

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 半導体装置は、上面と下面とを有する半導体基板と、半導体基板の上面に設けられた上面電極と、半導体基板の下面に設けられた下面電極とを備える。半導体基板は、平面視したときに、半導体基板の中心を含む第1範囲と、第1範囲と半導体基板の外周縁との間に位置する第2範囲とを有する。第1範囲と第2範囲のそれぞれには、ボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられている。MOSFET構造は、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が第1範囲において第2範囲よりも高くなるように、第1範囲と第2範囲との間で互いに相違する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本明細書で開示する技術は、半導体装置に関し、特に、半導体装置の温度分布を改善するための技術に関する。

背景技術

[0002] 特開2011-134950号公報に、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) と還流ダイオードとが一体的に形成された半導体装置が開示されている。この種の半導体装置は、RC (Reverse Conducting) - IGBTとも称され、半導体基板の下面に沿って、IGBTのコレクタ領域と還流ダイオードのカソード領域とが交互に設けられた構造を有する。この半導体装置では、カソード領域に対するコレクタ領域の比が、半導体基板の中央部において大きく、半導体基板の周縁部において小さくなっている。このような構成によると、放熱性に劣る中央部において、半導体基板の発熱量が抑制されることから、半導体装置の温度分布が改善（即ち、均一化）される。

発明の概要

[0003] RC-IGBTと同様の機能を有する他の半導体装置として、ボディダイオード（寄生ダイオードとも称される）を内蔵するMOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) 構造を有するものが知られている。この種の半導体装置では、MOSFET構造のボディダイオードが、還流ダイオードとして機能することができる。しかしながら、MOSFET構造のボディダイオードは、通電に伴う発熱量が比較的に大きい。そのことから、ボディダイオードを還流ダイオードとして利用すると、半導体基板が高温になりやすく、また、温度分布のばらつきも大きくなりやすい。上記した文献の技術は、温度分布の改善に有効なものであるが、RC-IGBTに特有の構造を利用したものであることから、MOSFET構造を有する半導体装置には採用することができない。

[0004] 従って、本明細書は、MOSFET構造を有する半導体装置の温度分布を改善するための技術を提供する。

[0005] 本明細書が開示する技術では、半導体基板のなかで放熱性が異なる少なくとも二つの範囲を特定し、それらの範囲の間でMOSFET構造（特に、ボディダイオードに係る構造）を互いに相違させる。詳しくは、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が、放熱性に劣る範囲では高くなり、放熱性に優れた範囲では低くなるように、各範囲におけるMOSFET構造を設計する。このような構成によると、MOSFET構造のボディダイオードに電流が流れたときに、放熱性に劣る範囲では電流密度が小さくなり、放熱性に優れた範囲では電流密度が大きくなる。その結果、放熱性が異なる複数の範囲において、温度分布が均一化される。なお、ボディダイオードの順方向電圧は、例えばオン電圧といったMOSFETの特性に影響を与えることなく、調整することができる。

[0006] 本技術の一側面により、次の半導体装置が開示される。この半導体装置は、上面と下面とを有する半導体基板と、半導体基板の上面に設けられた上面電極と、半導体基板の下面に設けられた下面電極とを備える。半導体基板は、平面視したときに、半導体基板の中心を含む第1範囲と、第1範囲と半導体基板の外周縁との間に位置する第2範囲とを有する。第1範囲と第2範囲のそれぞれには、ボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられている。MOSFET構造は、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が第1範囲において第2範囲よりも高くなるように、第1範囲と第2範囲との間で互いに相違する。

[0007] 上記した半導体装置では、半導体基板の中心を含む第1範囲が、その周囲に位置する第2範囲と比較して、放熱性において劣っている。そのことから、ボディダイオードの電流密度が、第1範囲において第2範囲よりも小さくなるように、第1範囲と第2範囲との間でMOSFET構造が互いに相違している。このような構成によると、放熱性が劣る第1範囲において、ボディダイオードによる発熱量が抑制されることから、半導体装置の温度分布が改

善される。

[0008] 本技術の他の一側面により、次の半導体装置も開示される。この半導体装置は、上面と下面とを有する半導体基板と、半導体基板の上面に設けられた上面電極と、半導体基板の下面に設けられた下面電極と、上面電極の一部を覆う絶縁性の保護膜とを備える。半導体基板は、平面視したときに、保護膜に覆われる第1範囲と保護膜に覆われない第2範囲とを有する。第1範囲と第2範囲のそれぞれには、ボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられている。MOSFET構造は、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が第1範囲において第2範囲よりも高くなるように、第1範囲と第2範囲との間で互いに相違する。

[0009] 上記した半導体装置では、保護膜によって放熱が阻害されることから、保護膜に覆われる第1範囲が、保護膜に覆われない第2範囲と比較して、放熱性において劣っている。そのことから、ボディダイオードの電流密度が、第1範囲において第2範囲よりも小さくなるように、第1範囲と第2範囲との間でMOSFET構造が互いに相違している。このような構成によると、放熱性が劣る第1範囲において、ボディダイオードによる発熱量が抑制されることから、半導体装置の温度分布が改善される。

[0010] 本技術のまた別の一側面により、次の半導体装置がさらに開示される。この半導体装置は、上面と下面とを有する半導体基板と、半導体基板の上面に設けられた上面電極と、半導体基板の下面に設けられた下面電極と、上面電極の一部を覆う絶縁性の保護膜とを備える。上面電極の上面の少なくとも一部の範囲には、例えばリードといった導電性部材が接合される。半導体基板は、平面視したときに、導電性部材に覆われない第1範囲と導電性部材に覆われる第2範囲とを有する。第1範囲と第2範囲のそれぞれには、ボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられている。MOSFET構造は、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が第1範囲において第2範囲よりも高くなるように、第1範囲と第2範囲との間で互いに相違する。

[0011] 上記した半導体装置では、導電性部材を通じた放熱を期待し得ることから、導電性部材に覆われない第１範囲が、導電性部材に覆われる第２範囲と比較して、放熱性において劣っている。そのことから、ボディダイオードの電流密度が、第１範囲において第２範囲よりも小さくなるように、第１範囲と第２範囲との間でMOSFET構造が互いに相違している。このような構成によると、放熱性が劣る第１範囲において、ボディダイオードによる発熱量が抑制されることから、半導体装置の温度分布が改善される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例１の半導体装置１０の平面図である。

[0013] [図2]図１中のⅠⅠ－ⅠⅠ線における断面図であり、ソース領域３８に沿って半導体装置１０の断面構造を模式的に示す。

[0014] [図3]図１中のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線における断面図であり、ボディコンタクト領域３６aに沿って半導体装置１０の断面構造を模式的に示す。二つの範囲A１、A２の間で、隣り合うボディ接触箇所Cの間隔CP１、CP２が互いに相違する。

[0015] [図4]実施例１の変形例である半導体装置１０aを示す。この半導体装置１０aでは、二つの範囲A１、A２の間で、各ボディ接触箇所Cの面積CA１、CA２が互いに相違する。

[0016] [図5]実施例１の他の変形例である半導体装置１０bを示す。この半導体装置１０bでは、二つの範囲A１、A２の間で、ボディ接触箇所Cの下方におけるボディ領域３６のp型不純物の濃度が互いに相違するもの。加えて、二つの範囲A１、A２の間で、ボディ接触箇所Cの下方における結晶欠陥１２dの密度が互いに相違する。

