

(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)



(10) 国際公開番号

WO 2022/196273 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 29/739 (2006.01) *H01L 27/06* (2006.01)
H01L 21/329 (2006.01) *H01L 29/78* (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01) *H01L 29/861* (2006.01)
H01L 21/822 (2006.01) *H01L 29/866* (2006.01)
H01L 21/8234 (2006.01) *H01L 29/868* (2006.01)
H01L 27/04 (2006.01)

(71) 出願人: ローム株式会社 (**ROHM CO., LTD.**)
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院
溝崎町 2 1 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 大澤 隆 亨 (**OSAWA Takayuki**);
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2
1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/007504

(22) 国際出願日: 2022年2月24日(24.02.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

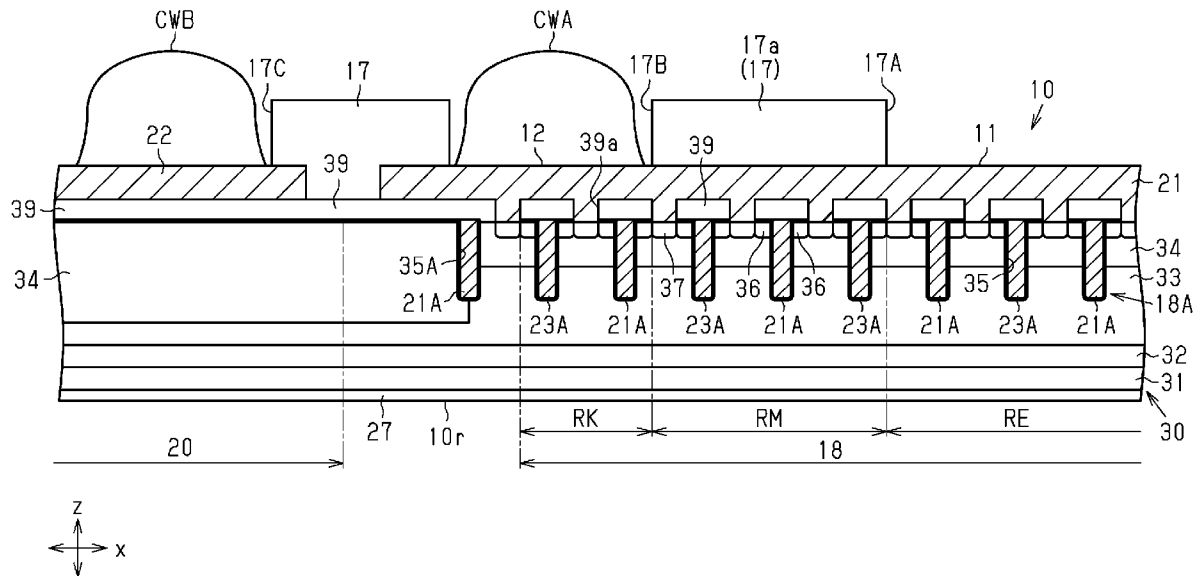
(30) 優先権データ:
特願 2021-043961 2021年3月17日(17.03.2021) JP

(74) 代理人: 恩 田 誠, 外 (**ONDA Makoto et al.**);
〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目
1 2 番地 1 Gifu (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



(57) Abstract: This semiconductor device is provided with: a semiconductor layer; a cell that is provided on the semiconductor layer; an insulating film that covers the cell; a main electrode part that is superposed on the insulating film; a temperature-sensitive diode for sensing temperatures, the diode having a first electrode and a second electrode; and a connection electrode for diode, the connection electrode being used for the purpose of connecting the first electrode to the outside. The main electrode part has: a first bonding region to which a first conductive member is bonded, the first

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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

conductive member being used for the purpose of connecting the main electrode part to the outside, and which is electrically connected to the second electrode; and a second bonding region to which a second conductive member is bonded, the second conductive member being used for the purpose of connecting the second electrode to the outside, and which is provided in a region that is different from the first bonding region when viewed from the thickness direction of the semiconductor layer. When viewed from the thickness direction of the semiconductor layer, the cell is provided on both a first semiconductor region in the semiconductor layer, the first semiconductor region overlapping with the first bonding region, and a second semiconductor region in the semiconductor layer, the second semiconductor region overlapping with the second bonding region.

(57) 要約: 半導体装置は、半導体層と、半導体層に設けられたセルと、セルを覆う絶縁膜と、絶縁膜に積層されたメイン電極部と、温度を検出するためのものであって、第1電極および第2電極を有する感温ダイオードと、第1電極を外部に接続するためのダイオード用接続電極と、備える。メイン電極部は、当該メイン電極部を外部に接続するための第1導電部材が接合される領域であって、第2電極と電氣的に接続される第1接合領域と、半導体層の厚さ方向から見て、第1接合領域とは異なる領域に設けられ、第2電極を外部に接続するための第2導電部材が接合される第2接合領域と、を有する。半導体層の厚さ方向から見て、セルは、半導体層のうち第1接合領域と重なる第1半導体領域と、第2接合領域と重なる第2半導体領域との双方に設けられる。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] たとえば車載用インバータ装置に用いられる I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等のスイッチング素子は、電流の供給と遮断とを高速で切り替えるため、スイッチング素子が発熱しやすい。このため、スイッチング素子の温度が動作保証範囲を超えないようにするため、スイッチング素子には、スイッチング素子の温度を検出するように構成された感温ダイオードが搭載されている場合がある（たとえば特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 7 - 1 0 3 2 7 2 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、感温ダイオードがスイッチング素子に搭載されることによって、感温ダイオードのアノードおよびカソードをそれぞれ感温ダイオードの外部に引き出すスペースをスイッチング素子に設ける必要がある。これにより、スイッチング素子のうちトランジスタが形成されるセルの領域が小さくなる。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決する半導体装置は、半導体層と、前記半導体層に設けられたセルと、前記セルを覆う絶縁膜と、前記絶縁膜に積層されたメイン電極部と、温度を検出するためのものであって、第 1 電極および第 2 電極を有する感温ダイオードと、前記第 1 電極を外部に接続するためのダイオード用接続電極と、を備え、前記メイン電極部は、当該メイン電極部を外部に接続する

ための第1導電部材が接合される領域であって、前記第2電極と電氣的に接続される第1接合領域と、前記半導体層の厚さ方向から見て、前記第1接合領域とは異なる領域に設けられ、前記第2電極を外部に接続するための第2導電部材が接合される第2接合領域と、を有し、前記半導体層の厚さ方向から見て、前記セルは、前記半導体層のうち前記第1接合領域と重なる第1半導体領域と、前記第2接合領域と重なる第2半導体領域との双方に設けられている。

発明の効果

[0006] 上記半導体装置によれば、感温ダイオードを搭載してもセルが形成される領域の面積の低減を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、第1実施形態の半導体装置の平面図である。

[図2]図2は、図1の半導体装置から保護絶縁膜を取り除いた平面図である。

[図3]図3は、図2の半導体装置のメインセル領域、外周領域、および中間領域を模式的に示す平面図である。

[図4]図4は、図1の半導体装置に導電部材が接合された状態の平面図である。

[図5]図5は、メインセル領域の一部の断面構造を模式的に示す断面図である。

[図6]図6は、メインセル領域および中間領域の双方の一部の断面構造を模式的に示す断面図である。

[図7]図7は、第1実施形態の半導体装置の模式的な回路図である。

[図8]図8は、半導体装置に搭載された感温ダイオードおよび保護ダイオードの模式的な平面図である。

[図9]図9は、図8の感温ダイオードおよび保護ダイオードに配線が接続された状態の模式的な平面図である。

[図10]図10は、図9の感温ダイオードの10-10線の断面図である。

[図11]図11は、図9の感温ダイオードに接続された配線のうち貫通配線と

感温ダイオードとの位置関係を示す模式的な平面図である。

[図12]図12は、図9の保護ダイオードの12-12線の断面図である。

[図13]図13は、図9の保護ダイオードの13-13線の断面図である。

[図14]図14は、比較例の半導体装置の平面図である。

[図15]図15は、図14の半導体装置の15-15線の断面図である。

[図16]図16は、第2実施形態の半導体装置の平面図である。

[図17]図17は、図16の半導体装置に導電部材が接合された状態の平面図である。

[図18]図18は、第3実施形態の半導体装置に搭載された感温ダイオードおよび保護ダイオードの模式的な平面図である。

[図19]図19は、図18の感温ダイオードおよび保護ダイオードに配線が接続された状態の模式的な平面図である。

[図20]図20は、図19の感温ダイオードの20-20線の断面図である。

[図21]図21は、図19の保護ダイオードの21-21線の断面図である。

[図22]図22は、変更例の感温ダイオードのダイオードセルの模式的な平面図である。

[図23]図23は、変更例の感温ダイオードのダイオードセルの模式的な平面図である。

[図24]図24は、変更例の感温ダイオードのダイオードセルの模式的な平面図である。

[図25]図25は、変更例の感温ダイオードのダイオードセルの模式的な平面図である。

[図26]図26は、変更例の感温ダイオードのダイオードセルの模式的な平面図である。

[図27]図27は、変更例の感温ダイオードおよび保護ダイオードに配線が接続された状態の模式的な平面図である。

[図28]図28は、変更例の感温ダイオードに配線が接続された状態の平面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、半導体装置の実施形態について図面を参照して説明する。以下に示す実施形態は、技術的思想を具体化するための構成や方法を例示するものであり、各構成部品の材質、形状、構造、配置、寸法等を下記のものに限定するものではない。

[0009] [第1実施形態]

図1～図11を参照して、第1実施形態の半導体装置10について説明する。

図1に示すように、半導体装置10は、半導体装置10の温度を検出するための感温ダイオード40Pを備えるトレンチゲート型IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。この半導体装置10は、たとえば車載用インバータ装置においてスイッチング素子として用いられる。この場合、半導体装置10には、たとえば5A以上1000A以下の電流が流れる。

[0010] 半導体装置10は、たとえば矩形平板状に形成されている。半導体装置10は、装置主面10sと、装置主面10sとは反対側を向く装置裏面10r (図5参照) と、装置主面10sと装置裏面10rとの間に形成された4つの装置側面10a～10dと、を有している。装置側面10a～10dは、たとえば装置主面10sと装置裏面10rとを繋ぐ面であり、装置主面10sと装置裏面10rとの双方と直交している。装置主面10sは、たとえば正方形に形成されている。本実施形態では、装置主面10sの一辺の長さは、11mm程度である。つまり、本実施形態の半導体装置10のチップサイズは、11mmである。

[0011] 以下の説明において、装置主面10sおよび装置裏面10rが向く方向を「z方向」とする。z方向は、半導体装置10の高さ方向であるともいえる。z方向に直交する方向のうち互いに直交する2方向を「x方向」および「y方向」とする。本実施形態では、装置側面10a, 10bは半導体装置10のx方向の両端面を構成し、装置側面10c, 10dは半導体装置10のy方向の両端面を構成している。

[0012] 図2は、半導体装置10の電極構成を示している。

図2に示すように、半導体装置10は、エミッタ電極21、アノード電極22、ゲート電極23、および電流センス電極24を備えている。ここで、エミッタ電極21は「メイン電極部」に対応し、アノード電極22は「ダイオード用接続電極」に対応している。

[0013] また、半導体装置10は、ゲート電極23に電氣的に接続されたゲートフィンガー26を備えている。ゲートフィンガー26は、エミッタ電極21のうちゲート電極23から離れた部分におけるメインセルにも、ゲート電極23に供給された電流を速やかに供給するためのものである。また、図5および図7に示すように、半導体装置10は、コレクタ電極27を備えている。本実施形態では、コレクタ電極27は、装置裏面10rの全面にわたり形成されている。なお、図1、図3、および図4では、便宜上、ゲートフィンガー26を省略して示している。

[0014] z方向から視て、エミッタ電極21は、装置主面10sの大部分にわたり形成されている。アノード電極22、ゲート電極23、および電流センス電極24はそれぞれ、装置主面10sのy方向の両端部のうち装置側面10c寄りの電極配置領域10ceに配置されている。これら電極22～24は、y方向において互いに揃った状態でx方向において互いに離間して配列されている。

[0015] エミッタ電極21は、電極収容部21aa、21abと、ダイオード配置部21bと、一对のゲートフィンガー収容部21dと、を有している。

電極収容部21aa、21abは、エミッタ電極21のy方向の両端部のうち装置側面10cに近い方の端部に設けられている。電極収容部21aaは、アノード電極22およびゲート電極23を収容する部分であり、凹形状を有している。電極収容部21abは、電流センス電極24を収容する部分であり、凹形状を有している。電極収容部21aaは、x方向において電極収容部21abよりも装置側面10a寄りに配置されている。

[0016] 電極収容部21aa、21abに収容されたアノード電極22、ゲート電

極 2 3、および電流センス電極 2 4 は、y 方向において互いに揃った状態で x 方向において互いに離間して配列されている。本実施形態では、アノード電極 2 2、ゲート電極 2 3、および電流センス電極 2 4 は、x 方向において装置側面 1 0 a から装置側面 1 0 b に向かうにつれて、アノード電極 2 2、ゲート電極 2 3、および電流センス電極 2 4 の順に配置されている。

[0017] エミッタ電極 2 1 において電極収容部 2 1 a a を構成する凹形状のうち装置側面 1 0 a 寄りの部分、換言するとエミッタ電極 2 1 のうちアノード電極 2 2 と x 方向に隣り合う部分には、アノード電極 2 2 に向けて突出する突出部 2 1 e を有している。

[0018] エミッタ電極 2 1 における電極収容部 2 1 a a と電極収容部 2 1 a b との x 方向の間の部分は、後述するエミッタセンス電極パッド 1 6 を構成するエミッタセンス領域 2 1 f を構成している。エミッタセンス領域 2 1 f は、電極収容部 2 1 a a の一部および電極収容部 2 1 a b の一部をそれぞれ構成している。

[0019] ダイオード配置部 2 1 b は、感温ダイオード 4 0 P が配置される部分を含み、電極収容部 2 1 a a と繋がっている。ダイオード配置部 2 1 b のうち感温ダイオード 4 0 P が配置される部分は、エミッタ電極 2 1 の x 方向および y 方向の略中央に設けられている。したがって、感温ダイオード 4 0 P は、エミッタ電極 2 1 の x 方向および y 方向の略中央に配置されているともいえる。また、図 2 に示すとおり、感温ダイオード 4 0 P は、装置主面 1 0 s の x 方向および y 方向の略中央に配置されているともいえる。

[0020] ダイオード配置部 2 1 b は、エミッタ電極 2 1 が形成されていない部分である。ダイオード配置部 2 1 b のうち感温ダイオード 4 0 P が配置される部分は、z 方向から視て矩形状に形成されている。エミッタ電極 2 1 は、ダイオード配置部 2 1 b を構成するため、感温ダイオード 4 0 P を囲むように形成されている。このため、エミッタ電極 2 1 は、感温ダイオード 4 0 P と隣接する隣接領域 2 1 P（エミッタ電極 2 1 のうちの図 2 の二点鎖線で囲まれた領域）を有しているともいえる。隣接領域 2 1 P は、ダイオード配置部 2

1 bの周囲の領域である。本実施形態では、隣接領域2 1 Pは、感温ダイオード4 0 Pの装置側面1 0 a, 1 0 b, 1 0 d寄りの全面および装置側面1 0 c寄りの一部を囲むように形成されている。換言すると、隣接領域2 1 Pは、感温ダイオード4 0 Pの装置側面1 0 a, 1 0 b, 1 0 d寄りの全面および装置側面1 0 c寄りの一部と隣接する部分を有している。

[0021] ダイオード配置部2 1 bは、ダイオード配置部2 1 bのうち感温ダイオード4 0 Pが配置される部分から電極収容部2 1 a aまでy方向に延びることによって電極収容部2 1 a aに繋がっている。

[0022] 一对のゲートフィンガー収容部2 1 dは、ダイオード配置部2 1 bのx方向の両側に分散して配置されている。一方のゲートフィンガー収容部2 1 dは電極収容部2 1 a aからy方向に沿って延びており、他方のゲートフィンガー収容部2 1 dは電極収容部2 1 a bからy方向に沿って延びている。各ゲートフィンガー収容部2 1 dにはゲートフィンガー2 6の一部が配置されている。

[0023] 各ゲートフィンガー収容部2 1 dは、エミッタ電極2 1の電極収容部2 1 a a, 2 1 a bからy方向に沿って延びている。各ゲートフィンガー収容部2 1 dの先端部は、エミッタ電極2 1のy方向の両端部のうち装置側面1 0 dに近い方の端部よりも電極収容部2 1 a a, 2 1 a b寄りに配置されている。

[0024] ゲートフィンガー2 6は、エミッタ電極2 1を囲むとともに、一对のゲートフィンガー収容部2 1 d内およびダイオード配置部2 1 b内の双方に延びている。ダイオード配置部2 1 b内のゲートフィンガー2 6は、感温ダイオード4 0 Pおよび保護ダイオード4 0 Qを囲むように形成されている。ゲートフィンガー2 6は、表面側配線と、表面側配線に接続された内部配線と、を有している。表面側配線はたとえば金属材料を有しており、内部配線はたとえばポリシリコンを有している。表面側配線は、たとえばA l C uを含む材料（アルミニウムと銅との合金）によって形成されており、z方向においてエミッタ電極2 1および各電極2 2～2 4と同じ位置に形成されている。

内部配線は、z方向において表面側配線よりも装置裏面10rの近くに配置されている。

[0025] ダイオード配置部21bおよび一对のゲートフィンガー収容部21dと、エミッタ電極21のy方向の両端部のうち装置側面10dに近い方の端部との間にはそれぞれ、ゲートフィンガー26Aが設けられている。ゲートフィンガー26Aは、ゲートフィンガー26の内部配線と接続された内部配線を有している。一方、ゲートフィンガー26Aは、表面側配線を有していない。このため、ゲートフィンガー26Aは、z方向から見て、エミッタ電極21と重なる位置において、エミッタ電極21よりも装置裏面10rの近くに配置されている。

[0026] 図1に示すように、装置主面10sには、各電極21～24を覆うように保護絶縁膜17が設けられている。保護絶縁膜17は、半導体装置10を保護する有機保護膜であり、たとえばポリイミド（PI）を含む材料によって形成されている。

[0027] 保護絶縁膜17には、各電極21～24を露出する第1～第6開口部17A～17Fが設けられている。第1～第6開口部17A～17Fによって露出された各電極21～24は、半導体装置10の外部からの導電部材が接合するためのパッドを構成している。このようなパッドは、エミッタ電極パッド11、カソード電極パッド12、アノード電極パッド13、ゲート電極パッド14、電流センス電極パッド15、およびエミッタセンス電極パッド16を含む。

[0028] 保護絶縁膜17に設けられた第1～第6開口部17A～17Fは、z方向から見て、互いに離間して配置されている。

エミッタ電極パッド11は、エミッタ電極21のうち第1開口部17Aから露出した部分であり、IGBTのエミッタを構成している。図1に示すとおり、第1開口部17Aは、エミッタ電極21の大部分を開口している。第1開口部17Aは、エミッタ電極21のうち電極収容部21aa, 21abよりも装置側面10d寄りの部分を開口している。より詳細には、保護絶縁

膜 17 は、z 方向から視て、一对のゲートフィンガー收容部 21d と重なる位置と、ダイオード配置部 21b、およびゲートフィンガー 26A と重なる位置とのそれぞれに設けられている。

[0029] 図 4 に示すように、エミッタ電極パッド 11 には、第 1 導電部材 CB がはんだ等の導電性接合材によって接合される。第 1 導電部材 CB は、たとえばクリップであり、平板状の金属板をプレス加工することによって形成されている。第 1 導電部材 CB を構成する金属材料としては、たとえば Cu（銅）、Al（アルミニウム）等が用いられる。このように、本実施形態では、エミッタ電極パッド 11 は、「第 1 接合領域」に対応している。第 1 接合領域は、エミッタ電極 21 の大部分を占めており、エミッタ電極 21 のうち電極收容部 21aa, 21ab よりも装置側面 10d 寄りの部分であるともいえる。エミッタ電極パッド 11 には、ダイオード配置部 21b が設けられている。つまり、エミッタ電極パッド 11 である第 1 接合領域は、隣接領域 21P を含んでいるといえる。

[0030] 図 1 に示すように、カソード電極パッド 12 は、エミッタ電極 21 のうち第 2 開口部 17B から露出した部分であり、感温ダイオード 40P のカソードを構成している。図 2 に示すとおり、第 2 開口部 17B は、エミッタ電極 21 のうち装置側面 10a かつ装置側面 10c 寄りの端部を開口している。第 2 開口部 17B は、エミッタ電極 21 の突出部 21e の一部を開口している。換言すると、第 2 開口部 17B は、エミッタ電極 21 のうちアノード電極 22 と x 方向に間隔をあけて隣り合う部分を開口している。第 2 開口部 17B は、y 方向において第 1 開口部 17A と間隔をあけて隣り合う位置に設けられている。つまり、カソード電極パッド 12 は、y 方向においてエミッタ電極パッド 11 と間隔をあけて隣り合う位置に設けられているともいえる。

[0031] カソード電極パッド 12 は、装置主面 10s の y 方向の中央よりも装置側面 10c 寄りに配置されている。カソード電極パッド 12 は、x 方向においてアノード電極 22 と隣り合っている。カソード電極パッド 12 とアノード

電極 22 とは、z 方向から視て、装置側面 10c に沿って並んで配置されている。

[0032] 図 4 に示すように、カソード電極パッド 12 には、第 2 導電部材 CWA が接合される。第 2 導電部材 CWA は、たとえばワイヤボンディング装置によって形成されたボンディングワイヤである。第 2 導電部材 CWA は、たとえば Al、Cu、Au（金）等から構成されている。このように、本実施形態では、カソード電極パッド 12 は「第 2 接合領域」に対応している。カソード電極パッド 12 はエミッタ電極パッド 11 とは異なる領域に設けられているため、第 2 接合領域は第 1 接合領域とは異なる領域に設けられているともいえる。このように、エミッタ電極 21 は、第 1 接合領域および第 2 接合領域の双方を有している。

[0033] 図 1 に示すとおり、保護絶縁膜 17 の第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B とが互いに離間して設けられているため、第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B との間には保護絶縁膜 17 が存在している。換言すると、保護絶縁膜 17 は、第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B とを隔てる隔壁領域 17a を有している。本実施形態では、隔壁領域 17a は、x 方向において第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B とを隔てる第 1 壁部と、y 方向において第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B とを隔てる第 2 壁部と、を有している。また、第 3 開口部 17C～17F と第 1 開口部 17A とが互いに離間して設けられているため、第 3 開口部 17C～17F と第 1 開口部 17A との間にはそれぞれ保護絶縁膜 17 が存在している。

[0034] このように構成された半導体装置 10 では、図 7 に示すように、エミッタ電極パッド 11 に第 1 導電部材 CB が接合され、カソード電極パッド 12 に第 2 導電部材 CWA が接合される場合、第 1 導電部材 CB とエミッタ電極パッド 11 との間のはんだ等の導電性接合材が隔壁領域 17a によってカソード電極パッド 12 に侵入することが抑制される。また、同様に、導電性接合材は、アノード電極パッド 13、ゲート電極パッド 14、電流センス電極パッド 15、およびエミッタセンス電極パッド 16 のそれぞれに侵入すること

が抑制される。

- [0035] 図1に示すように、アノード電極パッド13は、アノード電極22のうち第3開口部17Cから露出した部分であり、感温ダイオード40Pのアノードを構成している。第3開口部17Cは、z方向から視て、アノード電極22よりも一回り小さい矩形状に形成されている。アノード電極パッド13には、第3導電部材CWBが接合される。
- [0036] ゲート電極パッド14は、ゲート電極23のうち第4開口部17Dから露出した部分であり、IGBTのゲートを構成している。第4開口部17Dは、z方向から視て、ゲート電極23よりも一回り小さい矩形状に形成されている。ゲート電極パッド14には、第4導電部材CWCが接合される。
- [0037] 電流センス電極パッド15は、電流センス電極24のうち第5開口部17Eから露出した部分であり、IGBTに流れる電流を検出するための情報を外部に取り出すための端子を構成している。第5開口部17Eは、z方向から視て、電流センス電極24よりも一回り小さい矩形状に形成されている。電流センス電極パッド15には、第5導電部材CWDが接合される。
- [0038] エミッタセンス電極パッド16は、エミッタ電極21のうち第6開口部17Fから露出した部分である。第6開口部17Fは、z方向から視て、エミッタセンス領域21fよりも一回り小さい矩形状に形成されている。エミッタセンス電極パッド16には、第6導電部材CWEが接合される。
- [0039] 第3～第6導電部材CWB, CWC, CWD, CWEはそれぞれ、第2導電部材CWAと同じ材料からなり、たとえばワイヤボンディング装置によって形成されたボンディングワイヤである。
- [0040] ゲートフィンガー26は、ゲート電極23から装置側面10aおよび装置側面10dに向けて延びている。ゲートフィンガー26の一部は、ゲート電極23からアノード電極22よりも装置側面10cの近くを迂回して、y方向においてゲートフィンガー収容部21dに向けて延びている。ゲートフィンガー26の別の一部は、ゲート電極23から装置側面10bおよび装置側面10dに向けて延びている。より詳細には、ゲートフィンガー26の別の

一部は、ゲート電極 23 からエミッタセンス領域 21 f よりも装置側面 10 c の近くを迂回して、y 方向においてゲートフィンガー収容部 21 d に向けて延びている。

[0041] 図 3 に示すように、z 方向から視て、半導体装置 10 は、メインセル 18 A (図 6 参照) が形成されたメインセル領域 18 と、メインセル領域 18 を囲む外周領域 19 と、メインセル領域 18 と外周領域 19 とによって囲まれた中間領域 20 と、を有している。

[0042] メインセル領域 18 は、装置主面 10 s の大部分にわたり形成されている。本実施形態では、メインセル領域 18 は、z 方向から視て、エミッタ電極 21 と重なる領域に形成されている。メインセル領域 18 は、エミッタ電極パッド 11 およびカソード電極パッド 12 (ともに図 1 参照) の双方と重なる領域に形成されているともいえる。一方、メインセル領域 18 は、エミッタ電極 21 と重なる領域であっても各ゲートフィンガー 26 A (図 2 参照) と z 方向に重なる位置には形成されていない。つまり、メインセル領域 18 は、各ゲートフィンガー 26 A によって 4 つの領域に分割されている。4 つのメインセル領域 18 は、x 方向において互いに離間して配置されている。4 つのメインセル領域 18 のうち装置側面 10 a に近いメインセル領域 18 は、エミッタ電極パッド 11 およびカソード電極パッド 12 の双方と重なる領域を構成している。

[0043] 外周領域 19 は、半導体装置 10 の絶縁耐圧を向上させる終端構造が設けられる領域である。終端構造の一例は、メインセル領域 18 を囲むガードリングを含む。外周領域 19 には、メインセル 18 A (図 5 参照) が形成されていない。

[0044] 中間領域 20 は、z 方向から視て、アノード電極 22、ゲート電極 23、および電流センス電極 24 と重なる領域である。中間領域 20 は、メインセル領域 18 から外れた領域、換言するとメインセル 18 A が形成されていない領域となる。

[0045] 図 5 は、メインセル領域 18 における半導体装置 10 の断面構造の一例を

示している。

図5に示すように、半導体装置10は、半導体基板30を備えている。半導体基板30は、たとえばn⁻型のSi（シリコン）を含む材料から形成されている。半導体基板30は、たとえば50μm以上200μm以下の厚さを有している。

[0046] 半導体基板30は、z方向において互いに反対側を向く基板表面30sおよび基板裏面30rを有している。つまり、z方向は、半導体基板30の厚さ方向であるともいえる。ここで、本実施形態では、半導体基板30は「半導体層」に対応している。したがって、z方向は、半導体層の厚さ方向に対応している。このため、「z方向から視て」とは「半導体層の厚さ方向から視て」と同じ意味となる。

[0047] 半導体基板30は、基板裏面30rから基板表面30sに向けて順に、p⁺型のコレクタ層31、n型のバッファ層32、およびn⁻型のドリフト層33が積層された構造を有している。基板裏面30rには、コレクタ電極27が形成されている。コレクタ電極27は、基板裏面30rの略全面にわたり形成されている。コレクタ電極27のうちコレクタ層31とは反対側の面は、半導体装置10の装置裏面10rを構成している。

[0048] コレクタ層31のp型ドーパントとしては、たとえばB（ホウ素）、Al（アルミニウム）等が用いられる。コレクタ層31のドーパント濃度は、たとえば $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $2 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0049] バッファ層32およびドリフト層33のn型ドーパントとしては、たとえばN（窒素）、P（リン）、As（ヒ素）等が用いられる。バッファ層32のドーパント濃度は、たとえば $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。ドリフト層33のドーパント濃度は、バッファ層32よりも低く、たとえば $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0050] ドリフト層33の表面、すなわち基板表面30sには、p型のベース領域34が形成されている。ベース領域34は、基板表面30sの略全面にわたり形成されている。ベース領域34のドーパント濃度は、たとえば 1×10^1

6 cm^{-3} 以上 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。ベース領域34の基板表面30sからの深さは、たとえば $1.0 \mu\text{m}$ 以上 $3.0 \mu\text{m}$ 以下である。

