

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6430650号
(P6430650)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 3 O 1 J
HO 1 L 29/78 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 5 5 Z
HO 1 L 29/739 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 5 5 C
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 2 2

請求項の数 9 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2017-533840 (P2017-533840)	(73) 特許権者	514316112
(86) (22) 出願日	平成27年9月10日 (2015. 9. 10)		シーエスエムシー テクノロジーズ エフ
(65) 公表番号	特表2018-506179 (P2018-506179A)		エイビー1 カンパニー リミテッド
(43) 公表日	平成30年3月1日 (2018. 3. 1)		中華人民共和国 2 1 4 0 2 8 ジアンス
(86) 国際出願番号	PCT/CN2015/089302		ー ウーシー ニュー ディストリクト
(87) 国際公開番号	W02016/101654		シンチョウ ロード ナンバー 8
(87) 国際公開日	平成28年6月30日 (2016. 6. 30)	(74) 代理人	100094569
審査請求日	平成29年8月17日 (2017. 8. 17)		弁理士 田中 伸一郎
(31) 優先権主張番号	201410810523. 2	(74) 代理人	100088694
(32) 優先日	平成26年12月22日 (2014. 12. 22)		弁理士 弟子丸 健
(33) 優先権主張国	中国 (CN)	(74) 代理人	100103610
			弁理士 ▲吉▼田 和彦
		(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板上に配置されたドリフト領域と、
前記基板上に配置されたアノード端子と、
前記基板上に配置されたカソード端子と、
前記アノード端子と前記カソード端子との間のゲートと、
 を備える、横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタであって、
 前記アノード端子は、
前記基板上かつ前記ドリフト領域内に配置されたN型バッファ領域と、
前記N型バッファ領域内に配置されたPウェルと、
前記Pウェル内に配置されたN-領域と、
前記Pウェルの表面上に配置された第1のP+浅い接合部及び第2のP+浅い接合部と
 、
前記N-領域上に配置され、かつ前記第1のP+浅い接合部と前記第2のP+浅い接合部
の間に配置されたN+浅い接合部と、
 を含み、
前記ドリフト領域は前記アノード端子と前記カソード端子との間に位置し、
前記第1のP+浅い接合部と前記第2のP+浅い接合部のうち、前記第1のP+浅い接
合部が前記カソード端子の近くに位置決めされ、前記第2のP+浅い接合部が前記カソ

10

20

ド端子から離れて位置決めされ、

前記第 1 の P + 浅い接合部は、前記 N - 領域上に配置され、前記第 2 の P + 浅い接合部は前記 N - 領域上に配置されていない、横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 2】

前記 N 型バッファ領域のドーブ濃度は、前記 P ウェルのドーブ濃度よりも低く、前記 P ウェルの前記ドーブ濃度は、前記 N - 領域のドーブ濃度よりも低く、前記 N - 領域の前記ドーブ濃度は、前記第 1 の P + 浅い接合部、前記第 2 の P + 浅い接合部及び前記 N + 浅い接合部のドーブ濃度よりも低い、請求項 1 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 3】

前記 N 型バッファ領域の前記ドーブ濃度は、 $1 * 10^{15} / \text{cm}^3$ から $1 * 10^{16} / \text{cm}^3$ であり、前記 P ウェルの前記ドーブ濃度は、 $1 * 10^{17} / \text{cm}^3$ から $1 * 10^{18} / \text{cm}^3$ であり、前記第 1 の P + 浅い接合部、前記第 2 の P + 浅い接合部及び前記 N + 浅い接合部の前記ドーブ濃度は、 $1 * 10^{20} / \text{cm}^3$ から $1 * 10^{21} / \text{cm}^3$ である、請求項 2 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 4】

前記 N 型バッファ領域の前記ドーブ濃度は、 $5 * 10^{15} / \text{cm}^3$ であり、前記 P ウェルの前記ドーブ濃度は、 $8 * 10^{17} / \text{cm}^3$ である、請求項 3 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 5】

前記横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタは、シリコンオンインシュレータタイプの横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタであり、前記横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタは、前記基板と前記ドリフト領域との間に配置された埋め込み酸化物層をさらに備える、請求項 1 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 6】

前記基板は P 型基板であり、前記ドリフト領域は N 型ドリフト領域である、請求項 1 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 7】

前記カソード端子は、
前記基板上に配置された P + 領域と、
前記 P + 領域と前記アノード端子との間に配置された P 型ボディ領域と、
前記 P 型ボディ領域の表面上に配置された N + 領域と、
を備える、請求項 6 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 8】