[0017] [図6]実施例２の半導体装置１００の平面図である。

[0018] [図7]図６中のⅤⅠⅠ－ⅤⅠⅠ線における断面図であり、ソース領域３８に沿って半導体装置１００の断面構造を模式的に示す。

[0019] [図8]図６中のⅤⅠⅠⅠ－ⅤⅠⅠⅠ線における断面図であり、ボディコンタクト領域３６aに沿って半導体装置１００の断面構造を模式的に示す。

[0020] [図9]実施例3の半導体装置110の平面図である。

[0021] [図10]図9中のX-X線における断面図であり、半導体装置110の断面構造を模式的に示す。

[0022] [図11]実施例4の半導体装置120の平面図である。

[0023] [図12]図11中のX1-X1線における断面図であり、ソース領域38に沿って半導体装置120の断面構造を模式的に示す。

[0024] [図13]図11中のX11-X11線における断面図であり、ボディコンタクト領域36aに沿って半導体装置120の断面構造を模式的に示す。

発明を実施するための形態

[0025] 本技術の一実施形態では、MOSFET構造が、上面電極に接するn型のソース領域と、下面電極に接するn型のドレイン領域と、ソース領域とドレイン領域との間に介在するとともに上面電極に接するp型のボディ領域と、ボディ領域とドレイン領域との間に介在するn型のドリフト領域とを有してもよい。このような構成によると、MOSFET構造には、ボディ領域とドリフト領域との間のpn接合により、上面電極から下面電極に向かう電流を許容するボディダイオードが構成される。但し、他の実施形態として、MOSFET構造は、上記とは異なる構造を有してもよい。

[0026] 本技術の一実施形態では、第1範囲においてボディ領域が上面電極に接する面積の割合が、第2範囲においてボディ領域が上面電極に接する面積の割合より小さくてもよい。このような構成によると、MOSFETとしての特性を変化させることなく、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、第1範囲において第2範囲よりも高くすることができる。

[0027] 上記した構造の一形態として、第1範囲と第2範囲とのそれぞれが、ボディ領域と上面電極とが互いに接する接触箇所を複数有してもよい。この場合、第1範囲における接触箇所の間隔が、第2範囲における接触箇所の間隔より広くてもよい。加えて、又は代えて、第1範囲における接触箇所の一つの面積が、第2範囲における接触箇所の一つの面積よりも狭くてもよい。

[0028] 本技術の一実施形態では、第1範囲においてボディ領域が上面電極に接す

る接触箇所の下方面におけるボディ領域のp型不純物の濃度が、第2範囲においてボディ領域が上面電極に接する接触箇所の下方面におけるボディ領域のp型不純物の濃度より低くてもよい。このような構造によっても、MOSFETとしての特性を変化させることなく、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、第1範囲において第2範囲よりも高くすることができる。

[0029] 本技術の一実施形態では、第1範囲においてボディ領域が上面電極に接する接触箇所の下方面における結晶欠陥の密度が、第2範囲においてボディ領域が上面電極に接する接触箇所の下方面における結晶欠陥の密度より大きくてもよい。このような構造によっても、MOSFETとしての特性を変化させることなく、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、第1範囲において第2範囲よりも高くすることができる。

[0030] 上記した実施形態では、第1範囲の前記した接触箇所の下方面においてドリフト領域に含まれる結晶欠陥の密度が、第2範囲の前記した接触箇所の下方面においてドリフト領域に含まれる結晶欠陥の密度より大きくてもよい。即ち、上述した結晶欠陥の密度の差別化は、一例として、ドリフト領域で行われてもよい。

[0031] 本技術の一実施形態において、半導体装置は、半導体基板の温度を検出する温度センサをさらに備えてもよい。この場合、温度センサは、平面視したときに、半導体基板の中心又はその近傍に配置されていてもよい。但し、温度センサを配置する位置は、様々に変更可能である。本技術によると、半導体基板の温度分布が改善されることから、温度センサの位置にかかわらず、半導体基板の温度を正しく検出することができる。

[0032] 以下では、本発明の代表的かつ非限定的な具体例について、図面を参照して詳細に説明する。この詳細な説明は、本発明の好ましい例を実施するための詳細を当業者に示すことを単純に意図しており、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。また、以下に開示される追加的な特徴ならびに発明は、さらに改善された半導体装置とその使用及び製造方法を提供する

ために、他の特徴や発明とは別に、又は共に用いることができる。

[0033] また、以下の詳細な説明で開示される特徴や工程の組み合わせは、最も広い意味において本発明を実施する際に必須のものではなく、特に本発明の代表的な具体例を説明するためにのみ記載されるものである。さらに、上記及び下記の代表的な具体例の様々な特徴、ならびに、独立及び従属クレームに記載されるものの様々な特徴は、本発明の追加的かつ有用な実施形態を提供するにあたって、ここに記載される具体例のとおり、あるいは列挙された順番のとおり組合せなければならないものではない。

[0034] 本明細書及び／又はクレームに記載された全ての特徴は、実施例及び／又はクレームに記載された特徴の構成とは別に、出願当初の開示ならびにクレームされた特定事項に対する限定として、個別に、かつ互いに独立して開示されることを意図するものである。さらに、全ての数値範囲及びグループ又は集団に関する記載は、出願当初の開示ならびにクレームされた特定事項に対する限定として、それらの中間の構成を開示する意図を持ってなされている。

[0035] (実施例1) 図面を参照して、実施例1の半導体装置10について説明する。本実施例の半導体装置10は、電力供給回路に用いられるパワー半導体装置である。後述するように、半導体装置10は、ボディダイオード(寄生ダイオードとも称される)を内蔵するMOSFET構造を有し、例えばコンバータ又はインバータのスイッチング素子として採用することができる。

[0036] 図1-図3に示すように、半導体装置10は、半導体基板12を備える。半導体基板12は、上面12aと、上面12aの反対側に位置する下面12bとを有する。なお、ここで使用する「上面」及び「下面」との用語は、互いに反対側に位置する二つの面を、便宜的に区別するための表現であり、半導体装置10の製造時や使用時における姿勢を限定するものではない。また、本明細書において「下方」との用語は、半導体基板12の上面12aから下面12bに向かう方向を意味する。本実施例の半導体基板12は、炭化ケイ素(SiC)の基板である。ただし、半導体基板12を構成する半導体材

料は特に限定されず、例えばシリコン（Si）であってもよいし、窒化ガリウム（GaN）といった化合物半導体であってもよい。なお、シリコンと比較して、炭化ケイ素や窒化ガリウムといったワイドバンドギャップ半導体は、pn接合ダイオードの順方向電圧が高いという特性を有する。そのことから、本明細書で開示される技術は、半導体基板12がワイドバンドギャップ半導体の基板である場合に、より高い効果を発揮し得る。

[0037] 半導体装置10は、半導体基板12の上面12aに設けられた上面電極14と、半導体基板12の下面12bに設けられた下面電極16とをさらに備える。上面電極14と下面電極16は、導電性を有する部材である。上面電極14は、半導体基板12の上面12aにオーミック接触しており、下面電極16は、半導体基板12の下面12bにオーミック接触している。上面電極14及び下面電極16は、例えばアルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、金（Au）といった金属材料を用いて形成されることができる。上面電極14及び下面電極16を構成する具体的な材料や構造については特に限定されない。

