

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-507289

(P2011-507289A)

(43) 公表日 平成23年3月3日(2011.3.3)

(51) Int.Cl.

HO1S 5/12 (2006.01)
HO1S 5/183 (2006.01)

F 1

HO1S 5/12
HO1S 5/183

テーマコード(参考)

5F173

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2010-538338 (P2010-538338)
 (86) (22) 出願日 平成20年12月17日 (2008.12.17)
 (85) 翻訳文提出日 平成22年8月23日 (2010.8.23)
 (86) 國際出願番号 PCT/DE2008/002127
 (87) 國際公開番号 WO2009/080012
 (87) 國際公開日 平成21年7月2日 (2009.7.2)
 (31) 優先権主張番号 102007061923.7
 (32) 優先日 平成19年12月21日 (2007.12.21)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)
 (31) 優先権主張番号 102008012859.7
 (32) 優先日 平成20年3月6日 (2008.3.6)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

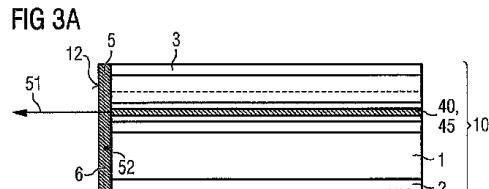
(71) 出願人 599133716
 オスラム オプト セミコンダクターズ
 ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ
 ル ハフツング
 Osram Opto Semiconduc
 tors GmbH
 ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン
 スブルグ、ライプニッツシュトラーセ 4
 Leibnizstrasse 4, D
 -93055 Regensburg,
 Germany
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100094798
 弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レーザー光源及び該レーザー光源の製造方法

(57) 【要約】

このレーザー光源は半導体層列(10)とフィルタ構造部(5)を含み、前記半導体層列(10)は、活性領域(45)とビーム出力結合面(12)を備え、該ビーム出力結合面は第1の部分領域(121)と、該第1の部分領域とは異なる第2の部分領域(122)を有している。前記活性領域(45)は作動中に第1の波長領域のコヒーレントな第1の電磁ビーム(51)と第2の波長領域のインコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)とを生成する。前記コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)は、第1の部分領域から放射方向(90)に沿って放射され、前記インコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)は、第1の部分領域と第2の部分領域から放射され、フィルタ構造部(5)は、活性領域から放射されたインコヒーレントな第2の電磁ビームを放射方向に沿って少なくとも部分的に減衰する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体層列(10)と、
 フィルタ構造部(5)とを含み、
 前記半導体層列(10)は、活性領域(45)とビーム出力結合面(12)を備え、前記ビーム出力結合面(12)は第1の部分領域(121)と、該第1の部分領域とは異なる第2の部分領域(122)を有している、レーザー光源において、
 前記活性領域(45)は、作動モード中に、第1の波長領域のコヒーレントな第1の電磁ビーム(51)と、第2の波長領域のインコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)とを生成し、

10

前記第2の波長領域は第1の波長領域を含んでおり、

前記コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)は、第1の部分領域(121)から放射方向(90)に沿って放射され、

前記インコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)は、第1の部分領域(121)と第2の部分領域(122)から放射され、

前記フィルタ構造部(5)は、活性領域から放射されたインコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)を放射方向(90)に沿って少なくとも部分的に減衰するように構成されていることを特徴とするレーザー光源。

【請求項 2】

前記フィルタ構造部(5)は、放射方向(90)で見て半導体層列(10)の後方に配置された少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)を含んでいる、請求項1記載のレーザー光源。

20

【請求項 3】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、電磁波ビームに対する角度依存性及び/又は波長依存性の透過性(61)を有しており、

前記第1のフィルタ素子(6)の透過性(61)は、放射方向(90)に対する角度(91)の増加と共に減衰し、及び/又は第1の波長領域からの偏差の増加と共に減衰する、請求項1または2記載のレーザー光源。

【請求項 4】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、プラッギミラーを含んでいる、請求項1から3いずれか1項記載のレーザー光源。

30

【請求項 5】

プラッギミラーは、大域的な主要最大値と少なくとも1つの局所的な極大値を有する波長依存性の反射性を有し、

前記極大値は第1の波長領域にある、請求項1から4いずれか1項記載のレーザー光源。

40

【請求項 6】

前記少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、エタロンかまたは光学的バンドエンジフィルタを含んでいる、請求項3から5いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 7】

前記半導体層列は分布帰還型レーザーとして構成されている、請求項3から6いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 8】

前記少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、電磁ビームに対して非透過性の材料を有する少なくとも1つの層を有し、

前記非透過性の材料は少なくとも部分的に第2の部分領域(122)上に配置されている、請求項3から7いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 9】

少なくとも1つの層は、開口部を備えた孔部絞りとして構成されており、

前記開口部は第1の部分領域(121)上に配置されている、請求項1から8いずれか

50

1 項記載のレーザー光源。

【請求項 1 0】

前記フィルタ構造部(5)は、少なくとも1つの第2のフィルタ素子(7)を含み、該第2のフィルタ素子(7)は半導体層列(10)のビーム出力結合面の一方に対向する表面(13)に配置されている、請求項1から9いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 1 1】

少なくとも1つの第2のフィルタ素子(7)は、電磁ビームに対して角度依存性の透過性(61)を有し、

前記第2のフィルタ素子(7)の透過性(61)は放射方向(90)に対する角度の増加と共に増加している、請求項1から10いずれか1項記載のレーザー光源。 10

【請求項 1 2】

前記少なくとも1つの第2のフィルタ素子(7)は、プラッグミラーを含んでいる、請求項10または11記載のレーザー光源。

【請求項 1 3】

前記フィルタ構造部(5)は、活性領域(45)が配置されている、コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)に対する光共振器の少なくとも一部を形成している、請求項3から12いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 1 4】

コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)は第1の強度を有し、インコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)は、前記第1の強度よりも小さい第2の強度を有し、 20

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、電磁ビームに対する強度依存性の透過性(61)を有し、

前記第1のフィルタ素子(6)は、第2の強度と同じかそれ以上の強度を有する電磁ビームに対して非透過性である、請求項1から13いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 1 5】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)の電磁ビームに対する透過性(61)は、飽和特性を有している、請求項1から14いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 1 6】

前記少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)のエネルギーよりも小さなバンドギャップを備えた半導体材料を有している、請求項14または15記載のレーザー光源。 30

【請求項 1 7】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、半導体材料を含んだ少なくとも1つの層を有している、請求項1から16いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 1 8】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、2つの誘電層を有し、前記2つの誘電層の間には半導体材料を含んだ少なくとも1つの層が埋込まれている、請求項16または17記載のレーザー光源。

【請求項 1 9】

半導体材料を含んだ少なくとも1つの層は、半導体材料が含有された誘電マトリックス材料を有している、請求項16から18いずれか1項記載のレーザー光源。 40

【請求項 2 0】

前記少なくとも1つの第1のフィルタ素子(6)は、インコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)の少なくとも一部を第3の波長領域(53)の電磁ビームに変換する、波長変換材料を有し、前記第3の波長領域と第2の波長領域は互いに異なっている、請求項14から19いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項 2 1】

前記フィルタ構造部(5)は、第1のフィルタ素子(6)の後方に配置される少なくとも1つの第3のフィルタ素子(8)を有し、

前記第3のフィルタ素子(8)は、第3の波長領域(53)を有する電磁ビームに対し 50

て非透過性である、請求項 1 から 20 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 22】

前記波長変換材料は、マトリックス材料の中に埋込まれている、請求項 20 または 21 記載のレーザー光源。

【請求項 23】

コヒーレントな第 1 の電磁ビーム (51) は、少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子の第 1 のフィルタ領域において第 1 の温度を発生し、

インコヒーレントな第 2 の電磁ビーム (52) は、少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子の第 2 のフィルタ領域において第 1 の温度よりも低い第 2 の温度を発生し、

少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子 (6) は、電磁ビームに対して温度依存性の透過性 (61) を有し、

少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子 (6) は、前記第 2 の温度と同じかそれ以上の温度までは非透過性である、請求項 1 から 22 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 24】

少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子 (6) は、アンチモン、銀、プラチナ、パラジウム、によって形成されるグループからなる少なくとも 1 つの元素を有している、請求項 1 から 23 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 25】

前記フィルタ構造部 (5) は、少なくとも 1 つの第 4 のフィルタ素子 (9) を有し、該第 4 のフィルタ素子は半導体層列 (10) における放射方向 (90) に対して並行な延在方向を有する面に配置されている、請求項 1 から 24 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 26】

前記半導体層列 (10) は、複数の層を有し、該複数の層のうちの 1 つの境界面が前記面である、請求項 25 記載のレーザー光源。

【請求項 27】

前記少なくとも 1 つの第 4 のフィルタ素子 (9) は、半導体層列 (10) の複数の層のうちの 2 つの層の間に配置されている、請求項 25 または 26 記載のレーザー光源。

【請求項 28】

前記少なくとも 1 つの第 4 のフィルタ素子 (9) は、半導体層列 (10) の外被層 (5) として形成されている、請求項 25 から 27 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 29】

前記面は、半導体層列 (10) におけるビーム出力結合面 (12) とは異なる表面 (14) である、請求項 25 記載のレーザー光源。

【請求項 30】

前記面は、半導体層列 (10) の側面である、請求項 25 から 29 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 31】

前記少なくとも 1 つの第 4 のフィルタ素子 (9) は、非透過性材料を備えた少なくとも 1 つの層を含んでいる、請求項 25 から 30 いずれか 1 項記載のレーザー光源。

【請求項 32】

前記少なくとも 1 つの第 4 のフィルタ素子 (9) は、表面構造部を含んでいる、請求項 25 記載のレーザー光源。

【請求項 33】

前記半導体層列 (10) は成長方向を有しており、表面構造部を備えた表面が、成長方向に対して垂直方向に配置されており、さらに表面構造部は活性領域 (45) に対して横方向にずらされて配置されている、請求項 32 記載のレーザー光源。

【請求項 34】

前記表面構造部は、少なくとも 1 つの凹部若しくは凸部を有している、請求項 32 または 33 記載のレーザー光源。

【請求項 35】

10

20

30

40

50

前記表面構造部を備えた表面は、活性領域に向いた側か若しくは活性領域とは反対側の、基板(1)表面であるかまたは活性領域に向いた側若しくは活性領域とは反対側の、半導体層列(10)の電気的コンタクト層(2)の表面である、請求項32から34いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項36】

前記少なくとも1つの凹部は、トレンチとして形成されている、請求項34または35記載のレーザー光源。

【請求項37】

前記トレンチは延在方向を有しており、前記延在方向は、放射方向(90)と共に0°以上かつ90°以下の角度を形成している、請求項1から36いずれか1項記載のレーザー光源。

10

【請求項38】

前記表面構造部は少なくとも部分的に非透過性材料で覆われる、請求項32から37いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項39】

前記半導体層列(10)は2つの導波路層(42, 43)を有し、該2つの導波路層(42, 43)の間に活性領域(45)が設けられており、さらに表面構造部が表面から前記導波路層のうちの少なくとも1つ(43)へ延在している、請求項32から38いずれか1項記載のレーザー光源。

20

【請求項40】

前記半導体層列(10)は、エッジ発光型半導体レーザーとして構成されている、請求項1から39いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項41】

前記半導体層列(10)は、垂直発光型半導体レーザーとして構成されている、請求項1から39いずれか1項記載のレーザー光源。

【請求項42】

レーザー光源を製造するための方法において、
A) 第1及び第2の部分領域(121, 122)を有しているビーム出力結合面(12)と、作動モード中に前記第1の部分領域(121)から放射方向(90)に沿って放射される第1の波長領域を有するコヒーレントな第1の電磁ビーム(51)並びに前記第1の部分領域(121)と第2の部分領域(122)から放射される第2の波長領域を有するインコヒーレントな第2の電磁ビーム(52)を生成する活性領域(45)とを備えた半導体層列(10)を準備する方法ステップと、

30

B) 前記第1及び第2の部分領域(121, 122)上に非透過性材料からなる層を被着する方法ステップと、

C) 第1の部分領域(121)上の非透過性材料を含んだ層を、酸素及び/又は窒素雰囲気において光化学反応及び/又は光熱反応の誘導によって透過性の層に変換する方法ステップとを有していることを特徴とする方法。

【請求項43】

前記方法ステップC)がさらに以下の部分ステップ、すなわち、
コヒーレントな第1の電磁ビーム(51)とインコヒーレントな第2の電磁ビーム(42)を照射するために、半導体層列(10)を作動開始させる部分ステップが含まれている、請求項42記載の方法。

40

【請求項44】

前記非透過性材料は、ケイ素、ガリウム、ゲルマニウム、アルミニウム、クロム、チタン、によって形成される群からなる少なくとも1つの材料を有している、請求項42または43記載の方法。

【請求項45】

非透過性材料を含んだ層において、光化学反応による変換によって透過性の酸化物、窒化物または酸窒化物が第1の部分領域(121)上に形成される、請求項42から44い

50

ずれか 1 項記載の方法。

【請求項 4 6】

光熱反応による変換によって非透過性材料が第 1 の部分領域（121）上に蒸着される、請求項 4 2 から 4 4 いずれか一項記載の方法。

【請求項 4 7】

さらなる方法ステップとして、

D) 非透過性材料を含んだ層上に不活性化層を被着させる方法ステップが含まれる、請求項 4 2 から 4 6 いずれか一項記載の方法。

【請求項 4 8】

前記不活性化層は、酸化物、窒化物、又は酸窒化物を有している、請求項 4 2 から 4 7 10 いずれか一項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本願は独国特許出願 10 2007 061 923.7 号明細書及び独国特許出願第 10 2008 012859.7 号明細書の優先権を主張するものであり、これによってこれらの開示内容が含まれているものとする。

