

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4765252号  
(P4765252)

(45) 発行日 平成23年9月7日 (2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日 (2011.6.24)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 27/04 (2006.01)

HO 1 L 29/78 (2006.01)

HO 1 L 21/822 (2006.01)

HO 1 L 27/06 (2006.01)

HO 1 L 29/78 6 5 7 C

HO 1 L 29/78 6 5 7 G

HO 1 L 27/04 T

HO 1 L 27/04 H

HO 1 L 27/06 3 1 1 B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-5943 (P2004-5943)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成16年1月13日 (2004. 1. 13)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2005-203446 (P2005-203446A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成17年7月28日 (2005. 7. 28)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成18年3月17日 (2006. 3. 17)		弁理士 恩田 博宣
		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	森 昌吾
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内
		(72) 発明者	小野 賢士
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内
		審査官	恩田 春香
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度検出機能付き半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子と、前記半導体素子又はその周辺の温度を検出するための温度検出用ダイオードとを備えた温度検出機能付き半導体装置であって、

前記半導体素子のソース、ドレイン、エミッタ、コレクタのうち半導体素子の使用状態において接地側となる領域の端子と、前記温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子との間に前記温度検出用ダイオードを介することなく保護ダイオードが接続され、

前記温度検出用ダイオードは、該温度検出用ダイオードに対して絶縁層を介して設けられた前記半導体素子の温度を検出する温度検出機能付き半導体装置。

【請求項 2】

前記保護ダイオードは、ダイオードがそれぞれ逆方向に直列に接続された構成となっている請求項 1 に記載の温度検出機能付き半導体装置。

【請求項 3】

前記保護ダイオードは、2 個のダイオードがアノード側同士が接続される状態で、直列且つ逆方向に接続された構成となっている請求項 2 に記載の温度検出機能付き半導体装置。

。

【請求項 4】

前記保護ダイオードは、2 個のダイオードが並列且つ逆方向に接続された構成となっている請求項 1 に記載の温度検出機能付き半導体装置。

【請求項 5】

前記半導体素子はNチャネルのMOSFETであり、前記保護ダイオードはMOSFETのソース側領域の端子と、前記温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子との間に接続されている請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の温度検出機能付き半導体装置。

【請求項6】

前記半導体素子は、IGBTである請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の温度検出機能付き半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体素子又はその周辺の温度を検出する機能を備えた温度検出機能付き半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子の動作時の異常な温度上昇による破壊を防止するために、半導体素子を含む半導体装置に感熱素子部を設け、半導体装置の温度が異常に上昇した時にその温度上昇を感熱素子部で検出し、その検出信号に基づいて半導体素子の動作を停止させて熱破壊を避けるようにしたものがある（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

この半導体装置は、図7に示すように、MOSトランジスタ40及びそのMOSトランジスタ40の近傍に形成された感熱素子部としてのダイオード41を備えている。そして、このダイオード41に順方向電流を流しながら順方向の電圧を測定することにより、その周辺温度が検出される。

【0004】

ところで、半導体装置の設計に際しては、通常、静電放電（ESD：Electro Static Discharge）耐量が考慮される。ここで、ESDとは、いわゆる静電気であり、これが半導体装置の端子に加わるとサージ電流が流れる。そして、このサージ電流は、半導体装置を構成する各素子に悪影響を及ぼすことがある。

【0005】

前記特許文献1に記載の半導体装置では、温度検出用のダイオード41に対して並列かつ逆方向に保護用のダイオード42を接続することにより、温度検出用のダイオード41のESD耐量が高められている。即ち、この構成においては、ダイオード41のアノード端子41a側に静電放電が加えられたとき（アノード端子41aの電位がカソード端子41bの電位よりも高くなるような静電放電が加えられたとき）は、その静電放電に起因する電流は温度検出用のダイオード41を介して流れる。一方、ダイオード41のカソード端子41b側に静電放電が加えられたとき（カソード端子41bの電位がアノード端子41aの電位よりも高くなるような静電放電が加えられたとき）は、その静電放電に起因する電流は保護用のダイオード42を介して流れるので、温度検出用のダイオード41に大きな逆電圧が加わることが回避される。その結果、温度検出用のダイオード41のESD耐量が向上する。

【特許文献1】特許第2630242号公報（明細書の段落[0008]、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、特許文献1に開示された半導体装置の構成においては、保護用のダイオード42を設けることにより温度検出用のダイオード41のESD耐量は向上している。しかし、ダイオード41に対して逆並列に接続された保護用のダイオード42の漏れ電流の影響を受けて、温度検出精度が悪くなるという問題がある。