[0038] 半導体基板12の上面12aには、複数のトレンチ12tが設けられている。複数のトレンチ12tは、互いに平行であって、図1の上下方向に沿って延びている。即ち、図2、図3は、複数のトレンチ12tに垂直な断面を示す。各々のトレンチ12t内には、ゲート電極18とゲート絶縁膜20が設けられている。ゲート電極18は、例えばポリシリコンといった、導電性材料で形成されており、ゲート絶縁膜20は、例えば酸化シリコン（SiO₂）といった、絶縁性材料で形成されている。ゲート電極18は、ゲート絶縁膜20を介して半導体基板12に対向している。ゲート電極18と上面電極14との間には、層間絶縁膜22が形成されている。層間絶縁膜22は、例えば酸化シリコン（SiO₂）といった絶縁性材料で形成されており、ゲート電極18と上面電極14との間を電氣的に絶縁している。

[0039] 半導体基板12の上面12a側には、保護膜24が設けられている。保護膜24は、例えばポリイミドといった、絶縁性材料によって形成されている

。保護膜 24 は、上面電極 14 の上に位置しており、上面電極 14 の一部を覆っている。保護膜 24 は、主に上面電極 14 の外周部分を覆っており、保護膜 24 の中央部分には、上面電極 14 を露出する二つの開口 24 a が設けられている。保護膜 24 の断面構造については、例えば図 7、8 に示されている。なお、保護膜 24 及びその開口 24 a の位置、大きさ、形状、数といった構造については、特に限定されない。

[0040] 加えて、半導体基板 12 の上面 12 a 側には、複数の信号電極 26 と、温度センサ 28 が設けられている。複数の信号電極 26 には、例えばゲート電極 18、上面電極 14 及び温度センサ 28 が電氣的に接続されている。温度センサ 28 は、半導体基板 12 の中心（又はその近傍）に配置されている。温度センサ 28 は、半導体基板 12 の温度を測定するためのセンサであり、温度に応じた電気信号を出力する。通常、半導体装置 10 の動作は、温度センサ 28 による検出温度に応じて制御される。例えば、温度センサ 28 による検出温度が上限値を超えたときは、半導体基板 12 に流れる電流を遮断するといった制御が実施される。

[0041] 半導体基板 12 は、ドレイン領域 32、ドリフト領域 34、ボディ領域 36 及びソース領域 38 を備える。ドレイン領域 32 は、n 型の半導体領域である。ドレイン領域 32 は、半導体基板 12 の下面 12 b に沿って位置しており、下面 12 b に露出している。ドレイン領域 32 は、半導体基板 12 の全体に亘って、層状に広がっている。ドレイン領域 32 には、前述した下面電極 16 がオーミック接触している。

[0042] ドリフト領域 34 は、n 型の半導体領域である。ドリフト領域 34 における n 型不純物の濃度は、ドレイン領域 32 における n 型不純物の濃度よりも低い。ドリフト領域 34 は、ドレイン領域 32 上に位置しており、ドレイン領域 32 に接している。ドリフト領域 34 は、半導体基板 12 の全体にわたって、層状に広がっている。ドリフト領域 34 における n 型不純物の濃度は、半導体基板 12 の厚み方向に沿って一定であってもよいし、連続的又は段階的に変化してもよい。また、ドリフト領域 34 内には、例えばトレンチ 1

2 t の底面に沿って、p型の半導体領域（いわゆるフローティング領域）が設けられてもよい。

[0043] ボディ領域36は、p型の半導体領域である。ボディ領域36は、ドリフト領域34上に位置しており、ドリフト領域34に接している。ボディ領域36は、半導体基板12の全体にわたって、層状に広がっている。ボディ領域36は、半導体基板12の上面12aに露出するボディコンタクト領域36aを有する。ボディコンタクト領域36aにおけるp型不純物の濃度は、ボディ領域36の他の部分におけるp型不純物の濃度よりも高い。これにより、ボディコンタクト領域36aには、前述した上面電極14がオーミック接触している。半導体基板12の上面12aでは、複数のボディコンタクト領域36aが、複数のソース領域38とともに、ストライプ状に設けられている。言い換えると、半導体基板12の上面12aでは、トレンチ12tの長手方向（図1の上下方向）に沿って、ボディコンタクト領域36aとソース領域38が交互に形成されており、それぞれのボディコンタクト領域36a及びソース領域38は、トレンチ12tの長手方向に対して垂直に延びている（図2、図3参照）。

[0044] ソース領域38は、n型の半導体領域である。ソース領域38におけるn型不純物の濃度は、ドリフト領域34におけるn型不純物の濃度よりも高い。ソース領域38は、ボディ領域36上に位置するとともに、半導体基板12の上面12aに露出している。ソース領域38にも、前述した上面電極14がオーミック接触している。ソース領域38は、ボディ領域36を介して、同じn型のドリフト領域34及びドレイン領域32から隔てられている。

[0045] トレンチ12tは、半導体基板12の上面12aから、ボディ領域36を通過して、ドリフト領域34まで延びている。ゲート電極18は、ゲート絶縁膜20を介して、ソース領域38、ボディ領域36及びドリフト領域34に対向している。これにより、上面電極14に対してゲート電極18に正の電圧（いわゆるゲート駆動電圧）が印加されると、ゲート電極18に対向するボディ領域36に反転層（いわゆるチャネル）が形成される。ソース領域

３８とドリフト領域３４との間が電氣的に接続され、上面電極１４と下面電極１６との間が電氣的に導通する。

[0046] 以上のように、半導体基板１２には、ドレイン領域３２、ドリフト領域３４、ボディ領域３６及びソース領域３８を有するＭＯＳＦＥＴ構造が設けられている。このＭＯＳＦＥＴ構造は、図３によく示されるように、ボディダイオード（寄生ダイオードとも称される）を内蔵する。即ち、上面電極１４と下面電極１６との間には、ボディ領域３６（ボディコンタクト領域３６aを含む）のｐ型半導体層と、ドリフト領域３４及びドレイン領域３２を含むｎ型半導体層とによって、ｐｎ接合型のダイオードが形成されている。このボディダイオードは、上面電極１４から下面電極１６へ流れる電流を許容する一方で、下面電極１６から上面電極１４へ流れる電流を遮断する。これにより、半導体装置１０をコンバータ又はインバータのスイッチング素子として採用したときに、半導体装置１０のボディダイオードを還流ダイオードとして利用することができる。従って、別個のダイオード素子が必ずしも必要とされない。

[0047] しかしながら、ＭＯＳＦＥＴ構造のボディダイオードは、通電に伴う発熱量が比較的に大きい。そのことから、ボディダイオードを還流ダイオードとして利用すると、半導体基板１２が高温になりやすく、また、温度分布のばらつきも大きくなりやすい。前述したように、半導体基板１２の温度は温度センサ２８によって監視され、温度センサ２８による検出温度に基づいて、半導体装置１０の動作が制御される。この点に関して、半導体基板１２の温度分布がばらついていると、温度センサ２８による検出温度の信頼性が低下する。即ち、温度センサ２８による検出温度に基づいて、半導体装置１０の動作を制御しても、半導体基板１２の過熱による故障を避けられないおそれがある。このように、半導体装置１０では、半導体基板１２の温度分布を改善することが重要である。そのために、本実施例の半導体装置１０では、下記する構造が採用されている。

