

【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17年9月22日(2005.9.22)

【公表番号】特表2004-507888(P2004-507888A)

【公表日】平成16年3月11日(2004.3.11)

【年通号数】公開・登録公報2004-010

【出願番号】特願2002-520314(P2002-520314)

【国際特許分類第7版】

H 01 L 29/78

H 01 L 21/28

H 01 L 21/283

H 01 L 21/314

H 01 L 21/8238

H 01 L 27/092

H 01 L 29/80

【F I】

H 01 L 29/78 301B

H 01 L 21/28 301B

H 01 L 21/283 C

H 01 L 21/314 A

H 01 L 27/08 321D

H 01 L 29/80 Z

【手続補正書】

【提出日】平成16年1月16日(2004.1.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンハンスマントモード金属-硫化物-化合物半導体電界効果型トランジスタであって、

、上部面を有する化合物半導体ウェハ構造と；

ガリウムと硫黄の化合物を実質的に含む第一層と、ガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素の化合物を実質的に含む第二層と、を含む、前記上部面に隣接して、且つ、この上部に配置されたゲート絶縁体構造と；

前記ゲート絶縁体構造上に配置されたゲート電極と；

前記ゲート電極に対し自己整合された(self-aligned)ソースおよびドレインイオンインプラント(iion implants、イオン注入、イオン打込み)と；および

イオン注入ソースおよびドレイン領域上に配置されたソースおよびドレインオーミックコントタクト

を備え、

前記ゲート電極がW, WN, WSi, およびその組合せから成るグループから選択された部材(member、材料)を含む前記エンハンスマントモード金属-硫化物-化合物半導体電界効果型トランジスタ。

【請求項2】

請求項1に記載のトランジスタであって、

前記第一層が、前記上部面と原子的アブラプト (abrupt) 界面 (interface、接合面、境界面) を形成するトランジスタ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート絶縁体構造がさらにガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素の種々の (varying、変化する、いろいろな) 組成を含む段階層 (graded layer) を含み、前記段階層内の前記ガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素のうちの少なくとも一つの組成は、前記段階層の深さと共に単調に変化する、トランジスタ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート絶縁体構造が三つ以上の層を含むトランジスタ。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記第一層が 10 を超え 25 未満の厚みを持つトランジスタ。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート絶縁体構造が 20 ~ 300 の厚みを持つトランジスタ。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記第一層が、四原子層 (four atomic layers) 未満の構造的界面変調 (structural interface modulation) の深さに伸びる化合物半導体ウェハ構造と界面を形成するトランジスタ。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記第一層と前記ゲート絶縁体構造とが前記上部面を保護するトランジスタ。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート電極が、700 で前記ゲート絶縁体構造の上部層の存在の下で安定なリフラクトリメタル (refractory metal、高融点金属、耐熱性金属、超硬合金) を含むトランジスタ。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記ソースおよびドレインイオンインプラントが n チャネル及び p チャネルの一方を定めるトランジスタ。

【請求項 11】

請求項 1 にトランジスタであって、

前記ソースおよびドレインイオンインプラントが、Be / F と C / F の少なくとも一方を含むトランジスタ。

【請求項 12】

請求項 1 にトランジスタであって、

前記上部面が GaAs を含むトランジスタ。

【請求項 13】

請求項 1 に記載のトランジスタであって、

前記上部面が In<sub>x</sub> Ga<sub>1-x</sub> As を含むトランジスタ。

【請求項 14】

エンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタであって

、上部面を有する化合物半導体ウェハ構造と；

前記上部面に隣接し前記上部面上に堆積されたゲート絶縁体構造で、前記ゲート絶縁体構造は、第一層と第二層と第三層を有し、前記第一層は、ガリウムと硫黄の化合物を実質

的に含み、前記第二層は、ガリウム、硫黄および少なくとも一つの希土類元素のうち少なくとも一つの標準化相対組成 (normalized (規格化) relative composition) が、前記第二層内の深さと共に単調に変化するような、ガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素の化合物を実質的に含み、前記第三層は、ガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素の化合物を実質的に含む、前記ゲート絶縁体構造と；

前記上部面上に配置されたゲート電極と；

前記ゲート電極に対し自己整合されたソースおよびドレインイオンインプラントと；および

イオン注入ソースおよびドレイン領域上に配置されたソースおよびドレインオーミックコンタクトと

を備え、

前記ゲート電極が W, WN, WSi, およびその組合せから成るグループから選択された部材 (member、材料) を含む前記エンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタ。

#### 【請求項 15】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記第一層が、前記上部面と原子的アブラプト界面を形成するトランジスタ。

#### 【請求項 16】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート絶縁体構造がさらに段階層を含み、前記ガリウム、硫黄、および希土類元素の少なくとも一つの組成が前記層の深さにより変化するトランジスタ。