【0 0 0 2】

以下の明細書ではレーザー光源とこのレーザー光源の製造方法を説明する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

半導体レーザーの分野においてはその技術的進歩に基づいて多くの新しい適用分野が可能になってきている。これらの適用分野の多くは横方向の基本モードで動作する卓越したビーム品質を備えたレーザーを必要としている。

【0 0 0 4】

本発明による実施形態の少なくとも 1 つの課題は、半導体層列を備えたレーザー光源を提供することである。さらに少なくとも 1 つの実施形態の課題は、そのような半導体層列を備えたレーザー光源の製造方法を提供することにある。

【0 0 0 5】

前記課題は、独立請求項の特徴部分に記載された本発明の対象及び方法によって解決される。本発明による対象及び方法の有利な実施形態と改善例は従属請求項に記載されており、以下の明細書の記載と図面に基づいてそれらの説明を続ける。

【0 0 0 6】

少なくとも 1 つの実施形態によるレーザー光源は、

半導体層列と、

フィルタ構造部とを含み、

前記半導体層列は、活性領域とビーム出力結合面を備え、前記ビーム出力結合面は第 1 の部分領域と、該第 1 の部分領域とは異なる第 2 の部分領域を有し、

前記活性領域は、作動モード中に、第 1 の波長領域のコヒーレントな第 1 の電磁ビームと、第 2 の波長領域のインコヒーレントな第 2 の電磁ビームとを発生し、

前記第 2 の波長領域は第 1 の波長領域を含んでおり、

前記コヒーレントな第 1 の電磁ビームは、第 1 の部分領域から放射方向に沿って放射され、

前記インコヒーレントな第 2 の電磁ビームは、第 1 の部分領域と第 2 の部分領域から放射され、

前記フィルタ構造部は、活性領域から放射されたインコヒーレントな第 2 の電磁ビームを放射方向に沿って少なくとも部分的に減衰するように構成されている。

【0 0 0 7】

ここでの"光"又は"電磁ビーム"とは、以下の明細書においても同様に特に赤外線波長領域から紫外線波長領域の少なくとも 1 つの波長若しくは波長領域を備えた電磁ビームを意

10

20

30

40

50

味している。この場合特に前記第1及び第2の波長領域は、紫外線波長領域及び/又は可視の波長領域、すなわち約350nm~700nmの間の1つ以上の波長を有する赤から青までの波長領域波を含んでいる。

【0008】

コヒーレントな第1の電磁ビームはこの場合特に10nm、有利には5nmよりも小さいスペクトル幅の第1の波長領域の第1スペクトルによって特徴付けられ、大きなコヒーレンス長を有している。このことは特に前記コヒーレントな第1の電磁ビームが、数メートルから数百メートルの規模のコヒーレンス長を有し得ることを意味している。これにより、コヒーレントな第1の電磁ビームは、拡散性が少なくビーム断面のより小さな1つのビームに平行化及び/又は収束可能になる。そのために半導体層列のビーム出力結合面に對しては、収束若しくは平行化のための光学系、例えば歪像レンズや円筒状レンズなどを後方に配置してもよい。そのような光学系の配置によりコヒーレントな第1の電磁ビームは平行化された及び/又は収束された1つのビーム束にまとめられ、それによって理想的なガウスビーム束に近似したビーム特性を有し得る。

10

【0009】

コヒーレントな第1の電磁ビームがレーザー光源の作動中に活性領域において固定の位相関係で狭幅に制限された立体角の誘導放出によって生成されるのに対し、インコヒーレントな第2の電磁ビームは例えば第1の電磁ビームに対して同時に生じる自然発生的な放出によって生成される。誘導放出からの電磁ビームとは異なってこの自然放出された電磁ビームは、方向依存性は持たず、それ故等方的に生成される。それにより、インコヒーレントな第2の電磁ビームは、コヒーレントな第1の電磁ビームよりも広い角度範囲でビーム出力結合面から放射され、この放射に関してはさらにビーム出力結合面の第1の部分領域からも第2の部分領域からも放出されている。さらにまたインコヒーレントな第2の電磁ビームの第2の波長領域は、コヒーレントな第1の電磁ビームの第1の波長領域よりもスペクトル分布が広い。

20

【0010】

それ故にインコヒーレントな第2の電磁ビームはコヒーレントな第1の電磁ビームとは別の結像特性を有し、特に僅かな集束性及び/又は僅かな平行性しか持たない。そのためコヒーレントな第1の電磁ビームもインコヒーレントな第2の電磁ビームも含む電磁ビームのビーム品質は、コヒーレントな第1の電磁ビームのみのビーム品質に比べて著しく悪化している。

30

【0011】

例えばレーザー照射の分野においてはインコヒーレントな第2の電磁ビームは、外部の観察者にとっては極めて障害的な結果しかもたらさない。レーザー照射分野では、例えばレーザー光源によって生成される光点は、例えば1つ若しくはそれ以上の偏向ミラーを介して表面領域上方で可動であり、その強度も変調し得る。この光点が全表面領域上方で例えば毎秒50回から60回動くと、外部観察者にとっては表面上は直喻的な光の印象となり得る。なぜなら肉眼は、動いている個々の交点はもはや時間的に分解できなくなり、その代わりに照らし出された表面領域を捉えるようになる。多色性の照射分野では、異なる波長領域、例えば赤、緑、青の波長領域の複数のレーザー光源が互に隣接して用いられる。照射の際にできるだけシャープな描写と高いコントラストを達成するために有利には、光点がコヒーレントな第1の電磁ビームの結像だけによって表面に形成されるべきであろう。肉眼は、光強度の知覚に関しては高い動特性領域を有しているので、インコヒーレントな第2の電磁ビームは、シャープさに欠ける結像品質と粗悪なコントラスト比を伴う発光印象に結び付く。

40

【0012】

ここに記載するレーザー光源は、活性領域から放射されたインコヒーレントな第2の電磁ビームを放射方向に沿って少なくとも部分的に減衰するように構成されているフィルタ構造部を含んでいることによって、レーザー光源から放射された電磁ビームのビーム品質が例えば当業者に周知の形態、例えば回折インデックスM²の形態で測定可能となり、從

50

来のレーザーに比べて著しく向上する。特にこのフィルタ構造部は、インコヒーレントな第2の電磁ビームを半導体層列からの出射の際に少なくとも放射方向で阻止、偏向、又は吸収するのに適したものであってもよい。

【0013】

さらにここで説明するレーザー光源は、例えばデータ蓄積や印刷技術のために有利に使うことができる。なぜなら放射方向におけるインコヒーレントな第2の電磁ビームの少なくとも部分的な低減によって、レーザー光源から照射された電磁ビームの前述したような集束性及び／又は平行化の改善に基づいて、従来のレーザー素子よりも高い分解能が可能になるからである。それにより、このような適用ケースにおいて例えばより高い蓄積密度ないし印刷分解能が達成可能となる。

10

【0014】

このように改善されたビーム品質に基づいて、簡素でかつ低コストな小型の結像光学系を上述したようなレーザー光源に組合わせて用いることが可能になる。

【0015】

コヒーレントな第1の電磁ビームは第1の強度を有し、インコヒーレントな第2の電磁ビームは第2の強度を有し得る。その場合第1の強度は第2の強度に比べて、少なくとも2倍大きく、有利には少なくとも10倍大きく、さらに有利には少なくとも100倍大きい。ここでのこれらの強度は以下の明細書においても、単位面積当たりの電磁ビームの輝度又はエネルギーを意味する。特に前記第1及び第2の強度は、ビーム出力結合面における強度を表している。

20

【0016】

半導体層列は、エピタキシャル層列として若しくはエピタキシャル層列を備えたビーム発光半導体チップ、すなわちエピタキシャル成長された半導体層列として形成され得る。その場合これらの半導体層列は例えばInGaAlNをベースに実施されてもよい。このInGaAlNベースの半導体チップと半導体層列とは次のようなものを指す。すなわちエピタキシャル成長によって作成された半導体層列とは、通常は、III-V族の化合物半導体材料系 $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ 、 $0 < x < 1.0$ 、 $y < 1$ 、及び $x + y < 1$ からなる材料を有している少なくとも1つの個別層を含んだ様々な個別層からなる層列である。例えばこのInGaAlNをベースとした少なくとも1つの活性層を有する半導体層列は有利には、紫外線領域から緑の波長領域までの電磁ビームを放射する。

30

【0017】

代替的に若しくは付加的に、前記半導体層列または半導体チップは、InGaAlPベースのものであってもよい。すなわち、様々な個別層を有し得る半導体層列であって、この場合少なくとも1つの個別層は、III-V族の化合物半導体材料系 $In_xAl_yGa_{1-x-y}P$ 、 $0 < x < 1.0$ 、 $y < 1$ 、及び $x + y < 1$ からなる材料を有している。このInGaAlPベースの少なくとも1つの活性層を有している半導体チップと半導体層列は有利には、1つまたは複数のスペクトル成分を含んだ緑～赤色の波長領域の電磁ビームを発する。

【0018】

代替的若しくは付加的に前記半導体層列ないし半導体チップは、他のIII-V族の化合物半導体材料系、例えばAlGaAsベースの材料か、又はII-VI族の化合物半導体材料系を有していてもよい。特にAlGaAsベースの材料を有している活性層は、赤～赤外線波長領域の1つまたは複数のスペクトル成分を有する電磁ビームIII-VI族を放射するのに適している。

40

【0019】

さらに前記半導体チップ層列は前述したようなIII-V族の化合物半導体材料系若しくはII-VI族の化合物半導体材料系が析出されている基板を有している。この基板は、この場合例えば前述したような化合物半導体材料系を含み得る。特にこの基板は、サファイア、GaAs、GaP、GaN、InP、SiC、Si及び／又はGeを含んでいてもよいし、そのような材料系から作成されたものであってもよい。特にこの基板はコヒー

50

レントな第1の電磁ビームとインコヒーレントな第2の電磁ビームにとって透過性のものであり得る。

【0020】

前記半導体層列は、活性領域として例えば従来のp-n接合部、ダブルヘテロ接合構造、単一量子井戸構造(SQW構造)、多重量子井戸構造(MQW構造)を有し得る。ここで量子井戸構造とは、本願の枠内では特につぎのような構造を含むものである。すなわち電荷担体の閉込め("confinement")によってそのエネルギー状態の量子化が強いられるような構造である。特にこの量子井戸構造という用語には、とりわけ量子トラフ、量子線及び量子点、あるいはこれらの構造の組合せを含んでいる量子化の次元数に関する情報は何も含まれない。半導体層列は、活性領域の他にも、さらに別の機能層や機能領域、例えばほぼP型ドープされるか又はほぼn型ドープされた電荷担体移送層、すなわち電子移送層または正孔移送層や、ドープされない若しくはp型ないし n型ドープされた閉込め層、外被層、導波路層、バリヤ層、平坦化層、バッファ層、保護層、及び/又は電極層、並びにこれらの組合せが含まれる。そのような構造、活性領域、さらなる機能層、機能領域は、当業者にとってはこれらの構造、機能、構成に関して公知でありそれ故ここで詳細な説明は省く。

10

【0021】

その上さらに付加的な層、例えばバッファ層、バリヤ層及び/又は保護層は、半導体層列の成長方向に対して横方向で、例えば半導体層列を取り囲むように配設してもよい。つまり半導体層列の側面に配置してもよい。

20

【0022】

例えば半導体層列若しくは半導体チップは、縁部から発光するレーザーダイオードであってもよい。このことは特に次のようなことを意味している。すなわちビーム出力結合面が半導体層列若しくは半導体チップの側面によって形成されることを意味する。この場合ビーム出力結合面は基板の側面も含み得る。さらにビーム出力結合面は例えば複数の側面を含み得る。有利には半導体層列は、第1及び第2の導波路層を有し得る。これらの導波路層の間には活性領域が配設されている。半導体層列の作動を横の基本モードで可能にさせるために、半導体層列の複数の層が活性領域の少なくとも一方の側に配設され、例えばブリッジ状及び/又は台形状に構造化されてもよい。この種の層は、ブリッジ状導波路、リブ状導波路、リッジ状構造部、台形状構造部、テーパー状構造部として公知の半導体層列構造であり、当業者にとっては周知のことなのでここで詳細な説明は省く。

30

【0023】

代替的に半導体層列または半導体チップは垂直発光型レーザーダイオード(VCSEL)であってもよい。それによりビーム出力結合面は半導体層列若しくは半導体チップの主要表面によって形成され得る。

【0024】

さらにレーザー光源は複数の半導体層列若しくは半導体チップを含むか、または複数の活性領域を備えた1つの半導体層列若しくは半導体チップを含む。特にレーザー光源は幅広ないわゆるストライプ型レーザーとして実施されてもよい。

40

【0025】

さらに例えば第1の活性領域において1つの電磁ビームを生成し、第2の活性領域において例えば光学的ポンピング作用により第1の電磁ビームを生成するようにすることも可能である。また第1のビーム光源は周波数混合または周波数倍増のための要素を有してもよい。そのような要素は半導体層列内に集積するか、半導体層列に被着させるか、又は外部から半導体層列に被着されてもよい。特に半導体層列はコヒーレントな第1の電磁ビームのための光学的な共振器を有し得る。この共振器は特にビーム出力結合面として第1のミラーを含むか、又はビーム出力結合面に第1のミラーを有し、第2のミラーをビーム出力結合面に対向する側の半導体層列表面に含み、それらの間に活性領域が配設される。さらに前記半導体層列はいわゆる分布帰還型レーザー(以下では単にDFBレーザーとも称する)として実現されてもよいし、ショートタイプのDFBレーザーとして実現され

