) 国際出願日： 2022年3月7日(07.03.2022)

(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 2021-041268 2021年3月15日(15.03.2021) JP

(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).

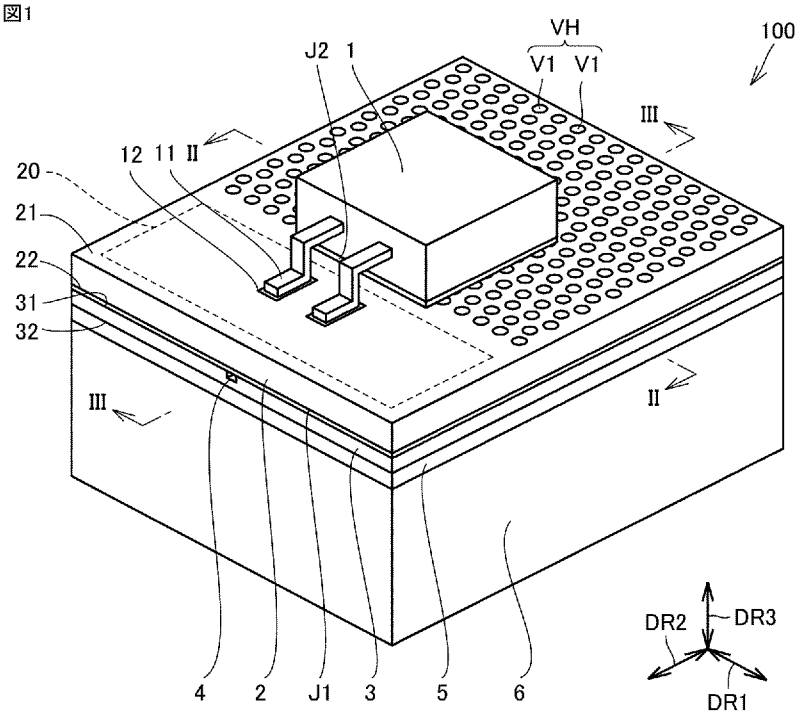
(72) 発明者:吉見 雄太(**YOSHIMI, Yuta**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 藤井 健太(**FUJII, Kenta**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 白形 雄二(**SHIRAKATA, Yuji**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 矢原 寛之(**YAHARA, Hiroyuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE AND POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称： 半導体装置および電力変換装置

図1



(57) **Abstract:** This semiconductor device (100) comprises a semiconductor element (1), a substrate (2), a thermal diffusion plate (3), and a joining member (J1). The semiconductor element (1) is joined to the substrate (2). The thermal diffusion plate (3) includes a joined surface (31). The joined surface (31) is disposed on the side that is opposite from the semiconductor element (1) relative to the substrate (2). The joining member (J1) joins the substrate (2) and the thermal diffusion plate (3) at a location between the substrate (2) and the thermal diffusion plate (3). A groove (4) that is recessed

WO 2022/196411 A1

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

from the joined surface (31) is provided in the thermal diffusion plate (3). The groove (4) in the thermal diffusion plate (3) includes a portion that is exposed from the joining member (J1).

(57) 要約:半導体装置(１００)は、半導体素子(１)と、基板(２)と、熱拡散板(３)と、接合部材(Ｊ１)とを備えている。基板(２)には、半導体素子(１)が接合されている。熱拡散板(３)は、被接合面(３１)を含んでいる。被接合面(３１)は、基板(２)に対して半導体素子(１)とは反対側に配置されている。接合部材(Ｊ１)は、基板(２)と熱拡散板(３)との間において基板(２)と熱拡散板(３)とを接合している。熱拡散板(３)には、被接合面(３１)から凹む溝(４)が設けられている。熱拡散板(３)の溝(４)は、接合部材(Ｊ１)から露出した部分を含んでいる。

明　細　書

発明の名称 ： 半導体装置および電力変換装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置および電力変換装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、車載または車両用の電力変換装置に用いられる半導体装置は、多くの機能、高い出力および薄い形状を有する傾向にある。これに伴い、半導体装置に実装されている電子部品の単位体積当たりの発熱量は、上昇している。このため、放熱性を有する半導体装置が望まれている。

[0003] 例えば、特開平１１－３４５９２１号公報（特許文献１）に記載の半導体装置は、構成素子（半導体素子）と、プリント基板（基板）と、はんだである接着層（接合部材）と、熱伝導プレート（熱拡散板）とを含んでいる。構成素子は、プリント基板に接合されている。熱伝導プレートは、プリント基板に対して構成素子とは反対側に配置されている。このため、構成素子から生じた熱は、プリント基板、接着層および熱伝導プレートの順に通って放散される。プリント基板と熱伝導プレートとは、接着層によってはんだ付けされている。はんだ付けのために接着層が溶融した際に、溶融した接着層からフラックスが蒸発する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平１１－３４５９２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記公報に記載の半導体装置では、熱伝導プレートが接着層に密着している。このため、熱伝導プレートは、接着層から蒸発したフラックスが半導体装置の外部に排出されることを妨げている。よって、プリント基板と熱伝導プレートとが接合された後に、蒸発したフラックスが接着層の内部に残留す

ることにより、ボイドが接着層に発生する。ボイドが接着層に発生した場合、接着層の熱抵抗が増加するため、半導体装置の放熱性が低下する。

[0006] 本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、接合部材中のボイドを低減することができる半導体装置および電力変換装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の半導体装置は、半導体素子と、基板と、熱拡散板と、接合部材とを備えている。基板には、半導体素子が接合されている。熱拡散板は、被接合面を含んでいる。被接合面は、基板に対して半導体素子とは反対側に配置されている。接合部材は、基板と熱拡散板との間において基板と熱拡散板とを接合している。熱拡散板には、被接合面から凹む溝が設けられている。熱拡散板の溝は、接合部材から露出した部分を含んでいる。

発明の効果

[0008] 本開示の半導体装置によれば、熱拡散板の溝は、接合部材から露出した部分を含んでいる。このため、基板と熱拡散板との接合時において接合部材から蒸発したフラックスは、熱拡散板の溝を通って半導体装置の外部に排出される。よって、接合部材中のボイドを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態１に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図2]図１のＩＩ－ＩＩ線に沿った断面図である。

[図3]図１のＩＩＩ－ＩＩＩ線に沿った断面図である。

[図4]実施の形態１に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図5]実施の形態１に係る半導体装置を含む電力変換装置の構成を概略的に示す回路図である。

[図5A]実施の形態１に係る半導体装置を含む電力変換装置の主回路の構成を概略的に示す斜視図である。

[図6]実施の形態１に係る半導体装置がリフロー炉に投入される様子を概略的

に示す上面図である。

[図7]実施の形態１に係る半導体装置の基板と熱拡散板とが接合部材によって接合されている様子を概略的に示す断面図である。

[図8]実施の形態１の変形例に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図9]実施の形態１の変形例に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図10]実施の形態２に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図11]実施の形態２に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図12]実施の形態２の第１の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図13]実施の形態２の第２の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図14]実施の形態３に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図15]実施の形態３に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図16]実施の形態４に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図17]実施の形態４の変形例に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図18]実施の形態５に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図19]図１８のＸＩＸ－ＸＩＸ線に沿った断面図である。

[図20]実施の形態６に係る半導体装置の構成を概略的に示す断面図である。

[図21]実施の形態６に係る半導体装置の熱拡散板の構成を概略的に示す上面図である。

[図22]実施の形態６に係る半導体装置の基板と熱拡散板とが接合部材によって接合されている様子を概略的に示す断面図である。

[図23]実施の形態７に係る半導体装置の構成を概略的に示す斜視図である。

[図24]図２３のＸＸＩＶ－ＸＸＩＶ線に沿った断面図である。

[図25]実施の形態７に係る半導体装置の溝の構成を変更した断面図である。

[図26]実施の形態７に係る半導体装置の溝の構成を変更した断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施の形態について図に基づいて説明する。なお、以下では、同一または相当する部分に同一の符号を付すものとし、重複する説明は繰り返さない。

[0011] 実施の形態１．

図１～図５を用いて、実施の形態１に係る半導体装置１００の構成を説明する。本実施の形態に係る半導体装置１００は、ハイブリッドカー、電気自動車等に搭載される電力変換装置に用いられてもよい。

[0012] 図１に示されるように、半導体装置１００は、半導体素子１と、基板２と、熱拡散板３と、接合部材Ｊ１とを含んでいる。本実施の形態の半導体装置１００は、放熱部材５と、冷却体６と、接続部材Ｊ２とをさらに含んでいる。本実施の形態において、半導体素子１、接続部材Ｊ２、基板２、接合部材Ｊ１、熱拡散板３、放熱部材５および冷却体６は、順に積層されている。

[0013] 半導体素子１は、発熱する電子部品である。半導体装置１００は、半導体素子１から生じた熱が基板２、熱拡散板３、放熱部材５および冷却体６を通って放散されるように構成されている。半導体素子１は、例えば、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ：Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）または絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ：Insulated Gate Bipolar Transistor）等の半導体チップである。半導体チップは、樹脂によって封止されたパッケージとして構成されていてもよい。

[0014] 基板２には、半導体素子１が接合されている。基板２と熱拡散板３とが接合部材Ｊ１を挟み込む方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）から見て、熱拡散板３は、半導体素子１よりも大きい。挟み込む方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）において、半導

体素子１は、熱拡散板３に重なっている。

[0015] 本実施の形態において、基板２と熱拡散板３とが接合部材Ｊ１を挟み込む方向は、Ｚ軸方向ＤＲ３である。リード１１が半導体素子１から突出する方向は、Ｙ軸方向ＤＲ２である。Ｙ軸方向ＤＲ２およびＺ軸方向ＤＲ３の各々に交差する方向は、Ｘ軸方向ＤＲ１である。

[0016] 基板２は、例えば、プリント基板である。基板２は、第１面２１と、第２面２２とを含んでいる。基板２の第１面２１には、半導体素子１が接続部材Ｊ２によって接合されている。基板２の第２面２２は、第１面２１に対して半導体素子１とは反対側に配置されている。基板２の第２面２２は、接合部材Ｊ１によって熱拡散板３に接合されている。

[0017] 基板２には、第１面２１と第２面２２とを貫通するビアホールＶＨが設けられている。ビアホールＶＨは、Ｚ軸方向ＤＲ３に沿って設けられている。本実施の形態において、ビアホールＶＨは、複数のホール部Ｖ１を含んでいる。Ｚ軸方向ＤＲ３から見て、接続部材Ｊ２は、複数のホール部Ｖ１に重なっている。複数のホール部Ｖ１は、互いに間隔を空けて配置されている。

[0018] ビアホールＶＨの孔部の内壁面上には銅などの導体膜が形成されている。導体膜は、たとえば銀フィラーを混入させた導電性接着剤またははんだにより当該孔部内が充填されたものであってもよい。このように導電性接着剤などを充填させることにより形成されたビアホールＶＨは、中空よりも熱伝導性の高い導電性部材からなる領域をより大きくすることができるため、いっそう放熱性の向上に寄与することができる。

[0019] 基板２は、非貫通領域２０を含んでいてもよい。非貫通領域２０には、ビアホールＶＨが設けられていない。図１では、非貫通領域２０の外形は、破線によって示されている。非貫通領域２０には、例えば、電極１２が配置されている。半導体素子１のリード１１は、非貫通領域２０において電極１２に電気的に接続されている。

[0020] 図２に示されるように、本実施の形態において、基板２は、複数の絶縁層２５と、第１導体層２６と、第２導体層２７と、複数の第３導体層２８とを

含んでいる。複数の絶縁層２５は、例えば、平板形状を有している。複数の絶縁層２５の上面視における形状は、例えば、矩形である。絶縁層２５の材料は、例えば、混合されたガラス繊維およびエポキシ樹脂である。また、絶縁層２５の材料は、これに限られず、混合されたアラミド樹脂およびエポキシ樹脂であってもよい。

[0021] 第１導体層２６および第２導体層２７は、複数の絶縁層２５を挟み込んでいる。基板２の第１面２１は、第１導体層２６に設けられている。基板２の第２面２２は、第２導体層２７に設けられている。複数の第３導体層２８の各々は、複数の絶縁層２５の各々の間にそれぞれ配置されている。このため、複数の第３導体層２８の各々は、第１導体層２６および第２導体層２７から間隔を空けて配置されている。複数の絶縁層２５、第１導体層２６、第２導体層２７および複数の第３導体層２８の各々は、互いに平行に配置されていてもよい。

[0022] 第１導体層２６、第２導体層２７および複数の第３導体層２８の材料は、例えば、銅（Ｃｕ）等の高い熱伝導性を有する金属である。第１導体層２６、第２導体層２７および複数の第３導体層２８の厚みは、例えば、１００μｍである。本実施の形態において、基板２は、２つの第３導体層２８を含んでいるが、第３導体層２８の数はこれに限られない。

[0023] 熱拡散板３は、接合部材Ｊ１によって基板２の第２面２２に接合されている。熱拡散板３は、基板２とで接合部材Ｊ１を挟み込んでいる。熱拡散板３は、被接合面３１と、対向面３２とを含んでいる。被接合面３１は、基板２に対して半導体素子１とは反対側に配置されている。被接合面３１は、接合部材Ｊ１によって基板２に接合されている。対向面３２は、被接合面３１とは接合部材Ｊ１の反対側に配置されている。対向面３２は、被接合面３１と対向している。対向面３２には、放熱部材５が接合されている。

[0024] 熱拡散板３には、被接合面３１から凹む溝４が設けられている。溝４が被接合面３１から凹む方向（深さ方向）は、接合部材Ｊ１が被接合面３１に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿っている。

[0025] 本実施の形態において、溝４の幅は、被接合面３１から対向面３２に向かう方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って均一である。溝４の深さは、熱拡散板３を貫通しない限り、適宜に決められてもよい。

[0026] 図１および図３に示されるように、熱拡散板３の溝４は、接合部材Ｊ１から露出した部分を含んでいる。このため、熱拡散板３の溝４は、半導体装置１００の外部に連通している。図１では、プリント基板と熱拡散板３の長さは同一であるが、本来は、後に示す図５Ａのように、プリント基板の長さが熱拡散板３の長さよりも長いため、熱拡散板３の基板側の表面が外部に露出しない。

[0027] 図３に示されるように、溝４は、第１端Ｅ１と、第２端Ｅ２とを含んでいる。第１端Ｅ１および第２端Ｅ２は、溝４の長手方向の両端である。本実施の形態において、溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２は、熱拡散板３の端部に設けられている。第１端Ｅ１および第２端Ｅ２の各々は、接合部材Ｊ１から露出している。このため、熱拡散板３の溝４は、熱拡散板３の側方において接合部材Ｊ１から露出している。

[0028] 熱拡散板３の材料は、例えば、銅（Ｃｕ）である。このため、熱拡散板３は、例えば、銅板である。なお、熱拡散板３はこれに限られず、例えば、表面に銅（Ｃｕ）等の金属膜が形成された酸化アルミニウム（Al_2O_3）であってもよい。また、熱拡散板３は、銅（Ｃｕ）合金、アルミニウム（Ａｌ）合金またはマグネシウム（Ｍｇ）合金の金属板にニッケル（Ｎｉ）、金（Ａｕ）またはスズ（Ｓｎ）等のめっきが施された金属材料によって形成されていてもよい。

[0029] 熱拡散板３の厚みは、例えば、０．１ｍｍである。熱拡散板３の厚みが０．１ｍｍ以上である場合、熱拡散板３の熱伝導性（放熱性）および強度の両方が向上する。なお、熱拡散板３の厚みは０．１ｍｍ未満であってもよい。

[0030] 接合部材Ｊ１は、基板２と熱拡散板３との間において基板２と熱拡散板３とを接合している。接続部材Ｊ２は、半導体素子１と基板２との間において半導体素子１と基板２とを接合している。接合部材Ｊ１および接続部材Ｊ２

は、例えば、はんだである。接合部材Ｊ１および接続部材Ｊ２は、例えば、銀（Ａｇ）ペーストおよびニッケル（Ｎｉ）ペースト等の導電性接着剤であってもよい。

[0031] 接合部材Ｊ１および接続部材Ｊ２は、加熱されることで溶融するように構成されている。接合部材Ｊ１は、基板２と熱拡散板３とを接合するように構成されている。接続部材Ｊ２は、半導体素子１と基板２とを接合するように構成されている。フラックスは、接合部材Ｊ１が溶融することで蒸発する。フラックスは、接続部材Ｊ２が溶融することで蒸発する。

[0032] 放熱部材５は、基板２とで熱拡散板３を挟み込んでいる。放熱部材５は、例えば、銅（Ｃｕ）等の金属板である。冷却体６は、熱拡散板３とで放熱部材５を挟み込んでいる。冷却体６は、例えば、半導体装置１００の筐体であってもよい。冷却体６は、ヒートパイプまたは放熱フィン等であってもよい。

[0033] 図４では、半導体素子１の外形が破線によって示されている。図４に示されるように、Ｚ軸方向ＤＲ３から見て、半導体素子１の幅は、溝４の幅よりも大きい。Ｚ軸方向ＤＲ３において、半導体素子１は、溝４に重なっている。溝４の上面視における面積は、積層領域１０の面積の５０％以下であることが望ましい。

[0034] 次に、図５および図５Ａを用いて、実施の形態１に係る半導体装置１００を含む電力変換装置２００の構成を説明する。

[0035] 電力変換装置２００は、インバータ回路２１０と、トランス回路２２０と、整流回路２３０と、平滑回路２４０と、制御回路２５０とを含んでいる。本実施の形態に係る半導体装置１００（図１参照）は、例えば、インバータ回路２１０および整流回路２３０に適用されている。このため、電力変換装置２００は、半導体装置１００（図１参照）を含んでいる。半導体装置１００は電力変換装置２００の一部である。図５Ａは、電力変換装置２００の構成を概略的に示す斜視図である。図５Ａにおいて破線で囲まれた部分Ｉは、図１の部分である。