#### 【請求項 17】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記第一層が 10 を超え 25 未満の厚さを持つトランジスタ。

#### 【請求項 18】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート絶縁体構造が 20 ~ 300 の厚さを持つトランジスタ。

#### 【請求項 19】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記第一層が、前記界面の変調深さにおいて四原子層未満に伸びる化合物半導体構造と界面を形成するトランジスタ。

#### 【請求項 20】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記第一層と前記ゲート絶縁体構造とが前記上部面を保護するトランジスタ。

#### 【請求項 21】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記ゲート電極が、700 で前記ゲート絶縁体構造の上部層の存在の下で安定な金属を含むトランジスタ。

#### 【請求項 22】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記ソースおよびドレインイオンインプラントが n チャネルを形成するトランジスタ。

#### 【請求項 23】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記ソースおよびドレインイオンインプラントが Be / F と C / F の少なくとも一つを含むトランジスタ。

#### 【請求項 24】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記上部面が GaAs を含むトランジスタ。

#### 【請求項 25】

請求項 14 に記載のトランジスタであって、

前記上部面が  $In_x Ga_{1-x} As$  を含むトランジスタ。

【請求項 26】

エンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタであって、

上部面を有する化合物半導体ウェハ構造と；

前記上部面上の多層膜 (multilayer) ゲート絶縁体構造で、ガリウム、硫黄、および少なくとも一つの希土類元素を含む各々の交互層 (alternating layers) を含む前記多層膜ゲート絶縁体構造と；

前記多層膜ゲート絶縁体構造層上に配置されたゲート電極と；

前記ゲート電極に対し自己整合されたソースおよびドレインインプラントと；

イオン注入ソースおよびドレイン領域上に配置されたソースおよびドレインオームニックコンタクトと；および

前記ゲート電極の側壁に配置された誘電体スペーサと、

を備えたエンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタ。

【請求項 27】

エンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタ構造であって、

上部面を有する化合物半導体ウェハ構造と；

ガリウムと硫黄の化合物を実質的に含む前記第一層と、ガリウムと硫黄と少なくとも一つの希土類元素の化合物を実質的に含む前記第二層と、を含む前記上部面に隣接して、且つ、この上部に配置されたゲート絶縁体構造と；および

前記ゲート絶縁体構造上のゲート電極と

を備えたエンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタ構造。

【請求項 28】

請求項 27 に記載の構造であって、

前記ゲート絶縁体構造がさらに、ガリウムを含む化合物を実質的に含む第三層を含む構造。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の構造であって、

ガリウムを含む前記化合物が、さらに硫黄を含む構造。

【請求項 30】

請求項 29 に記載の構造であって、

ガリウムを含む前記化合物が、さらに少なくとも一つの希土類元素を含む構造。

【請求項 31】

請求項 29 に記載の構造であって、

前記ゲート絶縁体構造がさらに第四層を含む構造。

【請求項 32】

請求項 27 に記載の構造であって、

前記ゲート絶縁体構造がさらに、ガリウムと酸素と少なくとも一つの希土類元素の化合物を実質的に含む前記第三層を含み、ガリウムと酸素と少なくとも一つの希土類元素の少なくとも一つの組成濃度が前記第三層の深さにより単調に変化する構造。

【請求項 33】

請求項 27 に記載の構造であって、

前記ゲート絶縁体構造が低い電子ミッドギャップ欠陥密度 (electronic midgap (中間ギャップ) defect density) を有する構造。

【請求項 34】

請求項 27 に記載の構造であって、

前記ゲート電極に対し自己整合されたソースおよびドレインイオンインプラントをさらに備える構造。

**【請求項 3 5】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
イオン注入ソースおよびドレイン領域上に配置されたソースおよびドレインオーミック  
コンタクトをさらに備える構造。

**【請求項 3 6】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
前記ゲート電極が W, WN, WSi、およびその組合せから成るグループから選択され  
た部材をを含む構造。

**【請求項 3 7】**

モノリシック (monolithic) 集積回路内にある請求項 2 7 に記載の構造。

**【請求項 3 8】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
前記第一層が前記上部面に隣接し、且つ前記上部面と接触する構造。

**【請求項 3 9】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
ソースおよびドレインコンタクト (contacts、接点) をさらに備えた構造。

**【請求項 4 0】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
前記ソースおよびドレイン接点は、 UHV において急速熱アニールされる構造。

**【請求項 4 1】**

請求項 2 7 に記載の構造であって、  
前記ゲート絶縁体構造が前記上部面をパッシベート (passivate、膜で保護する、不動  
態化する) する構造。

**【請求項 4 2】**

エンハンスマントモード金属 - 硫化物 - 化合物半導体電界効果型トランジスタ構造を形  
成する方法であって、

上部面を有する化合物半導体ウェハ構造を作ること (providing) と；  
ガリウムと硫黄の化合物を実質的に含む第一層と、ガリウムと硫黄と少なくとも一つの  
希土類元素の化合物を実質的に含む第二層とを堆積・蒸着する (deposit) ことを含み、  
ゲート絶縁体構造を前記上部面に隣接して、且つ、この上部に堆積・蒸着すること；およ  
び

前記ゲート絶縁体構造上にゲート電極を堆積・蒸着すること、  
を含む前記方法。

**【請求項 4 3】**

請求項 4 2 に記載の方法であって、  
UHV において前記構造を急速熱アニーリングすることを含む方法。

**【請求項 4 4】**

請求項 4 3 に記載の方法であって、  
前記急速熱アニーリングが 700 と 900 の間でアニーリングすることを含む方法  
。