





---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：半導体装置

技術分野

[0001] 本明細書に開示の技術は、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体装置は通電により発熱し、その温度が上昇する。そこで、半導体装置には温度を検知するための素子が設けられている。特許文献１（特開平７－０６６４０２号公報）には、半導体基板と、温度を検知するための素子とを備える半導体装置が開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 従来の半導体装置では、発熱して温度が上昇したときに、半導体基板内の位置によってその温度に差が生じることがある。例えば、半導体装置の一部の領域が他の領域より高温になることがある。このような半導体装置では、その温度を精度良く検知することが求められる。

課題を解決するための手段

[0004] 本明細書に開示する半導体装置は、ＩＧＢＴ領域およびダイオード領域が隣接して交互に並んでいる半導体基板と、前記半導体基板の表面に形成されている温度センスダイオード素子と、を備えている。前記ＩＧＢＴ領域内の前記半導体基板にはＩＧＢＴ素子が形成されており、前記ダイオード領域内の前記半導体基板にはダイオード素子が形成されている。前記ＩＧＢＴ素子および前記ダイオード素子の一方の発熱量が他方の発熱量より大きく、発熱量が大きい素子が形成されている領域の表面に前記温度センスダイオード素子が配置されている。

[0005] このような構成によれば、発熱量が大きい素子が形成されている領域が他方の領域よりも高温になる。そして、高温になる領域内に温度センスダイオード素子が配置されているので、高温になる領域内の半導体基板の温度を検

知することができる。これにより、半導体基板の温度が上昇したときに、より高温になっている領域の温度変化を検知するので、精度良く温度を検知することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0006] [図1]半導体装置の上面図である。
- [図2]図1の要部IIの拡大図である。
- [図3]図2のIII－III断面図である。
- [図4]図2のIV－IV断面図である。
- [図5]通電時間を説明するための図である。
- [図6]他の実施形態に係る半導体装置の要部の拡大図である。
- [図7]他の実施形態に係る半導体装置の要部の断面図である。
- [図8]図7のVIII－VIII断面図である。
- [図9]他の実施形態に係る半導体装置の要部の拡大図である。
- [図10]他の実施形態に係る半導体装置の図8に対応する断面図である。

### 発明を実施するための形態

- [0007] 以下に説明する実施形態の主要な特徴を列記する。なお、以下に記載する技術要素は、それぞれ独立した技術要素であって、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものである。
- [0008] (特徴1) 半導体装置は、半導体基板を上面視したときに半導体基板の中心部において直線状に延びるゲート配線を備えていてもよい。温度センスダイオード素子は、ゲート配線に沿って交互に並んでおり、直列に接続された複数のセンスアノード領域およびセンスカソード領域を備えていてもよい。
- [0009] (特徴2) ゲート配線は、IGBT領域およびダイオード領域が交互に並ぶ方向に沿って延びていてもよい。複数のセンスアノード領域およびセンスカソード領域は、前記方向に沿って交互に並んでいてもよい。
- [0010] (特徴3) 温度センスダイオード素子は、IGBT領域およびダイオード領域が延びる方向に沿って交互に並んでおり、直列に接続された複数のセンスアノード領域およびセンスカソード領域を備えていてもよい。

## [0011] [第1実施形態]

以下、実施形態について添付図面を参照して説明する。実施形態に係る半導体装置1は、図1および図2に示すように、半導体基板10と、温度センスダイオード素子50とを備えている。半導体基板10は、複数のIGBT領域2および複数のダイオード領域3を備えている。温度センスダイオード素子50は、半導体基板10の表面の中心部に形成されている。なお、本明細書では、図1および図2に示すようにx方向（横方向：長手方向）およびy方向（縦方向：短手方向）を規定する。

[0012] 半導体装置1は、RC-IGBT（Reverse Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor）であり、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）としての機能と、FWD（Free Wheeling Diode）としての機能とを有している。IGBTおよびFWDは逆並列の状態で配置されており、逆導通型の半導体装置1が形成されている。

[0013] 半導体基板10は、上面視すると略矩形状となるように形成されている。半導体基板10は、シリコン（Si）によって形成されている。他の例では、半導体基板10は、炭化ケイ素（SiC）や窒化ガリウム（GaN）等から形成されていてもよい。半導体基板10の中心部の表面に温度センスダイオード素子50が配置されている。半導体基板10の外周部の表面には複数の信号電極71が形成されている。

[0014] 半導体装置1を上面視したときに、IGBT領域2およびダイオード領域3は、x方向（横方向：長手方向）に長く延びている。上面視において、複数のIGBT領域2および複数のダイオード領域3は、y方向（縦方向：短手方向）に交互に並んで形成されている。IGBT領域2とダイオード領域3は、上面視においてストライプ状に配置されている。y方向において、IGBT領域2の幅w2は、ダイオード領域3の幅w3より広い。

[0015] 半導体基板10の内部には半導体素子が形成されている。図3に示すように、IGBT領域2内の半導体基板10にはIGBT素子20が形成されている。ダイオード領域3内の半導体基板10にはダイオード素子30が形成

されている。IGBT素子20およびダイオード素子30は、y方向に隣り合って形成されている。

[0016] 半導体基板10は、IGBT領域2内において、p型のコレクタ領域21と、コレクタ領域21の上に形成されたn型のドリフト領域22（IGBTドリフト領域22a）と、ドリフト領域22の上に形成されたp型のボディ領域23と、ボディ領域23の上に形成されたn型のエミッタ領域24と、ボディ領域23の上に形成されたp型のコンタクト領域25とを備えている。また、半導体基板10には複数のトレンチ61が形成されている。複数のトレンチゲート60は、y方向に間隔をあけて並んで形成されている。トレンチ61は、半導体基板10の表面からz方向（深さ方向）に延びている。トレンチ61は、エミッタ領域24およびボディ領域23を貫通してドリフト領域22の内部まで延びている。トレンチ61の内面には、ゲート絶縁膜62が形成されている。トレンチ61の内部（ゲート絶縁膜62の内側）には、ゲート電極63が形成されている。ゲート絶縁膜62はトレンチ61の内面を被覆している。ゲート絶縁膜62は、例えば二酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）から形成されている。ゲート絶縁膜62によってゲート電極63が半導体基板10から絶縁されている。ゲート電極63は、半導体基板10の表面に露出している。ゲート電極63は、例えばアルミニウムやポリシリコンから形成されている。ゲート電極63の上には絶縁性の層間膜64が配置されている。層間膜64は、ゲート電極63と表面側共通電極41を絶縁している。ゲート電極63は、ゲート配線65に接続されている（図3では図示省略）。コレクタ領域21と、ドリフト領域22、ボディ領域23と、エミッタ領域24、コンタクト領域25、ゲート絶縁膜62及びゲート電極により、IGBT素子20が形成されている。

[0017] また、半導体基板10は、ダイオード領域3内において、n型のカソード領域31と、カソード領域31の上に形成されたn型のドリフト領域22（ダイオードドリフト領域22b）と、ドリフト領域22の上に形成されたp型のアノード領域32とを備えている。これにより、ダイオード素子30が

形成されている。

[0018] コレクタ領域 2 1 とカソード領域 3 1 は、隣接して形成されている。コレクタ領域 2 1 とカソード領域 3 1 は、y 方向に並んで形成されている。コレクタ領域 2 1 とカソード領域 3 1 の境界 3 3 は、I G B T 領域 2 とダイオード領域 3 の境界に対応している。言い換えると、裏面にカソード領域 3 1 が露出している領域がダイオード領域 3 であり、裏面にコレクタ領域 2 1 が露出している領域が I G B T 領域 2 である。ドリフト領域 2 2 は、I G B T 領域 2 からダイオード領域 3 にわたって形成されている。ドリフト領域 2 2 は、I G B T ドリフト領域 2 2 a とダイオードドリフト領域 2 2 b に区分される。I G B T ドリフト領域 2 2 a は I G B T 領域 2 に位置しており、ダイオードドリフト領域 2 2 b はダイオード領域 3 に位置している。I G B T ドリフト領域 2 2 a とダイオードドリフト領域 2 2 b は一体になっている。

[0019] 半導体基板 1 0 の表面には表面側共通電極 4 1 が配置されている。半導体基板 1 0 の裏面には裏面側共通電極 4 2 が配置されている。表面側共通電極 4 1 は、エミッタ領域 2 4 に対するエミッタ電極としての機能と、アノード領域 3 2 に対するアノード電極としての機能とを有している。また、裏面側共通電極 4 2 は、コレクタ領域 2 1 に対するコレクタ電極としての機能と、カソード領域 3 1 に対するカソード電極としての機能とを有している。

