

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4256901号
(P4256901)

(45) 発行日 平成21年4月22日(2009.4.22)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 29/739 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 5 5 B
HO 1 L 29/78 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 5 3 A
HO 1 L 29/12 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 5 2 D
	HO 1 L 29/78 6 5 2 T
	HO 1 L 29/78 6 5 5 F

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-330404 (P2007-330404)	(73) 特許権者	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1
(22) 出願日	平成19年12月21日(2007.12.21)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
審査請求日	平成20年12月9日(2008.12.9)	(74) 代理人	110000110 特許業務法人快友国際特許事務所
		(72) 発明者	庄司 智幸 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(72) 発明者	西田 秀一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1導電型の第1半導体領域と第2導電型の第2半導体領域の積層を有する半導体基板と、その第2半導体領域を貫通する複数のトレンチゲートと、第1半導体領域内に設けられているキャリア遮蔽層を備えている縦型の半導体装置であって、

半導体基板がチャンネル区域と非チャンネル区域を有しており、

チャンネル区域は、トレンチゲートとトレンチゲートで挟まれた区域であり、そのトレンチゲート間の第2半導体領域には、トレンチゲートの側面に接するとともに表面電極に電氣的に接続している第1導電型の表面半導体領域が設けられており、

非チャンネル区域は、トレンチゲートとトレンチゲートで挟まれた区域であり、そのトレンチゲート間の第2半導体領域には、トレンチゲートの側面に接するとともに表面電極に電氣的に接続している第1導電型の表面半導体領域が設けられておらず、

キャリア遮蔽層は、非チャンネル区域に配置されており、少なくともチャンネル区域の一部において開口している半導体装置。

【請求項2】

キャリア遮蔽層は、トレンチゲートよりも深い位置に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

キャリア遮蔽層は、一方のトレンチゲートの下方から他方のトレンチゲートの下方まで非チャンネル区域に亘って延びていることを特徴とする請求項2に記載の半導体装置。

10

20

【請求項 4】

非チャネル区域には、

第 2 半導体領域を貫通しているダミートレンチゲートが設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

キャリア遮蔽層は、ダミートレンチゲートよりも深い位置に設けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 6】

キャリア遮蔽層は、半導体基板の表面からキャリアの拡散長以下の深さに設けられていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の半導体装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、縦型の半導体装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

縦型の半導体装置は、一对の主電極が半導体基板の表面と裏面に分かれて設けられている。縦型の半導体装置は、オン抵抗（又はオン電圧）を低減するために、トレンチゲートを備えていることが多い。トレンチゲートを備えた縦型の半導体装置において、さらにオン抵抗（又はオン電圧）を低減するために、キャリア遮蔽層を利用する技術の開発が進められている。特許文献 1 には、キャリア遮蔽層（電荷遮蔽層）を有する縦型の半導体装置が開示されている。

20

【0003】

図 5 に、特許文献 1 に開示されている半導体装置 100 の要部縦断面図を模式的に示す。半導体装置 100 は、半導体基板 120 の表面にエミッタ電極 128 が設けられており、半導体基板 120 の裏面にコレクタ電極 121 が設けられている。半導体基板 120 は、裏面から順に p⁺ 型のコレクタ領域 122 と n⁺ 型のバッファ領域 123 と n 型のドリフト領域 124 と p 型のボディ領域 125 の積層を有している。

【0004】

半導体装置 100 は、ボディ領域 125 を貫通する複数のトレンチゲート 130 を備えている。トレンチゲート 130 は、ゲート絶縁膜 134 と、そのゲート絶縁膜 134 で被覆されているトレンチゲート電極 132 を有している。トレンチゲート電極 132 とエミッタ電極 128 は、層間絶縁膜 129 で電氣的に絶縁されている。

