

【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28年4月14日(2016.4.14)

【公開番号】特開2015-167231(P2015-167231A)

【公開日】平成27年9月24日(2015.9.24)

【年通号数】公開・登録公報2015-059

【出願番号】特願2015-79162(P2015-79162)

【国際特許分類】

H 01 L 21/20 (2006.01)

C 23 C 16/34 (2006.01)

H 01 L 21/205 (2006.01)

H 01 L 33/12 (2010.01)

H 01 L 33/32 (2010.01)

【F I】

H 01 L 21/20

C 23 C 16/34

H 01 L 21/205

H 01 L 33/00 1 4 0

H 01 L 33/00 1 8 6

【手続補正書】

【提出日】平成28年2月23日(2016.2.23)

【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】

窒化アルミニウム単結晶基板、及び

前記窒化アルミニウム単結晶基板上にエピタキシャル成長させた少なくとも1つの擬似格子整合型の膜であって、AlN、GaN、InN又はそれらの任意の二元若しくは三元の合金の組合せの少なくとも1つを含む少なくとも1つの擬似格子整合型の膜を備え、

(i) 前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の厚みが、当該少なくとも1つの擬似格子整合型の膜に関する、Matthews-Blakeslee理論により計算される予測臨界厚みを少なくとも5倍で上回り、(ii) 前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜が、 $10^6 \text{ cm}^{-2}$ 未満の平均の貫通転位密度を有する、半導体ヘテロ構造。

【請求項2】

前記窒化アルミニウム単結晶基板と前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜との間にバッファ層をさらに備えている、請求項1に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項3】

前記バッファ層と前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜との間に傾斜層をさらに備えている、請求項2に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項4】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の前記平均の貫通転位密度は、前記窒化アルミニウム単結晶基板の平均の貫通転位密度の10倍以下の大きさである、請求項1から3のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項5】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の厚みが、前記予測臨界厚みを少なくとも10倍で上回る、請求項1から4のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項6】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜が実質的にIn不含である、請求項1から5のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項7】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜に対して平行な歪みが、該少なくとも1つの擬似格子整合型の膜と同じ組成を有する歪みのない合金の平行格子パラメータと前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の下に設けられた緩和プラットフォームの平行格子パラメータとの差の80%より大きい、請求項1から6のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項8】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜が、 $Al_xGa_{1-x}N$ を含み、該少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の厚みが200nmより大きく、xが0.65未満である、請求項1から7のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項9】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜の厚みが1μmより大きい、請求項1から8のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項10】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜が、 $10,000\text{ cm}^{-2}$ 未満の平均の貫通転移密度を有する、請求項1から9のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項11】

前記少なくとも1つの擬似格子整合型の膜上に設けられた緩和されたキャップ層をさらに含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の半導体ヘテロ構造。

【請求項12】

半導体ヘテロ構造を形成する方法であつて、

窒化アルミニウム単結晶基板を設け、

前記窒化アルミニウム単結晶基板上に、AlN、GaN、InN又はそれらの任意の二元若しくは三元の合金の組合せの少なくとも1つを含む擬似格子整合型の膜をエピタキシャル堆積させることを含み、

(i) 前記擬似格子整合型の膜の厚みが、当該擬似格子整合型の膜に関する、Matthews-Blakeslee理論によって計算される予測臨界厚みを少なくとも5倍で上回り、(ii) 前記擬似格子整合型の膜が、 $10^6\text{ cm}^{-2}$ 未満の平均の貫通転位密度を有する、方法。

【請求項13】

前記擬似格子整合型の膜を堆積させる前に、前記窒化アルミニウム単結晶基板上にバッファ層を形成することをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記バッファ層と前記擬似格子整合型の膜との間に傾斜層を形成することをさらに含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記擬似格子整合型の膜の前記平均の貫通転位密度は、前記窒化アルミニウム単結晶基板の平均の貫通転位密度の10倍以下の大きさである、請求項12から14のいずれか一項に記載の方法。

【請求項16】

前記擬似格子整合型の膜の厚みが、前記予測臨界厚みを少なくとも10倍で上回る、請求項12から15のいずれか一項に記載の方法。

【請求項17】

前記擬似格子整合型の膜が実質的にIn不含である、請求項12から16のいずれか一項に記載の方法。

【請求項18】

前記擬似格子整合型の膜が AlGaN を含み、前記擬似格子整合型の膜をエピタキシャル堆積させることができ、トリメチルアルミニウム及びトリメチルガリウムを反応器内に導入することを含む、請求項 12 から 17 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 19】

前記擬似格子整合型の膜の堆積の際のトリメチルガリウムの初期流量が、トリメチルガリウムの最終流量より 小さい、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記窒化アルミニウム単結晶基板が、 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$  の面積に対して 0.5 nm 未満の RMS 表面粗さ、0.3° ~ 4° の表面の配向ずれ、及び  $10^4 \text{ cm}^{-2}$  未満の貫通転位密度を有する、請求項 12 から 19 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 21】