[0020] 図 2 に示すように、半導体基板 1 0 の表面にゲート配線 6 5 が形成されている。半導体装置 1 を上面視したときに、ゲート配線 6 5 は、x 方向（横方向）の中心部において、y 方向（縦方向）に直線状に延びている。ゲート配線 6 5 は、I G B T 領域 2 およびダイオード領域 3 が交互に並ぶ方向に沿って延びている。ゲート配線 6 5 は、半導体基板 1 0 の表面上において、I G B T 領域 2 およびダイオード領域 3 を横切るように伸びている。図示していないが、ゲート配線 6 5 と半導体基板 1 0 の間には層間絶縁膜が形成されている。ゲート配線 6 5 は、層間絶縁膜によって半導体基板 1 0 から絶縁されている。

[0021] 図 4 に示すように、温度センスダイオード素子 5 0 が形成されている領域

では、半導体基板 10 の上に絶縁膜 55 が形成されている。絶縁膜 55 の材料としては、例えば二酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ ) を用いることができる。絶縁膜 55 の上に、温度センス半導体基板 150 が配置されている。温度センス半導体基板 150 の材料としては、例えばポリシリコンを用いることができる。温度センス半導体基板 150 には、温度センスダイオード素子 50 が形成されている。ポリシリコンに不純物を注入することにより温度センスダイオード素子 50 を形成することができる。図 2 に示すように、温度センスダイオード 50 は、ゲート配線 65 の近傍に、ゲート配線 65 から離間して形成されている。

[0022] 温度センスダイオード素子 50 は、p 型のセンスアノード領域 51 と n 型のセンスカソード領域 52 とを備えている。本実施形態では、1 つのセンスアノード領域 51 と 1 つのセンスカソード領域 52 が形成されている。センスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 は、y 方向（縦方向）に並んで形成されている。センスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 は、隣接している。センスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 は、IGBT 領域 2 とダイオード領域 3 が交互に並ぶ方向に沿って並んでいる。温度センス半導体基板 150 に p 型および n 型の不純物をそれぞれ注入することにより、センスアノード領域 51 およびセンスカソード領域 52 をそれぞれ形成することができる。センスアノード領域 51 およびセンスカソード領域 52 により温度センスダイオード素子 50 が形成される。温度センスダイオード素子 50 は、温度が変化すると順方向の電圧が変化する特性を用いて温度を検知するものである。

[0023] 温度センスダイオード素子 50 は、IGBT 領域 2 内に配置されている。温度センスダイオード素子 50 の全体が IGBT 領域 2 内に収まっている。IGBT 領域 2 の幅  $w_2$  は、温度センスダイオード素子 50 の幅  $w_{50}$  より広い。温度センスダイオード素子 50 は、絶縁膜 55 を介して半導体基板 10 に接している。温度センスダイオード素子 50 は、半導体基板 10 の温度を検知する。

[0024] 温度センスダイオード素子50（センスアノード領域51およびセンスカソード領域52）の上には、層間膜56が形成されている。層間膜56は、絶縁性を有している。層間膜56の材料としては、例えば二酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）を用いることができる。層間膜56は、開口部156を有している。開口部156は、センスアノード領域51およびセンスカソード領域52の上にそれぞれ形成されている。

[0025] 温度センスダイオード素子50のセンスアノード領域51の上には、センスアノード電極53が形成されている。センスカソード領域52の上には、センスカソード電極54が形成されている。センスアノード電極53およびセンスカソード電極54は、それぞれ開口部156に充填されている。センスアノード電極53およびセンスカソード電極54は、層間膜56の一部を覆っている。センスアノード電極53およびセンスカソード電極54は、アルミニウム（ $\text{Al}$ ）やニッケル（ $\text{Ni}$ ）等の導電性を有する金属から形成されている。図2に示すように、温度センスダイオード素子50は、温度センスダイオード素子50は、ゲート配線65の近傍に配置されている。センスアノード電極53およびセンスカソード電極54は、それぞれ配線58に接続されている。配線58は、半導体基板10の表面に沿ってy方向に延びている。配線58は、外部の制御装置（図示省略）に接続されている。制御装置は、温度センスダイオード素子50による検知に基づいて、温度を測定することができる。

[0026] センスアノード電極53、センスカソード電極54および層間膜56の上には、保護膜57が形成されている。保護膜57は、絶縁性を有している。保護膜57の材料としては、例えば、ポリイミドを用いることができる。保護膜57は、センスアノード電極53、センスカソード電極54および層間膜56を覆っている。保護膜57は、温度センスダイオード素子50を覆っている。

[0027] 上述した構成を備える半導体装置1では、センスアノード電極53とセンスカソード電極54の間に、センスアノード領域51側がプラスとなる電圧

(温度センスダイオード素子50に対する順方向の電圧)を印加すると、温度センスダイオード素子50がターンオンする。これによって、センスカソード電極54からセンスアノード電極53へキャリア(電子)が流れる(すなわち、センスアノード電極53からセンスカソード電極54へ電流が流れる。)。温度センスダイオード素子50により温度を検知するときは、センスアノード電極53からセンスカソード電極54へ一定の電流を流しておく。そして、温度センスダイオード素子50の下の半導体基板10の温度が変化すると、センスアノード電極53とセンスカソード電極54の間の順方向の電圧が変化する。この電圧の変化により温度の変化を検知することができる。温度の変化に基づいて、図示しない制御装置が、半導体基板10の温度を測定する。

[0028] また、半導体装置1では、表面側共通電極41と裏面側共通電極42の間に、裏面側(コレクタ領域21側)がプラスとなる電圧(すなわち、IGBTに対する順方向の電圧)を印加すると共に、ゲート電極63にオン電位を印加すると、IGBTがターンオンする。これによって、ボディ領域23にキャリアが通過するチャネルが形成され、表面側共通電極41から、エミッタ領域24、ボディ領域23に形成されたチャネル、ドリフト領域22、及びコレクタ領域21を介して、裏面側共通電極42へキャリア(電子)が流れる。また、これとは逆に、表面側共通電極41と裏面側共通電極42の間に、表面側(アノード領域32側)がプラスとなる電圧(すなわち、ダイオード(FWD)に対する順方向の電圧)を印加すると、ダイオード(FWD)がターンオンする。これによって、裏面側共通電極42から、カソード領域31、ドリフト領域22、及びアノード領域32を介して表面側共通電極41へキャリア(電子)が流れる。表面側共通電極41、裏面側共通電極42及びゲート電極63は、図示しない外部回路に接続されている。外部回路の動作によって、表面側共通電極41、裏面側共通電極42及びゲート電極63の電圧が変化し、これらの電圧に応じて半導体装置1のIGBT及びダイオードが動作する。

[0029] 本実施形態に係る半導体装置 1 では、I G B T 素子 2 0 に対する通電時間が、ダイオード素子 3 0 に対する通電時間より長くなるように使用される。すなわち、I G B T がオン状態になっている時間が、ダイオード (F W D) がオン状態になっている時間より長くなるように使用される。通電時間の長短は、デューティー比により比較することができる。デューティー比は、下記の式 (1) により表される。デューティー比が大きい場合は、通電時間が長くなる。デューティー比が小さい場合は、通電時間が短くなる。通電時間は、外部の制御装置 (図示省略) により制御することができる。外部の制御装置 (図示省略) により、I G B T 素子 2 0 およびダイオード素子 3 0 に対する通電時間の長短を調整可能である。また、通電時間の長短は、配線の引き回しや半導体素子の配置によっても調整可能である。

$$(\text{デューティー比} : D) = (\text{通電時間} : t) / (\text{通電周期} : T) \quad \text{式 (1)}$$

[0030] 本実施形態に係る半導体装置 1 では、図 5 に示すように、I G B T 素子 2 0 に対する通電におけるデューティー比 ( $D_{20} = t_{20} / T_{20}$ ) が、ダイオード素子 3 0 に対する通電におけるデューティー比 ( $D_{30} = t_{30} / T_{30}$ ) より大きい。これにより、I G B T 素子 2 0 に対する通電時間が長くなり、半導体基板 1 0 のうち I G B T 素子 2 0 が形成されている部分が、ダイオード素子 3 0 が形成されている部分より高温になり易い。すなわち、I G B T 領域 2 における半導体基板 1 0 が、ダイオード領域 3 における半導体基板 1 0 より高温になり易い。I G B T 領域 2 内に形成されている温度センスダイオード素子 5 0 は、I G B T 領域 2 における半導体基板 1 0 の温度の変化を検知する。

[0031] また、本実施形態に係る半導体装置 1 では、I G B T 素子 2 0 における発熱量が、ダイオード素子 3 0 における発熱量より大きくなるように使用される。発熱量の大小は、例えば、素子が発熱したときの最高温度や単位時間あたりの平均温度などにより比較することができる。また、発熱量の大小は、素子に対する通電時間の長短によっても比較することができる。例えば、素