30

【0005】

半導体装置 100 はさらに、半導体基板 120 の表面に選択的に設けられている複数の p⁺ 型のボディコンタクト領域 126 及び n⁺ 型のエミッタ領域 127 を備えている。エミッタ領域 127 は、トレンチゲート 130 の側面に接している。ボディコンタクト領域 126 とエミッタ領域 127 は、エミッタ電極 128 に電氣的に接続している。

【0006】

半導体装置 100 はさらに、ドリフト領域 124 内に設けられているキャリア遮蔽層 150 を備えている。キャリア遮蔽層 150 は、例えば酸化シリコンで形成されている。キャリア遮蔽層 150 は、トレンチゲート 130 とトレンチゲート 130 の間に設けられている。

40

【0007】

キャリア遮蔽層 150 は、裏面のコレクタ領域 122 からドリフト領域 124 に注入された正孔の移動を妨げることができる。これにより、ドリフト領域 124 内の正孔濃度が上昇し、オン抵抗（又はオン電圧）を低減することができる。

【0008】

【特許文献 1】 特開 2007 - 266622 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

キャリア遮蔽層を利用する技術において、よりオン抵抗（又はオン電圧）を低減することが望まれている。本発明は、キャリア遮蔽層を有する縦型の半導体装置において、よりオン抵抗（又はオン電圧）を低減する技術を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本明細書で開示される縦型の半導体装置は、第1導電型の第1半導体領域と第2導電型の第2半導体領域の積層を有する半導体基板と、その第2半導体領域を貫通する複数のトレンチゲートと、第1半導体領域内に設けられているキャリア遮蔽層を備えている。半導体基板は、チャンネル区域と非チャンネル区域を有している。チャンネル区域は、トレンチゲートとトレンチゲートで挟まれた区域であり、そのトレンチゲート間の第2半導体領域には、トレンチゲートの側面に接するとともに表面電極に電気的に接続している第1導電型の表面半導体領域が設けられている。すなわち、表面半導体領域と第1半導体領域の間にはトレンチゲートの側面に沿って第2半導体領域が設けられており、その第2半導体領域は、トレンチゲートに印加される電圧によってチャンネルを形成することができる。非チャンネル区域は、トレンチゲートとトレンチゲートで挟まれた区域であり、そのトレンチゲート間の第2半導体領域には、トレンチゲートの側面に接するとともに表面電極に電気的に接続している第1導電型の表面半導体領域が設けられていない。したがって、非チャンネル区域にはチャンネルが形成されない。キャリア遮蔽層は、非チャンネル区域に配置されており、少なくともチャンネル区域の一部において開口している。

この形態の半導体装置によると、裏面側から非チャンネル区域の第1半導体領域に注入された第1タイプのキャリアの一部は、キャリア遮蔽層によって縦方向の移動が妨げられ、横方向に移動する。キャリア遮蔽層は、チャンネル区域において開口が設けられているので、横方向に移動した第1タイプのキャリアはその開口に集中する。一方、チャンネル区域の表面半導体領域からは第2タイプのキャリアが注入される。このため、第1タイプのキャリアと第2タイプのキャリアがチャンネル区域において集中するので、伝導度変調が活発化し、半導体装置のオン抵抗（又はオン電圧）が顕著に低減する。

図5に示す半導体装置のように、半導体基板内のキャリア濃度をキャリア遮蔽層によって一様に上昇させるよりも、半導体基板をチャンネル区域と非チャンネル区域に区画し、チャンネル区域においてキャリアを集中させると、オン抵抗（又はオン電圧）が顕著に低減する。チャンネル区域においてキャリアを集中させると、非チャンネル区域を形成したことによるチャンネル面積の減少を補って、オン抵抗（又はオン電圧）を低減することができる。本明細書で開示される半導体装置は、この現象を利用するものであり、図5に示す半導体装置とはその作用効果が明らかに異なる。本明細書で開示される半導体装置は、新規で斬新な技術思想を備えている。