【0007】

本発明は、前記従来の問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、温度検出用の

10

20

30

40

50

ダイオードのESD耐量を向上させ、かつ温度検出精度も良好な温度検出機能付き半導体装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、半導体素子と、前記半導体素子又はその周辺の温度を検出するための温度検出用ダイオードとを備えた温度検出機能付き半導体装置である。そして、前記半導体素子のソース、ドレイン、エミッタ、コレクタのうち半導体素子の使用状態において接地側となる領域の端子と、前記温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子との間に前記温度検出用ダイオードを介することなく保護ダイオードが接続され、前記温度検出用ダイオードは、該温度検出用ダイオードに対して絶縁層を介して設けられた前記半導体素子の温度を検出する。ここで、「半導体素子のソース、ドレイン、エミッタ、コレクタの領域のうち半導体素子の使用状態において接地側となる領域の端子」とは、例えば、半導体素子がNチャネルのMOSFETであればソース側領域の端子となり、半導体素子がPチャネルのMOSFETであればドレイン側領域の端子となる。また、半導体素子がN型のIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）であればエミッタ側領域の端子となり、半導体素子がP型のIGBTであればコレクタ側領域の端子となる。

10

【0009】

この発明では、温度検出用ダイオードのアノード側領域の端子からカソード側領域の端子に向かって定電流を流すことにより温度検出用ダイオードにダイオードの順方向電圧が発生する。この電圧値は温度依存性があるため、前記電圧値を検出することにより温度が検出される。温度検出用ダイオードには従来技術と異なり逆並列に接続された保護ダイオードがないため、逆並列に接続された保護ダイオードの漏れ電流の影響を受けて温度検出精度が悪くなることはない。半導体素子は温度検出用ダイオードに比較して大面積であり、寄生容量も大きいいため、静電放電に起因する電流を吸収できる。従って、温度検出用ダイオードは静電放電から保護される。

20

【0010】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記保護ダイオードは、ダイオードがそれぞれ逆方向に直列に接続された構成となっている。この発明では、温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子に静電放電が加えられた場合を除き、温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子から半導体素子側及び、半導体素子側からカソード側領域の端子へは電流が流れないため、温度検出精度がより高くなる。

30

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、前記保護ダイオードは、2個のダイオードがアノード側同士が接続される状態で、直列且つ逆方向に接続された構成となっている。

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記保護ダイオードは、2個のダイオードが並列且つ逆方向に接続された構成となっている。

【0011】

請求項5に記載の発明は、請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の発明において、前記半導体素子はNチャネルのMOSFETであり、前記保護ダイオードはMOSFETのソース側領域の端子と、前記温度検出用ダイオードのカソード側領域の端子との間に接続されている。この発明では、NチャネルのMOSFETにおいて、請求項1～請求項4に記載の発明と同様な効果が得られる。

40

請求項6に記載の発明は、請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の発明において、前記半導体素子は、IGBTである。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、温度検出用のダイオードのESD耐量を向上させることができ、かつ温度検出精度も良好にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【 0 0 1 3 】

以下、本発明をNチャネルのMOSFETを備えた半導体装置に具体化した一実施形態を図1及び図2に従って説明する。図1は温度検出機能付き半導体装置としての半導体装置の等価回路図であり、図2は半導体装置の模式部分断面図である。なお、図2において断面のハッチングを省略している。

## 【 0 0 1 4 】

図1に示すように、半導体装置11は、半導体素子としてのNチャネルのMOSFET 12と、温度検出用ダイオード13と、保護ダイオード14とを備えている。保護ダイオード14は、MOSFET 12のソースSと、温度検出用ダイオード13のカソードKとの間に接続されている。即ち、MOSFET 12のソースS及びドレインDの領域のうちMOSFET 12の使用状態において接地側となる領域と、温度検出用ダイオード13のカソードKとの間に保護ダイオード14が接続されている。

10

## 【 0 0 1 5 】

MOSFET 12はパワーMOSFETであり、ゲートGに入力される信号に従って主電流（ドレインDからソースSへ流れる電流）を制御する。

温度検出用ダイオード13はn個（nは自然数）のダイオードが直列接続された構成である。保護ダイオード14は2個のダイオード14a, 14bがそれぞれ逆方向に直列接続された構成となっている。この実施形態では両ダイオード14a, 14bはアノード同士が接続され、カソードがソースSと、温度検出用ダイオード13のカソードKとにそれぞれ接続されている。