[0036] インバータ回路２１０は、半導体素子１である第１スイッチング素子２１１と、第２スイッチング素子２１２と、第３スイッチング素子２１３と、第４スイッチング素子２１４とを含んでいる。直列に接続された第１スイッチング素子２１１および３スイッチング素子は、直列に接続された第２スイッチング素子２１２および第４スイッチング素子２１４と並列に接続されている。第１スイッチング素子２１１、第２スイッチング素子２１２、第３スイッチング素子２１３および第４スイッチング素子２１４の各々は、例えば、金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ：Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ ｆｉｅｌｄ ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ：Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｇａｔｅ Ｂｉｐｏｌａｒ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）等である。第１スイッチング素子２１１、第２スイッチング素子２１２、第３スイッチング素子２１３および第４スイッチング素子２１４の各々の材料は、例えば、珪素（Ｓｉ）、炭化珪素（ＳｉＣ）または窒化ガリウム（ＧａＮ）である。

[0037] トランス回路２２０は、第１コイル装置２２１を含んでいる。第１コイル装置２２１は、トランスとして構成されている。第１コイル装置２２１は、第１コイル２２２１と、第２コイル２２２２とを含んでいる。第１コイル２２２１は、インバータ回路２１０と接続されている１次側コイル導体である。すなわち、第１コイル２２２１は、高電圧側巻線である。第２コイル２２２２は、整流回路２３０と接続されている２次側コイル導体である。すなわち、第２コイル２２２２は、低電圧側巻線である。

[0038] 整流回路２３０は、第１ダイオード２３１と、第２ダイオード２３２と、第３ダイオード２３３と、第４ダイオード２３４とを含んでいる。直列に接続された第１ダイオード２３１および第３ダイオード２３３は、直列に接続された第２ダイオード２３２および第４ダイオード２３４と並列に接続されている。第１ダイオード２３１、第２ダイオード２３２、第３ダイオード２３３および第４ダイオード２３４の各々の材料は、例えば、珪素（Ｓｉ）、

炭化珪素（ＳｉＣ）または窒化ガリウム（ＧａＮ）である。

[0039] 平滑回路２４０は、第２コイル装置２４１と、第１コンデンサ２４２とを含んでいる。第２コイル装置２４１は、平滑コイルとして構成されている。

[0040] 制御回路２５０は、インバータ回路２１０を制御するための制御信号をインバータ回路２１０に出力するように構成されている。インバータ回路２１０は、入力された電圧を変換して出力するように構成されている。

[0041] 電力変換装置２００は、第３コイル装置２６０と、第４コイル装置２７０と、第２コンデンサ２８０とをさらに含んでいる。第３コイル装置２６０および第２コンデンサ２８０は、インバータ回路２１０の前段に配置されている。第３コイル装置２６０は、平滑コイルとして構成されている。第４コイル装置２７０は、インバータ回路２１０とトランス回路２２０との間に配置されている。より具体的には、第４コイル装置２７０は、第１スイッチング素子２１１および第３スイッチング素子２１３と第１コイルとの間に配置されている。

[0042] 電力変換装置２００には、例えば、１００Ｖ以上６００Ｖ以下の直流電圧が入力されるように構成されている。電力変換装置２００は、例えば、１２Ｖ以上６００Ｖ以下の直流電圧を出力するように構成されている。具体的には、電力変換装置２００の入力端子２９１に入力された直流電圧は、インバータ回路２１０によって第１の交流電圧に変換される。トランス回路２２０は、第１の交流電圧を第１の交流電圧よりも低い電圧値を有する第２の交流電圧に変換するように構成されている。整流回路２３０は、第２の交流電圧を整流するように構成されている。平滑回路２４０は、整流回路２３０から出力された電圧を平滑するように構成されている。電力変換装置２００は、平滑回路２４０から出力された直流電圧を出力端子２９２から出力するように構成されている。入力された直流電圧Ｖｉの電圧値は、出力された直流電圧Ｖｏの電圧値よりも大きくてもよい。

[0043] 次に、図３、図６および図７を用いて、実施の形態１に係る半導体装置１００の製造方法を説明する。

[0044] 半導体装置１００の製造方法は、準備される工程と、接合される工程とを含んでいる。準備される工程では、図３に示されるように、半導体素子１と、基板２と、熱拡散板３と、接合部材Ｊ１とが準備される。本実施の形態において、準備される工程では、放熱部材５と、冷却体６と、接続部材Ｊ２とがさらに準備される。

[0045] 図６および図７に示されるように、接合される工程では、基板２と熱拡散板３の被接合面３１とに挟み込まれた状態の接合部材Ｊ１が加熱されることで、溶融した接合部材Ｊ１によって基板２と熱拡散板３の被接合面３１とが接合される。基板２と熱拡散板３の被接合面３１とに挟み込まれた状態の接合部材Ｊ１は、熱拡散板３の溝４の底部から間隔を空けて配置されている。また、接合される工程では、基板２に対して熱拡散板３とは反対側において半導体素子１（図３参照）が基板２に接合される。具体的には、半導体素子１（図３参照）と基板２とに挟み込まれた状態の接続部材Ｊ２（図３参照）が加熱されることで、溶融した接続部材Ｊ２（図３参照）によって基板２と半導体素子１（図３参照）とが接合される。

[0046] 図７に示されるように、より詳細には、接合される工程において、基板２の第２面２２の図示されない配線パターン上にペースト状の接合部材Ｊ１が塗布される。なお、基板２の第２面２２が重力方向に沿って上側に配置される。塗布されたペースト状の接合部材Ｊ１を基板２とで挟み込むように熱拡散板３が配置される。続いて、基板２、熱拡散板３および接合部材Ｊ１がリフロー炉ＲＦ（図６参照）に投入されることで加熱される。これにより、溶融した接合部材Ｊ１によって基板２および熱拡散板３が接合される。なお、溶融した接合部材Ｊ１からフラックスが蒸発する。溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスは、熱拡散板３の溝４およびビアホールＶＨを通って半導体装置１００の外部に排出される。図７では、フラックスが半導体装置１００から排出される向きは、白抜き矢印によって図示されている。

[0047] 図３に示されるように、続いて、熱拡散板３が接合された基板２が裏返される。これにより、基板２の第１面２１が重力方向に沿って上側に配置され

る。基板２の第１面２１にペースト状の接続部材Ｊ２が塗布される。塗布されたペースト状の接続部材Ｊ２上に半導体素子１が配置される。続いて、半導体素子１、基板２、熱拡散板３、接合部材Ｊ１および接続部材Ｊ２がリフロー炉ＲＦ（図６参照）によって加熱される。これにより、溶融した接続部材Ｊ２によって半導体素子１および半導体素子１が接合される。なお、溶融した接続部材Ｊ２からはフラックスが蒸発する。続いて、放熱部材５が熱拡散板３に接合される。また、冷却体６が放熱部材５に接合される。

[0048] なお、基板２と熱拡散板３との接合後においては、溝４の内部の一部に接合部材Ｊ１が入り込んでいてもよいし、溝４の内部に接合部材Ｊ１が入り込んでいなくてもよい。

[0049] 次に、図８および図９を用いて、実施の形態１の変形例に係る半導体装置１００の構成を説明する。

[0050] 図８および図９に示されるように、実施の形態１の変形例に係る半導体装置１００の熱拡散板３の溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２は、熱拡散板３の端部よりも内側に配置されている。言い換えると、溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２は、熱拡散板３の端部に配置されてない。接合部材Ｊ１は、溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２よりも内側に配置されている。このため、接合部材Ｊ１は、熱拡散板３の端部に達していない。

[0051] 続いて、本実施の形態の作用効果を比較例に係る半導体装置と比較しながら説明する。なお、比較例に係る半導体装置は、特に言及しない限り本実施の形態に係る半導体装置１００と同様の構成を有している。

[0052] 比較例に係る半導体装置では、被接合面３１に溝４が設けられていない。このため、接合部材Ｊ１の溶融時において、熱拡散板３は、接合部材Ｊ１に密着している。よって、溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスは、接合部材Ｊ１の内部に留まる。これにより、接合部材Ｊ１の溶融後において、接合部材Ｊ１の内部にボイドが生じる。仮に接合部材Ｊ１の内部にボイドが留まった場合、ボイドによって接合部材Ｊ１の熱抵抗が増加する。このため、半導体素子１の放熱性がボイドによって低下する。

[0053] これに対して、本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図１に示されるように、熱拡散板３の溝４は、接合部材Ｊ１から露出した部分を含んでいる。このため、基板２と熱拡散板３との接合時において溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスは、熱拡散板３の溝４を通って半導体装置１００の外部に排出される。よって、接合部材Ｊ１の内部にボイドが生じることを抑制することができる。したがって、接合部材Ｊ１中のボイドを低減することができる。

[0054] 接合部材Ｊ１中のボイドを低減することができるため、ボイドによって接合部材Ｊ１の熱抵抗が増加することを抑制することができる。このため、半導体素子１の放熱性がボイドによって低下することを抑制することができる。

[0055] より詳細には、半導体素子１から生じた熱は、主にＺ軸方向ＤＲ３に沿って、接続部材Ｊ２、基板２、接合部材Ｊ１および熱拡散板３の順に伝導する。このため、半導体素子１から生じた熱は、接合部材Ｊ１の厚さ方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って伝導する。接合部材Ｊ１中のボイドを低減することができるため、接合部材Ｊ１の厚さ方向に沿った熱抵抗がボイドによって低下することを抑制することができる。よって、半導体素子１から生じた熱が接合部材Ｊ１の厚さ方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って容易に伝導する。したがって、半導体素子１から生じた熱は、容易に放散される。

[0056] 図１に示されるように、基板２と熱拡散板３とが接合部材Ｊ１を挟み込む方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）から見て、熱拡散板３は、半導体素子１よりも大きい。挟み込む方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）において、半導体素子１は、熱拡散板３に重なっている。このため、半導体素子１から生じた熱は、半導体素子１に重ねられた熱拡散板３を通って放散される。よって、半導体素子１の放熱性がさらに向上する。

[0057] 図３に示されるように、溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２の各々は、接合部材Ｊ１から露出している。このため、溝４の第１端Ｅ１および第２端Ｅ２の一方が接合部材Ｊ１から露出しかつ他方が接合部材Ｊ１から露出してい

ない場合よりも、フラックスは溝４を通って半導体装置１００の外部に容易に排出される。よって、接合部材Ｊ１中のボイドをさらに低減することができる。

[0058] 図３に示されるように、溝４の第１端Ｅ１は、熱拡散板３の端部に設けられている。このため、溝４の第１端Ｅ１は、熱拡散板３の端部から半導体装置１００の外部に露出している。よって、溝４の第１端Ｅ１が半導体装置１００の端部に露出していない場合よりも、溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスが第１端Ｅ１を通って半導体装置１００の外部に排出されやすい。よって、接合部材Ｊ１中のボイドをさらに低減することができる。

[0059] 実施の形態２．

次に、図１０～図１３を用いて、実施の形態２に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態２は、特に説明しない限り、上記の実施の形態１と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態１と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0060] 図１０に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３の溝４は、第１溝部４１と、第２溝部４２とを含んでいる。第１溝部４１および第２溝部４２の各々は、接合部材Ｊ１から露出した部分を含んでいる。本実施の形態において、図１０および図１１に示されるように、第１溝部４１の第１端Ｅ１１（Ｅ１）および第２端Ｅ１２（Ｅ２）の各々は、接合部材Ｊ１から露出している。また、第２溝部４２の第１端Ｅ２１（Ｅ１）および第２端Ｅ２２（Ｅ２）の各々は、接合部材Ｊ１から露出している。

[0061] 図１１に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに間隔を空けて配置されている。言い換えると、第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに交差していない。第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに平行に配置されていてもよい。第１溝部４１および第２溝部４２の各々は、Ｘ軸方向ＤＲ１に沿って延在していてもよい。図１２に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２は、Ｙ軸方向ＤＲ２に沿って延在していてもよい。図１３に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２は、Ｘ軸

方向ＤＲ１およびＹ軸方向ＤＲ２の各々に対して斜めに延在していてもよい。

[0062] なお、図示されないが、溝部の数は、２つに限られない。また、第１溝部４１の第１端Ｅ１１（Ｅ１）および第２端Ｅ１２（Ｅ２）ならびに第２溝部４２の第１端Ｅ２１（Ｅ１）および第２端Ｅ２２（Ｅ２）の各々が接合部材Ｊ１から露出しているが、接合部材Ｊ１から露出した部分はこれに限られない。例えば、第１溝部４１の第１端Ｅ１１（Ｅ１）および第２溝部４２の第１端Ｅ２１（Ｅ１）が露出しかつ第１溝部４１の第２端Ｅ１２（Ｅ２）および第２溝部４２の第２端Ｅ２２（Ｅ２）が露出していなくてもよい。

[0063] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図１０に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２の各々は、接合部材Ｊ１から露出した部分を含んでいる。このため、溝４が１つの溝部からなる場合（図１参照）よりも、接合部材Ｊ１と溝４とが向かい合う面積を大きくすることができる。よって、溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスがさらに溝４を通って半導体装置１００の外部に排出される。したがって、接合部材Ｊ１中のボイドをさらに低減することができる。

[0064] 図１１に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに間隔を空けて配置されている。このため、第１溝部４１および第２溝部４２が互いに交差している場合よりも、熱拡散板３は簡易な形状を有している。よって、熱拡散板３を容易に製造することができるため、半導体装置１００の製造コストを低減できる。

[0065] 実施の形態３．

次に、図１４および図１５を用いて、実施の形態３に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態３は、特に説明しない限り、上記の実施の形態２と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態２と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0066] 図１４および図１５に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３の第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに交差している。第１溝部４１および第２溝部４２は、例えば、十字状に配置されている。本実施の形態において、第１溝部４１は、Ｘ軸方向ＤＲ１に沿って延伸している。第２溝部４２は、Ｙ軸方向ＤＲ２に沿って延伸している。望ましくは、半導体素子１が熱拡散板３に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）から見て、第１溝部４１および第２溝部４２の交差部は、半導体素子１に重なっている。さらに望ましくは、半導体素子１が熱拡散板３に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）から見て、第１溝部４１および第２溝部４２の交差部は、半導体素子１の中心に重なっている。

[0067] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図１５に示されるように、第１溝部４１および第２溝部４２は、互いに交差している。このため、第１溝部４１および第２溝部４２の接合部材Ｊ１から露出した部分は、互いに異なる方向に沿って接合部材Ｊ１（図１４参照）から露出している。よって、接合部材Ｊ１（図１４参照）から蒸発したフラックスを第１溝部４１および第２溝部４２が互いに露出している方向に沿って半導体装置１００の外部に排出することができる。すなわち、接合部材Ｊ１（図１４参照）から蒸発したフラックスを複数の方向（例えば、Ｘ軸方向ＤＲ１およびＹ軸方向ＤＲ２）に沿って半導体装置１００の外部に排出させることができる。これにより、第１溝部４１および第２溝部４２が平行に配置されている場合よりも、溝４の接合部材Ｊ１から露出した部分の先（半導体装置１００の外部）にフラックスが滞留することを抑制することができる。

[0068] 実施の形態４．

次に、図１６および図１７を用いて、実施の形態４に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態４は、特に説明しない限り、上記の実施の形態３と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態３と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さな

い。

[0069] 図１６に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００（図１参照）の熱拡散板３の被接合面３１は、積層領域１０を含んでいる。積層領域１０には、半導体素子１が重ねられている。積層領域１０には、Ｚ軸方向ＤＲ３に沿って半導体素子１が重ねられている。

[0070] 溝４の第１端Ｅ１は、接合部材Ｊ１（図１参照）から露出している。溝４の第２端Ｅ２は、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１と第１端Ｅ１との間に配置されている。言い換えると、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１には、溝４が設けられていない。被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１は、接合部材Ｊ１（図１参照）によって基板２（図１参照）に接合されている。

[0071] 図１６では、溝４は、第１溝部４１、第２溝部４２、第３溝部４３および第４溝部４４を含んでいる。第１溝部４１と第２溝部４２とは、互いに直交するように設けられている。第３溝部４３と第４溝部４４とは、互いに直交するように設けられている。第１溝部４１と第３溝部４３とは、Ｘ軸方向ＤＲ１に沿って間を空けて並べられている。第２溝部４２と第４溝部４４とは、Ｙ軸方向ＤＲ２に沿って間を空けて並べられている。第１溝部４１～第４溝部４４の各々の第１端Ｅ１１（Ｅ１）～Ｅ４１（Ｅ１）は、接合部材Ｊ１（図１参照）から露出している。第１溝部４１～第４溝部４４の第２端Ｅ１２（Ｅ２）～Ｅ４２（Ｅ２）の各々は、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１と第１端Ｅ１１（Ｅ１）～Ｅ４１（Ｅ１）との間にそれぞれ配置されている。

[0072] 図１７では、溝４は、第１溝部４１～第８溝部４８を含んでいる。第１溝部４１～第８溝部４８は、放射状に配置されている。第１溝部４１～第８溝部４８の各々の第１端Ｅ１１（Ｅ１）～Ｅ８１（Ｅ１）は、接合部材Ｊ１（図１参照）から露出している。第１溝部４１～第８溝部４８の第２端Ｅ１２（Ｅ２）～Ｅ８２（Ｅ２）の各々は、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１と第１端Ｅ１１（Ｅ１）～Ｅ８１（Ｅ１）との間にそれぞれ配置されてい

る。

[0073] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図１６に示されるように、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１は、接合部材Ｊ１（図１参照）によって基板２（図１参照）に接合されている。このため、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１には、溝４が設けられていない。溝４の内部には空気層が形成されているため、仮に被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１に溝４が設けられていた場合、半導体素子１の放熱性が空気層によって低下する。本実施の形態では、被接合面３１の積層領域１０の中心Ｃ１に溝４が設けられていないため、半導体素子１の放熱性が溝４の空気層によって低下することを抑制することができる。言い換えると、熱拡散板３の熱抵抗が溝４の空気層によって増加することを抑制することができる。

[0074] 実施の形態５.