子に対する通電時間が長い場合は、単位時間あたりの平均温度が高くなり、発熱量が大きくなる。本実施形態では、ＩＧＢＴ素子２０に対する通電時間が、ダイオード素子３０に対する通電時間より長いので、ＩＧＢＴ素子２０における発熱量が、ダイオード素子３０における発熱量より大きくなる。したがって、ＩＧＢＴ領域２における半導体基板１０が、ダイオード領域３における半導体基板１０より高温になり易い。上記の説明から明らかなように、上記の構成を備える半導体装置１によれば、ＩＧＢＴ素子２０に対する通電時間が、ダイオード素子３０に対する通電時間より長いので、ＩＧＢＴ素子２０における発熱量が、ダイオード素子３０における発熱量より大きくなる。これにより、ダイオード領域３よりもＩＧＢＴ領域２で半導体基板１０が高温になる。温度センスダイオード素子５０がＩＧＢＴ領域２内に形成されているので、ＩＧＢＴ領域２とダイオード領域３のうち、高温になる領域（ＩＧＢＴ領域２）内の半導体基板１０の温度を検知することができる。ＲＣ－ＩＧＢＴの制御においては、半導体基板１０の中のより高温になっている領域の温度を検知することが重要である。半導体装置１によれば、より高温になっているＩＧＢＴ領域２の温度を精度良く検知することができるので、より好適に半導体装置１を制御することができる。

[0032] 以上、一実施形態について説明したが、具体的な態様は上記実施形態に限定されるものではない。以下の説明において、上述の説明における構成と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0033] [第２実施形態]

上記実施形態では、温度センスダイオード素子５０がＩＧＢＴ領域２内に包含されており、ダイオード領域３内に配置されていなかったが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、図６に示すように、温度センスダイオード素子５０がダイオード領域３内に配置されていてもよい。この場合、温度センスダイオード素子５０は、ＩＧＢＴ領域２内には配置されていない。また、この場合、ダイオード素子３０に対する通電時間が、ＩＧＢＴ素子２０に対する通電時間より長くなるように半導体装置１が使用され

る。すなわち、ダイオード素子 30 における発熱量が、I G B T 素子 20 における発熱量より大きくなるように半導体装置 1 が使用される。これにより、半導体基板 10 のうちダイオード素子 30 が形成されている部分が、I G B T 素子 20 が形成されている部分より高温になる。すなわち、ダイオード領域 3 における半導体基板 10 が、I G B T 領域 2 における半導体基板 10 より高温になる。温度センスダイオード素子 50 は、ダイオード領域 3 における半導体基板 10 の温度変化を検知する。このような構成によれば、上記と同様により高温になっている領域の温度変化を検知するので、精度良く温度を検知することができる。

[0034] [第 3 実施形態]

また、上記実施形態では、温度センスダイオード素子 50 に 1 つのセンスアノード領域 51 と 1 つのセンスカソード領域 52 が形成されていたが、センスアノード領域 51 およびセンスカソード領域 52 の数は限定されるものではない。他の実施形態では、図 7 および図 8 に示すように、温度センスダイオード素子 50 に複数のセンスアノード領域 51 と複数のセンスカソード領域 52 が形成されていてもよい。複数のセンスアノード領域 51 と複数のセンスカソード領域 52 は、I G B T 領域 2 とダイオード領域 3 が交互に並ぶ方向に沿って、交互に並んでいる。また、複数のセンスアノード領域 51 と複数のセンスカソード領域 52 は、ゲート配線 65 に沿って交互に並んでいる。すなわち、センスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 は、ゲート配線 65 が延びる方向に沿って配置されている。1 つのセンスアノード領域 51 と 1 つのセンスカソード領域 52 により組 250 (すなわち、1 つのダイオード) が形成され、複数の組 250 が間隔をあけて並んで形成されている。複数の組 250 は、I G B T 領域 2 とダイオード領域 3 が交互に並ぶ方向に沿って並んでいる。温度センス半導体基板 150 の上には、接続配線 59 が形成されている。接続配線 59 は、隣り合う組 250 のセンスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 を電氣的に接続している。隣り合う組 250 のセンスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 は電氣的に接

続されている。すなわち、複数の組 250（すなわち、複数のダイオード）は直列に接続されている。また、温度センスダイオード素子 50 は、半導体基板 10 の中心部の表面上に形成されている。温度センスダイオード素子 50 は、半導体基板 10 の中心部の温度を検知する。温度センスダイオード素子 50 は、ゲート配線 65 を避けた位置に形成されている。温度センスダイオード素子 50 は、ゲート配線 65 から離間して形成されている。温度センスダイオード素子 50 は、ゲート配線 65 の近傍に配置されている。ゲート配線 65 は、IGBT 領域 2 およびダイオード領域 3 が交互に並ぶ方向に沿って延びている。

[0035] このような構成によれば、複数のセンスアノード領域 51 およびセンスカソード領域 52 が形成されていても、ゲート配線 65 と重なることなく、半導体基板 10 の中心部の温度を検知することができる。これにより、温度検知の精度を向上させることができる。また、このようにセンスアノード領域 51 とセンスカソード領域 52 がゲート配線 65 に沿って配列されていると、温度センスダイオード素子 50 の長手方向がゲート配線 65 の長手方向とが略平行となる。このような配置によれば、温度センスダイオード素子 50 の全体をゲート配線 65 の近傍に配置することができるため、温度センスダイオード素子 50 の全体を半導体基板 10 の中央部に配置することができる。このため、温度センスダイオード素子 50 によって半導体基板 10 のより高温の領域の温度を検出することができ、半導体装置 1 をより好適に制御することができる。

[0036] [第 4 実施形態]

また、上記実施形態では、半導体基板 10 の上に絶縁膜 55 を介して温度センスダイオード素子 50 が形成されていたが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、半導体基板 10 の内部に温度センスダイオード素子 50 が形成されていてもよい（図示省略）。

[0037] [第 5 実施形態]

また、上記実施形態では、IGBT 領域 2 の幅  $w_2$  がダイオード領域 3 の

幅 $w_3$ より広い構成であったが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、 $y$ 方向において、ダイオード領域3の幅 $w_3$ がIGBT領域2の幅 $w_2$ より広い構成であってもよい。また、更に他の実施形態では、図9に示すように、温度センスダイオード素子50が配置される領域の幅が、他の領域の幅より広い構成であってもよい。図9に示す例では、温度センスダイオード素子50が配置されるIGBT領域2の幅 $w_2$ が、他のIGBT領域2の幅 $w_2'$ およびダイオード領域3の幅 $w_3$ の幅より広い。

[0038] [第6実施形態]

上記実施形態では、IGBTのエミッタ電極とダイオードのアノード電極が、表面側共通電極41によって共通化されていた。しかしながら、IGBTのエミッタ電極とダイオードのアノード電極がそれぞれ独立して形成されていてもよい。すなわち、IGBTのエミッタ電極がダイオードのアノード電極から分離されていてもよい。

[0039] [第7実施形態]

また、上記実施形態では、素子の発熱量の大小が、素子に対する通電時間の長短に起因していたが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、素子の発熱量の大小は、素子における損失の大小に起因していてもよい。例えば、IGBT素子20における損失が、ダイオード素子30における損失より大きい場合、IGBT素子20における発熱量が、ダイオード素子30における発熱量より大きくなる。素子における損失の大小は、電気抵抗の大小に起因している。例えば、IGBTがオン状態になるときの電気抵抗が、ダイオード(FWD)がオン状態になるときの電気抵抗より大きいと、IGBT素子20における損失が、ダイオード素子30における損失より大きくなる。また、IGBT素子20およびダイオード素子30における発熱量の大小は、IGBT素子20およびダイオード素子30の構造や、IGBT領域2およびダイオード領域3の大きさの比率に起因していてもよい。

[0040] [第8実施形態]

また、上記実施形態では、ＩＧＢＴ素子２０における発熱量がダイオード素子３０における発熱量より大きい構成であったが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、ダイオード素子３０における発熱量がＩＧＢＴ素子２０における発熱量より大きくてもよい。

[0041] [第９実施形態]

また、上記実施形態では、ゲート配線６５が、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が交互に並ぶ方向に沿って延びていたが、ゲート配線６５の方向は、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、ゲート配線６５が、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が延びる方向に沿って延びていてもよい。

[0042] [第１０実施形態]

また、上記実施形態では、温度センスダイオード素子５０のセンスアノード領域５１およびセンスカソード領域５２が、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が交互に並ぶ方向に沿って並んでいたが、並び方向は、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、図１０に示すように、温度センスダイオード素子５０の複数のセンスアノード領域５１およびセンスカソード領域５２が、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が延びる方向に沿って並んでいてもよい。複数のセンスアノード領域５１および複数のセンスカソード領域５２は、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が交互に並ぶ方向（ｙ方向：縦方向）と直交する方向（ｘ方向：横方向）において交互に並んでいる。温度センスダイオード素子５０は、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３が延びる方向に沿って延びている。温度センスダイオード素子５０は、ＩＧＢＴ領域２およびダイオード領域３と並行するように形成されている。図１０に示す例では、温度センスダイオード素子５０は、ＩＧＢＴ領域２の中に形成されている。温度センスダイオード素子５０の幅 $w_{50}$ がＩＧＢＴ領域２の幅 $w_2$ より広い。温度センスダイオード素子５０がダイオード領域３の中に形成されているときは、温度センスダイオード素子５０の幅 $w_{50}$ がダイオード領域３の幅 $w_3$ より広い。このような構成によれば

