

【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 01 L 21/338 (2006.01)

H 01 L 29/812 (2006.01)

H 01 L 29/778 (2006.01)

【F I】

H 01 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Al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、Al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 $InGaN$ 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Al組成比が大きいAl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 $InGaN$ 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 ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は In GaN 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 A 1 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 A 1 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 $A_{1-a}Ga_{1-a}N$ ($0 < a < 1$) であり、前記第 1 窒化物半導体層と対向する側が $A_{1-b}Ga_{1-b}N$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は In GaN 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 A 1 組成比が大きい A 1 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 $A_{1-a}Ga_{1-a}N$ ($0 < a < 1$) 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 $A_{1-b}Ga_{1-b}N$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は In GaN 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】0 0 1 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 0】

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 $A_{1-a}Ga_{1-a}N$ ($0 < a < 1$) 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 $A_{1-b}Ga_{1-b}N$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 又は In GaN からなる第 2 層と、から構成され、

$\text{Al}_1\text{-}_b\text{N}$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 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A1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 $\text{Al}_1\text{-}_b\text{Ga}_{1-b}\text{N}$ ($0 < b < 1$ 、 $b < a$) 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A1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。