[0048] 図１－図３に示すように、半導体基板１２は、平面視したときに、半導体

基板 1 2 の中心を含む範囲 A 1 と、当該範囲 A 1 と半導体基板 1 2 の外周縁との間に位置する範囲 A 2 とを有する。二つの範囲 A 1、A 2 のそれぞれには、前述したボディダイオードを内蔵する MOSFET 構造が設けられている。図 2 に示すように、MOSFET 構造のうち、MOSFET の動作に係る構造については、二つの範囲 A 1、A 2 の間で互いに等しい。その一方で、図 3 に示すように、ボディダイオードに係る構造については、二つの範囲 A 1、A 2 の間で MOSFET 構造が互いに相違する。これは、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、範囲 A 1 において範囲 A 2 よりも高くするためである。

[0049] このような構成によると、半導体基板 1 2 のボディダイオードに電流が流れたときに、範囲 A 1 における電流密度は、範囲 A 2 における電流密度よりも低くなる。その結果、範囲 A 1 における単位面積あたりの発熱量が、範囲 A 2 に対して抑制される。半導体基板 1 2 の中心を含む範囲 A 1 は、その周囲に位置する範囲 A 2 と比較して、放熱性において劣っている。即ち、本実施例の半導体装置 1 0 は、放熱性で劣る範囲 A 1 において、半導体基板 1 2 の発熱量が抑制されるように構成されている。これにより、半導体基板 1 2 の温度分布が改善され、温度センサ 2 8 による検出温度の信頼性が向上する。即ち、半導体基板 1 2 の温度分布が改善されることで、温度センサ 2 8 を配置する位置にかかわらず、半導体基板 1 2 の温度を正しく検出することができる。

[0050] 同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、二つの範囲 A 1、A 2 で相違させる手段は、特定のものに限定されない。例えば、図 3 に示すように、二つの範囲 A 1、A 2 のそれぞれは、ボディ領域 3 6 と上面電極 1 4 とが互いに接するボディ接触箇所 C を複数有する。このような構造では、放熱性で劣る範囲 A 1 におけるボディ接触箇所 C の間隔 C P 1 を、他の範囲 A 2 におけるボディ接触箇所 C の間隔 C P 2 よりも広くすることが考えられる。これにより、ボディ領域 3 6 が上面電極 1 4 に接する面積の割合（即ち、ボディ接触箇所 C の占める面積の割合）は、範囲 A 1 において範囲 A 2

よりも小さくなる。その結果、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧は、範囲A1において範囲A2よりも高くなるので、半導体基板12の温度分布を改善することができる。ここで、MOSFETの動作に係る構造については影響を受けないことから（図2参照）、半導体装置10のMOSFETとしての特性はそのまま維持される。

[0051] あるいは、図4に示すように、放熱性で劣る範囲A1におけるボディ接触箇所Cの一つの面積CA1を、他の範囲A2におけるボディ接触箇所Cの一つの面積CA2より狭くしてもよい。このような構造によっても、ボディ領域36が上面電極14に接する面積の割合（即ち、ボディ接触箇所Cの占める面積の割合）は、範囲A1において範囲A2よりも小さくなる。その結果、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧は、範囲A1において範囲A2よりも高くなるので、半導体基板12の温度分布を改善することができる。

[0052] あるいは、図5に示すように、放熱性で劣る範囲A1においてボディ接触箇所Cの下方におけるボディ領域36のp型不純物の濃度を、他の範囲A2においてボディ接触箇所Cの下方におけるボディ領域36のp型不純物の濃度より低くしてもよい。このような構造によっても、MOSFETとしての特性を変化させることなく、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、範囲A1において範囲A2よりも高くすることができる。加えて、又は代えて、同じく図5に示すように、放熱性で劣る範囲A1においてボディ接触箇所Cの下方における結晶欠陥12dの密度を、他の範囲A2においてボディ接触箇所Cの下方における結晶欠陥（図示省略）の密度より大きくしてもよい。このような構造によっても、MOSFETとしての特性を変化させることなく、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、範囲A1において範囲A2よりも高くすることができる。一例ではあるが、二つの範囲A1、A2の間で結晶欠陥12dの密度を差別化するために、放熱性で劣る範囲A1のドリフト領域34に、結晶欠陥12dを意図的に設けることができる。

- [0053] 図3－図5に示したいくつかの構造例は、それぞれ単独でも採用可能であるとともに、それらの二以上を任意に組み合わせて採用することもできる。
- [0054] (実施例2) 次に、図6－8を参照して、実施例2の半導体装置100について説明する。実施例1と共通又は対応する構成については、同一の符号が付されており、ここでは重複する説明を省略する。図6－8に示すように、半導体基板12は、平面視したときに、保護膜24に覆われる範囲A3と、保護膜24に覆われない範囲A4とを有する。二つの範囲A3、A4のそれぞれには、実施例1で説明したボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられている。
- [0055] 本実施例の半導体装置100では、保護膜24に覆われる範囲A3と保護膜24に覆われない範囲A4との間で、MOSFET構造が互いに相違している。この点において、本実施例の半導体装置100は、実施例1で説明した半導体装置10、10a、10bと相違する。なお、図7に示すように、MOSFET構造のうち、MOSFETの動作に係る構造については、二つの範囲A3、A4の間で互いに等しい。それに対して、図8に示すように、ボディダイオードに係る構造については、二つの範囲A3、A4の間で互いに相違する。これは、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、範囲A3において範囲A4よりも高くするためである。
- [0056] このような構成によると、半導体基板12のボディダイオードに電流が流れたときに、範囲A3における電流密度は、範囲A4における電流密度よりも小さくなる。その結果、範囲A3における単位面積あたりの発熱量が、範囲A4に対して抑制される。保護膜24に覆われた範囲A3は、保護膜24に覆われていない範囲A4と比較して、放熱性において劣っている。即ち、本実施例の半導体装置100は、放熱性で劣る範囲A3において、半導体基板12の発熱量が抑制されるように構成されている。これにより、半導体基板12の温度分布が改善され、温度センサ28による検出温度の信頼性が向上する。即ち、半導体基板12の温度分布が改善されることで、温度センサ28を配置する位置にかかわらず、半導体基板12の温度を正しく検出する

ことができる。

[0057] 実施例 1 と同様に、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧を、二つの範囲 A 3、A 4 で相違させる手段は、特定のものに限定されない。例えば、図 8 に示すように、二つの範囲 A 3、A 4 のそれぞれは、ボディ領域 3 6 と上面電極 1 4 とが互いに接するボディ接触箇所 C を複数有する。このような構造では、放熱性で劣る範囲 A 3 におけるボディ接触箇所 C の一つの面積 C A 3 を、他の範囲 A 4 におけるボディ接触箇所 C の一つの面積 C A 4 よりも狭くすることが考えられる。これにより、ボディ領域 3 6 が上面電極 1 4 に接する面積の割合（即ち、ボディ接触箇所 C の占める面積の割合）は、範囲 A 3 において範囲 A 4 よりも小さくなる。その結果、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧は、範囲 A 3 において範囲 A 4 よりも高くなるので、半導体基板 1 2 の温度分布を改善することができる。ここで、MOSFET の動作に係る構造については影響を受けないことから（図 7 参照）、半導体装置 1 0 の MOSFET としての特性はそのまま維持される。