20

## 【 0 0 1 6 】

図2に示すように、半導体装置11は、N<sup>+</sup>型のシリコンからなる半導体基板21を備え、半導体基板21の片面（図2において上面）にドレイン領域を構成するN<sup>-</sup>型のエピタキシャル層22が設けられている。エピタキシャル層22の半導体基板21と反対側の面（図2において下面）には、P型のチャネル領域23が設けられている。チャネル領域23の表面（図2において上面）の一部にN<sup>+</sup>型のソース領域24が設けられている。チャネル領域23の表面にはエピタキシャル層22の上面からソース領域24の上面に達するようにゲート酸化膜26が形成されており、ゲート酸化膜26の表面（図2において上面）にゲートポリシリコン層27が形成されている。

## 【 0 0 1 7 】

エピタキシャル層22の上面の温度検出用ダイオード13及び保護ダイオード14が形成される部分にはP型の半導体層28が形成され、半導体層28の表面を覆うように絶縁膜29が形成されている。絶縁膜29上にN型ポリシリコン層30とP型ポリシリコン層31とが互いに接触する状態で交互に並んで形成されている。

30

## 【 0 0 1 8 】

前記互いに接触して交互に並んだN型ポリシリコン層30及びP型ポリシリコン層31のうち、一方の端（図2における左端）から順に並んだN型ポリシリコン層30、P型ポリシリコン層31及びN型ポリシリコン層30の3個の組が保護ダイオード14を構成する。即ち、保護ダイオード14は、2個のダイオードがアノード同士が接続される状態で、逆方向に直列に接続された構成となっている。保護ダイオード14はソースSに配線32により接続されている。

40

## 【 0 0 1 9 】

また、図2における右端から左側に順に並んだ偶数個（図2では図示の都合上2個のみ図示）のP型ポリシリコン層31及びN型ポリシリコン層30が温度検出用ダイオード13を構成する。温度検出用ダイオード13の左端のN型ポリシリコン層30は、保護ダイオード14の右端のN型ポリシリコン層30として共用されるようになっている。即ち、温度検出用ダイオード13と保護ダイオード14とはカソード同士が接続された構成となっている。

## 【 0 0 2 0 】

なお、チャネル領域23、ソース領域24の露出表面を覆うようにソース電極（図示せ

50

ず)が形成されている。また、半導体基板21の裏面(図2の下面)にはドレイン電極(図示せず)が形成されている。

【0021】

次に、前記のように構成された半導体装置11の作用について説明する。

半導体装置11はゲートGが制御部(図示せず)に接続され、ソースSが接地され、ドレインDが電源(図示せず)に接続されて、温度検出用ダイオード13のアノードAに定電流源(図示せず)から一定の電流が供給される状態で使用される。

【0022】

MOSFET12はゲートGに入力される信号に従って主電流を制御する。ドレインDの電位がソースSの電位より高く、ゲートGの電位がソースSの電位より高くなるようにゲート電圧が印加され、ゲート電圧が閾値電圧を超えると、MOSFET12がオン状態となる。

10

【0023】

温度検出用ダイオード13のアノードAからカソードKに向かって電流が流れることにより温度検出用ダイオード13にダイオードの順方向電圧が発生する。この電圧値は温度依存性があるため、電流値を一定として前記電圧値を検出することにより温度が検出される。なお、温度検出用ダイオード13の電流/電圧特性の温度依存性に関するデータは予め求められている。

【0024】

温度検出用ダイオード13には従来技術と異なり温度検出用ダイオード13に対して逆並列に接続された保護ダイオードがないため、逆並列に接続された保護ダイオードの漏れ電流の影響を受けて温度検出精度が悪くなることはない。また、温度検出用ダイオード13のアノードA側に静電放電が加えられると、その静電放電に起因する電流は温度検出用ダイオード13を介して流れる。一方、温度検出用ダイオード13のカソードK側に静電放電が加えられると、保護ダイオード14はツェナーダイオードとして機能して、その静電放電に起因する電流は、保護ダイオード14を介してMOSFET12のソース領域24へと流れる。MOSFET12は温度検出用ダイオード13に比較して大面積であり、寄生容量も大きいいため、静電放電に起因する電流を吸収できる。従って、温度検出用ダイオード13は静電放電から保護される。

20

【0025】

この実施の形態では以下の効果を有する。

30

(1) 半導体装置11に設けられたMOSFET12のソースSと、温度検出用ダイオード13のカソードKとの間に保護ダイオード14が接続されている。従って、温度検出用ダイオード13には従来技術と異なり逆並列に接続された保護ダイオードがないため、従来の半導体装置より温度検出用ダイオード13の温度検出精度が良くなる。また、温度検出用ダイオード13のカソードK側に静電放電が加えられると、その静電放電に起因する電流は、保護ダイオード14を介してソースSへと流れてMOSFET12の寄生容量に吸収される。その結果、温度検出用ダイオード13は静電放電から保護される。