50

てもよい。この種の DFB レーザーは、放射方向において周期的に構造化される活性領域を有している。この周期的に構造化される活性領域は、周期的に配列される、屈折率の入れ替わる領域を有しており、それらは干渉格子ないしは干渉フィルタを形成し得る。このフィルタは波長の選択される反射を引き起こす。このような共振器構造については当業者にとっては周知事項なのでここでのこれ以上の説明は省く。

【0026】

フィルタ構造部は少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子を有しており、この第 1 のフィルタ素子は放射方向でみて半導体層列の後方に配設される。このことは、第 1 のフィルタ素子ビーム出力結合面に被着されるかその上方に配設されることを意味する。

【0027】

1 つの層若しくは 1 つの素子が別の層若しくは別の要素に、あるいはそれらの上方に配設ないし被着されること、または 2 つの異なる層若しくは要素の間に配設ないし被着されることとは、本願明細書の中では、1 つの層若しくは素子が直接、別の層若しくは別の素子に機械的及び／又は電気的に接触して配設されることを意味する。さらにまた 1 つの層若しくは 1 つの素子が間接的に別の層若しくは別の素子に配設されること、ないしはそれらの層ないし素子の上方に配設されることも意味し得る。この場合さらなる層及び／又は素子が 1 つの層と別の層の間に配設されていてもよい。

【0028】

さらに第 1 のフィルタ素子は前述した共振器ミラーに配設されてもよいし、共振器ミラーの一部として実現されてもよい。それに対して代替的に第 1 のフィルタ素子は半導体層列から分離されてもよいし、特に分離させてビーム出力結合面から離して配設してもよい。例えばレーザー光源は 1 つのケーシングを有し、このケーシング内に半導体層列が配設され、さらにビーム出力結合窓を有し、該窓は第 1 のフィルタ素子を有し、または第 1 のフィルタ素子によって形成される。

【0029】

特に第 1 のフィルタ素子はビーム出力結合面の第 1 の部分領域及び／又は第 2 の部分領域をカバーするか又はそれらのうちの少なくとも 1 つに後置接続されるとよい。

【0030】

少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子は電磁ビームに対し、例えば角度依存性及び／又は波長依存性の透過率ないし透過性を有する。その場合有利には照射角度（以下では単に"角度"とも称する）がコヒーレントな第 1 の電磁ビームの放射方向に相対的に定義されてもよい。これにより例えば 0° の角度とは放射方向に平行する方向を意味する。角度及び／又は波長依存性の透過率とは、この場合電磁ビームが角度、すなわち電磁ビームが第 1 のフィルタ素子に入射するいわゆる入射角度に依存して、及び／又は波長に依存して、異なる強度で伝送されることを意味する。特に角度及び／又は波長に依存した伝送は第 1 のフィルタ素子の角度及び／又は波長に依存した反射性及び／又は吸収性に関係する。この場合公知の基本原則が当てはまる。すなわち伝送強度、反射強度、吸収強度の和が第 1 のフィルタ素子に入射した電磁ビームに相応することである。

【0031】

角度依存性の透過率または透過性は例えば角度の増加と共に減少する。0° の角度に対しては透過率若しくは透過性は例えば最大値を有し得る。0° よりも大きい角度に対しては透過率若しくは透過性は、最大値よりも小さい値を有し得る。0° の際の最大値は、この場合、角度依存性を特徴付ける透過的作用の局所的な極大値または大域的な最大値であり得る。

【0032】

さらに代替的若しくは付加的に波長依存性の透過率又は透過性が第 1 の波長領域からの偏差ないしはずれの増加と共に減少する。このことは次のことを意味する。すなわち、少なくとも 1 つの第 1 のフィルタ素子がコヒーレントな第 1 の電磁ビームの第 1 の波長領域に対して最大の透過率ないし透過性を有し、この第 1 の波長領域とは異なる波長領域に対してはそれよりも少ない透過率ないし透過性を有していることである。この場合の最大透

10

20

30

40

50

過率とは、波長依存性の透過性を特徴付ける機能の局所的若しくは大域的な極大値であってもよい。

【0033】

前述してきたようにコヒーレントな第1の電磁ビームは狭幅に制限された角度範囲で活性領域から出射されるのに対して、インコヒーレントな第2の電磁ビームは等方的な放射特性またはランベルトの放射特性を備え、それに伴って幅広な角度範囲で放射され得る。それによりフィルタ構造部なしのレーザー光源の遠視野においては、比較的大きな角度のもとでインコヒーレントな第2の電磁ビームが知覚されやすく、ビーム品質の悪化と発光特性の低下を招きやすい。角度依存性の透過性を有する第1のフィルタ素子によって特に次のようなことも可能である。すなわち、限界角度よりも小さい角度で半導体層列から放射される電磁ビームの方が、限界角度よりも大きい角度で放射される電磁ビームよりも、反射性及び/又は吸収性が少なく、透過性は大きくなるようにすることである。この場合の限界角度は40°以下、有利には30°以下、特に有利には20°以下であってもよい。限界角度は特にコヒーレントな第1の電磁ビームの発散角度に相応し得る。さらに第1のフィルタ素子の透過性は、限界角度よりも大きな角度の場合、20%以下、有利には10%以下、特に有利には5%以下である。

10

【0034】

例えば第1のフィルタ素子はプラックミラーを有するか又はそのようなプラックミラーとして実現され得る。このプラックミラーは、それぞれが異なった屈折率を有するそれぞれ2つの層からなる複数の層対を有し得る。これらの層は、それぞれがコヒーレントな第1の電磁ビームの光学的波長の約1/4の厚さを有し得る。この場合に適した材料は例えば金属酸化物、半金属酸化物及び/又は金属窒化物、半金属窒化物であり得る。金属酸化物または半金属酸化物は、アルミニウム、珪素、チタン、ジルコニウム、タンタル、ニオブ、ハフニウムを有し得る。さらに窒化物は前述した金属若しくは半金属の少なくとも1つを有し得る。例えば窒化珪素など。特に有利には金属酸化物若しくは半金属酸化物は少なくとも1つの以下の材料、すなわち酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化チタン、酸化タンタル、酸化ジルコニウムを含み得る。

20

【0035】

この種のプラックミラーを有するかそのようなプラックミラーとして実現される第1のフィルタ素子によって、材料及び層の厚みの選択並びに、層対の数、(例えば5以上20以下など)の選択によって、角度依存性の透過性が前述したように設定できる。プラックミラーの角度依存性の透過性に基づいて、インコヒーレントな第2の電磁ビームは(これは前述したように限界角度よりも大きな角度で第1のフィルタ素子に入射する)第1のフィルタ素子から半導体層列の方向へ戻され、反射される。それにより活性領域から放射されるインコヒーレントな第2の電磁ビームは放射方向に沿って減衰されるようになる。

30

【0036】

同時に前記プラックミラーは波長依存性の透過性ないしは波長依存性の反射性も有し得る。この場合の反射性は波長に依存して、すなわち典型的には大域的な主要最大値とその他の複数の局所的な極大値を伴う波長依存性の作用によって特徴付けられてもよい。特に有利には、プラックミラーは波長依存性の反射性の局所的極大値が第1の波長領域に存在するように構成される。コヒーレントな第1の電磁ビームの第1の波長領域は、例えば波長依存性の反射性の第1の局所的極大値の波長領域に相応し、特に大域的主要最大値の短波側の第1の局所的極大値に相応し得る。

40

【0037】

第1のフィルタ素子(これはプラックミラーを含み、又は含み得るか、又は以下に説明するその他の実施形態のように構成され得る)に対して付加的若しくは代替的に、フィルタ構造部が少なくとも第2のフィルタ素子を有し得る。この第2のフィルタ素子は、ビーム出力結合面に対向する半導体層列側に配設若しくは被着され得る。

【0038】

この場合第2のフィルタ素子は電磁ビームに対して角度依存性の透過性を有し得る。こ

50

の場合の透過性は放射方向に対する角度の増加と共に増加し得る。このことは、第2のフィルタ素子が角度依存性の透過性を備え、その透過性ないし反射性に関しては基本的に前述した角度依存性の透過性を備えた第1のフィルタ素子とは逆に作用し得る。角度依存性の透過性を備えた第2のフィルタ素子によって、特に次のことが可能となり得る。すなわち、限界角度よりも小さい角度で半導体層列から放射される電磁ビームが、限界角度よりも大きい角度で放射される電磁ビームよりも反射性が大きくかつ透過性は少なくなることである。この場合の限界角度は40°以下、有利には30°以下、特に有利には20°以下であり得る。特に第2のフィルタ素子の透過性は、限界角度よりも大きな角度の場合、20%以下、有利には10%以下、特に有利には5%以下である。さらに第2のフィルタ素子の反射性は、限界角度以下の角度の場合、50%以上、有利には90%以上、特に有利には99%以上である。

10

【0039】

それにより、第2のフィルタ素子は特にインコヒーレントな第2の電磁ビームを（これは限界角度よりも大きな角度で第2のフィルタ素子に入射する）第2のフィルタ素子とビーム出力結合面の対向側表面とを通じて放射することが可能であってもよい。それに対してコヒーレントな第1の電磁ビームは第2のフィルタ素子から半導体層列内部へ入り、さらに放射方向に戻るよう反射され得る。

【0040】

代替的に第2のフィルタ素子は第1のフィルタ素子と同じように角度依存性も有し得る。そのためインコヒーレントな第2の電磁ビームは第2のフィルタ素子において反射され、コヒーレントな第1の電磁ビームの一部、例えば10%以下、有利には5%以下、特に有利には1%以下は第2のフィルタ素子を通じて放射され得る。この種の実施形態においては例えば次のような構成も有利である。すなわちビーム出力結合面に対向する側の半導体層列表面に例えばフォトダイオードなどのビーム検出器を後置接続し、この検出器によってフィルタ素子を通じて放射されたコヒーレントな第1の電磁ビームを検出する構成である。このビーム検出器は例えばレーザー光源の放射強度を制御するための出力制御装置内の構成要素であってもよい。また第2のフィルタ素子はビーム検出信号の信号雑音比が高い場合に有利である。

20

【0041】

特に第2のフィルタ素子はプラックミラーとして実現してもよい。これはビーム出力結合面に対向する表面に被着され、前述したプラックミラー用の材料の少なくとも1つを有し得る。

30

【0042】

プラックミラーを備えた第1のフィルタ素子か又は第2のフィルタ素子のケースにおいては、フィルタ構造部が前述したようなコヒーレントな第1の電磁ビームのための共振器の一部として実現されてもよい。このことは、第1及び/又は第2のフィルタ素子がそれぞれ共振器ミラーの一部か若しくはそれぞれが共振器ミラーとして実現されることを意味する。

【0043】

さらに第1のフィルタ素子は波長依存性の透過性を備えた第1のフィルタ素子を有し得る。これはエタロンとして、あるいはファブリーペロー干渉計として実現されてもよい。さらに第1のフィルタ素子は例えば面平行な2つの主要面を備えたガラスプレートを有していてもよい。さらにそれらの主要面は、それぞれ反射性を増減させるコーティング部分、例えば前述したようなプラックミラー用の材料の1つからなるコーティング部分を有していてもよい。特にエタロンは半導体層列のビーム出力結合面に配設され得る。また代替的に有利には、エタロンが半導体層列に直接配設されるのではなく、半導体層列とは別個の構成素子として実現される。その場合にはエタロンは有利にはケーシング窓の一部として、あるいはケーシング窓として実現され得る。

40

【0044】

エタロンの波長依存性の透過性は、材料の選択と光学的共振器の厚みの選択、及び主要

50

面の少なくとも 1 つのコーティングの選択によって次のように選択可能となる。すなわちコヒーレントな第 1 の電磁ビームの第 1 の波長領域が、エタロンの伝送最大値の波長領域に相当するように選択可能である。このようなエタロンはこの場合光学的なバンドパスフィルタと理解されたい。インコヒーレントな第 2 の電磁ビームの第 2 の波長領域が第 1 の波長領域を含むことによって、つまり第 1 の波長領域よりも大きいことによって、第 1 の波長領域を超える第 2 の波長領域の一部が放射方向に沿ってエタロンにより少なくとも部分的に減衰され得る。特にインコヒーレントな第 2 の電磁ビームはエタロンによって反射される。その場合有利には、エタロンが次のように放射方向において配置される。すなわちエタロンの面平行な主要面が放射方向と、90°よりも小さい角度を形成するように配置される。なぜならそうすることによって例えばインコヒーレントな第 2 の電磁ビームの半導体層列内への逆反射が阻止されるか少なくとも低減されるからである。

10

【0045】

特にプラグミラーかまたはエタロンを有している第 1 のフィルタ素子は、前述したような DFB 構造部を有している半導体層列と組み合わせ可能である。なぜなら DFB 構造部の波長依存性の特性がプラグミラー及び / 又はエタロンの波長依存性の特性によって容易に調整できるからである。その際特に有利には、第 1 のフィルタ素子が直接半導体層列に配設される。

【0046】

さらに第 1 のフィルタ素子は光学的バンドエッジフィルタ、すなわち光学的なハイパスフィルタ若しくはローパスフィルタを有し得る。この光学的なバンドエッジフィルタの限界周波数は次のように選択可能である。すなわち、コヒーレントな第 1 の電磁ビームは有利には減衰なしで第 1 のフィルタ素子を通って伝送されるが、インコヒーレントな第 2 の電磁ビームの第 2 の波長領域の一部、すなわち第 1 の波長領域の短波側若しくは長波側でそれを超えた部分は、放射方向において減衰されるように選択可能である。この場合光学的なバンドエッジフィルタは例えばプラグミラー若しくは吸収性のカラーフィルタを有し得る。さらに付加的に前記光学的バンドエッジフィルタは以下で説明するような飽和特性を有していてもよい。