【0011】

キャリア遮蔽層は、トレンチゲートよりも深い位置に設けられていることが好ましい。

キャリア遮蔽層がトレンチゲートよりも深い位置に設けられていると、マスクずれによってキャリア遮蔽層とトレンチゲートの位置関係が多少ずれたとしても、半導体装置の特性に与える影響を軽微なものとすることができる。

【0012】

キャリア遮蔽層は、一方のトレンチゲートの下方から他方のトレンチゲートの下方まで非チャンネル区域に亘って延びていることが好ましい。

この形態によると、裏面から非チャンネル区域の第1半導体領域に注入された第1タイプのキャリアの多くをキャリア遮蔽層によって横方向に移動させ、チャンネル区域に集中させることができる。チャンネル区域における伝導度変調がさらに活発化され、オン抵抗（又はオン電圧）をさらに低減することができる。

【0013】

非チャンネル区域には、第2半導体領域を貫通しているダミートレンチゲートが設けられていてもよい。この場合、キャリア遮蔽層は、ダミートレンチゲートよりも深い位置に設けられていることが好ましい。

【0014】

キャリア遮蔽層は、半導体基板の表面からキャリアの拡散長以下の深さに設けられていることが好ましい。

これにより、チャンネル区域に集中したキャリアは、キャリア遮蔽層の開口を超えた後においても、半導体基板の表面まで収束した状態を維持することができる。

【発明の効果】

【0015】

本明細書で開示される技術によると、チャンネル区域にキャリアを集中させ、伝導度変調を活発化させることができる。チャンネル区域においてキャリアを集中させることによって、非チャンネル区域を形成したことによるチャンネル面積の減少を補って、オン抵抗（又はオン電圧）を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本明細書で開示される好ましい特徴を列記する。

（第1特徴） キャリア遮蔽層の材料は、キャリア遮蔽層の周囲の半導体材料よりもキャリアの移動を抑制するものであればよい。例えば、キャリア遮蔽層は、酸化シリコン、多孔質シリコン、窒化シリコンを用いることができる。また、キャリア遮蔽層は、空洞であ

ってもよい。

（第2特徴） キャリア遮蔽層は、少なくともチャンネル区域の一部において開口しており、その開口は表面半導体領域の下方を含む。

（第3特徴） 第2特徴において、前記開口は、一方のトレンチゲートの下方から他方のトレンチゲートの下方までチャンネル区域に亘っている。

（第4特徴） 非チャンネル区域のボディ領域（第2半導体領域の一例）の表面は、絶縁膜によって閉塞されており、非チャンネル区域のボディ領域がフローティング状態である。

【実施例】

【0017】

以下、図面を参照して実施例を説明する。以下の実施例では、半導体材料に単結晶シリコンが用いられているが、この例に代えて他の半導体材料を用いることができる。例えば、半導体材料に窒化ガリウム系、炭化シリコン系、ガリウム砒素系の化合物半導体を用いることができる。また、以下の実施例では、パンチスルー型のIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を説明するが、本明細書で開示される技術はノンパンチスルー型のIGBTにも適用することができる。また、本明細書で開示される技術は、MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）に適用することもできる。

【0018】

図1に、半導体装置10の要部縦断面図を模式的に示す。半導体装置10は、半導体基板20の表面にエミッタ電極28が設けられており、半導体基板20の裏面にコレクタ電極21が設けられている。エミッタ電極28の材料はアルミニウムであり、コレクタ電極21の材料はアルミニウム、チタン、ニッケル、金が利用できる。エミッタ電極28は接地電位に固定されており、コレクタ電極21には正の電圧が印加されている。

【0019】

半導体基板20は、裏面から順にp⁺型のコレクタ領域22とn⁺型のバッファ領域23とn型のドリフト領域24（第1半導体領域の一例）とp型のボディ領域25（第2半導体領域の一例）が積層している。コレクタ領域22とバッファ領域23は、イオン注入技術を利用して、半導体基板20の裏面に形成される。ボディ領域25も、イオン注入技術を利用して、半導体基板20の表面に形成される。コレクタ電極21は、コレクタ領域22に電氣的に接続している。