【0026】

(2) 保護ダイオード14は、ダイオード14a, 14bがそれぞれ逆方向に直列に接続された構成となっている。従って、温度検出用ダイオード13のカソードKに静電放電が加えられた場合を除き、温度検出用ダイオード13のカソードKから半導体素子(MOSFET12)側及び、半導体素子側からカソードKへは電流が流れないため、温度検出精度がより高くなる。

40

【0027】

(3) 保護ダイオード14は2個のダイオード14a, 14bのアノード同士が接続されて、逆方向に直列接続された構成となっている。従って、保護ダイオード14を構成する2個のダイオード14a, 14bをカソード同士が接続された状態で、逆方向に直列接続された構成に比較して、ポリシリコン層を一つ少なくできる。

【0028】

50

(4) 半導体素子としてはNチャネルのMOSFET12が使用されており、保護ダイオード14はMOSFET12のソースSと、温度検出用ダイオード13のカソードKとの間に接続されている。従って、NチャネルのMOSFET12において、前記(1)~(3)効果が得られる。

【0029】

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

保護ダイオード14を、2個のダイオード14a, 14bのカソード同士が接続される状態で、逆方向に直列に接続された構成としてもよい。

【0030】

逆方向に直列に接続されて保護ダイオード14を構成するダイオード14a, 14bは、それぞれ1個ずつに限らず、ダイオード14aと同じ向きに接続されるダイオードあるいはダイオード14bと同じ向きに接続されるダイオードをそれぞれ複数としたり、一方の向きのダイオードを1個他方の向きのダイオードを複数個としてもよい。

【0031】

図3(a), (b)に示すように、保護ダイオード14としてアノードがソースS側に接続され、カソードが温度検出用ダイオード13のカソードKに接続される構成としてもよい。温度検出用ダイオード13の図3(b)における左端のN型ポリシリコン層30は、保護ダイオード14の図3(b)における右端のN型ポリシリコン層30として共用されるようになっている。なお、保護ダイオード14を構成するダイオードの数は1個に限らず複数個でもよい。この場合、ソースS側の電位が温度検出用ダイオード13のカソードKの電位より高くなると、ソースS側からカソードK側に電流が流れる。しかし、通常ソースS側の電位は温度検出用ダイオード13のカソードK側の電位とほぼ同じであるため、温度検出用ダイオード13による温度検出精度は従来のもより良くなる。

【0032】

図4(a), (b)に示すように、保護ダイオード14としてカソードがソースS側に接続され、アノードが温度検出用ダイオード13のカソードKに接続される構成としてもよい。なお、保護ダイオード14を構成するダイオードの数は1個に限らず複数個でもよい。この構成では保護ダイオード14と温度検出用ダイオード13とはポリシリコン層を共用せず、保護ダイオード14のアノードを構成するP型ポリシリコン層31は温度検出用ダイオード13のカソードKを構成するN型ポリシリコン層30に配線36により接続されている。この構成でも図3(a), (b)に示す半導体装置11とほぼ同様の効果が得られる。

【0033】

図5(a), (b)に示すように、保護ダイオード14として2個のダイオード14a, 14bを並列かつ逆方向に接続した構成としてもよい。ダイオード14a, 14bは1個に限らず複数個が同じ向きに接続されたものでもよい。この構成でも図3(a), (b)に示す半導体装置11とほぼ同様の効果が得られる。

【0034】

半導体素子はMOSFET12に限らず、IGBTに適用してもよい。IGBTに適用する場合は、例えば、図6に示すように、P<sup>+</sup>型半導体基板33上にN<sup>+</sup>型半導体層34が設けられる点を除いて、MOSFET12と同じ構成となる。ただし、IGBT35の場合は、MOSFET12においてソースSと呼ばれた電極がエミッタEと呼ばれ、ドレインDと呼ばれた電極がコレクタCと呼ばれる。また、ソース領域はエミッタ領域と呼ばれる。この場合も、IGBTにおいて、前記実施形態の(1)~(3)等と同様な効果が得られる。

【0035】

半導体素子としてIGBT35を使用する構成において、図3~図5に示す構成と同様な保護ダイオード14を設けてもよい。

Nチャネル型の半導体装置に代えて、Pチャネル型の半導体装置としてもよい。この場合、N型の不純物とP型の不純物とを逆に用いればよい。例えば、MOSFET12

10

20

30

40

50

の場合、半導体基板 2 1 を  $P^+$  型、エピタキシャル層 2 2 を  $P^-$  型、チャネル領域 2 3 を N 型、ソース領域 2 4 を  $P^+$  型とする。そして、保護ダイオード 1 4 は MOSFET 1 2 のドレイン D と、温度検出用ダイオード 1 3 のカソード K との間に接続される。