次に、図１８および図１９を用いて、実施の形態５に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態５は、特に説明しない限り、上記の実施の形態１と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態１と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0075] 図１８および図１９に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３の溝４は、対向面３２から被接合面３１に向かって小さくなるように構成された幅を有している。図１９に示されるように、溝４は、底部４５と、第１側面４６と、第２側面４７とを含んでいる。底部４５は、接合部材Ｊ１と向かい合っている。第１側面４６および第２側面４７の各々は、被接合面３１と底部４５とを接続している。第１側面４６と第２側面４７との間隔は、対向面３２から被接合面３１に向かって小さくなるように構成されている。

[0076] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図１８に示されるように

、溝４は、対向面３２から被接合面３１に向かって小さくなるように構成された幅を有している。このため、基板２と熱拡散板３とがリフロー炉ＲＦ（図６参照）によって接合される際に、溶融した接合部材Ｊ１が溝４の中に入り込むことを抑制することができる。言い換えると、溶融した接合部材Ｊ１によって溝４が塞がることを抑制することができる。仮に溝４が溶融した接合部材Ｊ１によって塞がった場合、フラックスが溝４を通って半導体装置１００の外部に排出されることが妨げられる。本実施の形態では、接合部材Ｊ１によって溝４が塞がることを抑制することができるため、フラックスが溝４を通って半導体装置１００の外部に排出されることが妨げられることを抑制することができる。

[0077] 実施の形態６．

次に、図２０～図２２を用いて、実施の形態６に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態６は、特に説明しない限り、上記の実施の形態１と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態１と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0078] 図２０に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３には、貫通孔ＴＨが設けられている。貫通孔ＴＨは、接合部材Ｊ１が被接合面３１に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って熱拡散板３を貫通している。拡散板３には、重ねられた方向（ＤＲ３）に沿って接合部材Ｊ１に重なるように貫通孔ＴＨが設けられている。貫通孔ＴＨは、被接合面３１および凹部の少なくともいずれかに設けられている。

[0079] 貫通孔ＴＨの直径は、ビアホールＶＨの直径よりも小さい。貫通孔ＴＨの直径は、リフロー炉ＲＦ（図６参照）によって溶融した接合部材Ｊ１が入り込まない直径であれば、適宜に決められてもよい。

[0080] 図２１に示されるように、貫通孔ＴＨは、複数の第１貫通部Ｔ１と、複数の第２貫通部Ｔ２とを含んでいてもよい。複数の第１貫通部Ｔ１および複数の第２貫通部Ｔ２の各々は、接合部材Ｊ１が被接合面３１に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って熱拡散板３を貫通している。複数の第１貫通部

Ｔ１は、溝４に連通している。複数の第２貫通部Ｔ２は、被接合面３１に連通している。

[0081] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図２０に示されるように、貫通孔ＴＨは、接合部材Ｊ１が被接合面３１に重ねられた方向（Ｚ軸方向ＤＲ３）に沿って熱拡散板３を貫通している。このため、リフロー炉ＲＦ（図６参照）によって基板２と熱拡散板３とが接合される際に、図２２に示されるように、溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスは、溝４に加えて、貫通孔ＴＨも通って半導体装置１００の外部に排出される。これにより、リフロー炉ＲＦ（図６参照）によって基板２と熱拡散板３とが接合される際に、溶融した接合部材Ｊ１から蒸発したフラックスが半導体装置１００の外部にさらに排出される。よって、接合部材Ｊ１中のボイドをさらに低減することができる。

[0082] 実施の形態７.

次に、図２３および図２４を用いて、実施の形態７に係る半導体装置１００の構成を説明する。実施の形態７は、特に説明しない限り、上記の実施の形態１と同一の構成、製造方法および作用効果を有している。したがって、上記の実施の形態１と同一の構成には同一の符号を付し、説明を繰り返さない。

[0083] 図２３および図２４に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３の溝４は、対向面３２から被接合面３１に向かって大きくなるように構成された幅を有している。図２４に示されるように、溝４は、底部４５と、第１側面４６と、第２側面４７とを含んでいる。底部４５は、接合部材Ｊ１と向かい合っている。第１側面４６および第２側面４７の各々は、被接合面３１と底部４５とを接続している。第１側面４６と第２側面４７との間隔は、被接合面３１から対向面３２に向かって小さくなるように構成されている。

[0084] 次に溝４を製造するための加工方法について説明する。

溝４の加工方法には、特に制限はなく、実施の形態１～７のどの形状においても、プレス打ち抜き加工、エッチング加工、ワイヤー放電加工（ワイヤーカット）、レーザー加工等の加工方法で製造できる。

[0085] また、溝４は、図２５のように台形の形状、または、図２６のように半円状の形状でも、図２４と同様の効果を得ることができる。

[0086] 続いて、本実施の形態の作用効果を説明する。

本実施の形態に係る半導体装置１００によれば、図２３～図２６に示されるように、本実施の形態に係る半導体装置１００の熱拡散板３の溝４は、対向面３２から被接合面３１に向かって大きくなるように構成された幅を有している。このため、基板２と熱拡散板３とがリフロー炉ＲＦ（図６参照）によって接合される際に、溶融した接合部材Ｊ１が溝４の中に入りやすくすることができる。言い換えると、溶融した接合部材Ｊ１によって溝４が塞がり、溝４が全て接合部材Ｊ１で埋められる。仮にフラックスが溝４を通って半導体装置１００の外部に排出された後、溝４が溶融した接合部材Ｊ１によって塞がった場合、空気層であった溝４は接合部材Ｊ１で埋められ、溝４の熱抵抗を低減することができる。よって半導体装置１００の放熱性を向上することができる。

[0087] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0088] １　半導体素子、２　基板、３　熱拡散板、４　溝、１０　接合領域、３１　被接合面、３２　対向面、４１　第１溝部、４２　第２溝部、１００　半導体装置、２００　電力変換装置、Ｃ１　中心、Ｅ１　第１端、Ｅ２　第２端、Ｊ１　接合部材、ＴＨ　貫通孔。

請求の範囲

[請求項1] 半導体素子と、

前記半導体素子が接合された基板と、

前記基板に対して前記半導体素子とは反対側に配置された被接合面を含む熱拡散板と、

前記基板と前記熱拡散板との間において前記基板と前記熱拡散板とを接合している接合部材とを備え、

前記熱拡散板には、前記被接合面から凹む溝が設けられており、

前記熱拡散板の前記溝は、前記接合部材から露出した部分を含んでいる、半導体装置。

[請求項2] 前記基板と前記熱拡散板とが前記接合部材を挟み込む方向から見て、前記熱拡散板は、前記半導体素子よりも大きく、

前記挟み込む方向において、前記半導体素子は、前記熱拡散板に重なっている、請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記溝は、第１溝部と、第２溝部とを含んでおり、

前記第１溝部および前記第２溝部の各々は、前記接合部材から露出した部分を含んでいる、請求項１または２に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記第１溝部および前記第２溝部は、互いに交差している、請求項３に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第１溝部および前記第２溝部は、互いに間隔を空けて配置されている、請求項３に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記被接合面は、前記半導体素子が重ねられた積層領域を含み、

前記溝は、第１端と、第２端とを含み、

前記溝の前記第１端は、前記接合部材から露出しており、

前記溝の前記第２端は、前記積層領域の中心と前記第１端との間に配置されており、

前記被接合面の前記積層領域の前記中心は、前記接合部材によって前記基板に接合されている、請求項１～５のいずれか１項に記載の半

導体装置。

[請求項7] 前記溝は、第１端と、第２端とを含み、

前記第１端および前記第２端の各々は、前記接合部材から露出している、請求項１～５のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記溝の前記第１端は、前記熱拡散板の端部に設けられている、請求項６または７に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記熱拡散板は、前記被接合面とは前記接合部材の反対側に配置された対向面とを含み、

前記溝は、前記対向面から前記被接合面に向かって小さくなるように構成された幅を有している、請求項１～８のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記熱拡散板には、貫通孔が設けられており、

前記貫通孔は、前記接合部材が前記被接合面に重ねられた方向に沿って前記熱拡散板を貫通しており、

前記熱拡散板には、前記重ねられた方向に沿って前記接合部材に重なるように前記貫通孔が設けられている、請求項１～９のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項11] 接続部材をさらに備え、

前記基板は、第１面と、前記第１面に対して前記半導体素子とは反対側に配置された第２面と、前記第１面と前記第２面とを貫通するビアホールとを有し、

前記基板の前記第１面には前記半導体素子が前記接続部材によって接合されており、

前記ビアホールは、前記基板と前記熱拡散板とが前記接合部材を挟み込む方向から見て前記接続部材と重なっている、請求項１～１０のいずれか１項に記載の半導体装置。

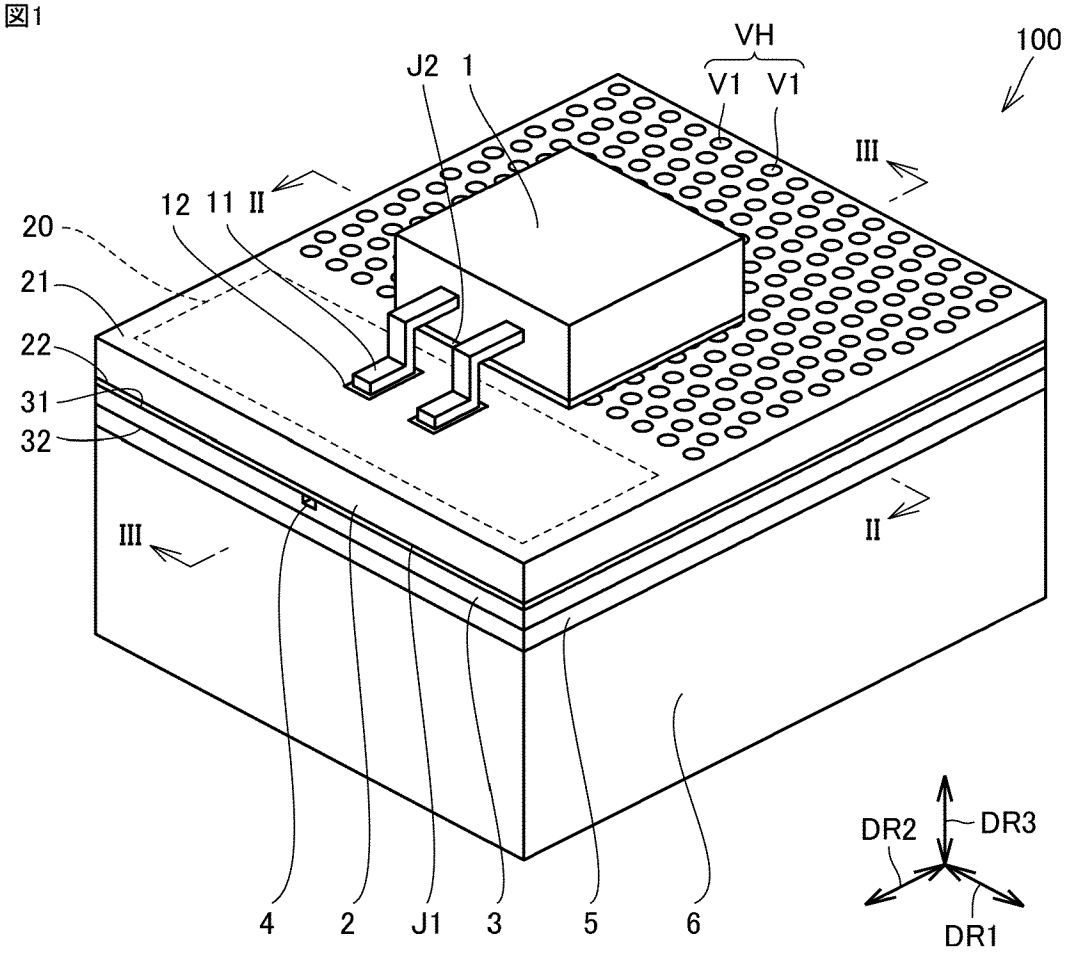
[請求項12] 前記熱拡散板は、前記被接合面とは前記接合部材の反対側に配置された対向面とを含み、

前記溝は、前記対向面から前記被接合面に向かって大きくなるように構成された幅を有している、請求項１～８のいずれか１項に記載の半導体装置。

[請求項13] 請求項１～１２のいずれか１項に記載の前記半導体装置を備えた、電力変換装置。

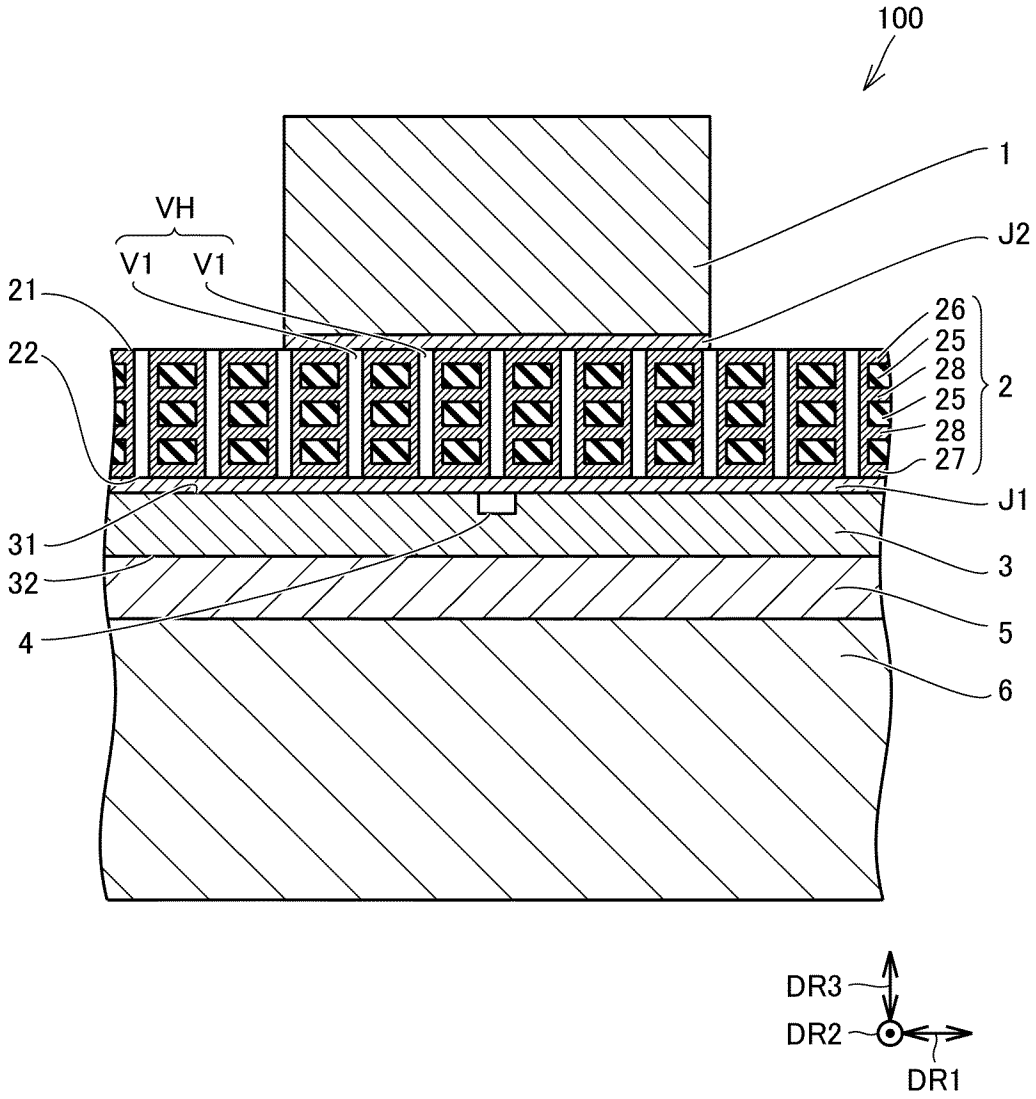
[図1]

図1


VH
V1
V1
J2
1
100
III
12
11
II
20
21
22
31
32
III
II
4
2
J1
3
5
6
DR2
DR3
DR1

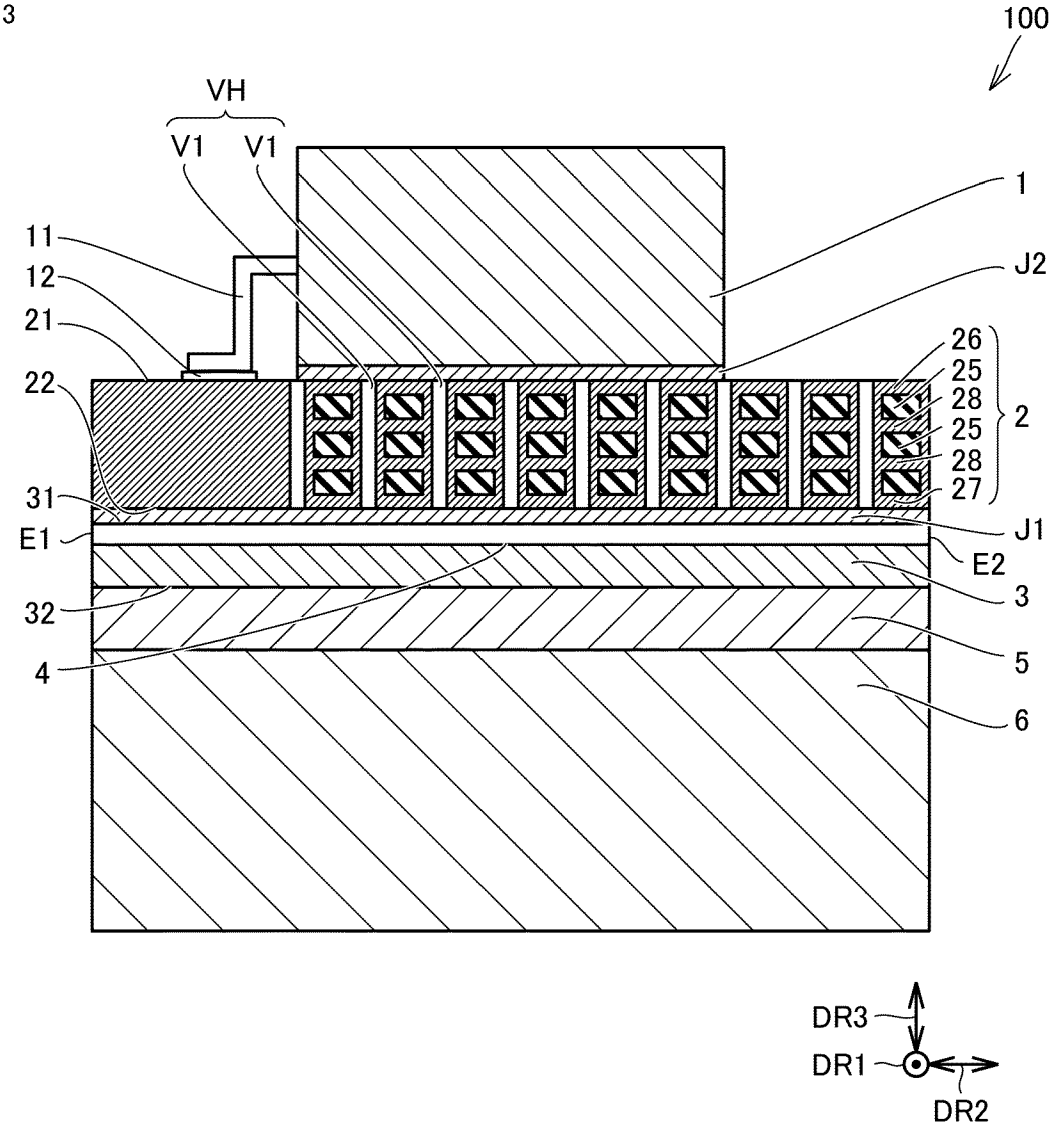
[図2]

