

【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 27 年 3 月 26 日 (2015.3.26)

【公開番号】特開 2014-187085 (P2014-187085A)

【公開日】平成 26 年 10 月 2 日 (2014.10.2)

【年通号数】公開・登録公報 2014-054

【出願番号】特願 2013-59337 (P2013-59337)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/338 (2006.01)

H 0 1 L 29/778 (2006.01)

H 0 1 L 29/812 (2006.01)

H 0 1 L 21/337 (2006.01)

H 0 1 L 29/808 (2006.01)

H 0 1 L 27/098 (2006.01)

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/78 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/80 H

H 0 1 L 29/80 W

H 0 1 L 29/80 C

H 0 1 L 29/78 3 0 1 B

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 2 月 6 日 (2015.2.6)

【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】

第 1 の窒化物半導体からなる第 1 の半導体層と、
 前記第 1 の半導体層上に形成され、前記第 1 の窒化物半導体よりバンドギャップの大きい第 2 の窒化物半導体からなる第 2 の半導体層と、
 前記第 2 の半導体層上に形成されるソース電極と、
 前記第 2 の半導体層上に形成されるドレイン電極と、
 前記ソース電極と前記ドレイン電極の間の前記第 2 の半導体層上に形成され、前記第 2 の半導体層とショットキー接合する第 1 のゲート電極と、
 前記ソース電極と前記第 1 のゲート電極との間の前記第 2 の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、前記第 1 のゲート電極と電氣的に接続される第 2 のゲート電極と、
 前記ドレイン電極と前記第 1 のゲート電極との間の前記第 2 の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、前記第 1 のゲート電極と電氣的に接続される第 3 のゲート電極と、
 を備え、
前記第 1 のゲート電極で制御される第 1 のトランジスタ構造が第 1 の閾値を有し、
前記第 2 のゲート電極で制御される第 2 のトランジスタ構造が第 2 の閾値を有し、
前記第 3 のゲート電極で制御される第 3 のトランジスタ構造が第 3 の閾値を有すること
 を特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記第 1 の閾値が、前記第 2 および第 3 の閾値よりも高いことを特徴とする請求項 1 記

載の半導体装置。

【請求項 3】

前記第 2 および前記第 3 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層の膜厚が、前記第 1 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層の膜厚よりも薄いことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記第 2 および前記第 3 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層に、フッ素または塩素を含有する半導体領域を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記第 2 および第 3 の閾値が、前記第 1、第 2 および第 3 のゲート電極にオフ時に印加される電圧よりも高いことを特徴とする請求項 2 項記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記第 2 および第 3 の閾値と、前記第 1 の閾値の差の絶対値が 1 V 以下であることを特徴とする請求項 2 記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記第 2 および第 3 のゲート電極のゲート長が、前記第 1 のゲート電極のゲート長よりも長いことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 いずれか一項記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記第 1 の窒化物半導体が $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x < 1$) であり、前記第 2 の窒化物半導体が、 $Al_yGa_{1-y}N$ ($0 < y < 1$ 、 $x < y$) であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 いずれか一項記載の半導体装置。

【請求項 9】

第 1 の窒化物半導体からなる第 1 の半導体層と、
 前記第 1 の半導体層上に形成され、前記第 1 の窒化物半導体よりバンドギャップの大きい第 2 の窒化物半導体からなる第 2 の半導体層と、
 前記第 2 の半導体層上に形成されるソース電極と、
 前記第 2 の半導体層上に形成されるドレイン電極と、
 前記ソース電極と前記ドレイン電極の間の前記第 2 の半導体層上に形成され、p 型の第 3 の窒化物半導体と金属との積層構造の第 1 のゲート電極と、
 前記ソース電極と前記第 1 のゲート電極との間の前記第 2 の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、前記第 1 のゲート電極と電氣的に接続される第 2 のゲート電極と、
 前記ドレイン電極と前記第 1 のゲート電極との間の前記第 2 の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、前記第 1 のゲート電極と電氣的に接続される第 3 のゲート電極と、
 を備え、
前記第 1 のゲート電極で制御される第 1 のトランジスタ構造が第 1 の閾値を有し、
前記第 2 のゲート電極で制御される第 2 のトランジスタ構造が第 2 の閾値を有し、
前記第 3 のゲート電極で制御される第 3 のトランジスタ構造が第 3 の閾値を有すること
 を特徴とする半導体装置。

【請求項 10】

前記第 1 の閾値が、前記第 2 および第 3 の閾値よりも高いことを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記第 2 および前記第 3 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層の膜厚が、前記第 1 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層の膜厚よりも薄いことを特徴とする請求項 9 または請求項 10 記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記第 2 および前記第 3 のゲート電極直下の前記第 2 の半導体層に、フッ素または塩素を含有する半導体領域を備えることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記第2および第3の閾値が、前記第1、第2および第3のゲート電極にオフ時に印加される電圧よりも高いことを特徴とする請求項10記載の半導体装置。

【請求項 14】

前記第2および第3の閾値と、前記第1の閾値の差の絶対値が1V以下であることを特徴とする請求項10記載の半導体装置。

【請求項 15】

前記第2および第3のゲート電極のゲート長が、前記第1のゲート電極のゲート長よりも長いことを特徴とする請求項9ないし請求項14いずれか一項記載の半導体装置。

【請求項 16】

前記第1の窒化物半導体が $Al_xGa_{1-x}N$ ($0 < x < 1$) であり、前記第2の窒化物半導体が、 $Al_yGa_{1-y}N$ ($0 < y < 1$) であり、前記第3の窒化物半導体が $Al_zGa_{1-z}N$ ($0 < z < 1$) であることを特徴とする請求項9ないし請求項15いずれか一項記載の半導体装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

実施形態の半導体装置は、第1の窒化物半導体からなる第1の半導体層と、上記第1の半導体層上に形成され、上記第1の窒化物半導体よりバンドギャップの大きい第2の窒化物半導体からなる第2の半導体層と、第2の半導体層上に形成されるソース電極と、上記第2の半導体層上に形成されるドレイン電極と、を備える。さらに、上記ソース電極とドレイン電極の間の上記第2の半導体層上に形成され、上記第2の半導体層とショットキー接合する第1のゲート電極と、上記ソース電極と上記第1のゲート電極との間の上記第2の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、第1のゲート電極と電氣的に接続される第2のゲート電極と、上記ドレイン電極と上記第1のゲート電極との間の上記第2の半導体層上に、絶縁膜を介して形成され、第1のゲート電極と電氣的に接続される第3のゲート電極と、を備え、前記第1のゲート電極で制御される第1のトランジスタ構造が第1の閾値を有し、前記第2のゲート電極で制御される第2のトランジスタ構造が第2の閾値を有し、前記第3のゲート電極で制御される第3のトランジスタ構造が第3の閾値を有する。