、温度センスダイオード素子50の幅 $w_{50}$ がIGBT領域2の幅 $w_2$ あるいはダイオード領域3の幅 $w_3$ より広い場合であっても、温度センスダイオード素子50をIGBT領域2あるいはダイオード領域3の中に収めることができる。

[0043] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

## 符号の説明

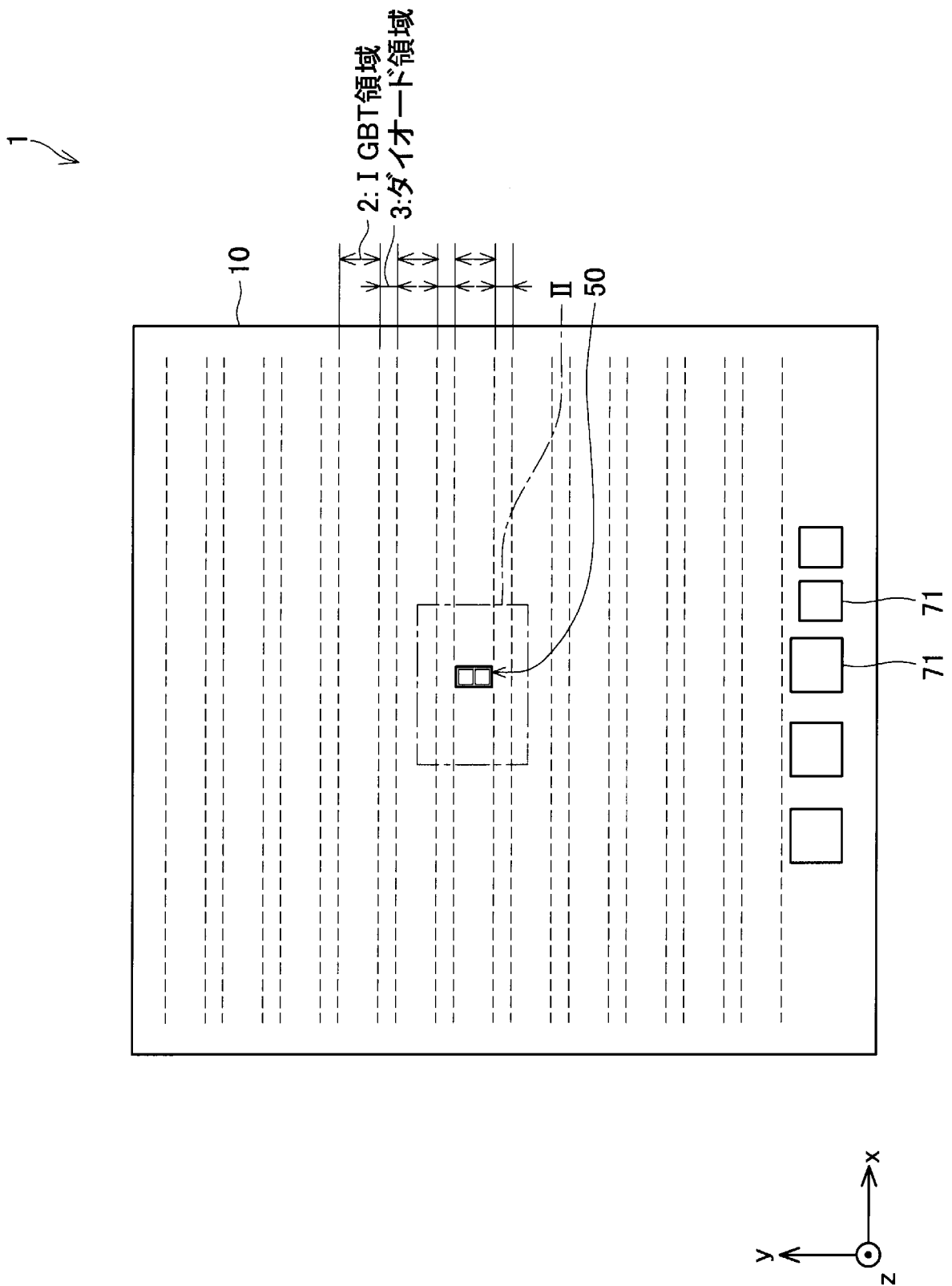
[0044] 1 ; 半導体装置  
2 ; IGBT領域  
3 ; ダイオード領域  
10 ; 半導体基板  
20 ; IGBT素子  
21 ; コレクタ領域  
22 ; ドリフト領域  
22a ; IGBTドリフト領域  
22b ; ダイオードドリフト領域  
23 ; ボディ領域  
24 ; エミッタ領域  
25 ; コンタクト領域  
30 ; ダイオード素子  
31 ; カソード領域  
32 ; アノード領域

- 3 3 ; 境界
- 4 1 ; 表面側共通電極
- 4 2 ; 裏面側共通電極
- 5 0 ; 温度センスダイオード素子
- 5 1 ; センシアノード領域
- 5 2 ; センスカソード領域
- 5 3 ; センシアノード電極
- 5 4 ; センスカソード電極
- 5 5 ; 絶縁膜
- 5 6 ; 層間膜
- 5 7 ; 保護膜
- 5 8 ; 配線
- 5 9 ; 接続配線
- 6 0 ; トレンチゲート
- 6 1 ; トレンチ
- 6 2 ; ゲート絶縁膜
- 6 3 ; ゲート電極
- 6 4 ; 層間膜
- 6 5 ; ゲート配線
- 7 1 ; 信号電極
- 1 5 0 ; 温度センス半導体基板
- 1 5 6 ; 開口部