前記横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタは更に、前記基板と前記ドリフト領域との間に配置された埋め込み酸化物層を含み、前記 P + 領域は、前記埋め込み酸化物層まで及び、請求項 7 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【請求項 9】

前記アノード端子はアノード金属をさらに備え、前記カソード端子はカソード金属をさらに備え、前記ゲートは、ゲート酸化物層と前記ゲート酸化物層上のポリシリコンゲートとを備える、請求項 7 に記載の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体プロセスに関し、詳細には、横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (L I G B T) は高電圧電力駆動集積回路の出力段に使用され、横型二重拡散金属酸化半導体電界効果トランジスタ (L D M

10

20

30

40

50

OS)の単一キャリアによるオン抵抗の低減と比較して、LIGBTの構造は、電子及びホールのダブルキャリアの注入によって形成される導電率変調効果に起因する、低いオン抵抗をもたらす。

【0003】

しかしながら、LIGBTがターンオフした場合、LIGBTのドリフト領域は、残存する少数キャリアホールに起因して、より長いターンオフ時間を有するので、電力消費量が大きくなるという問題がある。オン抵抗及びターンオフ時間は、ホール濃度に反比例するので、オン抵抗とターンオフ時間との間でいかにバランスを取るかは、LIGBTデバイスにおける継続的改善点になっている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、低いオン抵抗を保証しながら迅速にターンオフできる横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタを提供する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタは、基板と、基板上に配置されたアノード端子と、基板上に配置されたカソード端子と、アノード端子とカソード端子との間のドリフト領域と、アノード端子と前記カソード端子との間のゲートと、を備え、アノード端子は、基板上に配置されたN型バッファ領域と、N型バッファ領域内に配置されたPウェルと、Pウェル内に配置されたN-領域と、Pウェルの表面上に配置された2つのP+浅い接合部と、2つのP+浅い接合部の間に配置されたN+浅い接合部と、を含む。

【0006】

上記の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタが順方向にターンオンされる場合、効率的なホールの注入を実現することができ、P+浅い接合部及びPウェルの長手方向注入並びにP+浅い接合部の横方向注入によってオン抵抗を低減することができる。上記の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタが逆方向にターンオフされる場合、N型バッファ領域、N-領域、及びN+浅い接合部によって少数キャリア(ホール)を素早く引き抜く経路が形成され、これにより、素早いターンオフが実現しかつターンオフ状態損失が低減する。

【0007】

本開示の実施形態又は従来技術における技術的解決策をより明確に例証するために、実施形態又は従来技術を説明するのに必要とされる添付図面を概略的に示す。以下の説明における添付図面は、単に本開示の一部の実施形態を示しているに過ぎず、当業者であれば、創造的取り組みなしにこれらの添付図面から他の図面が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】1つの実施形態の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタの断面図を示す。

【図2】図1に示すデバイスのアノードに順方向にバイアスがかけられた場合のホールの流れ方向を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施形態について、添付図面を参照しながら以下でより詳細に説明する。しかしながら、本発明の種々の実施形態が多く異なる形態で具現化することができるので、本明細書に記載される実施形態に限定されるものと解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が完全なものとなり、当業者に本発明の範囲を十分に伝わるようにするために提供されている。同じ又は類似の参照符号を用いて特定される要素は、同じ又は類似の要素を指す。

【0010】

本明細書で使用する用語は、特定の実施形態を説明するためのものにすぎず、本発明を

10

20

30

40

50

限定するためのものではない。単数形の「１つの（英文不定冠詞）」及び「その（英文不定冠詞）」という単語を使用している場合、その文脈で明確に指摘していない限り、複数形を含むことも意図される。また、本明細書で「備える（comprise）」及び／又は「備えている（comprising）」という用語を使用している場合、特徴、完全体、ステップ、動作、要素、及び／又はコンポーネントの存在が特定されるが、他のあらゆる特徴、完全体、ステップ、動作、要素、コンポーネント、及び／又は群の存在又は追加を除外するものではないと理解されたい。

【 0 0 1 1 】

ある要素が別の要素に「接続」又は「結合」されると呼ばれる場合、ある要素は別の要素に直接接続又は結合することができ、或いは介在する要素が存在してもよいことを理解されたい。対照的に、ある要素が別の要素に「直接接続」又は「直接結合」されると呼ばれる場合には、介在する要素は存在しない。