20

【0047】

光学的なバンドエッジフィルタは直接半導体層列に設けられてもよいし、別個の素子として放射方向でみて半導体層列の後方に配設してもよい。特に吸収性のバンドエッジフィルタの場合には、別個の素子としての配置構成によって半導体層列のビーム出力結合面の加熱が回避される。これにより半導体層列の寿命と最大出力が高められる。さらに第 1 のフィルタ素子は電磁ビームに対して非透過性の材料を含んだ層を有し得る。この場合の非透過性の材料は、珪素、ガリウム、ゲルマニウム、アルミニウム、クロム、チタン、あるいはそれらの組み合わせを有し得る。非透過性の材料を備えた層は、この場合少なくとも部分的にビーム出力結合面の第 2 の部分領域に直接か若しくはその上方に配設される。特に有利には非透過性材料を備えた層は第 2 の部分領域全体に直接か若しくはその情報に配設され得る。さらに非透過性材料は、ビーム出力結合面の全体が第 1 の部分領域まで非透過性材料で覆われるように構造化されビーム出力結合面に被着される。それに対して非透過性材料を備えた層はビーム出力結合面の第 1 の部分領域上方に開口部を有していてもよい。その場合例えば当該層は孔部絞りとして実現され得る。

30

【0048】

それにより、インコヒーレントな第 2 の電磁ビームがもはやビーム出力結合面の第 2 の部分領域を介して放射されることは不可能となる。非透過性材料を備えた層の構造化された被着は、この場合例えば熱的被着手段、電子的被着手段またはイオン支援された被着手段、例えば蒸着、電子的若しくはイオン支援された気相堆積手段、又はスパッタリングを用いて実現され得る。その際非透過性材料は例えばマスクを用いて構造化されて被着される。

40

【0049】

マスクを用いた被着に代えて、非透過性材料を備えた層が前述したような手法の 1 つを

50

用いてビーム出力結合面の第1及び第2の部分領域に大規模に被着されてもよい。適切な雰囲気、例えば酸素雰囲気及び／又は窒素雰囲気の中で第1の部分領域の層が光化学的に変換され得る。例えば前述したような材料の少なくとも1つを有し得る非透過性材料が光制御を用いて雰囲気に応じて透過性の酸化物、窒化物又は酸窒化物に光化学的に変換され得る。

【0050】

光制御はこの場合例えば外部からのビーム光源、例えばレーザーを用いて行われ、さらにマスクを用いて構造化された照明によって行われる。

【0051】

代替的に若しくは付加的に光化学的な変換のための光制御はコヒーレントな第1の電磁ビームによって行われてもよい。それに対しては方法ステップA)において半導体層列が準備され、さらなる方法ステップB)において非透過性材料を備えた層を前述したように大規模にビーム出力結合面の第1及び第2の部分領域上に被着させる。その後でこの半導体層列を方法ステップC)において作動させる。前述したようにコヒーレントな第1の電磁ビームはインコヒーレントな第2の電磁ビームよりも何倍も高い強度を有し得る。それにより、コヒーレントな第1の電磁ビームは非透過性材料を備えた層において、透過的な酸化物、窒化物又は酸窒化物のために光化学的な反応をトリガし得る。それにより光化学的な反応は第1の部分領域においてのみトリガされ、そこではコヒーレントな第1の電磁ビームがビーム出力結合面から放射される。

10

【0052】

前述した光化学的反応に対して代替的若しくは付加的に、非透過性材料においても光化学的反応をトリガし得る。その場合は非透過性材料は外部のビーム光源によって、若しくはビーム出力結合面の第1の部分領域からのコヒーレントな第1の電磁ビームにより、例えば蒸着される。

20

【0053】

光化学的及び／又は光熱的反応の後では、第2の部分領域を介して非透過的でかつ第1の部分領域を介して透過的となるように作成された層がさらなる方法ステップにおいて、さらなる層、例えばブラックミラーとの関連で上述したさらなる金属酸化物若しくは半金属酸化物または金属窒化物若しくは半金属窒化物からなる不活性層を有するさらなる層がコーティングされる。それにより非透過性材料を備えた層が永久的に保護される。

30

【0054】

少なくとも1つの第1のフィルタ素子はさらに電磁ビームに対し強度依存性の透過性を有し得る。既に前述したようにコヒーレントな第1の電磁ビームは、インコヒーレントな第2の電磁ビームの第2の強度よりも大きい第1の強度を有し得る。このことは、第1のフィルタ素子が第2の強度と同じかそれ以上の強度を有する電磁ビームに対して非透過的になることを意味する。しかしながら第1のフィルタ素子は、第1の強度と同じ強度の電磁ビームに対しては透過的であってもよい。それにより、第1のフィルタ素子はコヒーレントな第1の電磁ビームに対しては透過的であるが、インコヒーレントな第2の電磁ビームに対しては透過的ではなくなる。

40

【0055】

この場合第1のフィルタ素子は、ビーム出力結合面の第1及び第2の部分領域に大規模に被着され得る。それに対して代替的に第1のフィルタ素子は、放射方向で見て別個の素子として第1及び第2の部分領域を介して半導体層列に後置接続され得る。第1のフィルタ素子は例えば共振器ミラーに被着されてもよい。

【0056】

さらに第1のフィルタ素子の強度依存性の透過性は次のことによって特徴付けられる。すなわち強度の増加と共に透過性が増大することによってである。その際透過性は限界強度から飽和特性を有し得る。このことは、限界強度から第1のフィルタ素子の透過性がもはや強度に依存しなくなることを意味し、第1のフィルタ素子の透過性は限界強度と同じかそれ以上の強度のもとで最大値を有することを意味する。有利にはその場合限界強度は

50

、第2の強度よりも大きく第1の強度よりも小さいものであってもよい。

【0057】

例えば第1のフィルタ素子はコヒーレントな第1の電磁ビームのエネルギーよりも小さいバンドギャップを備えた半導体材料を有し得る。この場合ある波長領域を有する電磁ビームのエネルギーとしてその波長領域の平均波長に相応するエネルギーが挙げられる。

【0058】

さらに前記バンドギャップはインコヒーレントな第2の電磁ビームのエネルギーより小さくてもよい。

【0059】

バンドギャップがコヒーレントな第1の電磁ビーム及び／又はインコヒーレントな第2の電磁ビームのエネルギーよりも小さいことによって、コヒーレントな第1の電磁ビーム及び／又はインコヒーレントな第2の電磁ビームは、半導体材料内で誘起された電子状態においてコヒーレントな第1の電磁ビームないしはインコヒーレントな第2の電磁ビームの吸収によって生成され得る。有利には励起された電子状態の逆励起ないしは下方遷移の際には半導体材料において再び自由なエネルギーが熱、格子振動として出力される。

10

【0060】

電子状態の励起に結びつく吸収によって、コヒーレントな第1の電磁ビーム及び／又はインコヒーレントな第2の電磁ビームは、減衰される。半導体材料に対して照射される強度に依存して、励起された電子状態の寿命は半導体材料において限界強度のもとで1つの状態が達成される。すなわち半導体材料が入射した電磁ビームを引き続き吸収できない状態である。それにより半導体材料はここで透過的となる。この半導体材料の特性は飽和特性とも称する。

20

【0061】

この場合透過的な状態は特に半導体材料に入射する局所的な強度に依存し得る。このことは、第1のフィルタ素子が少なくとも1つの第1のフィルタ領域において透過的であり、入射する電磁ビームの強度が、透過的状態を引き起こすのに十分であり、限界強度以上であることを意味する。同時に第1のフィルタ素子は第2のフィルタ領域において、入射する電磁ビームの強度が限界強度以下にあり、まだ吸収的でそれ故当該領域においては非透過的であるか少なくとも完全には透過的でない。

30

【0062】

それ故に限界強度は、半導体材料の選択によって設定される。すなわち第2の強度が限界強度よりもまだ小さく、それによって第1のフィルタ素子2は、ビーム出力結合面の第2の部分領域を介して非透過的である。この限界強度は第1の強度よりも小さい。そのため第1のフィルタ素子は、ビーム出力結合面の第1の部分領域を介して透過であり、コヒーレントな第1の電磁ビームは第1のフィルタ素子によって放射され得る。

【0063】

この場合半導体材料のバンドギャップと、インコヒーレントな第2の電磁ビームの平均エネルギーとの間の差分が、少なくとも第2の波長領域の1/2の幅に相応する。それによりインコヒーレントな第2の電磁ビームの少なくとも80%、有利には90%、特に有利には99%が第1のフィルタ素子によって吸収され得る。その際の差分は例えば10meV以上でかつ15meV以下であり得る。

40

【0064】

強度依存性の透過性の設定と限界強度は例えば厚みと結晶品質と半導体材料の選択によって行われる。第1のフィルタ素子の半導体材料によって伝送され得る電磁ビームの成分は、この場合相互指数関数的に半導体材料の厚みないしは半導体材料を有する層に依存する。その際厚みは例えば次のように選択される。すなわち限界強度以下の強度によって第1のフィルタ素子に対して入射される電磁ビームによって第1のフィルタ素子を通って伝送される成分が1/e以下、有利には1/e^2以下となるように選択される。この場合前記eはオイラーの数である。

【0065】

50

第1のフィルタ素子は例えばIIII-V族の半導体材料系からなる1つまたはそれ以上の材料、例えばInAlGaAs, InGaAlP及びInGaAlN、II-VI族の半導体材料系、例えばZnSe、ZnS、又はSi、Geなどのような半導体材料を有し得る。さらに1つ又はそれ以上の、C, Mg, Zn, Si, Te, Se, Fe, Cr及びOからなる材料半導体材料がドープされてよい。

【0066】

第1のフィルタ素子は例えば半導体材料を含んだ1つの層を有し得る。さらに第1のフィルタ素子は2つの誘電層を有し得る。これらの誘電層の間には半導体材料を備えた層が配設される。誘電層の間に半導体材料を備えた層の埋込みは、層列の堆積を用いて行われ得る。その際半導体材料は、エピタキシャル成長している層または多重結晶、アモルファス層を形成し得る。これらの誘電層は例えば前述したブラックミラーとの関係で酸化物材料または窒化物材料を有し得る。代替的若しくは付加的に半導体材料を有する層は、マトリックス材料、有利には誘電性酸化物材料、または窒化物材料を有し得る。その際半導体材料はアモルファスに埋め込まれてもよい。例えばマトリックス材料として半導体材料SiNを有する層を有し、その際アモルファスSiが埋め込まれる。

10

【0067】

半導体材料に対して代替的若しくは付加的に、第1のフィルタ素子は波長変換材料を有し得る。それは第2の波長領域を有するインコヒーレントな第2の電磁ビームを、第2のスペクトルとは異なる第3の波長領域を有する電磁ビームに変換するのに適している。この波長変換材料はこの場合半導体材料のように限界強度と飽和特性を有し得る。波長変換材の限界強度は材料の選択によって設定され、さらに厚みが次のように設定される。すなわちインコヒーレントな第2の電磁ビームが第1のフィルタ素子をまだ飽和できず、それに対してコヒーレントな第1の電磁ビームは限界強度よりも大きい。それにより第1のフィルタ素子は、ビーム出力結合面の第1の部分領域を介して飽和され、故にコヒーレントな第1の電磁ビームの少なくとも一部に対して透過的である。付加的に若しくは代替的に前述した半導体材料は、励起した電子状態の逆励起の際には、第3のスペクトルを有する電磁ビームが放射され、それに伴って少なくとも部分的に前記波長変換材料のように作用する。

20

【0068】

その場合有利には第3の波長領域が例えば赤外線波長領域にあり、肉眼にとっては知覚不能である。代替的に若しくはふかてきにフィルタ構造部は第3のフィルタ素子を有し得る。この第3のフィルタ素子は第1のフィルタ素子に後置接続され、第3の波長領域の電磁ビームに対して非透過的である。この場合第3のフィルタ素子は特にコヒーレントな第1の電磁ビームに対しても透過的であり得る。例えば第3のフィルタ素子は吸収性のカラーフィルタを含み得る。

30

【0069】

第3のフィルタ素子は例えば別個の素子として、あるいはケーシング窓若しくはその一部として放射方向で見て第1のフィルタ素子の後方に接続してもよい。それにより例えばビーム出力結合面における熱的負荷が低減され、これによって半導体層列の寿命が延びる。

40

【0070】

波長変換材料は1つ又は複数の次のような材料を有し得る。すなわち希土類元素のグレード、アルカリ希土類金属、例えばYAG:Ce³⁺、窒化物、ケイ酸塩窒化物、シオネ(Sione)、シアローネ(Sialone)、アルミニン酸塩、酸化物、ハロゲン化リン酸塩、オルト珪酸塩、クロロシリケート。さらに波長変換材料は付加的に若しくは代替的に有機材料も含み得る。これは例えば次のようなグループすなわち、ベリレン、ベンゾピレン、クマリン、ローダミン、アゾ染料から選択されてもよい。波長変換層は適切な化合物及び/又は前記は超変換材料の組合せを有し得る。

【0071】

さらに第1のフィルタ素子は透過性のマトリックス材料を含み得る。この透過性マトリク

50

ス材料は波長変換材料を囲繞するか含有し得る。あるいは1つ若しくはそれ以上の波長変換材料と化学的に結合されていてもよい。透過性マトリクス材料は、例えばシロキサン、エポキシド、アクリラート、メタクリル酸メチル、イミド、カーボネート、オレフィン、スチロール、ウレタン、またはそれらから派生した例えばモノマー、オリゴマー、ポリマーなどの形態の誘導体、さらに混合物、例えばコーコーポリマーや化合部物を有し得る。またマトリクス材料は例えば、エポキシ樹脂、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリスチロール、ポリカーボネート、ポリアクリラート、ポリウレタン、シリコン樹脂、あるいはポリシロキサンまたはそこからの混合物などを含んでいてもよい。

