

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)

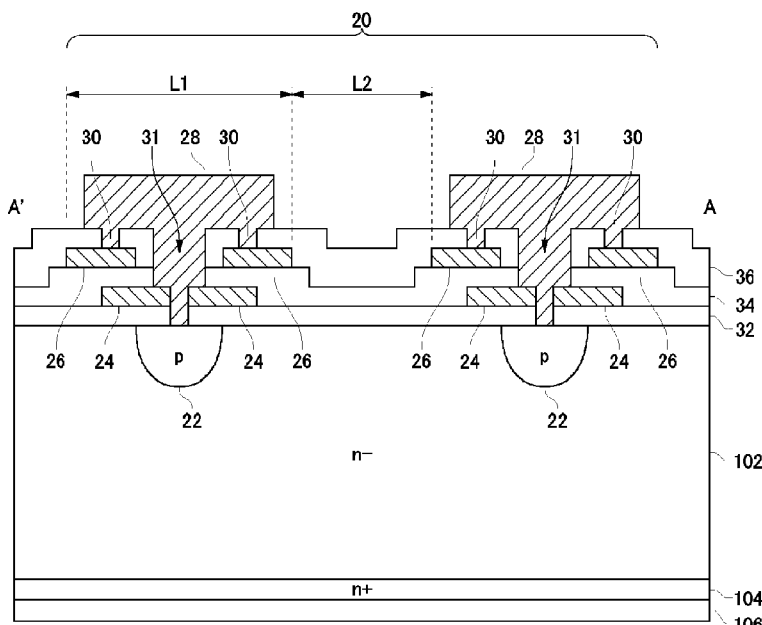


(10) 国際公開番号
WO 2016/121968 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 29/06 (2006.01) H01L 29/78 (2006.01)
H01L 29/739 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052784
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 29 日(29.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-015420 2015 年 1 月 29 日(29.01.2015) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 加藤 由晴(KATOY Yoshiharu); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 高橋 英紀(TAKAHASHI Hidenori); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 龍華国際特許業務法人(RYUKA IP LAW FIRM); 〒1631522 東京都新宿区西新宿 1-6-1 新宿エルタワー 2 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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))

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置



(57) Abstract: Provided is a semiconductor device in which the size of a withstand voltage structure part can be easily reduced. Provided is a semiconductor device provided with a withstand voltage structure part and an active region formed on the obverse surface side of a semiconductor substrate, the withstand voltage structure part being provided with: a guard ring provided on the obverse surface side of the semiconductor substrate so as to surround the active region; a first field plate provided on the obverse surface side of the guard ring; an electrode part provided on the obverse surface side of the first field plate; a second field plate provided between the first field plate and the electrode part; and a conducting connection part for electrically connecting the first field plate, the electrode part, the second field plate, and the guard ring to each other.

(57) 要約: 耐圧構造部の小型化が容易な半導体装置を提供する。半導体基板の表面側に形成された活性領域および耐圧構造部を備える半導体装置であって、耐圧構造部は、半導体基板の表面側において活性領域を囲んで設けられ

たガードリングと、ガードリングの表面側に設けられた第 1 のフィールドプレートと、第 1 のフィールドプレートの表面側に設けられた電極部と、第 1 のフィールドプレートおよび電極部の間に設けられた第 2 のフィールドプレートと、第 1 のフィールドプレート、電極部、第 2 のフィールドプレートおよびガードリングを、互いに電氣的に接続する導電接続部とを備える半導体装置を提供する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、電界集中を緩和するフィールドプレートを、電力用半導体素子等の耐圧構造部に設けた構造が知られている（例えば特許文献 1 および 2 参照）。フィールドプレートは、例えば金属材料で形成される。

[先行技術文献]

[特許文献]

特許文献 1 特開平 1 1－3 3 0 4 5 6 号公報

特許文献 2 特開 2 0 0 8－1 9 3 0 4 3 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 金属膜をウェットエッチング等でエッチングすることで、所定のパターンのフィールドプレートを形成する。しかし、金属膜はサイドエッチング量が大きい。このため、所定のパターンのフィールドプレートを形成する場合に、サイドエッチングされる量に応じて、パターンの幅を余計に大きくしなければならない。このため、耐圧構造部を小型化することが困難であり、半導体チップの小型化を妨げてしまう。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明の態様においては、半導体装置は、活性領域および耐圧構造部を備えてよい。活性領域および耐圧構造部は、半導体基板の表面側に形成されてよい。耐圧構造部は、ガードリングと、第 1 のフィールドプレートと、電極部と、第 2 のフィールドプレートと、導電接続部とを備えてよい。ガードリングは、半導体基板の表面側において活性領域を囲んで設けられてよい。第 1 のフィールドプレートは、ガードリングの表面側に設けられてよい。電極

部は、第1のフィールドプレートの表面側に設けられてよい。第2のフィールドプレートは、第1のフィールドプレートおよび電極部の間に設けられてよい。導電接続部は、第1のフィールドプレート、電極部、第2のフィールドプレートおよびガードリングを、互いに電氣的に接続してよい。第2のフィールドプレートは、電極部よりもサイドエッチング量が小さくてよい。

第2のフィールドプレートは半導体材料で形成されてよい。電極部は金属材料で形成されてよい。

ガードリングの径方向において、第2のフィールドプレートの幅は、電極部の幅よりも大きくてよい。

ガードリングの径方向において、第2のフィールドプレートの幅は、第1のフィールドプレートの幅よりも大きくてよい。

半導体装置は、第1の絶縁膜と、第2の絶縁膜とを更に備えてよい。第1の絶縁膜は、第1のフィールドプレートと第2のフィールドプレートとの間に形成されてよい。第2の絶縁膜は、第2のフィールドプレートと電極部との間に形成されてよい。導電接続部は、第1の導電部と、第2の導電部とを有してよい。第1の導電部は、第1の絶縁膜および第2の絶縁膜を貫通して、電極部と第1のフィールドプレートとを接続してよい。第2の導電部は、第2の絶縁膜を貫通して、電極部と第2のフィールドプレートとを接続してよい。

第1の導電部は、ガードリングと第1のフィールドプレートとの間の第3の絶縁膜を更に貫通して、電極部とガードリングとを更に接続してよい。

第1の導電部および第2の導電部は、半導体基板の表面と平行な面においてガードリングの周方向に沿って配列されてよい。

第2のフィールドプレートは、第1の環状部と、第2の環状部と、部分接続部とを有してよい。第1の環状部は、第1のフィールドプレートのガードリングの径方向内側の端部を覆って形成されてよい。第2の環状部は、第1のフィールドプレートのガードリングの径方向外側の端部を覆って形成されてよい。第2の環状部は、第1の環状部と分離してよい。部分接続部は、第

１の環状部および第２の環状部の周方向の一部分に設けられてよい。部分接続部は、第１の環状部および第２の環状部を部分的に接続してよい。第２の導電部は、部分接続部と電極部とを接続してよい。

第１の導電部は、部分接続部が設けられていない第１の環状部および第２の環状部の間の領域を貫通してよい。

ガードリングは、複数の直線部と、複数の角部とを有してよい。角部は、それぞれの直線部を接続してよい。第１の導電部および第２の導電部は、角部に設けられてよい。

半導体装置は、半導体基板の表面側において、第１のガードリングと、第２のガードリングとを有してよい。第１のガードリングは、活性領域を囲んでよい。第２のガードリングは、第１のガードリングを囲んでよい。第１のフィールドプレート、電極部、第２のフィールドプレート、および、導電接続部は、それぞれのガードリングに設けられてよい。第１のガードリングと第２のガードリングとの間において、第１のフィールドプレートの間隔より、第２のフィールドプレートの間隔のほうが狭くてよい。

[0005] なお、上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0006] [図１]半導体装置１００の一例を示す図である。

[図２]第１の実施形態に係る耐压構造部２０の断面構造の一例を示す図である。

[図３]比較例としての耐压構造部２２０の断面構造を示す図である。

[図４]第２の実施形態に係る耐压構造部２０の一例を示す図である。

[図５]第１のフィールドプレート２４の形状を実線で示す図である。

[図６]第２のフィールドプレート２６の形状を実線で示す図である。

[図７]電極部２８の形状を実線で示す図である。

[図８]図４から図７に示した各要素と、ガードリング２２との位置関係の一例を示す図である。

[図9]図4におけるB-B'断面を示す。

[図10]図4におけるC-C'断面を示す。

[図11]電極部28の構造例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0008] 図1は、半導体装置100の一例を示す図である。図1では、半導体装置100の表面構造を示す。半導体装置100は、シリコン基板等の半導体基板の表面側に形成された活性領域10および耐圧構造部20を備える。