図2



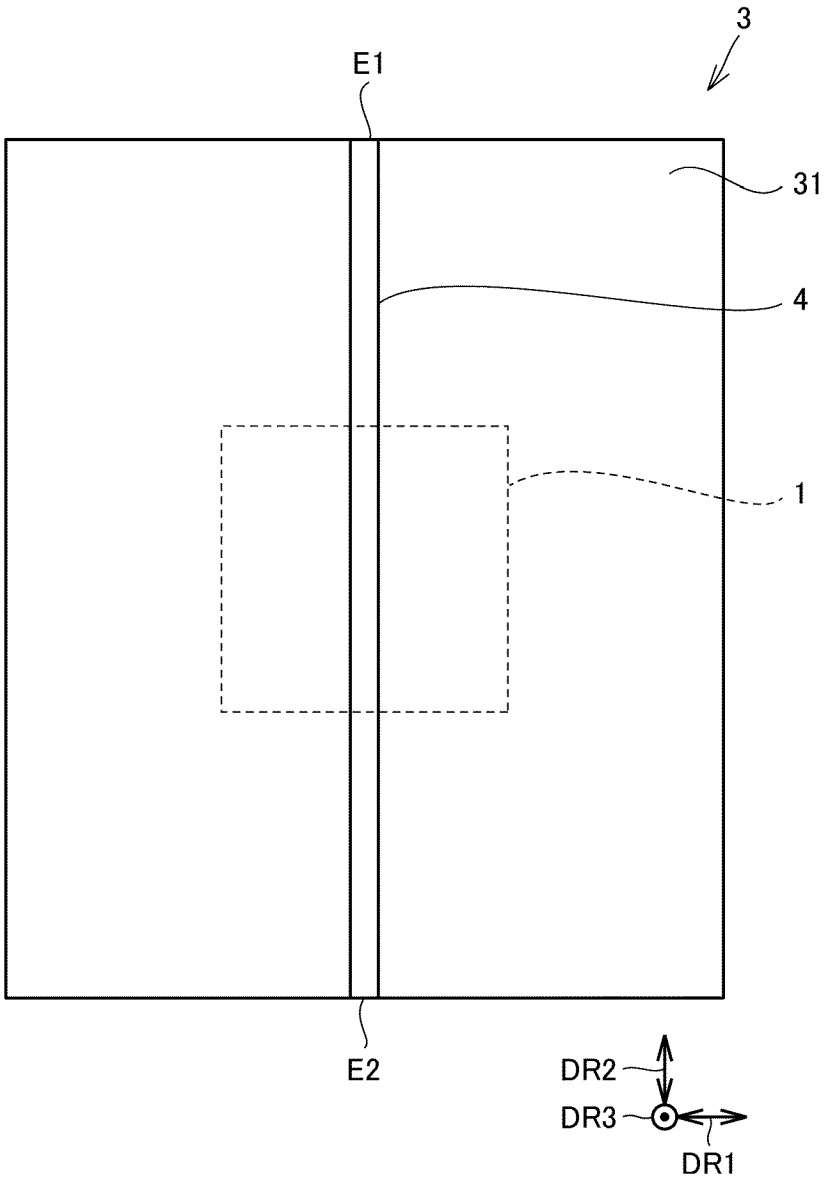
[図3]

図3


100
VH
V1
V1
1
11
12
J2
21
26
25
28
25
28
27
2
22
31
J1
E1
E2
3
32
5
4
6
DR3
DR1
DR2

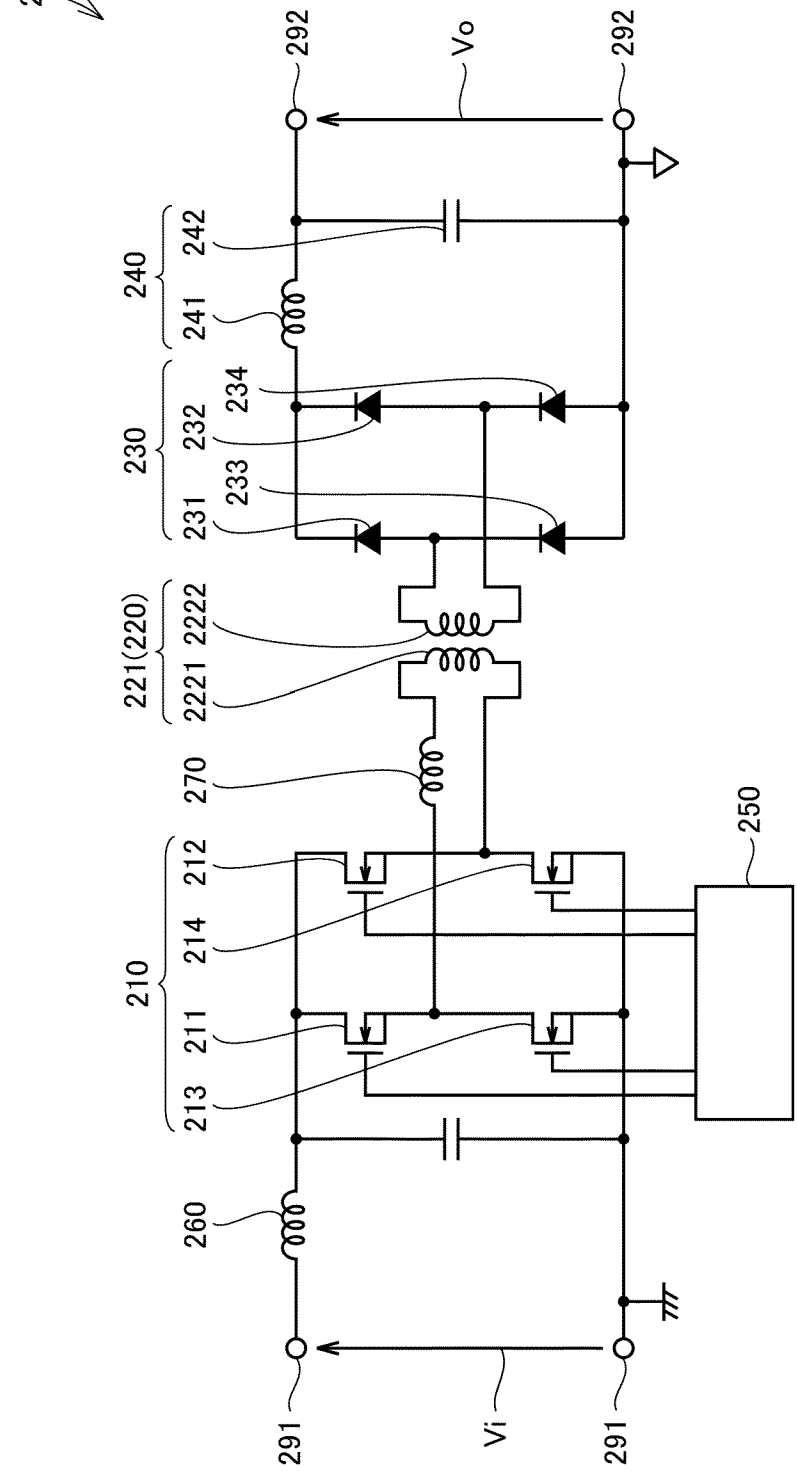
[図4]

図4



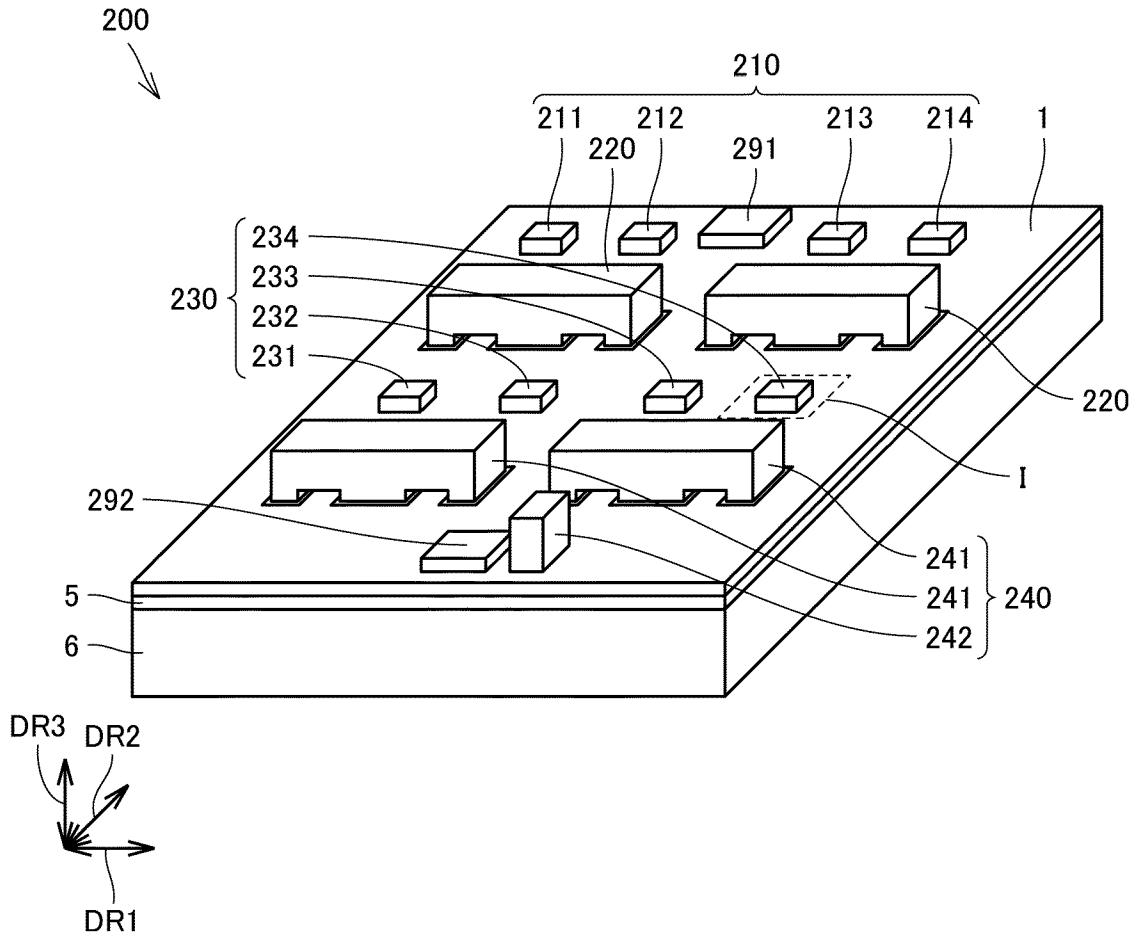
[図5]

図5


200
292
Vo
292
240
242
241
230
234
232
233
231
221(220)
2222
2221
270
250
210
212
214
211
213
260
291
Vi
291

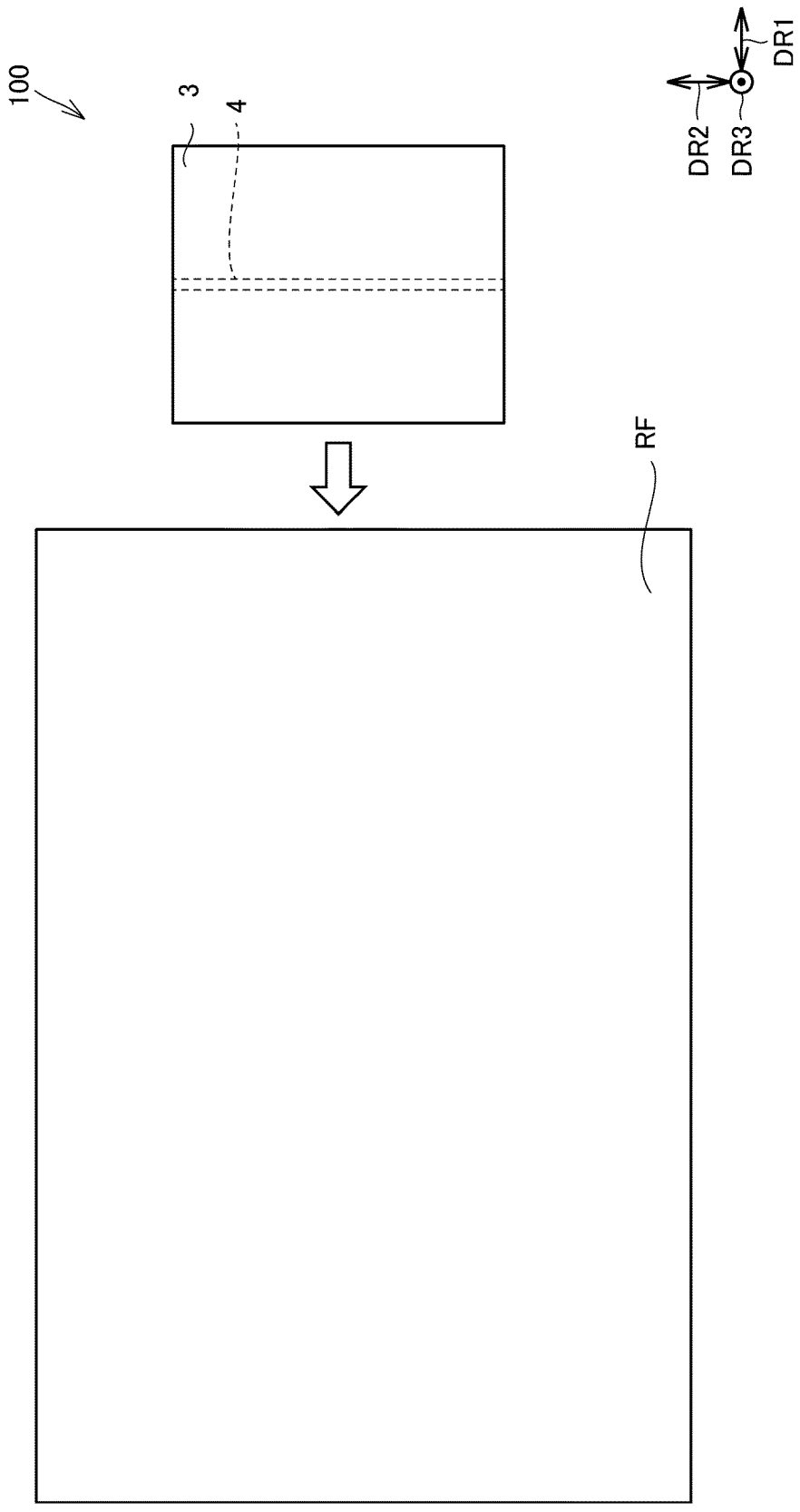
[図5A]

図5A


200
210
211
212
213
214
1
220
291
234
233
230
232
231
220
I
292
241
241
240
242
5
6
DR3
DR2
DR1

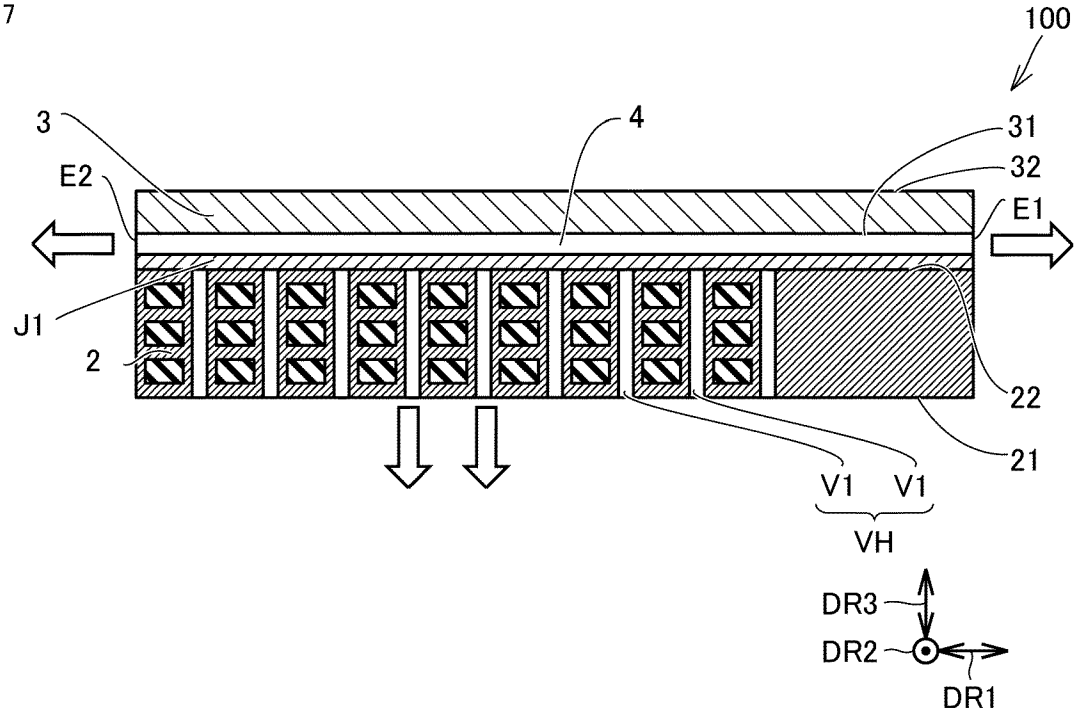
[図6]