【0020】

10

20

30

40

50

半導体装置 10 は、ボディ領域 25 を貫通する複数のトレンチゲート 30 を備えている。トレンチゲート 30 は、ゲート絶縁膜 34 と、そのゲート絶縁膜 34 で被覆されているトレンチゲート電極 32 を有する。ゲート絶縁膜 34 の材料は酸化シリコンであり、トレンチゲート電極 32 の材料は不純物が高濃度に導入されたポリシリコンである。トレンチゲート電極 32 とエミッタ電極 28 は、層間絶縁膜 29 で電氣的に絶縁されている。層間絶縁膜 29 の材料は酸化シリコンである。

【0021】

図 1 に示すように、半導体装置 10 の半導体基板 20 は、チャンネル区域 10A と非チャンネル区域 10B を有している。チャンネル区域 10A と非チャンネル区域 10B は、半導体基板 20 の面内を一方向に沿って繰返し配置されている。チャンネル区域 10A は、トレンチゲート 30 とトレンチゲート 30 で挟まれた区域であり、チャンネル区域 10A のボディ領域 25 の表面には、 n^+ 型のエミッタ領域 26 (表面半導体領域の一例) と p^+ 型のボディコンタクト領域 27 が選択的に設けられている。エミッタ領域 26 とボディコンタクト領域 27 は、エミッタ電極 28 に電氣的に接続している。一方、非チャンネル区域 10B は、トレンチゲート 30 とトレンチゲート 30 で挟まれた区域であり、非チャンネル区域 10B のボディ領域 25 の表面には、エミッタ領域 26 とボディコンタクト領域 27 が設けられていない。なお、この例では、非チャンネル区域 10B にボディコンタクト領域 27 が設けられていないが、この例に代えて、非チャンネル区域 10B にもボディコンタクト領域 27 が設けられていてもよい。チャンネル区域 10A と非チャンネル区域 10B は、エミッタ領域 26 の有無によって区別される。チャンネル区域 10A のエミッタ領域 26 は、トレンチゲート 30 の側面に接して設けられている。

【0022】

半導体装置 10 はさらに、キャリア遮蔽層 52 を備えている。キャリア遮蔽層 52 は、非チャンネル区域 10B に配置されており、チャンネル区域 10A において開口している。キャリア遮蔽層 52 は、トレンチゲート 30 よりも深い位置に設けられている。また、図 1 に示すように、半導体基板 20 の表面からキャリア遮蔽層 52 までの距離 10D は、正孔の拡散長以下である。すなわち、半導体基板 20 の表面からキャリア遮蔽層 52 までの距離 10D は、トレンチゲート 30 よりも長く、正孔の拡散長よりも短い。

【0023】

キャリア遮蔽層 52 は、一方のトレンチゲート 30 の下方から他方のトレンチゲート 30 の下方まで非チャンネル区域 10B に亘って延びている。一方、キャリア遮蔽層 52 の開口は、一方のトレンチゲート 30 の下方から他方のトレンチゲート 30 の下方までチャンネル区域 10A に亘っている。キャリア遮蔽層 52 の材料は、酸化シリコンである。酸化シリコンに代えて、多孔質シリコンや空洞であってもよい。

【0024】

次に、半導体装置 10 の動作を説明する。

半導体装置 10 は、トレンチゲート電極 32 に閾値電圧以上の正の電圧を印加するか否かによってオン・オフを切換えることができる。トレンチゲート電極 32 に閾値電圧以上の電圧が印加されていないときは、エミッタ領域 26 とドリフト領域 24 の間にボディ領域 25 が介在しており、エミッタ領域 26 からドリフト領域 24 に電子を注入することができない。トレンチゲート電極 32 に閾値電圧以上の電圧が印加されていないときは、半導体装置 10 がオフである。

