

【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 6 部門第 2 区分

【発行日】平成20年12月18日 (2008.12.18)

【公開番号】特開2007-133331(P2007-133331A)

【公開日】平成19年5月31日 (2007.5.31)

【年通号数】公開・登録公報2007-020

【出願番号】特願2005-329024(P2005-329024)

【国際特許分類】

G 0 2 B 6/12 (2006.01)

G 0 2 B 6/122 (2006.01)

H 0 1 S 5/12 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 6/12 Z

G 0 2 B 6/12 N

G 0 2 B 6/12 D

H 0 1 S 5/12

【手続補正書】

【提出日】平成20年10月30日 (2008.10.30)

【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】

3次元フォトニック結晶と、

該3次元フォトニック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該3次元フォトニック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第1の層と、

該第1の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第2の層と、

該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第3の層と、

該第2の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第4の層を有し、

該第1の層から該第4の層が順次、

該第1の層と該第3の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第2の層と該第4の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該第1の層の前記柱状構造が存在する一部の領域を、該柱状構造とは異なる媒質の領域又は、該柱状構造が存在しない領域にすることによって形成した第1の欠陥部と、

該第1の層とは異なる層に位置し、該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造の一部の柱状構造を、該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる他の柱状構造の媒質の屈折率と異なる屈折率の媒質で形成した第2の欠陥部と、  
を有することを特徴とする導波路。

【請求項 2】

３次元フォトリック結晶と、

該３次元フォトリック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該３次元フォトリック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第１の層と、

該第１の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第２の層と、

該第１の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第３の層と、

該第２の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第４の層と、

前記４つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を１層以上含む付加層を有し、

該第１の層から該第４の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第１の層と該第３の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第２の層と該第４の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第１の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第１の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した第１の欠陥部と、

該第１の欠陥部を含む層とは異なる層に位置し、該第１の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造の一部の柱状構造を該第１の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる他の柱状構造の媒質の屈折率とは異なる屈折率の媒質で形成した第２の欠陥部と、を有し、

該第１の欠陥部と該第２の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが、該３次元フォトリック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴とする導波路。

#### 【請求項３】

３次元フォトリック結晶と、

該３次元フォトリック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該３次元フォトリック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第１の層と、

該第１の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第２の層と、

該第１の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第３の層と、

該第２の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第４の層と、

前記４つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を１層以上含む付加層を有し、

該第１の層から該第４の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第１の層と該第３の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第２の層と該第４の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第１の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第１の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した第１の欠陥部と、

該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置した離散構造の一部を、該離散構造が位置する層と同じ層の他の離散構造の媒質の屈折率と異なる屈折率の媒質より形成した第 2 の欠陥部とを有し、

該第 1 の欠陥部と該第 2 の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが該 3 次元フォトニック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴とする導波路。

【請求項 4】

3 次元フォトニック結晶と、

該 3 次元フォトニック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該 3 次元フォトニック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第 1 の層と、

該第 1 の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 2 の層と、

該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 3 の層と、

該第 2 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 4 の層と、

前記 4 つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を 1 層以上含む付加層を有し、

該第 1 の層から該第 4 の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第 1 の層と該第 3 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第 2 の層と該第 4 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第 1 の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第 1 の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した、第 1 の欠陥部と、

該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置し、

該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造の一部の柱状構造を、該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる他の柱状構造の媒質の屈折率とは異なる屈折率の媒質で形成し、かつ該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置した離散構造の一部を、該離散構造が位置する層と同じ層の他の離散構造の媒質の屈折率と異なる屈折率の媒質より形成した第 2 の欠陥部と、を有し、

該第 1 の欠陥部と該第 2 の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが該 3 次元フォトニック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴とする導波路。

【請求項 5】

前記第 1 の欠陥部と前記第 2 の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが該 3 次元フォトニック結晶の面外格子周期の 1 . 5 倍の長さ以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の導波路。

【請求項 6】

前記第 2 の欠陥部の柱状構造は、前記第 1 の欠陥部の積層方向であって、最も第 1 の欠陥部の近傍に位置する、該第 1 の欠陥部の柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造より成ることを特徴とする請求項 1、又は請求項 2 又は請求項 4 又は請求項 5 のいずれか 1 項に記載の導波路。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の導波路と、点欠陥共振器と、から構成され、該点欠陥共振器から光を該導波路へ抽出することを特徴とする発光素子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の導波路の、前記線状欠陥部の内部に活性媒質を

有する導波路と、該活性媒質を励起する励起手段と、  
を有することを特徴とする発光素子。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の導波路と、点欠陥共振器と、から構成されていることを特徴とする光合分波回路。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

3次元フォトニック結晶と、

該3次元フォトニック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該3次元フォトニック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第1の層と、

該第1の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第2の層と、

該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第3の層と、

該第2の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第4の層と、

前記4つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を1層以上含む付加層を有し、

該第1の層から該第4の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第1の層と該第3の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第2の層と該第4の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第1の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第1の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した第1の欠陥部と、