[0058] あるいは、実施例 1 でも説明したように、放熱性で劣る範囲 A 3 におけるボディ接触箇所 C の間隔を、他の範囲 A 2 におけるボディ接触箇所 C の間隔より狭くしてもよい（図 3 参照）。あるいは、放熱性で劣る範囲 A 3 においてボディ接触箇所 C の下方におけるボディ領域 3 6 の p 型不純物の濃度を、他の範囲 A 4 におけるそれより低くしてもよい。あるいは、放熱性で劣る範囲 A 3 においてボディ接触箇所 C の下方における結晶欠陥 1 2 d の密度を、他の範囲 A 4 におけるそれより大きくしてもよい。これらの構造例は、それぞれ単独でも採用可能であるとともに、それらの二以上を任意に組み合わせることもできる。

[0059] （実施例 3）次に、図 9、1 0 を参照して、実施例 3 の半導体装置 1 1 0 について説明する。実施例 1、2 と共通又は対応する構成については、同一の符号が付されており、ここでは重複する説明を省略する。図 9、1 0 に示すように、本実施例の半導体装置 1 1 0 は、プレーナゲート構造を有しており

、この点において、トレンチゲート構造を有する実施例 1、2 の半導体装置 110、110a、110b、110c とは相違する。即ち、半導体装置 110 では、半導体基板 12 の上面 12a に沿ってゲート電極 18 及びゲート絶縁膜 20 が設けられており、ゲート電極 18 がゲート絶縁膜 20 を介して半導体基板 12 の上面 12a に対向している。

[0060] 図 10 に示すように、半導体基板 12 には、ドレイン領域 32、ドリフト領域 34、ボディ領域 36 及びソース領域 38 を有する MOSFET 構造が設けられている。実施例 1、2 で説明した構造と比較して、ボディ領域 36（ボディコンタクト領域 36a を含む）及びソース領域 38 の構造が変更されている。これにより、ゲート電極 18 は、ゲート絶縁膜 20 を介して、ソース領域 38、ボディ領域 36 及びドリフト領域 34 に対向している。また、ソース領域 38 及びボディ領域 36 は、上面電極 14 にオーミック接触している。当業者であれば理解されるように、本実施例の MOSFET 構造は、実施例 1、2 で説明した MOSFET 構造と同様に、還流ダイオードとして利用し得るボディダイオードを内蔵する。

[0061] 本実施例の半導体装置 110 では、実施例 2 と同様に、保護膜 24 に覆われる範囲 A3 と保護膜 24 に覆われない範囲 A4 との間で、MOSFET 構造が互いに相違している。具体的には、放熱性で劣る範囲 A3 においてボディ接触箇所 C の下方における結晶欠陥 12d の密度が、他の範囲 A4 におけるそれよりも大きくなっている。これにより、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧は、範囲 A3 において範囲 A4 よりも高く、半導体基板 12 のボディダイオードに電流が流れたときに、範囲 A3 における電流密度は範囲 A4 における電流密度よりも低くなる。実施例 2 と同様に、放熱性で劣る範囲 A3 において半導体基板 12 の発熱量が抑制されることから、半導体基板 12 の温度分布が改善される。

[0062] 実施例 2、3 から理解されるように、本明細書が開示する技術は、トレンチゲート型の MOSFET 構造とプレーナゲート型の MOSFET 構造とのいずれにも採用することができる。加えて、本明細書が開示する技術は、特

定のMOSFET構造に限定されず、様々なMOSFET構造に採用することができる。この場合、MOSFET構造は、上面電極14に接するn型のソース領域38と、下面電極16に接するn型のドレイン領域32と、ソース領域38とドレイン領域32との間に介在するとともに上面電極14に接するp型のボディ領域36と、ボディ領域36とドレイン領域32との間に介在するn型のドリフト領域34とを有するとよい。なお、ドレイン領域32とドリフト領域34は共にn型の半導体領域であることから、両者の間に明確な境界は必要とされない。

[0063] (実施例4) 次に、図11-13を参照して、実施例4の半導体装置120について説明する。実施例1-3と共通又は対応する構成については、同一の符号が付されており、ここでは重複する説明を省略する。本実施例の半導体装置120は、実施例1、2と同様に、トレンチゲート構造を有する。半導体装置120は、通常、例えばリードといった導電性部材122とともに、半導体パッケージに組み込まれる。このとき、導電性部材122は、半導体装置120の上面電極14の少なくとも一部に、例えばはんだ層124を介して接合される。従って、上面電極14は、はんだ層124との親和性や結合性を高めるために、例えばニッケルや金によるめっき層14aを有してもよい。

[0064] 上面電極14に導電性部材122が接合された状態で、半導体基板12は、平面視において、導電性部材122に覆われる範囲A5と、導電性部材122に覆われない範囲A3、A4とを有する。半導体基板12の熱は、導電性部材122を通じて外部へ放熱され得る。従って、導電性部材122に覆われない範囲A3、A4は、導電性部材122に覆われる範囲A5と比較して、放熱性が劣っており、高温となりやすい。そのことから、本実施例の半導体装置120では、導電性部材122に覆われない範囲A3、A4と、導電性部材122に覆われる範囲A5との間で、MOSFET構造が互いに相違している。さらに、本実施例の半導体装置120では、保護膜24に覆われる範囲A3と保護膜24に覆われない範囲A4との間でも、MOSFET

構造が互いに相違している。即ち、放熱性が異なる三つの範囲 A 1 - A 3 の間で、MOSFET 構造が互いに相違している。

[0065] 図 1 3 に示すように、二つの範囲 A 3 - A 5 のそれぞれは、ボディ領域 3 6 と上面電極 1 4 とが互いに接するボディ接触箇所 C を複数有する。三つの範囲 A 3 - A 5 を比較すると、保護膜 2 4 に覆われた範囲 A 3 が放熱性で最も劣っており、導電性部材 1 2 2 に覆われた範囲 A 5 が放熱性で最も優れている。従って、範囲 A 3 - A 5 におけるボディ接触箇所 C の各面積 C A 3 - C A 5 は、 $C A 3 < C A 4 < C A 5$ の関係を満たす。これにより、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が、範囲 A 3 において最も高く、範囲 A 5 において最も低くなっている。従って、半導体基板 1 2 のボディダイオードに電流が流れたときに、電流密度は範囲 A 3 において最も小さくなり、範囲 A 5 において最も大きくなる。各範囲 A 3 - A 5 の発熱量がその放熱性に依拠して調整されることから、半導体基板 1 2 の温度分布が改善される。

[0066] 他の実施形態では、四以上の範囲について、同じ電流密度に対するボディダイオードの順方向電圧が相違するように、MOSFET 構造を互いに相違させてもよい。この場合、実施例 1 - 3 と同様に、各範囲でボディダイオードの順方向電圧を相違させる手段は、特定のものに限定されず、本明細書に記載された一又は複数の構造例を採用することができる。

[0067] 本明細書で開示される半導体装置 1 0、1 0 a、1 0 b、1 0 0、1 1 0、1 2 0 では、MOSFET 構造に内蔵されたボディダイオードの発熱に起因する温度分布が改善されている。従って、それらの半導体装置 1 0、1 0 a、1 0 b、1 0 0、1 1 0、1 2 0 をコンバータやインバータへ採用したときに、ボディダイオードを還流ダイオードとして利用することができる。ここで、半導体装置 1 0、1 0 a、1 0 b、1 0 0、1 1 0、1 2 0 は、同期整流制御が実施されるコンバータやインバータにも好適に採用することができる。同期整流制御とは、ボディダイオードに電流が流れる期間に合わせて、ゲート電極 1 8 を駆動して（即ち、MOSFET をターンオンして）、