【0025】

トレンチゲート電極 32 に閾値電圧以上の正の電圧が印加されているときは、エミッタ領域 26 とドリフト領域 24 の間のボディ領域 25 が反転し、チャンネルが形成される。電子は、そのチャンネルを介してエミッタ領域 26 からドリフト領域 24 に注入される。トレンチゲート電極 32 に閾値電圧以上の電圧が印加されているときは、半導体装置 10 がオンである。

【0026】

半導体装置 10 がオンしているときは、裏面のコレクタ領域 22 からドリフト領域 24

10

20

30

40

50

に正孔が注入される。正孔は、ドリフト領域 24 を縦方向に移動し、ボディ領域 25 を介してエミッタ電極 28 に排出される。

【0027】

図 1 に示すように、半導体装置 10 は、半導体基板 20 の裏面全体に亘ってコレクタ領域 22 が設けられている。したがって、半導体装置 10 がオンしているときは、半導体基板 20 の裏面全体から正孔が注入される。半導体基板 20 の裏面から非チャネル区域 10B のドリフト領域 24 に注入された正孔は、キャリア遮蔽層 52 によって縦方向の移動が妨げられ、横方向に移動する。キャリア遮蔽層 52 はチャネル区域 10A に開口が設けられているので、横方向に移動した正孔はその開口に集中する。

【0028】

一方、チャネル区域 10A のエミッタ領域 26 からは電子が注入される。このため、正孔と電子がチャネル区域 10A において集中するので、伝導度変調が活発化し、半導体装置 10 のオン抵抗（又はオン電圧）が顕著に低減する。

【0029】

半導体装置 10 は、非チャネル区域 10B とキャリア遮蔽層 52 を組合せることに特徴を有している。非チャネル区域 10B にキャリア遮蔽層 52 を配置することによって、裏面から注入された正孔をチャネル区域 10A に集中させることができる。これにより、チャネル区域 10A で伝導度変調が活発化し、オン抵抗（又はオン電圧）が低減される。半導体装置 11 では、非チャネル区域 10B を設けることによってチャネル面積が減少するが、そのチャネル面積の減少を補って、低抵抗となり得る。この結果、半導体装置 10 は、極めて低減されたオン抵抗（又はオン電圧）を得ることができる。

【0030】

（第 1 の変形例）

図 2 に、半導体装置 11 の要部断面図を模式的に示す。図 2 の半導体装置 11 は、図 1 の半導体装置 10 の変形例であり、ダミートレンチゲート 40 を備えていることを特徴としている。ダミートレンチゲート 40 は、非チャネル区域 10B に設けられており、ボディ領域 25 を貫通している。この例では、非チャネル区域 10B に 1 つのダミートレンチゲート 40 が設けられているが、さらに多くのダミートレンチゲート 40 が設けられていてもよい。

【0031】

ダミートレンチゲート 40 は、ダミー絶縁膜 44 と、そのダミー絶縁膜 44 で被覆されているダミートレンチゲート電極 42 を備えている。ダミートレンチゲート 40 は、トレンチゲート 30 と共通の工程で作製されるので、トレンチゲート 30 と共通の形態を備えている。ダミートレンチゲート電極 42 は、トレンチゲート電極 32 と電気的に接続していてもよく、エミッタ電極 28 と電気的に接続していてもよい。

【0032】

前記したように、本実施例の半導体装置 11 では、オン抵抗（又はオン電圧）を低減するために、非チャネル区域 10B がある程度の面積を有して設けられているのが望ましい。この場合、非チャネル区域 10B において、トレンチゲート 30 とトレンチゲート 30 の間の距離が増大することになる。この場合、非チャネル区域 10B のボディ領域 25 とドリフト領域 24 の間の p n 接合に、大きな電界が加わることがある。非チャネル区域 10B にダミートレンチゲート 40 が設けられていると、この電界集中を緩和することができる。非チャネル区域 10B とダミートレンチゲート 40 の組合せは、半導体装置 11 の耐圧を改善するのに極めて有用な技術である。

