

【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 5 月 31 日 (2012.5.31)

【公開番号】特開 2010-258313 (P2010-258313A)

【公開日】平成 22 年 11 月 11 日 (2010.11.11)

【年通号数】公開・登録公報 2010-045

【出願番号】特願 2009-108571 (P2009-108571)

【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)

【F I】

H 0 1 L 29/80 H

【手続補正書】

【提出日】平成 24 年 4 月 10 日 (2012.4.10)

【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 窒化物半導体層と、

前記第 1 窒化物半導体層の上に設けられ、前記第 1 窒化物半導体層よりもバンドギャップエネルギーが大きい A 1 含有窒化物半導体を含む第 2 窒化物半導体層と、

前記第 2 窒化物半導体層の上に設けられたゲートコンタクト層と、を備える電界効果トランジスタであって、

前記第 2 窒化物半導体層の上の一部に、A 1 含有窒化物半導体からなる第 3 窒化物半導体層が設けられ、前記第 3 窒化物半導体層の上にゲートコンタクト層が設けられており、

前記ゲートコンタクト層の表面にゲート電極が設けられ、前記ゲートコンタクト層及び前記前記第 3 窒化物半導体層を挟んでソース電極とドレイン電極が設けられており、

前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側が $Al_a Ga_{1-a} N$ ($0 < a < 1$)、前記第 3 窒化物半導体層側が $Al_b Ga_{1-b} N$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は $InGa N$ であり、前記第 3 窒化物半導体層は前記第 2 窒化物半導体層の前記第 3 窒化物半導体層側よりも A 1 組成比が大きい A 1 含有窒化物半導体からなる電界効果トランジスタ。

【請求項 2】

前記第 2 窒化物半導体層は前記第 3 窒化物半導体層側が $Al_b Ga_{1-b} N$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) であり、前記第 3 窒化物半導体層は $Al_c Ga_{1-c} N$ ($0 < c < 1$ 、 $c > b$) である請求項 1 に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 3】

前記第 3 窒化物半導体層は $Al_c Ga_{1-c} N$ ($0 < c < 1$ 、 $b < c < a$) からなる請求項 1 又は 2 に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 4】

前記ゲートコンタクト層は $InGa N$ 又は GaN である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 5】

前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側に設けられた $Al_a Ga_{1-a} N$ ($0 < a < 1$) からなる第 1 層と、前記第 3 窒化物半導体層側に設けられた $Al_b Ga_{1-b} N$ ($0 < b < 1$) からなる第 2 層と、を備える電界効果トランジスタ。

$1 - b N(0 < b < 1, b < a)$ 又は $InGaN$ からなる第 2 層と、から構成される請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 6】

前記ソース電極及び前記ドレイン電極は前記第 2 半導体層に設けられている請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 7】

前記ソース電極及び前記ドレイン電極は、前記第 3 窒化物半導体層に設けられており、前記第 3 窒化物半導体層は、前記ソース電極及び前記ドレイン電極が設けられた領域の膜厚が、前記ゲート電極の設けられた領域の膜厚よりも小さい請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 8】

前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側から遠ざかるに従って Al 組成比が減少する組成傾斜層からなる請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電界効果トランジスタ。

【請求項 9】

第 1 窒化物半導体層と、前記第 1 窒化物半導体層よりもバンドギャップエネルギーの大きい Al 含有窒化物半導体を含む第 2 窒化物半導体層と、ゲートコンタクト層と、を順に積層する半導体層積層工程と、

ゲート電極形成領域を残して前記ゲートコンタクト層を除去する半導体層除去工程と、を有し、

前記ゲートコンタクト層にゲート電極が形成され、前記ゲートコンタクト層を挟んでソース電極とドレイン電極が形成された電界効果トランジスタの製造方法であって、

前記半導体層積層工程において、前記第 2 窒化物半導体層として、前記第 1 窒化物半導体層側が $Al_a Ga_{1-a} N(0 < a < 1)$ であり、前記第 1 窒化物半導体層と対向する側が $Al_b Ga_{1-b} N(0 < b < 1, b < a)$ 又は $InGaN$ である窒化物半導体層を形成し、前記第 2 窒化物半導体層の上に、前記第 2 窒化物半導体層の前記第 1 窒化物半導体層と対向する側よりも Al 組成比が大きい Al 含有窒化物半導体からなる第 3 窒化物半導体層を形成し、