【0072】

コヒーレントな第1の電磁ビームの第1の強度に基づいて、第1のフィルタ素子の第1のフィルタ領域においては第1の温度が発生し得る。それに対して第1のフィルタ素子の第2のフィルタ領域においては、第2の温度がインコヒーレントな第2の電磁ビームの第2の強度に基づいて発生し得る。第2の強度は第1の強度よりも低いものであり得るので、第2の温度は第1の温度よりも低い可能性がある。このことは、第1のフィルタ素子が第1のフィルタ領域(これはビーム出力結合面の第1の部分領域に直接か若しくはその上方に配置され得る)において、第2のフィルタ領域(これはビーム出力結合面の第2の部分領域に直接か若しくはその上方に配置され得る)の温度よりも高い温度を有し得ることを意味する。

【0073】

第1のフィルタ素子は電磁ビームに対してさらに温度依存性の透過性を有し得る。その場合第1のフィルタ素子は限界温度を有し得る。この限界温度以下では第1のフィルタ素子は非透過的となる。特にこの限界温度は第2の温度よりも高くかつ第1の温度よりは低い。このことは、第1のフィルタ素子が第1のフィルタ領域においてのみ透過的であることを意味する。そのためビーム出力結合面の第2の部分領域から放射されるインコヒーレントな第2の電磁ビームは、第1のフィルタ素子を通って放射されない。

【0074】

第1のフィルタ素子は例えば温度に依存して原子レベル若しくは分子レベルの近距離秩序が変化し得る材料を有し得る。例えば第1のフィルタ素子は単一の層若しくは複数の層からなる積層構造で実現されてもよい。この積層構造は例えば表面プラズモンモードを有し、限界温度以下ではコヒーレントな第1の電磁ビームとインコヒーレントな第2の電磁ビームに結合し得るものである。この場合プラズモンとして自由電荷担体、例えば電子の周期的に振動する粗密度振動が第1のフィルタ素子若しくは第1のフィルタ素子の層において現われる。特にこの場合の表面ないし境界面プラズモンとは自由電荷の粗密波の縦の振動を表し、この振動は当該表面において第1のフィルタ素子の層表面の延在方向に対して平行な方向に表われる。この表面プラズモンは、第1のフィルタ素子の少なくとも1つの層の原子若しくは分子の近距離秩序に依存し得る。表面プラズモンは、特に半導体層列に向いた側の第1のフィルタ素子の層表面において発生し得る。第1のフィルタ素子における表面プラズモンとの電磁ビームの結合によって、(この結合結果自体も表面プラズモンと称される)、電磁ビームのエネルギーが第1のフィルタ素子に対して伝送され、それによって当該電磁ビームのエネルギーの少なくとも一部が吸収され得る。第1のフィルタ素子はそれによって、電磁ビームが第1のフィルタ素子に入射する領域内で加熱され得る。

【0075】

第1のフィルタ素子のフィルタ領域内の温度が限界温度以下に維持される限り、表面プラズモンは第1のフィルタ素子の当該フィルタ領域内に存在し得る。そこでは電磁ビームが結合されている。少なくとも1つのフィルタ領域内での第1のフィルタ素子の限界温度以上の温度までの加熱によって、第1のフィルタ素子の少なくとも1つの層の原子若しくは分子の近距離秩序が次のように変更される。すなわち電磁ビームが結合し得る箇所において表面プラズモンがもはや存在しないように変更される。それにより第1のフィルタ素子は当該フィルタ領域において透過的となる。その際原子若しくは分子の近距離秩序は例

10

20

30

40

50

えば温度依存性の組密度変化及び／又は位相変化によって、例えば微細なプリスタリングなどが第1のフィルタ素子の少なくとも1つの層においてなされ得る。

【0076】

限界温度は第1のフィルタ素子の少なくとも1つの層の材料を用いて設定可能である。例えば少なくとも1つの層は、例えばアンチモン、銀、プラチナ、パラジウム、亜鉛などで形成されるグループからの材料を有していてもよい。特に第1のフィルタ素子は、前述した材料グループのうちの少なくとも1つを有する積層構造部を有していてもよい。例えば青色波長領域のコヒーレントな第1の電磁ビームとインコヒーレントな第2の電磁ビームのために、第1のフィルタ素子は有利には、アンチモンを備え、次の材料、N, Te, Ge, Ag, Inのうちの1つ若しくは複数を有する層、例えばSbN_x, SbTe, GeSbTe及び／又はAgInSbTeであってもよい。さらに第1のフィルタ素子は、2つの窒化ケイ素層の間に配置された1つの層内に前述したような材料を有する積層部を有していてもよい。また代替的若しくは付加的に第1のフィルタ素子はZnS-SiO₂層を備えた積層部を2つのPtO_x層の間に有していてもよい。赤色の第1及び第2の波長領域のために第1のフィルタ素子は例えばAgO_x, PtO_x及び／又はPdO_xを含んだ層を有していてもよい。この種の層若しくは積層部は"超高解像度近視野構造(Super-RENs)"とも称されている。

【0077】

さらに前記フィルタ構造部は第4のフィルタ素子を有し得る。この第4のフィルタ素子は半導体層列の1つの表面と成り得る平面に配置されている。この第4のフィルタ素子を備えた表面は、ビーム出力結合面と、該ビーム出力結合面に対向する側の表面とは異なるものであってもよい。特にこの第4のフィルタ素子は、コヒーレントな第1の電磁ビームの放射方向に平行する延在面を備えた表面に配置され得る。この種の平面は例えばビーム出力結合面から当該ビーム出力結合面に対向する側の表面まで延在している半導体層列の側面であってもよい。

【0078】

さらに前記平面は反動地層列の1つの層の境界面であってもよい。この場合は半導体層列が前述したような複数の層を有し得る。特に前記平面はこの場合半導体層列の2つの層の間の境界面であってもよい。

【0079】

また第4のフィルタ素子は、非透過性材料を備えた層を有していてもよい。この非透過性材料は、特にインコヒーレントな第2の電磁ビームに対して吸収性の材料であり得る。非透過性材料を備えた層は、例えば活性領域とは反対側の基板表面に被着されてもよいし、活性領域に向いた側の基板表面に被着されてもよい。さらに非透過性材料を備えた層は、活性領域とは反対側の導波路層、例えば非透過性の外被層として設けられていてもよいし、活性領域と電気的なコンタクト層、例えば電極との間の部分として設けられてもよいし、あるいは活性領域と基板との間に被着されてもよい。この種の第4のフィルタ素子の配置構成は、インコヒーレントな第2の電磁ビームの半導体層列内の特に電極方向及び／又は基板方向への拡張を阻止若しくは少なくとも低減させ得る。このことは、透過性の基板、例えばGaNのような半導体層列において特に有利となる。それにより、放射方向に放射されたインコヒーレントな第2の電磁ビームがビーム出力結合面の第2の部分領域を介して低減されるようになる。

【0080】

非透過性の材料、例えば吸収性の材料は、有利には導電性であってもよいし、ケイ素、ガリウム、ゲルマニウム、アルミニウム、クロム、チタンなどの材料の1つを有するか若しくはそれらの組合せを有するものであってもよい。

【0081】

代替的若しくは付加的に、第4のフィルタ素子は、半導体層列の電気的なコンタクト形成のために設けられる電極を含んでいてもよい。この電極は反射性及び／又は伝送性の低い有利には吸収性の材料、例えばクロム及び／又はチタンなどを含み得る。

10

20

30

40

50

【0082】

さらに第4のフィルタ素子は、複数の層を有していてもよい。これらの層は半導体層列の複数の表面、すなわちビーム出力結合面とは異なる表面か若しくはビーム出力結合面における少なくとも第1の部分領域とは異なる表面であり得る。

【0083】

さらに第4のフィルタ素子は表面構造部を有するか含むものであってもよい。この表面構造部は例えば半導体層列のビーム出力結合面とは異なる少なくとも1つの表面の凹部構造及び/又は凸部構造であってもよい。特に半導体層列は、当該半導体層列の複数の層が上下に成長した場合の成長方向を有している。それによりこの半導体層列は、成長方向に對して垂直方向に配置された少なくとも1つの表面を有し得る。この表面は例えば活性領域とは反対側の基板表面若しくは活性領域に向いた側の基板表面であってもよいし、あるいは電気的なコンタクト層、例えば電極であってもよい。

【0084】

例えば半導体層列の1つ若しくは複数の層は、前述したようなリッジ構造部又は台形状構造部において基板とは反対側の活性領域側面にバス状若しくはブリッジ状に形成されていてもよい。表面構造部を備えた表面は、有利にはブリッジ状に形成された層を横方向にずらして、あるいは隣接させるように及び/又は接するようにした表面であってもよい。これらの表面ではその表面構造部が活性領域に對して横方向にずらされている。

【0085】

さらに前記表面構造部は、凹凸状に形成された表面構造部が半導体層列内に延在するように形成されている。このことは、当該の表面構造部が半導体層列の少なくとも1つの層内に若しくは複数の隣接する層内に向けて延在し得ることを意味している。特に有利には、活性領域外の表面構造部も当該半導体層列内に延在し得る。

【0086】

例えば前記表面構造部は、1つの突起若しくは少なくとも1つの溝を有し得る。これらは側方において活性領域からずらされて、半導体層列の導波路層内まで侵入し得る。この表面構造部は側方において少なくとも数百nm、有利には少なくとも1ミクロメータ、特に有利には数ミクロメータ、活性領域及び/又はリッジ構造部又は台形状構造部からずらされて配置されていてもよい。

【0087】

表面構造部は例えば第1及び/又は第2の波長領域の約1/10の平均周期を有する凸部を有し、半導体層列内部に侵入する凹部が活性領域を含む半導体層列の層内に向けて有利には前記凸部から突き破られないように形成されていてもよい。前記凸部は例えばドライエッチング若しくはウエットエッチングによって形成され得る。

【0088】

さらに表面構造部は少なくとも1つのトレンチ若しくは規則的に配置された凹部を有していてもよい。前記トレンチ若しくは規則的に配置された凹部は半導体層列の層の延在方向に對して平行な延在方向を有し、さらにコヒーレントな第1の電磁ビームの放射方向と、0°以上でかつ90°以下の角度を形成し得る。

【0089】

0°の角度とは特に少なくとも1つのトレンチ若しくは規則的に配置された凹部が放射方向に對して平行に配向していることを意味しており、それに伴い活性領域の活性領域に對しても平行に配向していることを意味する。代替的若しくは付加的に第4のフィルタ素子は、少なくとも1つのトレンチを有し、その延在方向は放射方向と0°よりも大きく90°よりも小さい角度を、すなわち有利には30°以上でかつ60°以下の角度、特に有利には45°の角度を形成していてもよい。このことは、特に前記トレンチが放射方向において活性領域に近似することを意味する。

【0090】

前記トレンチ若しくは規則的に配置された凹部は、次のような深さを有し得る。すなわち当該トレンチ若しくは凹部が、導波路層を越えて200nm以内の間隔をあけるまで半

導体層列内へ延在するような深さである。さらにこの種の表面構造部は、導波路層内まで、若しくは基板に対向する側の半導体層列の表面から基板内まで延在していてもよい。

【0091】

その場合前記トレンチ又は凹部は、半導体層列の成長方向に対して平行な側面を有する断面、又は前記成長方向に対して45°の角度まで傾斜した側面を有する断面を有し得る。このことは、前記トレンチ又は凹部がU字形状またはV字形状の断面を有し得ることを意味する。傾斜した側面によって半導体層列内を伝播するインコヒーレントな第2の電磁ビームに偏向が生じ、例えば前述したような吸収性の材料を備えた層に向けられるようになり得る。さらに付加的に前記トレンチ又は凹部は、少なくとも部分的に前記吸収性の材料を備えていてもよいし、超高解像度の近視野構造材料をコーティング又は充填されていてもよい。

10

【0092】

特に有利には前述の表面構造部は対でリッジ構造部又は台形状構造部に対して対称的に配置され、リッジ又は台形状の構造部に隣接する表面上に配設されていてもよい。

【0093】

さらに複数のトレンチ若しくは規則的に配置された凹部を互いに平行に延在させて隣接するように配置してもよい。その場合複数のトレンチ若しくは規則的に配置された凹部は、第1及び第2の波長領域の平均波長に等しいかそれよりも小さい間隔、特に有利には平均波長の約1/4の間隔を有し得る。このような間隔での複数のトレンチ若しくは凹部の連続によって、当該表面構造部は一次元若しくは二次元の光学的結晶に等しい作用または類似の作用を有するようになる。

20

【0094】

半導体層列の少なくとも1つ若しくは複数の層におけるリッジ状構造部又は台形状構造部のブリッジ状の構成によって、屈折率の変化は典型的には0.001~0.01の範囲に収まる。それにより、ブリッジ状の構造部は導波路を形成し得る。それと共に半導体層列内の導波路層によって、インコヒーレントな第2の電磁ビームは当該半導体層列内部でビーム出力結合面の方向に誘導される。ここで第4のフィルタ素子によって、半導体層列の層の延在方向に平行な方向での半導体層列内部のインコヒーレントな第2の電磁ビームの広がりは、効果的に低減されるか阻止される。それにより、ビームの出力結合面の第2の部分領域からのインコヒーレントな第2の電磁ビームの伝播は低減されるようになる。

