

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 24 年 3 月 22 日 (2012.3.22)

【公表番号】特表 2009-524242 (P2009-524242A)

【公表日】平成 21 年 6 月 25 日 (2009.6.25)

【年通号数】公開・登録公報 2009-025

【出願番号】特願 2008-551316 (P2008-551316)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/338 (2006.01)

H 0 1 L 29/812 (2006.01)

H 0 1 L 29/778 (2006.01)

H 0 1 L 21/28 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/80 F

H 0 1 L 29/80 H

H 0 1 L 29/80 Q

H 0 1 L 21/28 3 0 1 B

【手続補正書】

【提出日】平成 24 年 2 月 2 日 (2012.2.2)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンネル層を形成するステップと、

前記チャンネル層上に障壁層を形成するステップと、

前記障壁層上に保護層を形成するステップであって、前記保護層は、前記保護層を貫通して延在する開口を有するステップと、

前記保護層が第 1 と第 2 のオームコンタクト領域の間にあるように、前記保護層に近接しかつ前記保護層から間隔を空けて配置された前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域を前記障壁層上に形成するステップと、

ゲート電極の第 1 の部分が、前記開口の外側に存在する前記保護層の表面部分で横方向に延在するように、かつ、前記保護層から間隔を空けて配置された前記ゲート電極の第 2 の部分が、前記第 1 の部分を越えて横方向に延在するように、前記開口に前記ゲート電極を形成するステップと

を含むことを特徴とするトランジスタを作製する方法。

【請求項 2】

前記ゲート電極を形成するステップの前に、前記保護層上に第 2 の層を形成するステップであって、前記第 2 の層は、前記第 1 の開口よりも広く、前記第 2 の層を貫通して延在する第 2 の開口を有するステップをさらに含み、

前記第 2 の層は、前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域が前記第 2 の層によって前記保護層から間隔を空けて配置されるように、前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域と前記保護層との間に延在し、

前記ゲート電極を形成するステップは、前記ゲート電極の前記第 2 の部分が、前記第 2 の開口の外側に存在する前記第 2 の層の表面部分で横方向に延在するように、前記第 2 の開口に前記ゲート電極を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載

の方法。

【請求項 3】

前記第 2 の層は、前記保護層よりも小さな誘電率を有する材料を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 2 の層を貫通して存在する前記第 2 の開口を有する前記第 2 の層を形成するステップは、

前記第 2 の層を貫通して前記保護層の一部を露出させるリセスを含む前記第 2 の層を前記保護層上に形成するステップと、

前記第 1 の開口を露出させ、かつ前記第 1 の開口の相対する側に前記保護層の表面部分を露出させる前記第 2 の開口を画定するように、前記第 2 の層の前記リセスを広くするステップと

を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 2 の層の前記リセスを広くするステップの前に、前記保護層を貫通して延在する前記第 1 の開口を形成するために、前記第 2 の層をマスクとして使用して前記保護層をパターニングするステップをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 2 の層の前記リセスを広くするステップは、前記第 2 の開口と前記第 1 の開口が自己整合されるように、前記第 2 の層の前記リセスを対称的に広げるステップを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 2 の層は、フォトリソ層を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 2 の層の前記リセスを広くするステップは、

酸素プラズマを使用して前記第 2 の層をアッシングするステップ、および / または前記第 2 の層をハードベークするステップを含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ゲート電極を形成した後で前記第 2 の層を除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の層を除去した後で前記保護層上および前記ゲート電極上にパシベーション層を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ゲート電極を形成するステップは、

前記開口の中の前記保護層の対向する側壁に直接に前記ゲート電極を形成するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ゲート電極を形成するステップは、前記障壁層に接触するように前記保護層の前記開口を貫通して延在するゲート電極を形成するステップを含み、さらに、前記チャネル層と前記障壁層との間の接合はヘテロ接合を画定することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域を形成するステップは、

前記障壁層の部分を露出させるように前記保護層をパターニングするステップと、

前記パターニングされた保護層に近接し、かつ前記パターニングされた保護層から間隔を空けて配置されたオーミック金属領域を前記障壁層の前記露出部分に形成するステップと、

前記オーミック金属領域をアニールするステップとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記保護層は、窒化珪素、窒化アルミニウム、および / または二酸化珪素を含む誘電体材料を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記ゲート電極を形成するステップの前に、前記保護層上に酸化物層を形成するステップであって、前記酸化物層は、前記第 1 の開口よりも広く、前記酸化物層を貫通して延在する第 2 の開口を有するステップをさらに含み、

前記ゲート電極を形成するステップは、前記ゲート電極の前記第 2 の部分が、前記第 2 の開口の外側に存在する前記酸化物層の表面部分で横方向に延在するように、前記第 2 の開口に前記ゲート電極を形成するステップを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