前記半導体層除去工程において、前記第 3 窒化物半導体層をエッチングストップ層として第 1 エッチングにより前記ゲートコンタクト層を除去した後、前記第 1 エッチングと異なる第 2 エッチングにより前記第 3 窒化物半導体層を除去して前記第 1 エッチングによるダメージ層を除去する電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項 10】

前記第 2 エッチングは前記第 1 エッチングよりも低出力で行う請求項 9 に記載の電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項 11】

前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側に設けられた $Al_a Ga_{1-a} N(0 < a < 1)$ からなる第 1 層と、前記第 3 窒化物半導体層側に設けられた $Al_b Ga_{1-b} N(0 < b < 1, b < a)$ 又は $InGaN$ からなる第 2 層と、から構成され、

前記第 2 エッチングにより、前記第 2 層の少なくとも一部を除去する請求項 9 又は 10 に記載の電界効果トランジスタの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

本発明の電界効果トランジスタには以下の構成を組み合わせることができる。

前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側に設けられた $Al_a Ga_{1-a} N(0 < a < 1)$ からなる第 1 層と、前記第 3 窒化物半導体層側に設けられた $Al_b Ga_{1-b} N(0 < b < 1, b < a)$ 又は $InGaN$ からなる第 2 層と、から構成され、

$1 - b$ N ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は InGaN からなる第 2 層と、から構成される。

また、前記第 2 窒化物半導体層は、前記第 1 窒化物半導体層側から遠ざかるに従って Al 組成比が減少する組成傾斜層からなる。

前記第 2 窒化物半導体層は前記第 3 窒化物半導体層側が $\text{Al}_b \text{Ga}_{1-b} \text{N}$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) であり、前記第 3 窒化物半導体層は $\text{Al}_c \text{Ga}_{1-c} \text{N}$ ($0 < c < 1$ 、 $c > b$) である。

また、前記ソース電極及び前記ドレイン電極は、前記第 3 窒化物半導体層に設けられており、前記第 3 窒化物半導体層は、前記ソース電極及び前記ドレイン電極が設けられた領域の膜厚が、前記ゲート電極の設けられた領域の膜厚よりも小さくすることができる。

前記ソース電極及び前記ドレイン電極は前記第 2 半導体層に設けられていてもよい。

さらに、前記第 3 窒化物半導体層は $\text{Al}_c \text{Ga}_{1-c} \text{N}$ ($0 < c < 1$ 、 $b < c < a$) からなる。前記ゲートコンタクト層は InGaN 又は GaN である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

第 2 窒化物半導体層 12 は、第 1 窒化物半導体層 11 側が $\text{Al}_a \text{Ga}_{1-a} \text{N}$ ($0 < a < 1$) で構成され、第 3 窒化物半導体層 13 側が $\text{Al}_b \text{Ga}_{1-b} \text{N}$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は InGaN で構成される。図 1 の例では第 2 窒化物半導体層 12 は、第 1 窒化物半導体層 11 側から、 $\text{Al}_a \text{Ga}_{1-a} \text{N}$ ($0 < a < 1$) からなる第 1 層 101 と、 $\text{Al}_b \text{Ga}_{1-b} \text{N}$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は InGaN からなる第 2 層 102 とで構成される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

次に、図 2 (b) に示すように、ゲート電極 17 が形成された領域を残してゲートコンタクト層 14 を除去する。ゲートコンタクト層 14 より深くエッチングしないように、第 1 エッチングとして第 3 窒化物半導体層 13 がエッチングストップ層となる選択的エッチングを行う。ゲートコンタクト層よりも第 3 窒化物半導体層のエッチング速度が小さいエッチングとしては、例えば Al 組成比によりエッチング速度の異なるハロゲン系のガス、具体的にはヨウ化水素ガス、 Cl_2 、 SiCl_4 を用いることができる。