図6



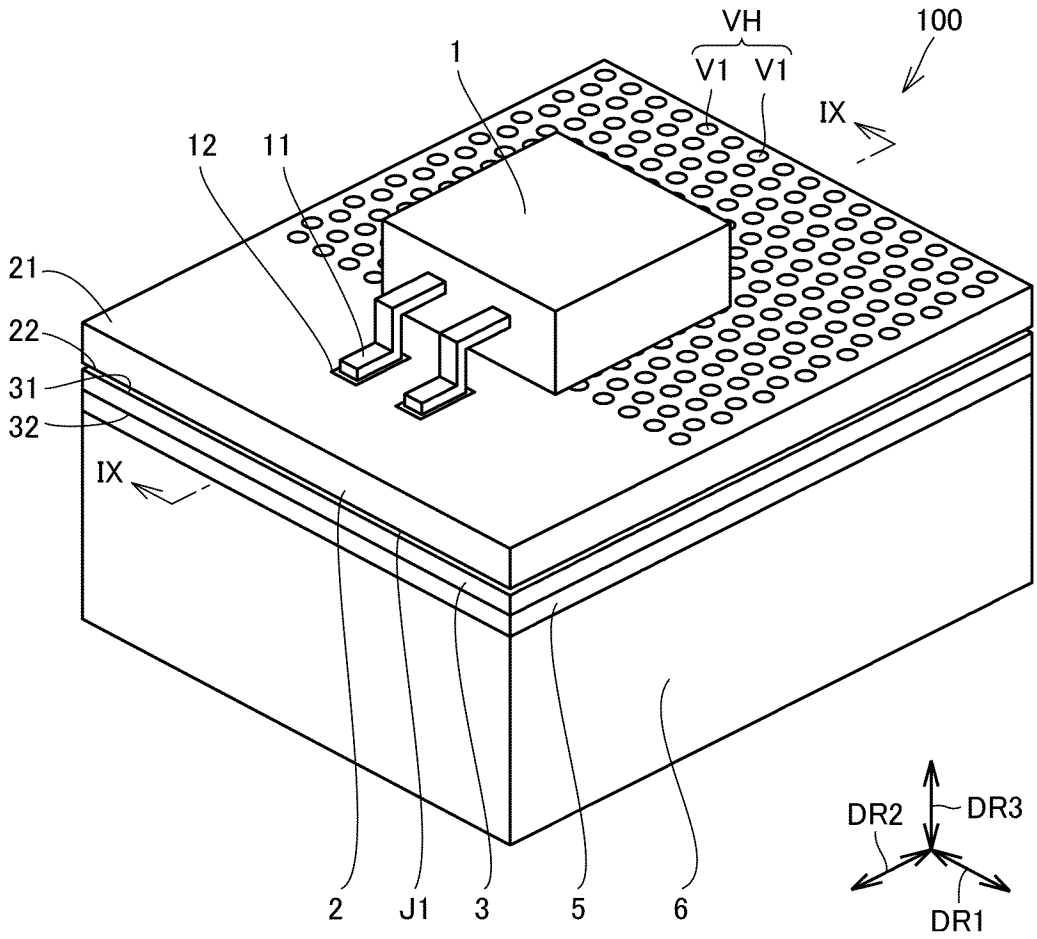
[図7]

図7


100
3
4
31
32
E2
E1
J1
2
22
21
V1
V1
VH
DR3
DR2
DR1

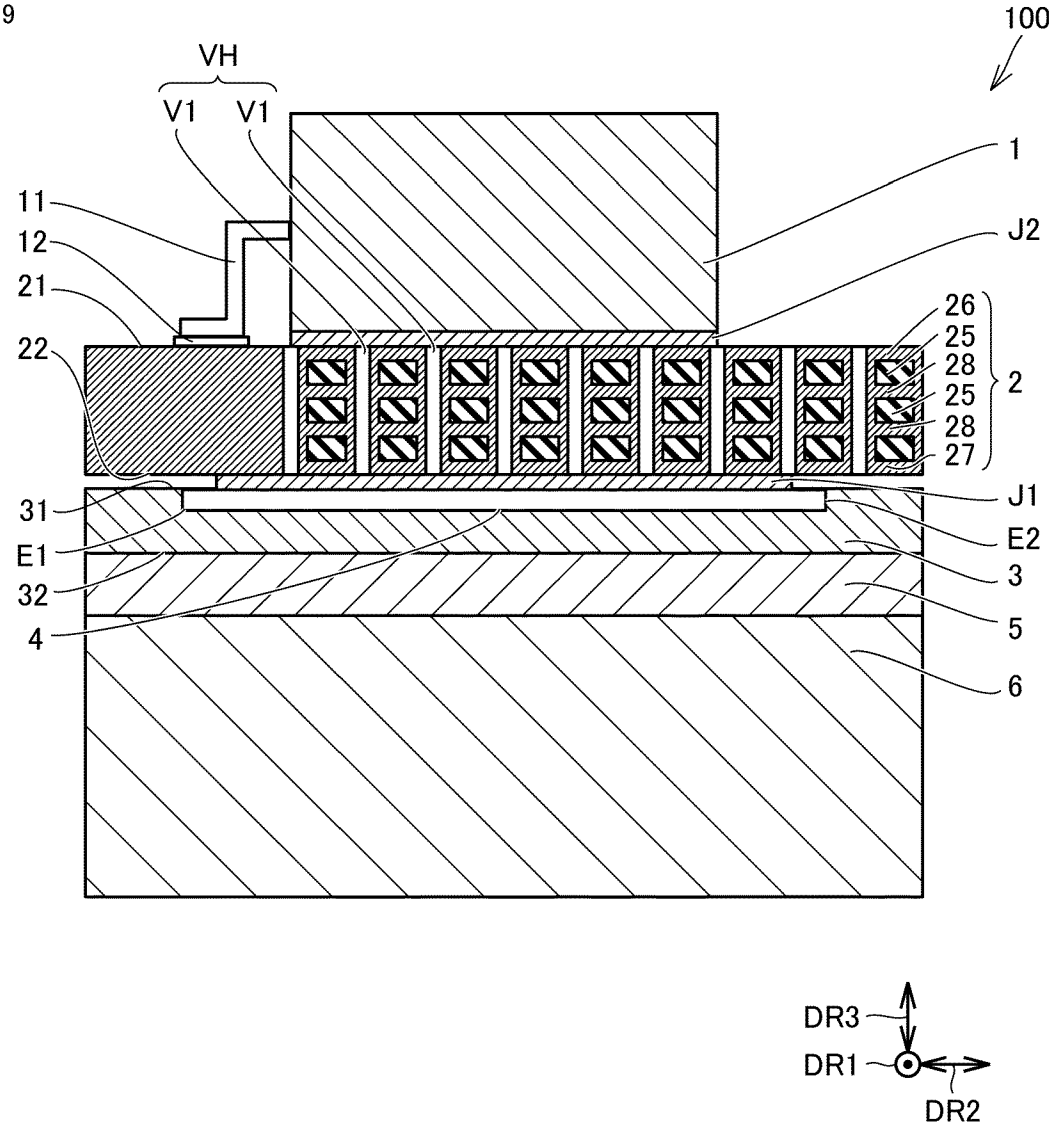
[図8]

図8


VH
100
1
V1
V1
IX
12
11
21
22
31
32
IX
2
J1
3
5
6
DR2
DR3
DR1

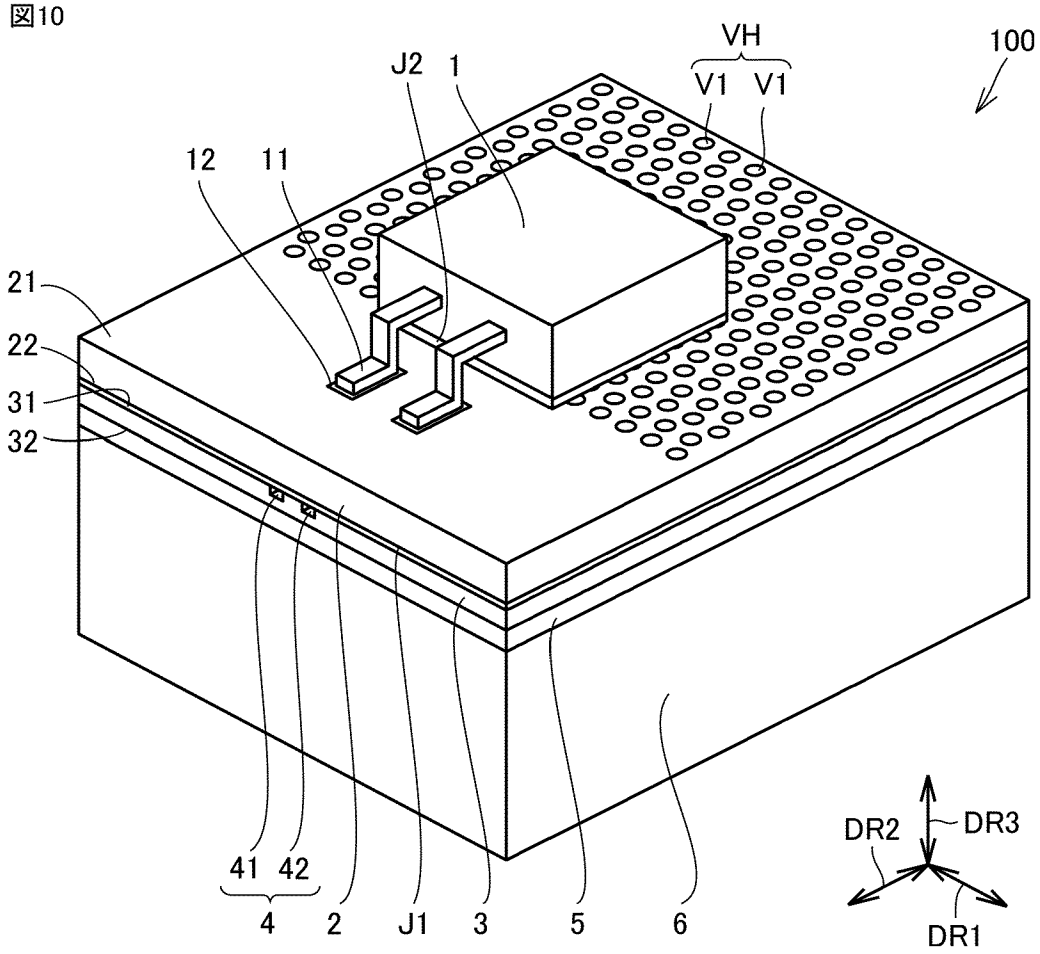
[図9]

図9


100
VH
V1
V1
1
11
12
21
22
J2
26
25
28
25
28
27
2
31
E1
32
4
J1
E2
3
5
6
DR3
DR1
DR2

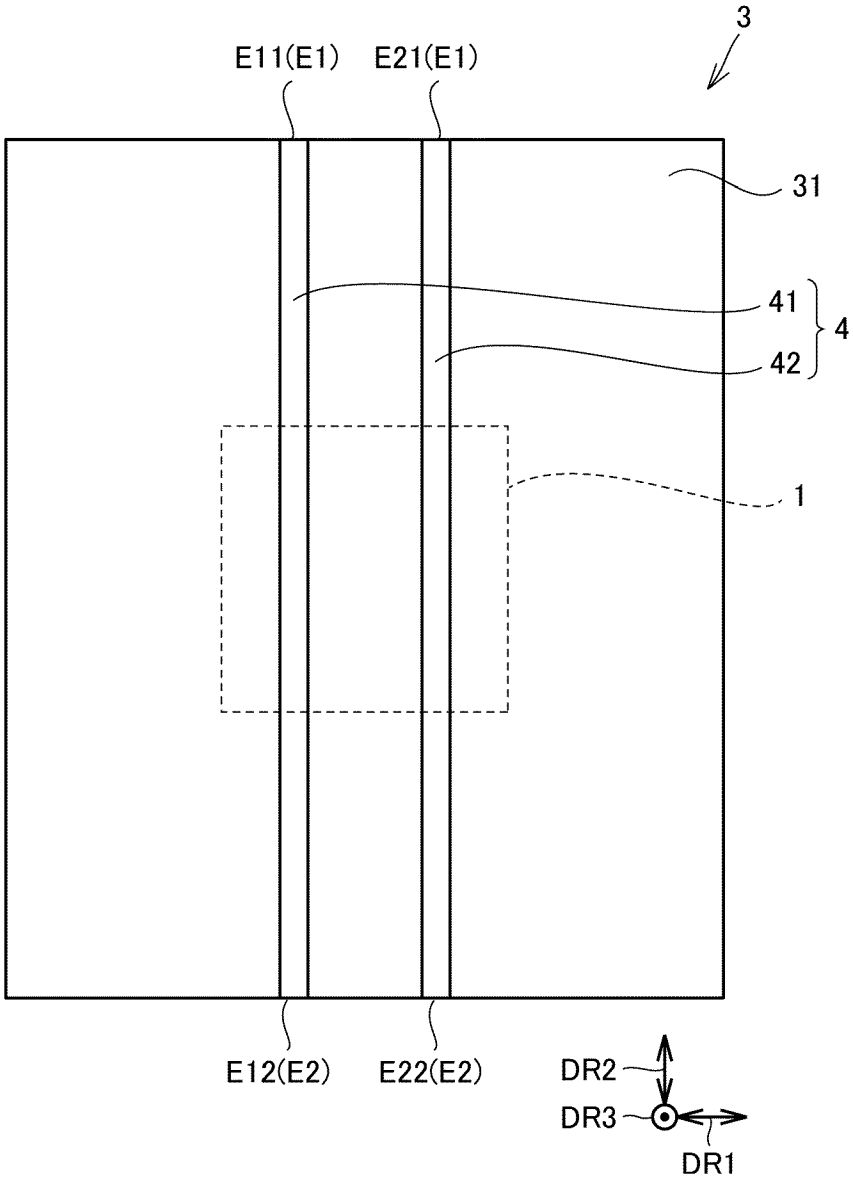
[図10]

図10



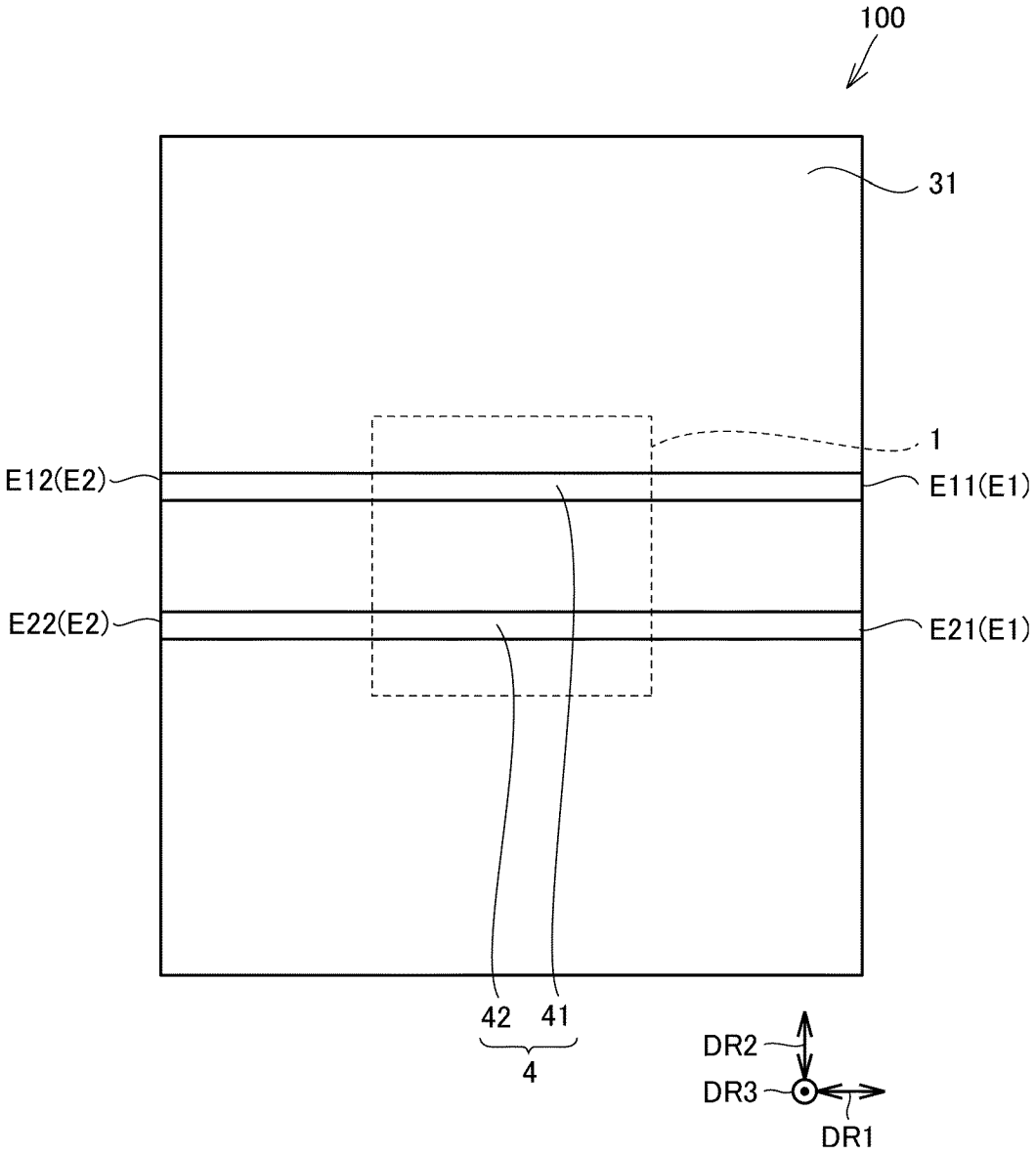
[図11]