ボディダイオードに流れる電流を制限する制御である。

請求の範囲

[請求項1]

上面と下面とを有する半導体基板と、
前記半導体基板の上面に設けられた上面電極と、
前記半導体基板の下面に設けられた下面電極と、を備え、
前記半導体基板は、平面視したときに、前記半導体基板の中心を含む第1範囲と、前記第1範囲と前記半導体基板の外周縁との間に位置する第2範囲とを有し、
前記第1範囲と前記第2範囲のそれぞれには、ボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられており、
前記MOSFET構造は、同じ電流密度に対する前記ボディダイオードの順方向電圧が前記第1範囲において前記第2範囲よりも高くなるように、前記第1範囲と前記第2範囲との間で互いに相違する、半導体装置。

[請求項2]

上面と下面とを有する半導体基板と、
前記半導体基板の上面に設けられた上面電極と、
前記半導体基板の下面に設けられた下面電極と、
前記上面電極の一部を覆う絶縁性の保護膜と、を備え、
前記半導体基板は、平面視したときに、前記保護膜に覆われる第1範囲と、前記保護膜に覆われない第2範囲とを有し、
前記第1範囲と前記第2範囲のそれぞれには、前記上面電極から前記下面電極への通電を許容するボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられており、
前記MOSFET構造は、同じ電流密度に対する前記ボディダイオードの順方向電圧が前記第1範囲において前記第2範囲よりも高くなるように、前記第1範囲と前記第2範囲との間で互いに相違する、半導体装置。

[請求項3]

上面と下面とを有する半導体基板と、
前記半導体基板の上面に設けられた上面電極と、

前記半導体基板の下面に設けられた下面電極と、を備え、
前記上面電極の上面の少なくとも一部の範囲に、導電性部材が接合される半導体装置であって、
前記半導体基板は、平面視したときに、前記導電性部材に覆われない第1範囲と、前記導電性部材に覆われる第2範囲とを有し、
前記第1範囲と前記第2範囲のそれぞれには、前記上面電極から前記下面電極への通電を許容するボディダイオードを内蔵するMOSFET構造が設けられており、
前記MOSFET構造は、同じ電流密度に対する前記ボディダイオードの順方向電圧が前記第1範囲において前記第2範囲よりも高くなるように、前記第1範囲と前記第2範囲との間で互いに相違する、半導体装置。

[請求項4] 前記MOSFET構造は、前記上面電極に接するn型のソース領域と、前記下面電極に接するn型のドレイン領域と、前記ソース領域と前記ドレイン領域との間に介在するとともに前記上面電極に接するp型のボディ領域と、前記ボディ領域と前記ドレイン領域との間に介在するn型のドリフト領域とを有する、請求項1から3のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記第1範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する面積の割合は、前記第2範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する面積の割合よりも小さい、請求項4に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記第1範囲と前記第2範囲のそれぞれは、前記ボディ領域と前記上面電極とが互いに接する接触箇所を複数有し、

前記第1範囲における前記接触箇所の間隔は、前記第2範囲における前記接触箇所の間隔よりも広い、請求項5に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記第1範囲と前記第2範囲のそれぞれは、前記ボディ領域と前記上面電極とが互いに接する接触箇所を複数有し、

前記第1範囲における前記接触箇所の一つの面積は、前記第2範囲

における前記接触箇所の一つの面積よりも狭い、請求項 5 又は 6 に記載の半導体装置。

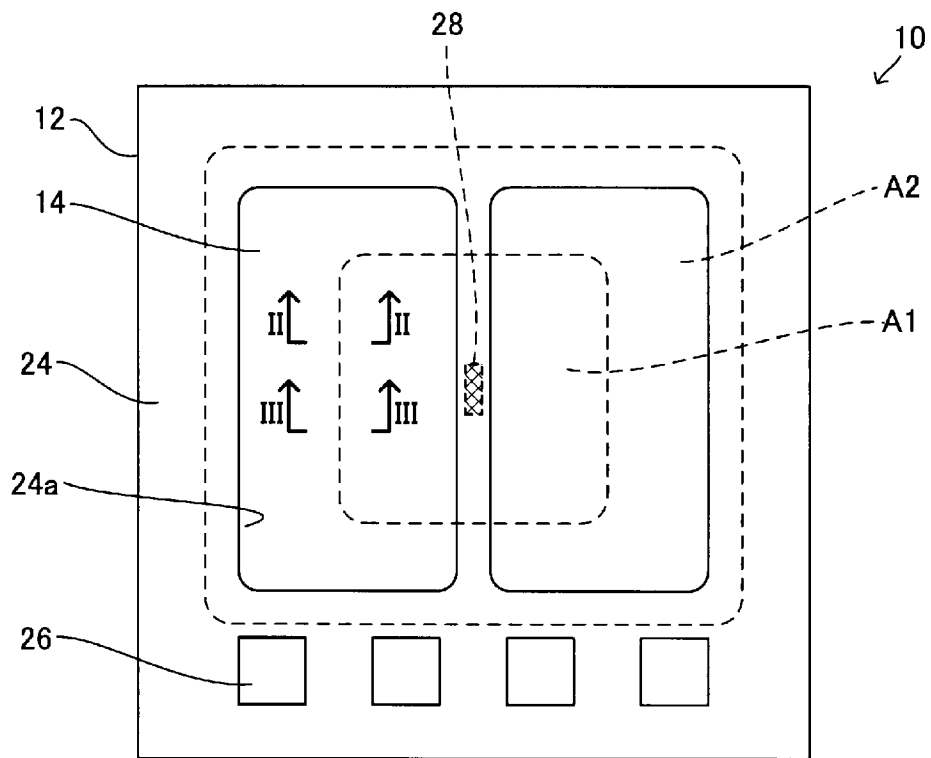
[請求項 8] 前記第 1 範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する接触箇所下方における前記ボディ領域の p 型不純物の濃度は、前記第 2 範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する接触箇所下方における前記ボディ領域の p 型不純物の濃度よりも低い、請求項 4 から 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

[請求項 9] 前記第 1 範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する接触箇所下方における結晶欠陥の密度が、前記第 2 範囲において前記ボディ領域が前記上面電極に接する接触箇所下方における結晶欠陥の密度よりも大きい、請求項 4 から 8 のいずれか一項に記載の半導体装置。