[0009] 活性領域10には、複数の半導体素子が形成される。半導体素子は、IGBT等の高耐圧半導体素子であってよい。例えば活性領域10には、IGBTのエミッタ領域、チャネルとして機能するベース層、ドリフト層、コレクタ層等が深さ方向に順次形成される。

[0010] 耐圧構造部20は、半導体装置100の基板表面において、活性領域10よりも外側に設けられる。本例の耐圧構造部20は、半導体装置100の基板端部において、活性領域10を囲んで設けられる。耐圧構造部20は、半導体装置100の基板の辺に沿って環状に形成されてよい。例えば耐圧構造部20は、複数の直線部12と、複数の角部14とを有する。直線部12は、半導体装置100の基板に平行に形成される。角部14は、半導体装置100の基板の角部分に形成され、隣接する直線部12を接続する。角部14は、例えば円弧等の曲線形状を有する。

[0011] 図2は、第1の実施形態に係る耐圧構造部20の断面構造の一例を示す図である。本例では図1におけるA-A'断面を示す。当該断面において半導体装置100は、ガードリング22、第1のフィールドプレート24、第2のフィールドプレート26、電極部28、第1の導電部31、第2の導電部30、表面側層102、第1の絶縁膜34、第2の絶縁膜36、第3の絶縁膜

32、裏面側層104、および、裏面側電極106を有する。

[0012] 表面側層102は、例えばIGBT等の半導体素子のドリフト層として機能する。裏面側層104は、例えばIGBT等の半導体素子のコレクタ層として機能する。裏面側電極106は、例えばIGBT等の半導体素子のコレクタ電極として機能する。表面側層102、裏面側層104および裏面側電極106は、活性領域10にも延伸して形成されている。

[0013] 活性領域10における表面側層102の表面側には、例えばIGBT等の半導体素子のベース層、およびエミッタ領域等が適宜形成される。なお、半導体装置100の断面構造は、表面側層102、裏面側層104および裏面側電極106を有するものに限定されない。半導体装置100は、活性領域10に形成される半導体素子に応じた断面構造を有する。

[0014] 耐圧構造部20において、表面側層102の表面側には1以上のガードリング22が形成される。ガードリング22は、表面側層102とは異なる導電型を有する。本例において表面側層102はn型であり、ガードリング22はp型である。これにより、ガードリング22および表面側層102との間で空乏層が形成され、半導体装置100の基板端部方向へ空乏層を延伸させることができる。ただし、基板の周方向（空乏層の延伸方向）側の空乏層端部（空乏層端）は、基板端部には到達せずに離間する。

[0015] ガードリング22は環形状を有しており、図1に示した活性領域10を囲んで設けられる。ガードリング22を複数設ける場合、それぞれのガードリング22は同心状に設けられる。例えば、複数のガードリング22のうち、最内のガードリング22は活性領域10を囲んで設けられ、次のガードリング22は最内のガードリング22を囲んで設けられる。半導体装置100の表面におけるガードリング22の形状は、図1に示した耐圧構造部20と同様の形状であってよい。

[0016] 第3の絶縁膜32は、表面側層102の表面に形成される。第3の絶縁膜32は、表面側層102を酸化した層、または、誘電体をCVD等により堆積させた層であってよく、他の方法で形成された絶縁膜であってもよい。第

3の絶縁膜32は、表面側層102と第1のフィールドプレート24との間に形成され、これらを分離する。

[0017] 第1のフィールドプレート24は、ガードリング22の表面側に設けられる。本例の第1のフィールドプレート24は、第3の絶縁膜32の表面に所定のパターンで形成される。第1のフィールドプレート24は、例えば環形状を有しており、ガードリング22を覆うように形成される。半導体装置100の基板表面と平行な面内における第1のフィールドプレート24の面積は、ガードリング22の面積よりも大きくてよい。

[0018] 第1の絶縁膜34は、第1のフィールドプレート24および第3の絶縁膜32の表面に形成される。また、第1の絶縁膜34は、第1のフィールドプレート24と第2のフィールドプレート26との間に形成され、これらを分離する。

[0019] 第2のフィールドプレート26は、第1のフィールドプレート24と電極部28との間に設けられる。本例の第2のフィールドプレート26は、第1の絶縁膜34の表面に所定のパターンで形成される。第2のフィールドプレート26は、例えば環形状を有しており、第1のフィールドプレート24を覆うように形成される。ただし、第2のフィールドプレート26は、第1のフィールドプレートの少なくとも一部の領域を覆わなくともよい。

[0020] 例えば図2に示すように、ガードリング22の径方向における第2のフィールドプレート26の幅L1は、当該方向における第1のフィールドプレート24の幅よりも大きい。ここでガードリング22の径方向とは、例えば図1に示したA-A'の方向のように、ガードリング22の周方向（延伸方向）と略垂直な方向を指す。当該径方向における第2のフィールドプレート26の基板内側の端部（図2におけるA'側端部）の位置は、第1のフィールドプレート24の基板内側の端部よりも更に半導体装置100の基板内側に配置されてよい。また、当該方向における第2のフィールドプレート26の基板外側の端部（図2におけるA側端部）の位置は、第1のフィールドプレート24の基板外側の端部よりも更に半導体装置100の基板外側に配置されて

よい。半導体装置 100 の基板表面と平行な面内における第 2 のフィールドプレート 26 の面積は、第 1 のフィールドプレート 24 の面積よりも大きくてよい。また、2つのガードリング 22 の間において、第 1 のフィールドプレート 24 の間隔より、第 2 のフィールドプレート 26 の間隔 L_2 のほうが狭くてよい。

[0021] 第 2 の絶縁膜 36 は、第 2 のフィールドプレート 26 および第 1 の絶縁膜 34 の表面に形成される。また、第 2 の絶縁膜 36 は、第 2 のフィールドプレート 26 と電極部 28 との間に形成され、これらを分離する。

[0022] 電極部 28 は、第 1 のフィールドプレート 24 および第 2 のフィールドプレート 26 よりも表面側に設けられる。本例の電極部 28 は、第 2 の絶縁膜 36 の表面に所定のパターンで形成される。電極部 28 は、例えば環形状を有しており、第 2 のフィールドプレート 26 と対向する領域の一部に形成される。本例の電極部 28 は、第 2 のフィールドプレート 26 の径方向における中央領域を覆い、端部領域を覆わない。

[0023] 図 2 に示すように、ガードリング 22 の径方向における第 2 のフィールドプレート 26 の幅 L_1 は、当該方向における電極部 28 の幅よりも大きい。当該方向における第 2 のフィールドプレート 26 の基板内側の端部の位置は、電極部 28 の基板内側の端部よりも更に半導体装置 100 の基板内側に配置されてよい。また、当該方向における第 2 のフィールドプレート 26 の基板外側の端部の位置は、電極部 28 の基板外側の端部よりも更に半導体装置 100 の基板外側に配置されてよい。

[0024] 半導体装置 100 の基板表面と平行な面内における第 2 のフィールドプレート 26 の面積は、電極部 28 の面積よりも大きくてよい。なお電極部 28 は、ガードリング 22 の径方向における幅が、第 1 のフィールドプレート 24 よりも大きくてよく、小さくてもよい。

[0025] 第 1 の導電部 31 および第 2 の導電部 30 は、第 1 のフィールドプレート 24、第 2 のフィールドプレート 26 および電極部 28 を互いに電氣的に接続する導電接続部として機能する。本例の第 1 の導電部 31 は、第 1 の絶縁

膜 3 4 および第 2 の絶縁膜 3 6 を貫通して、電極部 2 8 と第 1 のフィールドプレート 2 4 とを接続する。また、第 1 の導電部 3 1 は、第 1 のフィールドプレート 2 4 および第 3 の絶縁膜 3 2 を更に貫通して、ガードリング 2 2 の表面に接続される。

[0026] 電極部 2 8 に印加される電圧により、ガードリング 2 2 および表面側層 1 0 2 との接合部分における空乏層の広がり制御することができる。第 1 の絶縁膜 3 4 には、第 1 のフィールドプレート 2 4 の表面の一部を露出させるように開口が形成されてよい。第 1 のフィールドプレート 2 4 は、当該開口よりも径の小さい開口が形成される。第 1 の導電部 3 1 には、第 1 のフィールドプレート 2 4 の当該表面および側面に沿って形成されてよい。