前記酸化物層は、高温酸化物 (HTO) 層を備えることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記保護層は、高純度窒化物 (HPN) 層を備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記保護層は、化学量論的な窒化珪素を備え、前記酸化物層は、二酸化珪素を備えることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記酸化物層は、約 1 . 5 未満の誘電率を有する高品質酸化物層を備えることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 20】

前記酸化物層は、前記保護層の厚さよりも大きな厚さを有することを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 21】

前記酸化物層は、約 500 オングストローム () から約 3000 の厚さを有し、前記保護層は、約 200 から約 2000 の厚さを有することを特徴とする請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記酸化物層を貫通して延在する前記第 2 の開口を有する前記酸化物層を形成するステップは、

前記酸化物層を貫通して前記保護層の一部を露出させるリセスを含む前記誘電体層を前記保護層上に形成するステップと、

前記保護層を貫通して延在する前記第 1 の開口を形成するために、前記誘電体層をマスクとして使用して前記保護層をパターニングするステップと、

前記第 1 の開口を露出させ、かつ前記第 1 の開口の相対する側に前記保護層の表面部分を露出させる前記第 2 の開口を画定するように、前記酸化物層の前記リセスを広くするステップとを含み、

前記保護層および前記酸化物層は異なる材料を備え、前記酸化物層の前記リセスを広くするステップは、ウェット酸化物エッチング液を使用して前記酸化物層をエッチングすることによって、前記第 2 の開口と前記第 1 の開口が自己整合されるように、前記酸化物層の前記リセスを対称的に広げるステップを含み、前記ウェット酸化物エッチング液は、前記保護層に対して選択であることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 23】

前記障壁層の第 1 および第 2 の部分を露出させるように前記酸化物層および前記保護層をパターニングするステップと、

前記酸化物層および前記保護層をパターニングした後で、前記保護層が第 1 と第 2 のオ

ームコンタクト領域の間にあるように、前記パターニングされた保護層に近接しかつ前記パターニングされた保護層から間隔を空けて配置された前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域を、前記障壁層の前記第 1 および第 2 の部分にそれぞれ形成するステップとを含むことを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 24】

前記酸化物層および前記保護層をパターニングするステップは、

前記酸化物層を形成するステップの前に、前記障壁層の前記第 1 および第 2 の部分を露出させるように前記保護層をパターニングするステップであって、前記酸化物層を形成するステップは、前記保護層上、ならびに前記障壁層の前記第 1 および第 2 の部分上に前記酸化物層を形成するステップを含むステップと、

前記障壁層の前記第 1 および第 2 の部分をそれぞれ露出させる第 1 および第 2 のリセスを前記酸化物層に画定するように前記酸化物層をパターニングするステップとを含むことを特徴とする請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記酸化物層および前記保護層をパターニングするステップは、

前記保護層の第 1 および第 2 の部分を露出させるように前記酸化物層をパターニングするステップと、

前記障壁層の前記第 1 および第 2 の部分を露出させるために前記酸化物層をマスクとして使用して前記保護層をパターニングするステップとを含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記ゲート電極を形成するステップは、

前記第 1 の開口の中の前記保護層の対向する側壁に誘電体ライナを形成するステップと、

前記誘電体ライナを形成した後で、前記第 1 の開口の中の前記誘電体ライナに直接に前記ゲート電極を形成するステップとを含むことを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 27】

チャンネル層を形成するステップと、

前記チャンネル層上に障壁層を形成するステップであって、前記チャンネル層と前記障壁層との間の接合は、ヘテロ接合を画定するものであるステップと、

前記障壁層上に窒化物層を形成するステップと、

前記窒化物層上に酸化物層を形成するステップであって、前記酸化物層は、前記窒化物層の一部を露出させる孔を備えるものであるステップと、

前記酸化物層をマスクとして使用して、前記窒化物層を貫通して延在する第 1 の開口を形成するステップと、

前記第 1 の開口を形成した後で、前記第 2 の開口と前記第 1 の開口が自己整合されるように、前記第 1 の開口を露出させ、かつ前記第 1 の開口の相対する側に前記窒化物層の表面部分を露出させる第 2 の開口を形成するように前記酸化物層の前記孔を対称的に広げるステップと、

前記障壁層に接触するように前記窒化物層の前記第 1 の開口を貫通して延在するゲート電極を前記第 1 および第 2 の開口に形成するステップとを含み、

前記ゲート電極の第 1 の部分は、前記第 1 の開口の外側の、相対する側の前記窒化物層の表面部分に延在し、前記ゲート電極の第 2 の部分は、前記第 2 の開口の外側の、相対する側の前記酸化物層の表面部分に延在することを特徴とする高電子移動度トランジスタ (HEMT) を作製する方法。

