

【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 0 1 L 21/20 (2006.01)

C 2 3 C 16/34 (2006.01)

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

H 0 1 L 33/12 (2010.01)

H 0 1 L 33/32 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 21/20

C 2 3 C 16/34

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 33/00 1 4 0

H 0 1 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、Ga₂N、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} cm² 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って、

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 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 AlGaIn 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、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°C より高い温度から 1300°C 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°C 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 、 GaIn 、 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 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。