30

【0095】

前記フィルタ構造部はこれまでに説明してきた第1、第2、第3及び第4のフィルタ素子の1つだけを有していてもよい。さらに前記フィルタ構造部は、これまでに説明してきた第1、第2、第3及び第4のフィルタ素子の複数を組合せて形成されていてもよい。これにより、照射特性及び使用される材料並びに半導体層列の実施形態に関するフィルタ構造部の所望のフィルタ特性が適合できるようになる。例えばフィルタ構造部は、前述した第1のフィルタ素子の1つが半導体層列に直接配置されている構造を有し、さらに別の第1のフィルタ素子が半導体層列の一部として放射方向でみて後置接続されたケーシング窓であってもよい。さらに第1及び/又は第2及び/又は第3のフィルタ素子が例えば第4のフィルタ素子と組合されたフィルタ構造を形成するものであってもよい。

40

【0096】

本発明のさらなる利点及び有利な実施形態及び改善構成は、以下の明細書で図面1A~17に基づいて詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1A】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図

【図1B】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図

【図1B-1】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図

【図1C】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図

【図1D】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図

50

- 【図 1 E】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図
 【図 1 F】本発明によるレーザー光源の実施例を概略的に示した図
 【図 2】前記レーザー光源の放射特性を表した図
 【図 3 A】本発明によるレーザー光源のさらに別の実施例を示した図
 【図 3 B】本発明によるレーザー光源のさらに別の実施例を示した図
 【図 4】本発明によるレーザー光源のさらに別の実施例を示した図
 【図 5】本発明によるレーザー光源のさらに別の実施例を示した図
 【図 6】本発明によるレーザー光源のさらに別の実施例を示した図
 【図 7 A】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 10
 【図 7 B】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 7 C】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 7 D】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 8 A】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 20
 【図 8 B】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 9 A】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 9 B】さらなる実施例による第 1 及び第 2 のフィルタ素子の波長ないし角度依存性の透過性を表した図
 【図 10】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 11】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 12 A】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 12 B】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 13】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 14】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 30
 【図 15 A】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 15 B】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 16】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【図 17】さらなる実施例によるレーザー光源を表した図
 【実施例】
 【0098】
 以下の実施例及び図面において同じ構成要素若しくは機能の同じ構成要素には同じ符号が付されている。但し図に示されている構成要素とそれらのサイズ比は基本的には必ずしも縮尺通りに表わされているわけではない。むしろ個々の構成要素、例えば個々の層や部材、素子、領域などは分かり易くするために及び／又は理解を促すためにあえて太く若しくは大きく描写している。
 40
 【0099】
 図 1 A ~ 図 1 F には 1 つのレーザー光源に対する実施例が描写されている。以下の説明はこれらの実施例に関するものであり、特にことわりのない限り図 1 A ~ 図 1 F の全てに對して共通している。
 【0100】
 図 1 A は半導体層列 10 を伴ったレーザー光源を概略的に空間的に表している。図 1 B はこのレーザー光源を図 1 A における符号 B B の付された断面に沿って示したものである。また図 1 C は、当該レーザー光源を図 1 A における符号 C C の付された方向に沿ってみた場合の平面図である。図 1 D ~ 図 1 F には、図 1 A における符号 C C の断面に沿って見
 50

た断面図が示されている。

【0101】

図1A～図1Fでは主にここで説明するレーザー光源に基づいた考察を描写するために、フィルタ構造部5は示されていない。しかしながらこれらの図面に示されるレーザー光源においても、全般的にあるいはさらなる実施例において示されるフィルタ構造部5は有し得るものである。

【0102】

このレーザー光源は基板1を備えた半導体層列10を有している。前記基板1上にはエピタキシャル成長された複数の機能的な層4が被着されている。

【0103】

前記半導体層列10は、図示の実施例においてはGaN基板1によって形成されている。このGaN基板1上にはケイ素のドープされたAlGaN外被層41とその上の同じくケイ素のドープされたGaN導波路層42が配置されている。さらに半導体層列10はその上さらに、1～5個のGaN量子薄膜とGaNバリア層を備えた多重量子井戸構造部(MQW構造部)を備えた活性層を有している。この活性層上にはマグネシウムドープされたGaN導波路層43とマグネシウムドープされたAlGaN外被層44が被着される。さらにこの外被層44には、複数のコンタクト層、例えばマグネシウムドープされたGaN層が被着されてもよい。これに対して基板1と外被層41との間には1つ又はそれ以上の介在層が配置されていてもよい(図示せず)。半導体層列10は前述したような材料系に基づいて、紫外線から緑色まで、有利には青色までの波長領域の電磁ビームを生成するのに適している。

10

20

30

40

【0104】

前記半導体層列10は、ここで説明する窒化物ベースの半導体材料に代えてリン化物および砒化物ベースの半導体材料も有し得る。それにより例えばGaAs基板1と、さらにIIII属材料の基における約40%のAl成分を伴うAlGaaS及び/又はIIII属材料の基における約50%のIn成分を伴うInGaPからなる100nmの厚さの介在層41と、2μmの厚さのInAlp導波路層42と、約50%のIn成分及び約25%のAl成分を伴う100nmの厚さのInGaAlp/InGaP量子薄膜/バリア層MQW構造部と、2μmの厚さのInAlP導波路層43と、100nmの厚さのInGaP介在層44と、300nmの厚さのGaAsコンタクト層(図示せず)とを有し得る。この種の半導体層列10は、緑色から赤外線領域までの電磁ビームを生成するのに適しており、特に有利には赤色波長領域の電磁ビームの生成に適している。

【0105】

この場合基板1は成長基板であり得る。この基板上には複数の機能層がエピタキシャル成長される。それに対して代替的に半導体層列10は薄膜技術を用いて製造されてもよい。このことは、複数の機能層が1つの成長基板上に成長され、後に半導体層列10の基板1を形成する支持体基板上に遷移することを意味する。この場合は成長技法に応じて半導体層列10のn導電型の層か又はp導電型の層が基板1に向けられる。図1Dでは、さらに波線93によって、半導体層列10の機能層4の延在面が示されている。これは当該機能層4の成長方向に対して垂直な方向である。

【0106】

半導体層列10の電気的なコンタクト形成は、基板1の機能層4側とは反対側表面にある電極2と、基板1とは反対側の機能層4表面にある電極3とを介して行われる。電極2及び3はこの場合それぞれAg, Au, Sn, Ti, Pt, Pd, Cr, Ni及び/又はGeを含む1つ若しくは複数の層を有し得る。

【0107】

図1A、図1B、図1C～図1Fによる、基板1を貫通する電気的なコンタクト形成に代えて、電気的なコンタクト2を基板1の機能層4と同じ側に配置し、図1B-1に示されているようにしてもよい。このようなコンタクト形成手法は、とりわけ複数の機能層4が電気的に非導電性の基板1に配置されている場合に、それらを基板1側から電気的にコ

50

ンタクトさせるのに適している。

【0108】

さらに半導体層列10はビーム出力結合面12とそれに対向している裏側として形成される表面13(以下では対向表面13とも称する)を有しており、これらはそれぞれ反射性のコーティング部分を備えている(図示せず)。それによりビーム出力結合面12と裏側13は、光学的な共振器を形成する。それぞれの反射性のコーティング部分は例えればブラックミラー層列及び/又は反射性の金属層を含み得る。

【0109】

ビーム出力結合面とは異なっている半導体層列の表面に若しくは表面上方にはさらに不活性層が半導体層列の保護のために被着されていてもよい(図示せず)。

10

【0110】

外被層44は図示の実施例においては、部分的にブリッジ形状に被着され、いわゆる一般部材として説明されるようなリッジ構造部若しくはブリッジ構造部11を形成する。図示のリッジ構造部11に対しては代替的に又は付加的に、半導体層列10は、拡幅されたリッジ部分を有する台形状の構造部も有し得る。図1Dではリッジ構造部11の縁部が波線92によって強調されている。

【0111】

リッジ構造部11によって、活性層40内ではコヒーレントな第1の電磁ビーム51の形成が横波の基本モードで可能となる。それに引き替え不所望なさらなるレーザーモードは抑圧される。これにより、活性層40はとりわけリッジ構造部11の幅によって定められる活性領域45を有するようになる。この活性領域45は図示の実施例においては活性層40内で斜線によって強調されている。この活性領域45は、この場合ビーム出力結合面12と裏側の対向表面13によって形成される共振器の中で、活性層40全長に亘って延在している。活性領域45内では半導体層列10は作動中において誘導放出によってコヒーレントな第1の電磁ビーム51が生成される。この第1の電磁ビーム51はビーム出力結合面12の第1の部分領域121を介して放出され得る。共振器構造部と導波路層42, 43と、誘導放出の基礎として公知の機構とによって、コヒーレントな第1の電磁ビーム51が放射方向90に沿って通常のビーム束若しくは先太のビーム束として放射される。

20

【0112】

さらに作動中は半導体層列10はコヒーレントな第1の電磁ビーム51の他にインコヒーレントな第2の電磁ビーム52も生成する。このインコヒーレントな第2の電磁ビームは活性領域45内の自然発生的な放射によって生成されるが、例えは活性領域45外の活性層40内の作動中に漏れ電流の存在し得る周縁領域においても生成され得る。さらに前記自然発生的な放出は、活性領域からの光学的なポンピングによっても励起され得るし、あるいはでこぼこした層縁部における電磁ビームの散乱によっても励起され得る。全般的に説明したように、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52は、等方的に生成される。導波路層42, 43によってインコヒーレントな第2の電磁ビーム52もビーム出力結合面12の第1の部分領域121に誘導され、この第1の部分領域121から放射される。その他にもインコヒーレントな第2の電磁ビームはビーム出力結合面12のさらなる部分領域に向けて例えは半導体層列10内の散乱によって偏向され、そこから放出され得る。それにより、第1の部分領域121以外のビーム出力結合面12を介してインコヒーレントな第2の電磁ビーム52が第2の部分領域122を介して放射される。この第2の部分領域122は、ビーム出力結合面12における半導体層列10の活性領域45には接していない領域を含んでいる。このことは図1Eと図1Fに示されている。この場合図1Eにおいてはビーム出力結合面12の一部を形成し、さらに第2の部分領域122を形成している透過的な基板1表面からのインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の典型的な放射が描写されている。基板1の表面を介したインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の放射は、半導体層列10内の屈折率の経過特性と基板1の透過性によって促進され得る。

40

【0113】

50

インコヒーレントな第2の電磁ビーム52はこの場合図1Eにおいて強調されているようにワイドな角度範囲で放射される。以下の明細書では、電磁ビームに対するビーム出力結合面12からの放射角度を、図1Dで示しているように放射方向90との間で形成される角度91、すなわち「放射方向90に対する角度91」として定義する。

【0114】

コヒーレントな第1の電磁ビーム51はこの場合第1の強度(光強度)を有しており、この第1の強度は半導体層列10への通電に応じてインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の第2の強度(光強度)の約2倍から数百倍までの大きさで表される。

【0115】

図2には全般的に及びさらなる実施例において説明するフィルタ構造部5なしでの図1A～図1Fによるレーザー光源に対する放射特性80が描写されている。この場合横軸には、図1Dによる実施例での図1Aに示した断面DDにおける放射角度がプロットされている。また縦軸にはレーザー光源から放射された電磁ビームの強度に対する値が任意の単位で示されている。0°近辺のピークはこの場合実質的にコヒーレントな第1の電磁ビーム51のガウスビームプロファイルに相応するか若しくは少なくともそれに類似している。符号81で表されている約-20°かそれよりも小さい角度91に対する領域においては、コヒーレントな第1の電磁ビーム51のビームプロファイルを著しく悪化させるインコヒーレントな第2の電磁ビーム52が付加的に測定される。この場合放射特性80は公知のレーザー構成素子の典型的な放射特性に相応する。

10

【0116】

インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の不所望な出力結合ないし放出は、レーザー光源の垂直方向並びに水平方向での遠視野において副次的なピークを生じさせ、これはビーム品質の著しい悪化として表われ、例えば照射系、データメモリ、印刷系での利用において知覚され得るような支障をきたす。

20

【0117】

全般的に及び以下の明細書で説明するフィルタ構造部5によって、ここで説明しているレーザー光源の放射特性は著しくかつ有意に改善され得る。以下の実施例の説明では、図1A～図1Fによるレーザー光源の拡張及び/又は変調に絞る。以下の実施例においては特に断りなしでは、純粹な一例として、コヒーレントな第1の電磁ビームとインコヒーレントな第2の電磁ビームは約450nmの平均波長を有する第1ないし第2の波長領域を備えたものとみなす。それによりこのコヒーレントな第1の電磁ビームとインコヒーレントな第2の電磁ビームは、以下の実施例においては純粹な一例としてそれぞれ青色の波長領域を有するものとみなされる。

30

【0118】

図3Aには、フィルタ構造部5を備えたレーザー光源の1実施例が示されている。この場合フィルタ構造部5は第1のフィルタ素子6を有しており、この第1のフィルタ素子6はビーム出力結合面12全体に亘って大規模に直接被着されており、特に図1Fによれば第1及び第2の部分領域121, 122に直接被着されている。

30

【0119】

この場合第1のフィルタ素子6は、2つの窒化ケイ素層の間にアンチモンを含有する層を有した積層部分を有している。全般的に説明したようにこの種の積層部分は、電磁ビームに対して温度依存性の透過性を有している。なぜなら温度依存性の原子レベル及び/又は分子レベルの近距離秩序を用いてほぼ表面プラズモンの共鳴を介すことにより、第1のフィルタ素子の限界温度以下でかつ電磁ビームの限界強度以下の電磁ビームは非透過性であり得るからである。その場合第1のフィルタ素子6は次のように形成される。すなわちインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の第2の強度が第1のフィルタ素子6を限界温度以下の温度までしか加熱できないからである。それ故に図3Aにおいて強調されているようにインコヒーレントな第2の電磁ビーム52は、第1のフィルタ素子6によって伝送されない。しかしながらコヒーレントな第1の電磁ビーム51の第1の強度は、第1のフィルタ素子6を第1の部分領域121に亘るフィルタ領域において限界温度を超える温度