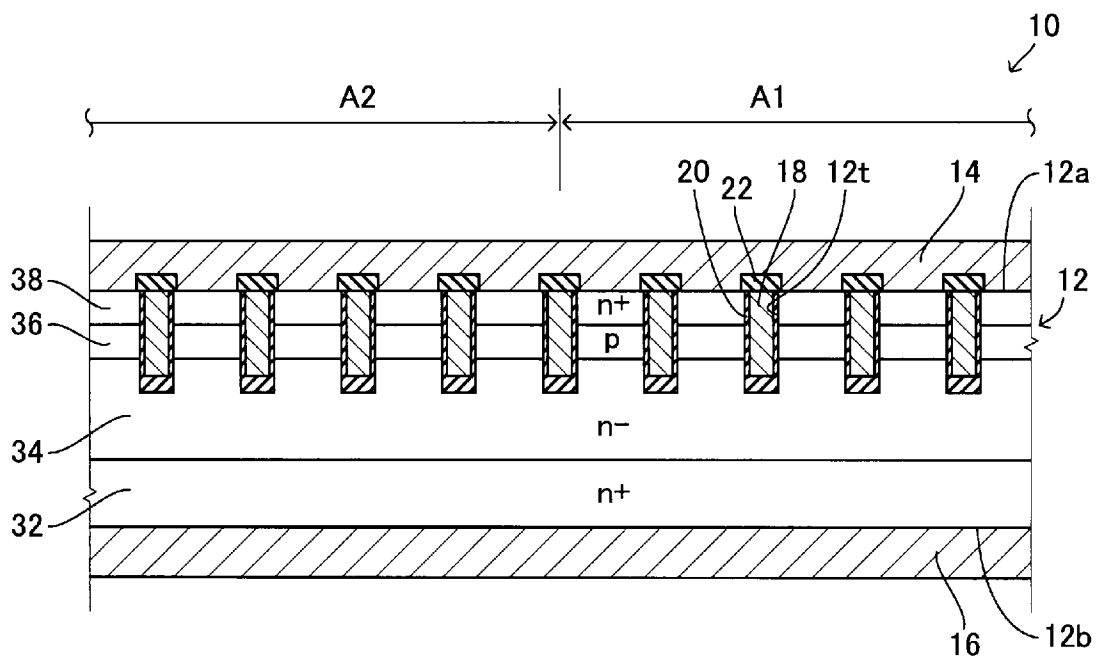
[請求項 10] 前記第 1 範囲の前記接触箇所下方において前記ドリフト領域に含まれる結晶欠陥の密度が、前記第 2 範囲における前記接触箇所下方において前記ドリフト領域に含まれる結晶欠陥の密度よりも大きい、請求項 9 に記載の半導体装置。

[請求項 11] 半導体基板の温度を検出する温度センサをさらに備え、
前記温度センサは、平面視したときに、前記半導体基板の中心又はその近傍に配置されている、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の半導体装置。

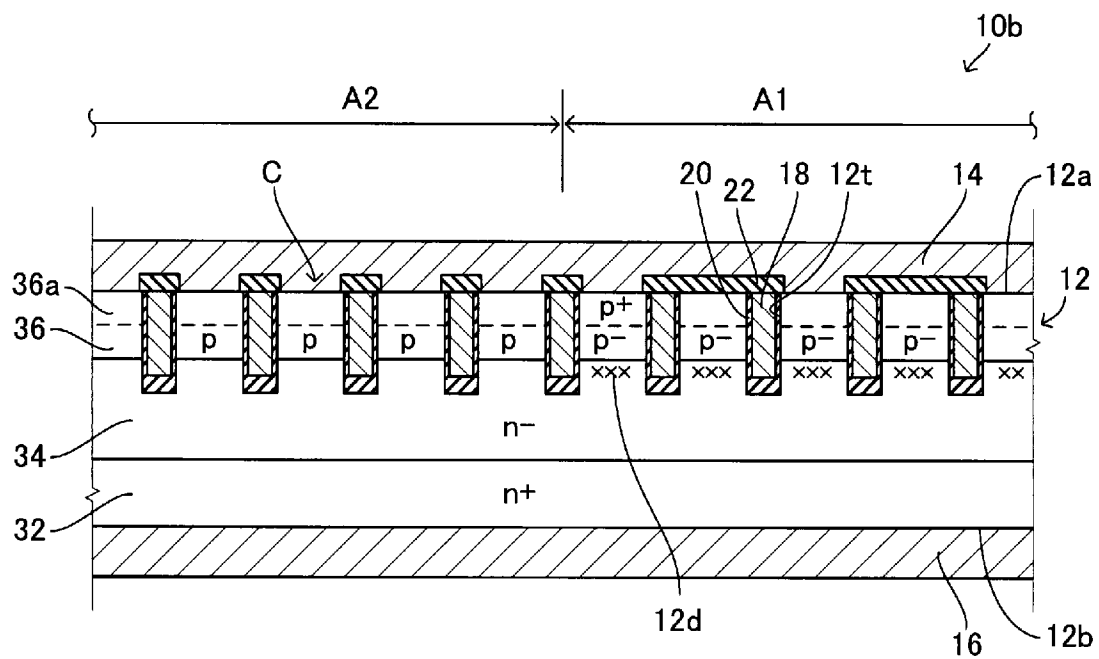
[図1]



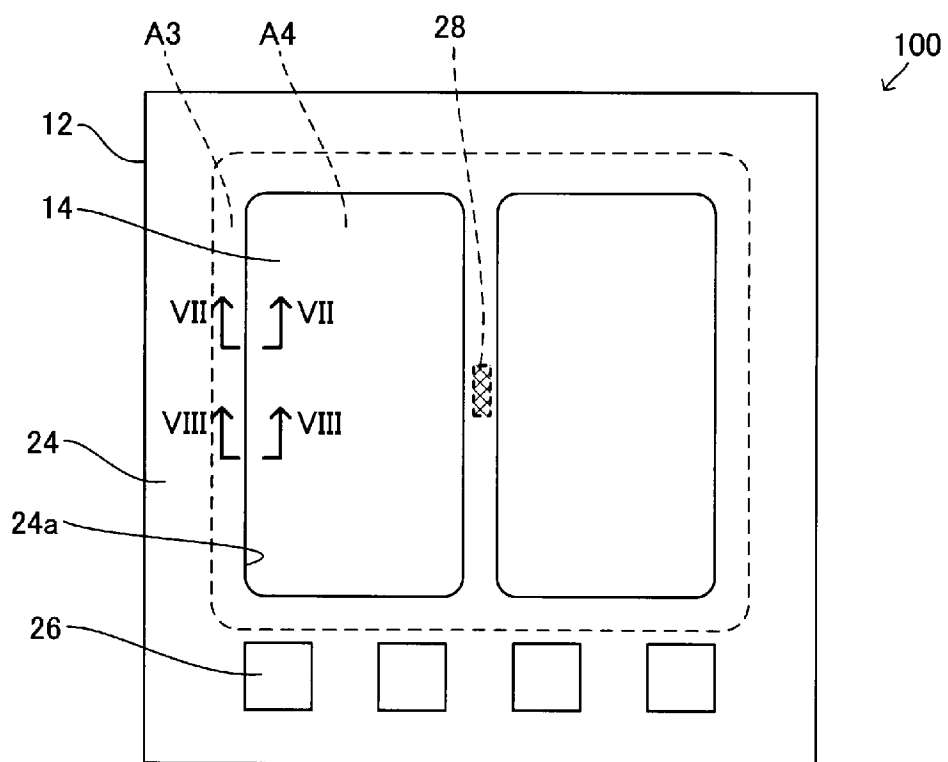
[図2]