前記擬似格子整合型の膜の貫通転位密度が、前記窒化アルミニウム単結晶基板の貫通転位密度にほぼ等しい、請求項 12 から 20 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 22】

前記擬似格子整合型の膜上に、緩和されたキャップ層を形成することをさらに含み、前記擬似格子整合型の膜が、前記緩和されたキャップ層を形成した後、歪みを維持している、請求項 12 から 21 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 23】

前記擬似格子整合型の膜は、1100 より高い温度から 1300 までの範囲の成長温度で堆積される、請求項 12 から 22 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 24】

前記擬似格子整合型の膜は、1100 までの成長温度で堆積される、請求項 12 から 22 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 25】

電界効果トランジスタ、発光ダイオード及び半導体レーザからなる群から選択されたデバイスであって、

前記デバイスが、歪みヘテロ構造の少なくとも一部を含み、該歪みヘテロ構造の少なくとも一部が、

窒化アルミニウム単結晶基板、及び

前記窒化アルミニウム単結晶基板上にエピタキシャル成長させた少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜であって、AlN、GaN、InN 又はそれらの任意の二元若しくは三元の合金の組合せの少なくとも 1 つを含む少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜を含み、

(i) 前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜の厚みが、当該少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜に関する、Matthews-Blakeslee 理論により計算される予測臨界厚みを少なくとも 10 倍で上回り、(ii) 前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜が、 $10^6 \text{ cm}^{-2}$  未満の平均の貫通転位密度を有する、デバイス。

【請求項 26】

前記歪みヘテロ構造の少なくとも一部は、前記窒化アルミニウム単結晶基板と前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜との間にバッファ層をさらに備えている、請求項 25 に記載のデバイス。

【請求項 27】

前記歪みヘテロ構造の少なくとも一部は、前記バッファ層と前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜との間に傾斜層をさらに備えている、請求項 26 に記載のデバイス。

【請求項 28】

前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜の前記平均の貫通転位密度は、前記窒化アルミニウム単結晶基板の平均の貫通転位密度の 10 倍以下の大きさである、請求項 25 から 27 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 29】

前記デバイスが、少なくとも 1 つの互いに入り込むコンタクトを含む発光ダイオードで

ある、請求項 25 から 28 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 30】

前記少なくとも 1 つの擬似格子整合型の膜上に設けられた緩和されたキャップ層をさらに含む、請求項 25 から 29 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 31】

電界効果トランジスタ、発光ダイオード及び半導体レーザからなる群から選択されたデバイスであって、

前記デバイスが、歪みヘテロ構造の少なくとも一部を含み、該歪みヘテロ構造の少なくとも一部が、

窒化アルミニウム単結晶基板、及び

前記窒化アルミニウム単結晶基板上にエピタキシャル成長させた複数の擬似格子整合型の膜であって、前記複数の擬似格子整合型の膜の各々が、AlN、GaN、InN 又はそれらの任意の二元若しくは三元の合金の組合せの少なくとも 1 つを含む、複数の擬似格子整合型の膜

を含み、

(i) 前記複数の擬似格子整合型の膜の全厚みが、当該複数の擬似格子整合型の膜に関する、Matthews-Blakeslee 理論により計算される予測臨界厚みを少なくとも 10 倍で上回り、(ii) 前記複数の擬似格子整合型の膜が、 $10^6 \text{ cm}^{-2}$  未満の平均の貫通転位密度を有する、デバイス。

【請求項 32】

前記歪みヘテロ構造の少なくとも一部は、前記窒化アルミニウム単結晶基板と前記複数の擬似格子整合型の膜との間にバッファ層をさらに備えている、請求項 31 に記載のデバイス。

【請求項 33】

前記歪みヘテロ構造の少なくとも一部は、前記バッファ層と前記複数の擬似格子整合型の膜との間に傾斜層をさらに備えている、請求項 32 に記載のデバイス。

【請求項 34】

前記複数の擬似格子整合型の膜の前記平均の貫通転位密度は、前記窒化アルミニウム単結晶基板の平均の貫通転位密度の 10 倍以下の大きさである、請求項 31 から 33 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 35】

前記複数の擬似格子整合型の膜の各々の、前記窒化アルミニウム単結晶基板の表面に対して平行な格子パラメータが、前記窒化アルミニウム単結晶基板の格子パラメータから 0.2% 未満だけ異なる、請求項 31 から 34 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 36】

前記複数の擬似格子整合型の膜上に設けられた緩和されたキャップ層をさらに含む、請求項 31 から 35 のいずれか一項に記載のデバイス。