[0027] 第 2 の導電部 3 0 は、第 2 の絶縁膜 3 6 を貫通して、電極部 2 8 と第 2 のフィールドプレート 2 6 とを接続する。なお、導電接続部の形態は、図 2 に示す形態に限定されない。導電接続部は、ガードリング 2 2、第 1 のフィールドプレート 2 4、第 2 のフィールドプレート 2 6 および電極部 2 8 を互いに電氣的に接続できる形態であればよい。他の例として、第 2 の導電部 3 0 が、第 1 のフィールドプレート 2 4 および第 2 のフィールドプレート 2 6 を接続してもよい。

[0028] なお、第 2 のフィールドプレート 2 6 は、電極部 2 8 よりもサイドエッチング量が小さい。ここでサイドエッチング量とは、当該層を深さ方向にエッチングして所定のパターンを形成した場合に、半導体基板の表面と平行な方向にエッチングされる量を指す。例えば、第 2 のフィールドプレート 2 6 は、リンなどのドーパントがドーピングされた導電性のポリシリコン等の半導体材料で形成されており、電極部 2 8 はシリコンがドーピングされたアルミニウム等の金属材料で形成される。電極部 2 8 は、活性領域 1 0 の表面側に形成される金属電極と同一のプロセスで形成されてよい。

[0029] また、第 2 のフィールドプレート 2 6 は、電極部 2 8 よりも薄くてよい。ここで電極部 2 8 の厚みは、第 2 の絶縁膜 3 6 の表面に露出している部分の厚みを指す。これにより、第 2 のフィールドプレート 2 6 のサイドエッチン

グ量を、電極部 28 よりも小さくすることができる。本例の第 2 のフィールドプレート 26 は、半導体材料で形成され、且つ、金属材料の電極部 28 よりも薄い。

[0030] 本例の第 2 のフィールドプレート 26 は、電極部 28 よりも幅が大きい。このため、第 2 のフィールドプレート 26 により外部電荷等を効率よくシールドして、第 3 の絶縁膜 32 等に不要な電荷がチャージされることを防ぐことができる。

[0031] また、第 2 のフィールドプレート 26 は、第 1 の絶縁膜 34 の表面に形成したポリシリコン等の半導体材料を、所定のパターンでエッチングすることで形成される。そして、第 2 のフィールドプレート 26 は、電極部 28 よりもサイドエッチング量が小さい。このため、シールドとして機能させるべく所定の幅 L1 の第 2 のフィールドプレート 26 を、所定の間隔 L2 で形成する場合に、サイドエッチングを見越してパターン幅を大きくしなくともよい。

[0032] パターンの間隔 L2 は、例えば半導体製造装置の性能に応じてできるだけ小さくなるように設定される。上述したように第 2 のフィールドプレート 26 は、サイドエッチング量の影響が小さいので、第 2 のフィールドプレート 26 を形成するためのパターン間隔を、第 2 のフィールドプレート 26 が有すべき間隔 L2 にほぼ等しくすることができる。このため、耐圧構造部 20 を小さくすることができ、半導体装置 100 の小型化が容易となる。

[0033] また、第 2 のフィールドプレート 26 を半導体材料で形成することでエッチングが容易になり、第 2 のフィールドプレート 26 の形状のバラツキを低減することができる。ガードリング 22 毎に形成される耐圧構造において最も外側に張り出している第 2 のフィールドプレート 26 の形状バラツキを低減することで、それぞれの耐圧構造の幅を精度よく制御できる。

[0034] 図 3 は、比較例としての耐圧構造部 220 の断面構造を示す図である。耐圧構造部 220 は、第 2 のフィールドプレート 26 を有せずに、電極部 28 がシールドとしても機能する。電極部 28 はアルミニウム等の金属材料で形

成される。

[0035] シールドとして機能させるべく電極部 28 の幅を L_1 にする場合を検討する。電極部 28 は、第 1 の絶縁膜 34 の表面全体に形成された金属材料を、パターン 29 に応じてエッチングすることで形成される。電極部 28 は、第 2 のフィールドプレート 26 よりもサイドエッチング量が大きいので、当該サイドエッチング量の分、パターン 29 の幅を大きくしなければならない。このため、耐圧構造部 220 の小型化が困難である。

[0036] また、パターン 29 の間隔は、例えば半導体製造装置の性能に応じてできるだけ小さくなるように設定される。つまり、パターン 29 の間隔は、図 2 に示した間隔 L_2 と等しい。上述したように、電極部 28 はサイドエッチングされるので、電極部 28 の間隔は L_2 よりも大きくなる。

[0037] 図 4 は、第 2 の実施形態に係る耐圧構造部 20 の一例を示す図である。図 2 に示した例では、第 1 の導電部 31 および第 2 の導電部 30 が、ガードリング 22 の径方向に沿って配列されている。これに対して本例では、第 1 の導電部 31 および第 2 の導電部 30 が、ガードリング 22 の周方向に沿って配列される。

[0038] 図 4 では、角部 14 における耐圧構造部 20 を、半導体装置 100 の表面側から見た概要を示す。なお図 4 においては、積層されている第 1 のフィールドプレート 24、第 2 のフィールドプレート 26 および電極部 28 の境界線を全て実線で示しているが、実際は、これらの境界線の一部は半導体装置 100 の表面側からは観察されない。

[0039] また、図 5 から図 7 において、第 1 のフィールドプレート 24、第 2 のフィールドプレート 26 および電極部 28 の各形状の例を示す。図 5 は、第 1 のフィールドプレート 24 の形状を実線で示す図である。図 5 における点線は、図 4 に示した耐圧構造部 20 の他層を示している。図 6 は、第 2 のフィールドプレート 26 の形状を実線で示す図である。図 7 は、電極部 28 の形状を実線で示す図である。

[0040] 図 5 に示すように、第 1 のフィールドプレート 24 は、角部 14 において

開口を有する。当該開口により、ガードリング 22 の表面が露出する。当該開口により、第 1 の導電部 31 が第 1 のフィールドプレート 24 を貫通する。なお、ガードリング 22 の径方向において、第 1 のフィールドプレート 24 の幅は、第 2 のフィールドプレート 26 の幅よりも小さい。

[0041] 図 6 に示すように、第 2 のフィールドプレート 26 は、第 1 の環状部 38、第 2 の環状部 40 および部分接続部 42 を有する。第 1 の環状部 38 は、第 1 のフィールドプレート 24 のガードリング 22 の径方向内側の端部を覆って形成される。また、第 2 の環状部 40 は、第 1 のフィールドプレート 24 のガードリング 22 の径方向外側の端部を覆って形成される。第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 は、互いに分離して形成される。第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 は、同心状に形成されてよい。

[0042] 部分接続部 42 は、第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 の周方向の一部に設けられ、第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 を部分的に接続する。なお図 6 において、第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 で挟まれる領域のうち、部分接続部 42 が形成されない領域 41 にハッチングを付している。領域 41 には第 2 のフィールドプレート 26 が形成されないで、領域 41 では第 2 のフィールドプレート 26 が第 1 のフィールドプレート 24 に重ならない。本例では領域 41 に第 1 の導電部 31 が設けられる。

[0043] 第 2 の導電部 30 は、部分接続部 42 と、電極部 28 とを接続する。つまり、第 2 の導電部 30 の裏面側端部は、図 6 に示すように部分接続部 42 に接続される。また、第 1 の導電部 31 は、第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 で挟まれる領域のうち、部分接続部 42 が形成されない領域における各層を貫通して、電極部 28 およびガードリング 22 を接続する。

[0044] 第 2 のフィールドプレート 26 は、電極部 28 および第 1 のフィールドプレート 24 のいずれよりも幅が大きくてよい。第 2 のフィールドプレート 26 の幅とは、第 1 の環状部 38 の基板内側における端部から、第 2 の環状部 40 の基板外側における端部までの幅を指す。第 1 の環状部 38 および第 2 の環状部 40 の幅は同一であってよく、異なってもよい。