40

50

まで加熱するのに十分である。それにより第1のフィルタ素子6はこのフィルタ領域内においてのみ透過的となるため、インコヒーレントな第2の電磁ビームをレーザー光源の第2の部分領域から放射方向に放射させることなく、コヒーレントな第1の電磁ビーム51だけをレーザー光源から照射させるようになる。

【0120】

この第1のフィルタ素子6は、代替的若しくは付加的に、飽和可能な半導体材料を有していてもよい。この飽和可能な半導体材料は全般的な説明でも述べたように電磁ビームに対して強度依存性の透過性を有するものである。

【0121】

図3Bには、フィルタ構造部5を備えたレーザー光源が示されている。このフィルタ構造部5は波長変換材料を備えた第1のフィルタ素子6を有している。この場合の波長変換材料はインコヒーレントな第2の電磁ビーム52を第3の波長領域53を有する電磁ビームに変換する。この第3の波長領域53は、赤色の波長領域を含んでいる。このような波長変換材料を備えた第1のフィルタ素子は、強度依存性の飽和特性を有しており、そのためコヒーレントな第1の電磁ビーム51は僅かな変換損失のみで第1のフィルタ素子6を透過し得る。

【0122】

フィルタ構造部5はさらに第3のフィルタ素子8を有しており、この第3のフィルタ素子8は、別個の素子として放射方向でみて第1のフィルタ素子6の後方に配置されている。この素子は赤色光のためのカラーフィルタを含んでいる。この赤色光用のカラーフィルタは、図示の実施例では赤色の波長領域において非透過的となる吸収性フィルタである。それにより、青色のコヒーレントな第1の電磁ビーム51は第3のフィルタ素子8を通って伝送されるが、赤色波長領域の第3の波長領域53を有するインコヒーレントな第2の電磁ビームは第3のフィルタ素子8によって吸収され、もはやレーザー光源から放射されることはない。これによりインコヒーレントな第2の電磁ビームの吸収は低減され得る。

【0123】

図4にはフィルタ構造部5を備えたレーザー光源のさらに別の実施例が示されている。ここでのフィルタ構造部5は、第2の部分領域122の一部を形成している基板1表面に第1のフィルタ素子6を有している。この第1のフィルタ素子6は、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52に対して非透過的な特性と珪素を含んだ吸収層を有している。これによりビーム出力結合面12によって包囲されるその表面によるインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の吸収が妨げられ得る。

【0124】

付加的にフィルタ構造部5はビーム出力結合面12の対向側の基板表面に第2のフィルタ素子7を有しており、この第2のフィルタ素子7は第1のフィルタ素子6のように形成されている。さらに付加的にフィルタ構造部5は他の全ての基板表面において、半導体層列10(図1D参照)の層の延在面93に対して垂直方向にさらにこの種のさらなるフィルタ素子を有していてもよい。それによりさらに付加的に、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の当該表面からの放射が可否されるようになる。

【0125】

図5には、フィルタ構造部5を備えたレーザー光源のさらに別の実施例が示されており、このフィルタ構造部5はこれまでの実施例とは異なって、孔部絞りとして形成された第1のフィルタ素子6を有している。この第1のフィルタ素子6は、半導体層列10のビーム出力結合面12に直接被着されており、さらに非透過性の材料も含んでいる。特に図示の実施例において非透過性の材料とは、クロム、アルミニウム、チタンのような金属である。

【0126】

第1のフィルタ素子6は開口部を有しており、この開口部はビーム出力結合面12の第1の部分領域122の上に配置されている。そのため、コヒーレントな第1の電磁ビーム51は、半導体層列10から放射可能である。インコヒーレントな第2の電磁ビーム52

10

20

30

40

50

の放射が可能な第2の部分領域122全体は非透過性の材料によって覆われる。それにより、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の放射方向への放射は、大幅に最小化される。

【0127】

孔部絞りとして形成された第1のフィルタ素子6は、マスクによる金属層の蒸着によって被着される。そのため開口部は第1の部分領域121の上方に設けられている。それに對して代替的に孔部絞りは大規模な金属層の被着とそれに続く非透過性材料の光熱的蒸着によって製造されてもよい。特にこの場合には、全般的な説明で述べたように半導体層列10自体のコヒーレントな第1の電磁ビーム51が用いられてもよい。

【0128】

さらに図示の実施例のように開口部を備えた孔部絞りに対して付加的に第1のフィルタ素子6は、第1の部分領域121上方に透過性の金属酸化物層、金属窒化物層、又は酸窒化物層を有しており、これは全般部分で説明したように、事前に被着された大規模の眷属層が製造可能である。

【0129】

図6にはレーザー光源のさらに別の実施例が示されており、この実施例はビーム出力結合面12に第1のフィルタ素子6を有し、ビーム出力結合面12に対向する側の半導体層列10の表面、すなわち裏側に第2のフィルタ素子7を有している。これらのフィルタ素子6及び7はここではそれぞれプラグミラーの形態で波長依存性及び角度依存性の透過性を備えたフィルタ素子として実現されている。特にこのフィルタ構造部5は、図示の実施例では半導体層列10の光学的共振器の一部として構成されている。

【0130】

その場合第1のフィルタ素子6はインコヒーレントな第2の電磁ビームに対して高い反射性を有している。このインコヒーレントな第2の電磁ビーム52は、ビーム出力結合面12から限界角度よりも大きな角度91で放射される。それに対して第2のフィルタ素子7はインコヒーレントな第2の電磁ビーム52に対して低い反射性を有しており、これは限界角度よりもおおきな角度で半導体層列10を通って裏側13に入射する。プラグミラーに対して付加的若しくは代替的に第1のフィルタ素子6がエタロンを有していてもよい。

【0131】

図7Aから図9Bにおいては適切なプラグミラーとして実現された第1及び第2のフィルタ素子6,7に対する実施例が示されている。これらの第1及び第2のフィルタ素子6,7に対して示されている構成の全ては、第1ないし第2の波長領域に対して平均波長450nm近辺で最適化されたあくまでも例示的なものに過ぎない。コヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長は、図7A,図7C、図8A、図9Aにおいては符号51の付された垂直方向のラインで表されている。図7A,図7C、図8A、図9Aにおいて示されている波長依存性の透過性61ないし反射性62は、照射角度0度に、つまり図1Dの放射方向に相当するものである。この場合水平方向の横軸には、波長がnm単位でプロットされており、垂直方向の縦軸には、透過性ないし反射性が任意の単位で標準化されてプロットされている。図7B、図7D、図8B及び図9Bは、角度依存性の透過性61ないし反射性62がそれらの波長の上で示されている。この場合それぞれの極座標において角度依存性の透過性61及び反射性62が任意に標準化された単位で放射型座標としてプロットされ、また照射角度91は-90°～+90°の角度座標としてプロットされている。

【0132】

図7A及び図7Bは20の層対を備えたプラグミラーを有し得射る第1のフィルタ素子6に関するものである。この場合1つの層対には屈折率 $n_1 = 1.8$ で厚さ $D/4n_1$ の第1の層と、屈折率 $n_1 = 2.1$ で厚さ $D/4n_2$ の第2の層が含まれており、その場合 $D = 487\text{nm}$ でこれはいわゆる設計波長である。1つの層対の第1の層と第2の層は、当該の実施例のみならずその他の実施例においても全般的に説明したように複数の材

10

20

30

40

50

料若しくは材料の組み合わせから形成されてもよい。それらは相応の屈折率を有している。

【0133】

このように実施されるプラッグミラーは、放射方向において、つまりコヒーレントな第1のビームの450nmの平均波長（中心波長）に対して0°の照射角度の際には46%の反射性を有する。このプラッグミラーは約30°の限界角度を超えると、その反射性は95%を上回る。そのため特に限界角度以上の角度91のもとでビーム出力結合面12から放射されるインコヒーレントな第2の電磁ビームは、第1のフィルタ素子6によって伝送されない。これと同じことはマイナス側の負の限界角度を下回る角度に対しても当てはまる。

10

【0134】

その際第1のフィルタ素子6は次のように構成される。すなわちコヒーレントな第1の電磁ビーム51の第1の波長領域が、反射性62の大域的な主要最大値の短波側における局所的な第1の極大値に相当するように構成される。反射性62は放射方向で見て、コヒーレントな第1の電磁ビーム51を中心として+ - 約5nmの範囲の波長に対して少なくなるので、活性領域45においてはコヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長は有利に変動し、それに伴って第1のフィルタ素子6はコヒーレントな第1の電磁ビーム51の波長安定化も可能にする。

20

【0135】

図7C及び図7Dは第2のフィルタ素子7に関するもので、これは図7A及び図7Bによる第1のフィルタ素子6の層構造に相当しており、この場合は第2のフィルタ素子7に対して設計波長 $\lambda_D = 429\text{nm}$ が選択されている。それにより第2のフィルタ素子7は約5%の僅かな伝送性61を有し、ないしは放射方向に並行にコヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長に対して約95%の高い反射性62を有している。約20°の限界角度よりも大きい角度91か、ないしは約-20°よりもさらに小さい角度91に対しては、第2のフィルタ素子7は高い伝送性ないし透過性61を有する。それによりインコヒーレントな第2の電磁ビーム52（これはとりわけこの種の角度のもとでは半導体層列の裏側13へ入射する）は、第2のフィルタ素子7によって伝送され、半導体層列10から離れてゆき、それに伴ってもはやビーム出力結合面を介して放射方向には照射されない。

30

【0136】

この場合第2のフィルタ素子7のためのプラッグミラーは、次のように形成される。すなわちコヒーレントな第1の電磁ビーム51の第1の波長領域が、反射性62の大域的な主要最大値の長波側縁部近傍に存在するように形成され、特に大域的な主要最大値によってカバーされる長波側の30%の範囲内に形成される。

40

【0137】

放射方向に対して平行に、すなわち0°の角度のもとで、第2のフィルタ素子7の反射性62が、コヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長よりも大きな波長に対しては少なくなり、コヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長よりも小さい波長に対しては、平均波長における反射性にほぼ同じであることによって、第2のフィルタ素子7によってもコヒーレントな第1の電磁ビーム51の波長安定化が可能となる。

【0138】

それにより、図7A～図7Dによるフィルタ素子6, 7によって形成されるフィルタ構造部5は、ビーム出力結合面12を介して照射されるインコヒーレントな第2の電磁ビーム52を低減させると同時に、コヒーレントな第1の電磁ビーム51の第1の波長領域の波長安定化も図っている。この波長の安定化はレーザー光源の演色性も向上させ、複数のレーザー光源の色調整も容易になる。

50

【0139】

図7C及び図7Dに基づいて説明してきた第2のフィルタ素子7に対して代替的に、この第2のフィルタ素子7が、例えば1.5と2.1の屈折率を交互に備えた8つの層対を有するものであってもよい。それにより、反射性62と透過性61の類似の波長依存性と

角度依存性が達成できる。さらにプラッグミラーの積層構造も前述したような2つの層を備えた層対に代えて、例えば屈折率のそれぞれ異なる3つ以上の層を備えた多層型の積層構造であってもよい。

【0140】

図8Aと図8Bはプラッグミラーを備えたさらに別の第1のフィルタ素子6に関するものである。層対の数及び/又は層対における層間の屈折率の差を変更することによって、透過性61と反射性62の波長依存性と角度依存性のさらなる整合調整が可能になる。図8A及び図8Bによる透過性61と反射性62を備えたプラッグミラーは1.5と2.1の屈折率を備えた約20の層対を有しており、これによって限界角度は約15°まで低減させることができる。そのためインコヒーレントな第2の電磁ビーム52は限界角度よりも大きな角度のもとでは90%以上が反射を被る。それにより、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52は広い角度範囲に亘ってビーム出力結合面12から放射されなくなる。

10

【0141】

図9Aと図9Bは、15の層対を有し、層対の第1層と第2層の屈折率が1.5と2.1であるプラッグミラーを備えたさらに別の第1のフィルタ素子6に関するものである。この場合は層の厚さに対して505.4nmの設計波長が選択されている。このように設計されたプラッグミラーは放射方向においてコヒーレントな第1の電磁ビーム51の平均波長に対しほぼ100%の透過性を有する。一方、放射方向からずれている照射角度91に対する透過性と、平均波長からずれている波長に対する透過性については急速に低下し、それに応じて反射性62が増加する。特に透過性61の大域的な最大値の短波側における局所的な第1の極大値はコヒーレントな第1の電磁ビーム51の第1の波長領域に相当している。

20

【0142】

図9Aと図9Bによるプラッグミラーは、特に半導体層列10に対して別個に設けられている第1のフィルタ素子6に対して適している。例えば図10に示されているように半導体層列10が設けられているケーシング99の非反射性窓である。この場合フィルタ構造部5は図示の実施例のように第1のフィルタ素子6がケーシング窓として含まれているだけである。それに対して代替的若しくは付加的にフィルタ構造部5は先の実施例のようにさらに第1第2及び第3のフィルタ素子6, 7, 8を別個に被着された構成素子若しくは層として、又は半導体層列10に直接被着された構成素子若しくは層として有していてもよい。

30

【0143】

図11にはケーシング99のケーシング窓として実施されたフィルタ構造部5が放射方向90に対して傾いた第1のフィルタ素子6を有している。このような10°以下の角度の傾斜は、第1のフィルタ素子6によって反射された電磁ビームが半導体層列10内へフィードバックされるのを防いでいる。これによりコヒーレントな第1の電磁ビーム51の放射の安定性が高められる。