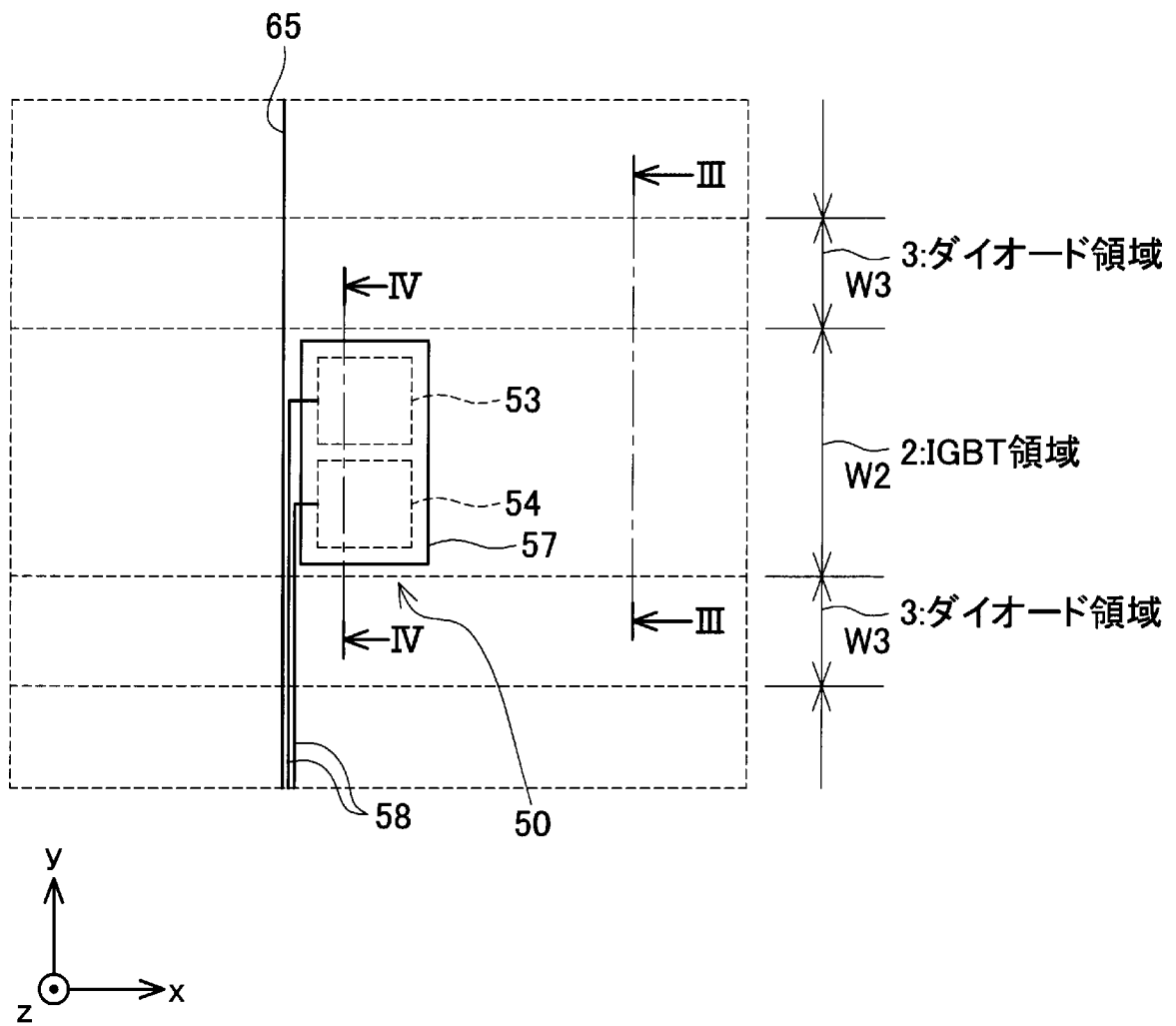
## 請求の範囲

- [請求項1]            IGBT領域およびダイオード領域が隣接して交互に並んでいる半導体基板と、  
                      前記半導体基板の表面に形成されている温度センスダイオード素子と、を備え、  
                      前記IGBT領域内の前記半導体基板にはIGBT素子が形成されており、  
                      前記ダイオード領域内の前記半導体基板にはダイオード素子が形成されており、  
                      前記IGBT素子および前記ダイオード素子の一方の発熱量が他方の発熱量より大きく、発熱量が大きい素子が形成されている領域の表面に前記温度センスダイオード素子が配置されている、半導体装置。
- [請求項2]            前記半導体基板を上面視したときに前記半導体基板の中心部において直線状に延びるゲート配線を更に備え、  
                      前記温度センスダイオード素子は、前記ゲート配線に沿って交互に並んでおり、直列に接続された複数のセンスアノード領域およびセンスカソード領域を備えている、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3]            前記ゲート配線は、前記IGBT領域および前記ダイオード領域が交互に並ぶ方向に沿って延びており、  
                      複数の前記センスアノード領域および前記センスカソード領域は、前記方向に沿って交互に並んでいる、請求項2に記載の半導体装置。
- [請求項4]            前記温度センスダイオード素子は、前記IGBT領域および前記ダイオード領域が延びる方向に沿って交互に並んでおり、直列に接続された複数のセンスアノード領域およびセンスカソード領域を備えている、請求項1に記載の半導体装置。

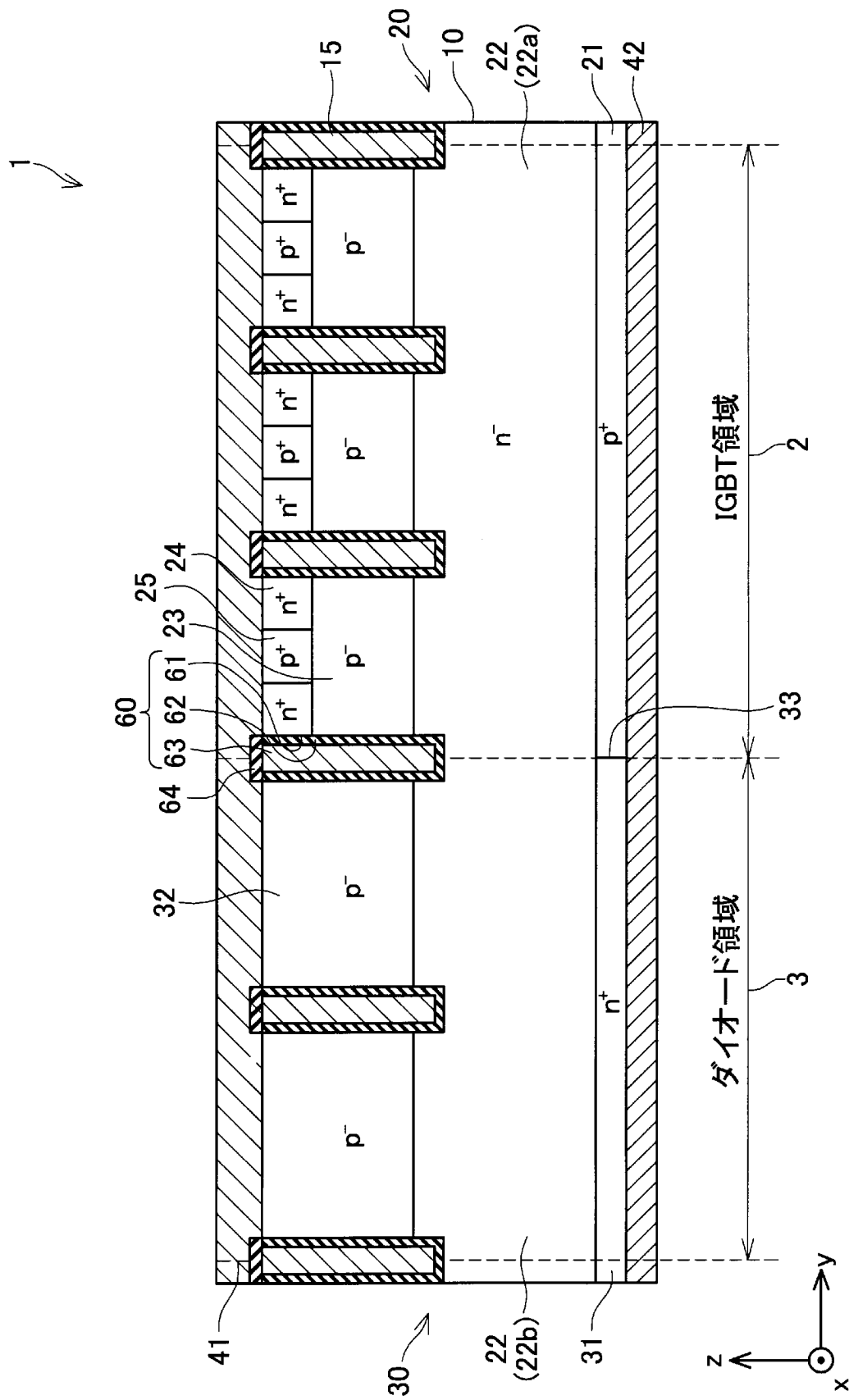
[図1]



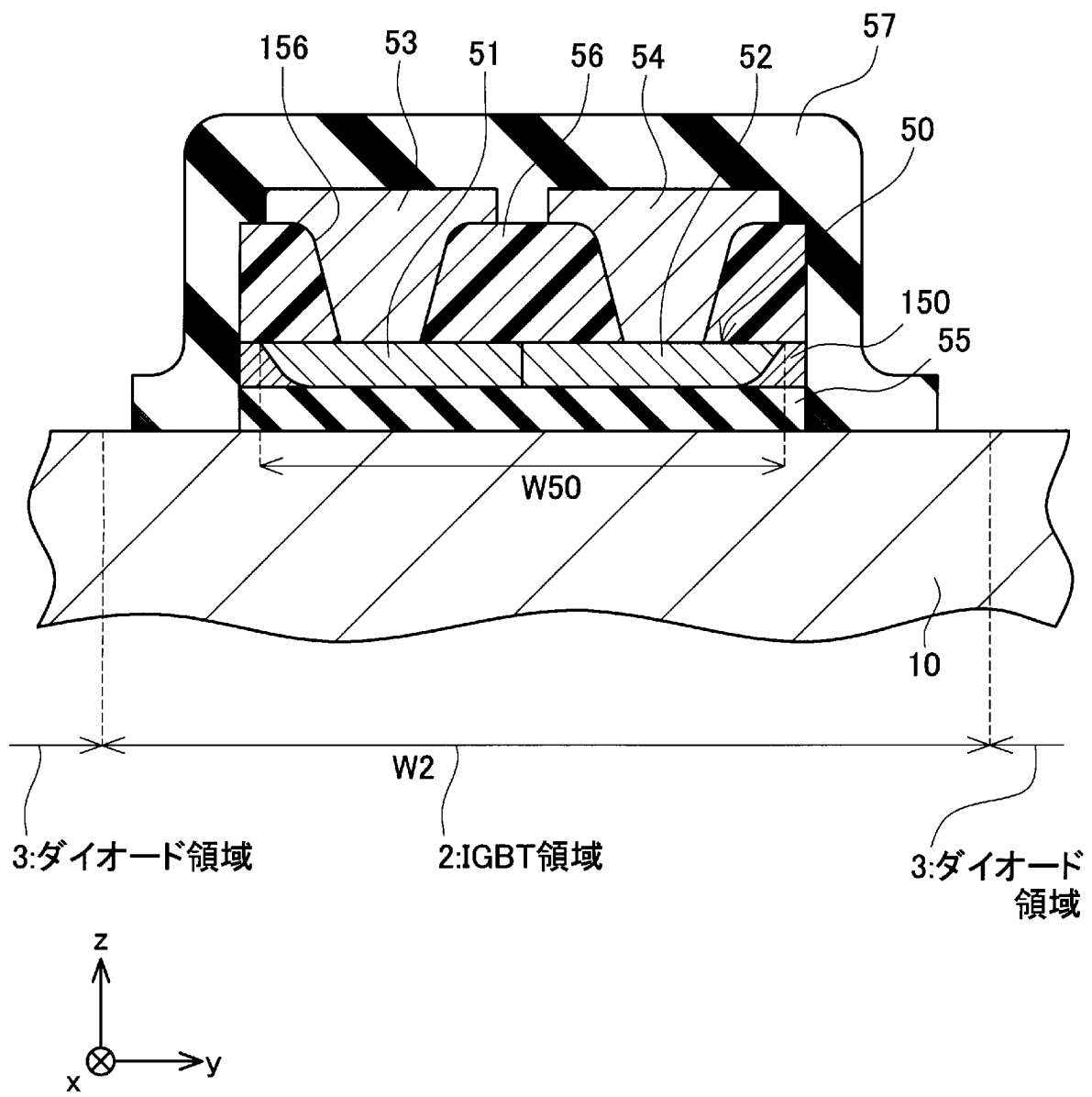
[図2]