- [0045] 図7に示すように、電極部28の裏面側には、第1の導電部31および第2の導電部30が接続される。第1の導電部31、第2の導電部30および電極部28は、同一の材料で一体に形成されてよい。
- [0046] 上述したように、本例の第2のフィールドプレート26は、第1の環状部38および第2の環状部40を接続する部分接続部42が部分的に形成されるので、第1の導電部31および第2の導電部30をガードリング22の周方向に沿って配列させることができる。このため、第1の導電部31および第2の導電部30をガードリング22の径方向に沿って配列させる場合に比べて耐圧構造部20の幅を小さくすることができ、半導体装置100の小型化が容易となる。
- [0047] 電極部28の幅は、第2のフィールドプレート26の幅から、電極部28のサイドエッチング量を減じた幅以下であることが好ましい。これにより、電極部28をエッチングするときのパターンの間隔を $L/2$ 以下にすることができる。また、第2のフィールドプレート26が主にシールドとして機能するので、電極部28の幅はより小さくてもよい。
- [0048] 一例として、ガードリング22の径方向における電極部28の幅は、第2のフィールドプレート26の半分以下であってよい。また、ガードリング22の径方向における第1のフィールドプレート24の幅は、第2のフィールドプレート26と同じであってよく、半分以下であってよく、 $1/3$ 以下であってよい。
- [0049] 第1のフィールドプレート24と第2のフィールドプレート26は、略同一の厚みであってよい。また、第2のフィールドプレート26が主にシールドとして機能するので、第2のフィールドプレート26は、第1のフィールドプレート24よりも厚くてもよい。
- [0050] なお、図4から図7において第1の導電部31および第2の導電部30のガードリング22の径方向における位置は同一であるが、第1の導電部31および第2の導電部30の当該径方向における位置はずれていてもよい。つまり、第1の導電部31および第2の導電部30を結ぶ直線は、ガードリン

グ 2 2 の周方向と平行であってよく、平行からわずかにずれていてもよい。

[0051] また、第 1 の導電部 3 1 および第 2 の導電部 3 0 は、耐圧構造部 2 0 のそれぞれの角部 1 4 に形成されてよい。また、いずれかの角部 1 4 には、第 1 の導電部 3 1 および第 2 の導電部 3 0 のいずれも形成されなくてよい。例えば 4 つの角部 1 4 のうち、対角の 2 つの角部 1 4 には第 1 の導電部 3 1 および第 2 の導電部 3 0 が形成され、残りの 2 つの角部 1 4 にはいずれの導電部も形成されない。

[0052] また、それぞれの角部 1 4 には、第 1 の導電部 3 1 および第 2 の導電部 3 0 のいずれか一方だけが形成されてもよい。例えば、4 つの角部 1 4 のうち、対角の 2 つの角部 1 4 には第 1 の導電部 3 1 が形成され、残りの対角の 2 つの角部 1 4 には第 2 の導電部 3 0 が形成される。また、いずれかの角部 1 4 に第 1 の導電部 3 1 が形成され、対角の角部 1 4 に第 2 の導電部 3 0 が形成されてよい。残りの 2 つの角部 1 4 には、いずれの導電部も形成されなくともよい。

[0053] 図 8 は、図 4 から図 7 に示した各要素と、ガードリング 2 2 との位置関係の一例を示す図である。図 8 では、ガードリング 2 2 の形状を実線で示している。上述したように、ガードリング 2 2 は環形状を有し、第 1 のフィールドプレート 2 4 の裏面側に設けられる。本例のガードリング 2 2 は、全体が第 1 のフィールドプレート 2 4 に覆われる。また、ガードリング 2 2 は、第 1 の導電部 3 1 により電極部 2 8 と電氣的に接続される。なお図 8 においては、ガードリング 2 2 の端部の位置と、第 2 のフィールドプレート 2 6 との端部の位置とを離しているが、ガードリング 2 2 の端部と、第 2 のフィールドプレート 2 6 の端部とは重なっていてもよい。

[0054] 図 9 は、図 4 における B-B' 断面を示す。なお、図 9 においては一つのガードリング 2 2 を示すが、図 2 に示した例と同様に、耐圧構造部 2 0 は複数のガードリング 2 2 を有する。本例においては、第 1 の導電部 3 1 および第 2 の導電部 3 0 がガードリング 2 2 の周方向に沿って配列されているので、第 1 の導電部 3 1 を通るガードリング 2 2 の径方向の B-B' 断面においては

、第2の導電部30は存在しない。他の構造は、図2に示した例と同一であってよい。

[0055] 図10は、図4におけるC-C'断面を示す。C-C'断面はガードリング22の周方向に沿った断面なので、当該断面には第1の導電部31および第2の導電部30の両方が存在する。なお、第2のフィールドプレート26が、第1の導電部31に対してC側にだけ存在し、C'側には存在しない。これは、第1の導電部31に対してC側には、図6に示した部分接続部42が存在するのに対して、C'側には部分接続部42が存在していないからである。

[0056] 図11は、電極部28の構造例を示す図である。図11においては、耐圧構造部20のうち電極部28およびガードリング22のみを示しており、第1のフィールドプレート24等を省略している。それぞれのガードリング22において、電極部28は、活性領域10を囲むように環状に形成されてよいし、あるいは直線部12を除く角部14のみに形成されてもよい。いずれの構造においても、第1の導電部31は角部14に設けられることが好ましい。角部14にのみ電極部28を設ける場合、全ての角部14に電極部28を設けてよく、一部の角部14に選択的に電極部28を設けてもよい。例えば対角の角部14に電極部28を設け、他の角部14には電極部28を設けなくともよい。

[0057] また、図11に示すように、2つ以上のガードリング22において、環状に形成された電極部28を有するガードリング22と、角部14のみに形成された電極部28を有するガードリング22を、交互に配置してもよい。また、角部14にのみ電極部28を設ける2つ以上のガードリング22において、電極部28を設ける角部14を異ならせてもよい。例えば一方のガードリング22においては対角の2つの角部14に電極部28を設け、隣接する他方のガードリング22においては、上記の対角とは直交する対角の角部14に電極部28を設けてよい。

[0058] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変

更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0059] 請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0060] 100・・・半導体装置、10・・・活性領域、12・・・直線部、14・・・角部、20・・・耐圧構造部、22・・・ガードリング、24・・・第1のフィールドプレート、26・・・第2のフィールドプレート、28・・・電極部、29・・・パターン、30・・・第2の導電部、31・・・第1の導電部、32・・・第3の絶縁膜、34・・・第1の絶縁膜、36・・・第2の絶縁膜、38・・・第1の環状部、40・・・第2の環状部、42・・・部分接続部、102・・・表面側層、104・・・裏面側層、106・・・裏面側電極、220・・・耐圧構造部

請求の範囲

- [請求項1] 半導体基板の表面側に形成された活性領域および耐压構造部を備える半導体装置であって、
- 前記耐压構造部は、
- 前記半導体基板の表面側において前記活性領域を囲んで設けられたガードリングと、
- 前記ガードリングの表面側に設けられた第1のフィールドプレートと、
- 前記第1のフィールドプレートの表面側に設けられた電極部と、
- 前記第1のフィールドプレートおよび前記電極部の間に設けられた第2のフィールドプレートと、
- 前記第1のフィールドプレート、前記電極部、前記第2のフィールドプレートおよび前記ガードリングを、互いに電氣的に接続する導電接続部と
- を備え、
- 前記第2のフィールドプレートは、前記電極部よりもサイドエッチング量が小さい半導体装置。
- [請求項2] 前記第2のフィールドプレートは半導体材料で形成され、
- 前記電極部は金属材料で形成される
- 請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記ガードリングの径方向において、前記第2のフィールドプレートの幅は、前記電極部の幅よりも大きい
- 請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記ガードリングの径方向において、前記第2のフィールドプレートの幅は、前記第1のフィールドプレートの幅よりも大きい
- 請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記第1のフィールドプレートと前記第2のフィールドプレートとの間に形成された第1の絶縁膜と、

前記第 2 のフィールドプレートと前記電極部との間に形成された第 2 の絶縁膜と

を更に備え、

前記導電接続部は、

前記第 1 の絶縁膜および前記第 2 の絶縁膜を貫通して、前記電極部と前記第 1 のフィールドプレートとを接続する第 1 の導電部と、

前記第 2 の絶縁膜を貫通して、前記電極部と前記第 2 のフィールドプレートとを接続する第 2 の導電部と

を有する請求項 3 に記載の半導体装置。

[請求項 6]

前記第 1 の導電部は、前記ガードリングと前記第 1 のフィールドプレートとの間の第 3 の絶縁膜を更に貫通して、前記電極部と前記ガードリングとを更に接続する

請求項 5 に記載の半導体装置。

[請求項 7]

前記第 1 の導電部および前記第 2 の導電部は、前記半導体基板の表面と平行な面において前記ガードリングの周方向に沿って配列されている

請求項 6 に記載の半導体装置。

[請求項 8]

前記第 2 のフィールドプレートは、

前記第 1 のフィールドプレートの前記ガードリングの径方向内側の端部を覆って形成された第 1 の環状部と、

前記第 1 のフィールドプレートの前記ガードリングの径方向外側の端部を覆って形成され、前記第 1 の環状部と分離した第 2 の環状部と、

前記第 1 の環状部および前記第 2 の環状部の周方向の一部分に設けられ、前記第 1 の環状部および前記第 2 の環状部を部分的に接続する部分接続部と

を有し、

前記第 2 の導電部は、前記部分接続部と前記電極部とを接続する

請求項 7 に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記第 1 の導電部は、前記部分接続部が設けられていない前記第 1 の環状部および前記第 2 の環状部の間の領域を貫通する