[0051] メインセル領域18におけるベース領域34の表面（基板表面30s）には、複数のトレンチ35が並んで配置されている。各トレンチ35は、たとえばy方向に沿って延びており、x方向において互いに離間して配列されている。これにより、ストライプ状のメインセル18Aに区画されている。x方向において隣り合うトレンチ35の間隔（トレンチ35の中心間距離）は、たとえば、 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $7.0 \mu\text{m}$ 以下である。各トレンチ35の幅（トレンチ35のx方向の寸法）は、たとえば、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $3.0 \mu\text{m}$ 以下である。各トレンチ35は、ベース領域34をz方向に貫通して、ドリフト層33の途中まで延びている。なお、各トレンチ35は、行列状のメインセル18Aを区画するように格子状に形成されていてもよい。

[0052] メインセル領域18におけるベース領域34の表面（基板表面30s）には、 n^+ 型のエミッタ領域36が形成されている。エミッタ領域36は、トレンチ35のx方向の両側に配置されている。つまり、エミッタ領域36は、ベース領域34のうちトレンチ35の配列方向におけるトレンチ35の両側に設けられているともいえる。このため、x方向において隣り合うトレンチ35のx方向の間には、2つのエミッタ領域36がx方向において互いに間隔をあけて配置されている。各エミッタ領域36の深さは、たとえば $0.2 \mu\text{m}$ 以上 $0.6 \mu\text{m}$ 以下である。また、各エミッタ領域36のドーパント濃度は、ベース領域34よりも高く、たとえば $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0053] メインセル領域18におけるベース領域34の表面（基板表面30s）には、 p^+ 型のベースコンタクト領域37が形成されている。ベースコンタクト領域37は、エミッタ領域36とx方向に隣り合う位置に設けられている。つまり、ベースコンタクト領域37は、x方向において隣り合うトレンチ35のx方向の間に設けられた2つのエミッタ領域36のx方向の間に設けられている。各ベースコンタクト領域37は、エミッタ領域36よりも深く形

成されていてもよい。各ベースコンタクト領域 37 の深さは、たとえば $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $1.6\ \mu\text{m}$ 以下である。また、各ベースコンタクト領域 37 のドーパント濃度は、ベース領域 34 よりも高く、たとえば $5 \times 10^{18}\ \text{cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20}\ \text{cm}^{-3}$ 以下である。

[0054] 各トレンチ 35 の内面および基板表面 30s の双方には、絶縁膜 38 が一体に形成されている。絶縁膜 38 は、たとえば酸化シリコン (SiO_2) を有している。絶縁膜 38 の厚さは、たとえば、 $1100\ \text{\AA}$ 以上 $1300\ \text{\AA}$ 以下である。

[0055] 絶縁膜 38 を介して各トレンチ 35 内には、たとえばポリシリコン等を含む電極材料が埋め込まれている。各トレンチ 35 に埋め込まれた電極材料は、ゲート電極 23 (ゲートフィンガー 26) およびエミッタ電極 21 のいずれかに電氣的に接続されている。つまり、各トレンチ 35 に埋め込まれた電極材料によって、ゲートトレンチ 23A およびエミッタトレンチ 21A が形成されている。本実施形態では、複数のトレンチ 35 の配列方向において、ゲートトレンチ 23A とエミッタトレンチ 21A とが交互に設けられている。本実施形態では、ゲートトレンチ 23A およびエミッタトレンチ 21A の双方は、各トレンチ 35 の開口端まで埋め込まれている。

[0056] 基板表面 30s に設けられた絶縁膜 38 上には、中間絶縁膜 39 が形成されている。中間絶縁膜 39 は、たとえば SiO_2 を有している。中間絶縁膜 39 上には、エミッタ電極 21 が形成されている。つまり、中間絶縁膜 39 は、エミッタ電極 21 とゲートトレンチ 23A との間を埋める層間絶縁膜である。また中間絶縁膜 39 は、エミッタ電極 21 とエミッタトレンチ 21A との間を埋める層間絶縁膜であるともいえる。中間絶縁膜 39 の厚さは、 $3000\ \text{\AA}$ 以上 $15000\ \text{\AA}$ 以下である。本実施形態では、絶縁膜 38 および中間絶縁膜 39 は「絶縁膜」に対応している。

[0057] 絶縁膜 38 および中間絶縁膜 39 には、絶縁膜 38 および中間絶縁膜 39 の双方を z 方向に貫通する複数のコンタクトホール 39a が設けられている。コンタクトホール 39a は、z 方向から見て、ベースコンタクト領域 37

と重なる位置に設けられている。エミッタ電極 21 は、コンタクトホール 39a を介してベースコンタクト領域 37 に接続されている。

[0058] 図 6 は、メインセル領域 18 のうちエミッタ電極パッド 11 の一部およびカソード電極パッド 12 と、中間領域 20 のうちアノード電極 22 とにおける半導体装置 10 の断面構造を示している。

[0059] 図 6 に示すとおり、カソード電極パッド 12 がエミッタ電極 21 から構成されているため、半導体基板 30 のうちカソード電極パッド 12 直下の領域 RK もメインセル領域 18 とすることができる。さらに、半導体基板 30 のうち第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B との間の部分の直下の領域 RM もメインセル領域 18 とすることができる。このため、図 6 に示すとおり、領域 RK および領域 RM の双方には、メインセル 18A が設けられている。つまり、z 方向から視て、半導体基板 30 のうちエミッタ電極パッド 11 と重なる領域 RE と、カソード電極パッド 12 と重なる領域 RK と、第 1 開口部 17A と第 2 開口部 17B との間の部分と重なる領域 RM とにはそれぞれ、メインセル 18A が設けられている。ここで、領域 RE は「第 1 半導体領域」に対応し、領域 RK は「第 2 半導体領域」に対応している。

[0060] また、領域 RK における中間領域 20 と隣り合う部分に設けられたトレンチ 35A の x 方向の両側には、エミッタ領域 36 が形成されていない。トレンチ 35A には、たとえばエミッタトレンチ 21A が形成されている。

[0061] 一方、中間領域 20 は、メインセル領域 18 から外れた領域であるため、メインセル 18A が形成されていない。中間領域 20 直下には、ベース領域 34 が形成されている。中間領域 20 におけるベース領域 34 の深さは、メインセル領域 18 におけるベース領域 34 よりも深い。より詳細には、中間領域 20 におけるベース領域 34 の深さは、トレンチ 35A (35) よりも深い。

[0062] 以上説明した半導体装置 10 の回路構成を図 7 に示す。

半導体装置 10 では、エミッタ電極 21 がカソード電極を兼ねているため、図 7 に示すとおり、感温ダイオード 40P のカソードは、半導体装置 10

内において、ＩＧＢＴのエミッタに電氣的に接続されている。

[0063] 図７に示すように、本実施形態では、半導体装置１０は、感温ダイオード４０Ｐに逆並列に接続された保護ダイオード４０Ｑを備えている。保護ダイオード４０Ｑは、感温ダイオード４０Ｐを保護するためのダイオードである。保護ダイオード４０Ｑのアノードは、半導体装置１０内において、ＩＧＢＴのエミッタおよび感温ダイオード４０Ｐのカソードの双方に電氣的に接続されている。

[0064] (感温ダイオードおよび保護ダイオードの構成)

図８～図１３を参照して、感温ダイオード４０Ｐおよび保護ダイオード４０Ｑの詳細な構成の一例について説明する。

[0065] 図８は、感温ダイオード４０Ｐおよび保護ダイオード４０Ｑのそれぞれの平面構造を模式的に示し、図９は図８の感温ダイオード４０Ｐおよび保護ダイオード４０Ｑのそれぞれに接続された配線の構造を示している。図１０は感温ダイオード４０Ｐの断面構造を模式的に示し、図１２は保護ダイオード４０Ｑの断面構造を模式的に示している。図１３は感温ダイオード４０Ｐ、保護ダイオード４０Ｑ、ゲートフィンガー２６等の断面構造を模式的に示している。また、図１１は、上記配線と感温ダイオード４０Ｐとを接続する貫通配線との配置の一例を示している。

[0066] 図１０および図１２に示すように、半導体装置１０は、感温ダイオード４０Ｐおよび保護ダイオード４０Ｑが設けられた薄膜状のダイオード用半導体層４３を備えている。ダイオード用半導体層４３は、たとえばポリシリコンを有している。ダイオード用半導体層４３は、ｚ方向から視て、矩形状に形成されている。本実施形態では、ｚ方向から視たダイオード用半導体層４３の形状は、正方形である。

[0067] ダイオード用半導体層４３は、基板表面３０ｓに形成された絶縁膜３８Ａの表面３８Ａａに形成されている。絶縁膜３８Ａは、絶縁膜３８と一体に形成された絶縁膜である。つまり、絶縁膜３８Ａは、絶縁膜３８の一部を構成している。一方、絶縁膜３８Ａは、絶縁膜３８とは異なり、ダイオード用半

導体層43と半導体基板30とを絶縁する機能を有している。このため、絶縁膜38と絶縁膜38Aとは個別に形成されていてもよい。

[0068] 図8に示すように、感温ダイオード40Pは、複数（本実施形態では4つ）のダイオードセルを含む。ここで、便宜上、複数のダイオードセルを「第1ダイオードセル40A」、「第2ダイオードセル40B」、「第3ダイオードセル40C」、および「第4ダイオードセル40D」とする。第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、ダイオード用半導体層43によって形成されている。ここで、本実施形態では、第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、z方向から視て、一列に配列されている。本実施形態では、第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、y方向に一列に配列されている。より詳細には、第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、x方向において互いに揃った状態でy方向において互いに離間して配列されている。第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、y方向において装置側面10dから装置側面10c（ともに図2参照）に向かうにつれて、第1ダイオードセル40A、第2ダイオードセル40B、第3ダイオードセル40C、および第4ダイオードセル40Dの順に配置されている。第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、y方向において感温ダイオード40Pから各電極パッド12～16に向かうにつれて、第1ダイオードセル40A、第2ダイオードセル40B、第3ダイオードセル40C、および第4ダイオードセル40Dの順に配置されているともいえる。

[0069] 第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、互いに同じ構成、形状、およびサイズである。このため、以降では、第1ダイオードセル40Aの構成について詳細に説明し、第2～第4ダイオードセル40B～40Dの構成の説明を省略する。

[0070] 第1ダイオードセル40Aは、第1導電型の第1半導体領域44Pと、第2導電型の第2半導体領域45Pとによって構成されている。第1導電型はたとえばp型であり、第2導電型はたとえばn型である。一例では、z方向から視た第1ダイオードセル40Aの外形形状は、四角形である。本実施形

態では、 z 方向から視た第1ダイオードセル40Aの外形形状は、正方形である。ここで、本実施形態では、第1半導体領域44Pは「第1ダイオード用半導体領域」に対応し、第2半導体領域45Pは「第2ダイオード用半導体領域」に対応している。

[0071] 第1半導体領域44Pは、第1ダイオードセル40Aの x 方向および y 方向の中央に設けられている。本実施形態では、 z 方向から視た第1半導体領域44Pの形状は円形である。このため、第1半導体領域44Pは、円周面44Paを有している。

[0072] 第1半導体領域44Pの p 型ドーパントとしては、たとえばB、Al等が用いられる。第1半導体領域44Pのドーパント濃度は、たとえば $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0073] 第1半導体領域44Pには、第1半導体領域44Pの長さ（たとえば第1半導体領域44Pの直径）を測定するための第1測長用パターン46Pが形成されている。第1測長用パターン46Pは、第1半導体領域44Pの中心に形成されている。 z 方向から視た第1測長用パターン46Pの形状は、 y 方向が長辺方向となり、 x 方向が短辺方向となる矩形状である。

[0074] 第1測長用パターン46Pは、複数の帯状の直線が平行に並んだパターンを有している。第1測長用パターン46Pが形成される領域のドーパント濃度は、第1半導体領域44Pの他の領域のドーパント濃度よりも低い。本実施形態では、第1測長用パターン46Pは、ノンドープ層として設けられている。

[0075] z 方向から視て、第2半導体領域45Pは、第1半導体領域44Pを囲む環状に形成されている。第2半導体領域45Pは、第1半導体領域44Pと接合している。第2半導体領域45Pは、第1半導体領域44Pの円周面44Paに対して全周にわたって接合された内周面45Paを有している。

[0076] 第2半導体領域45Pの外形は、第1ダイオードセル40Aの外形を構成している。つまり、 z 方向から視た第2半導体領域45Pの外形形状は、たとえば四角形であり、本実施形態では正方形である。第2半導体領域45P

は、 z 方向から視て四角形状に形成された外側面45Pbを有しているともいえる。

[0077] 第2半導体領域45Pの n 型ドーパントとしては、たとえばN、P、As等が用いられる。第2半導体領域45Pのドーパント濃度は、たとえば $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下である。

[0078] 第2半導体領域45Pには、第2半導体領域45Pの長さ（たとえば第2半導体領域45Pの x 方向の外形の長さ、または y 方向の外形の長さ）を測定するための第2測長用パターン47Pが形成されている。第2測長用パターン47Pは、第2半導体領域45Pの四隅のうちの1つに形成されている。 z 方向から視た第2測長用パターン47Pの形状は、 y 方向が長辺方向となり、 x 方向が短辺方向となる矩形状である。本実施形態では、第2測長用パターン47Pのサイズは、第1測長用パターン46Pのサイズと等しい。

[0079] 第2測長用パターン47Pは、複数の帯状の直線が平行に並んだパターンを有している。第2測長用パターン47Pが形成される領域のドーパント濃度は、第2半導体領域45Pの他の領域のドーパント濃度よりも低い。本実施形態では、第2測長用パターン47Pは、ノンドープ層として設けられている。

[0080] 保護ダイオード40Qは、複数（本実施形態では4つ）の保護ダイオードセルを含む。ここで、便宜上、複数の保護ダイオードセルを「第1保護ダイオードセル40E」、「第2保護ダイオードセル40F」、「第3保護ダイオードセル40G」、および「第4保護ダイオードセル40H」とする。第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、ダイオード用半導体層43によって形成されている。

[0081] 第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、 z 方向から視て、一列に配列されている。本実施形態では、第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、 y 方向に一列に配列されている。より詳細には、第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、 x 方向において互いに揃った状態で y 方向において互いに離間して配列されている。第1～第4保護ダイオードセ

ル40E～40Hは、y方向において装置側面10cから装置側面10dに向かうにつれて、第1保護ダイオードセル40E、第2保護ダイオードセル40F、第3保護ダイオードセル40G、および第4保護ダイオードセル40Hの順に配置されている。第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、y方向において各電極パッド12～16から保護ダイオード40Qに向かうにつれて、第1保護ダイオードセル40E、第2保護ダイオードセル40F、第3保護ダイオードセル40G、および第4保護ダイオードセル40Hの順に配置されているともいえる。

[0082] 感温ダイオード40Pと保護ダイオード40Qとは、y方向に揃った状態でx方向において互いに離間して配列されている。より詳細には、第1ダイオードセル40Aと第4保護ダイオードセル40Hとがx方向に対向して配置され、第2ダイオードセル40Bと第3保護ダイオードセル40Gとがx方向に対向して配置され、第3ダイオードセル40Cと第2保護ダイオードセル40Fとがx方向に対向して配置され、第4ダイオードセル40Dと第1保護ダイオードセル40Eとがx方向に対向して配置されている。

[0083] 保護ダイオード40Qは、感温ダイオード40Pに対して装置側面10a（図2参照）寄りに配置されている。換言すると、感温ダイオード40Pは、保護ダイオード40Qに対して装置側面10b（図2参照）寄りに配置されている。

[0084] 第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、互いに同じ構成、形状、およびサイズであり、かつ第1ダイオードセル40Aと同じ構成、形状、およびサイズである。このため、以降では、第1保護ダイオードセル40Eの構成の概要を説明し、第2～第4保護ダイオードセル40F～40Hの構成の説明を省略する。

[0085] 第1保護ダイオードセル40Eは、第1導電型（p型）の第1半導体領域44Qと、第2導電型（n型）の第2半導体領域45Qとによって構成されている。第1半導体領域44Qは円周面44Qaを有し、第2半導体領域45Qは第1半導体領域44Qの円周面44Qaに対して全周にわたって接合

された内周面45Qaを有している。第2半導体領域45Qは、第1保護ダイオードセル40Eの外形を構成する外側面45Qbを有している。外側面45Qbは、z方向から視て四角形状に形成されている。第1半導体領域44Qのp型ドーパント濃度は第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pと同じであり、第2半導体領域45Qのn型ドーパント濃度は第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pと同じである。

[0086] 第1半導体領域44Qには、第1半導体領域44Qの長さ（たとえば第1半導体領域44Pの直径）を測定するための第1測長用パターン46Qが形成されている。第1測長用パターン46Qは、第1半導体領域44Qの中心に形成されている。第1測長用パターン46Pの外形形状、パターン、およびドーパント濃度は、第1測長用パターン46Pと同じである。

[0087] 第2半導体領域45Qには、第2半導体領域45Qの長さ（たとえば第2半導体領域45Qのx方向の外形の長さ、またはy方向の外形の長さ）を測定するための第2測長用パターン47Qが形成されている。第2測長用パターン47Qは、第2半導体領域45Qの四隅のうちの1つに形成されている。第2測長用パターン47Qの外形形状、パターン、およびドーパント濃度は、第2測長用パターン47Pと同じである。

[0088] 図9に示すように、感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qの双方を収容するダイオード配置部21bのy方向の両端部には、第1配線引き出し領域21baおよび第2配線引き出し領域21bbが設けられている。

[0089] 第1配線引き出し領域21baは、ダイオード配置部21bのy方向の両端部のうち電極収容部21aaに近い方の端部に形成された領域である。つまり、第1配線引き出し領域21baは、ダイオード配置部21bのうち電極収容部21aaに繋がる領域である。第2配線引き出し領域21bbは、ダイオード配置部21bのy方向の両端部のうち電極収容部21aaから遠い方の端部に形成された領域である。第2配線引き出し領域21bbは、y方向において隣接領域21Pと隣接している。

[0090] 感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qは、第1配線引き出し領域21baと第2配線引き出し領域21bbとのy方向の間に配置されている。このため、第4ダイオードセル40Dは第1配線引き出し領域21ba寄りに配置されているともいえ、第1ダイオードセル40Aは、第2配線引き出し領域21bb寄りに配置されているともいえる。また、第1保護ダイオードセル40Eは第1配線引き出し領域21ba寄りに配置されているともいえ、第4保護ダイオードセル40Hは第2配線引き出し領域21bb寄りに配置されているともいえる。

[0091] このように、本実施形態では、第1配線引き出し領域21baは、ダイオード配置部21bのうち感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qと電極収容部21aaとのy方向の間の領域である。第2配線引き出し領域21bbは、ダイオード配置部21bのうち感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qと隣接領域21Pとのy方向の間の領域である。

[0092] 図10および図12に示すように、ダイオード用半導体層43は、中間絶縁膜39によって覆われている。中間絶縁膜39の表面39bには、感温ダイオード40Pと電氣的に接続する感温ダイオード用配線50と、保護ダイオード40Qと電氣的に接続する保護ダイオード用配線60とが設けられている。ここで、中間絶縁膜39の表面39bは、半導体基板30の基板表面30sと同じ側を向く面である。ここで、本実施形態では、感温ダイオード用配線50は「第1ダイオード用半導体領域および第2ダイオード用半導体領域に電氣的に接続されている配線」に対応している。

[0093] 図9に示すように、第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、感温ダイオード用配線50によって互いに直列に接続されている。感温ダイオード用配線50は、第1～第5配線51～55を含む。第1～第5配線51～55は、x方向において互いに揃った状態でy方向において互いに離間して配列されている。換言すると、第1～第5配線51～55は、感温ダイオード40Pの短手方向において互いに揃った状態で感温ダイオード40Pの長手方向において互いに離間して配列されている。第1配線51および第5配線

55は、感温ダイオード40Pの長手方向（y方向）の両端部に分散して配置されている。第2～第4配線52～54は、y方向において第1配線51と第5配線55との間に配置されている。第2～第4配線52～54はそれぞれ、第1配線51および第5配線55の双方と絶縁されている。

[0094] このように、本実施形態では、第1ダイオードセル40Aが「第1端セル」に対応し、第4ダイオードセル40Dが「第2端セル」に対応している。第1配線51が「第1端配線」に対応し、第5配線55が「第2端配線」に対応している。

[0095] 感温ダイオード40Pは、アノード電極となる第1電極41Pと、カソード電極となる第2電極42Pと、を有している。第1電極41Pおよび第2電極42Pは、感温ダイオード40Pの長手方向（y方向）の両端部に分散して設けられている。図9に示すように、第1電極41Pは、感温ダイオード40Pの両端部のうち第2配線引き出し領域21bbに近い方の端部に設けられている。第2電極42Pは、感温ダイオード40Pの両端部のうち第1配線引き出し領域21baに近い方の端部に設けられている。換言すると、第1電極41Pは感温ダイオード40Pの両端部のうち各電極パッド12～16から遠い方の端部に設けられ、第2電極42Pは感温ダイオード40Pの両端部のうち各電極パッド12～16に近い方の端部に設けられている。

[0096] 第1配線51は、第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pに電氣的に接続され、感温ダイオード40Pの外部からの電流を第1ダイオードセル40Aに供給するための配線である。第1配線51は、z方向から視て第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられた第1領域接続部51Aと、第1領域接続部51Aから第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pの外部に延びる第1延長部51Bと、を有している。本実施形態では、第1領域接続部51Aおよび第1延長部51Bは一体化されている。第1延長部51Bは、感温ダイオード40Pの第1電極41Pを構成している。ここで、本実施形態では、第1領域接続部51Aは

「第1端接続部」に対応し、第1延長部51Bは「第1端延長部」に対応している。

[0097] z方向から見た第1領域接続部51Aの形状は円形である。本実施形態では、第1領域接続部51Aの中心と第1半導体領域44Pの中心とは一致している。また第1領域接続部51Aの直径は、第1半導体領域44Pの直径よりも僅かに小さい。なお、第1領域接続部51Aの直径の大きさは任意に変更可能であり、たとえば第1半導体領域44Pの直径以上であってもよい。

[0098] 第1延長部51Bは、第1領域接続部51Aから第2配線52とは反対側に向けて延びている。このため、z方向から見て、第1延長部51Bは、第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pと重なるように形成されている。

[0099] 第2配線52は、第1ダイオードセル40Aと第2ダイオードセル40Bとを直列に接続するための配線である。第2配線52は、第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pと第2ダイオードセル40Bの第1半導体領域44Pとを電氣的に接続している。第2配線52は、第1ダイオードセル40Aと第2ダイオードセル40Bとの間を跨るように形成されている。

[0100] 第2配線52は、第1パーツ56、第2パーツ57、および接続パーツ58を含む。本実施形態では、第1パーツ56、第2パーツ57、および接続パーツ58は一体化されている。

[0101] 第1パーツ56は、z方向から見て、第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pと重なる位置に設けられ、第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pと電氣的に接続されている。z方向から見た第1パーツ56の形状は、第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pを囲むとともに第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pの円周方向の一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。z方向から見た第1パーツ56の形状は、第1配線51の第1領域接続部51Aを囲むとともに第1延長部51Bと接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されているともい

える。

[0102] 第2パーツ57は、z方向から視て、第2ダイオードセル40Bの第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられ、第2ダイオードセル40Bの第1半導体領域44Pと電氣的に接続されている。z方向から視た第2パーツ57の形状は円形である。本実施形態では、第2パーツ57は、第1領域接続部51Aと同じ形状である。

[0103] 接続パーツ58は、第1パーツ56と第2パーツ57とを接続している。接続パーツ58は、y方向に延びている。

第3配線53は、第2ダイオードセル40Bと第3ダイオードセル40Cとを直列に接続するための配線である。第3配線53は、第2ダイオードセル40Bの第2半導体領域45Pと第3ダイオードセル40Cの第1半導体領域44Pとを電氣的に接続している。第3配線53は、第2ダイオードセル40Bと第3ダイオードセル40Cとの間を跨るように形成されている。

[0104] 第3配線53は、第2配線52と同じ形状であるため、その詳細な形状の説明を省略する。第3配線53の第1パーツ56は、z方向から視て、第2ダイオードセル40Bの第2半導体領域45Pと重なる位置に設けられ、第2ダイオードセル40Bの第2半導体領域45Pと電氣的に接続されている。第3配線53の第2パーツ57は、z方向から視て、第3ダイオードセル40Cの第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられ、第3ダイオードセル40Cの第1半導体領域44Pと電氣的に接続されている。

[0105] 第4配線54は、第3ダイオードセル40Cと第4ダイオードセル40Dとを直列に接続するための配線である。第4配線54は、第3ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pとを電氣的に接続している。第4配線54は、第3ダイオードセル40Cと第4ダイオードセル40Dとの間を跨るように形成されている。

[0106] 第4配線54は、第2配線52と同じ形状であるため、その詳細な形状の説明を省略する。第4配線54の第1パーツ56は、z方向から視て、第3ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと重なる位置に設けられ、第

3 ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと電氣的に接続されている。第4配線54の第2パーツ57は、z方向から視て、第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられ、第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pと電氣的に接続されている。

[0107] 第5配線55は、第4ダイオードセル40Dの第2半導体領域45Pに電氣的に接続され、感温ダイオード40Pに流れる電流を感温ダイオード40Pの外部に供給するための配線である。第5配線55は、z方向から視て第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられた第5領域接続部55Aと、第5領域接続部55Aから第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pの外部に延びる第5延長部55Bと、を有している。本実施形態では、第5領域接続部55Aおよび第5延長部55Bは一体化されている。第5延長部55Bは、感温ダイオード40Pの第2電極42Pを構成している。ここで、本実施形態では、第5領域接続部55Aは「第2端接続部」に対応し、第5延長部55Bは「第2端延長部」に対応している。

[0108] z方向から視て、第5領域接続部55Aは、第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pを囲むとともに第1半導体領域44Pの円周方向の一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。z方向から視て、第5領域接続部55Aは、第4配線54のうち第1半導体領域44Pに電氣的に接続される第2パーツを囲むとともに第4配線54の接続パーツとの接触をさせるように隙間を有する開いた環状に形成されているともいえる。本実施形態では、第5領域接続部55Aは、第2配線52の第1パーツ56と同じ形状である。

[0109] 第5延長部55Bは、第5領域接続部55Aから第1配線51とは反対側に向けて延びている。本実施形態では、第5延長部55Bの長さは、第1延長部51Bの長さよりも短い。

[0110] 図10に示すように、半導体装置10は、中間絶縁膜39を貫通する貫通配線として、第1～第8貫通配線81P～88Pを備えている。第1～第8

貫通配線 8 1 P ～ 8 8 P は、第 1 ～ 第 5 配線 5 1 ～ 5 5 とダイオードセル 4 0 A ～ 4 0 D とを個別に接続するための配線である。図 1 0 は、便宜上、第 1 ～ 第 8 貫通配線 8 1 P ～ 8 8 P による第 1 ～ 第 5 配線 5 1 ～ 5 5 とダイオードセル 4 0 A ～ 4 0 D との接続構造を模式的に示している。このため、第 1 ～ 第 8 貫通配線 8 1 P ～ 8 8 P の配置位置および個数は、図 1 0 に示す第 1 ～ 第 8 貫通配線 8 1 P ～ 8 8 P の配置位置および個数に限定されない。

[0111] 第 1 貫通配線 8 1 P は、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 1 半導体領域 4 4 P と第 1 配線 5 1 とを接続する配線である。これにより、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 1 半導体領域 4 4 P は、感温ダイオード 4 0 P の第 1 電極 4 1 P と電氣的に接続されている。z 方向から視て、第 1 貫通配線 8 1 P は、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 1 半導体領域 4 4 P と第 1 配線 5 1 との双方と重なる位置に配置されている。

[0112] 第 2 貫通配線 8 2 P は、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 2 半導体領域 4 5 P と第 2 配線 5 2 とを接続する配線である。z 方向から視て、第 2 貫通配線 8 2 P は、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 2 半導体領域 4 5 P と第 2 配線 5 2 との双方と重なる位置に配置されている。

[0113] 第 3 貫通配線 8 3 P は、第 2 ダイオードセル 4 0 B の第 1 半導体領域 4 4 P と第 2 配線 5 2 とを接続する配線である。z 方向から視て、第 3 貫通配線 8 3 P は、第 2 ダイオードセル 4 0 B の第 1 半導体領域 4 4 P と第 2 配線 5 2 との双方と重なる位置に配置されている。

[0114] このように、第 2 貫通配線 8 2 P、第 2 配線 5 2、および第 3 貫通配線 8 3 P を通じて、第 1 ダイオードセル 4 0 A の第 2 半導体領域 4 5 P と第 2 ダイオードセル 4 0 B の第 1 半導体領域 4 4 P とが接続されている。

[0115] 第 4 貫通配線 8 4 P は、第 2 ダイオードセル 4 0 B の第 2 半導体領域 4 5 P と第 3 配線 5 3 とを接続する配線である。z 方向から視て、第 4 貫通配線 8 4 P は、第 2 ダイオードセル 4 0 B の第 2 半導体領域 4 5 P と第 3 配線 5 3 との双方と重なる位置に配置されている。