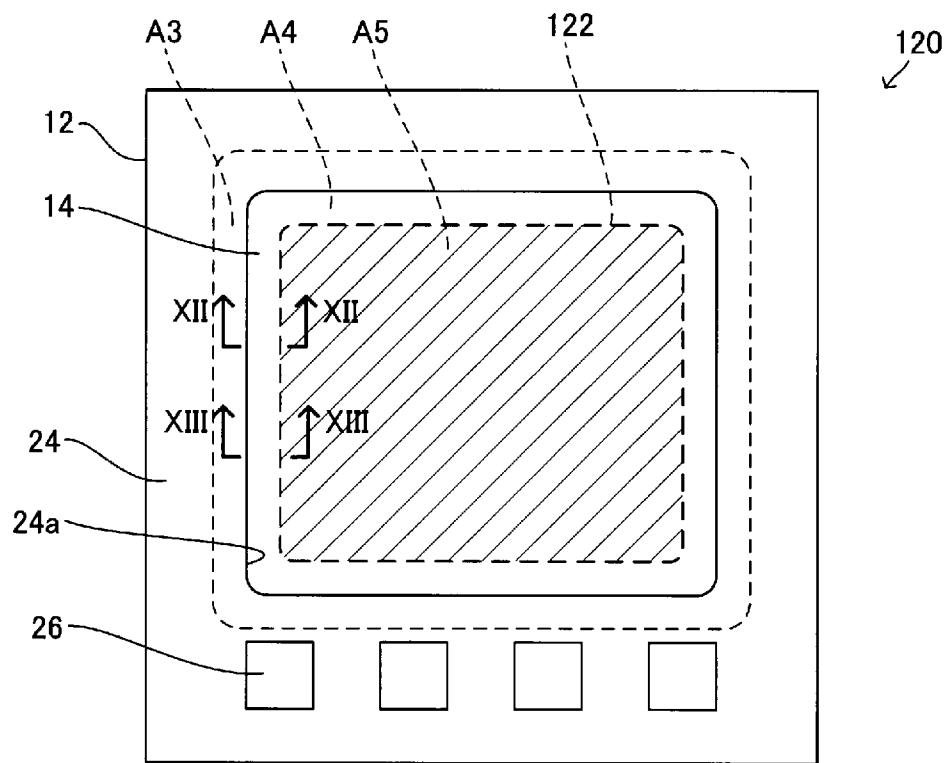
[図5]



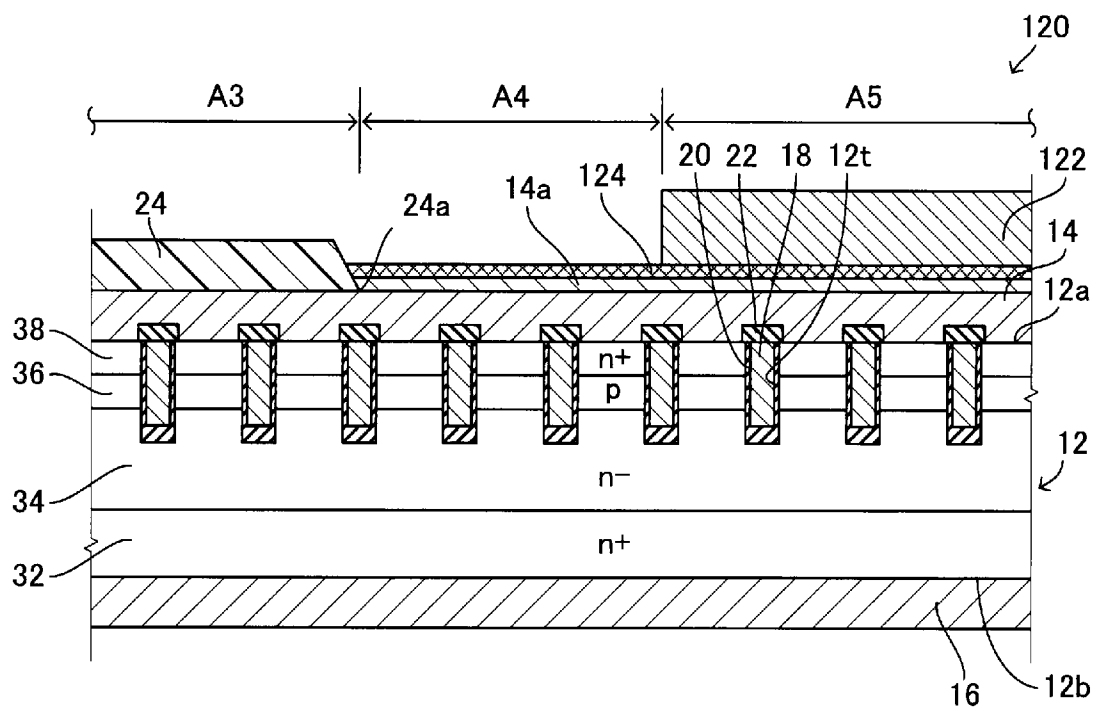
[図6]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L29/78(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i,
H01L29/861(2006.01)i, H01L29/868(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H01L29/78, H01L21/336, H01L29/12, H01L29/861, 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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-132600 A (RENESAS ELECTRONICS CORP.) 17	1, 4, 8
Y	July 2014, paragraphs [0044]-[0059], [0082], fig.	9-11
A	4-7, 24 & WO 2012/141121 A1, paragraphs [0044]-[0059], [0082], fig. 4-7, 24	2-3, 5-7
A	JP 2014-154849 A (TOSHIBA CORP.) 25 August 2014, paragraph [0002] (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

23 March 2018 (23.03.2018)

Date of mailing of the international search report

03 April 2018 (03.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002487

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/039071 A1 (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 27 March 2016, paragraphs [0051]-[0078], fig. 6 & US 2017/0025524 A1, paragraphs [0051]-[0079], fig. 6	9-11
Y	JP 2014-3095 A (DENSO CORP.) 09 January 2014, paragraphs [0048], [0069], fig. 3 (Family: none)	11
A	JP 2000-269234 A (TOSHIBA CORP.) 29 September 2000, paragraphs [0007]-[0017], fig. 2 (Family: none)	1-11
A	JP 2017-11171 A (DENSO CORP.) 12 January 2017, paragraphs [0021]-[0039], fig. 1-2 (Family: none)	1-11
A	JP 2014-150113 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 21 August 2014, paragraphs [0020]-[0034], [0054], fig. 1-8 & US 2014/0210001 A1, paragraphs [0043]-[0057], [0077], fig. 1-8	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L29/78(2006.01)i, H01L21/336(2006.01)i, H01L29/12(2006.01)i, H01L29/861(2006.01)i,
H01L29/868(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. H01L29/78, H01L21/336, H01L29/12, H01L29/861, 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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-132600 A (ルネサスエレクトロニクス株式会社)	1, 4, 8
Y	2014.07.17, 段落[0044]-[0059], [0082], 図 4-7, 24 &	9-11
A	WO 2012/141121 A1, 段落[0044]-[0059], [0082], 図 4-7, 24	2-3, 5-7
A	JP 2014-154849 A (株式会社東芝) 2014.08.25, 段落[0002] (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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

23.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

杉山 芳弘

5 F

6311

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2016/039071 A1 (富士電機株式会社) 2016.03.17, 段落[0051]-[0078], 図 6 & US 2017/0025524 A1, 段落[0051]-[0079], 図 6	9-11
Y	JP 2014-3095 A (株式会社デンソー) 2014.01.09, 段落[0048], [0069], 図 3 (ファミリーなし)	11
A	JP 2000-269234 A (株式会社東芝) 2000.09.29, 段落[0007]-[0017], 図 2 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2017-11171 A (株式会社デンソー) 2017.01.12, 段落[0021]-[0039], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2014-150113 A (トヨタ自動車株式会社) 2014.08.21, 段落[0020]-[0034], [0054], 図 1-8 & US 2014/0210001 A1, 段落[0043]-[0057], [0077], 図 1-8	1-11