図11



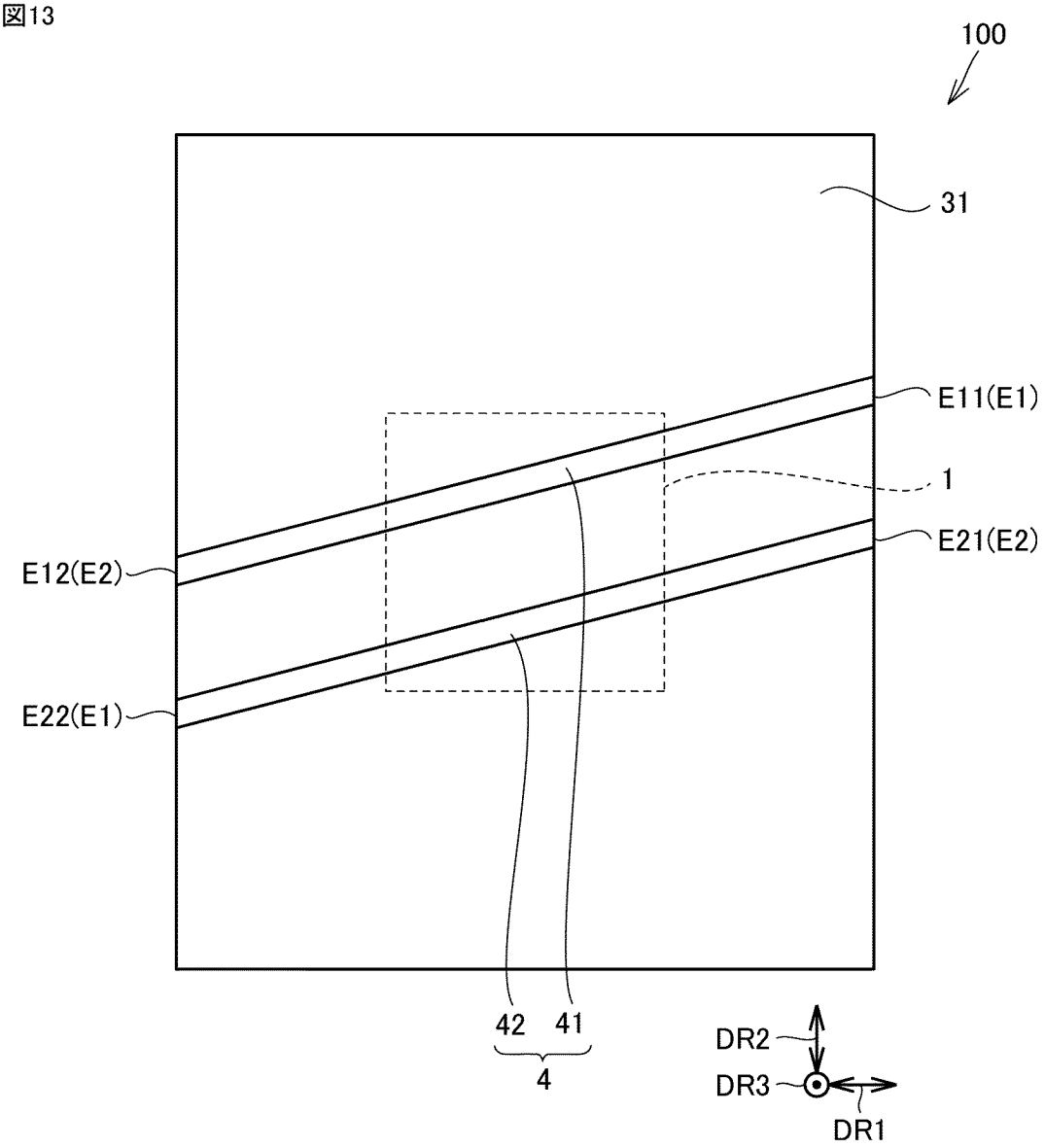
[図12]

図12



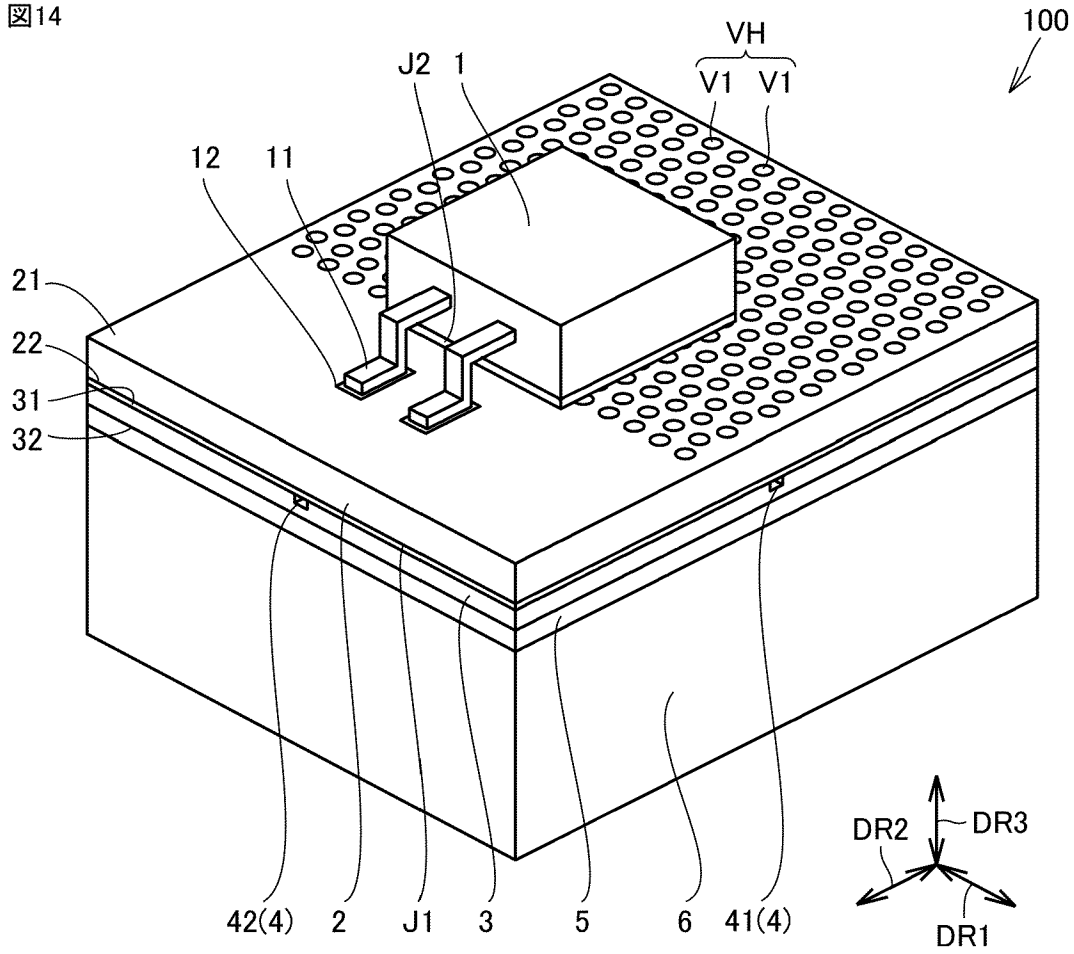
[図13]

図13



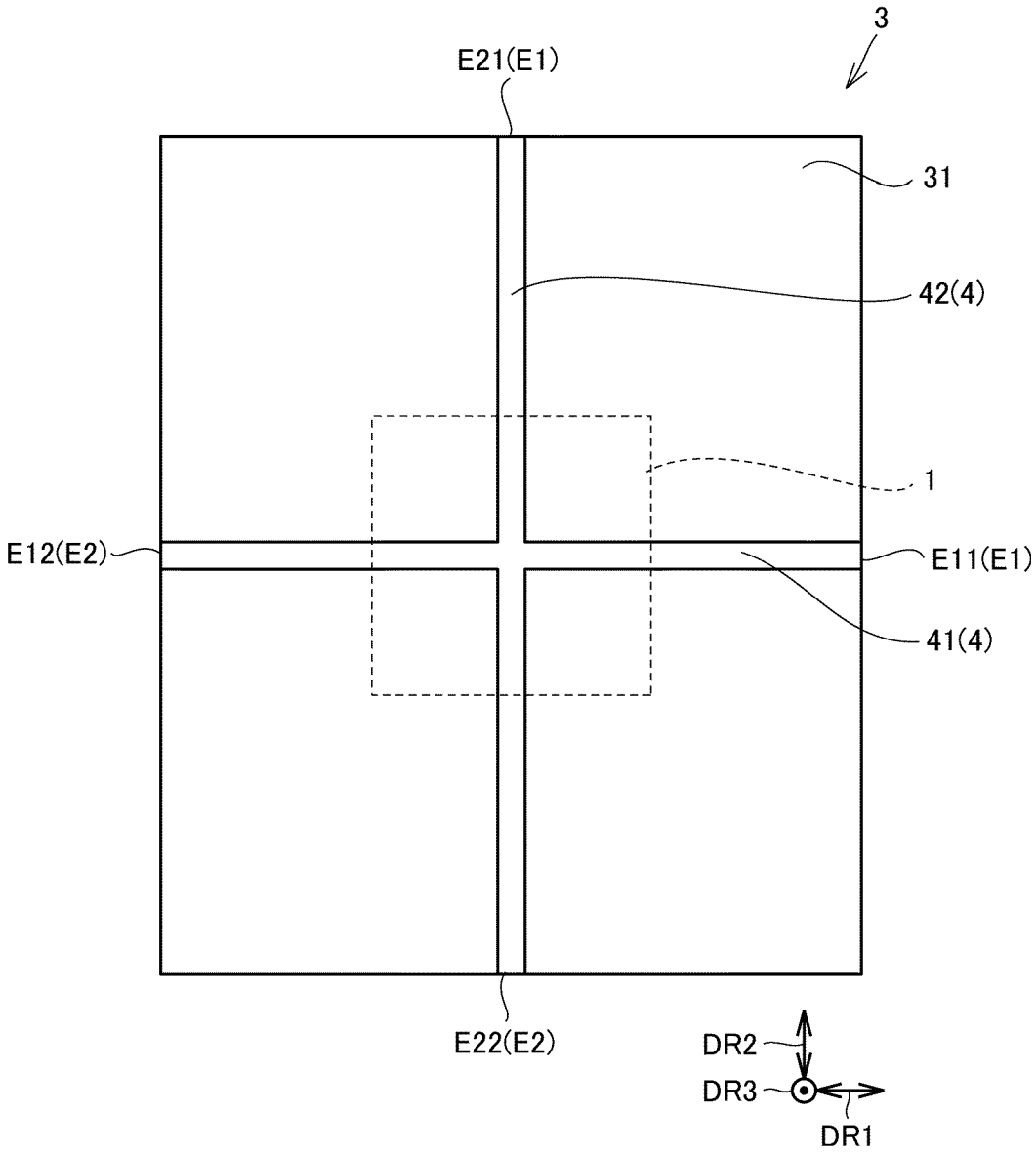
[図14]

図14



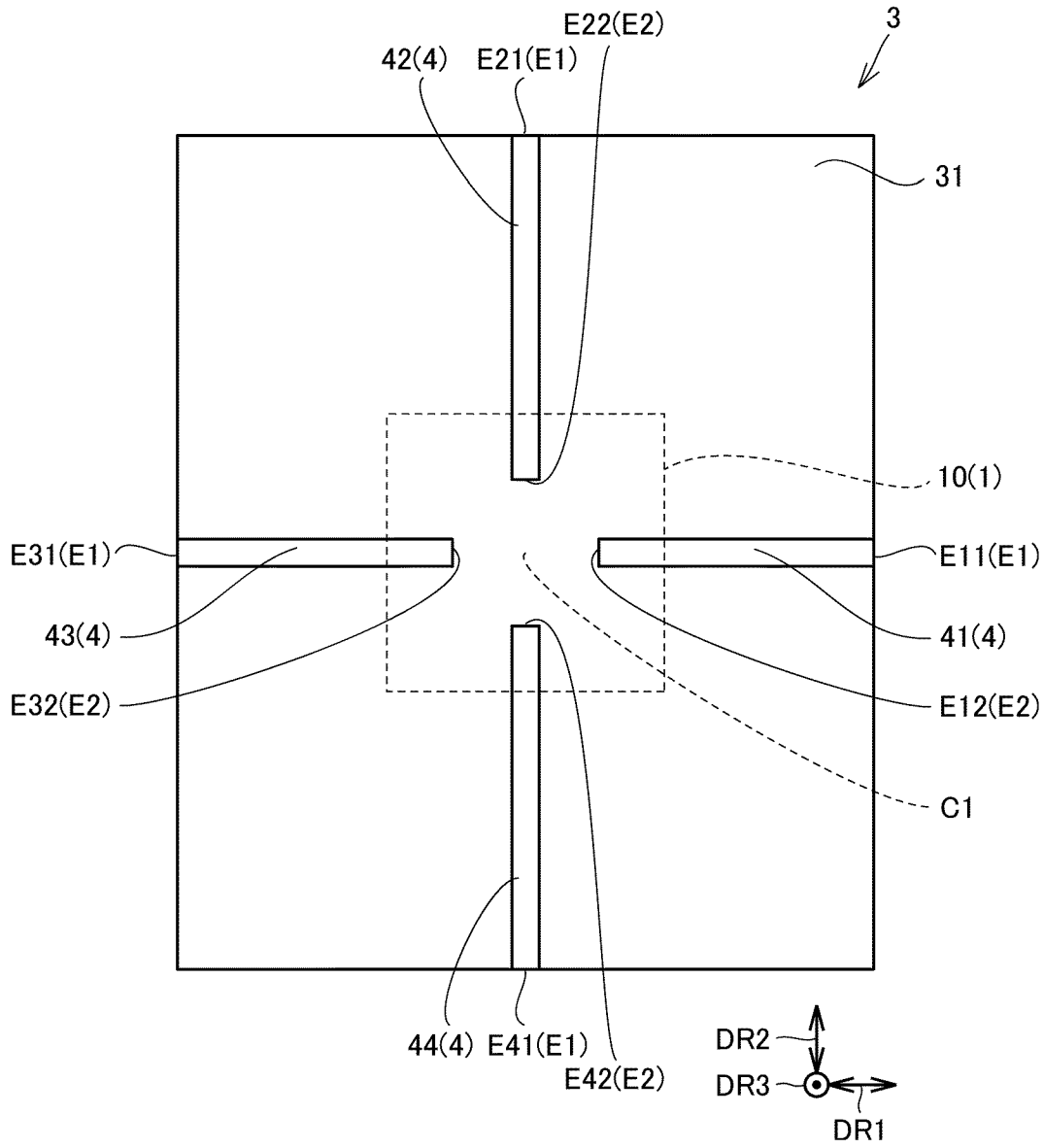
[図15]

図15



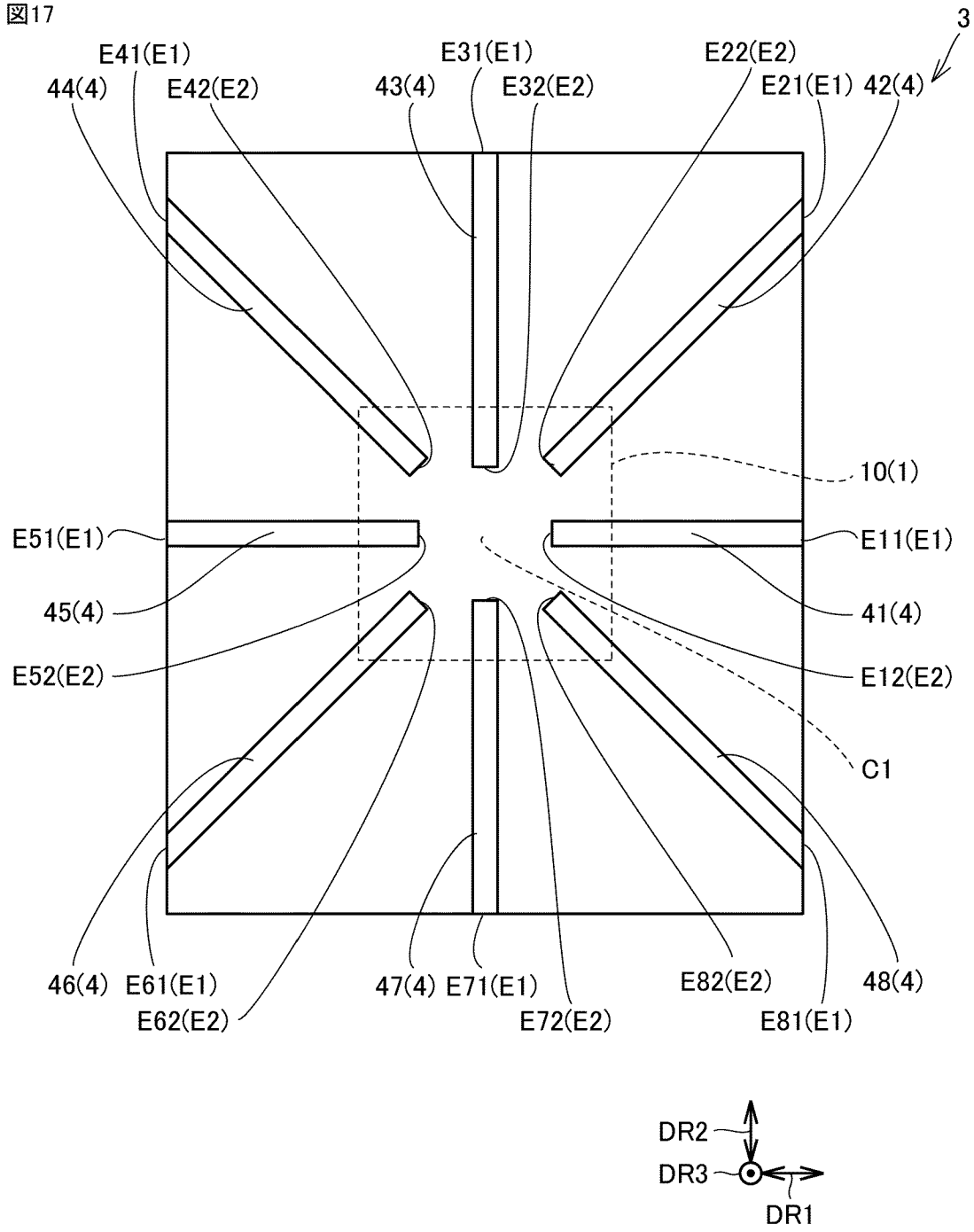
[図16]