[図3]

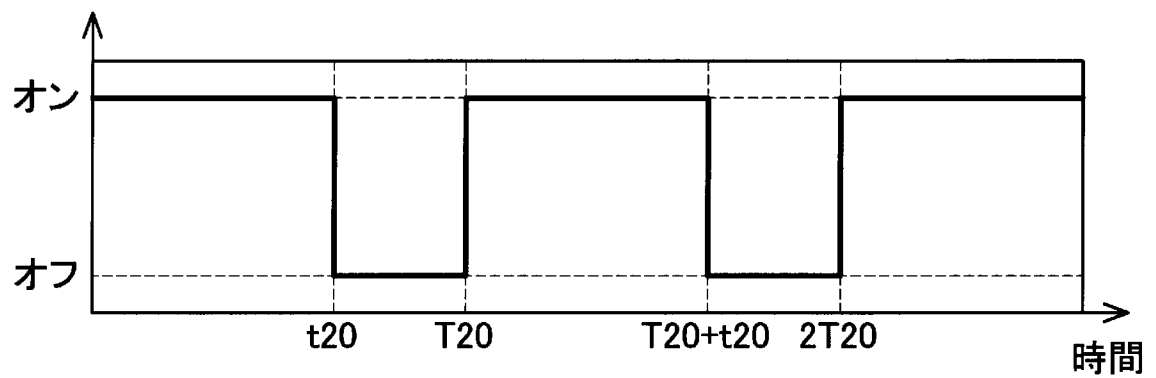


[図4]

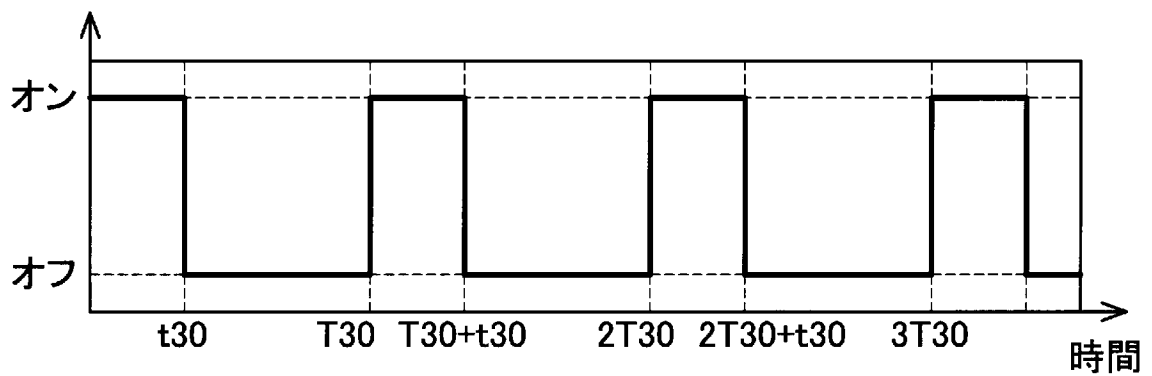


[図5]