請求項 8 に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記ガードリングは、複数の直線部と、それぞれの直線部を接続する角部とを有し、

前記第 1 の導電部および前記第 2 の導電部は、前記角部に設けられる

請求項 7 に記載の半導体装置。

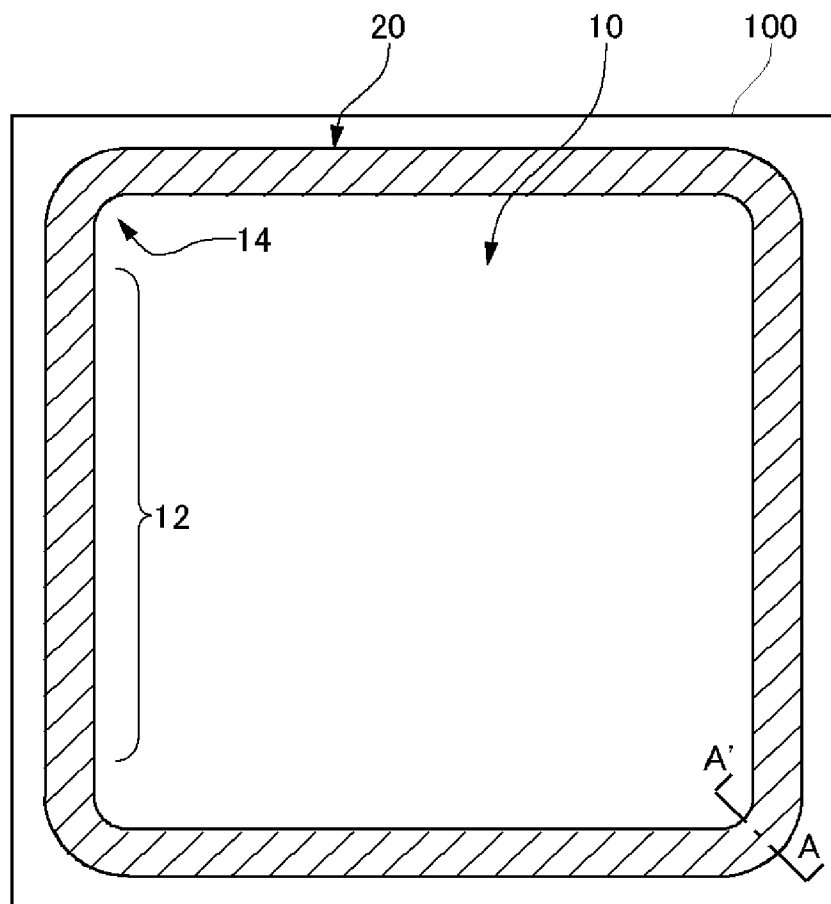
[請求項11] 前記半導体基板の表面側において、前記活性領域を囲む第 1 のガードリングと、前記第 1 のガードリングを囲む第 2 のガードリングを有し、

前記第 1 のフィールドプレート、前記電極部、前記第 2 のフィールドプレート、および、前記導電接続部は、それぞれのガードリングに設けられ、

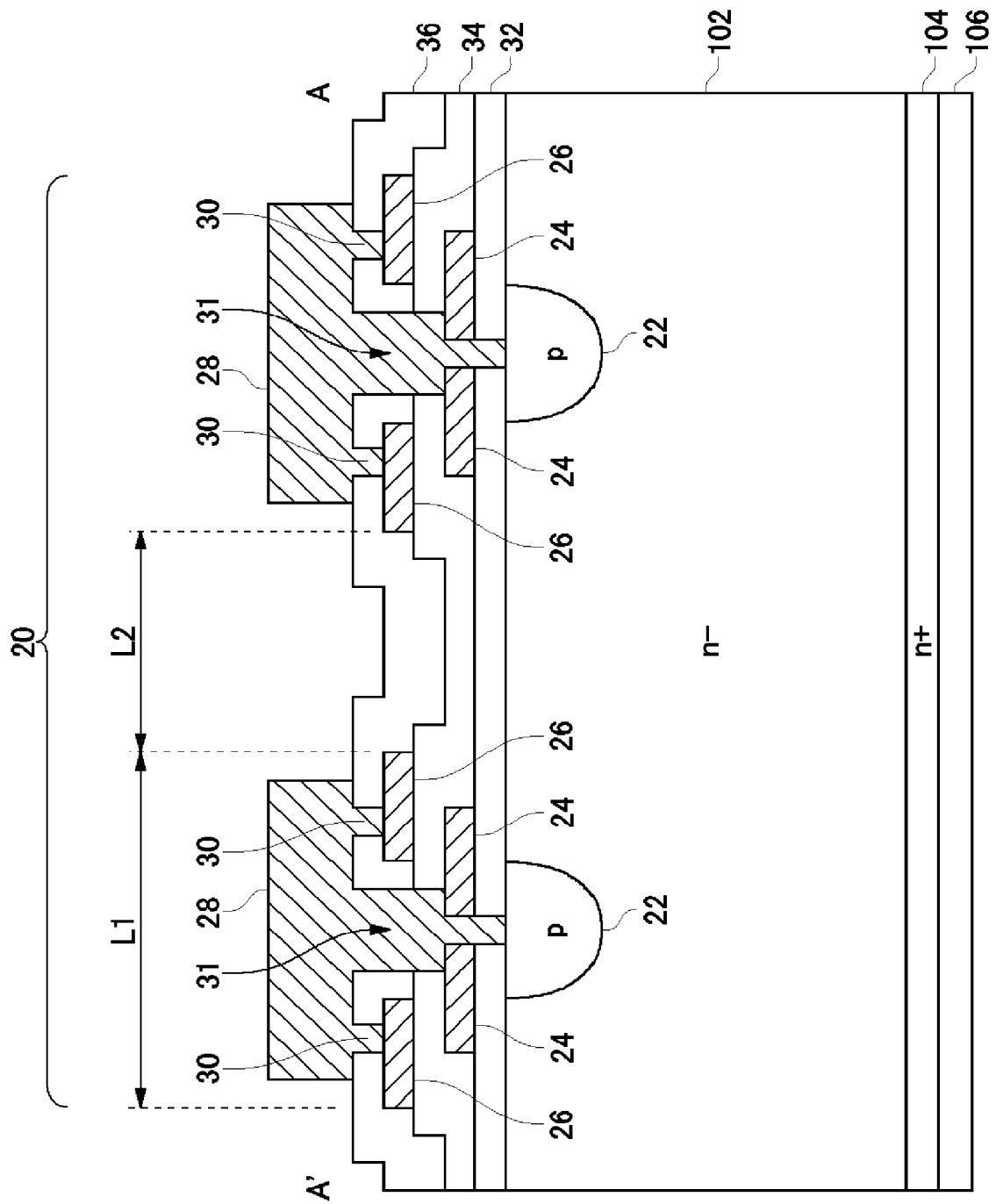
前記第 1 のガードリングと前記第 2 のガードリングとの間において、前記第 1 のフィールドプレートの間隔より、前記第 2 のフィールドプレートの間隔のほうが狭い

