

【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 26 年 5 月 22 日 (2014.5.22)

【公開番号】特開 2013-41948 (P2013-41948A)
 【公開日】平成 25 年 2 月 28 日 (2013.2.28)
 【年通号数】公開・登録公報 2013-010
 【出願番号】特願 2011-177292 (P2011-177292)
 【国際特許分類】

H 0 1 S 5/18 (2006.01)

【F I】

H 0 1 S 5/18

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 3 月 31 日 (2014.3.31)

【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】請求項 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項 9】

前記第 1 の菱形状格子及び / 又は前記第 2 の菱形状格子における前記一方の対角線の長さ及び前記他方の対角線の長さが、該一方の対角線及び該他方の対角線のそれぞれの延びる方向の位置によって異なる複数の異周期領域と、

前記活性層の一部にのみ電流を注入し、該電流の注入位置を変更することが可能である電流注入手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のフォトニック結晶面発光レーザ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 1】

また、比較例として、正方格子と単純長方格子を重ね合わせた格子の格子点に空孔を配置したフォトニック結晶面発光レーザを作製し、出射される傾斜ビームを測定した (図 6 (b))。この比較例では、正方格子の格子定数を $a_{x1}=a_y=295\text{nm}$ 、単純長方格子の格子定数を $a_{x2}=372\text{nm}$ 、 $a_y=295\text{nm}$ とした。これらの格子定数は出射角 の設計値が 20° になるように定めたものであり、出射角 の実測値は 19.9° であった。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

次に、図 7 及び図 8 を用いて、フォトニック結晶面発光レーザ 10 の製造方法を説明する。まず、上部基板 17 の上に、第 2 クラッド層 16、活性層 15 及びスラブ 142 をこの順に、MO-CVD 法等により積層する (図 7 (a))。なお、スラブ 142 には未だ空孔 141 は形成されていない。次にスラブ 142 の上にレジスト 21 を塗布し、第 1 菱形格子と第 2 菱形格子を重ねた格子 (図 2 (c)) の格子点上に正三角形の孔 22 が配置されたレジ

ストパターン（図 8）を描画する。そして、CVD法などを用いて、孔 2 2 を通してスラブ 1 4 2 をエッチングすることにより、スラブ 1 4 2 に空孔 1 4 1 を形成する（図 7 (b)）。これにより、フォトリック結晶層 1 4 が作製される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

まず、製造用基板 4 1 の上にエッチストップ層 4 2、第 1 スラブ 3 4 2、活性層 3 5 及び第 2 スラブ 3 6 2 をこの順に積層した第 1 積層体 5 0 を作製する（図 1 0 (a)）。製造用基板 4 1 及びエッチストップ層 4 2 の材料などの説明は後述する。次に、第 2 スラブ 3 6 2 の上に第 1 レジスト 4 3 1 を塗布し、第 1 レジスト 4 3 1 の四隅に十字マーク 4 7 を描画（図 1 1 (a)）した後、十字マーク 4 7 から積層体 5 0 をエッチングすることにより、積層体 5 0 を貫く位置合わせ用マーク 4 4 を形成する（図 1 0 (b)）。続いて第 1 レジスト 4 3 1 を除去したうえで新たに第 2 レジスト 4 3 2 を塗布し、その第 2 レジスト 4 3 2 に、第 2 菱形格子 1 9 B の格子点 1 9 1 B に空孔 3 6 1 が配列された状態に対応する孔 4 8 パターンを描画する（図 1 1 (b)）。そして、孔 4 8 から第 2 スラブ 3 6 2 をエッチングし、第 2 スラブ 3 6 2 に空孔 3 4 1 を形成することにより、第 2 フォトリック結晶層 3 6 を作製する（図 1 0 (c)）。その後、第 2 レジスト 4 3 2 を除去する。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 4】

別途、第 1 基板 3 2 1 上に第 1 クラッド層 3 3、及び第 1 スラブ 3 4 2 と同じ材料から成る第 1 融着層 3 4 3 をこの順に形成した第 3 積層体 5 2 を、第 1 融着層 3 4 3 と第 1 フォトリック結晶層 3 4 が重なるように第 1 フォトリック結晶層 3 4 の上に載置し、第 1 融着層 3 4 3 と第 1 フォトリック結晶層 3 4 を熱融着する（図 1 0 (g)）。その後、第 1 基板 3 2 1 及び第 2 基板 3 8 1 を鏡面研磨により所定の厚さまで減厚し、第 1 基板 3 2 1 の表面に裏面電極 3 1 を、第 2 基板 3 8 1 の表面に窓状電極 3 9 を作製することにより、第 2 実施例のフォトリック結晶面発光レーザ 3 0 が得られる（図 1 0 (h)）。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 8】

1 0、3 0 ... フォトリック結晶面発光レーザ

1 1、3 1、6 1 1、6 1 2、6 1 3、6 1 S、6 1 S max、7 1 ... 裏面電極

1 2、3 2、6 2 ... 下部基板

1 2 1 ... 第 2 基板

1 3、3 3、6 3 ... 第 1 クラッド層

1 4、6 4、7 4 ... フォトリック結晶層

1 4 1、3 4 1、3 6 1 ... 空孔

1 4 2 ... スラブ

1 4 3 ... 融着層

1 5、3 5、6 5 ... 活性層

1 6、3 7、6 6 ... 第 2 クラッド層

1 7、3 8、6 7 ... 上部基板
1 8、3 9 ... 窓状電極
1 9 A ... 第 1 菱形格子
1 9 B ... 第 2 菱形格子
1 9 1 A、1 9 1 B ... 格子点
1 9 2 A ... 第 1 単位格子
1 9 2 B ... 第 2 単位格子
2 1 ... レジスト
2 2、4 8、4 9 ... レジストの孔
3 2 1 ... 第 1 基板
3 4、6 4 A、8 4 ... 第 1 フォトニック結晶層
3 4 2 ... 第 1 スラブ
3 4 3 ... 第 1 融着層
3 6、6 6 A、8 6 ... 第 2 フォトニック結晶層
3 6 2 ... 第 2 スラブ
3 6 3 ... 第 2 融着層
3 8 1 ... 第 2 基板
4 1 ... 製造用基板
4 2 ... エッチストップ層
4 3 1 ... 第 1 レジスト
4 3 2 ... 第 2 レジスト
4 3 3 ... 第 3 レジスト
4 4 ... 位置合わせ用マーク
4 7 ... 十字マーク
5 0 ... 第 1 積層体
5 1 ... 第 2 積層体
5 2 ... 第 3 積層体
6 0、6 0 A、7 0、8 0 ... 出射方向可変フォトニック結晶面発光レーザ
6 4 1、6 4 1 A、6 6 1 A ... 第 1 異周期領域
6 4 2、6 4 2 A、6 6 2 A ... 第 2 異周期領域
6 4 3、6 4 3 A、6 6 3 A ... 第 3 異周期領域
6 4 S、6 6 S ... 第 S 異周期領域
6 4 S max、6 4 S max A、6 6 S max A ... 第 S max 異周期領域
6 5 A ... 領域
6 8 ... 透明電極
7 1 1、7 1 2、7 1 3、7 1 4 ... 単位裏面電極
7 4 1 ... 格子
7 4 1 A ... 第 1 菱形状格子
7 4 1 B ... 第 2 菱形状格子