[0116] 第 5 貫通配線 8 5 P は、第 3 ダイオードセル 4 0 C の第 1 半導体領域 4 4

Pと第3配線53とを接続する配線である。z方向から視て、第5貫通配線85Pは、第3ダイオードセル40Cの第1半導体領域44Pと第3配線53との双方と重なる位置に配置されている。

[0117] このように、第4貫通配線84P、第3配線53、および第5貫通配線85Pを通じて、第2ダイオードセル40Bの第2半導体領域45Pと第3ダイオードセル40Cの第1半導体領域44Pとが接続されている。

[0118] 第6貫通配線86Pは、第3ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと第4配線54とを接続する配線である。z方向から視て、第6貫通配線86Pは、第3ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと第4配線54との双方と重なる位置に配置されている。

[0119] 第7貫通配線87Pは、第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pと第4配線54とを接続する配線である。z方向から視て、第7貫通配線87Pは、第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pと第4配線54との双方と重なる位置に配置されている。

[0120] このように、第6貫通配線86P、第4配線54、および第7貫通配線87Pを通じて、第3ダイオードセル40Cの第2半導体領域45Pと第4ダイオードセル40Dの第1半導体領域44Pとが接続されている。

[0121] 第8貫通配線88Pは、第4ダイオードセル40Dの第2半導体領域45Pと第5配線55とを接続する配線である。これにより、第4ダイオードセル40Dの第2半導体領域45Pは、感温ダイオード40Pの第2電極42Pと電氣的に接続されている。z方向から視て、第8貫通配線88Pは、第4ダイオードセル40Dの第2半導体領域45Pと第5配線55との双方と重なる位置に配置されている。なお、第1～第8貫通配線81P～88Pはそれぞれ、複数設けられていてもよい。

[0122] 図11は、第1～第4貫通配線81P～84Pの各ダイオードセル40A、40Bおよび第1～第3配線51～53に対する配置構成の一例を示している。なお、第5～第8貫通配線85P～88Pについても第1～第4貫通配線81P～84Pと同様である。

- [0123] 第1貫通配線81Pは、z方向から視て、第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pの外周部と重なる位置に配置されている。つまり、第1貫通配線81Pは、z方向から視て、第1配線51の外周部と重なる位置に配置されている。このため、第1貫通配線81Pは、第1ダイオードセル40Aの第1測長用パターン46Pとは異なる位置に配置されている。第1貫通配線81Pは、複数設けられている。z方向から視た各第1貫通配線81Pの形状は円環状である。複数の第1貫通配線81Pは、同心円状に配置されている。本実施形態は、各第1貫通配線81Pは、第1半導体領域44P（第1配線51）と同心となるように設けられている。
- [0124] 第2貫通配線82Pは、第2配線52の第1パーツ56の外周部と重なる位置に配置されている。第2貫通配線82Pは、第1ダイオードセル40Aの第2測長用パターン47Pとは異なる位置に配置されている。第2貫通配線82Pは、複数設けられている。
- [0125] 第3貫通配線83Pは、第2ダイオードセル40Bの第1半導体領域44Pの外周部と重なる位置に配置されている。つまり、第3貫通配線83Pは、第2配線52の第2パーツ57の外周部と重なる位置に配置されている。第3貫通配線83Pは、第2ダイオードセル40Bの第1測長用パターン46Pとは異なる位置に配置されている。第3貫通配線83Pは、複数設けられている。各第3貫通配線83Pの形状および数は、第1貫通配線81Pと同じである。
- [0126] 第4貫通配線84Pは、第3配線53の第1パーツ56の外周部と重なる位置に配置されている。第4貫通配線84Pは、第2ダイオードセル40Bの第2測長用パターン47Pとは異なる位置に配置されている。第4貫通配線84Pは、複数設けられている。各第4貫通配線84Pの形状および第3配線53の第1パーツ56に対する配置位置は、各第2貫通配線82Pの形状および第2配線52の第1パーツ56に対する配置位置と同様である。
- [0127] 図9に示すように、第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、保護ダイオード用配線60によって互いに直列に接続されている。保護ダイオ

ード用配線60は、第1～第5配線61～65を含む。第1～第5配線61～65は、x方向において互いに揃った状態でy方向において互いに離間して配列されている。換言すると、第1～第5配線61～65は、保護ダイオード40Qの短手方向において互いに揃った状態で保護ダイオード40Qの長手方向において互いに離間して配列されている。第1配線61および第5配線65は、保護ダイオード40Qの長手方向（y方向）の両端部に分散して配置されている。第2～第4配線62～64は、y方向において第1配線61と第5配線65との間に配置されている。第2～第4配線62～64は、第1配線61と第5配線65との双方と絶縁されている。

[0128] 保護ダイオード40Qは、アノード電極となる第1電極41Qと、カソード電極となる第2電極42Qと、を有している。第1電極41Qおよび第2電極42Qは、保護ダイオード40Qの長手方向（y方向）の両端部に分散して設けられている。図9に示すように、第1電極41Qは、保護ダイオード40Qの両端部のうち第1配線引き出し領域21baに近い方の端部に設けられている。第2電極42Qは、保護ダイオード40Qの両端部のうち第2配線引き出し領域21bbに近い方の端部に設けられている。換言すると、第1電極41Qは保護ダイオード40Qの両端部のうち各電極パッド12～16（図1参照）に近い方の端部に設けられ、第2電極42Qは保護ダイオード40Qの両端部のうち各電極パッド12～16から遠い方の端部に設けられている。

[0129] 第1配線61は、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qに電氣的に接続され、保護ダイオード40Qの外部からの電流を第4保護ダイオードセル40Hに供給するための配線である。第1配線61は、z方向から視て第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと重なる位置に設けられた第1領域接続部61Aと、第1領域接続部61Aから第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qの外部に延びる第1延長部61Bと、を有している。本実施形態では、第1領域接続部61Aおよび第1延長部61Bは一体化されている。第1延長部61Bは、保護ダイオード4

OQの第2電極42Qを構成している。また、x方向から視て、第1配線61は、第1配線51と重なる位置に配置されている。z方向から視て、第5領域接続部55Aは、第4保護ダイオードセル40Hの第1半導体領域44Pを囲むとともに第1半導体領域44Pの円周方向の一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。

[0130] 第1延長部61Bは、第1領域接続部61Aから第2配線62とは反対側に向けて延びている。z方向から視て、第1延長部61Bは、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと重なるように形成されている。

[0131] 第2配線62は、第4保護ダイオードセル40Hと第3保護ダイオードセル40Gとを直列に接続するための配線である。第2配線62は、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qとを電氣的に接続している。第2配線62は、第4保護ダイオードセル40Hと第3保護ダイオードセル40Gとの間を跨るように形成されている。

[0132] 第2配線62は、第1パーツ66、第2パーツ67、および接続パーツ68を含む。本実施形態では、第1パーツ66、第2パーツ67、および接続パーツ68は一体化されている。第2配線62の形状は、第2配線52の形状と同じである。第2配線62は、第2配線52に対して180°回転させた形状となる。

[0133] 第1パーツ66は、z方向から視て、第3保護ダイオードセル40Gの第2半導体領域45Qと重なる位置に設けられ、第3保護ダイオードセル40Gの第2半導体領域45Qと電氣的に接続されている。z方向から視た第1パーツ66の形状は、第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qを囲むとともに第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qの円周方向の一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。本実施形態では、第1パーツ66は、第2配線52の第1パーツ56と同じ形状である。

[0134] 第2パーツ67は、z方向から視て、第4保護ダイオードセル40Hの第1半導体領域44Qと重なる位置に設けられ、第4保護ダイオードセル40

Hの第1半導体領域44Qと電氣的に接続されている。z方向から視た第2パーツ67の形状は円形である。本実施形態では、第2パーツ67は、第2配線52の第2パーツ57と同じ形状である。

[0135] 接続パーツ68は、第1パーツ66と第2パーツ67とを接続している。接続パーツ68は、y方向に延びている。本実施形態では、接続パーツ68は、第2配線52の接続パーツ58と同じ形状である。

[0136] 第3配線63は、第3保護ダイオードセル40Gと第2保護ダイオードセル40Fとを直列に接続するための配線である。第3配線63は、第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qと第2保護ダイオードセル40Fの第2半導体領域45Qとを電氣的に接続している。第3配線63は、第3保護ダイオードセル40Gと第2保護ダイオードセル40Fとの間を跨るように形成されている。

[0137] 第3配線63は、第2配線62と同じ形状であるため、その詳細な形状の説明を省略する。第3配線63の第1パーツ66は、z方向から視て、第2保護ダイオードセル40Fの第2半導体領域45Qと重なる位置に設けられ、第2保護ダイオードセル40Fの第2半導体領域45Qと電氣的に接続されている。第3配線63の第2パーツ67は、z方向から視て、第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qと重なる位置に設けられ、第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域44Qと電氣的に接続されている。

[0138] 第4配線64は、第2保護ダイオードセル40Fと第1保護ダイオードセル40Eとを直列に接続するための配線である。第4配線64は、第2保護ダイオードセル40Fの第1半導体領域44Qと第1保護ダイオードセル40Eの第2半導体領域45Qとを電氣的に接続している。第4配線64は、第2保護ダイオードセル40Fと第1保護ダイオードセル40Eとの間を跨るように形成されている。

[0139] 第4配線64は、第2配線62と同じ形状であるため、その詳細な形状の説明を省略する。第4配線64の第1パーツ66は、z方向から視て、第1

保護ダイオードセル40Eの第2半導体領域45Qと重なる位置に設けられ、第1保護ダイオードセル40Eの第2半導体領域45Qと電氣的に接続されている。第4配線64の第2パーツ67は、z方向から視て、第2保護ダイオードセル40Fの第1半導体領域44Qと重なる位置に設けられ、第2保護ダイオードセル40Fの第1半導体領域44Qと電氣的に接続されている。

[0140] 第5配線65は、第1保護ダイオードセル40Eの第1半導体領域44Qに電氣的に接続され、保護ダイオード40Qに流れる電流を保護ダイオード40Qの外部に供給するための配線である。第5配線65は、z方向から視て第1保護ダイオードセル40Eの第1半導体領域44Qと重なる位置に設けられた第5領域接続部65Aと、第5領域接続部65Aから第1保護ダイオードセル40Eの第1半導体領域44Qの外部に延びる第5延長部65Bと、を有している。本実施形態では、第5領域接続部65Aおよび第5延長部65Bは一体化されている。第5延長部65Bは、保護ダイオード40Qの第1電極41Qを構成している。また、x方向から視て、第5配線65は、第5配線55と重なる位置に配置されている。

[0141] z方向から視た第5領域接続部65Aの形状は円形である。本実施形態では、第5領域接続部65Aの中心と第1保護ダイオードセル40Eの第1半導体領域44Qの中心とは一致している。また第5領域接続部65Aの直径は、第1半導体領域44Qの直径よりも僅かに小さい。なお、第5領域接続部65Aの直径の大きさは任意に変更可能であり、たとえば第1半導体領域44Qの直径以上であってもよい。

[0142] 第5延長部65Bは、第5領域接続部65Aから第4配線64とは反対側に向けて延びている。本実施形態では、第5延長部65Bの長さは、第1延長部61Bの長さよりも短い。

[0143] また、図9および図12に示すように、半導体装置10は、中間絶縁膜39を貫通する貫通配線として、第1～第8貫通配線81Q～88Qを備えている。第1～第8貫通配線81Q～88Qは、第1～第5配線61～65と

保護ダイオードセル40E～40Hとを個別に接続するための配線である。

図12は、第1～第8貫通配線81Q～88Qによる第1～第5配線61～65と保護ダイオードセル40E～40Hとの接続構造を模式的に示している。このため、第1～第8貫通配線81Q～88Qの配置位置および個数は、図12に示す第1～第8貫通配線81Q～88Qの配置位置および個数に限定されない。

[0144] 第1貫通配線81Qは、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと第1配線61とを接続する配線である。これにより、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qは、保護ダイオード40Qの第2電極42Qと電氣的に接続されている。z方向から視て、第1貫通配線81Qは、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと第1配線61との双方と重なる位置に配置されている。なお、第1貫通配線81Qは、複数設けられていてもよい。つまり、z方向から視て、複数の第1貫通配線81Qは、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと第1配線61の第1領域接続部61Aとの双方と重なる位置において互いに離間して配置されていてもよい。

[0145] 第2貫通配線82Qは、第4保護ダイオードセル40Hの第1半導体領域44Qと第2配線62とを接続する配線である。z方向から視て、第2貫通配線82Qは、第4保護ダイオードセル40Hの第2半導体領域45Qと第2配線62との双方と重なる位置に配置されている。

[0146] 第3貫通配線83Qは、第3保護ダイオードセル40Gの第2半導体領域45Qと第2配線62とを接続する配線である。z方向から視て、第3貫通配線83Qは、第3保護ダイオードセル40Gの第2半導体領域45Qと第2配線62との双方と重なる位置に配置されている。

[0147] このように、第2貫通配線82Q、第2配線62、および第3貫通配線83Qを通じて、第4保護ダイオードセル40Hの第1半導体領域44Qと第3保護ダイオードセル40Gの第2半導体領域45Qとが接続されている。

[0148] 第4貫通配線84Qは、第3保護ダイオードセル40Gの第1半導体領域

4 4 Qと第3配線6 3とを接続する配線である。z方向から視て、第4貫通配線8 4 Qは、第3保護ダイオードセル4 0 Gの第1半導体領域4 4 Qと第3配線6 3との双方と重なる位置に配置されている。

[0149] 第5貫通配線8 5 Qは、第2保護ダイオードセル4 0 Fの第2半導体領域4 5 Qと第3配線6 3とを接続する配線である。z方向から視て、第5貫通配線8 5 Qは、第2保護ダイオードセル4 0 Fの第2半導体領域4 5 Qと第3配線6 3との双方と重なる位置に配置されている。

[0150] このように、第4貫通配線8 4 Q、第3配線6 3、および第5貫通配線8 5 Qを通じて、第3保護ダイオードセル4 0 Gの第1半導体領域4 4 Qと第2保護ダイオードセル4 0 Fの第2半導体領域4 5 Qとが接続されている。

[0151] 第6貫通配線8 6 Qは、第2保護ダイオードセル4 0 Fの第1半導体領域4 4 Qと第4配線6 4とを接続する配線である。z方向から視て、第6貫通配線8 6 Qは、第2保護ダイオードセル4 0 Fの第1半導体領域4 4 Qと第4配線6 4との双方と重なる位置に配置されている。

[0152] 第7貫通配線8 7 Qは、第1保護ダイオードセル4 0 Eの第2半導体領域4 5 Qと第4配線6 4とを接続する配線である。z方向から視て、第7貫通配線8 7 Qは、第1保護ダイオードセル4 0 Eの第2半導体領域4 5 Qと第4配線6 4との双方と重なる位置に配置されている。

[0153] このように、第6貫通配線8 6 Q、第4配線6 4、および第7貫通配線8 7 Qを通じて、第2保護ダイオードセル4 0 Fの第1半導体領域4 4 Qと第1保護ダイオードセル4 0 Eの第2半導体領域4 5 Qとが接続されている。

[0154] 第8貫通配線8 8 Qは、第1保護ダイオードセル4 0 Eの第1半導体領域4 4 Qと第5配線6 5とを接続する配線である。これにより、第1保護ダイオードセル4 0 Eの第1半導体領域4 4 Qは、保護ダイオード4 0 Qの第1電極4 1 Qと電氣的に接続されている。z方向から視て、第8貫通配線8 8 Qは、第1保護ダイオードセル4 0 Eの第1半導体領域4 4 Qと第5配線6 5との双方と重なる位置に配置されている。なお、第1～第8貫通配線8 1 Q～8 8 Qはそれぞれ、複数設けられていてもよい。この場合、第1～第8

貫通配線 8 1 Q ～ 8 8 Q の配置構成は、たとえば図 1 1 に示す第 1 ～ 第 4 貫通配線 8 1 P ～ 8 4 P の配置構成と同様である。

[0155] 図 9 に示すように、半導体装置 1 0 は、第 1 接続線 7 1 および第 2 接続線 7 2 を有している。第 1 接続線 7 1 は、感温ダイオード 4 0 P の第 1 電極 4 1 P および保護ダイオード 4 0 Q の第 2 電極 4 2 Q とアノード電極 2 2 とを接続する配線である。第 2 接続線 7 2 は、感温ダイオード 4 0 P の第 2 電極 4 2 P および保護ダイオード 4 0 Q の第 1 電極 4 1 Q とエミッタ電極 2 1 とを接続する配線である。このため、第 2 接続線 7 2 は「第 2 電極用接続配線」に対応している。

[0156] 第 1 接続線 7 1 は、第 1 配線 5 1 と第 1 配線 6 1 との双方に接続されている。より詳細には、第 1 接続線 7 1 は、第 1 配線 5 1 の第 1 延長部 5 1 B と、第 1 配線 6 1 の第 1 延長部 6 1 B との双方と接続されている。第 1 接続線 7 1 は、第 1 配線引き出し領域 2 1 b a を通ってアノード電極 2 2 に接続されている。このため、第 1 接続線 7 1 は「第 1 電極用接続配線」に対応している。

[0157] 第 2 接続線 7 2 は、第 5 配線 5 5 と第 5 配線 6 5 との双方に接続されている。より詳細には、第 2 接続線 7 2 は、第 5 配線 5 5 の第 5 延長部 5 5 B と、第 5 配線 6 5 の第 5 延長部 6 5 B との双方と接続されている。第 2 接続線 7 2 は、第 2 配線引き出し領域 2 1 b b を通ってエミッタ電極 2 1 に接続されている。

[0158] 図 1 3 は、感温ダイオード 4 0 P の第 2 ダイオードセル 4 0 B、保護ダイオード 4 0 Q の第 3 保護ダイオードセル 4 0 G、第 2 配線 5 2、6 2、第 3 配線 5 3、6 3、第 3 貫通配線 8 3 P、8 3 Q、第 4 貫通配線 8 4 P、8 4 Q、2 つのゲートフィンガー 2 6、第 1 接続線 7 1、および第 2 接続線 7 2 の配置関係を模式的に示している。このため、第 3 貫通配線 8 3 P、8 3 Q および第 4 貫通配線 8 4 P、8 4 Q の配置位置および個数は、図 1 3 に示す第 3 貫通配線 8 3 P、8 3 Q および第 4 貫通配線 8 4 P、8 4 Q の配置位置および個数に限定されない。

[0159] 図9および図13に示すように、エミッタ電極21のダイオード配置部21b内には、2つのゲートフィンガー26としてゲートフィンガー26P, 26Qが設けられている。ゲートフィンガー26P, 26Qは、z方向から視て、感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qの双方を1つとしてその外側を囲うように形成されている。各ゲートフィンガー26P, 26Qの先端部は、第2配線引き出し領域21bbにおいて、x方向において間隔をあけて対向するように設けられている。これらゲートフィンガー26P, 26Qの先端部のx方向の間には、第2接続線72がy方向に延びてエミッタ電極21に接続されている。

[0160] ゲートフィンガー26Pは、感温ダイオード40Pに対して保護ダイオード40Qとは反対側に配置されている。ゲートフィンガー26Pと感温ダイオード40Pとのx方向の間には、第1接続線71が配置されている。図13に示すように、ゲートフィンガー26Pの内部配線26Paと、感温ダイオード40Pのダイオード用半導体層43との双方は、絶縁膜38の表面38aに形成されている。つまり、内部配線26Paとダイオード用半導体層43とは、z方向において互いに同じ位置に配置されている。第1接続線71、ゲートフィンガー26Pの表面側配線26Pb、第2配線52、および第3配線53はそれぞれ、中間絶縁膜39の表面39bに形成されている。つまり、第1接続線71、ゲートフィンガー26Pの表面側配線26Pb、第2配線52、および第3配線53は、z方向において互いに同じ位置に配置されている。また、第1接続線71、ゲートフィンガー26Pの表面側配線26Pb、第2配線52、および第3配線53はそれぞれ、z方向において内部配線26Paおよびダイオード用半導体層43と異なる位置に配置されている。本実施形態では、第1接続線71、ゲートフィンガー26Pの表面側配線26Pb、第2配線52、および第3配線53はそれぞれ、z方向において内部配線26Paおよびダイオード用半導体層43よりも半導体基板30から遠い位置に配置されている。

[0161] 図9に示すように、ゲートフィンガー26Qは、保護ダイオード40Qに

対して感温ダイオード40Pとは反対側に配置されている。ゲートフィンガー26Qと保護ダイオード40Qとのx方向の間には、第2接続線72が配置されている。図13に示すように、ゲートフィンガー26Qの内部配線26Qaと、保護ダイオード40Qのダイオード用半導体層43との双方は、絶縁膜38の表面38aに形成されている。つまり、内部配線26Qaとダイオード用半導体層43とは、z方向において同じ位置に配置されている。また、第2接続線72、ゲートフィンガー26Qの表面側配線26Qb、第2配線62、および第3配線63は、z方向において互いに同じ位置に配置されている。また、第2接続線72、ゲートフィンガー26Qの表面側配線26Qb、第2配線62、および第3配線63はそれぞれ、z方向において内部配線26Qaおよびダイオード用半導体層43と異なる位置に配置されている。本実施形態では、第2接続線72、ゲートフィンガー26Qの表面側配線26Qb、第2配線62、および第3配線63はそれぞれ、z方向において内部配線26Qaおよびダイオード用半導体層43よりも半導体基板30から遠い位置に配置されている。

[0162] 図2に示すように、本実施形態では、隣接領域21Pは、感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qの双方を囲むように形成されている。隣接領域21Pは、エミッタ電極21（エミッタ電極パッド11）のうち感温ダイオード40Pおよび保護ダイオード40Qの双方を囲むダイオード配置部21bを構成する領域である。このため、隣接領域21Pは、第2配線引き出し領域21bb（図9参照）とy方向に隣り合う部分を有している。

[0163] 図9に示すように、感温ダイオード40Pの第2電極42P（カソード）は、第2接続線72によって隣接領域21Pに接続されている。換言すると、感温ダイオード40Pの第2電極42Pは、エミッタ電極21と電氣的に接続されている。このように、エミッタ電極21は、感温ダイオード40Pのカソード電極も兼ねている。また、保護ダイオード40Qの第1電極41Q（アノード）も第2接続線72によって隣接領域21Pに接続されている。換言すると、保護ダイオード40Qの第1電極41Qは、エミッタ電極2

1と電氣的に接続されている。このように、エミッタ電極21は、保護ダイオード40Qのアノード電極も兼ねている。

[0164] (第1実施形態の作用)

本実施形態の半導体装置10の作用について説明する。図14は比較例の半導体装置10Xの平面図であり、図15は図14の半導体装置10Xの15-15線の断面図である。比較例の半導体装置10Xは、感温ダイオード40Pの第2電極42Pがエミッタ電極21と電氣的に接続されていない構成である。

[0165] 図14に示すように、比較例の半導体装置10Xは、カソード電極28Xおよびエミッタ電極21RXが個別に形成されている。カソード電極28Xは、エミッタ電極21RXから離間して配置されている。カソード電極28Xは、x方向においてエミッタ電極21RXとアノード電極22との間に配置されている。図示していないが、感温ダイオード40Pの第2電極42Pは、カソード電極28Xと電氣的に接続されている。

[0166] 図15に示すように、比較例の半導体装置10Xでは、エミッタ電極21RXに対してカソード電極28Xが絶縁されているため、z方向から見て、半導体基板30のうちカソード電極28Xと重なる領域RXはエミッタ電極21RXとコンタクトがとれない。このため、領域RXには、メインセルを形成することができない。

[0167] 一方、本実施形態の半導体装置10は、エミッタ電極21と感温ダイオード40Pの第2電極42Pとが電氣的に接続されているため、エミッタ電極21がカソード電極パッド12を構成することができる。したがって、比較例の半導体装置10Xのカソード電極28Xをエミッタ電極21が兼ねることができる。つまり、本実施形態では、半導体装置10は、エミッタ電極21RXとカソード電極28Xとが一体化されたエミッタ電極21を備えている。これにより、図6に示すように、半導体基板30のうちカソード電極パッド12と重なる領域RKは、エミッタ電極21とコンタクトをとることができる。このため、領域RKには、メインセル18Aを形成することができ

る。

[0168] また、一般的に、感温ダイオードにおいては、p型の第1半導体領域とn型の第2半導体領域との接合面積が増加するにしたいが、第1半導体領域から第2半導体領域に向けて流れる電流量が増加するため、感温ダイオードの温度の検出精度が高くなる。

[0169] 一般的なダイオードの構成では、たとえばz方向から視て矩形状の第1半導体領域と矩形状の第2半導体領域とが隣り合った状態で接合されているため、その接合面はz方向から視て直線状となる。このため、z方向から視た第1半導体領域と第2半導体領域との接合面の長さは、z方向から視てダイオードのうち第1半導体領域と第2半導体領域との配列方向と直交する方向の辺の長さに等しくなる。

[0170] 一方、本実施形態では、図8に示すように、感温ダイオード40Pでは、円形の円周面44Paを有するp型の第1半導体領域44Pと、円周面44Paと接合する内周面45Paを有するn型の第2半導体領域45Pと、を有している。本実施形態では、内周面45Paは円周面44Paに対して全周にわたって接合している。つまり、z方向から視て第1半導体領域44Pと第2半導体領域45Pとの接合面は円形となる。このため、第1半導体領域44Pの外形を大きくすれば、z方向から視た第1半導体領域44Pと第2半導体領域45Pとの接合面の長さ（z方向から視た第1半導体領域44Pの円周面44Paの長さ）は、第2半導体領域45Pの外側面45Pbの一辺の長さよりも長くなる。したがって、一般的なダイオードと比較して、第1半導体領域44Pと第2半導体領域45Pとの接合面積を大きくすることができる。

[0171] （第1実施形態の効果）

本実施形態の半導体装置10によれば、以下の効果が得られる。

（1-1）半導体装置10は、半導体基板30と、半導体基板30に設けられたメインセル18Aと、メインセル18Aを覆う中間絶縁膜39と、中間絶縁膜39に積層されたエミッタ電極21と、温度を検出するものであつ

て、第1電極41Pおよび第2電極42Pを有する感温ダイオード40Pと、第1電極41Pを外部に接続するためのアノード電極22と、を備えている。エミッタ電極21は、このエミッタ電極21を外部に接続するための第1導電部材CBが接合される領域であって第2電極42Pと電氣的に接合される第1接合領域としてのエミッタ電極パッド11と、第2電極42Pを外部に接続するための第2導電部材CWAが接合される第2接合領域としてのカソード電極パッド12と、を有している。z方向から視て、メインセル18Aは、半導体基板30のうちエミッタ電極パッド11と重なる領域RE（第1半導体領域）と、カソード電極パッド12と重なる領域RK（第2半導体領域）との双方に設けられている。

[0172] この構成によれば、メインセル18Aが形成される領域を広げることができるため、同一の半導体装置のサイズであれば、半導体装置10におけるメインセル18Aの個数を増加させることができるため、半導体装置10のオン抵抗を低減できる。また、メインセル18Aが形成される領域を維持しつつ、カソード電極28Xが形成される領域を削除できるため、半導体装置10のオン抵抗を増加させることを抑制しつつ、半導体装置10の小型化を図ることができる。その結果、半導体装置10のコストを低減できる。

[0173] （1-2）エミッタ電極パッド11は、感温ダイオード40Pを囲むように形成された隣接領域21Pを含む。感温ダイオード40Pは、隣接領域21Pによって囲まれたダイオード配置部21bに配置されている。感温ダイオード40Pの第2電極42Pは、隣接領域21Pに接続されている。

[0174] この構成によれば、感温ダイオード40Pの第2電極42Pと隣接領域21Pとを接続する配線を短くできる。したがって、この配線に起因するノイズが感温ダイオード40Pに影響を与えることを低減できる。

[0175] （1-3）カソード電極パッド12とアノード電極パッド13とは、半導体基板30における電極配置領域10ceに沿って並んで配置されている。

この構成によれば、カソード電極パッド12とアノード電極パッド13とが集まっているため、これらパッド12、13に導電部材を順に接合する場

合、その接合する作業をしやすくなる。

[0176] (1-4) 半導体装置 10 は、エミッタ電極 21 を覆う保護絶縁膜 17 を備えている。保護絶縁膜 17 は、エミッタ電極パッド 11 を露出する第 1 開口部 17 A と、カソード電極パッド 12 を露出する第 2 開口部 17 B と、を有している。保護絶縁膜 17 は、第 1 開口部 17 A と第 2 開口部 17 B とを隔てる隔壁領域 17 a を有している。

[0177] この構成によれば、第 1 開口部 17 A と第 2 開口部 17 B との間に保護絶縁膜 17 (隔壁領域 17 a) が存在するため、たとえばエミッタ電極パッド 11 に第 1 導電部材 C B がはんだ等の導電性接合材によって接合された場合、その導電性接合材が第 2 開口部 17 B 内に進入することを抑制できる。

[0178] (1-5) 感温ダイオード 40 P は、複数のダイオードセル 40 A ~ 40 D を有している。複数のダイオードセル 40 A ~ 40 D は、互いに直列に接続されている。