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の半導体装置。

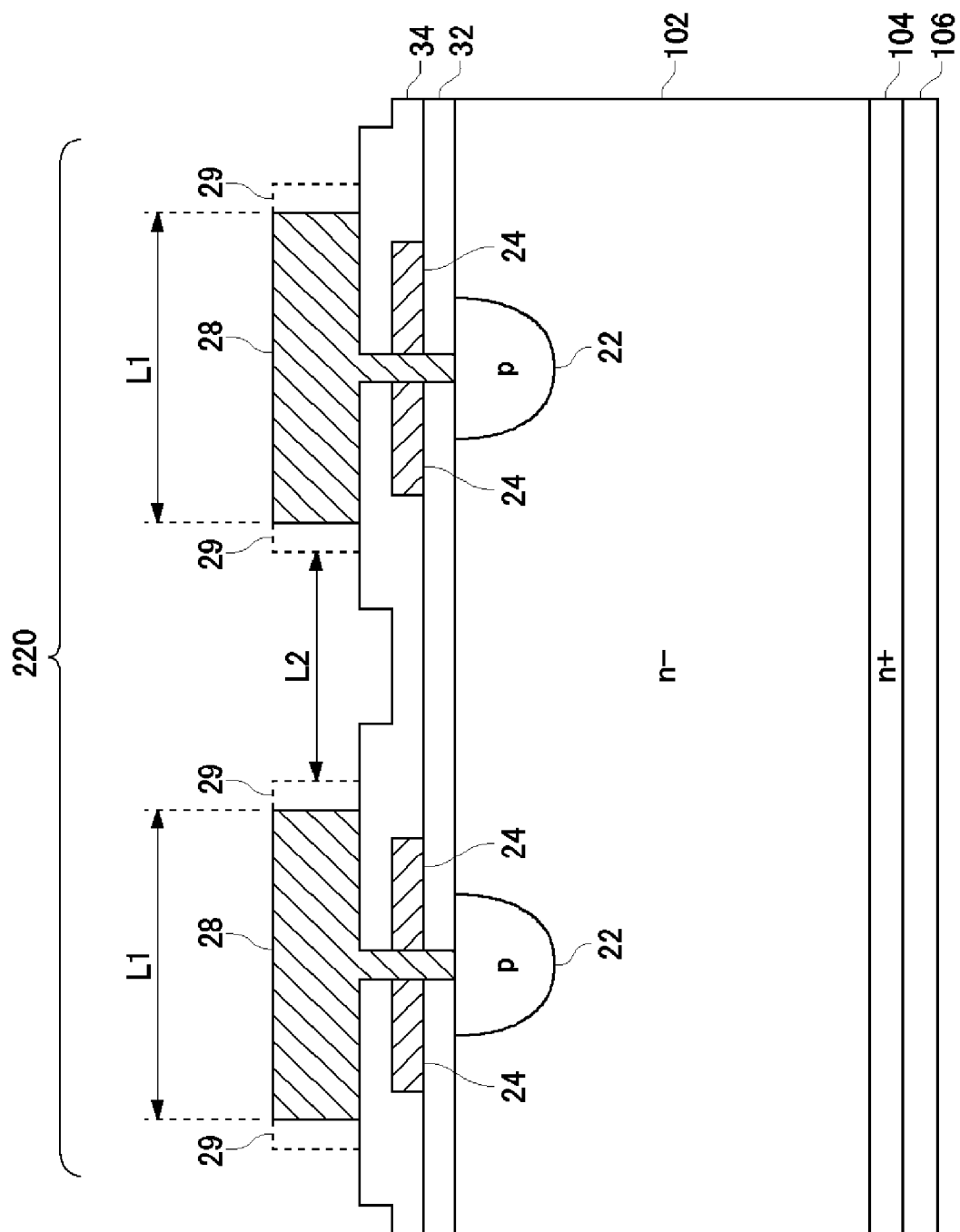
[図1]



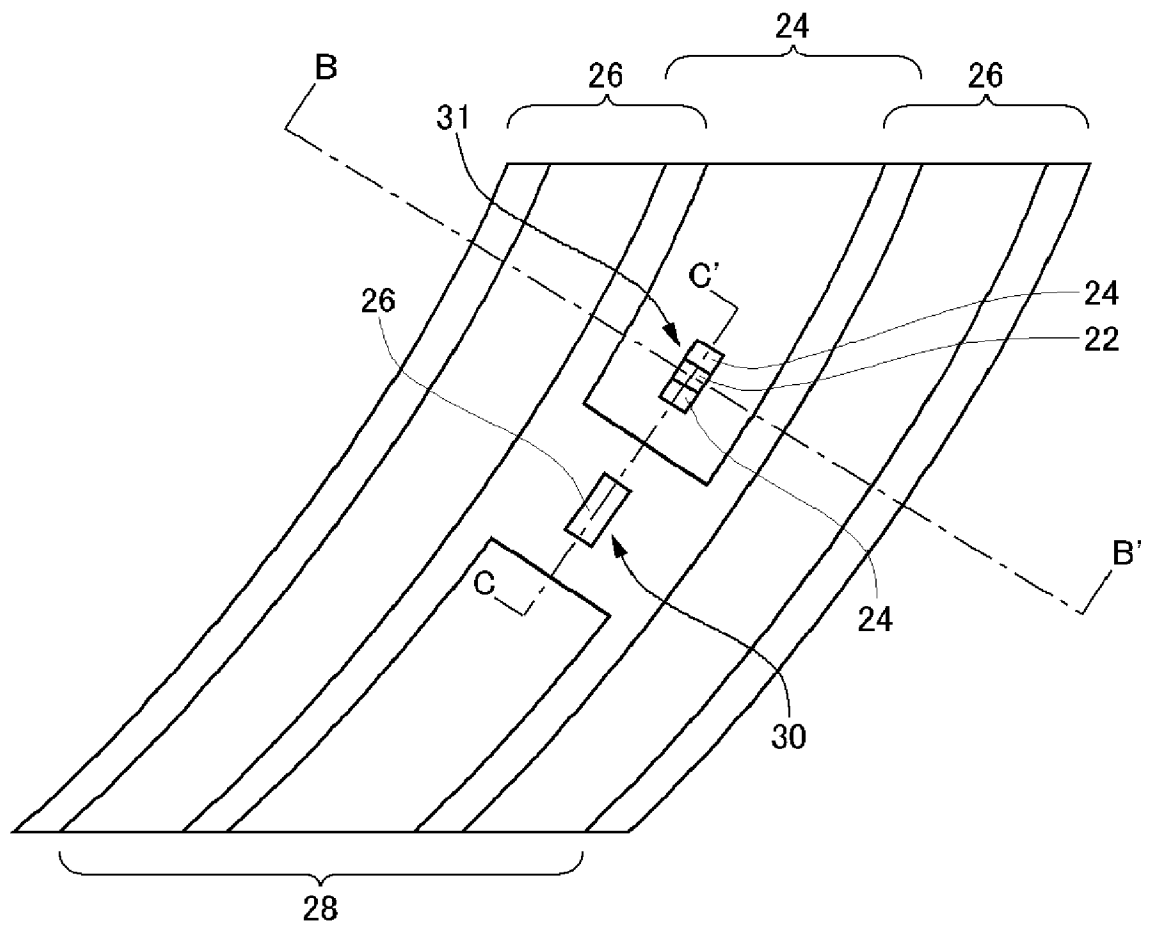
[図2]



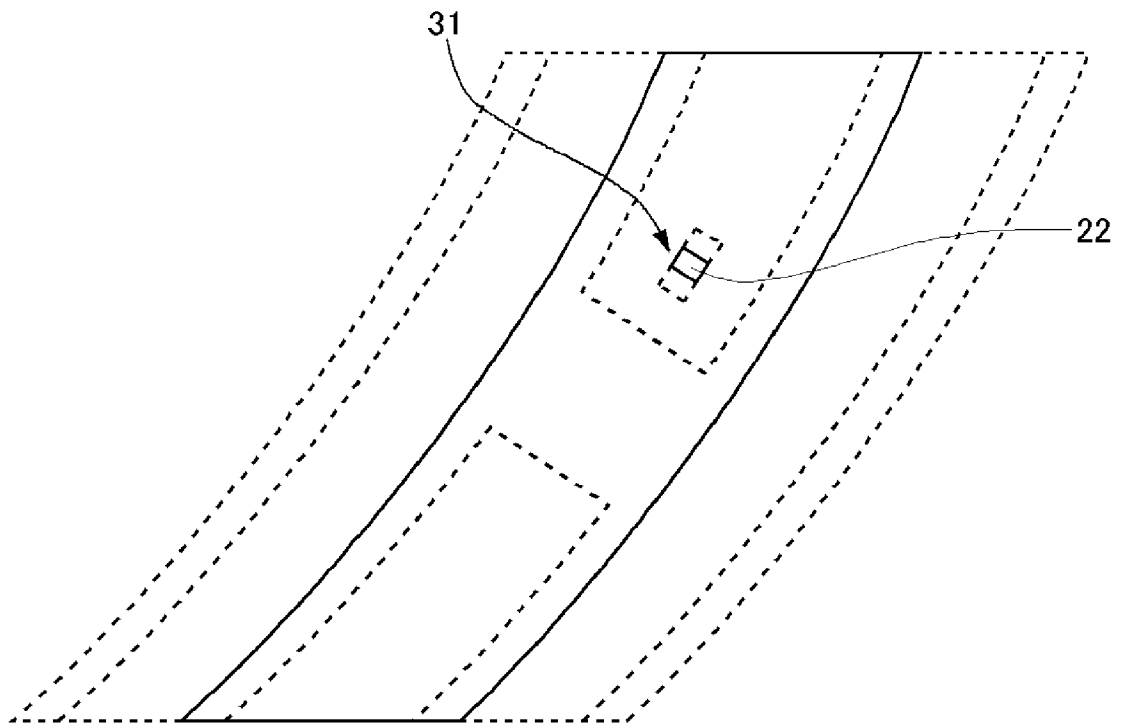
[図3]