【0036】

半導体素子として、トレンチゲート構造の MOSFET や IGBT に適用してもよい。

半導体素子として、MOSFET や IGBT 以外の半導体素子例えば、バイポーラトランジスタ、静電誘導トランジスタに適用してもよい。

【0037】

以下の技術的思想（発明）は前記実施形態から把握できる。

10

（1）前記保護ダイオードは、2 個のダイオードがアノード同士が接続される状態で、逆方向に直列に接続された構成となっている。

【0038】

（2）前記保護ダイオードは、2 個のダイオードが並列かつ逆方向に接続された構成となっている。

（3）前記半導体素子は IGBT である。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】一実施形態の半導体装置の等価回路図。

【図 2】同じく半導体装置の模式部分断面図。

20

【図 3】（a）は別の実施形態の半導体装置の等価回路図、（b）は同じく半導体装置の模式部分断面図。

【図 4】（a）は別の実施形態の半導体装置の等価回路図、（b）は同じく半導体装置の模式部分断面図。

【図 5】（a）は別の実施形態の半導体装置の等価回路図、（b）は同じく半導体装置の模式部分断面図。

【図 6】別の実施形態の半導体装置の模式部分断面図。

【図 7】従来技術の半導体装置の等価回路図。

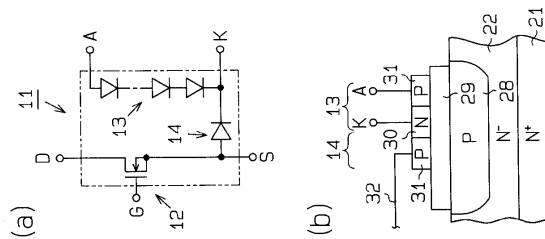
【符号の説明】

【0040】

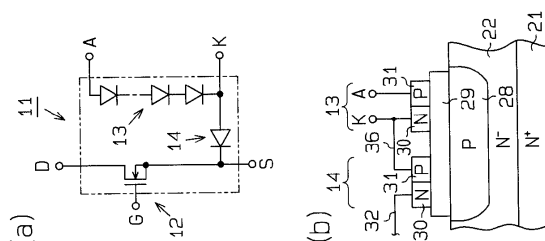
30

C ... コレクタ、D ... ドレイン、E ... エミッタ、K ... カソード、S ... ソース、1 1 ... 半導体装置、1 2 ... 半導体素子としての MOSFET、1 3 ... 温度検出用ダイオード、1 4 ... 保護ダイオード、1 4 a , 1 4 b ... ダイオード、3 5 ... 半導体素子としての IGBT。

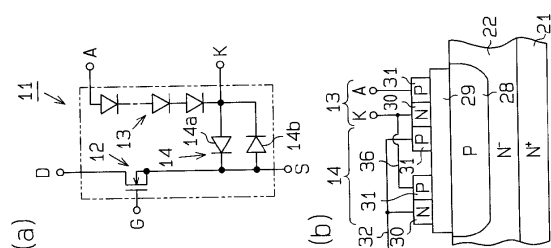
【圖 3】



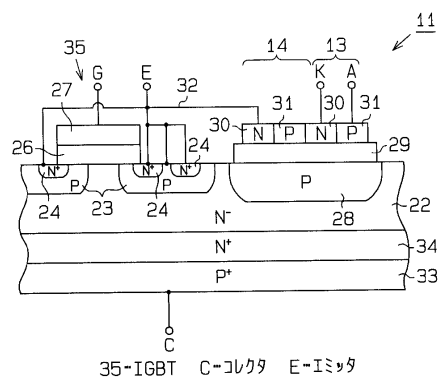
【圖 2】



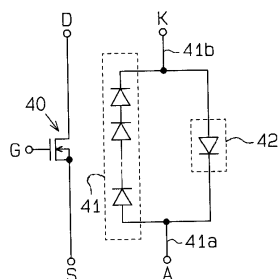
【 図 5 】



【 図 6 】



【圖 7】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-058293(JP,A)  
特開平10-116917(JP,A)  
特開平07-153920(JP,A)  
特開平03-034360(JP,A)  
特開2002-208677(JP,A)  
特開2002-009284(JP,A)  
特開昭62-229866(JP,A)  
特開平07-202129(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 29/78  
H01L 21/822  
H01L 27/04  
H01L 27/06