この構成によれば、感温ダイオード 40 P の温度係数を大きくすることができる。したがって、感温ダイオード 40 P の温度検出の精度を高めることができる。

[0179] (1-6) 半導体装置 10 は、感温ダイオード 40 P に対して逆並列に接続された保護ダイオード 40 Q を備えている。この構成によれば、感温ダイオード 40 P のサージの影響を低減することができる。

[0180] (1-7) 感温ダイオード 40 P は、絶縁膜 38 の表面 38 a に形成された第 1 導電型の第 1 半導体領域 44 P と、絶縁膜 38 の表面 38 a に形成された第 2 導電型の第 2 半導体領域 45 P とによって構成された各ダイオードセル 40 A ~ 40 D を有している。第 2 半導体領域 45 P は、第 1 半導体領域 44 P を囲む環状に形成されている。第 2 半導体領域 45 P の内周面 45 P a は、第 1 半導体領域 44 P と接合している。

[0181] この構成によれば、一面において第 1 半導体領域と第 2 半導体領域とが接合された構成と比較して、第 1 半導体領域 44 P と第 2 半導体領域 45 P との接合面積が増大するため、感温ダイオード 40 P の温度係数を大きくする

ことができる。したがって、感温ダイオード４０Ｐの温度検出の精度を高めることができる。

[0182] (１－８) z方向から見た第１半導体領域４４Ｐの形状は円形である。第２半導体領域４５Ｐは、第１半導体領域４４Ｐの円周面４４Ｐaに対して全周にわたって接合された内周面４５Ｐaを有している。

[0183] この構成によれば、第１半導体領域４４Ｐの円周面４４Ｐaと第２半導体領域４５Ｐの内周面４５Ｐaとから構成される接合面に角部が存在しないため、第１半導体領域４４Ｐから第２半導体領域４５Ｐに流れる電流の密度が集中することを抑制できる。

[0184] (１－９) 第１ダイオードセル４０Ａの第１半導体領域４４Ｐには第１測長用パターン４６Ｐが設けられ、第２半導体領域４５Ｐには第２測長用パターン４７Ｐが設けられている。この構成によれば、第１測長用パターン４６Ｐを測定することによって第１半導体領域４４Ｐの寸法を算出でき、第２測長用パターン４７Ｐを測定することによって第２半導体領域４５Ｐの寸法を算出できるため、比較的大きな寸法となる第１半導体領域４４Ｐおよび第２半導体領域４５Ｐの寸法を直接測定せずに、第１半導体領域４４Ｐおよび第２半導体領域４５Ｐの寸法を取得できる。なお、第２～第４ダイオードセル４０Ｂ～４０Ｄおよび第１～第４保護ダイオードセル４０Ｅ～４０Ｈについても同様の効果が得られる。

[0185] (１－１０) 第１貫通配線８１Ｐは、第１ダイオードセル４０Ａの第１半導体領域４４Ｐのうち第１測長用パターン４６Ｐとは異なる位置に接続されている。第２貫通配線８２Ｐは、第１ダイオードセル４０Ａの第２半導体領域４５Ｐのうち第２測長用パターン４７Ｐとは異なる位置に接続されている。

[0186] この構成によれば、第１貫通配線８１Ｐが第１半導体領域４４Ｐのうちノンドープ層である第１測長用パターン４６Ｐとは異なる位置に接続されているため、第１貫通配線８１Ｐと第１半導体領域４４Ｐとの間の抵抗が大きくなることを抑制できる。また、第２貫通配線８２Ｐが第２半導体領域４５Ｐ

のうちノンドープ層である第2測長用パターン47Pとは異なる位置に接続されているため、第2貫通配線82Pと第2半導体領域45Pとの間の抵抗が大きくなることを抑制できる。なお、第3～第8貫通配線83P～88Pおよび第1～第8貫通配線81Q～88Qについても同様の効果が得られる。

[0187] [第2実施形態]

図16および図17を参照して、第2実施形態の半導体装置10について説明する。本実施形態の半導体装置10は、第1実施形態の半導体装置10と比較して、電極パッドの構成が異なる。以下の説明では、第1実施形態の半導体装置10と異なる構成について詳細に説明し、第1実施形態の半導体装置10と共通する構成については同一符号を付し、その説明を省略する。

[0188] 図16に示すように、本実施形態の半導体装置10は、保護絶縁膜17の第1開口部17Aおよび第2開口部17B（図1参照）に代えて、開口部17Gが設けられた点が第1実施形態と異なる。つまり、開口部17Gは、保護絶縁膜17の隔壁領域17a（図1参照）を省略して第1開口部17Aと第2開口部17Bとを一体化させた開口部である。開口部17Gは、エミッタ電極パッド11と、カソード電極パッド12と、エミッタ電極パッド11とカソード電極パッド12との間の領域とを露出する開口部であるともいえる。本実施形態では、エミッタ電極21のうち開口部17Gによって露出した部分は、第1接合領域RAと第2接合領域RBとに区画される。

[0189] 第1接合領域RAは、エミッタ電極21のうち各電極22～24よりも装置側面10d寄りの部分であり、エミッタ電極21を外部に接続するための第1導電部材CBが接合される領域である。第1接合領域RAは、エミッタ電極21の大部分、換言すると、エミッタ電極21のうち開口部17Gによって露出した部分の大部分にわたり形成されている。

[0190] 第2接合領域RBは、カソード電極パッド12を含む領域であり、開口部17Gのy方向の両端部のうち装置側面10cに近い方の端部を構成する領域である。このため、第2接合領域RBは、感温ダイオード40Pの第2電

極 4 2 P を外部に接続するための第 2 導電部材 C W A が接合される領域である。第 2 接合領域 R B は、x 方向においてアノード電極 2 2 と隣り合う位置に設けられている。

[0191] 図 1 7 に示すように、第 1 接合領域 R A には、はんだ等の導電性接合材によって第 1 導電部材 C B が接合されている。第 2 接合領域 R B には、ワイヤボンディング装置によって第 2 導電部材 C W A が接合されている。

[0192] (第 2 実施形態の効果)

本実施形態の半導体装置 1 0 によれば、第 1 実施形態の (1-1) ~ (1-3) および (1-5) ~ (1-11) の効果に加え、以下の効果が得られる。

[0193] (2-1) 保護絶縁膜 1 7 は、第 1 接合領域 R A および第 2 接合領域 R B の双方を露出する開口部 1 7 G を有している。この構成によれば、保護絶縁膜 1 7 から露出するエミッタ電極 2 1 の面積が大きくなるため、放熱性が向上する。

[0194] [第 3 実施形態]

図 1 8 ~ 図 2 1 を参照して、第 3 実施形態の半導体装置 1 0 について説明する。本実施形態の半導体装置 1 0 は、第 1 実施形態の半導体装置 1 0 と比較して、感温ダイオード 4 0 P の構成が異なる。以下の説明では、第 1 実施形態の半導体装置 1 0 と異なる構成について詳細に説明し、第 1 実施形態の半導体装置 1 0 と共通する構成については同一符号を付し、その説明を省略する。

[0195] 図 1 8 は、第 3 実施形態の感温ダイオード 4 0 P および保護ダイオード 4 0 Q の構成を模式的に示す平面図である。図 1 9 は、図 1 8 の感温ダイオード 4 0 P および保護ダイオード 4 0 Q に対する配線を模式的に示す平面図である。図 2 0 は、図 1 9 の 2 0-2 0 線で切った感温ダイオード 4 0 P および配線の断面構造であり、感温ダイオード 4 0 P と配線との接続構造を模式的に示している。図 2 1 は、図 1 9 の 2 1-2 1 線で切った保護ダイオード 4 0 Q および配線の断面構造であり、保護ダイオード 4 0 Q と配線との接続

構造を模式的に示している。

[0196] 図18に示すように、半導体装置10は、第1実施形態と同様に、基板表面30sに形成された絶縁膜38Aの表面38Aaに形成されたダイオード用半導体層90を備えている。

[0197] 半導体装置10は、複数のダイオードセルを有する感温ダイオード100と、複数の保護ダイオードセルを有する保護ダイオード110と、を有している。保護ダイオード110は、第1実施形態と同様に、感温ダイオード100に対して逆並列に接続されている。感温ダイオード100および保護ダイオード110は、個別のダイオード用半導体層90として設けられている。

[0198] 感温ダイオード100と保護ダイオード110とは、y方向において互いに揃った状態でx方向において互いに離間して配列されている。

本実施形態では、感温ダイオード100は、互いに直列に接続された4つのダイオードセルである第1～第4ダイオードセル100A～100Dを有している。各ダイオードセル100A～100Dは、1つのダイオード用半導体層90に形成されている。

[0199] 第1ダイオードセル100Aは、第1導電型の第1半導体領域101と、第2導電型の第2半導体領域102とによって構成されている。本実施形態では、第1導電型はp型であり、第2導電型はn型である。第2半導体領域102は、第1半導体領域101を囲む環状に形成されている。本実施形態では、z方向から見た第1半導体領域101の形状は円形である。第2半導体領域102は、第1半導体領域101の円周面101aに対して全周にわたって接合された内周面102aを有する円環状である。

[0200] 第2ダイオードセル100Bは、第1ダイオードセル100Aとは別に設けられている。第2ダイオードセル100Bは、第1導電型の第3半導体領域103と、第2導電型の第4半導体領域104とによって構成されている。

[0201] 第3半導体領域103は、第2半導体領域102を囲む環状に形成されて

いる。第3半導体領域103は、第2半導体領域102の外周面102bに対して全周にわたって接合された内周面103aを有する円環状である。第3半導体領域103の幅（第3半導体領域103の径方向における内周面103aと外周面103bとの間の寸法）は、第2半導体領域102の幅（第2半導体領域102の径方向における内周面102aと外周面102bとの間の寸法）以下である。本実施形態では、第3半導体領域103の幅は、第2半導体領域102の幅よりも小さい。

[0202] 第4半導体領域104は、第3半導体領域103を囲む環状に形成されている。第4半導体領域104は、第3半導体領域103の外周面103bに対して全周にわたって接合された内周面104aを有する円環状である。第4半導体領域104の幅（第4半導体領域104の径方向における内周面104aと外周面104bとの間の寸法）は、第3半導体領域103の幅以上である。本実施形態では、第4半導体領域104の幅は、第3半導体領域103の幅よりも大きく、第2半導体領域102の幅と等しい。

[0203] 第3ダイオードセル100Cは、第1ダイオードセル100Aおよび第2ダイオードセル100Bの双方とは別に設けられている。第3ダイオードセル100Cは、第1導電型の第5半導体領域105と、第2導電型の第6半導体領域106とによって構成されている。

[0204] 第5半導体領域105は、第4半導体領域104を囲む環状に形成されている。第5半導体領域105は、第4半導体領域104の外周面104bに対して全周にわたって接合された内周面105aを有する円環状である。第5半導体領域105の幅（第5半導体領域105の径方向における内周面105aと外周面105bとの間の寸法）は、第4半導体領域104の幅以下である。本実施形態では、第5半導体領域105の幅は、第4半導体領域104の幅よりも小さく、第3半導体領域103の幅と等しい。

[0205] 第6半導体領域106は、第5半導体領域105を囲む環状に形成されている。第6半導体領域106は、第5半導体領域105の外周面105bに対して全周にわたって接合された内周面106aを有する円環状である。第

第6半導体領域106の幅（第6半導体領域106の径方向における内周面106aと外周面106bとの間の寸法）は、第5半導体領域105の幅以上である。本実施形態では、第6半導体領域106の幅は、第5半導体領域105の幅よりも大きく、第4半導体領域104の幅と等しい。

[0206] 第4ダイオードセル100Dは、第1～第3ダイオードセル100A～100Cとは別に設けられている。第4ダイオードセル100Dは、第1導電型の第7半導体領域107と、第2導電型の第8半導体領域108とによって構成されている。

[0207] 第7半導体領域107は、第6半導体領域106を囲む環状に形成されている。第6半導体領域106は、第5半導体領域105の外周面105bに対して全周にわたって接合された内周面107aを有する円環状である。第7半導体領域107の幅（第7半導体領域107の径方向における内周面107aと外周面107bとの間の寸法）は、第6半導体領域106の幅以下である。本実施形態では、第7半導体領域107の幅は、第6半導体領域106の幅よりも小さく、第5半導体領域105の幅と等しい。

[0208] 第8半導体領域108は、第7半導体領域107を囲む環状に形成されている。第8半導体領域108は、第7半導体領域107の外周面107bに対して全周にわたって接合された内周面108aを有している。z方向から見た第8半導体領域108の外形は、四角形である。

[0209] 図18に示すとおり、z方向から見て、第1～第8半導体領域101～108は、同心円状に設けられている。つまり、第1～第4ダイオードセル100A～100Dは、同心円状に設けられているともいえる。また、z方向から見て、感温ダイオード100の径方向において、感温ダイオード100は、第1導電型の半導体領域と第2導電型の半導体領域とが交互に設けられた構成である。

[0210] 本実施形態では、保護ダイオード110は、互いに直列に接続された4つの保護ダイオードセルである第1～第4保護ダイオードセル110A～110Dを有している。図18に示すとおり、保護ダイオード110の構成は、

感温ダイオード１００の構成と同じである。

- [0211] 第１保護ダイオードセル１１０Ａは、第１導電型の第１半導体領域１１１と、第２導電型の第２半導体領域１１２とによって構成されている。第２半導体領域１１２は、第１半導体領域１１１を囲む環状に形成されている。ｚ方向から見た第１半導体領域１１１の形状は円形であり、第２半導体領域１１２は第１半導体領域１１１の円周面１１１ａに対して全周にわたって接合された内周面１１２ａを有する円環状である。
- [0212] 第２保護ダイオードセル１１０Ｂは、第１導電型の第３半導体領域１１３と、第２導電型の第４半導体領域１１４とによって構成されている。第３半導体領域１１３は、第２半導体領域１１２の外周面１１２ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１３ａを有する円環状である。第４半導体領域１１４は、第３半導体領域１１３の外周面１１３ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１４ａを有する円環状である。
- [0213] 第３保護ダイオードセル１１０Ｃは、第１導電型の第５半導体領域１１５と、第２導電型の第６半導体領域１１６とによって構成されている。第５半導体領域１１５は、第４半導体領域１１４の外周面１１４ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１５ａを有する円環状である。第６半導体領域１１６は、第５半導体領域１１５の外周面１１５ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１６ａを有する円環状である。
- [0214] 第４保護ダイオードセル１１０Ｄは、第１導電型の第７半導体領域１１７と、第２導電型の第８半導体領域１１８とによって構成されている。第７半導体領域１１７は、第６半導体領域１１６の外周面１１６ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１７ａを有する円環状である。第８半導体領域１１８は、第７半導体領域１１７の外周面１１７ｂに対して全周にわたって接合された内周面１１８ａを有する環状である。
- [0215] 図２０に示すように、感温ダイオード１００および保護ダイオード１１０の双方は、第１実施形態と同様に、中間絶縁膜３９によって覆われている。中間絶縁膜３９の表面３９ｂには、感温ダイオード１００に電氣的に接続さ

れる第1～第5配線121～125と、保護ダイオード110に電氣的に接続される第1～第5配線131～135と、が設けられている。また中間絶縁膜39には、中間絶縁膜39をz方向に貫通して感温ダイオード100に接続される第1～第8貫通配線126A～126Hと、中間絶縁膜39をz方向に貫通して保護ダイオード110に接続される第1～第8貫通配線136A～136Hと、が設けられている。つまり、本実施形態の半導体装置10は、中間絶縁膜39と、中間絶縁膜39の表面39bに形成された第1～第5配線121～125、131～135と、中間絶縁膜39を貫通する第1～第8貫通配線126A～126H、136A～136Hと、を備えている。各配線121～125は、各貫通配線126A～126Hを介して感温ダイオード100に電氣的に接続されている。また各配線131～135は、各貫通配線136A～136Hを介して保護ダイオード110に電氣的に接続されている。

[0216] まず感温ダイオード100の配線構成について説明する。

図19に示すように、第1～第5配線121～125は、y方向において、互いに離間して配列されている。第1～第5配線121～125は、感温ダイオード100の短手方向において、互いに離間して配列されているともいえる。感温ダイオード100の短手方向（y方向）において、第1配線121と第5配線125との間には、第2～第4配線122～124が配置されている。第2～第4配線122～124は、第1配線121から第5配線125に向かうにつれて、第2配線122、第3配線123、および第4配線124の順に配置されている。第1～第5配線121～125は、互いに絶縁されている。

[0217] 感温ダイオード100は、アノード電極となる第1電極100Mと、カソード電極となる第2電極100Nと、を有している。第1電極100Mおよび第2電極100Nは、感温ダイオード100のy方向の両端部に分散して設けられている。第1電極100Mは感温ダイオード100の両端部のうち各電極パッド12～16（図1参照）から遠い方の端部に設けられ、第2電

極１００Ｎは感温ダイオード１００の両端部のうち各電極パッド１２～１６に近い方の端部に設けられている。

[0218] 第１配線１２１は、第１ダイオードセル１００Ａの第１半導体領域１０１と電氣的に接続され、感温ダイオード１００の外部からの電流を第１ダイオードセル１００Ａに供給するための配線である。第１配線１２１は、第１領域接続部１２１Ａと、第１延長部１２１Ｂと、を有している。本実施形態では、第１領域接続部１２１Ａと第１延長部１２１Ｂとは一体化されている。

[0219] 第１領域接続部１２１Ａは、ｚ方向から視て、第１ダイオードセル１００Ａの第１半導体領域１０１と重なる位置に配置されている。第１領域接続部１２１Ａは、ｚ方向から視た第１半導体領域１０１の形状に対応した形状に形成されている。本実施形態では、ｚ方向から視た第１半導体領域１０１の形状は円形であるため、ｚ方向から視た第１領域接続部１２１Ａの形状は円形である。本実施形態では、第１領域接続部１２１Ａの直径は、第１半導体領域１０１の直径よりも僅かに小さい。なお、第１領域接続部１２１Ａの直径は任意に変更可能であり、たとえば第１半導体領域１０１の直径以上であってもよい。

[0220] 第１延長部１２１Ｂは、第１領域接続部１２１Ａから第１半導体領域１０１の外部に向けて延びている。第１延長部１２１Ｂは、感温ダイオード１００の外部まで延びている。本実施形態では、第１延長部１２１Ｂは、第１領域接続部１２１Ａから第２配線１２２とは反対側に向けて延びている。第１延長部１２１Ｂは、感温ダイオード１００の第１電極１００Ｍを構成している。

[0221] 図２０に示すように、第１領域接続部１２１Ａは、第１貫通配線１２６Ａによって第１半導体領域１０１に接続されている。つまり、第１貫通配線１２６Ａは、第１領域接続部１２１Ａと第１半導体領域１０１とを接続する配線である。第１貫通配線１２６Ａは、ｚ方向から視て、第１領域接続部１２１Ａと第１半導体領域１０１との双方と重なる位置に設けられている。

[0222] 図１９に示すように、第２配線１２２は、ｚ方向から視て、第１領域接続

部 1 2 1 A を囲み、かつ第 1 延長部 1 2 1 B と接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されている。本実施形態では、z 方向から見た第 2 配線 1 2 2 は、第 1 配線 1 2 1 に向けて開口する円弧状に形成されている。z 方向から見て、第 2 配線 1 2 2 は、第 1 ダイオードセル 1 0 0 A の第 2 半導体領域 1 0 2 と第 2 ダイオードセル 1 0 0 B の第 3 半導体領域 1 0 3 との双方と重なる位置に設けられている。z 方向から見て、第 2 配線 1 2 2 は、第 2 半導体領域 1 0 2 と第 3 半導体領域 1 0 3 との接合面を跨ぐように配置されているともいえる。ここで、第 2 半導体領域 1 0 2 と第 3 半導体領域 1 0 3 との接合面は、図 1 8 に示す第 2 半導体領域 1 0 2 の外周面 1 0 2 b と第 3 半導体領域 1 0 3 の内周面 1 0 3 a とから構成される。

[0223] 図 2 0 に示すように、第 2 配線 1 2 2 は、第 2 貫通配線 1 2 6 B によって第 1 ダイオードセル 1 0 0 A の第 2 半導体領域 1 0 2 に接続されている。つまり、第 2 貫通配線 1 2 6 B は、第 2 配線 1 2 2 と第 2 半導体領域 1 0 2 とを接続する配線である。第 2 貫通配線 1 2 6 B は、z 方向から見て、第 2 配線 1 2 2 と第 2 半導体領域 1 0 2 との双方と重なる位置に配置されている。

[0224] また、第 2 配線 1 2 2 は、第 3 貫通配線 1 2 6 C によって第 2 ダイオードセル 1 0 0 B の第 3 半導体領域 1 0 3 に接続されている。つまり、第 3 貫通配線 1 2 6 C は、第 2 配線 1 2 2 と第 3 半導体領域 1 0 3 とを接続する配線である。第 3 貫通配線 1 2 6 C は、z 方向から見て、第 2 配線 1 2 2 と第 3 半導体領域 1 0 3 との双方と重なる位置に配置されている。

[0225] このように、第 1 ダイオードセル 1 0 0 A の第 2 半導体領域 1 0 2 と第 2 ダイオードセル 1 0 0 B の第 3 半導体領域 1 0 3 とは、第 2 配線 1 2 2 、第 2 貫通配線 1 2 6 B 、および第 3 貫通配線 1 2 6 C によって電氣的に接続されている。このため、第 2 配線 1 2 2 、第 2 貫通配線 1 2 6 B 、および第 3 貫通配線 1 2 6 C は、第 1 ダイオードセル 1 0 0 A と第 2 ダイオードセル 1 0 0 B とを直列に接続する配線であるともいえる。

[0226] 図 1 9 に示すように、第 3 配線 1 2 3 は、z 方向から見て、第 2 配線 1 2 2 を囲むとともに一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。本実施

形態では、 z 方向から見た第3配線123は、第2配線122に向けて開口する円弧状に形成されている。 z 方向から見て、第3配線123は、第2ダイオードセル100Bの第4半導体領域104と重なる位置に設けられている。本実施形態では、第3配線123は、第4半導体領域104と第3ダイオードセル100Cの第5半導体領域105との双方と重なる位置に設けられている。第3配線123は、第4半導体領域104と第5半導体領域105との接合面を跨ぐように配置されている。ここで、第4半導体領域104と第5半導体領域105との接合面は、図18に示す第4半導体領域104の外周面104bと第5半導体領域105の内周面105aとから構成される。

[0227] 図20に示すように、第3配線123は、第4貫通配線126Dによって第2ダイオードセル100Bの第4半導体領域104に接続されている。つまり、第4貫通配線126Dは、第3配線123と第4半導体領域104とを接続する配線である。第4貫通配線126Dは、 z 方向から見て、第3配線123と第4半導体領域104との双方と重なる位置に配置されている。

[0228] また、第3配線123は、第5貫通配線126Eによって第3ダイオードセル100Cの第5半導体領域105に接続されている。つまり、第5貫通配線126Eは、第3配線123と第5半導体領域105とを接続する配線である。第5貫通配線126Eは、 z 方向から見て、第3配線123と第5半導体領域105との双方と重なる位置に配置されている。

[0229] このように、第2ダイオードセル100Bの第4半導体領域104と第3ダイオードセル100Cの第5半導体領域105とは、第3配線123、第4貫通配線126D、および第5貫通配線126Eによって電氣的に接続されている。このため、第3配線123、第4貫通配線126D、および第5貫通配線126Eは、第2ダイオードセル100Bと第3ダイオードセル100Cとを直列に接続する配線であるともいえる。

[0230] 図19に示すように、第4配線124は、 z 方向から見て、第3配線123を囲むとともに一部に隙間を有する開いた環状に形成されている。本実施

形態では、 z 方向から見た第4配線124は、第3配線123に向けて開口する円弧状に形成されている。 z 方向から見て、第4配線124は、第3ダイオードセル100Cの第6半導体領域106と第4ダイオードセル100Dの第7半導体領域107との双方と重なる位置に設けられている。 z 方向から見て、第4配線124は、第6半導体領域106と第7半導体領域107との接合面を跨ぐように配置されている。ここで、第6半導体領域106と第7半導体領域107との接合面は、図18に示す第6半導体領域106の外周面106bと第7半導体領域107の内周面107aとから構成される。

[0231] 図20に示すように、第4配線124は、第6貫通配線126Fによって第3ダイオードセル100Cの第6半導体領域106に接続されている。つまり、第6貫通配線126Fは、第4配線124と第6半導体領域106とを接続する配線である。第6貫通配線126Fは、 z 方向から見て、第4配線124と第6半導体領域106との双方と重なる位置に配置されている。

[0232] また、第4配線124は、第7貫通配線126Gによって第4ダイオードセル100Dの第7半導体領域107に接続されている。つまり、第7貫通配線126Gは、第4配線124と第7半導体領域107とを接続する配線である。第7貫通配線126Gは、 z 方向から見て、第4配線124と第7半導体領域107との双方と重なる位置に配置されている。

[0233] このように、第3ダイオードセル100Cの第6半導体領域106と第4ダイオードセル100Dの第7半導体領域107とは、第4配線124、第6貫通配線126F、および第7貫通配線126Gによって電氣的に接続されている。このため、第4配線124、第6貫通配線126F、および第7貫通配線126Gは、第3ダイオードセル100Cと第4ダイオードセル100Dとを直列に接続する配線であるともいえる。

[0234] 図19に示すように、第5配線125は、第4ダイオードセル100Dの第8半導体領域108と電氣的に接続される配線である。つまり、第5配線125は、感温ダイオード100の第2電極100Nと、第4ダイオードセ

ル 1 0 0 D の第 8 半導体領域 1 0 8 とを電氣的に接続するための配線である。

[0235] z 方向から視て、第 5 配線 1 2 5 は、第 5 領域接続部 1 2 5 A と、第 5 延長部 1 2 5 B と、を有している。本実施形態では、第 5 領域接続部 1 2 5 A と第 5 延長部 1 2 5 B とは一体化されている。

[0236] 第 5 領域接続部 1 2 5 A は、z 方向から視て、第 4 ダイオードセル 1 0 0 D の第 8 半導体領域 1 0 8 と重なる位置に配置されている。第 5 領域接続部 1 2 5 A は、z 方向から視て、第 4 ダイオードセル 1 0 0 D の第 7 半導体領域 1 0 7 を囲むとともに一部に隙間を有する環状に形成されている。

[0237] 第 5 延長部 1 2 5 B は、第 5 領域接続部 1 2 5 A から第 7 半導体領域 1 0 7 の外部に向けて延びている。第 5 延長部 1 2 5 B は、感温ダイオード 1 0 0 の外部まで延びている。本実施形態では、第 5 延長部 1 2 5 B は、第 5 領域接続部 1 2 5 A から第 1 配線 1 2 1 とは反対側に向けて延びている。

[0238] 図 2 0 に示すように、第 5 領域接続部 1 2 5 A は、第 8 貫通配線 1 2 6 H によって第 7 半導体領域 1 0 7 に接続されている。つまり、第 8 貫通配線 1 2 6 H は、第 5 領域接続部 1 2 5 A と第 7 半導体領域 1 0 7 とを接続する配線である。第 8 貫通配線 1 2 6 H は、z 方向から視て、第 5 領域接続部 1 2 5 A と第 7 半導体領域 1 0 7 との双方と重なる位置に配置されている。

[0239] 第 2 ～第 8 貫通配線 1 2 6 B ～ 1 2 6 H はそれぞれ、複数設けられていてもよい。複数の第 2 貫通配線 1 2 6 B は、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第 2 貫通配線 1 2 6 B は、第 2 半導体領域 1 0 2 の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第 3 貫通配線 1 2 6 C は、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第 3 貫通配線 1 2 6 C は、第 3 半導体領域 1 0 3 の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第 4 貫通配線 1 2 6 D は、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第 4 貫通配線 1 2 6 D は、第 4 半導体領域 1 0 4 の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第 5 貫通配線 1 2 6 E は、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第 5 貫通配線 1 2 6 E は、

第5半導体領域105の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第6貫通配線126Fは、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第6貫通配線126Fは、第6半導体領域106の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第7貫通配線126Gは、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第7貫通配線126Gは、第7半導体領域107の円周方向において互いに離間して配置されている。複数の第8貫通配線126Hは、互いに離間して配置されている。一例では、複数の第8貫通配線126Hは、第8半導体領域108の円周方向において互いに離間して配置されている。

[0240] 次に、保護ダイオード110の配線構成について説明する。

保護ダイオード110は、アノード電極となる第1電極110Mと、カソード電極となる第2電極110Nと、を有している。第1電極110Mおよび第2電極110Nは、保護ダイオード110のy方向の両端部に分散して設けられている。第1電極110Mは保護ダイオード110の両端部のうち各電極パッド12～16（図1参照）に近い方の端部に設けられ、第2電極110Nは保護ダイオード110の両端部のうち各電極パッド12～16から遠い方の端部に設けられている。

[0241] 図19に示すとおり、第1～第5配線131～135、および各貫通配線136A～136Hの構成は、第1～第5配線121～125、および各貫通配線126A～126Hの構成と同じである。保護ダイオード110は感温ダイオード100に対して逆並列に接続されるため、第1～第5配線131～135の保護ダイオード110に対する配置は、第1～第5配線121～125の感温ダイオード100に対する配置に対して180°回転させた構成となる。以下では、第1～第5配線131～135、および各貫通配線136A～136Hの概略構成について説明する。