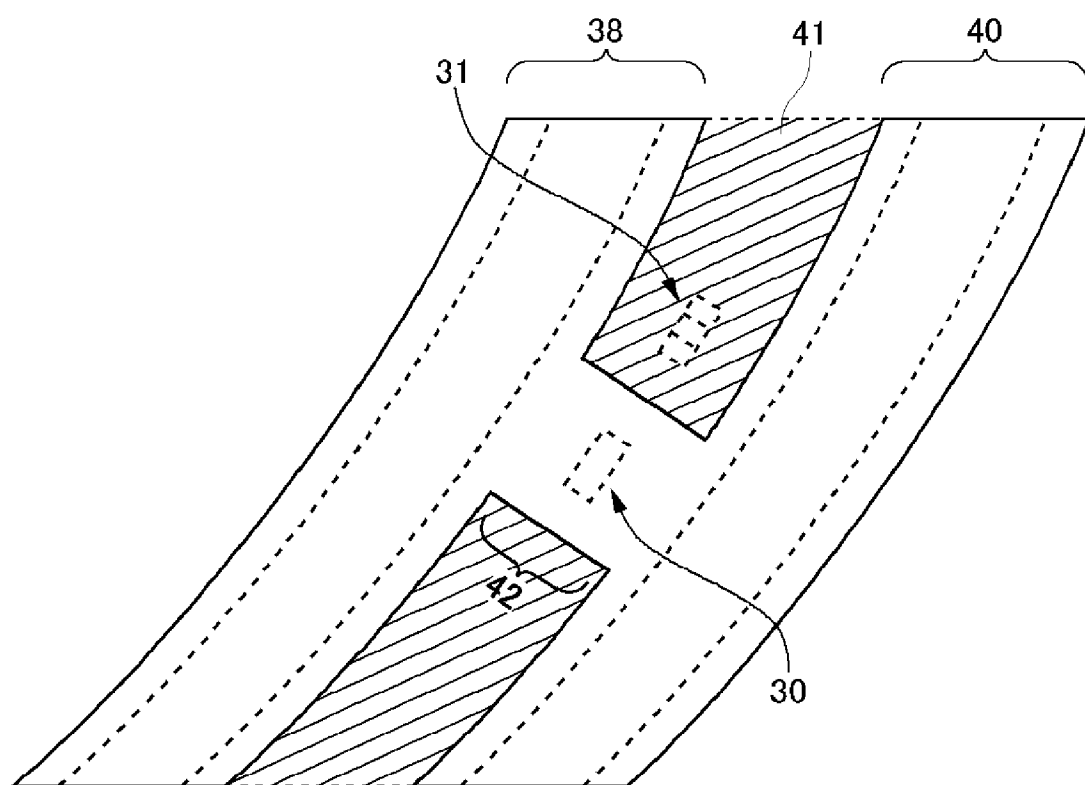
[図4]

14

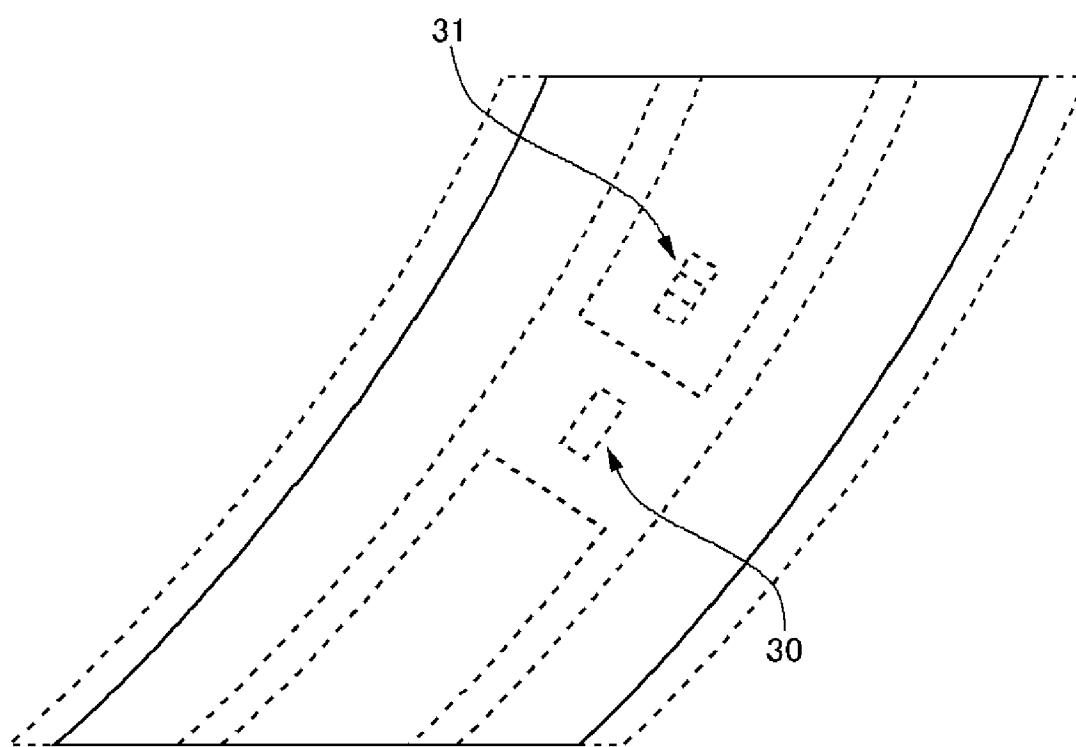
[図5]

24

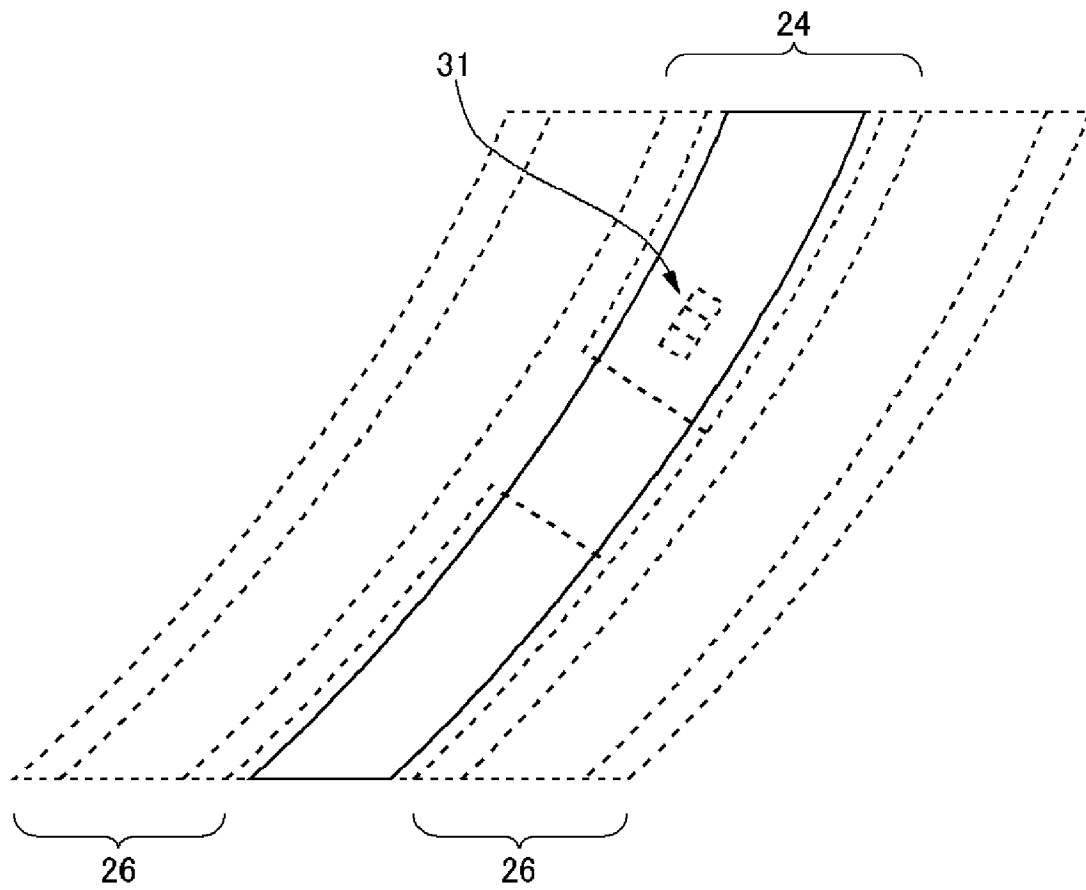
[図6]