【0033】

（第 2 の変形例）

図 3 に、半導体装置 12 の要部断面図を模式的に示す。図 3 の半導体装置 12 は、図 2 の半導体装置 11 の変形例であり、非チャネル区域 10B のボディ領域 25 が層間絶縁膜 29 で閉塞されていることを特徴としている。このため、非チャネル区域 10B のボディ領域 25 の電位はフローティング状態である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

非チャネル区域 1 0 B のボディ領域 2 5 が層間絶縁膜 2 9 で閉塞されていると、裏面から注入された正孔は、非チャネル区域 1 0 B のボディ領域 2 5 を介してエミッタ電極 2 8 に排出されることがない。このため、より多くの正孔をチャネル区域 1 0 A に集中させることができる。非チャネル区域 1 0 B のボディ領域 2 5 を閉塞する技術とキャリア遮蔽層 5 2 の技術の組合せは、オン抵抗（又はオン電圧）を低減するのに極めて有用である。

【 0 0 3 5 】

（第 3 の変形例）

図 4 に、半導体装置 1 3 の要部断面図を模式的に示す。図 4 の半導体装置 1 3 は、図 2 の半導体装置 1 1 の変形例であり、キャリア遮蔽層 5 4 が非チャネル区域 1 0 B において複数に分かれている。この例では、裏面から非チャネル区域 1 0 B のドリフト領域 2 4 に注入された正孔の一部は、チャネル区域 1 0 A に設けられたキャリア遮蔽層 5 4 の開口に移動し、他の一部は非チャネル区域 1 0 B に設けられたキャリア遮蔽層 5 4 の開口に移動する。半導体装置 1 3 であっても、裏面から非チャネル区域 1 0 B のドリフト領域 2 4 に注入された正孔の一部は、チャネル区域 1 0 A に集中することができるので、オン抵抗（又はオン電圧）を低減することができる。

【 0 0 3 6 】

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。

また、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。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 7 】

【 図 1 】 本実施例の半導体装置 1 0 の要部断面図を模式的に示す。

【 図 2 】 本実施例の半導体装置 1 1 の要部断面図を模式的に示す。

【 図 3 】 本実施例の半導体装置 1 2 の要部断面図を模式的に示す。

【 図 4 】 本実施例の半導体装置 1 3 の要部断面図を模式的に示す。

【 図 5 】 従来 of 半導体装置 1 0 0 の要部断面図を模式的に示す。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