[0242] 図21に示すように、第1配線131は、z方向から見て、第4保護ダイオードセル110Dの第8半導体領域118と重なる位置に設けられ、第1貫通配線136Aを介して第8半導体領域118に電氣的に接続されている。

。このように、第1貫通配線136Aは、第1配線131と第8半導体領域118とを接続する配線であり、z方向から視て第1配線131と第8半導体領域118との双方と重なる位置に配置されている。第1配線131は、z方向から視て第8半導体領域118と重なる位置に設けられ、第1貫通配線136Aが接続される第1領域接続部131Aと、第1領域接続部131Aから第2配線132とは反対側に延びる第1延長部131Bと、を有している。第1延長部131Bは、保護ダイオード110の第2電極110Nを構成している。

[0243] 図19に示すように、第2配線132は、z方向から視て、第4保護ダイオードセル110Dの第7半導体領域117と第3保護ダイオードセル110Cの第6半導体領域116との双方と重なる位置に設けられている。図21に示すように、第2配線132は、第2貫通配線136Bを介して第7半導体領域117に電氣的に接続され、第3貫通配線136Cを介して第6半導体領域116に電氣的に接続されている。このように、第2貫通配線136Bは、第2配線132と第7半導体領域117とを接続する配線であり、z方向から視て第2配線132と第7半導体領域117との双方と重なる位置に配置されている。第3貫通配線136Cは、第2配線132と第6半導体領域116とを接続する配線であり、z方向から視て第2配線132と第6半導体領域116との双方と重なる位置に配置されている。このように、第2配線132、第2貫通配線136B、および第3貫通配線136Cによって、第1保護ダイオードセル110Aと第2保護ダイオードセル110Bとが直列に接続されている。

[0244] 図19に示すように、第3配線133は、z方向から視て、第3保護ダイオードセル110Cの第5半導体領域115と第2保護ダイオードセル110Bの第4半導体領域114との双方と重なる位置に設けられている。図21に示すように、第3配線133は、第4貫通配線136Dを介して第5半導体領域115に電氣的に接続され、第5貫通配線136Eを介して第4半導体領域114に電氣的に接続されている。このように、第4貫通配線13

6 Dは、第3配線1 3 3と第5半導体領域1 1 5とを接続する配線であり、z方向から視て第3配線1 3 3と第5半導体領域1 1 5との双方と重なる位置に配置されている。第5貫通配線1 3 6 Eは、第3配線1 3 3と第4半導体領域1 1 4とを接続する配線であり、z方向から視て第3配線1 3 3と第4半導体領域1 1 4との双方と重なる位置に配置されている。このように、第3配線1 3 3、第4貫通配線1 3 6 D、および第5貫通配線1 3 6 Eによって、第2保護ダイオードセル1 1 0 Bと第3保護ダイオードセル1 1 0 Cとが直列に接続されている。

[0245] 図1 9に示すように、第4配線1 3 4は、z方向から視て、第2保護ダイオードセル1 1 0 Bの第3半導体領域1 1 3と第1保護ダイオードセル1 1 0 Aの第2半導体領域1 1 2との双方と重なる位置に設けられている。図2 1に示すように、第4配線1 3 4は、第6貫通配線1 3 6 Fを介して第3半導体領域1 1 3に電氣的に接続され、第7貫通配線1 3 6 Gを介して第2半導体領域1 1 2に電氣的に接続されている。このように、第6貫通配線1 3 6 Fは、第4配線1 3 4と第3半導体領域1 1 3とを接続する配線であり、z方向から視て第4配線1 3 4と第3半導体領域1 1 3との双方と重なる位置に配置されている。第7貫通配線1 3 6 Gは、第4配線1 3 4と第2半導体領域1 1 2とを接続する配線であり、z方向から視て第4配線1 3 4と第2半導体領域1 1 2との双方と重なる位置に配置されている。このように、第4配線1 3 4、第6貫通配線1 3 6 F、および第7貫通配線1 3 6 Gによって、第1保護ダイオードセル1 1 0 Aと第2保護ダイオードセル1 1 0 Bとが直列に接続されている。

[0246] 図2 1に示すように、第5配線1 3 5は、z方向から視て、第1保護ダイオードセル1 1 0 Aの第1半導体領域1 1 1と重なる位置に設けられ、第8貫通配線1 3 6 Hを介して第1半導体領域1 1 1に電氣的に接続されている。このように、第8貫通配線1 3 6 Hは、第5配線1 3 5と第1半導体領域1 1 1とを接続する配線であり、z方向から視て第5配線1 3 5と第1半導体領域1 1 1との双方と重なる位置に配置されている。図1 9に示すように

、第5配線135は、z方向から視て第1半導体領域111と重なる位置に設けられ、第8貫通配線136Hが接続される第5領域接続部135Aと、第5領域接続部135Aから第4配線134とは反対側に延びる第5延長部135Bと、を有している。第5延長部135Bは、保護ダイオード110の第1電極110Mを構成している。なお、第2～第8貫通配線136B～136Hはそれぞれ、複数設けられていてもよい。

[0247] 図19に示すように、半導体装置10は、第1接続線141および第2接続線142を有している。第1接続線141は、感温ダイオード100の第1電極100Mおよび保護ダイオード110の第2電極110Nとアノード電極22とを接続する配線である。第2接続線142は、感温ダイオード100の第2電極100Nおよび保護ダイオード110の第1電極100Mとエミッタ電極21とを接続する配線である。

[0248] 第1接続線141は、第1配線121と第1配線131との双方に接続されている。より詳細には、第1接続線141は、第1配線121の第1延長部121Bと、第1配線131の第1延長部131Bとの双方と接続されている。図示していないが、第1接続線141は、第1実施形態の第1接続線71と同様に、第1配線引き出し領域21baを通してアノード電極22に接続されている。

[0249] 第2接続線142は、第5配線125と第5配線135との双方に接続されている。より詳細には、第2接続線142は、第5配線125の第5延長部125Bと、第5配線135の第5延長部135Bとの双方と接続されている。第2接続線142は、図示していないが、第2配線引き出し領域21bbを通してエミッタ電極21の隣接領域21Pに接続されている。

[0250] (第3実施形態の効果)

本実施形態の半導体装置10によれば、第1実施形態の効果に加え、以下の効果が得られる。

[0251] (3-1) 感温ダイオード100は、第1ダイオードセル100Aと、第1ダイオードセル100Aとは別に設けられた第2ダイオードセル100B

と、を有している。第1ダイオードセル100Aは第1導電型の第1半導体領域101と第2導電型の第2半導体領域102とを有し、第2ダイオードセル100Bは第1導電型の第3半導体領域103と第2導電型の第4半導体領域104とを有している。第2半導体領域102は、第1半導体領域101を囲む円環状に形成されており、第1半導体領域101の円周面101aに接合された内周面102aを有している。第3半導体領域103は、第2半導体領域102を囲む円環状に形成されており、第2半導体領域102の外周面102bに接合された内周面103aを有している。第4半導体領域104は、第3半導体領域103を囲む円環状に形成されており、第3半導体領域103の外周面103bに接合された内周面104aを有している。

[0252] この構成によれば、第1～第4半導体領域101～104のうち隣り合う半導体領域の接合面積を増大させるとともに、第1ダイオードセル100Aと第2ダイオードセル100Bとの配置スペースを小さくすることができる。したがって、感温ダイオード100の温度検出の精度を高めるとともに感温ダイオード100の小型化を図ることができる。

[0253] (3-2) 円環状の第1～第4半導体領域101～104は、同心円状に設けられている。この構成によれば、第1半導体領域101の円周方向において、第1半導体領域101から第4半導体領域104に向けて流れる電流の密度が均一になりやすい。

[0254] [変更例]

上記各実施形態は本開示に関する半導体装置が取り得る形態の例示であり、その形態を制限することを意図していない。本開示に関する半導体装置は、上記各実施形態に例示された形態とは異なる形態を取り得る。その一例は、上記各実施形態の構成の一部を置換、変更、もしくは省略した形態、または上記各実施形態に新たな構成を付加した形態である。また、以下の各変更例は、技術的に矛盾しない限り、互いに組み合わせることができる。以下の各変更例において、上記各実施形態に共通する部分については、上記各実施

形態と同一符号を付してその説明を省略する。

[0255] ・第1実施形態において、感温ダイオード40Pの各ダイオードセル40A～40Dの第1半導体領域44Pの形状は任意に変更可能である。第1半導体領域44Pの形状は、たとえば図22～図25に示すように変更できる。なお、保護ダイオード40Qの各保護ダイオードセル40E～40Hについても同様に変更できる。

[0256] 図22に示すように、z方向から視た第1半導体領域44Pの形状は四角形である。つまり、第1半導体領域44Pは、z方向から視て四角形の外側面44Pcを有している。この場合、第2半導体領域45Pは、第1半導体領域44Pの外側面44Pcに対して全周にわたって接合された内側面45Pcを有している。また、第2半導体領域45Pは、第1実施形態と同様に、z方向から視て四角形状に形成された外側面45Pbを有している。図20に示す例では、第1半導体領域44Pの外側面44Pcの各辺と第2半導体領域45Pの外側面45Pbのうち外側面44Pcの各辺と対応する各辺とは、互いに平行である。

[0257] 図23に示すように、z方向から視た第1半導体領域44Pの形状は四角形であり、かつ各角部44Pdは湾曲している。つまり、第1半導体領域44Pの外側面44Pcは、湾曲した各角部44Pdを有している。この場合、第2半導体領域45Pの内側面45Pcの各角部45Pdは、第1半導体領域44Pの各角部44Pdに対応させて湾曲している。これにより、第2半導体領域45Pの内側面45Pcは、第1半導体領域44Pの外側面44Pcに対して全周にわたって接合されている。

[0258] 図24に示すように、z方向から視た第1半導体領域44Pの形状は四角形である。さらに、z方向から視て、第1半導体領域44Pの外側面44Pcを構成している各辺は、第2半導体領域45Pの外側面45Pbを構成する各辺に対して傾斜している。

[0259] 図25に示すように、第2半導体領域45Pの外形は正方形に限られず、長方形であってもよい。この場合においても、第1半導体領域44Pの形状

は任意に変更可能である。一例では、図25に示すように、z方向から見た第1半導体領域44Pの形状は長円である。

[0260] ・第3実施形態において、感温ダイオード100の各ダイオードセル100A～100Dの第1～第8半導体領域101～108の形状は任意に変更可能である。一例では、図26に示すように、各半導体領域101～108は、z方向から視て四角形であり、かつ各四角形の各角部が湾曲した形状であってもよい。

[0261] ・第1および第2実施形態において、図27に示すように、第2接続線72は、第2配線引き出し領域21bbを通る構成に代えて、第1配線引き出し領域21baを通る構成としてもよい。つまり、第1接続線71および第2接続線72の双方は、第1配線引き出し領域21baを通るように構成されていてもよい。この場合、たとえば感温ダイオード40Pの第2電極42Pは、エミッタ電極21の隣接領域21Pに接続されていなくてもよい。

[0262] ・第1および第2実施形態において、感温ダイオード40Pの第1～第4ダイオードセル40A～40Dの配置態様は任意に変更可能である。一例では、第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、x方向に一行に配列されていてもよい。第1～第4ダイオードセル40A～40Dは、y方向に隣り合う第1および第2ダイオードセル40A、40Bの組と、y方向に隣り合う第3および第4ダイオードセル40C、40Dの組とがx方向に隣り合うように配置されていてもよい。

[0263] ・第1および第2実施形態において、保護ダイオード40Qの第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hの配置態様は任意に変更可能である。一例では、第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、x方向に一行に配列されていてもよい。第1～第4保護ダイオードセル40E～40Hは、y方向に隣り合う第1および第2保護ダイオードセル40E、40Fの組と、y方向に隣り合う第3および第4保護ダイオードセル40G、40Hの組とがx方向に隣り合うように配置されていてもよい。

[0264] ・各実施形態において、感温ダイオード40P、100の複数のダイオー

ドセルの個数は任意に変更可能である。感温ダイオード40P, 100のダイオードセルの個数は2個、3個、または5個以上であってもよい。

[0265] ・各実施形態において、保護ダイオード40Q, 110の複数の保護ダイオードセルの個数は任意に変更可能である。保護ダイオード40Q, 110の保護ダイオードセルの個数は2個、3個、または5個以上であってもよい。

[0266] ・各実施形態では、感温ダイオード40P, 100は、1つのダイオードセルを有していてもよい。一例では、図28に示すように、感温ダイオード40Pは、第1ダイオードセル40Aを有している。この場合、半導体装置10は、感温ダイオード40Pを覆う中間絶縁膜39の表面39b（図10参照）に形成された第1配線151および第2配線152と、中間絶縁膜39を貫通する第1貫通配線161および第2貫通配線162と、を備えている。

[0267] 第1配線151は、第1貫通配線161によって第1ダイオードセル40Aの第1半導体領域44Pに電氣的に接続される配線である。第1配線151は、z方向から視て、第1半導体領域44Pと重なる位置に設けられた第1領域接続部153と、第1領域接続部153から第1半導体領域44Pの外部に向けて延びる第1延長部154と、を有している。第1領域接続部153は、z方向から視た第1半導体領域44Pの形状に対応して形成されている。図示された例においては、z方向から視た第1領域接続部153の形状は円形である。第1延長部154は、第1領域接続部153から第2配線152とは反対側に延びている。第1延長部154は、感温ダイオード40Pの第1電極41Pを構成している。

[0268] 第1貫通配線161は、第1配線151と第1半導体領域44Pとを接続する配線である。図示された例においては、第1貫通配線161は、z方向から視て、第1領域接続部153と第1半導体領域44Pとの双方と重なる位置に配置されている。z方向から視た第1貫通配線161の形状は、円形である。第1貫通配線161は、第1半導体領域44Pの外周部に配置され

ている。図示された例においては、第1貫通配線161は複数(2つ)設けられている。なお、第1貫通配線161の個数は任意に変更可能であり、たとえば1つであってもよい。第1貫通配線161は、第1ダイオードセル40Aの第1測長用パターン46Pとは異なる位置に配置されている。

[0269] 第2配線152は、第2貫通配線162によって第1ダイオードセル40Aの第2半導体領域45Pに電氣的に接続される配線である。第2配線152は、第1配線151と絶縁されている。第2配線152は、z方向から視て、第2半導体領域45Pと重なる位置に設けられた第2領域接続部155と、第2領域接続部155から第2半導体領域45Pの外部に向けて延びる第2延長部156と、を有している。第2領域接続部155は、z方向から視て、第1領域接続部153の一部を囲み、かつ第1延長部154と接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されている。第2延長部156は、第2領域接続部155から第1配線151とは反対側に延びている。第2延長部156は、感温ダイオード40Pの第2電極42Pを構成している。

[0270] 第2貫通配線162は、第2配線152と第2半導体領域45Pとを接続する配線である。図示された例においては、第2貫通配線162は、z方向から視て、第2領域接続部155と第2半導体領域45Pとの双方と重なる位置に配置されている。なお、第2貫通配線162は、複数設けられていてもよい。第2貫通配線162は、第1ダイオードセル40Aの第2測長用パターン47Pとは異なる位置に配置されている。

[0271] ・各実施形態において、隣接領域21Pの範囲は、図2の二点鎖線で囲まれたエミッタ電極21の領域に限られず、任意に変更可能である。隣接領域21Pは、エミッタ電極21のうち感温ダイオード40Pと隣接する領域であればよい。このため、たとえば隣接領域21Pは、エミッタ電極21のうち感温ダイオード40Pに対してx方向の一方側に隣接する領域から構成されていてもよいし、エミッタ電極21のうち感温ダイオード40Pに対してy方向の一方側に隣接する領域から構成されていてもよい。つまり、隣接領域21Pは、感温ダイオード40Pの一部と隣接する領域であればよい。

[0272] ・各実施形態において、半導体装置 10 から保護ダイオード 40Q, 110 を省略してもよい。

・各実施形態において、電流センス電極 24 を省略してもよい。また、電流センス電極パッド 15 およびエミッタセンス電極パッド 16 の少なくとも一方を省略してもよい。

[0273] ・各実施形態において、保護絶縁膜 17 を省略してもよい。

・各実施形態において、半導体装置 10 は、エミッタ電極 21 とは別に設けられたカソード電極を備えていてもよい。カソード電極には、感温ダイオード 40P (100) の第 2 電極 42P (100N) が電氣的に接続されている。またカソード電極には、保護ダイオード 40Q (11) の第 1 電極 41Q (110M) が電氣的に接続されている。

[0274] ・各実施形態では、半導体装置 10 を IGBT として具体化した、これに限られず、半導体装置 10 は SiCMOSFET (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor) または SiMOSFET であってもよい。

[0275] 本開示で使用される「～上に」という用語は、文脈によって明らかにそうでないことが示されない限り、「～上に」と「～の上方に」の意味を含む。したがって、「A が B 上に形成される」という表現は、本実施形態では A が B に接触して B 上に直接配置され得るが、変更例として、A が B に接触することなく B の上方に配置され得ることが意図される。すなわち、「～上に」という用語は、A と B との間に他の部材が形成される構造を排除しない。

[0276] 本開示で使用される z 方向は必ずしも鉛直方向である必要はなく、鉛直方向に完全に一致している必要もない。したがって、本開示による種々の構造は、本明細書で説明される z 方向の「上」および「下」が鉛直方向の「上」および「下」であることに限定されない。例えば、x 方向が鉛直方向であってもよく、または y 方向が鉛直方向であってもよい。

[0277] 本明細書における記述「A 及び B の少なくとも一方」は、「A のみ、または、B のみ、または、A と B の両方」を意味するものとして理解されたい。

[付記]

上記各実施形態および上記各変更例から把握できる技術的思想を以下に記載する。なお、各付記に記載された構成要素に対応する実施形態の構成要素の符号を括弧書きで示す。符号は、理解の補助のために例として示すものであり、各付記に記載された構成要素は、符号で示される構成要素に限定されるべきではない。

[0278] (付記 A 1)

半導体層 (30) と、

前記半導体層 (30) に設けられたセル (18A) と、

前記セル (18A) を覆う絶縁膜 (38, 39) と、

前記絶縁膜 (38, 39) に積層されたメイン電極部 (21) と、

温度を検出するためのものであって、第1電極 (41P) および第2電極 (42P) を有する感温ダイオード (40P) と、

前記第1電極 (41P) を外部に接続するためのダイオード用接続電極 (22) と、を備え、

前記メイン電極部 (21) は、

当該メイン電極部 (21) を外部に接続するための第1導電部材 (CB) が接合される領域であって、前記第2電極 (42P) と電氣的に接続される第1接合領域 (11) と、

前記半導体層 (30) の厚さ方向 (z方向) から視て、前記第1接合領域 (11) とは異なる領域に設けられ、前記第2電極 (42P) を外部に接続するための第2導電部材 (CWA) が接合される第2接合領域 (12) と、を有し、

前記半導体層 (30) の厚さ方向 (z方向) から視て、前記セル (18A) は、前記半導体層 (30) のうち前記第1接合領域 (11) と重なる第1半導体領域 (RE) と、前記第2接合領域 (12) と重なる第2半導体領域 (RK) との双方に設けられている

半導体装置。

[0279] (付記 A 2)

前記第1接合領域(11)は、前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記感温ダイオード(40P)の一部と隣り合う隣接領域(21P)を含み、

前記第2電極(42P)と前記隣接領域(21P)と接続する第2電極用接続配線(72)を備えている

付記A1に記載の半導体装置。

[0280] (付記A3)

前記感温ダイオード(40P)と隣り合い、かつ前記隣接領域(21P)とは異なる位置に設けられた配線引き出し領域(21ba)を有し、

前記第1電極(41P)に接続された第1電極用接続配線(71)は、前記配線引き出し領域(21ba)を通して前記ダイオード用接続電極(22)に接続されている

付記A2に記載の半導体装置。

[0281] (付記A4)

前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記半導体層(30)のうち前記ダイオード用接続電極(22)と重なる領域には、前記セル(18A)が形成されていない

付記A1～A3のいずれか1つに記載の半導体装置。

[0282] (付記A5)

前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記半導体層(30)は矩形状に形成され、

前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記第2接合領域(12)と前記ダイオード用接続電極(22)とは、前記半導体層(30)の一辺に沿って並んで配置されている

付記A1～A4のいずれか1つに記載の半導体装置。

[0283] (付記A6)

前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記ダイオード用接続電極(22)は、前記第2接合領域(12)に対して前記感温ダイオー

ド（４０Ｐ）寄りに配置されている

付記Ａ５に記載の半導体装置。

[0284] （付記Ａ７）

前記半導体装置（１０）は、前記メイン電極部（２１）を覆う保護絶縁膜（１７）を備え、

前記保護絶縁膜（１７）は、

前記第１接合領域（１１）を露出する第１開口部（１７Ａ）と、

前記第２接合領域（１２）を露出する第２開口部（１７Ｂ）と、

前記第１開口部（１７Ａ）と前記第２開口部（１７Ｂ）との間を隔てるように配置された隔壁領域（１７ａ）と、

を有している

付記Ａ１～Ａ６のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0285] （付記Ａ８）

前記半導体装置（１０）は、前記メイン電極部（２１）を覆う保護絶縁膜（１７）を備え、

前記保護絶縁膜（１７）は、前記第１接合領域（１１）と前記第２接合領域（１２）とを互いに連通した状態で露出する開口部（１７Ｇ）を有している

付記Ａ１～Ａ６のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0286] （付記Ａ９）

前記セルは、メインセル（１８Ａ）であり、

前記感温ダイオード（４０Ｐ）は、前記絶縁膜（３８）の表面（３８ａ）に形成されたダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）を備え、

前記ダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）は、

第１導電型の第１ダイオード用半導体領域（４４Ｐ）と、

前記第１ダイオード用半導体領域（４４Ｐ）を囲む環状に形成された第２導電型の第２ダイオード用半導体領域（４５Ｐ）と、を有している

付記Ａ１～Ａ８のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0287] (付記 A 1 0)

前記半導体装置 (1 0) は、
前記感温ダイオード (4 0 P) を覆う中間絶縁膜 (3 9) と、
前記中間絶縁膜 (3 9) の表面 (3 9 b) に形成され、前記第 1 ダイオード用半導体領域 (4 4 P) および前記第 2 ダイオード用半導体領域 (4 5 P) に電氣的に接続されている配線 (5 1 ~ 5 5) と、を備える
付記 A 9 に記載の半導体装置。

[0288] (付記 A 1 1)

前記ダイオードセル (4 0 A ~ 4 0 D) は、複数設けられ、
前記複数のダイオードセル (4 0 A ~ 4 0 D) は、互いに直列に接続されている
付記 A 9 または A 1 0 に記載の半導体装置。

[0289] (付記 A 1 2)

前記複数のダイオードセル (4 0 A ~ 4 0 D) は、前記半導体層 (3 0) の厚さ方向 (z 方向) から視て、一列に配列されている
付記 A 1 1 に記載の半導体装置。

[0290] (付記 A 1 3)

前記半導体装置 (1 0) は、前記感温ダイオード (4 0 P) に対して逆並列に接続された保護ダイオード (4 0 Q) を備える
付記 A 1 ~ A 1 2 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

[0291] (付記 A 1 4)

前記半導体装置 (1 0) は、I G B T であり、
前記メイン電極部は、エミッタ電極 (2 1) であり、
前記第 1 電極 (4 1 P) は、アノード電極であり、
前記第 2 電極 (4 2 P) は、カソード電極である
付記 A 1 ~ A 1 3 のいずれか 1 つに記載の半導体装置。

[0292] (付記 A 1 5)

前記半導体装置 (1 0) は、S i C M O S F E T であり、

前記メイン電極部（２１）は、ソース電極であり、
前記第１電極（４１Ｐ）は、アノード電極であり、
前記第２電極（４２Ｐ）は、カソード電極である
付記Ａ１～Ａ１３のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0293] （付記Ｂ１）

半導体層（３０）と、

前記半導体層（３０）の表面（３０ｓ）に形成された絶縁膜（３８，３９）と、

前記半導体層（３０）に設けられたメインセル（１８Ａ）を有するメインセル領域（１８）と、

前記メインセル領域（１８）とは別の領域に設けられ、温度を検出するための感温ダイオード（４０Ｐ）と、を備え、

前記感温ダイオード（４０Ｐ）は、前記絶縁膜（３８）の表面（３８ａ）に薄膜状に形成された第１導電型の第１半導体領域（４４Ｐ）と、前記絶縁膜（３８）の表面（３８ａ）に薄膜状に形成された第２導電型の第２半導体領域（４５Ｐ）と、によって構成されたダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）を有し、

前記第２半導体領域（４５Ｐ）は、前記第１半導体領域（４４Ｐ）を囲む環状に形成されており、

前記第２半導体領域（４５Ｐ）の内側面（４５Ｐａ）は、前記第１半導体領域（４４Ｐ）と接合している半導体装置。

[0294] （付記Ｂ２）

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から見た前記第１半導体領域（４４Ｐ）の形状は円形であり、

前記第２半導体領域（４５Ｐ）は、

前記第１半導体領域（４４Ｐ）の円周面（４４Ｐａ）に対して全周にわたって接合された内周面（４５Ｐａ）と、

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から見て四角形状に形成され

た外側面（４５Ｐｂ）と、を有する

付記Ｂ１に記載の半導体装置。

[0295] （付記Ｂ３）

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視た前記第１半導体領域（４４Ｐ）の形状は四角形であり、

前記第２半導体領域（４５Ｐ）は、

前記第１半導体領域（４４Ｐ）の外側面（４４Ｐａ）に対して全面にわたって接合された内側面（４５Ｐａ）と、

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て四角形状に形成された外側面（４５Ｐｂ）と、を有する

付記Ｂ１に記載の半導体装置。

[0296] （付記Ｂ４）

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第１半導体領域（４４Ｐ）の各角部（４４Ｐｄ）は湾曲しており、

前記第２半導体領域（４５Ｐ）の内側面（４５Ｐａ）の角部（４５Ｐｄ）は、前記第１半導体領域（４４Ｐ）の各角部（４４Ｐｄ）と接するように当該各角部（４４Ｐｄ）に対応させて湾曲している

付記Ｂ３に記載の半導体装置。

[0297] （付記Ｂ５）

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第１半導体領域（４４Ｐ）の各辺は、前記第２半導体領域（４５Ｐ）の外側面（４５Ｐｂ）を構成する各辺に対して傾斜している

付記Ｂ３に記載の半導体装置。

[0298] （付記Ｂ６）

前記半導体装置（１０）は、

前記感温ダイオード（４０Ｐ）を覆う中間絶縁膜（３９）と、

前記中間絶縁膜（３９）の表面（３９ｂ）に形成された第１配線（５１）および第２配線（５２）と、

前記中間絶縁膜（３９）を貫通して前記第１配線（５１）と前記第１半導体領域（４４Ｐ）とを接続する第１貫通配線（８１Ｐ）と、

前記中間絶縁膜（３９）を貫通して前記第２配線（５２）と前記第２半導体領域（４５Ｐ）とを接続する第２貫通配線（８２Ｐ）と、を備える

付記Ｂ１～Ｂ５のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0299] （付記Ｂ７）

前記第１配線（５１）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第１半導体領域（４４Ｐ）と重なる位置に設けられた第１領域接続部（５１Ａ）と、前記第１領域接続部（５１Ａ）から前記第１半導体領域（４４Ｐ）の外部に向けて延びる第１延長部（５１Ｂ）と、を有し、

前記第２配線（５２）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第２半導体領域（４５Ｐ）と重なる位置に設けられた第２領域接続部（５２Ａ）と、前記第２領域接続部（５２Ａ）から前記第２半導体領域（４５Ｐ）の外部に向けて延びる第２延長部（５２Ｂ）と、を有する

付記Ｂ６に記載の半導体装置。

[0300] （付記Ｂ８）

前記第２領域接続部（５２Ａ）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第１領域接続部（５１Ａ）の一部を囲み、かつ前記第１延長部（５１Ｂ）と接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されている

付記Ｂ７に記載の半導体装置。

[0301] （付記Ｂ９）

前記感温ダイオード（４０Ｐ）は、互いに直列に接続された状態で一方方向に配列された複数のダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）を有する

付記Ｂ１～Ｂ５のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0302] （付記Ｂ１０）

前記複数のダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）は、前記複数のダイオードセル（４０Ａ～４０Ｄ）の配列方向に隣り合う第１ダイオードセル（４０Ａ

）および第2ダイオードセル（40B）を含み、
前記半導体装置（10）は、
前記感温ダイオード（40P）を覆う中間絶縁膜（39）と、
前記中間絶縁膜（39）の表面（39b）に形成され、前記第1ダイオードセル（40A）の前記第1半導体領域（44P）に接続されている第1配線（51）と、
前記中間絶縁膜（39）の表面（39b）に形成され、前記第1配線（51）と絶縁された第2配線（52）と、を含み、
前記第2配線（52）は、前記第1ダイオードセル（40A）の前記第2半導体領域（45P）と、前記第2ダイオードセル（40B）の前記第1半導体領域（44P）とを電氣的に接続している
付記B9に記載の半導体装置。