【請求項 28】

前記ゲート電極の前記第 1 の部分は、前記開口の外側に存在する前記窒化物層の表面部分で横方向に延在し、前記ゲート電極の前記第 2 の部分は、前記第 2 の開口の外側に存在

する前記酸化物層の表面部分で、前記ゲート電極の前記第 1 の部分を越えて横方向に延在することを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

前記ゲート電極を形成するステップは、

前記第 1 の開口の中の相対する側壁に直接に前記ゲート電極を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記窒化物層は、化学量論的窒化珪素を備え、さらに前記酸化物層は、化学量論的二酸化珪素を備えることを特徴とする請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記第 1 の開口を形成するステップは、ドライエッチングプロセスを使用して前記障壁層を露出させるように前記窒化物層を通して選択的にエッチングするステップを含み、前記酸化物層の前記孔を広くするステップは、第 1 の開口および第 1 の開口の相対する側の前記窒化物層の表面部分を露出させる前記第 2 の開口を形成するように、ウェットエッチングを使用して前記酸化物層を選択的にエッチングするステップを含み、前記第 2 の開口は、前記第 1 の開口に関し対称であることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

前記窒化物層が第 1 と第 2 のオームコンタクト領域の間にあるように、前記窒化物層に近接しかつ前記窒化物層から間隔を空けて配置された前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域を前記障壁層上に形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

チャネル層と、

前記チャネル層上の障壁層と、

貫通して延在する開口を有する前記障壁層上の保護層と、

前記保護層が第 1 と第 2 のオームコンタクト領域の間にあるように前記保護層に近接しかつ前記保護層から間隔を空けて配置された、前記障壁層上の前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域と、

前記開口の中のゲート電極と

を備え、

前記ゲート電極は、前記開口の外側に存在する前記保護層の表面部分で横方向に延在する第 1 の部分、および前記保護層から間隔を空けて配置され前記第 1 の部分を越えて横方向に延在する第 2 の部分を含むことを特徴とするトランジスタ。

【請求項 34】

前記保護層上の第 2 の層をさらに含み、前記第 2 の層は、前記第 1 の開口よりも広く、前記第 2 の層を貫通して延在する第 2 の開口を備え、

前記第 2 の層は、前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域が前記第 2 の層によって前記保護層から間隔を空けて配置されるように、前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域と前記保護層との間に延在し、前記ゲート電極は前記第 2 の開口にあり、さらに、前記ゲート電極の前記第 2 の部分は、前記第 2 の開口の外側に存在する前記第 2 の層の部分で横方向に延在することを特徴とする請求項 33 に記載のトランジスタ。

【請求項 35】

前記第 2 の層は、前記保護層よりも小さな誘電率を有することを特徴とする請求項 34 に記載のトランジスタ。

【請求項 36】

前記第 2 の層は、酸化物層を備えることを特徴とする請求項 35 に記載のトランジスタ

。

【請求項 37】

前記酸化物層は、高温酸化物 (HTO) 層を備えることを特徴とする請求項 36 に記載のトランジスタ。

【請求項 3 8】

前記保護層は、高純度窒化物（HPN）層を備えることを特徴とする請求項 3 7 に記載のトランジスタ。

【請求項 3 9】

前記酸化物層は、前記保護層の厚さよりも大きな厚さを有することを特徴とする請求項 3 8 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 0】

前記保護層は、化学量論的窒化珪素を備え、前記酸化物層は、二酸化珪素を備えることを特徴とする請求項 3 9 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 1】

前記酸化物層は、約 1 . 5 未満の誘電率を有する高品質酸化物層を備えることを特徴とする請求項 3 6 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 2】

前記保護層および前記ゲート電極の上にパシベーション層をさらに備えることを特徴とする請求項 3 3 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 3】

前記ゲート電極は、前記保護層の前記開口の対向する側壁に直接に接していることを特徴とする請求項 3 3 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 4】

前記ゲート電極は、前記障壁層に接触するように前記保護層の前記開口を貫通して延在し、前記チャネル層および前記障壁層は、高電子移動度トランジスタ（HEMT）を形成するように構成されていることを特徴とする請求項 3 3 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 5】

前記保護層は、前記第 1 および第 2 のオームコンタクト領域の厚さと少なくともほぼ同じ厚さを有することを特徴とする請求項 3 3 に記載のトランジスタ。

【請求項 4 6】

前記保護層は、窒化珪素、窒化アルミニウム、および／または二酸化珪素を含む誘電体材料を備えることを特徴とする請求項 3 3 に記載のトランジスタ。