1 0 A : チャネル区域

1 0 B : 非チャネル区域

2 0 : 半導体基板

2 1 : コレクタ電極

2 2 : コレクタ領域

2 3 : バッファ領域

2 4 : ドリフト領域

2 5 : ボディ領域

2 6 : ボディコンタクト領域

2 7 : エミッタ領域

2 8 : エミッタ電極

2 9 : 層間絶縁膜

3 0 : トレンチゲート

4 0 : ダミートレンチ

5 2 , 5 4 : キャリア遮蔽層

【 要約 】

【 課題 】 キャリア遮蔽層を有する縦型の半導体装置において、よりオン抵抗（又はオン

10

20

30

40

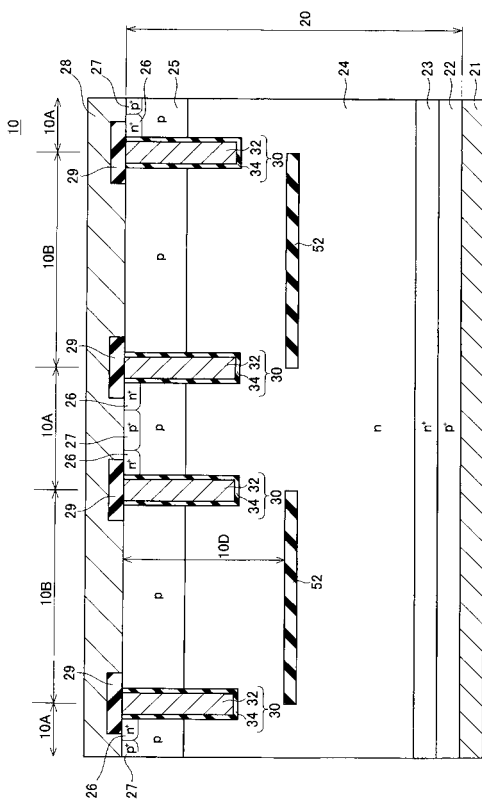
50

電圧)を低減する技術を提供すること。

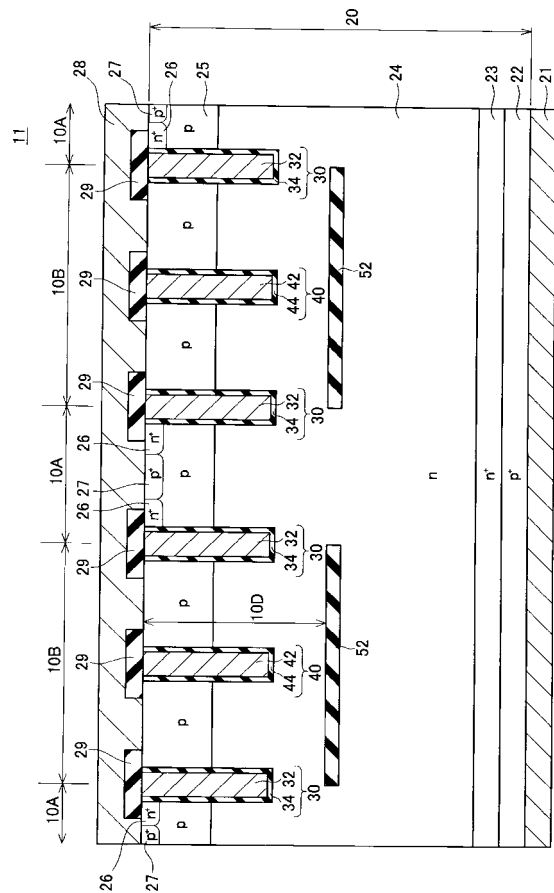
【解決手段】 半導体装置 10 の半導体基板 20 は、チャンネル区域 10A と非チャンネル区域 10B を有している。チャンネル区域 10A のボディ領域 25 には、トレンチゲート 30 の側面に接するとともにエミッタ電極 28 に電氣的に接続しているエミッタ領域 26 が設けられている。非チャンネル区域 10B のボディ領域 25 には、エミッタ領域 26 が設けられていない。キャリア遮蔽層 52 は、非チャンネル区域 10B に配置されており、少なくともチャンネル区域 10A の一部において開口している。