[0303] （付記B11）

前記第2配線（52）は、
前記半導体層（30）の厚さ方向（z方向）から視て、前記第1ダイオードセル（40A）の前記第2半導体領域（45P）と重なる位置に設けられ、前記第1ダイオードセル（40A）の前記第2半導体領域（45P）と電氣的に接続された第1パーツ（56）と、
前記半導体層（30）の厚さ方向（z方向）から視て、前記第2ダイオードセル（40B）の前記第1半導体領域（44P）と重なる位置に設けられ、前記第2ダイオードセル（40B）の前記第1半導体領域（44P）と電氣的に接続された第2パーツ（57）と、
前記第1パーツ（56）と前記第2パーツ（57）とを接続する接続パーツ（58）と、を含む
付記B10に記載の半導体装置。

[0304] （付記B12）

前記感温ダイオード（40P）が配置されるダイオード配置部（21b）における前記配列方向の両端部には、第1配線引き出し領域（21ba）お

よび第2配線引き出し領域(21bb)が設けられており、

前記複数のダイオードセル(40A~40D)は、前記配列方向の両端に設けられている第1端セル(40A)と、第2端セル(40D)と、を含み、

前記第1端セル(40A)は、前記第2配線引き出し領域(21bb)寄りに配置され、

前記第2端セル(40B)は、前記第1配線引き出し領域(21ba)寄りに配置され、

前記半導体装置(10)は、

前記感温ダイオード(40P)を覆う中間絶縁膜(39)と、

前記中間絶縁膜(39)の表面(39b)に形成された配線であって、前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記第1端セル(40A)の前記第1半導体領域(44P)と重なる位置に設けられた第1端接続部(51A)と、前記第1端接続部(51A)から前記第1端セル(40A)の前記第1半導体領域(44P)の外部に延びて前記感温ダイオード(40P)の第1電極(41P)を構成する第1端延長部(51B)と、を有する第1端配線(51)と、

前記第1端延長部(51B)と接続され、かつ前記第1配線引き出し領域(21ba)を通る第1接続線(71)と、

前記中間絶縁膜(39)の表面(39b)に形成された配線であって、前記半導体層(30)の厚さ方向(z方向)から視て、前記第2端セル(40D)の前記第1半導体領域(44P)と重なる位置に設けられた第2端接続部(55A)と、前記第2端接続部(55A)から前記第2端セル(40D)の前記第1半導体領域(44P)の外部に延びて前記感温ダイオード(40P)の第2電極(42P)を構成する第2端延長部(55B)と、を有する第2端配線(55)と、

前記第2端延長部(55B)と接続され、かつ前記第2配線引き出し領域(21bb)を通る第2接続線(72)と、を備える

付記 B 1 0 または B 1 1 に記載の半導体装置。

[0305] (付記 B 1 3)

前記ダイオードセルは、第 1 ダイオードセル (4 0 A) であり、

前記感温ダイオード (4 0 P) は、前記第 1 ダイオードセル (4 0 A) とは別に設けられた第 2 ダイオードセル (4 0 B) を有し、

前記第 2 ダイオードセル (4 0 B) は、前記絶縁膜 (3 8) の表面 (3 8 a) に薄膜状に形成された第 1 導電型の第 3 半導体領域 (1 0 3) と、前記絶縁膜 (3 8) の表面 (3 8 a) に薄膜状に形成された第 2 導電型の第 4 半導体領域 (1 0 4) と、によって構成されており、

前記第 3 半導体領域 (1 0 3) は、前記第 2 半導体領域 (1 0 2) を囲む環状に形成されており、前記第 2 半導体領域 (1 0 2) の外側面 (1 0 2 b) に接合された内側面 (1 0 3 a) を有し、

前記第 4 半導体領域 (1 0 4) は、前記第 3 半導体領域 (1 0 3) を囲む環状に形成されており、前記第 3 半導体領域 (1 0 3) の外側面 (1 0 3 b) に接合された内側面 (1 0 4 a) を有する

付記 B 1 に記載の半導体装置。

[0306] (付記 B 1 4)

前記半導体装置 (1 0) は、

前記感温ダイオード (4 0 P) を覆う中間絶縁膜 (3 9) と、

前記中間絶縁膜 (3 9) の表面 (3 9 b) に形成され、前記第 1 半導体領域 (1 0 1) と重なる位置に設けられた第 1 配線 (1 2 1) と、

前記中間絶縁膜 (3 9) の表面 (3 9 b) に形成され、前記第 2 半導体領域 (1 0 2) および前記第 3 半導体領域 (1 0 3) の双方と重なる位置に設けられた第 2 配線 (1 2 2) と、

前記中間絶縁膜 (3 9) の表面 (3 9 b) に形成され、前記第 4 半導体領域 (1 0 4) と重なる位置に設けられた第 3 配線 (1 0 3) と、

前記中間絶縁膜 (3 9) を貫通して前記第 1 配線 (1 2 1) と前記第 1 半導体領域 (1 0 1) とを接続する第 1 貫通配線 (1 2 6 A) と、

前記中間絶縁膜（３９）を貫通して前記第２配線（１２２）と前記第２半導体領域（１０２）とを接続する第２貫通配線（１２６Ｂ）と、

前記中間絶縁膜（３９）を貫通して前記第２配線（１２２）と前記第３半導体領域（１０３）とを接続する第３貫通配線（１２６Ｃ）と、

前記中間絶縁膜（３９）を貫通して前記第３配線（１２３）と前記第４半導体領域（１０４）とを接続する第４貫通配線（１２６Ｄ）と、を備える

付記Ｂ１３に記載の半導体装置。

[0307] （付記Ｂ１５）

前記第１配線（１２１）は、第１領域接続部（１２１Ａ）と、第１延長部（１２１Ｂ）と、を有し、

前記第１領域接続部（１２１Ａ）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ z 方向）から視て、前記第１半導体領域（１０１）と重なる位置に設けられ、前記第１貫通配線（１２６Ａ）と接続されており、

前記第１延長部（１２１Ｂ）は、前記第１領域接続部（１２１Ａ）から前記第１半導体領域（１０１）の外部に向けて延びており、

前記第２配線（１２２）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ z 方向）から視て、前記第１領域接続部（１２１Ａ）の一部を囲み、かつ前記第１延長部（１２１Ｂ）と接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されており、

前記第３配線（１２３）は、前記半導体層（３０）の厚さ方向（ z 方向）から視て、前記第２配線（１２２）の径方向外側の離間した位置に設けられ、かつ前記第１延長部（１２１Ｂ）と接触しないように隙間を有する開いた環状に形成されている

付記Ｂ１４に記載の半導体装置。

[0308] （付記Ｂ１６）

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ z 方向）から視た前記第１半導体領域（１０１）の形状は円形であり、

前記第２半導体領域（１０２）は、前記第１半導体領域（１０１）の円周

面（１０１ａ）に対して全周にわたって接合された内周面（１０２ａ）を有する円環状であり、

前記第３半導体領域（１０３）は、前記第２半導体領域（１０２）を囲む円環状に形成されており、前記第２半導体領域（１０２）の外周面（１０２ｂ）に対して全周にわたって接合された内周面（１０３ａ）を有し、

前記第４半導体領域（１０４）は、前記第３半導体領域（１０３）を囲む円環状に形成されており、前記第３半導体領域（１０３）の外周面（１０３ｂ）に対して全周にわたって接合された内周面（１０４ａ）を有し、

前記半導体層（３０）の厚さ方向（ｚ方向）から視て、前記第１半導体領域（１０１）と、前記第２半導体領域（１０２）と、前記第３半導体領域（１０３）と、前記第４半導体領域（１０４）とは、同心円状に設けられている

付記Ｂ１３～Ｂ１５のいずれか１つに記載の半導体装置。

[0309] （付記Ｂ１７）

前記半導体装置（１０）は、前記感温ダイオード（４０Ｐ）と逆並列に接続された保護ダイオード（４０Ｑ）を備えている

付記Ｂ１～Ｂ１６のいずれか１つに記載の半導体装置。

符号の説明

[0310] １０…半導体装置

１０ｃｅ…端部

１１…エミッタ電極パッド（第１接合領域）

１２…カソード電極パッド（第２接合領域）

１７…保護絶縁膜

１７Ａ…第１開口部

１７Ｂ…第２開口部

１７Ｇ…開口部

１７ａ…隔壁領域

１８…メインセル領域（セル領域）

1 8 A …メインセル（セル）
2 1 …エミッタ電極（メイン電極部）
2 1 P …隣接領域
2 1 b …ダイオード配置部
2 1 b a …第 1 配線引き出し領域
2 1 b b …第 2 配線引き出し領域
2 2 …アノード電極（ダイオード用接続電極）
3 0 …半導体基板（半導体層）
3 0 s …基板表面（半導体層の表面）
3 8 …絶縁膜
3 8 A …絶縁膜
3 8 A a …表面
3 9 …中間絶縁膜
3 9 b …表面
4 0 P …感温ダイオード
4 0 A …第 1 ダイオードセル（第 1 端セル）
4 0 B …第 2 ダイオードセル
4 0 C …第 3 ダイオードセル
4 0 D …第 4 ダイオードセル（第 2 端セル）
4 0 Q …保護ダイオード
4 1 P …第 1 電極
4 2 P …第 2 電極
4 4 P …第 1 半導体領域
4 4 P a …円周面
4 4 P c …外側面
4 4 P d …角部
4 5 P …第 2 半導体領域
4 5 P a …内周面

4 5 P b …外側面
4 5 P c …内側面
5 0 …
5 1 …第 1 配線
5 1 A …第 1 領域接続部（第 1 端接続部）
5 1 B …第 1 延長部（第 1 端延長部）
5 2 …第 2 配線
5 3 …第 3 配線
5 5 …第 5 配線
5 5 A …第 5 領域接続部（第 2 端接続部）
5 5 B …第 5 延長部（第 2 端延長部）
5 6 …第 1 パーツ
5 7 …第 2 パーツ
5 8 …接続パーツ
7 1 …第 1 接続線（第 1 電極用接続配線）
7 2 …第 2 接続線（第 2 電極用接続配線）
8 1 P …第 1 貫通配線
8 2 P …第 2 貫通配線
8 3 P …第 3 貫通配線
8 4 P …第 4 貫通配線
1 0 0 …感温ダイオード
1 0 0 A …第 1 ダイオードセル（ダイオードセル）
1 0 0 B …第 2 ダイオードセル
1 0 0 M …第 1 電極
1 0 0 N …第 2 電極
1 0 1 …第 1 半導体領域
1 0 1 a …円周面
1 0 2 …第 2 半導体領域

1 0 2 a …内周面
1 0 2 b …外周面
1 0 3 …第3半導体領域
1 0 3 a …内周面
1 0 3 b …外周面
1 0 4 …第4半導体領域
1 0 4 a …内周面
1 0 4 b …外周面
1 1 0 …保護ダイオード
1 2 1 …第1配線
1 2 1 A …第1領域接続部
1 2 1 B …第1延長部
1 2 2 …第2配線
1 2 3 …第3配線
1 2 4 …第4配線
1 2 5 …第5配線
1 2 5 A …第5領域接続部
1 2 5 B …第5延長部
1 2 6 A …第1貫通配線
1 2 6 B …第2貫通配線
1 2 6 C …第3貫通配線
1 2 6 D …第4貫通配線
1 4 1 …第1接続線
1 4 2 …第2接続線
1 5 1 …第1配線
1 5 2 …第2配線
1 5 3 …第1領域接続部
1 5 4 …第1延長部

1 5 5 …第 2 領域接続部

1 5 6 …第 2 延長部

1 6 1 …第 1 貫通配線

1 6 2 …第 2 貫通配線

C B …第 1 導電部材

C W A …第 2 導電部材

R A …第 1 接合領域

R B …第 2 接合領域

R E …領域（第 1 半導体領域）

R K …領域（第 2 半導体領域）

請求の範囲

[請求項1]

半導体層と、
前記半導体層に設けられたセルと、
前記セルを覆う絶縁膜と、
前記絶縁膜に積層されたメイン電極部と、
温度を検出するためのものであって、第1電極および第2電極を有する感温ダイオードと、
前記第1電極を外部に接続するためのダイオード用接続電極と、
を備え、
前記メイン電極部は、
当該メイン電極部を外部に接続するための第1導電部材が接合される領域であって、前記第2電極と電氣的に接続される第1接合領域と、
、
前記半導体層の厚さ方向から視て、前記第1接合領域とは異なる領域に設けられ、前記第2電極を外部に接続するための第2導電部材が接合される第2接合領域と、
を有し、
前記半導体層の厚さ方向から視て、前記セルは、前記半導体層のうち前記第1接合領域と重なる第1半導体領域と、前記第2接合領域と重なる第2半導体領域との双方に設けられている
半導体装置。

[請求項2]

前記第1接合領域は、前記半導体層の厚さ方向から視て、前記感温ダイオードの一部と隣り合う隣接領域を含み、
前記第2電極と前記隣接領域と接続する第2電極用接続配線を備えている
請求項1に記載の半導体装置。

[請求項3]

前記感温ダイオードと隣り合い、かつ前記隣接領域とは異なる位置に設けられた配線引き出し領域を有し、

前記第 1 電極に接続された第 1 電極用接続配線は、前記配線引き出し領域を通して前記ダイオード用接続電極に接続されている

請求項 2 に記載の半導体装置。

[請求項 4] 前記半導体層の厚さ方向から視て、前記半導体層のうち前記ダイオード用接続電極と重なる領域には、前記セルが形成されていない

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項 5] 前記半導体層の厚さ方向から視て、前記半導体層は矩形状に形成され、

前記半導体層の厚さ方向から視て、前記第 2 接合領域と前記ダイオード用接続電極とは、前記半導体層の一辺に沿って並んで配置されている

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項 6] 前記半導体層の厚さ方向から視て、前記ダイオード用接続電極は、前記第 2 接合領域に対して前記感温ダイオード寄りに配置されている

請求項 5 に記載の半導体装置。

[請求項 7] 前記半導体装置は、前記メイン電極部を覆う保護絶縁膜を備え、前記保護絶縁膜は、

前記第 1 接合領域を露出する第 1 開口部と、

前記第 2 接合領域を露出する第 2 開口部と、

前記第 1 開口部と前記第 2 開口部との間を隔てるように配置された隔壁領域と、

を有している

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項 8] 前記半導体装置は、前記メイン電極部を覆う保護絶縁膜を備え、

前記保護絶縁膜は、前記第 1 接合領域と、前記第 2 接合領域と、前記第 1 接合領域と前記第 2 接合領域との間の領域とを露出する開口部を有している

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の半導体装置。

- [請求項9] 前記セルは、メインセルであり、
 前記感温ダイオードは、前記絶縁膜の表面に形成されたダイオードセルを備え、
 前記ダイオードセルは、
 第1導電型の第1ダイオード用半導体領域と、
 前記第1ダイオード用半導体領域を囲む環状に形成された第2導電型の第2ダイオード用半導体領域と、
 を有している
 請求項1～8のいずれか一項に記載の半導体装置。
- [請求項10] 前記半導体装置は、
 前記感温ダイオードを覆う中間絶縁膜と、
 前記中間絶縁膜の表面に形成され、前記第1ダイオード用半導体領域および前記第2ダイオード用半導体領域に電氣的に接続されている配線と、
 を備える
 請求項9に記載の半導体装置。
- [請求項11] 前記ダイオードセルは、複数設けられ、
 前記複数のダイオードセルは、互いに直列に接続されている
 請求項9または10に記載の半導体装置。
- [請求項12] 前記複数のダイオードセルは、前記半導体層の厚さ方向から見て、
 一列に配列されている
 請求項11に記載の半導体装置。
- [請求項13] 前記半導体装置は、前記感温ダイオードに対して逆並列に接続された保護ダイオードを備える
 請求項1～12のいずれか一項に記載の半導体装置。
- [請求項14] 前記半導体装置は、IGBTであり、
 前記メイン電極部は、エミッタ電極であり、
 前記第1電極は、アノード電極であり、

前記第 2 電極は、カソード電極である

請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項15]

前記半導体装置は、S i C M O S F E Tであり、

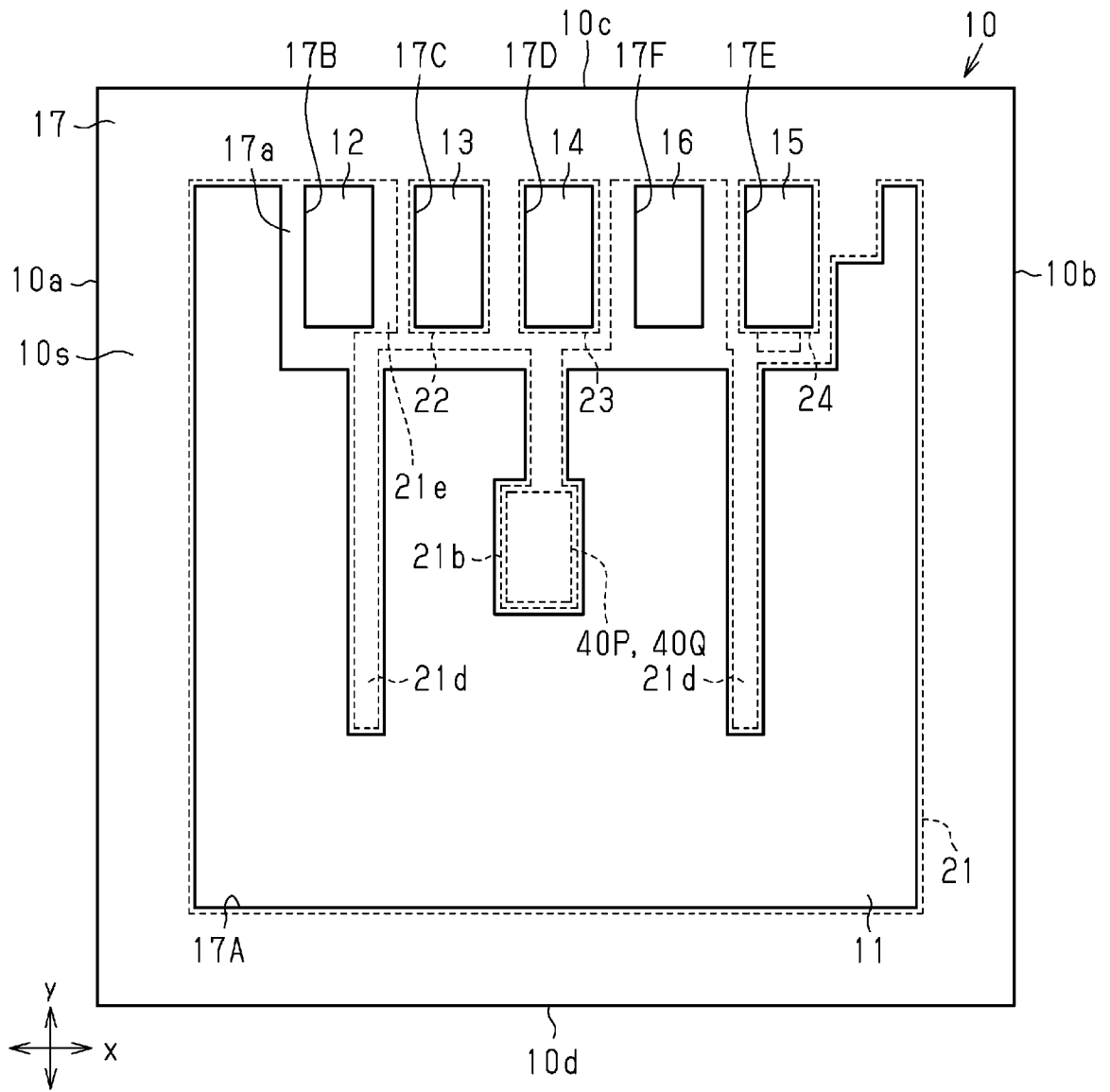
前記メイン電極部は、ソース電極であり、

前記第 1 電極は、アノード電極であり、

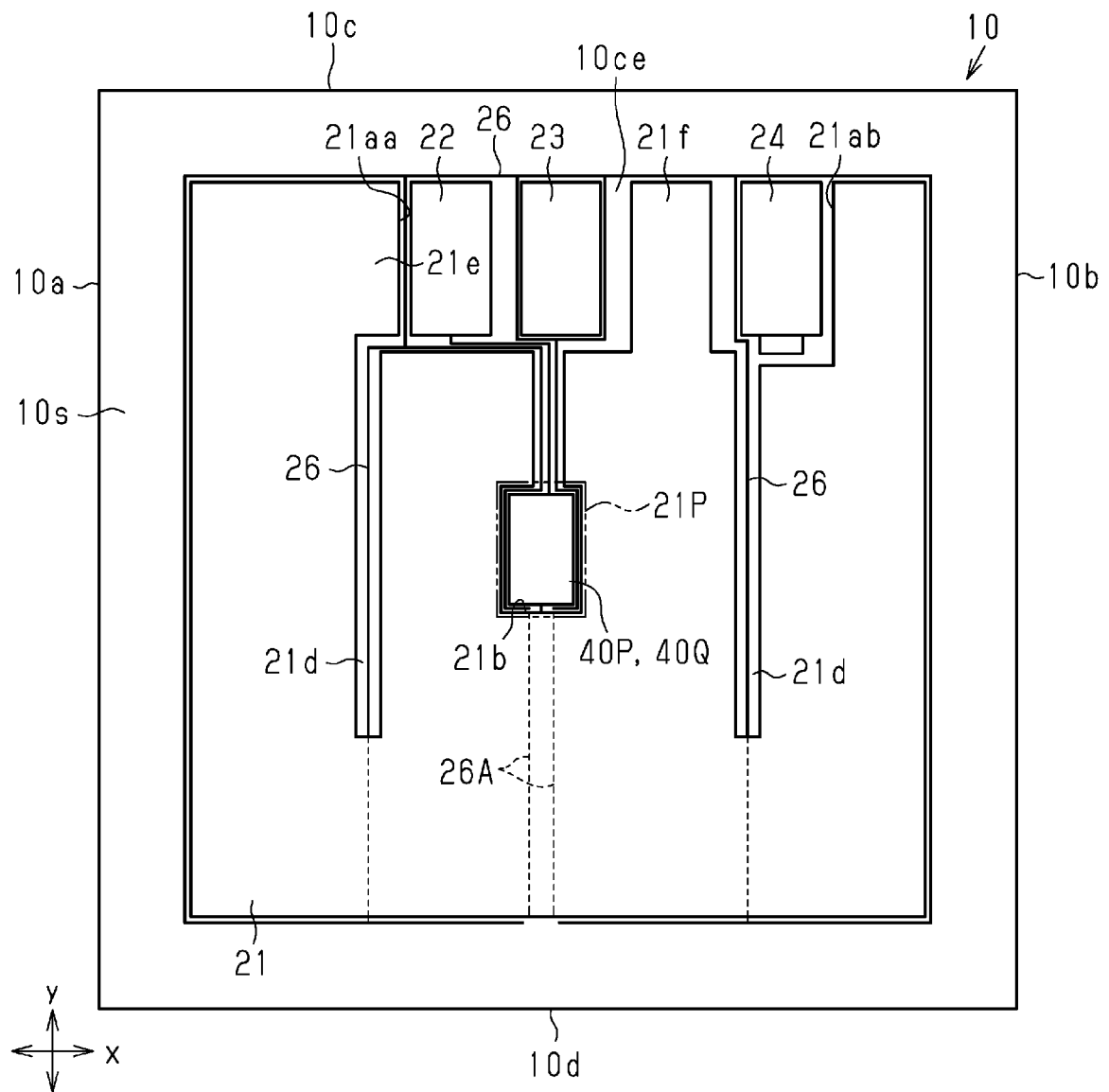
前記第 2 電極は、カソード電極である

請求項 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

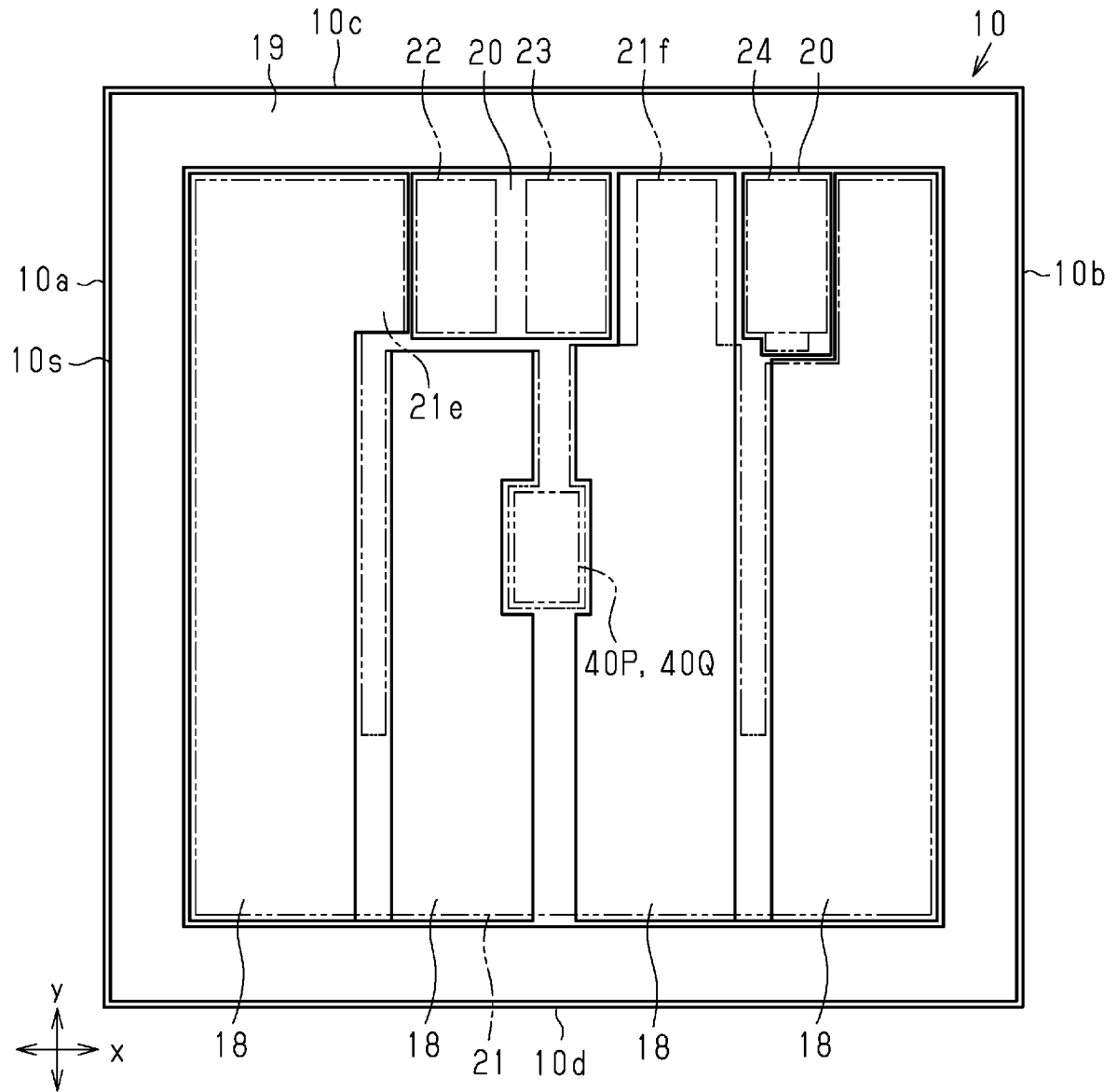
[図1]