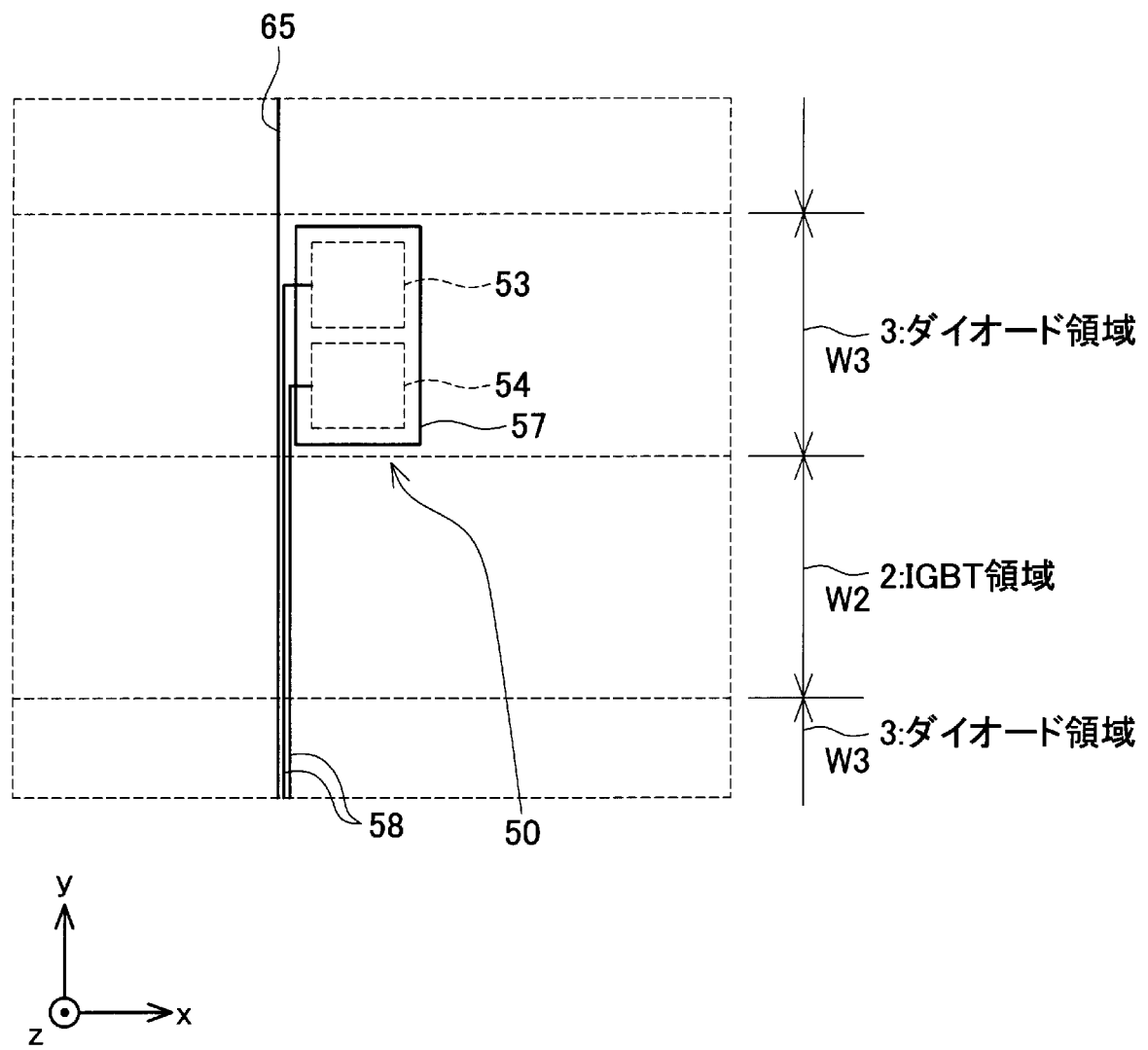
## IGBT素子の通電



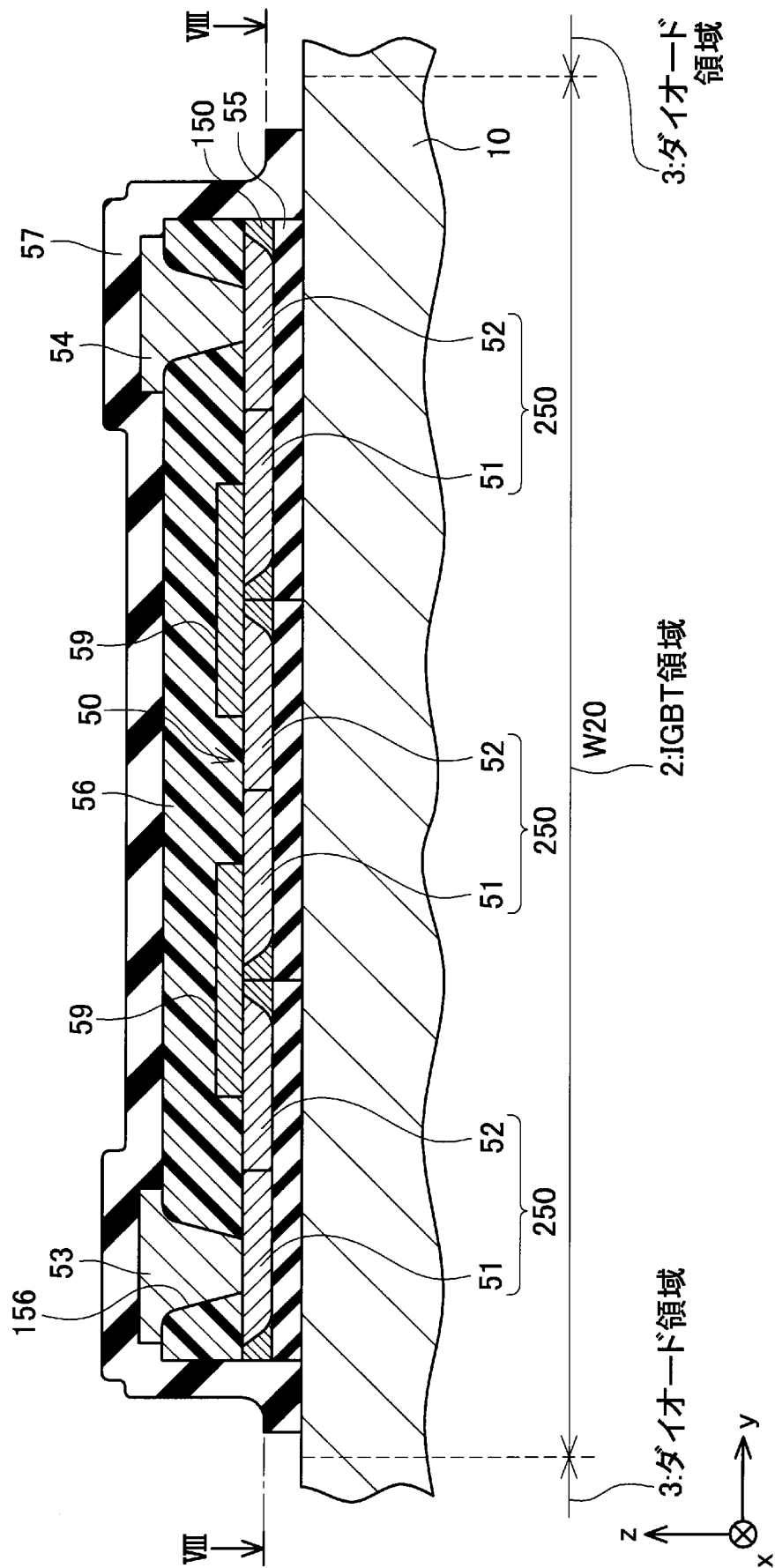
## ダイオード素子の通電



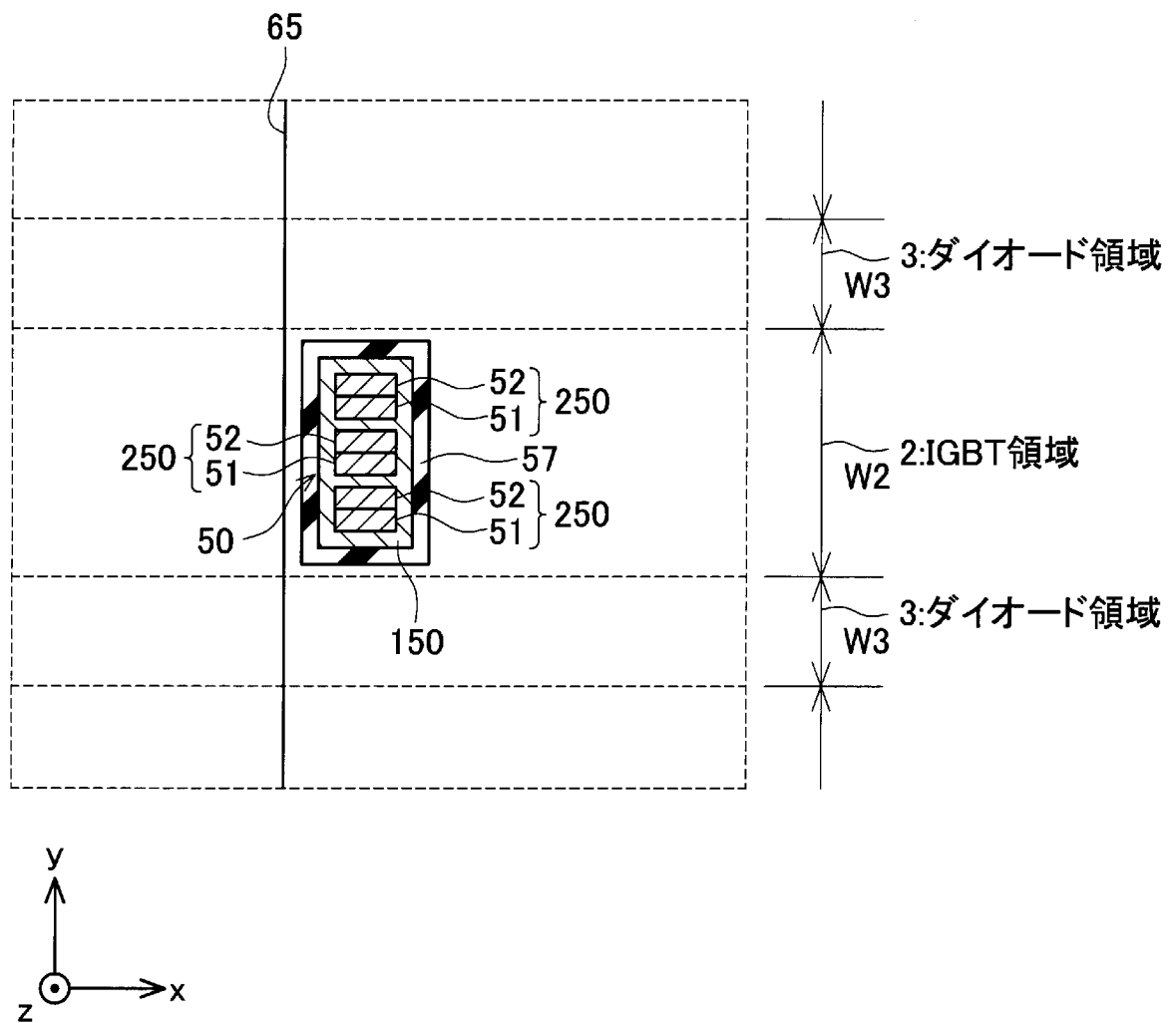
[図6]



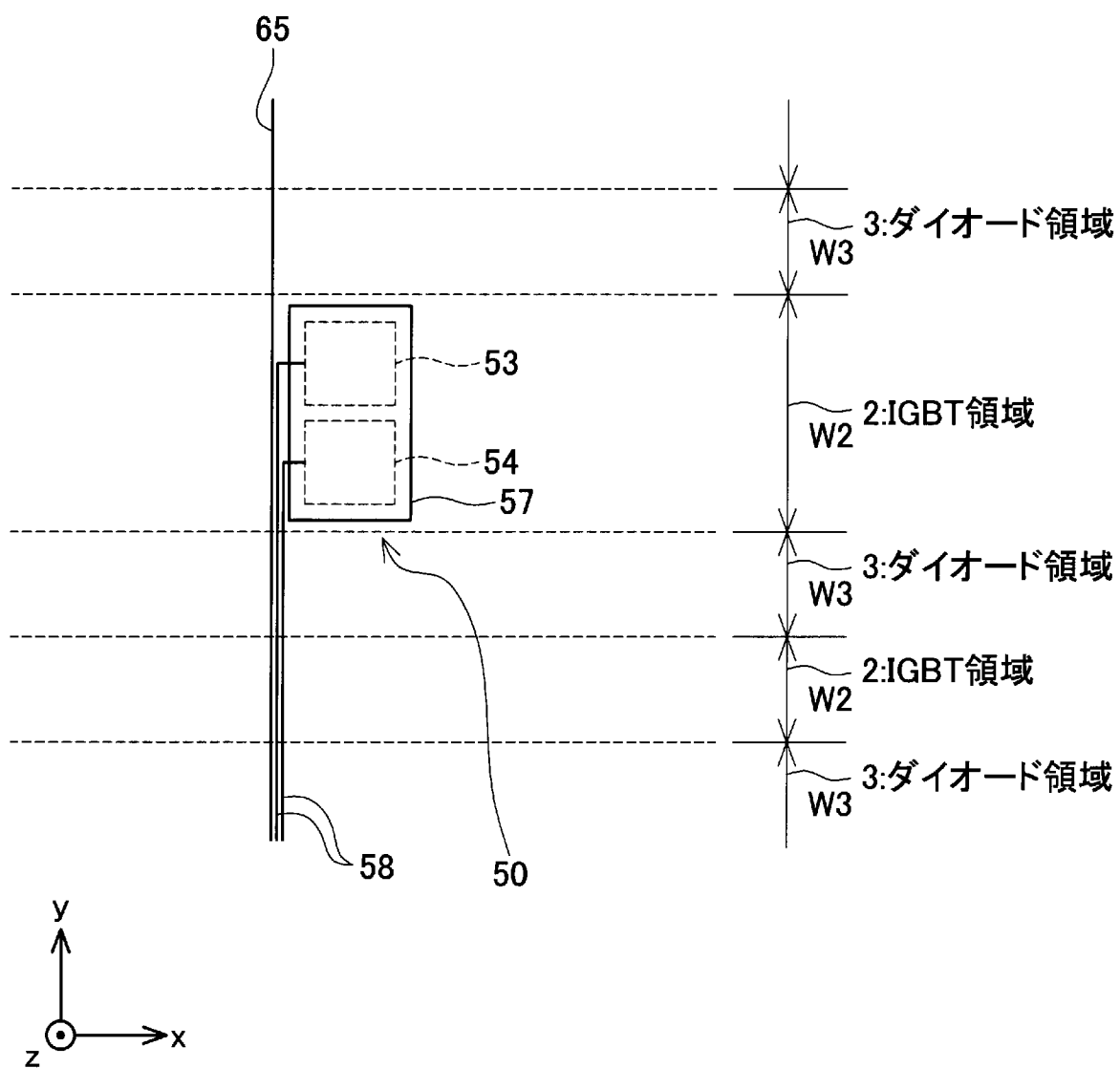
[図7]