図16


E22(E2)
3
42(4)
E21(E1)
31
10(1)
E31(E1)
E11(E1)
43(4)
41(4)
E32(E2)
E12(E2)
C1
44(4)
E41(E1)
E42(E2)
DR2
DR3
DR1

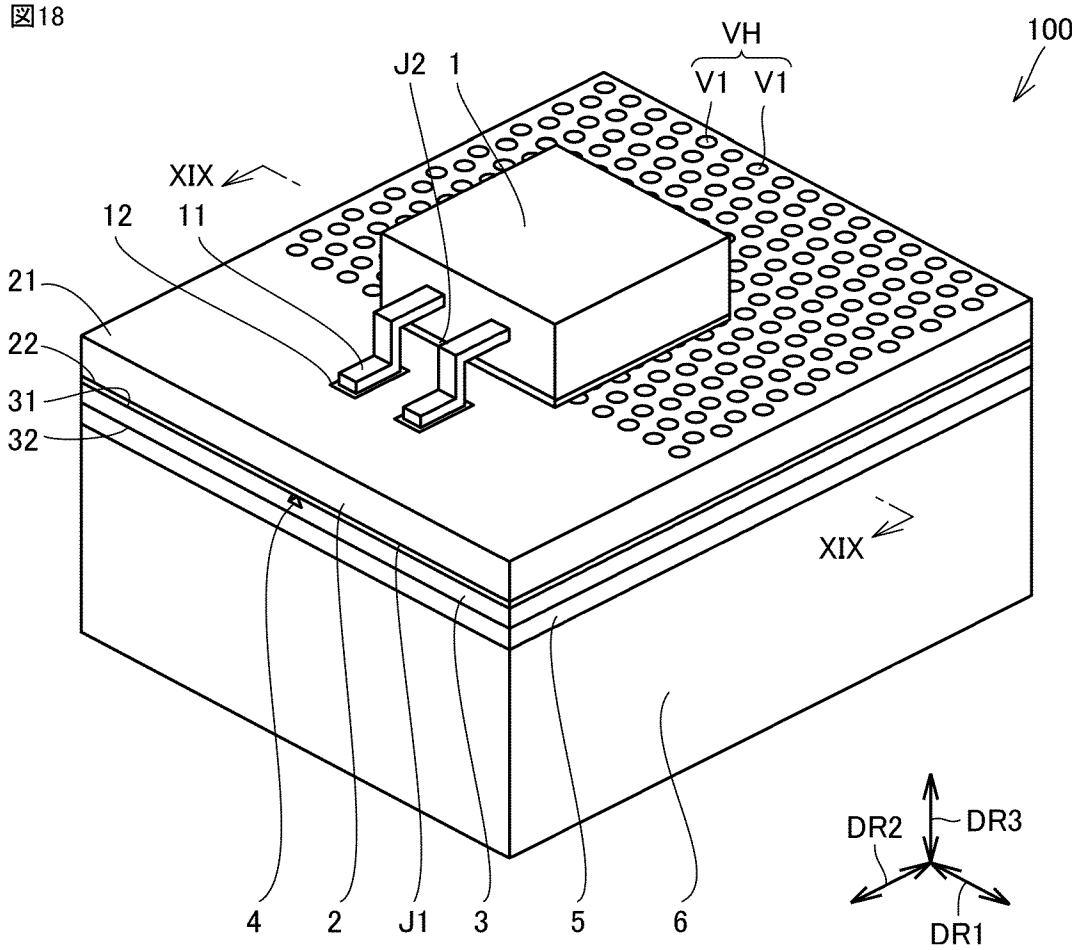
[図17]

図17


3
E41(E1)
44(4)
E42(E2)
E31(E1)
43(4)
E32(E2)
E22(E2)
E21(E1)
42(4)
10(1)
E51(E1)
E11(E1)
45(4)
41(4)
E52(E2)
E12(E2)
C1
46(4)
E61(E1)
E62(E2)
47(4)
E71(E1)
E72(E2)
E82(E2)
E81(E1)
48(4)
DR2
DR3
DR1

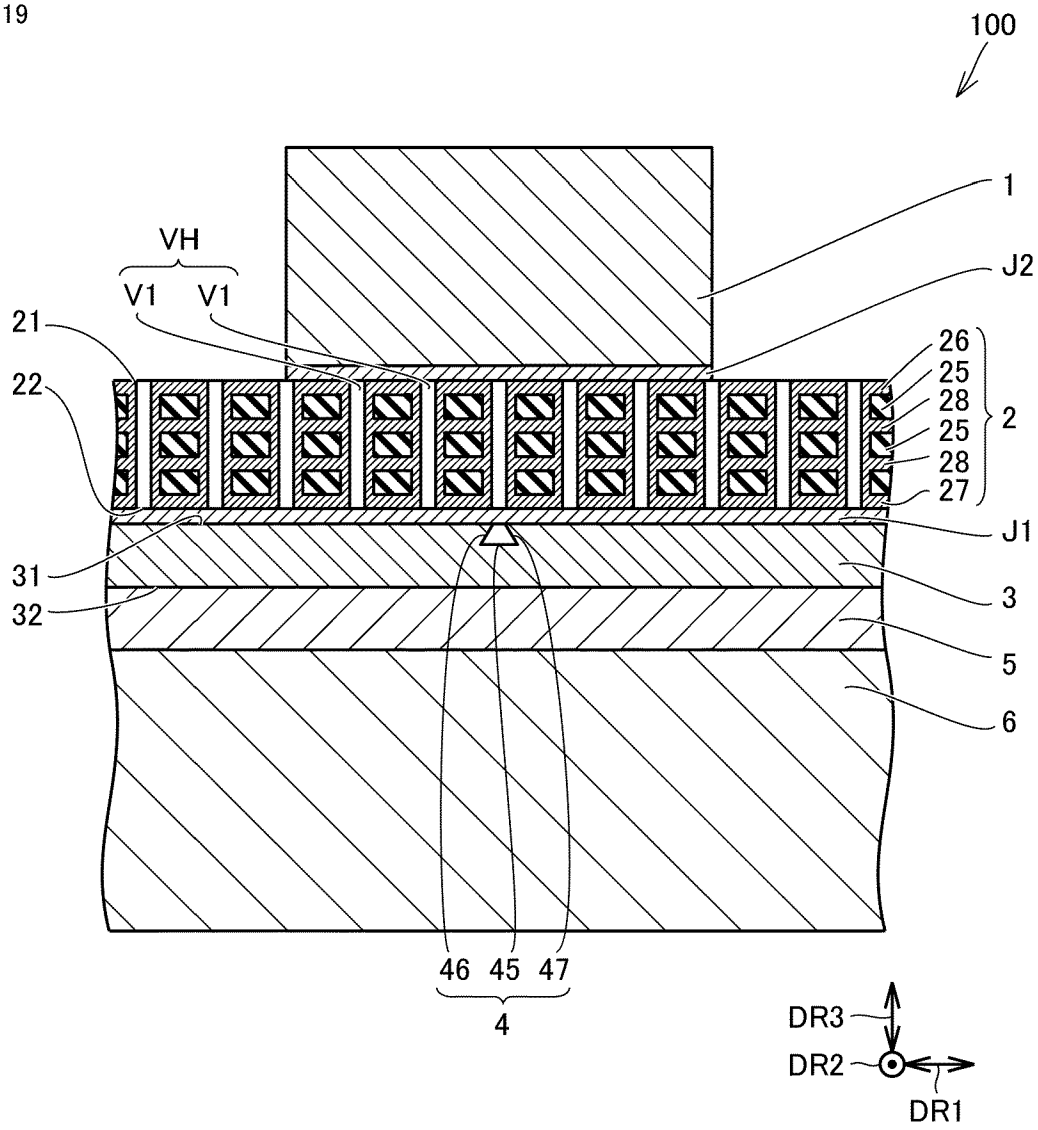
[図18]

図18



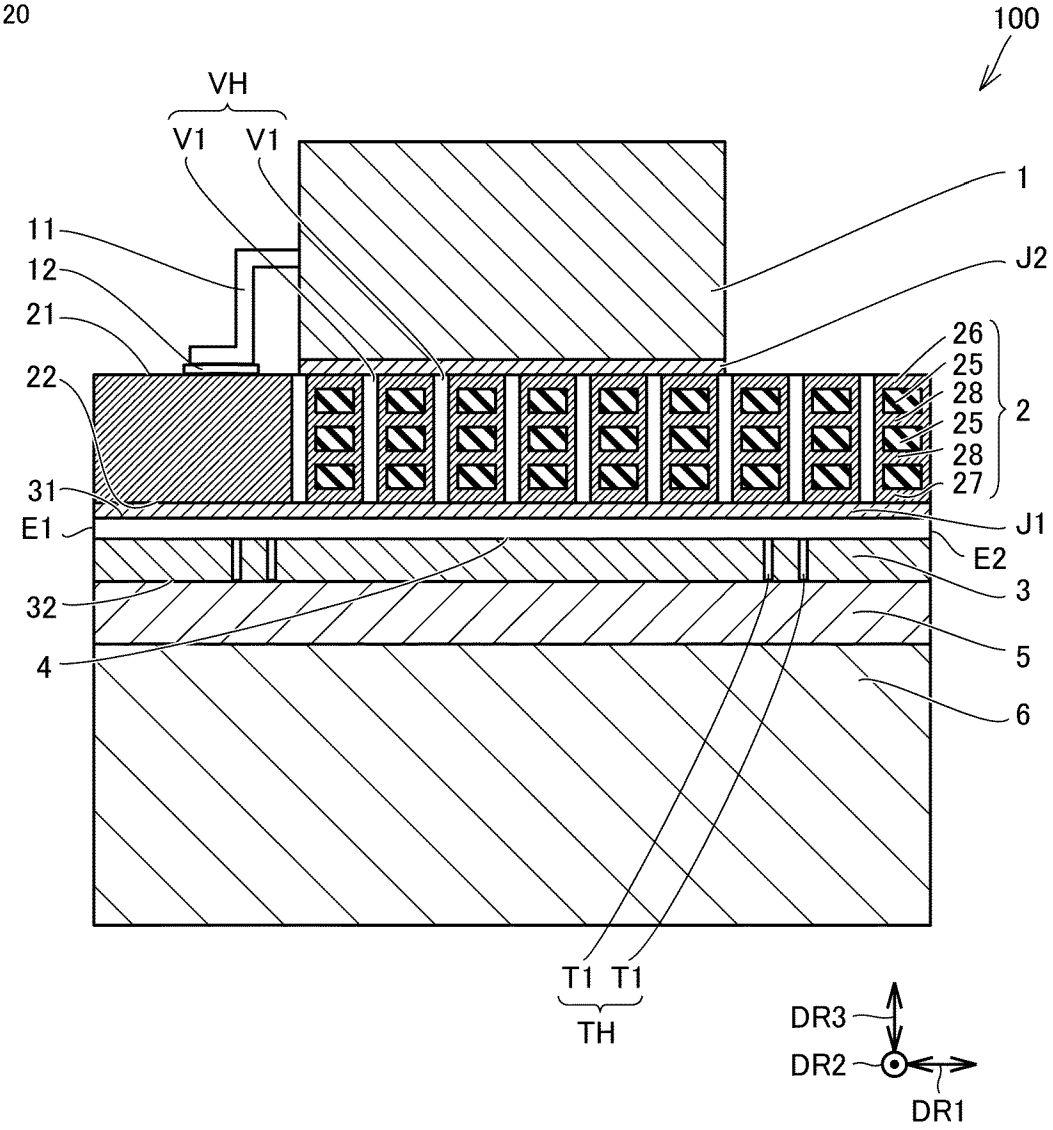
[図19]

図19


100
1
VH
V1
V1
J2
21
22
26
25
28
25
28
27
2
J1
31
32
3
5
6
46
45
47
4
DR3
DR2
DR1

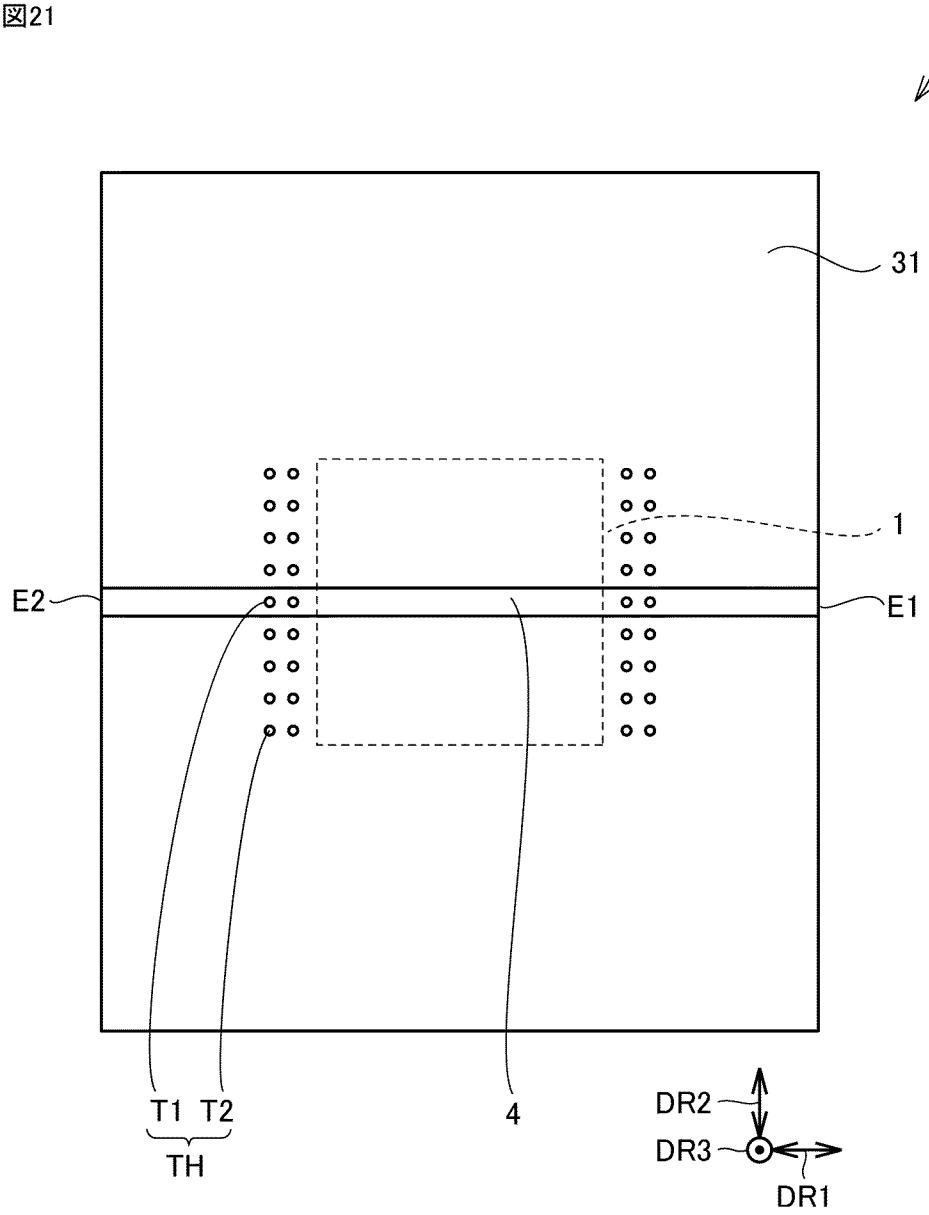
[図20]

図20


100
VH
V1
V1
1
11
12
J2
21
26
25
28
25
28
27
2
22
31
E1
J1
E2
3
32
5
4
6
T1
T1
TH
DR3
DR2
DR1

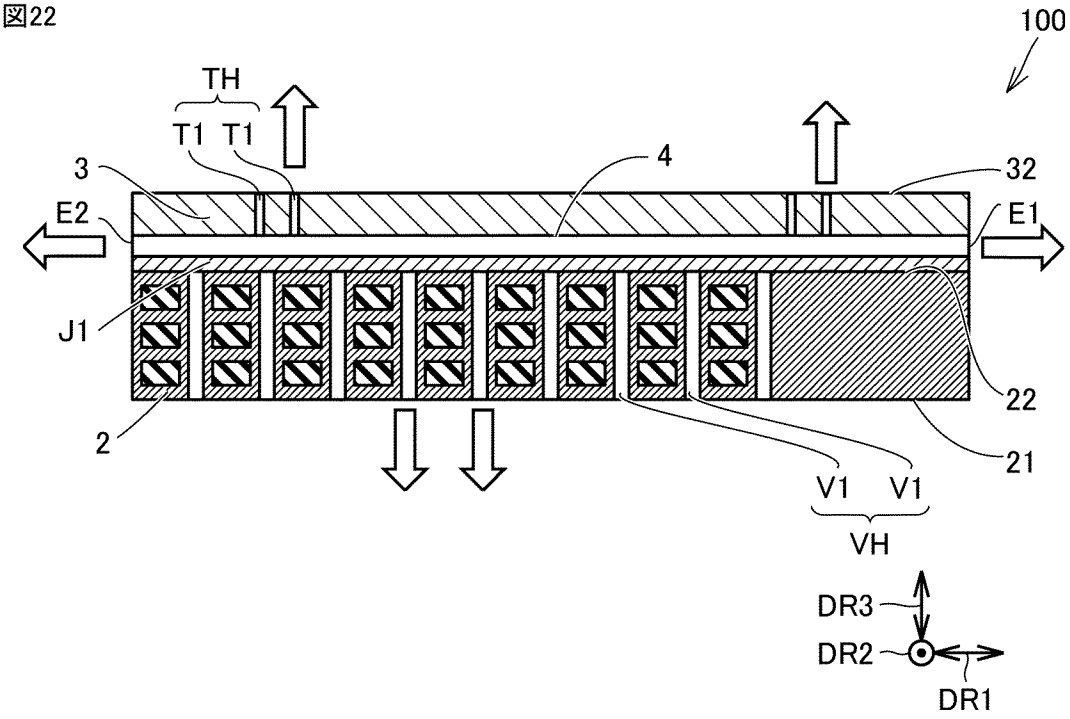
[図21]