10

【 0 0 1 2 】

種々の要素を説明するために、本明細書で用語「第１」、「第２」及びその他を用いる場合があるが、これらの要素は、これらの用語に限定されるものではない点を理解されたい。これらの用語は、単にある要素を別の要素と区別するのに使用されるに過ぎない。従って、第１の要素は、本発明の教示から逸脱することなく第２の要素と呼ぶことができる。

【 0 0 1 3 】

別途定義されていない限り、本明細書で使用される全ての用語（技術用語及び科学用語を含む）は、本発明に属する当業者が一般に理解するのと同じ意味を有する。さらに、一般的に使用される辞書で定義されるような用語は、関連する技術の文脈における意味と一致する意味を有するものと解釈すべきであり、本明細書で別途明示的に定義された場合を除き、理想的又は極めて形式的な意味で解釈されないことも理解されたい。

20

【 0 0 1 4 】

図１は、１つの実施形態による横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタの断面図である。横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタは、基板１０と、該基板１０上のアノード端子及びカソード端子と、ドリフト領域３０と、アノード端子とカソード端子との間に配置されたゲート６２とを含む、アノード端子は、基板上のＮ型バッファ領域５１と、Ｎ型バッファ領域５１内のＰウェル５３と、Ｐウェル５３内に配置されたＮ領域５５と、Ｐウェル５３の表面に配置された２つのＰ＋浅い接合部５７と、２つのＰ＋浅い接合部５７の間に配置されたＮ＋浅い接合部５９とを含む。カソード端子は、基板１０上に配置されたＰ＋領域４１と、Ｐ＋領域４１とアノード端子との間に配置されたＰ型ボディ領域４３と、Ｐ型ボディ領域４３の表面に配置されたＮ＋領域４５と、エミッタ電極としてのカソード金属４２とを含む。ゲート６２は、ゲート酸化物層（図示せず）及び該ゲート酸化物層上のポリシリコンゲートを含む。

30

【 0 0 1 5 】

前記の横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタに関して、ゲート６２に順方向にバイアスがかけられる場合、デバイスのチャンネルが開いて、電子電流は、エミッタのＮ＋領域４５を介してＰ型ボディ領域４３のチャンネルを通過し、順にドリフト領域３０及びＮ型バッファ領域５１に流入する。しかしながら、アノード端子のＰ＋浅い接合部５７に順方向にバイアスがかけられ、かつバイアス電圧が低い場合、ホールは、アノード端子のＰ＋浅い接合部５７及びＰウェル５３の下方のＮ型バッファ領域５１に注入し始め、アノード金属５２上のバイアス電圧が上昇すると、Ｐ＋浅い接合部５７は、同様にＮ型バッファ領域５１を介して横方向にホールをドリフト領域３０に注入し、これにより、複数経路での効率的な多数キャリアホール注入が実現しかつオン抵抗が有意に低下する。横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタがターンオフとなった場合、アノードは逆方向にバイアスがかけられ、Ｎ＋浅い接合部５９、Ｎ領域５５、及びＮ型バッファ領域５１による電子注入の低抵抗経路が形成され、その結果、ドリフト領域３０内の残存少数キャリアホールは、素早く引き抜かれて素早いターンオフをもたらす、これはより速いスイッチング速度を保証する

40

50

。従って、デバイスが順方向にターンオンする場合、ホールの効率的な注入を実現することができ、かつP + 浅い接合部57及びPウェル53の長手方向注入及びP + 浅い接合部57の横方向注入によってオン抵抗を低減することができ、デバイスが逆方向にターンオフする場合、N型バッファ領域51、N - 領域55、及びN + 浅い接合部59によって、少数キャリア（ホール）を素早く引き抜く経路が形成され、これにより素早いターンオフが実現しかつターンオフ状態損失が低減する。

【0016】

図1に示す実施形態において、各領域のドーピング濃度は、以下の関係を満たす。すなわち、N型バッファ領域51のドーピング濃度は、Pウェル53のドーピング濃度よりも低く、Pウェル53のドーピング濃度は、N - 領域55のドーピング濃度よりもわずかに低く、N - 領域55のドーピング濃度は、P + 浅い接合部57及びN + 浅い接合部59のドーピング濃度よりも低い。N - 領域55は、少数キャリアの寿命を制御する鍵であり、適切なドーピング濃度となるようにデザインされており、長手方向（P + 浅い接合部57 N - 領域55 Pウェル53）V P N Pを形成する。図2は、アノードに順方向にバイアスがかけられた場合のホールの流れ方向を矢印で示す。キャリアの意図した流れ経路を得るために、図1及び2に示す実施形態において、カソード端子及びN + 浅い接合部59の近くに位置決めされた2つのP + 浅い接合部57のうち的一方は、N - 領域55の表面に配置される。