該第1の欠陥部を含む層とは異なる層に位置し、該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造の一部の柱状構造を該第1の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる他の柱状構造の媒質の屈折率とは異なる屈折率の媒質で形成した第2の欠陥部と、を有し、

該第1の欠陥部と該第2の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが、該3次元フォトニック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴としている。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

3次元フォトニック結晶と、

該3次元フォトニック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該3次元フォトニック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第1の層と、

該第1の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空

けて配列された第 2 の層と、

該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 3 の層と、

該第 2 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 4 の層と、

前記 4 つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を 1 層以上含む付加層を有し、

該第 1 の層から該第 4 の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第 1 の層と該第 3 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第 2 の層と該第 4 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第 1 の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第 1 の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した第 1 の欠陥部と、

該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置した離散構造の一部を、該離散構造が位置する層と同じ層の他の離散構造の媒質の屈折率と異なる屈折率の媒質より形成した第 2 の欠陥部とを有し、

該第 1 の欠陥部と該第 2 の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが該 3 次元フォトニック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴としている。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

3 次元フォトニック結晶と、

該 3 次元フォトニック結晶中の周期を乱す複数の線状欠陥部と、  
を有する導波路であって、

該 3 次元フォトニック結晶は、複数の柱状構造が所定の間隔を空けて配列された第 1 の層と、

該第 1 の層の前記柱状構造とは異なる方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 2 の層と、

該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 3 の層と、

該第 2 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる複数の柱状構造が、所定の間隔を空けて配列された第 4 の層と、

前記 4 つの層の各層に平行な面内において離散的に配置された離散構造を含む層を 1 層以上含む付加層を有し、

該第 1 の層から該第 4 の層が各層の間にそれぞれ該付加層を介して順次、

該第 1 の層と該第 3 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層され、

該第 2 の層と該第 4 の層に含まれる柱状構造が、相互に該柱状構造の延びる方向と垂直な方向に前記所定の間隔の半分ずれるように積層されており、

該付加層に含まれる離散構造は該柱状構造の交点に相当する位置に配置されており、

該第 1 の層の前記柱状構造が存在する一部の領域又は、該第 1 の層の前記柱状構造が存在する領域と前記離散構造の一部の領域を、該柱状構造及び該離散構造の媒質と異なる領域又は、それらが存在しない領域とすることによって形成した、第 1 の欠陥部と、

該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置し、

該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる柱状構造の一部の柱状構造を、該第 1 の層の前記柱状構造と同じ方向に延びる他の柱状構造の媒質の屈折率とは異なる屈折率の媒質で形成し、かつ該第 1 の欠陥部を含む層とは異なる層に位置した離散構造の一部を、該離散構造が位置する層と同じ層の他の離散構造の媒質の屈折率と異なる屈折率の媒質より形成した第 2 の欠陥部と、を有し、

該第 1 の欠陥部と該第 2 の欠陥部を積層方向に結ぶ長さが該 3 次元フォトニック結晶の面外格子周期の半分の長さ以上であることを特徴としている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

図 1 は、本発明の実施例 1 で利用するウッドパイル構造 A の概略図である。ウッドパイル構造 A は、 $x$   $y$  平面を含む 4 つの層 101 ~ 104 を順次積層して基本周期として構成されている。

【手続補正 6】

【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】

図 2 は図 1 の各層の  $x$   $y$  断面の一部を示している。第 1 の層 101 および第 3 の層 103 は、 $y$  軸方向に延びる複数の柱状構造 101a および 103a が等間隔 (所定の間隔)  $P$  で  $y$  方向と直交する  $x$  方向に周期的に配置 (配列) されており、柱状構造 101a と 103a はそれぞれ  $x$  軸方向に所定の間隔の半分の  $P/2$  ずれた位置に配置されている。また、第 2 の層 102 および第 4 の層 104 は、 $x$  軸方向に延びる複数の柱状構造 102a および 104a が等間隔  $P$  で  $x$  方向と直交する  $y$  方向に配置されており、柱状構造 102a と 104a はそれぞれ  $y$  軸方向に  $P/2$  ずれた位置に配置されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

図 4 は本発明の実施例 1 の要部概略図であって、図 1 のウッドパイル構造 A の内部に線状欠陥部を設けた導波路構造 B を示している。導波路構造 B は、図 1 に示すウッドパイル構造 A の内部に  $y$  軸方向に延びる線状欠陥部 (第 1 の線状欠陥部) (第 1 の欠陥部) 20 を有している。さらに線状欠陥部 20 が形成される層とは異なる層に位置し、 $y$  軸方向に延びる柱状構造の一部を改変することによって形成した第 2 の線状欠陥部 (第 2 の欠陥部) 200 ~ 203 を含んでいる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0083】

図 24 (a) は離散構造を含む層を 1 層以上含む付加層が 3 層の場合の要部概略図である。3 次元フォトニック結晶 2300 は、 $x$   $y$  平面を含む 16 の層 2301 ~ 2316 を基本周期として構成されている。