【選択図】 図 1

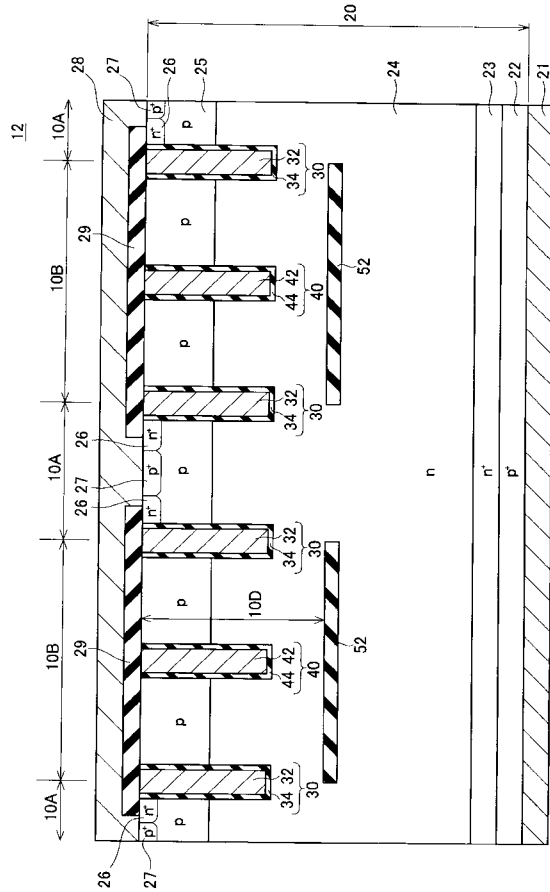
【図 1】



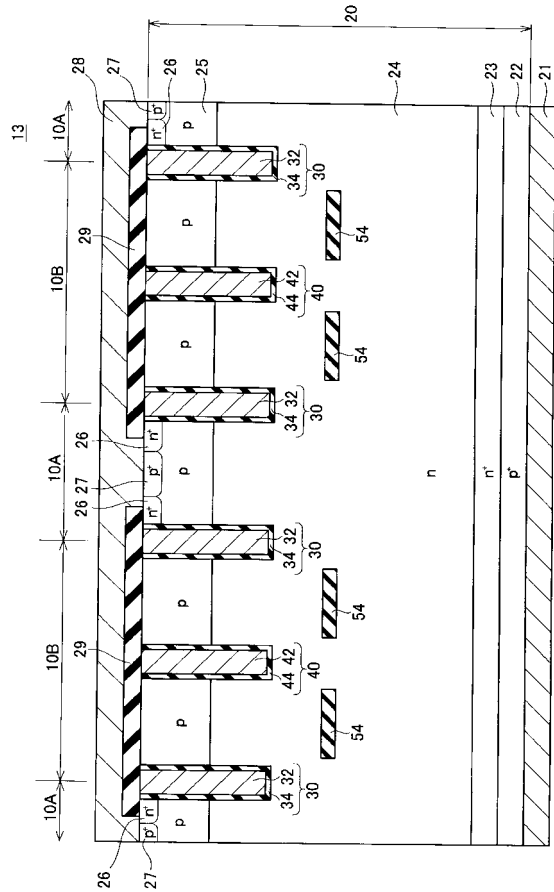
【図 2】



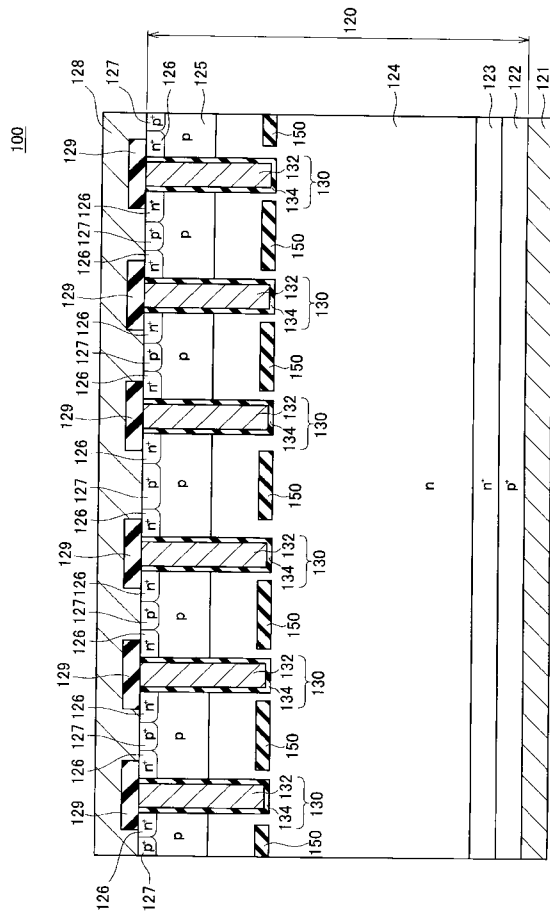
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 大西 豊和
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 小野田 誠

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 29/739
H01L 29/12
H01L 29/78