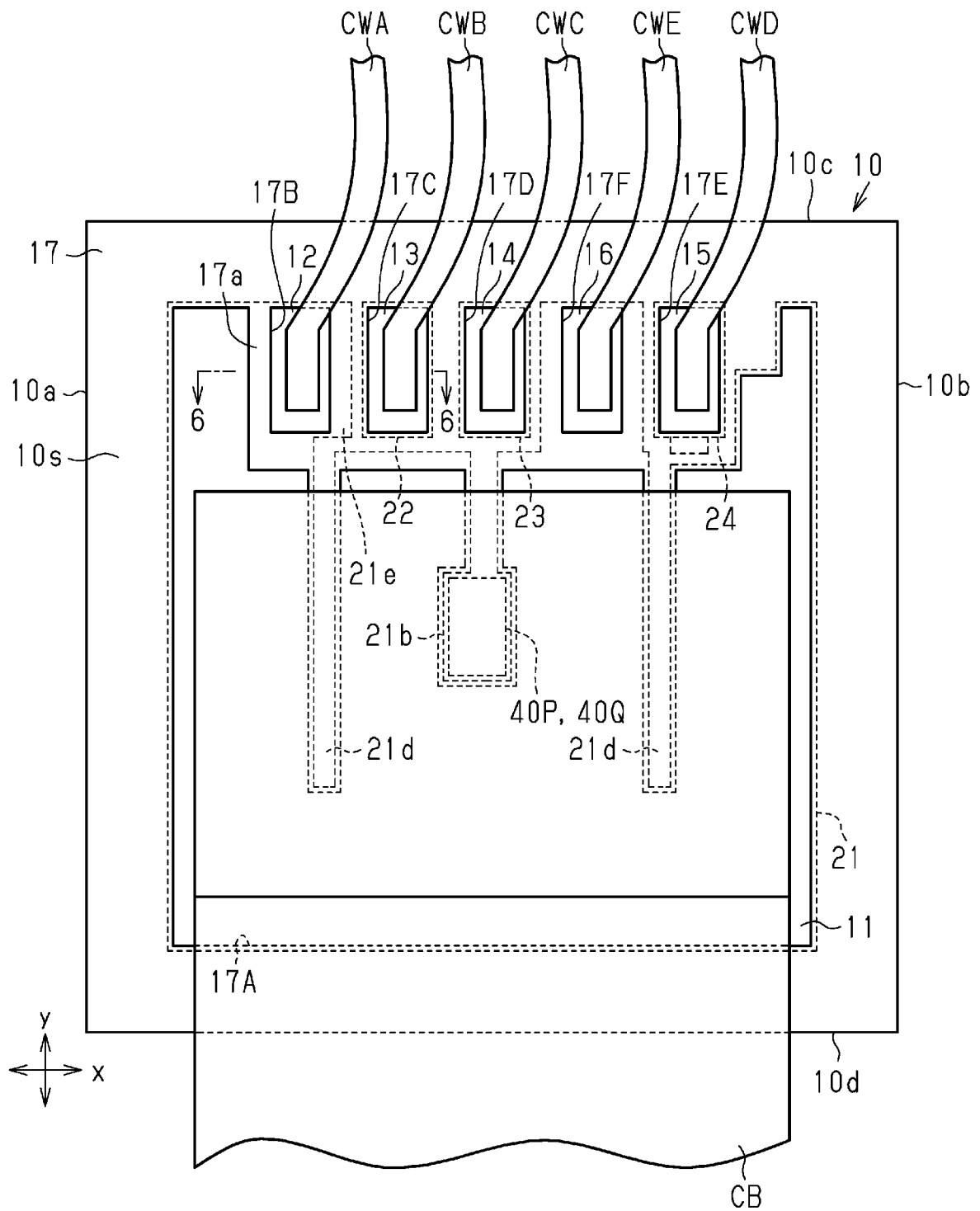
[図2]



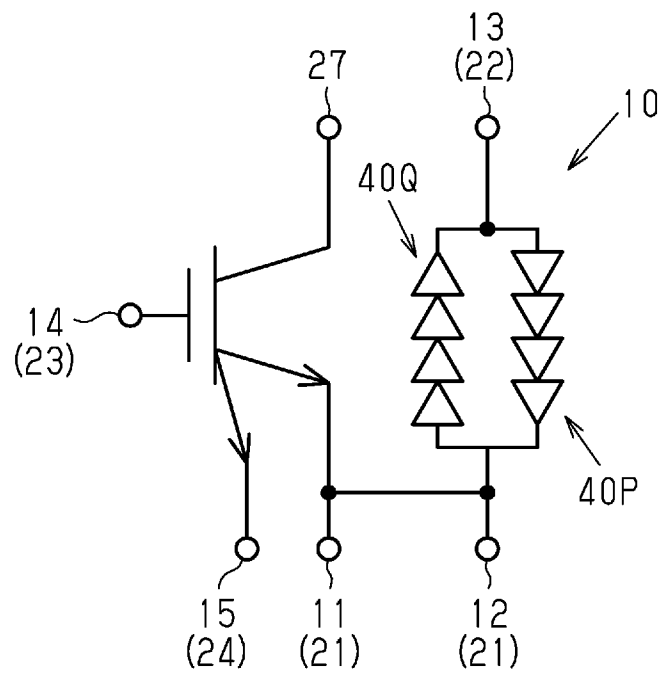
[図3]



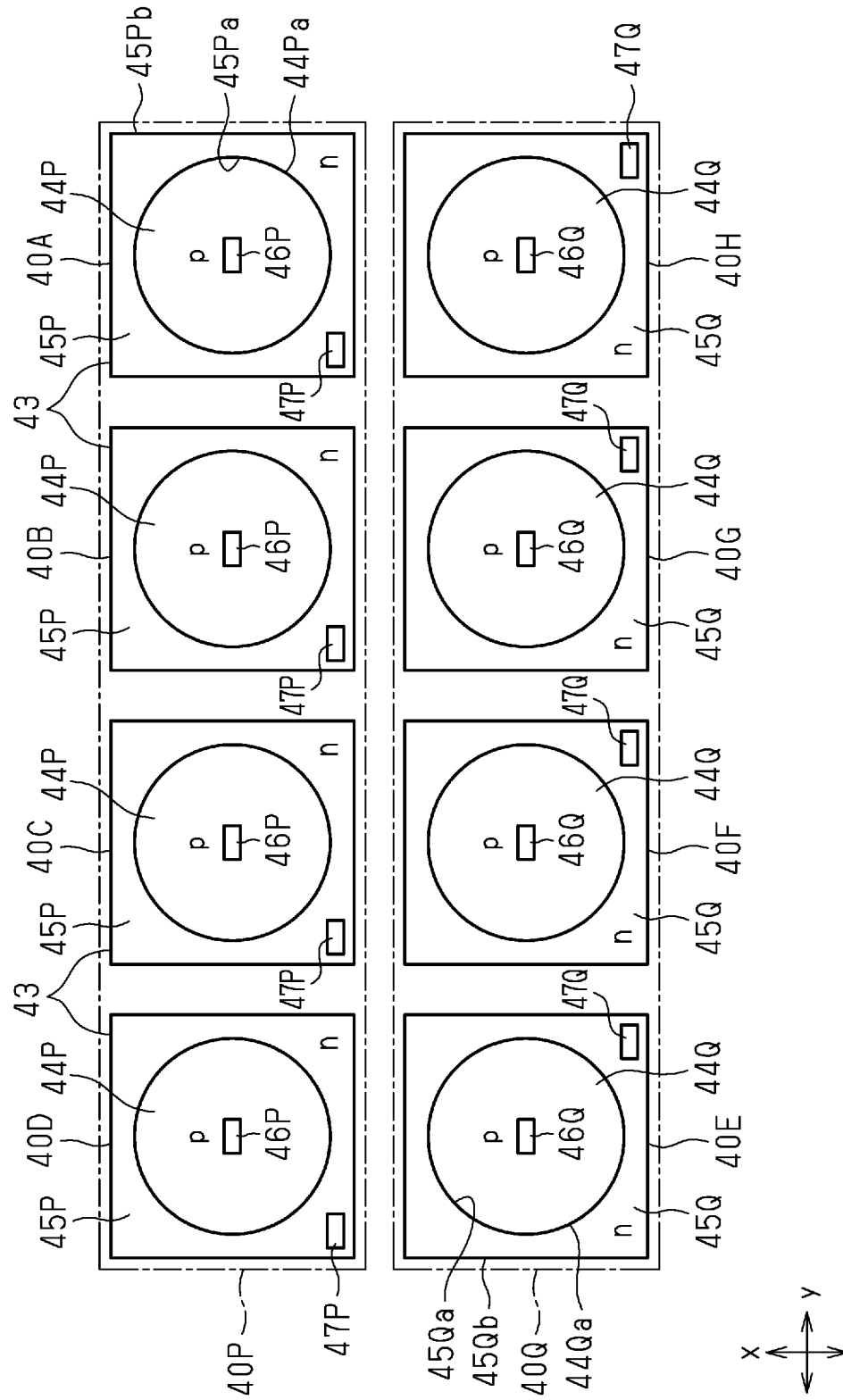
[図4]



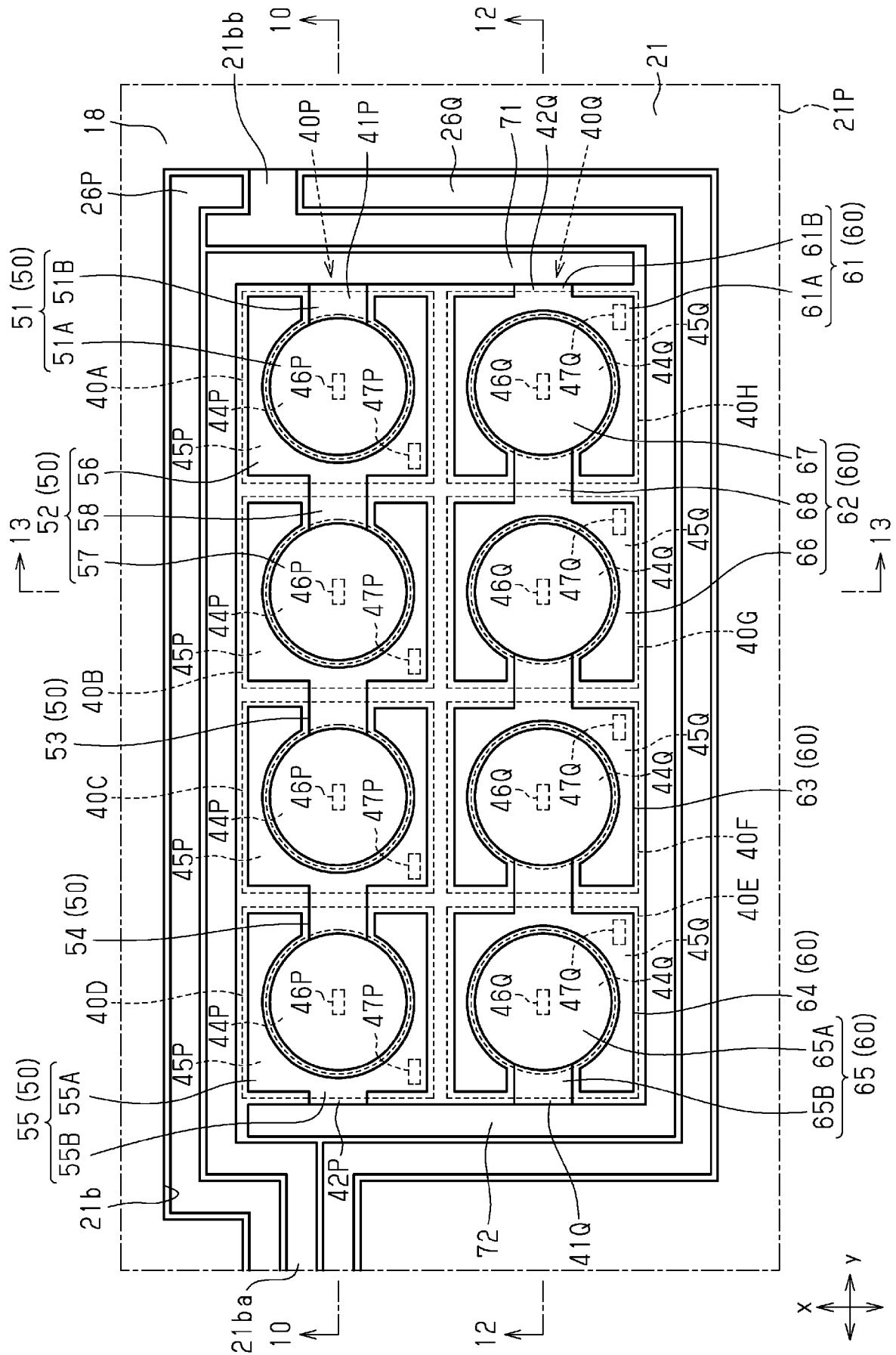
[図7]



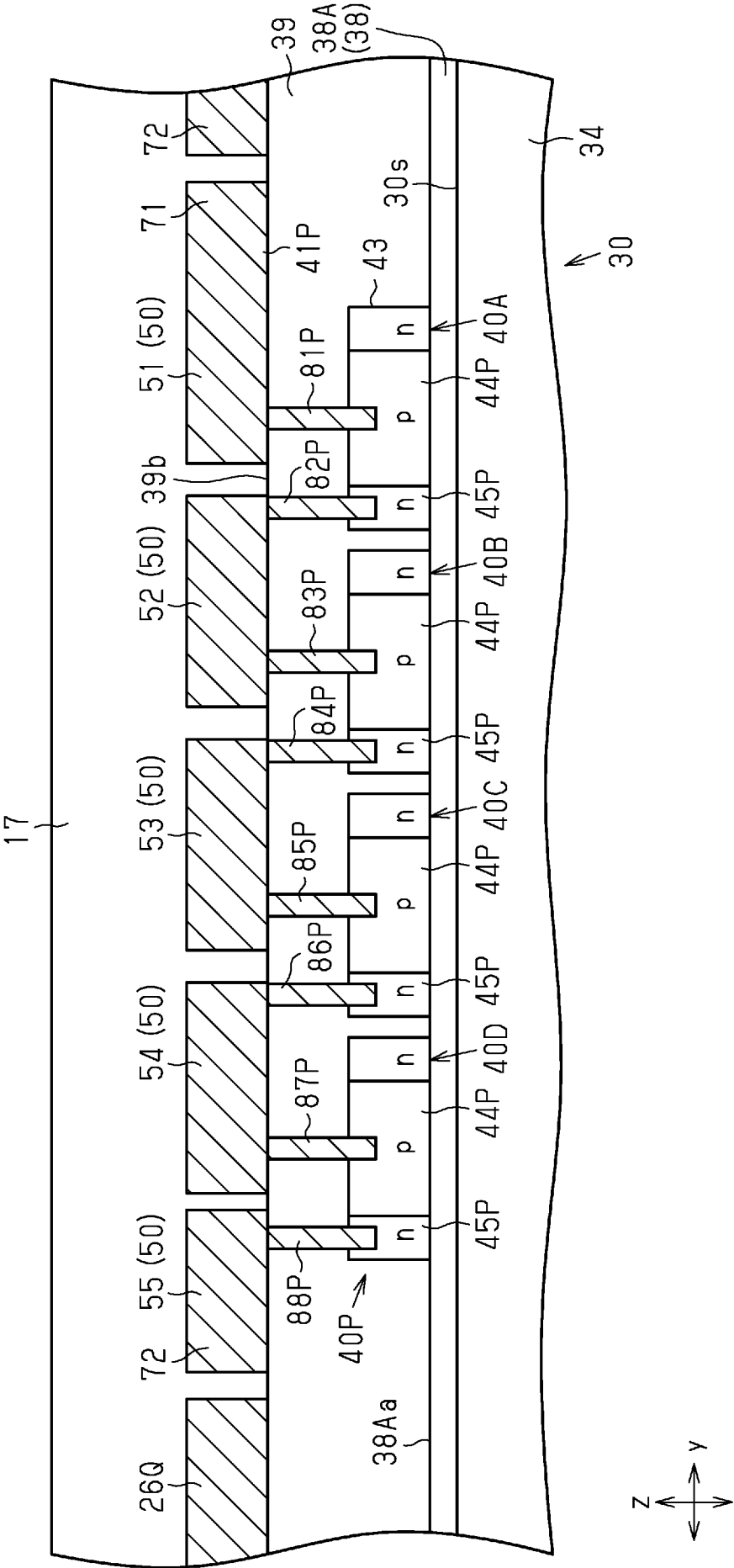
[図8]



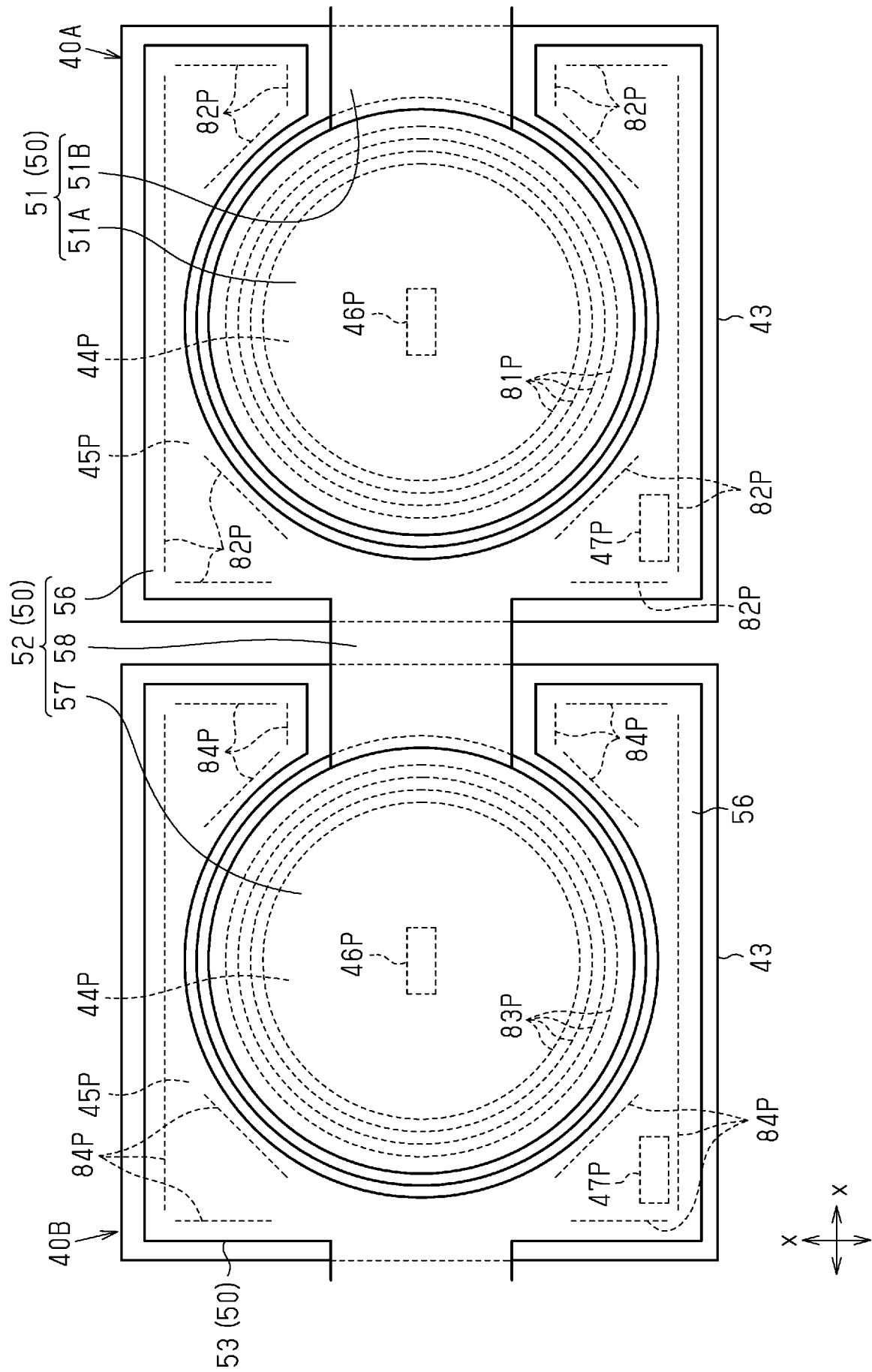
[図9]



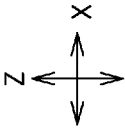
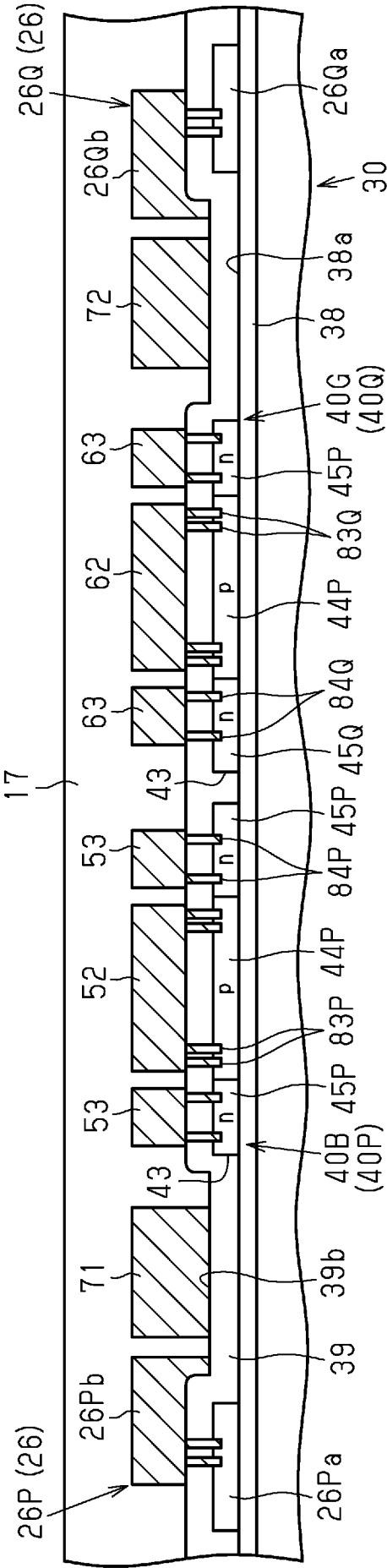
[図10]



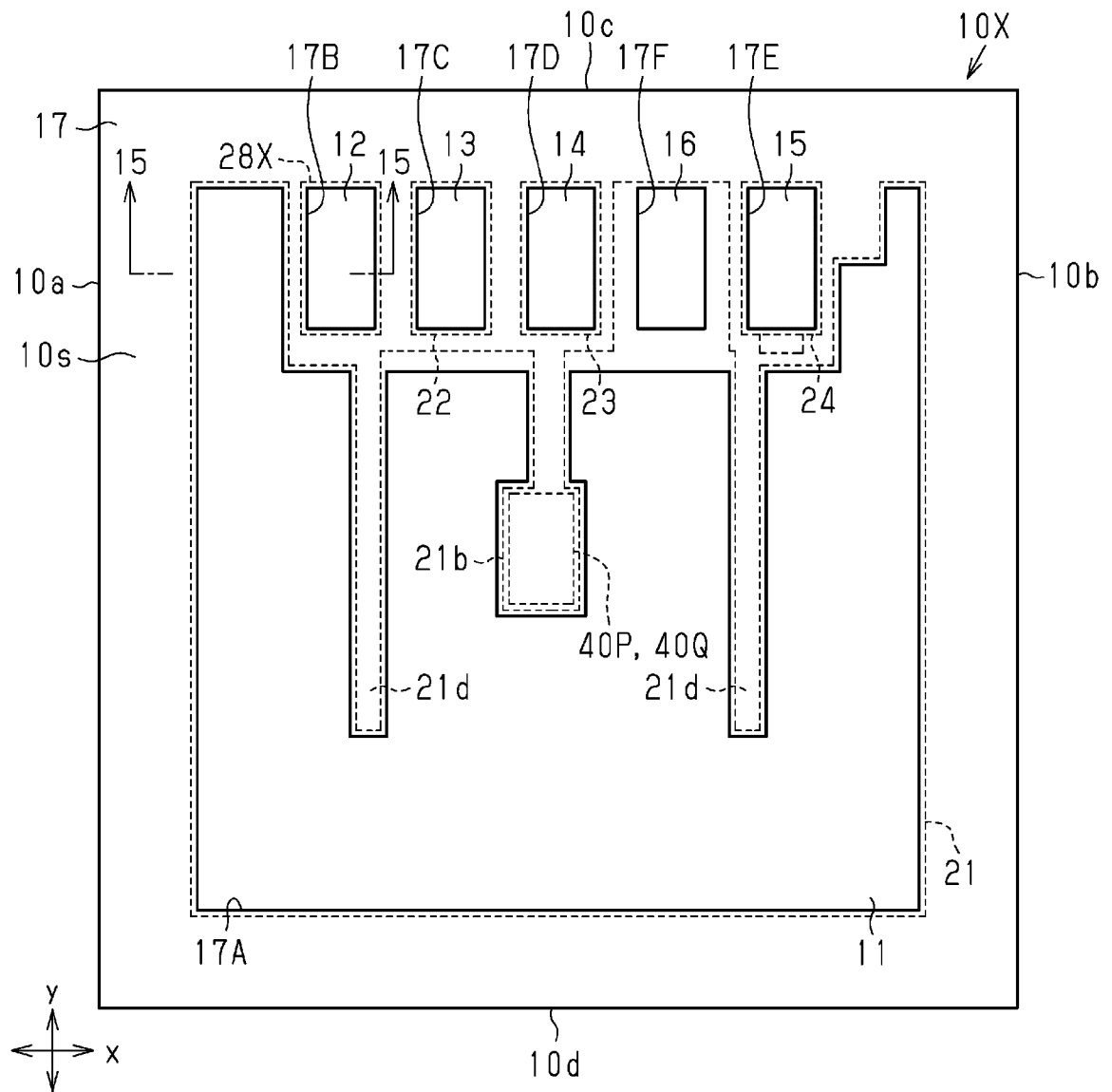
[図11]



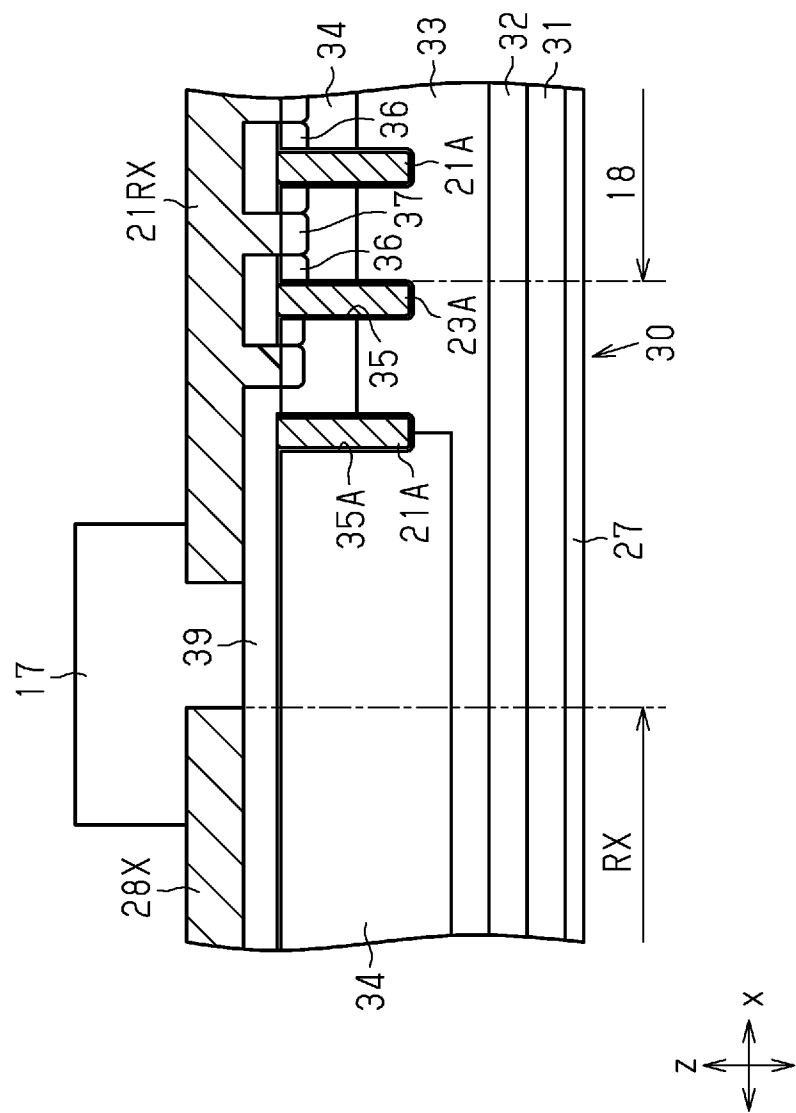
[図13]



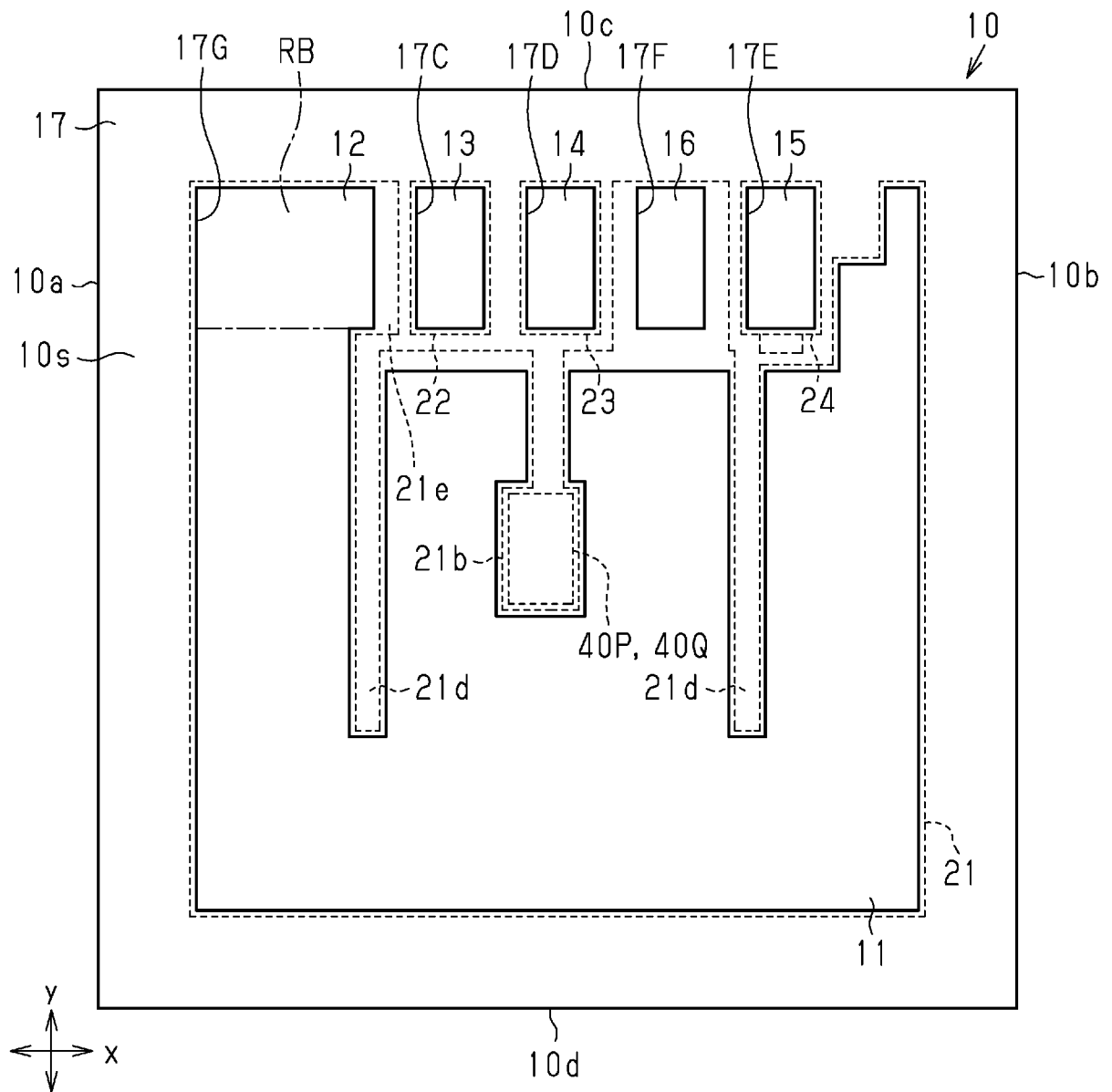
[図14]