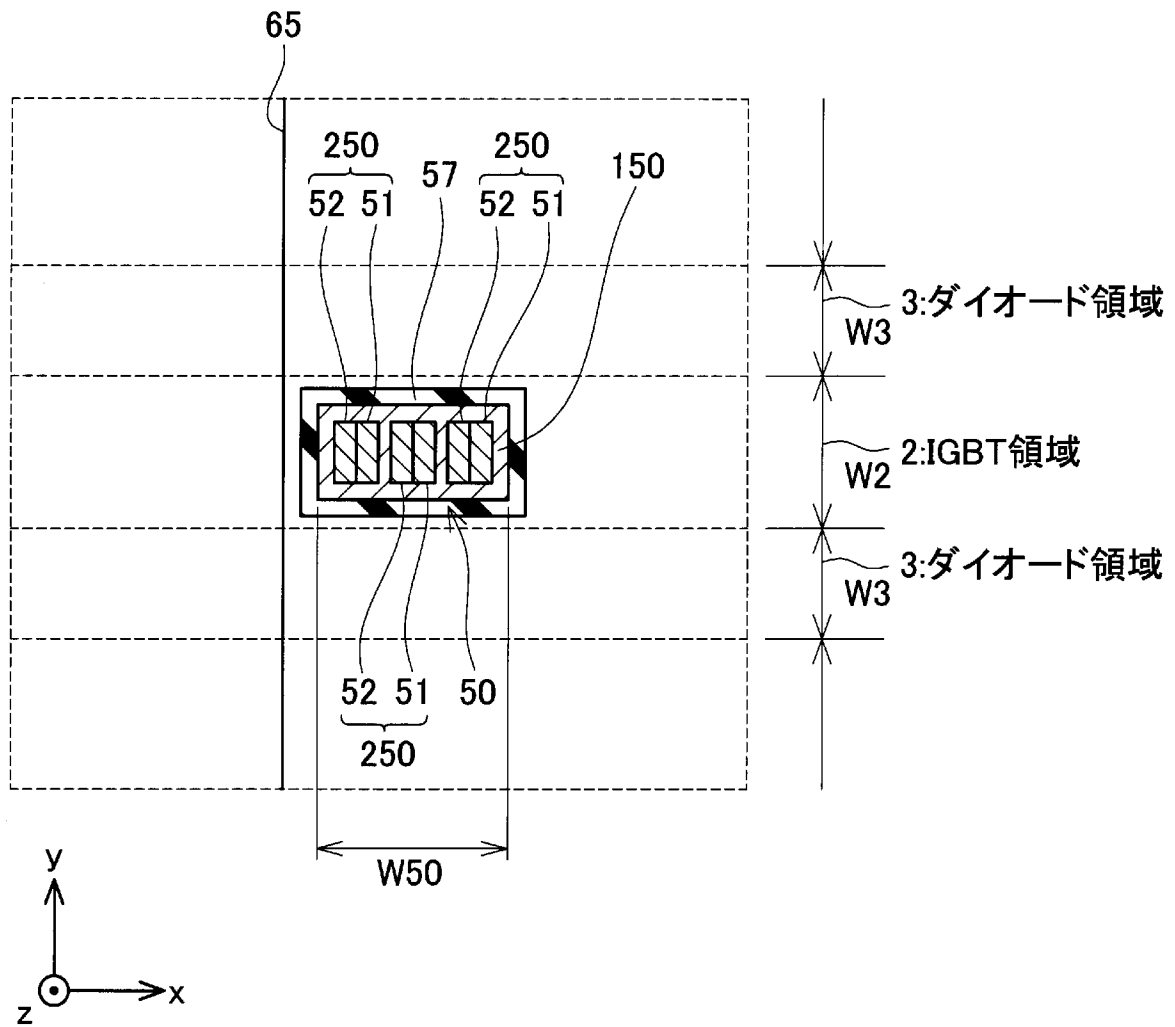
[図8]



[図9]



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062707

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L27/04(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(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)

H01L27/04, H01L29/739, H01L29/78, H01L29/861, H01L29/868

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2003-142689 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>16 May 2003 (16.05.2003),<br>paragraphs [0040] to [0147]; fig. 1 to 12<br>& DE 10229625 A1                                       | 1-4                   |
| Y         | JP 2004-31980 A (Renesas Technology Corp.),<br>29 January 2004 (29.01.2004),<br>paragraphs [0095] to [0100]; fig. 14<br>(Family: none)                                            | 1-4                   |
| Y<br>A    | JP 2012-134198 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>12 July 2012 (12.07.2012),<br>paragraphs [0012] to [0066]; fig. 1 to 4, 15 to<br>19<br>& US 2012/0153349 A1 & DE 102011087064 A1 | 2-3<br>1, 4           |

☒ 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  
04 June 2015 (04.06.15)

Date of mailing of the international search report  
16 June 2015 (16.06.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062707

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2000-183282 A (Toshiba Corp.),<br>30 June 2000 (30.06.2000),<br>paragraphs [0011] to [0015]; fig. 24<br>(Family: none)                | 2-4<br>1              |
| Y<br>A    | JP 2014-53554 A (Renesas Electronics Corp.),<br>20 March 2014 (20.03.2014),<br>paragraph [0017]; fig. 1<br>& US 2014/0070319 A1          | 2-4<br>1              |
| A         | JP 7-297392 A (Fuji Electric Co., Ltd.),<br>10 November 1995 (10.11.1995),<br>paragraphs [0001] to [0021]; fig. 1 to 2<br>(Family: none) | 1-4                   |
| A         | JP 2011-238975 A (Toyota Motor Corp.),<br>24 November 2011 (24.11.2011),<br>paragraphs [0059] to [0068]; fig. 24 to 29<br>(Family: none) | 1-4                   |
| A         | JP 2003-204028 A (Toyota Motor Corp.),<br>18 July 2003 (18.07.2003),<br>paragraphs [0001] to [0017]; fig. 1 to 3<br>(Family: none)       | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L27/04(2006.01)i, H01L29/739(2006.01)i, H01L29/78(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（I P C））

Int.Cl. H01L27/04, H01L29/739, H01L29/78, 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2003-142689 A（三菱電機株式会社）2003.05.16,<br>段落[0040]-[0147], [図 1]-[図 12]<br>& DE 10229625 A1 | 1-4            |
| Y               | JP 2004-31980 A（株式会社ルネサステクノロジ）2004.01.29,<br>段落[0095]-[0100], [図 14]<br>（ファミリーなし）          | 1-4            |

☒ 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

0 4 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）  
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5  
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

5 8 9 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 1 6

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                       |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y<br>A                | JP 2012-134198 A (三菱電機株式会社) 2012. 07. 12,<br>段落[0012]-[0066], [図 1]-[図 4], [図 15]-[図 19]<br>& US 2012/0153349 A1 & DE 102011087064 A1 | 2-3<br>1, 4    |
| Y<br>A                | JP 2000-183282 A (株式会社東芝) 2000. 06. 30,<br>段落[0011]-[0015], [図 24]<br>(ファミリーなし)                                                       | 2-4<br>1       |
| Y<br>A                | JP 2014-53554 A (ルネサスエレクトロニクス株式会社) 2014. 03. 20,<br>段落[0017], [図 1]<br>& US 2014/0070319 A1                                           | 2-4<br>1       |
| A                     | JP 7-297392 A (富士電機株式会社) 1995. 11. 10,<br>段落[0001]-[0021], [図 1]-[図 2]<br>(ファミリーなし)                                                   | 1-4            |
| A                     | JP 2011-238975 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 11. 24,<br>段落[0059]-[0068], [図 24]-[図 29]<br>(ファミリーなし)                                            | 1-4            |
| A                     | JP 2003-204028 A (トヨタ自動車株式会社) 2003. 07. 18,<br>段落[0001]-[0017], [図 1]-[図 3]<br>(ファミリーなし)                                              | 1-4            |