10

【0017】

1つの実施形態において、N型バッファ領域51のドーピング濃度は $10^{15} / \text{cm}^3$ であり、Pウェル53のドーピング濃度は $10^{17} / \text{cm}^3$ であり、P + 浅い接合部57及びN + 浅い接合部59のドーピング濃度は $10^{20} / \text{cm}^3$ である。

20

【0018】

横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタの製造時、アノード端子は、最初にN型イオンを注入して、高温下で長時間にわたってドライインプロセスを行うことで深くて薄いN型バッファ領域51を形成し、少数キャリアは横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタがターンオフになった場合に捕捉することができる。次に、P型イオンをN型バッファ領域51に注入し、Pウェル53を熱的アニーリングによって形成し、N型イオンを注入してアニーリングすることで所定の深さの長手方向接合深さのN - 領域55を形成し、N - 領域55は、電子を注入してホールを引き抜くための所定の幅のチャンネルとして機能し、次に、注入プロセスを行ってP + 浅い接合部57及びN + 浅い接合部59を形成する。

30

【0019】

シリコンオンインシュレータ（SOI）技術は、HVIC及びSPIC用途で更に重要になってきているが、高い入力インピーダンス及び導電率変調効果に起因するIGBTデバイスの低オン抵抗特性は、パワーデバイス用途においてますます重要な役割を果たす。バルクシリコン接合アイソレーションデバイスに比べて、SOI-LIGBTデバイスは、トレンチアイソレーションによる低漏電電流、低オン状態抵抗、高入力インピーダンス、高実装密度、高速スイッチング、顕著なノイズ低減効果、及び高温作動実行可能性に起因して、自動車エレクトロニクス、ホームエレクトロニクス、並びに通信及び工業用途において広く適合する。オン状態抵抗を低減するために効率的なホール注入及び有意な導電率変調効果を必要とすることが特に重要であるが、それぞれデバイスのターンオフ時に少数キャリアホールを素早く消滅させることができないことに起因してターンオフ損失を増大させる。図1に示すLIGBTは、シリコンオンインシュレータタイプの横型絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（SOI-LIGBT）であり、基板10とドリフト領域30との間に配置された埋め込み酸化物層20を含み、基板10はP型基板であり、ドリフト領域30はN型ドリフト領域であり、P + 領域41の接合深さは、より深く埋め込み酸化物層20にまで及んでいる。

40

【0020】

本明細書では、特定の実施形態を参照しながら本発明を図示し説明したが、本発明は、図示の詳細に限定されるものではない。むしろ、特許請求の範囲の均等物の範囲内において、本発明から逸脱することなく、細部における様々な修正を行うことができる。

50

【符号の説明】

【0021】

- 10 基板
- 20 埋め込み酸化物層
- 30 ドリフト領域
- 41 P+領域
- 42 カソード金属
- 43 P型ボディ領域
- 45 N+領域
- 51 N型バッファ領域
- 52 アノード金属
- 53 Pウェル
- 55 N-領域
- 57 P+浅い接合部
- 59 N+浅い接合部

【図1】

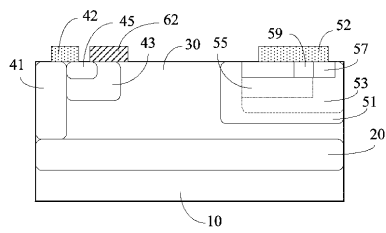


图 1

【図2】

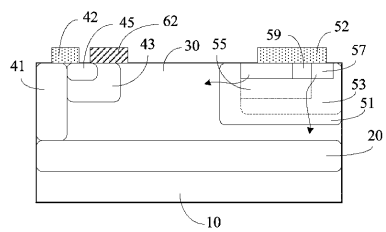


图 2

フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100130937

弁理士 山本 泰史

(74)代理人 100171675

弁理士 丹澤 一成

(72)発明者 チー シュクン

中華人民共和国 214028 ジアンズー ウーシー ニュー ディストリクト シンチョウ
ロード ナンバー 8

審査官 宇多川 勉

(56)参考文献 米国特許第05621229 (US, A)

特開平07-058320 (JP, A)

特開平09-148579 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/336

H01L 29/739

H01L 29/78

H01L 29/786