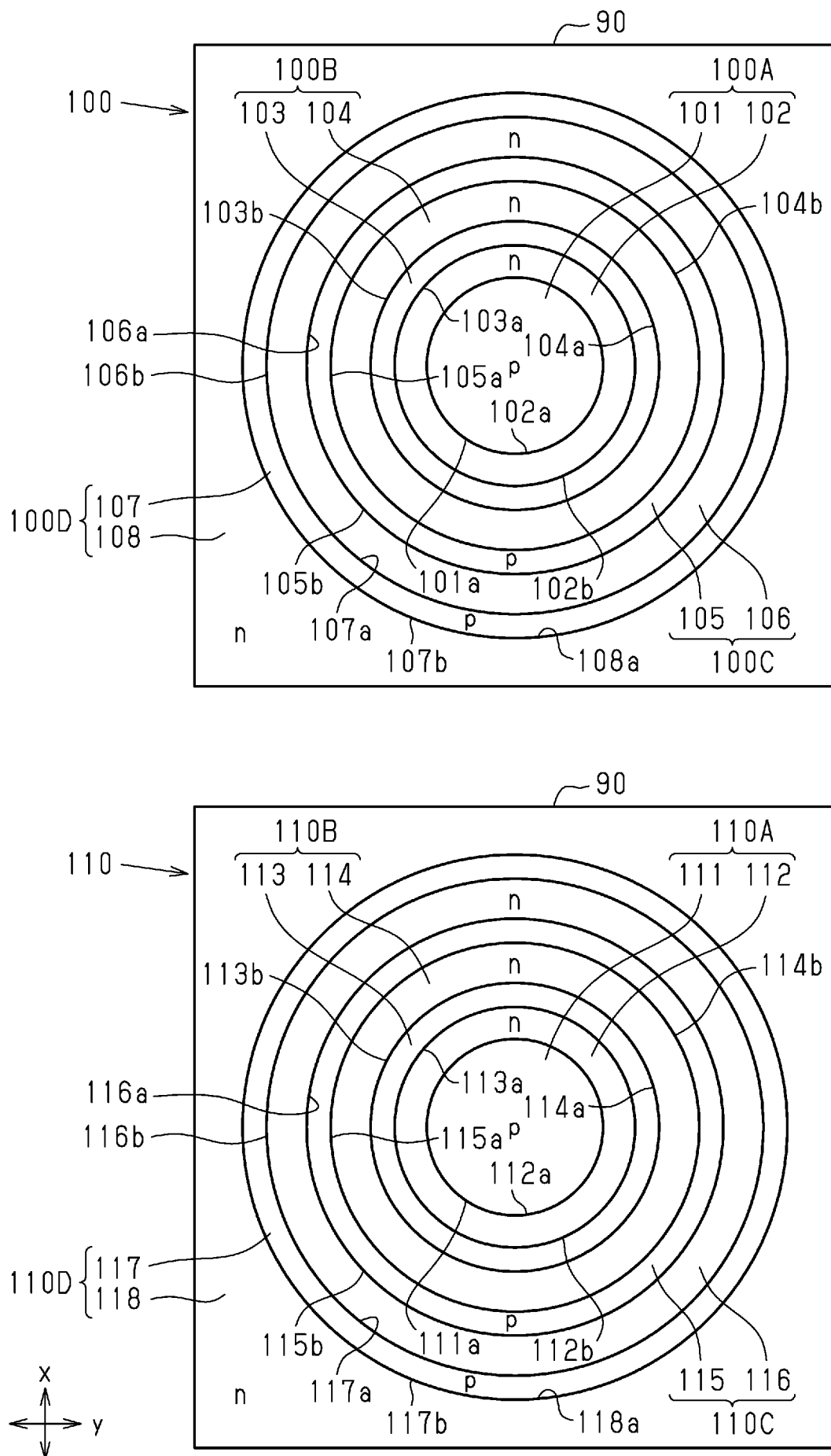
[図15]



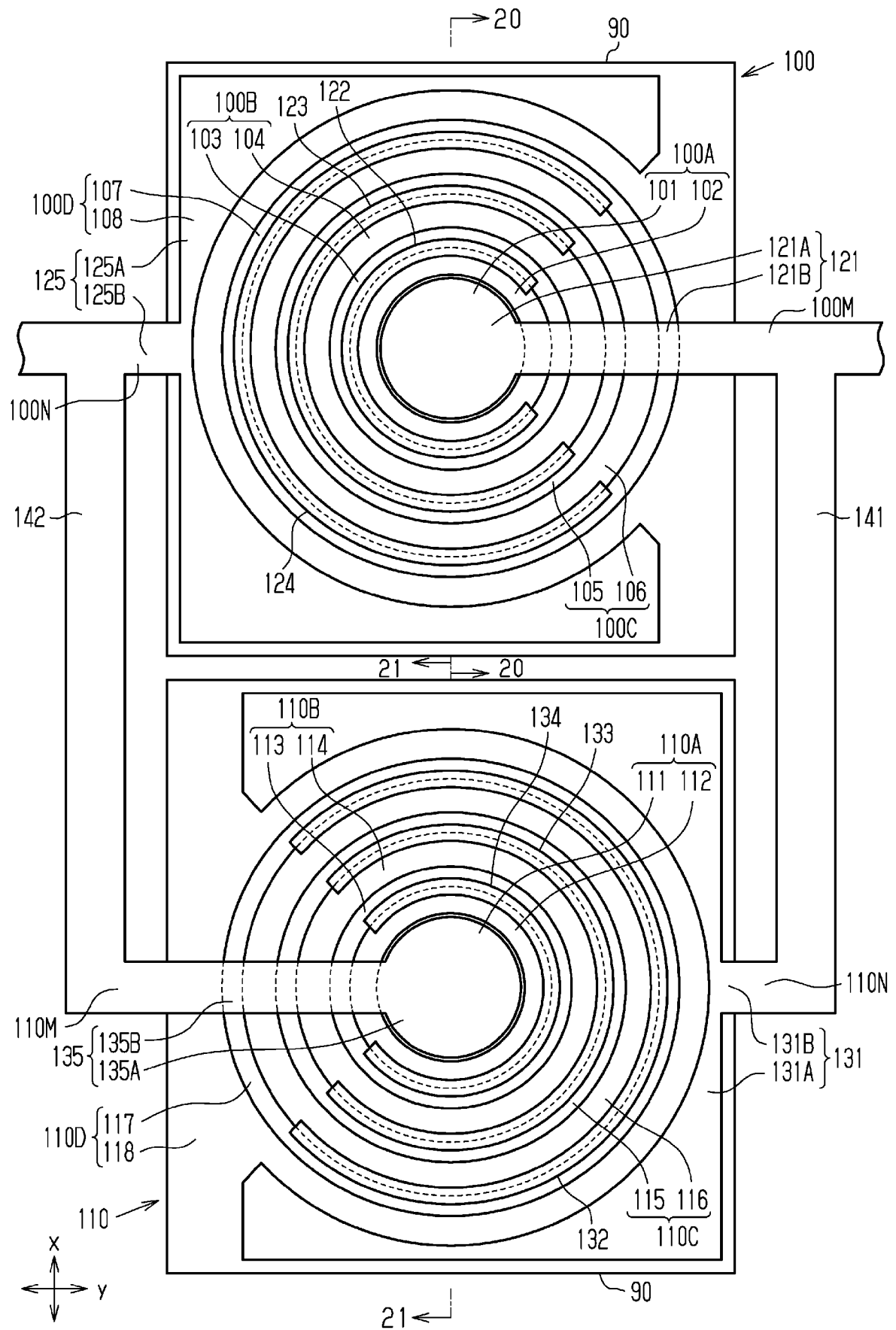
[図16]



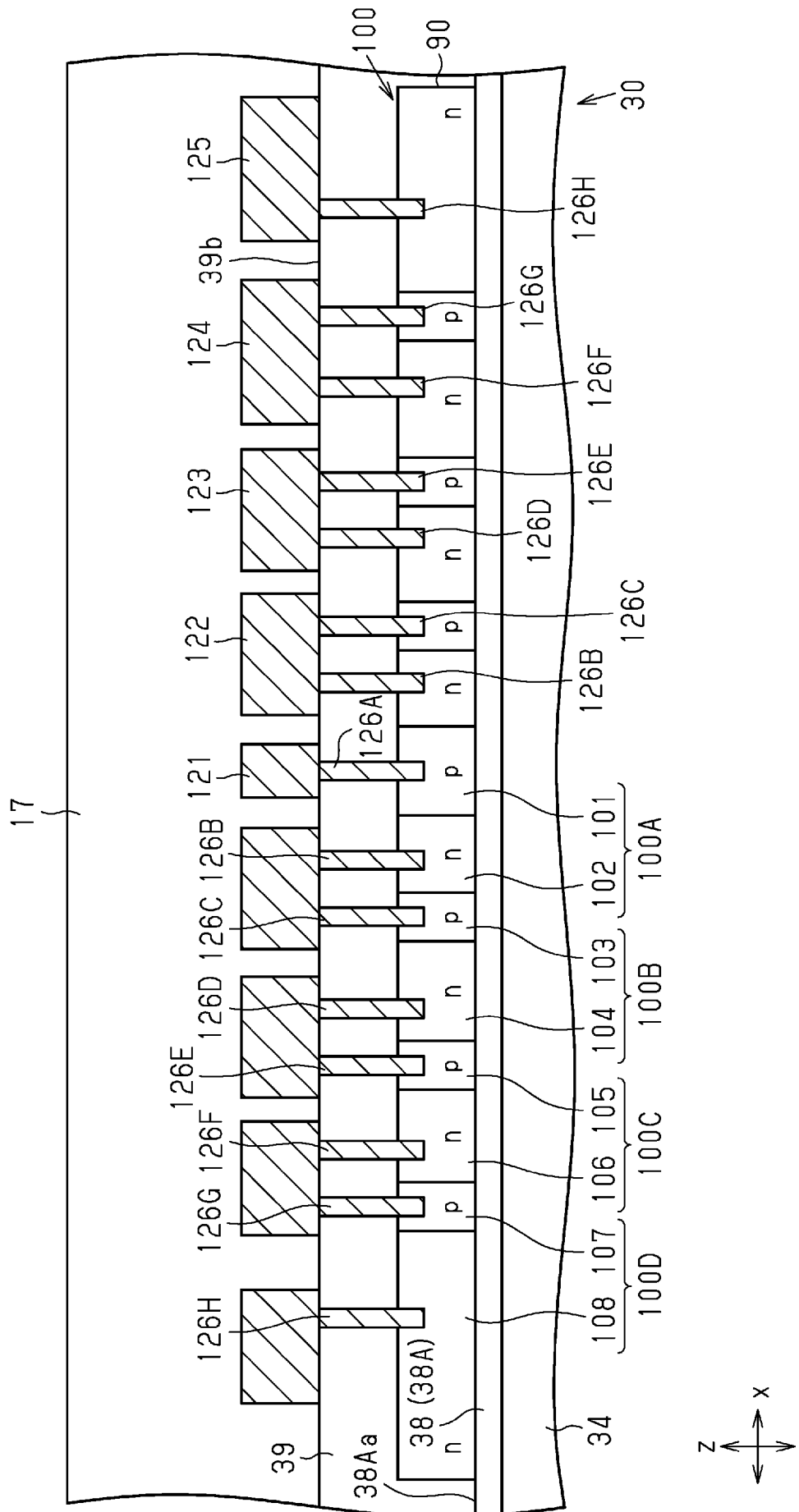
[図18]



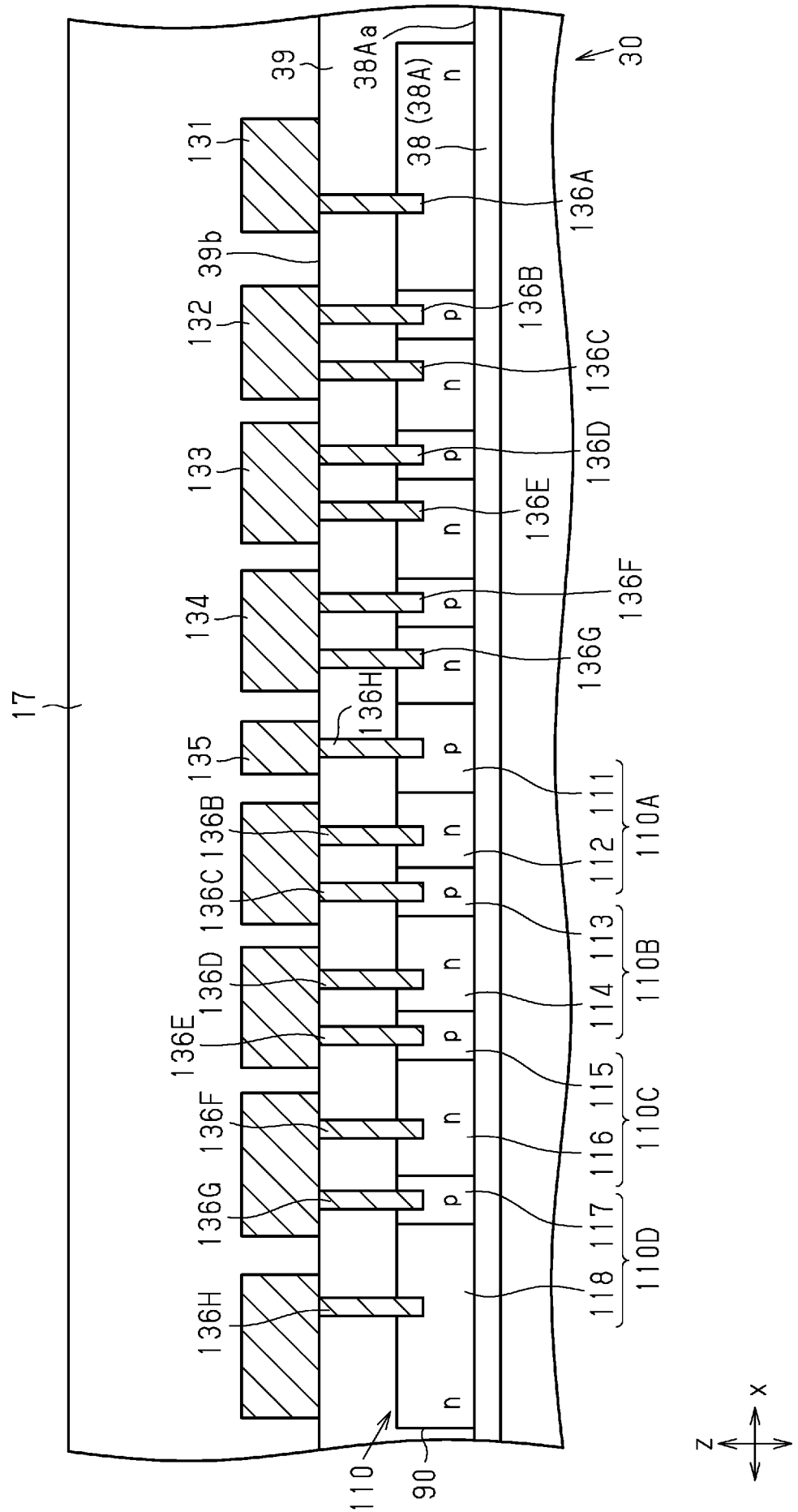
[図19]



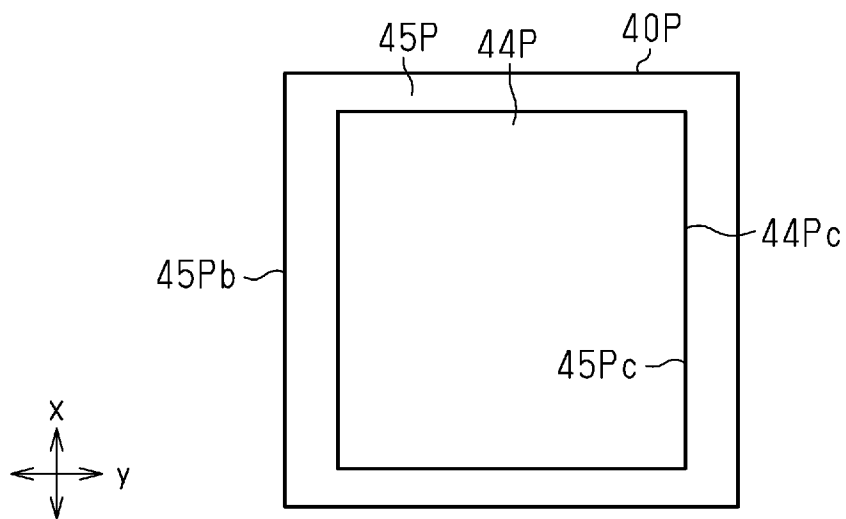
[図20]



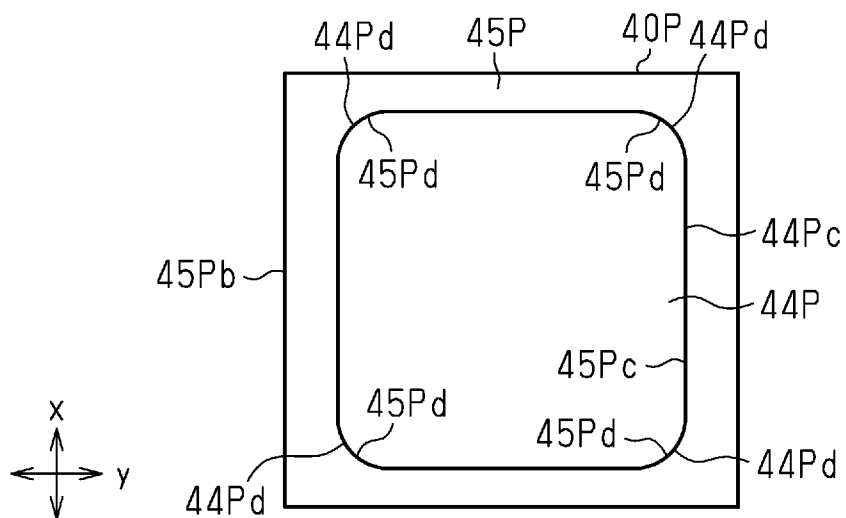
[図21]



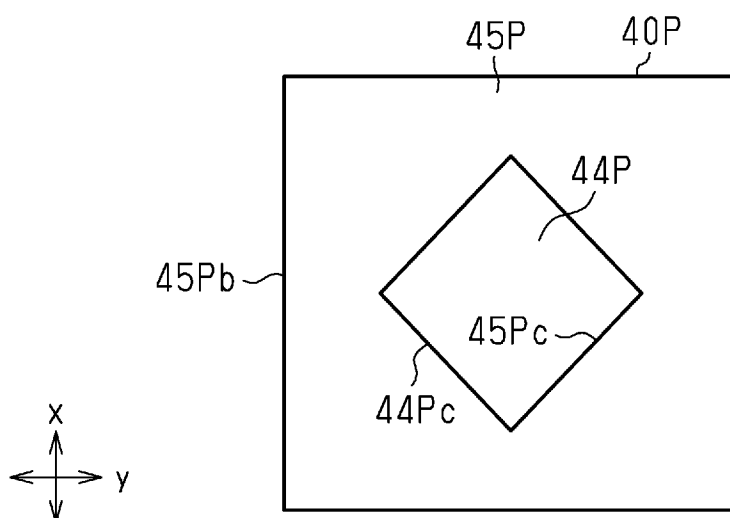
[図22]



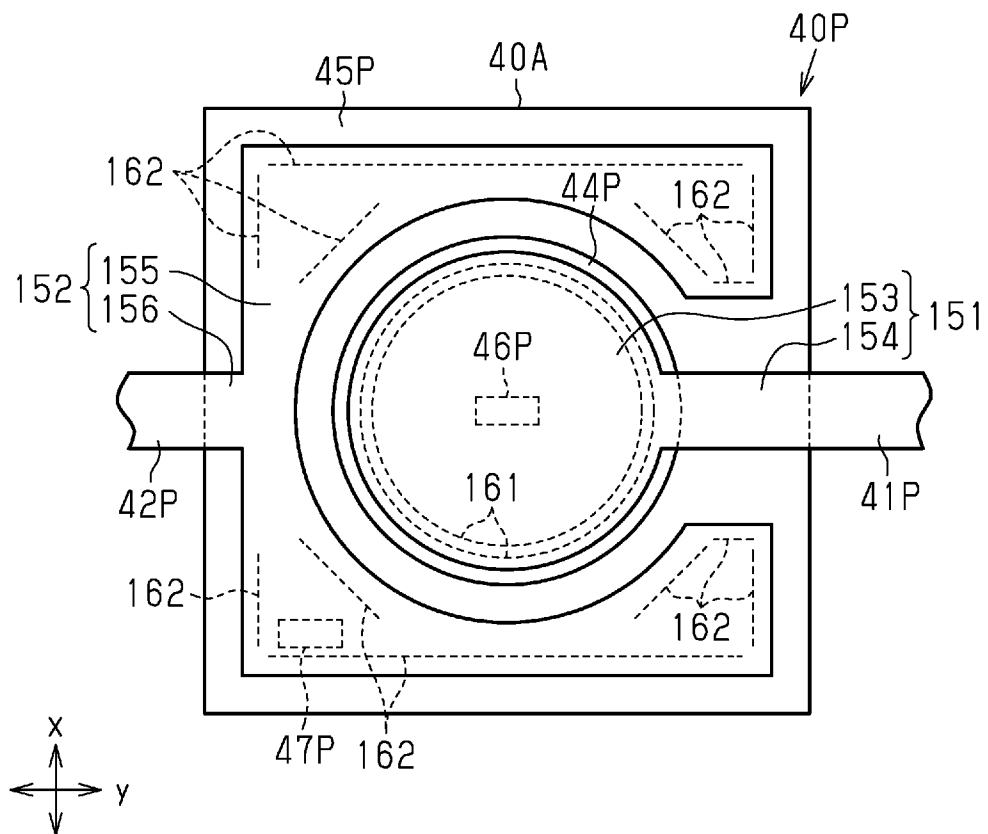
[図23]



[図24]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/739(2006.01)i; **H01L 21/329**(2006.01)i; **H01L 21/336**(2006.01)i; **H01L 21/822**(2006.01)i;
H01L 21/8234(2006.01)i; **H01L 27/04**(2006.01)i; **H01L 27/06**(2006.01)i; **H01L 29/78**(2006.01)i; **H01L 29/861**(2006.01)i;
H01L 29/866(2006.01)i; **H01L 29/868**(2006.01)i

FI: H01L29/78 655F; H01L29/78 652M; H01L29/78 652Q; H01L29/78 658J; H01L29/78 657F; H01L29/78 653A;
H01L29/78 657C; H01L29/91 C; H01L29/91 K; H01L29/90 S; H01L29/78 301D; H01L27/04 H; H01L27/06 102A;
H01L27/06 311B; H01L29/78 301V

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)

H01L29/739; H01L29/78; H01L21/329; H01L21/336; H01L21/822; H01L21/8234; H01L27/04; H01L27/06; H01L29/861;
H01L29/866; H01L29/868

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.
A	JP 2012-134198 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 12 July 2012 (2012-07-12)	1-15
A	WO 2018/038133 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 01 March 2018 (2018-03-01)	1-15
A	JP 2016-12647 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21 January 2016 (2016-01-21)	1-15
A	WO 2019/208755 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 31 October 2019 (2019-10-31)	1-15
A	WO 2019/230851 A1 (ROHM CO., LTD.) 05 December 2019 (2019-12-05)	1-15

☐ 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

09 May 2022

Date of mailing of the international search report

24 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/JP2022/007504

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2012-134198	A	12 July 2012	US	2012/0153349	A1	
				DE	102011087064	A1	
				CN	102544002	A	
WO	2018/038133	A1	01 March 2018	JP	6580270	B2	
JP	2016-12647	A	21 January 2016	WO	2015/198715	A1	
WO	2019/208755	A1	31 October 2019	US	2021/0166984	A1	
				DE	112019002203	T5	
				CN	112005381	A	
WO	2019/230851	A1	05 December 2019	US	2021/0210485	A1	
				DE	112019002769	T5	
				CN	112204750	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 29/739(2006.01)i; H01L 21/329(2006.01)i; H01L 21/336(2006.01)i; H01L 21/822(2006.01)i; H01L 21/8234(2006.01)i; H01L 27/04(2006.01)i; H01L 27/06(2006.01)i; H01L 29/78(2006.01)i; H01L 29/861(2006.01)i; H01L 29/866(2006.01)i; H01L 29/868(2006.01)i FI: H01L29/78 655F; H01L29/78 652M; H01L29/78 652Q; H01L29/78 658J; H01L29/78 657F; H01L29/78 653A; H01L29/78 657C; H01L29/91 C; H01L29/91 K; H01L29/90 S; H01L29/78 301D; H01L27/04 H; H01L27/06 102A; H01L27/06 311B; H01L29/78 301V																				
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）） H01L29/739; H01L29/78; H01L21/329; H01L21/336; H01L21/822; H01L21/8234; H01L27/04; H01L27/06; H01L29/861; H01L29/866; H01L29/868 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			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										
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																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-134198 A（三菱電機株式会社）12.07.2012（2012 - 07 - 12）</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2018/038133 A1（三菱電機株式会社）01.03.2018（2018 - 03 - 01）</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016-12647 A（トヨタ自動車株式会社）21.01.2016（2016 - 01 - 21）</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2019/208755 A1（三菱電機株式会社）31.10.2019（2019 - 10 - 31）</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2019/230851 A1（ローム株式会社）05.12.2019（2019 - 12 - 05）</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			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 2012-134198 A（三菱電機株式会社）12.07.2012（2012 - 07 - 12）	1-15	A	WO 2018/038133 A1（三菱電機株式会社）01.03.2018（2018 - 03 - 01）	1-15	A	JP 2016-12647 A（トヨタ自動車株式会社）21.01.2016（2016 - 01 - 21）	1-15	A	WO 2019/208755 A1（三菱電機株式会社）31.10.2019（2019 - 10 - 31）	1-15	A	WO 2019/230851 A1（ローム株式会社）05.12.2019（2019 - 12 - 05）	1-15
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 2012-134198 A（三菱電機株式会社）12.07.2012（2012 - 07 - 12）	1-15																		
A	WO 2018/038133 A1（三菱電機株式会社）01.03.2018（2018 - 03 - 01）	1-15																		
A	JP 2016-12647 A（トヨタ自動車株式会社）21.01.2016（2016 - 01 - 21）	1-15																		
A	WO 2019/208755 A1（三菱電機株式会社）31.10.2019（2019 - 10 - 31）	1-15																		
A	WO 2019/230851 A1（ローム株式会社）05.12.2019（2019 - 12 - 05）	1-15																		
☐ 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、一般的な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 09.05.2022		国際調査報告の発送日 24.05.2022																		
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） 岩本 勉 5F 9355 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/JP2022/007504

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2012-134198	A	12.07.2012	US	2012/0153349	A1	
				DE	102011087064	A1	
				CN	102544002	A	
WO	2018/038133	A1	01.03.2018	JP	6580270	B2	
JP	2016-12647	A	21.01.2016	WO	2015/198715	A1	
WO	2019/208755	A1	31.10.2019	US	2021/0166984	A1	
				DE	112019002203	T5	
				CN	112005381	A	
WO	2019/230851	A1	05.12.2019	US	2021/0210485	A1	
				DE	112019002769	T5	
				CN	112204750	A	