図21



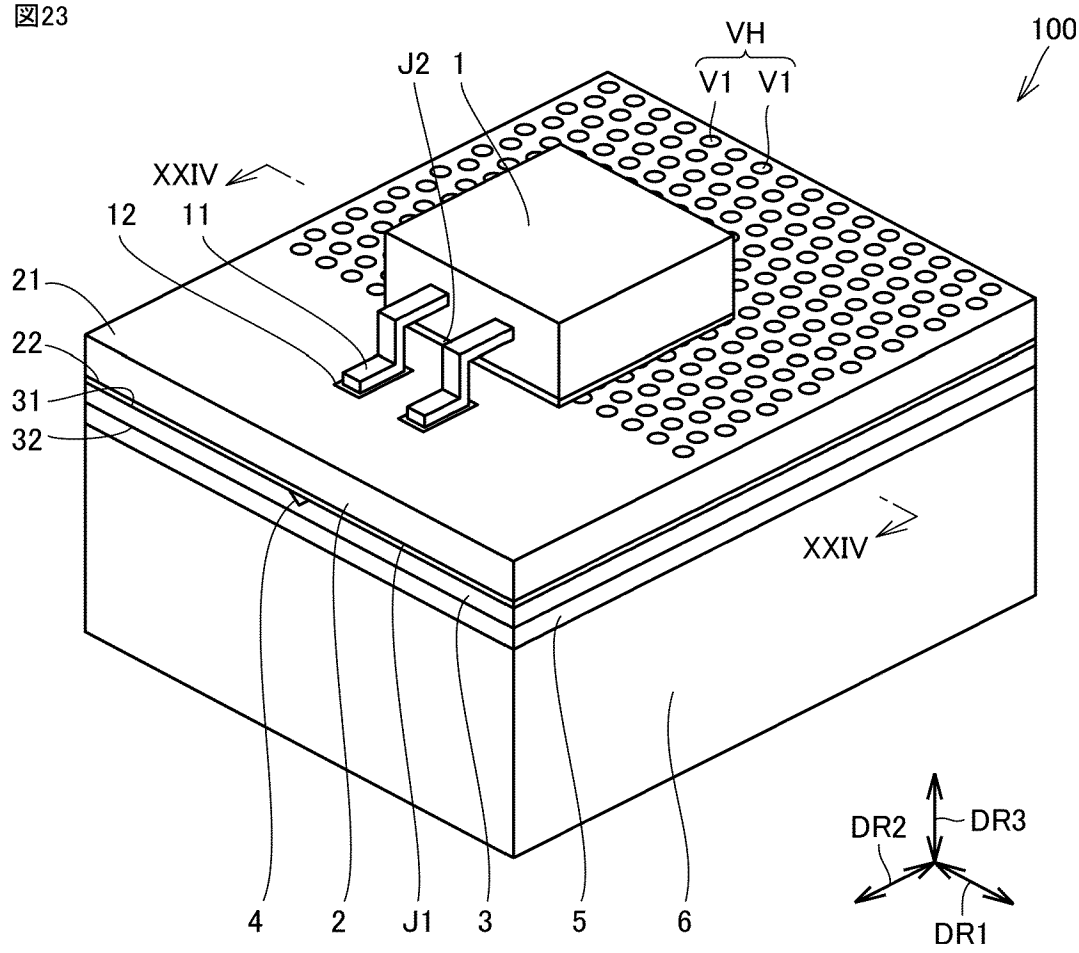
[図22]

図22



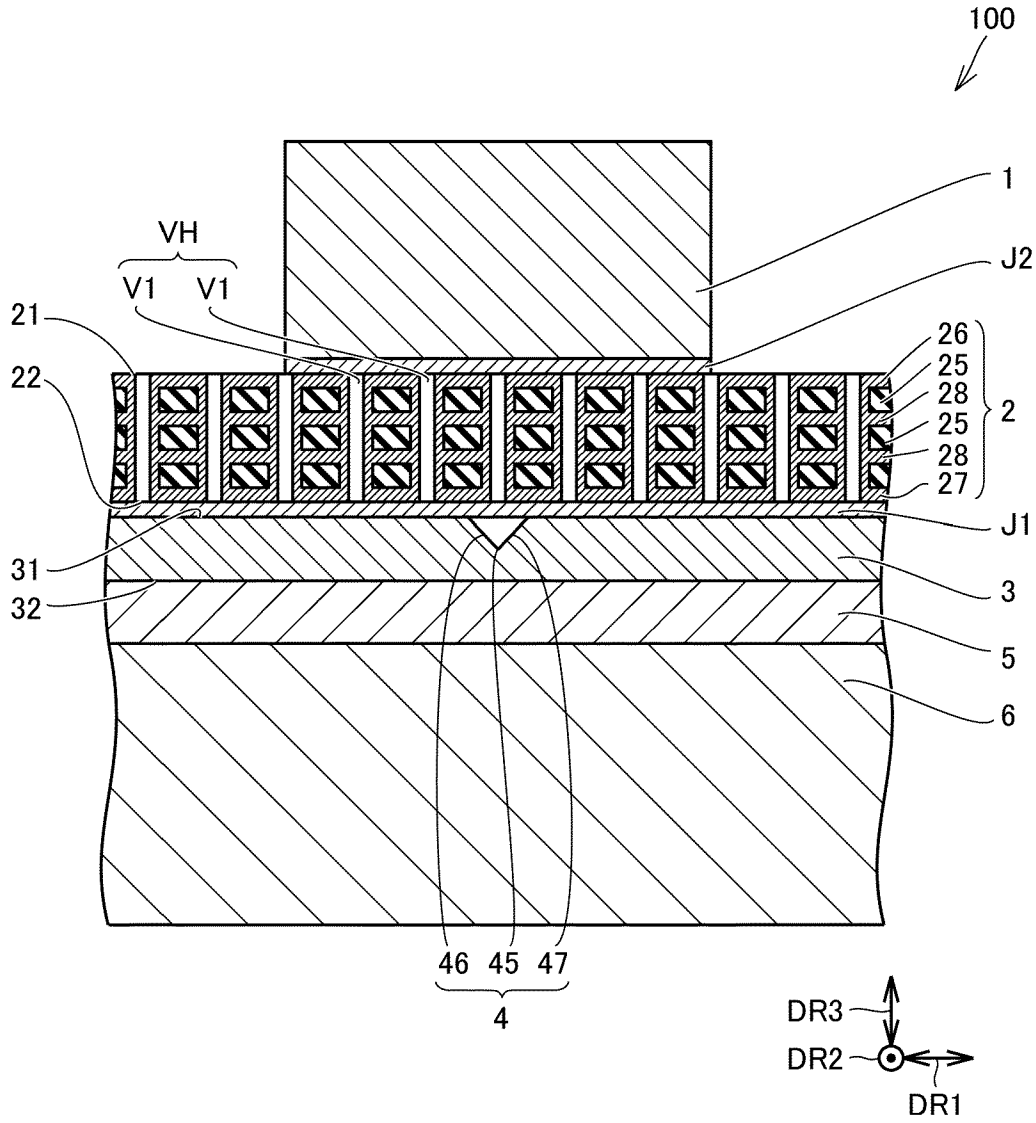
[図23]

図23



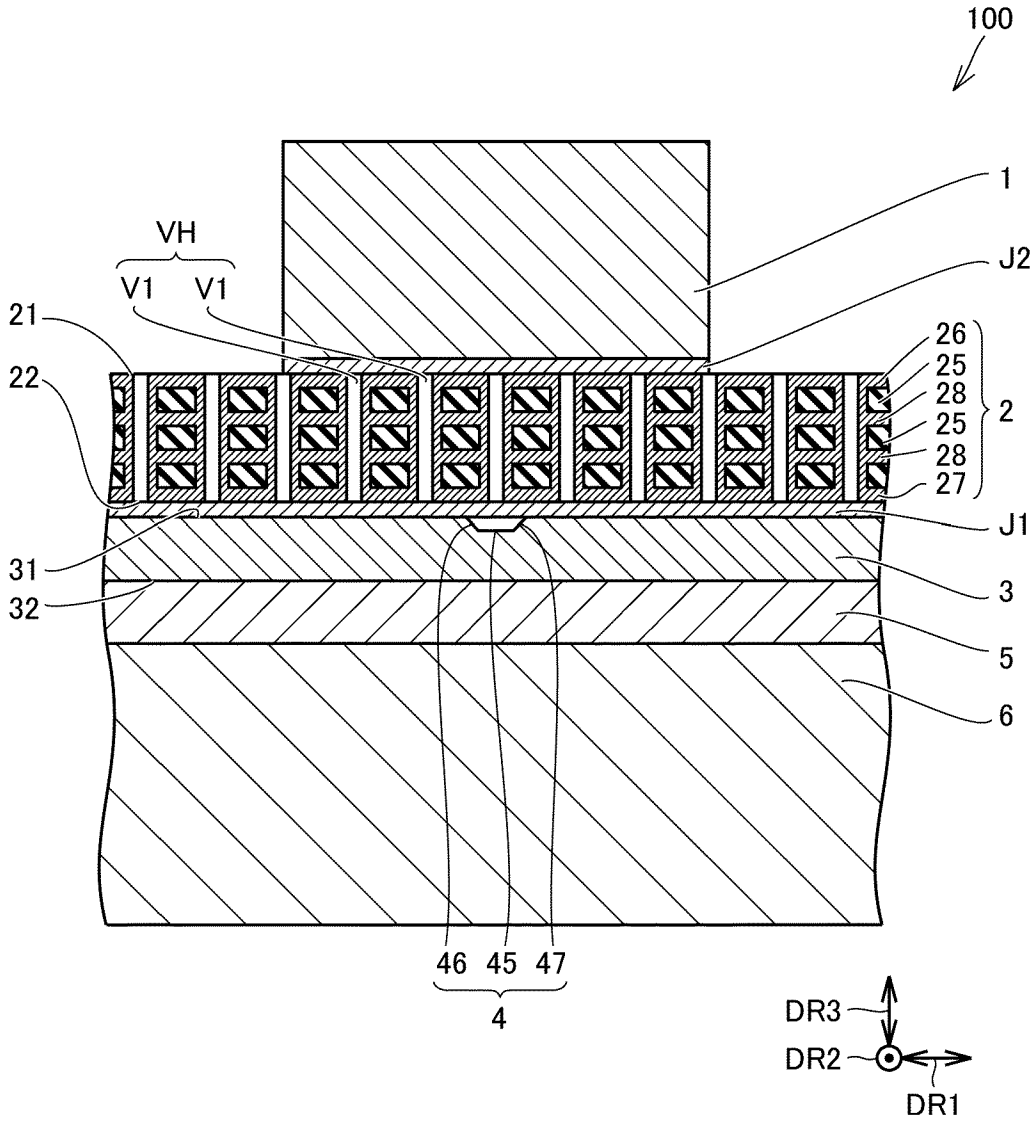
[図24]

図24


100
1
VH
V1 V1
J2
21
22
26
25
28
25
28
27
2
J1
31
32
3
5
6
46 45 47
4
DR3
DR2
DR1

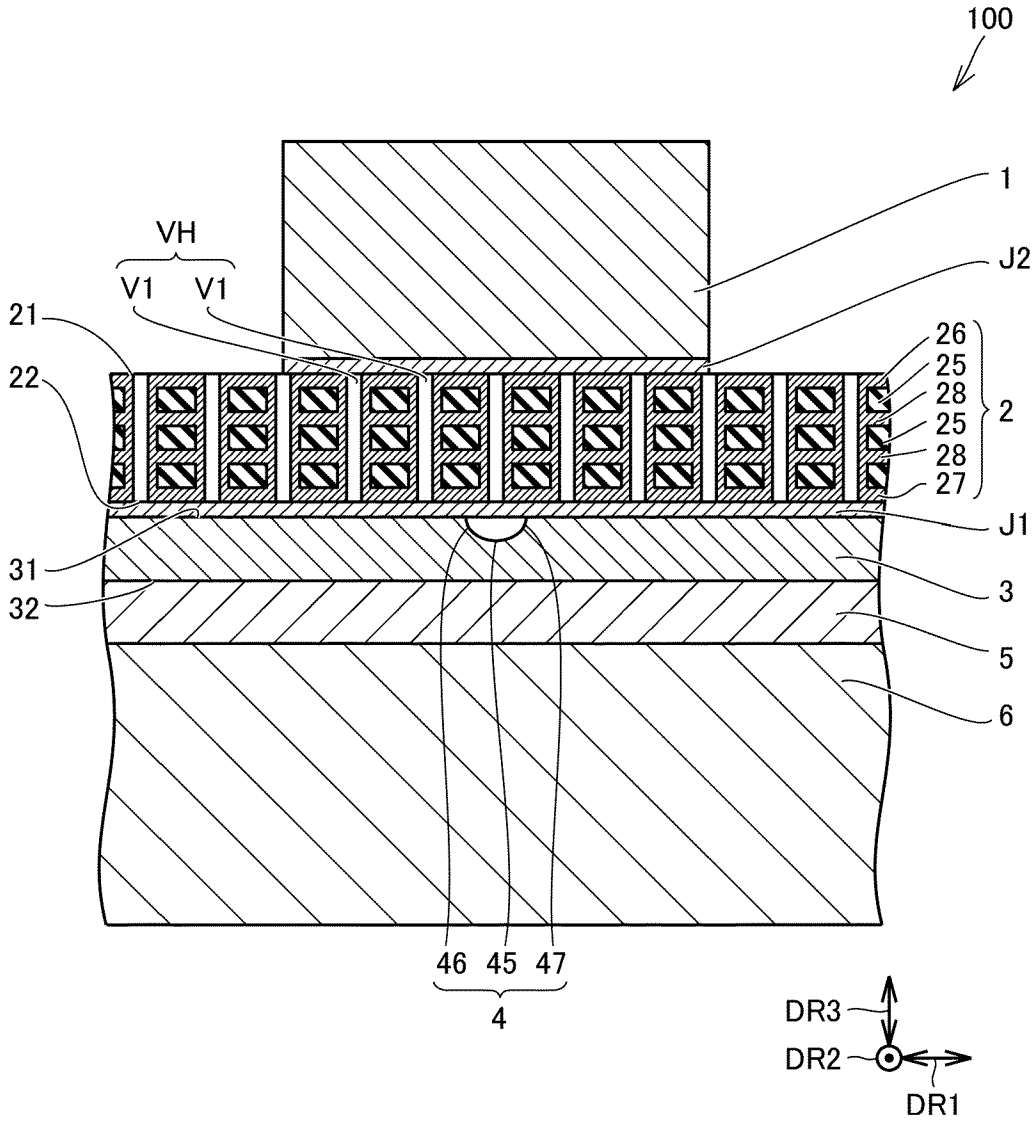
[図25]

図25


100
1
VH
V1 V1
J2
21
22
26
25
28
25
28
27
2
J1
31
32
3
5
6
46 45 47
4
DR3
DR2
DR1

[図26]

図26


100
1
VH
V1
V1
J2
21
22
26
25
28
25
28
27
2
J1
31
32
3
5
6
46
45
47
4
DR3
DR2
DR1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/009704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 23/12(2006.01)i; ***H01L 23/36***(2006.01)i; ***H01L 25/07***(2006.01)i; ***H01L 25/18***(2006.01)i
FI: H01L23/36 C; H01L25/04 C; H01L23/12 J

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/12; H01L23/36; H01L25/07; H01L25/18

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 46668/1993 (Laid-open No. 18451/1995) (MEIDENSHA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 31 March 1995 (1995-03-31), paragraphs [0001]-[0035], fig. 1b, 2-4	1-8, 10-13
A	entire text, all drawings	9
Y	JP 2004-356261 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 16 December 2004 (2004-12-16) paragraphs [0017]-[0025], fig. 1, 4	1-8, 10-13
A	entire text, all drawings	9
Y	JP 2014-160707 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP.) 04 September 2014 (2014-09-04) paragraphs [0038]-[0055], fig. 2, 3, 5, 6	6, 11
A	entire text, all drawings	1-5, 7-10, 12-13
Y	WO 2017/188246 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 November 2017 (2017-11-02) paragraphs [0046]-[0055], fig. 12	11
A	entire text, all drawings	1-10, 12-13

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 May 2022	**17 May 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/009704

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 7-18451 U1	31 March 1995	(Family: none)	
JP 2004-356261 A	16 December 2004	(Family: none)	
JP 2014-160707 A	04 September 2014	(Family: none)	
WO 2017/188246 A1	02 November 2017	US 2019/0110355 A1 paragraphs [0069]-[0078], fig. 12	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/009704

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/12(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i
FI: H01L23/36 C; H01L25/04 C; H01L23/12 J

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））

H01L23/12; H01L23/36; H01L25/07; H01L25/18

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	日本国実用新案登録出願5-46668号(日本国実用新案登録出願公開7-18451号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（株式会社明電舎）31.03.1995 (1995-03-31) [0001]-[0035],図1b,2-4	1-8,10-13
A	全文,全図	9
Y	JP 2004-356261 A（三菱電機株式会社）16.12.2004 (2004-12-16) [0017]-[0025],図1,4	1-8,10-13
A	全文,全図	9
Y	JP 2014-160707 A（三菱マテリアル株式会社）04.09.2014 (2014-09-04) [0038]-[0055],図2,3,5,6	6,11
A	全文,全図	1-5,7-10,12-13
Y	WO 2017/188246 A1（三菱電機株式会社）02.11.2017 (2017-11-02) [0046]-[0055],図12	11
A	全文,全図	1-10,12-13

☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
06.05.2022	17.05.2022

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

庄司　一隆 5F 1215

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/009704

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 7-18451 U1	31.03.1995	（ファミリーなし）	
JP 2004-356261 A	16.12.2004	（ファミリーなし）	
JP 2014-160707 A	04.09.2014	（ファミリーなし）	
WO 2017/188246 A1	02.11.2017	US 2019/0110355 A1 [0069]-[0078],図12	