

【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】令和4年11月18日(2022.11.18)

【国際公開番号】WO2021/186965
 【出願番号】特願2022-508138(P2022-508138)

【国際特許分類】

H 0 1 S 5/185(2021.01)

H 0 1 S 5/11(2021.01)

H 0 1 S 5/343(2006.01)

H 0 1 L 21/205(2006.01)

10

【F I】

H 0 1 S 5/185

H 0 1 S 5/11

H 0 1 S 5/343 6 1 0

H 0 1 L 21/205

【手続補正書】

【提出日】令和3年6月25日(2021.6.25)

【手続補正1】

20

【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】

3族窒化物半導体からなる面発光レーザ素子であって、
 3族窒化物半導体のc面上に形成され、層に平行な面内において2次元的な周期性を有して配された空孔を有するフォトリック結晶層と、前記フォトリック結晶層上に形成されて前記空孔を閉塞する埋込層と、を有する第1のガイド層と、

30

前記第1のガイド層上に形成された活性層と、

前記活性層上に形成された第2のガイド層と、を有し、

前記フォトリック結晶層に平行な面内における正方格子点の各々に、少なくとも主空孔及び前記主空孔よりも空孔径及び深さの小なる副空孔を含む空孔セットが配置され、

前記主空孔は長軸が $\langle 11 - 20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状、長六角柱形状又は長円柱形状を有する、面発光レーザ素子。

【請求項2】

前記副空孔は、長軸が $\langle 11 - 20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状、長六角柱形状又は長円柱形状を有する、請求項1に記載の面発光レーザ素子。

【請求項3】

40

前記主空孔及び副空孔は、長軸が $\langle 11 - 20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状を有する、請求項1に記載の面発光レーザ素子。

【請求項4】

前記副空孔は、前記副空孔の重心が前記主空孔の重心から $\langle 1 - 100 \rangle$ 方向に離間した位置に配されている、請求項1ないし3のいずれか一項に記載の面発光レーザ素子。

【請求項5】

前記空孔セットは、互いに直交し、 $\langle 11 - 20 \rangle$ 軸及び $\langle 1 - 100 \rangle$ 軸に対して 45° の角度を有するx方向及びy方向に配置され、前記副空孔の前記主空孔に対する相対位置x及びyが $x = y$ を満たし、かつ、当該正方格子の周期をPCとし、 $x = y = d \times PC$ としたとき、 $0.06 \leq d \leq 0.28$ 又は $0.40 \leq d \leq 0.47$ を満た

50

す、請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の面発光レーザ素子。

【請求項 6】

前記主空孔及び前記副空孔は、側面が m 面である六角柱形状を有する、請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の面発光レーザ素子。

【請求項 7】

前記フォトリソニック結晶層中の前記主空孔及び前記副空孔の空孔充填率をそれぞれ $FF1$ 及び $FF2$ としたとき、空孔充填率比 $RF = FF1 / FF2$ は、 $1.7 < RF < 7.5$ を満たす、請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の面発光レーザ素子。

【請求項 8】

前記ガイド層は GaN 層であり、

前記埋込層は、 GaN 層である第 1 の埋込層と、前記第 1 の埋込層上に形成され、組成に In (インジウム) を含む第 2 の埋込層とを有する、請求項 1 ないし 7 のいずれか一項に記載の面発光レーザ素子。

10

【請求項 9】

3 族窒化物半導体からなる面発光レーザ素子の製造方法であって、

3 族窒化物半導体の c 面上にガイド層を形成する工程と、

前記ガイド層上に、正方格子点の各々に少なくとも主開口及び前記主開口よりもサイズの小さな副開口を含む開口セットを有するエッチングマスクを形成するステップと、

前記エッチングマスクを用いて、前記ガイド層をエッチングして主ホール及び副ホールを形成する工程と、

20

マストランスポートを含む結晶成長を行って、前記主ホール及び副ホールの開口部を塞ぐ埋込層を形成し、前記正方格子点の各々に主空孔及び前記主空孔よりも空孔径及び深さの小さな副空孔を含む空孔セットが配された多重格子フォトリソニック結晶層を形成する工程と、

前記多重格子フォトリソニック結晶層上に、活性層を含む半導体層を形成する工程と、を有し、

前記主空孔は長軸が $\langle 11-20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状、長六角柱形状又は長円柱形状を有する、面発光レーザ素子の製造方法。

【請求項 10】

前記副空孔は、長軸が $\langle 11-20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状、長六角柱形状又は長円柱形状を有する、請求項 9 に記載の面発光レーザ素子の製造方法。

30

【請求項 11】

3 族窒化物半導体からなる面発光レーザ素子であって、

3 族窒化物半導体の c 面上に形成され、層に平行な面内において 2 次元的な周期性を有して配された空孔を有するフォトリソニック結晶層と、前記フォトリソニック結晶層上に形成されて前記空孔を閉塞する埋込層と、を有する第 1 のガイド層と、

前記第 1 のガイド層上に形成された活性層と、

前記活性層上に形成された第 2 のガイド層と、を有し、

前記フォトリソニック結晶層に平行な面内における正方格子点の各々に、少なくとも主空孔及び前記主空孔よりもサイズの小さな副空孔を含む空孔セットが配置され、

40

前記主空孔及び副空孔は、長軸が $\langle 11-20 \rangle$ 軸に平行な正六角柱形状を有する、面発光レーザ素子。