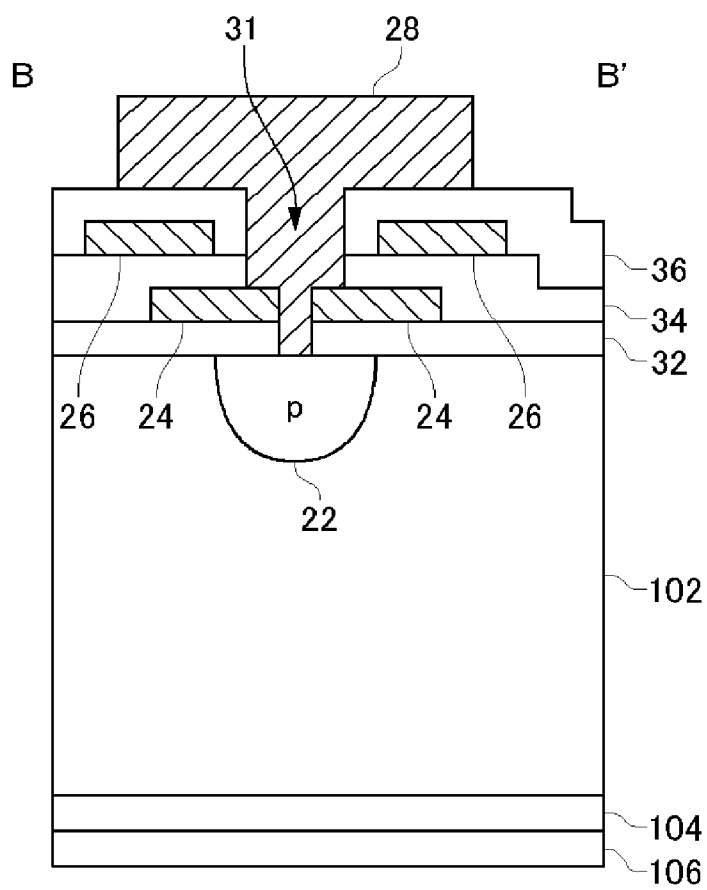
[図7]

28

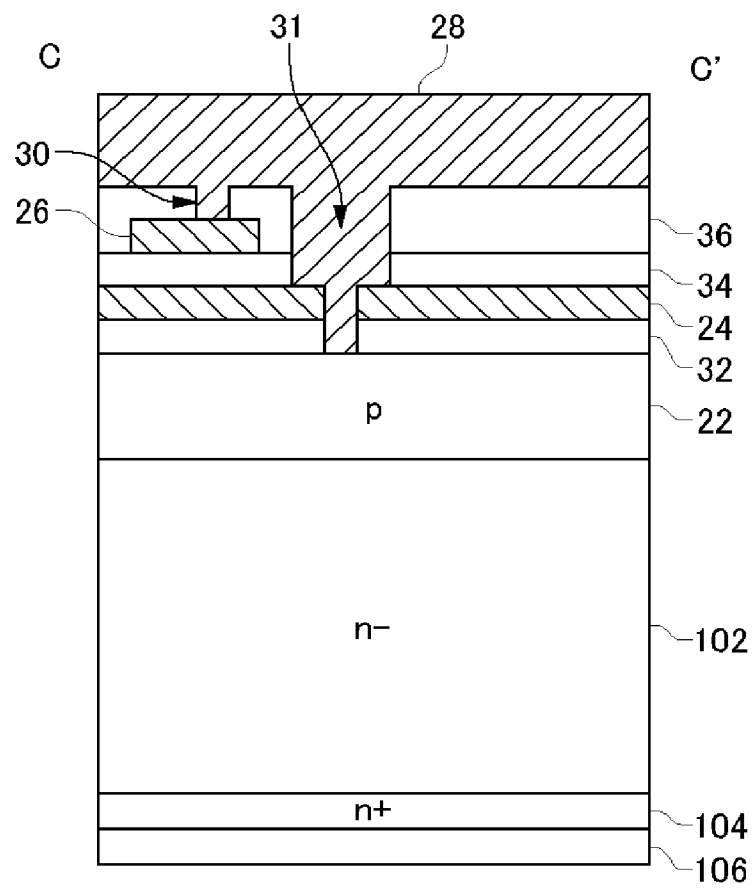
[図8]

22

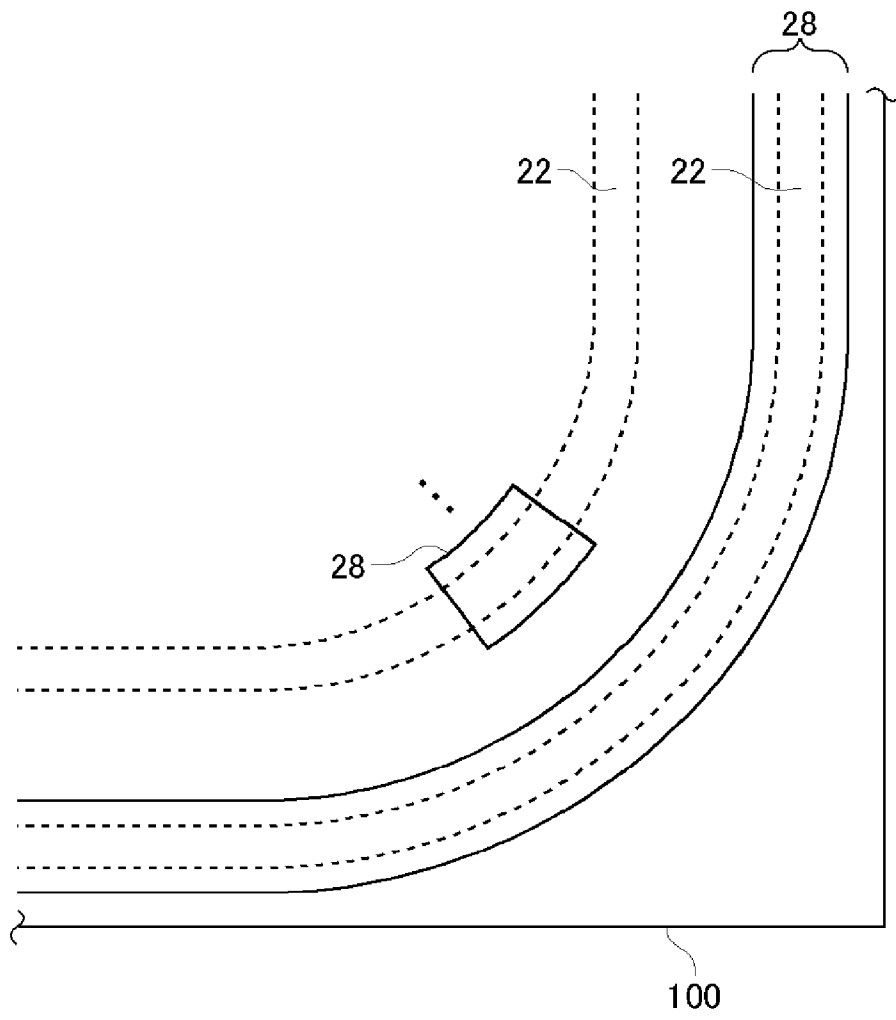
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L29/06(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L29/06, H01L29/739, H01L29/78

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/125626 A1 (Toyota Motor Corp.), 21 August 2014 (21.08.2014), paragraphs [0033] to [0046]; fig. 6, 7 & US 2015/0364541 A1 paragraphs [0051] to [0064]; fig. 6, 7 & CN 104995736 A	1-11
A	JP 2009-117715 A (Toshiba Corp.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0009] to [0027]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-11

☐ 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
12 April 2016 (12.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L29/06(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L29/06, H01L29/739, H01L29/78

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2014/125626 A1（トヨタ自動車株式会社）2014.08.21, 0033 段落 ないし 0046 段落、図 6 及び図 7 & US 2015/0364541 A1, 0051 段落 ないし 0064 段落、図 6 及び図 7 & CN 104995736 A	1-11
A	JP 2009-117715 A（株式会社東芝）2009.05.28, 0009 段落ないし 0027 段落、図 1 ないし図 4（ファミリーなし）	1-11

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.04.2016

国際調査報告の発送日

26.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

棚田 一也

5 F

9361

電話番号 03-3581-1101 内線 3516