30

【0144】

これまでに説明してきたフィルタ構造部5のフィルタ素子に対してはさらに代替的若しくは付加的に、以下の実施例による第4のフィルタ素子9が設けられてもよい。

40

【0145】

図12A及び12Bには、図1Cに平面図で及び図1Bに断面図で示されているレーザー個々源に対する実施例が示されている。ここでのフィルタ構造部5はリッジ構造部11に対して平行に延在する2つのトレンチの形態で表面構造部を第4のフィルタ素子9として有している。この場合この表面構造部は、基板1とは反対側の半導体層列10表面14において、側方ないし横方向にずらされて活性領域45に被着されている。これらのトレンチは約1μm~4μmだけリッジ構造部11から離間されて配置されており、さらに機能層4を貫通して基板1まで達している。それにより機能層の延在面の方向でインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の活性領域から半導体層列10側面までの導波が阻止され

50

ている。特にトレンチの面は、非透過性の吸収材料、例えば前述したようなクロム及び／又はゲルマニウムなどを用いてコーティングしてもよいし、吸収性の非透過性材料で充填してもよい。

【0146】

図示の実施例のトレンチは、半導体層列10のほぼ全長に亘って延在している。代替的にこれらのトレンチは半導体層列10のただ1つの部分領域のみを延在していてもよい。

【0147】

図示の実施例においてはこれらのトレンチの側面が半導体層列の延在方向に対して垂直に形成される。さらにこれらのトレンチの側面は傾斜していてもよいし、半導体層列10の成長方向で0°以上45°未満の角度を含み得る。それと共にこれらのトレンチはU字形状若しくはV字形状の断面を有していてもよいし、それらの組み合わされた断面を有していてもよい。傾斜した側面によって、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の少なくとも一部は、導体層列10の延在面に沿って拡幅している活性層40から基板1方向へ反射可能である。この種の傾斜したトレンチとの接続において図16ないし17記載の実施例による吸収層若しくは凹凸のある層は、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の半導体層列10内へのさらなる伝播とビーム出力結合面12を介した放射方向への放射が阻止されるか若しくは少なくとも低減される。さらに基板1は非透過性の少なくとも部分的に吸収性に実現され得る。

10

【0148】

前記トレンチは例えばエッチング処理によって形成されてもよい。活性領域の性能劣化をできるだけ回避するために、図示の実施例に対して代替的に、有利には、導波路層42と43の間で導波がもはや不可能になる程度の深さまでしかエッチングしない。但し活性層40はできるだけ貫通しないようなエッチング処理を施してもよい。

20

【0149】

図13にはフィルタ構造部5を備えたレーザー光源が示されており、これは第4のフィルタ素子9として複数の規則的かつリッジ構造部11に平行に延在する凹部の配置構成を先行する実施例によるトレンチの代わりに備えている。

30

【0150】

この場合凹部は、インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の第2の波長領域と等しいかそれよりも小さい相互間隔と直径を有している。それにより第4のフィルタ素子9は半導体層列10の延在面に沿ってフォトニック結晶として作用し得る。第4のフィルタ素子9の凹部は図示の実施例では四角形状の断面を有している。代替的若しくは付加的にこの凹部は例えば円形状、楕円形状、矩形状、六角形状の断面を有するものであってもよい。さらにこの凹部は傾きを持った側面を有し、その断面に関して半導体層列10の内方へ向けて縮小していてもよい。代替的若しくは付加的に第4のフィルタ素子9は複数のトレンチを有していてもよい。

【0151】

図14による実施例では、フィルタ構造部5が放射方向90に対して約45°の角度で延在するトレンチ形態の第4のフィルタ素子9を有している。このトレンチのエッジも半導体層列10の成長方向に向かって0°～45°の角度を有しており、例えば非透過性の吸収材料でもってコーティングされていてもよい。リッジ構造部11との間隔は少なくとも4μmである。図14に示されている第4のフィルタ素子9によって、ビーム出力結合面からのインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の出力結合は効果的に低減される。

40

【0152】

図15Aと15Bにも第4のフィルタ素子9が示されており、この素子の表面構造は表面14の粗面形態である。この粗面構造部はこの場合インコヒーレントな第2の電磁ビーム52の第2の波長領域の平均波長の約1/10の平均周期を有している。この粗面処理はリッジ構造部11に直接接するまで行うのではなく、リッジ構造部11から数μm離した所までである。ウェットエッチング若しくはドライエッチング処理によって製作可能である粗面構造部は、この場合活性領域の減損を回避するために活性層40を貫通エッチ

50

ングすることなく上方の導波路層43まで達する。全般的な説明で述べてきたようにこの種の第4のフィルタ素子9によれば、半導体層列10の延在面に沿った方向へのインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の拡張が低減されるか若しくは阻止される。

【0153】

図12A～図15Bに示された第4のフィルタ素子9は、代替的若しくは付加的に活性領域に対向する側の基板1表面か若しくは外被層41に配置されていてもよい。

【0154】

図16及び図17には第4のフィルタ素子9に対するさらなる実施例が示されている。それらは半導体層列10の複数の層の境界面に粗面構造部及び／又は非透過性材料を備えた層を有している。

10

【0155】

図16の例では、基板1と下方の電極2の間に、Cr及び／又はTiを含んだ非透過性の層を備えた第4のフィルタ素子9が示されている。代替的若しくは付加的に電極2にそのような層を含ませることによって非透過性を実現してもよい。さらに代替的若しくは付加的に第4のフィルタ素子9において電極2表面側及び／又は基板1表面側における粗面処理を施していくてもよい。

【0156】

図17では外被層41と導波路層42の間に非透過性の層が第4のフィルタ素子9として示されている。それに対してこの第4のフィルタ素子9の非透過性層はインコヒーレントな第2の電磁ビーム52に対する吸収性の半導体材料を有している。

20

【0157】

前記図16及び図17に単なる一例として示されている第4のフィルタ素子9は特に半導体層列10内でのインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の広がりを低減させるのに適していると共に、ビーム出力結合面12からの放射方向へのインコヒーレントな第2の電磁ビーム52の放射を低減若しくは回避するのに適している。

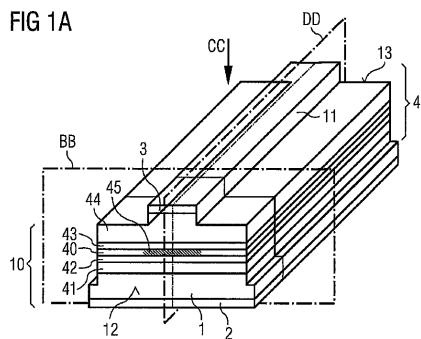
【0158】

本発明は前述のように複数の実施例に基づいて説明してきたが、これらの実施例に限定されるものではない。それどころか本発明はあらゆる新規な特徴やそれらのあらゆる組み合わせも含むものである。これはたとえこれらの特徴又はそれらの組み合わせ自体が特許請求の範囲や明細書の実施例に詳細に示されていなくとも、それらの種々の特徴の組み合わせは、特許請求の範囲には含まれていることを意味する。

30

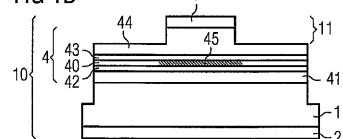
【図 1 A】

FIG 1A



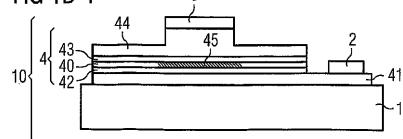
【図 1 B】

FIG 1B

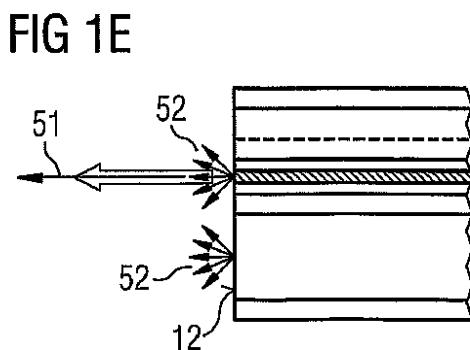


【図 1 B - 1】

FIG 1B-1

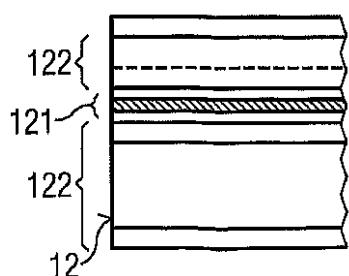


【図 1 E】



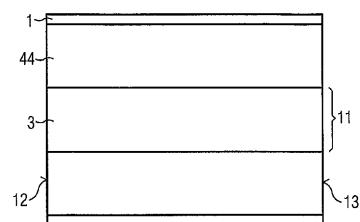
【図 1 F】

FIG 1F



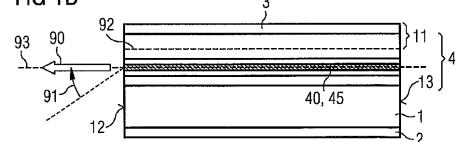
【図 1 C】

FIG 1C



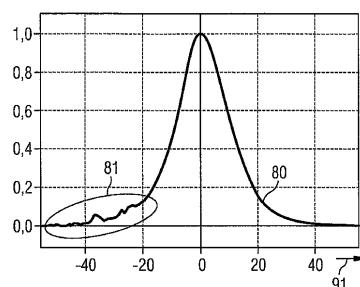
【図 1 D】

FIG 1D



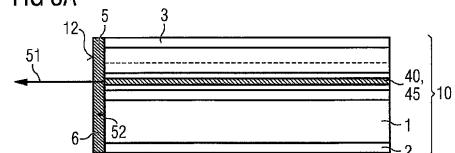
【図 2】

FIG 2



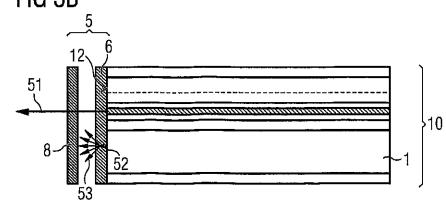
【図 3 A】

FIG 3A



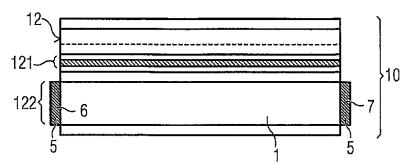
【図 3 B】

FIG 3B



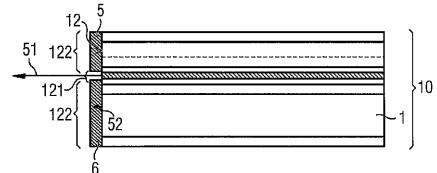
【図4】

FIG 4



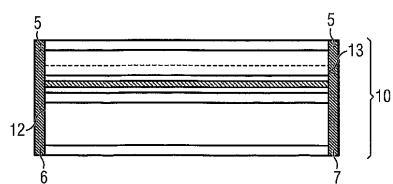
【図5】

FIG 5



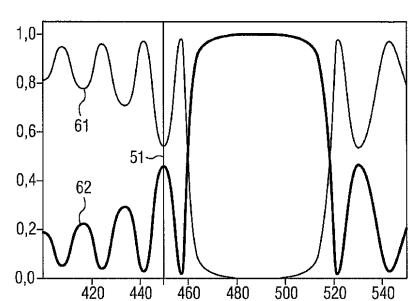
【図6】

FIG 6



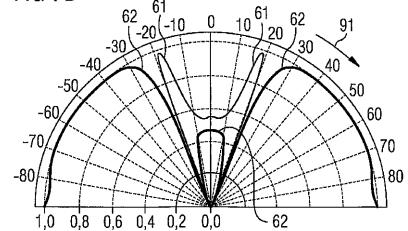
【図7A】

FIG 7A



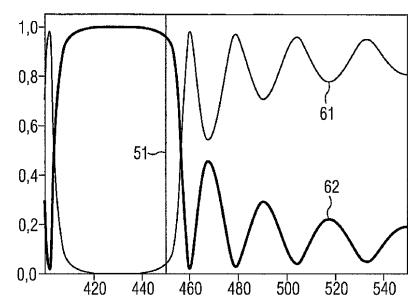
【図7B】

FIG 7B



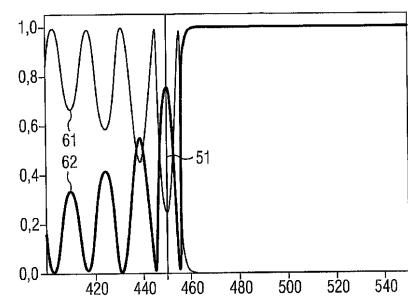
【図7C】

FIG 7C



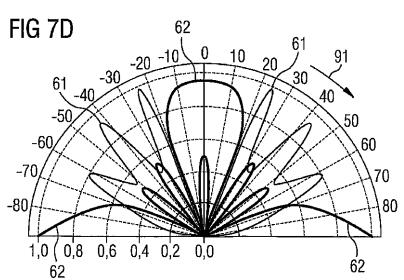
【図8A】

FIG 8A



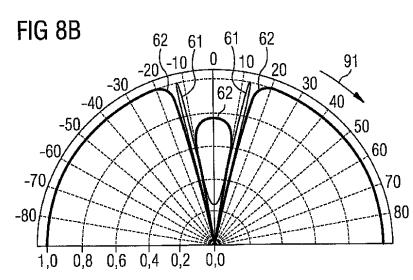
【図7D】

FIG 7D



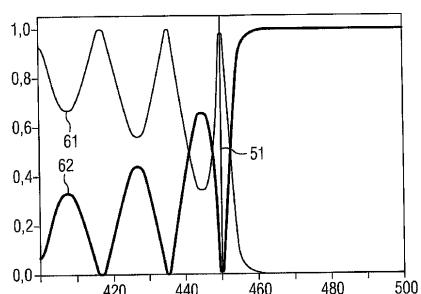
【図8B】

FIG 8B



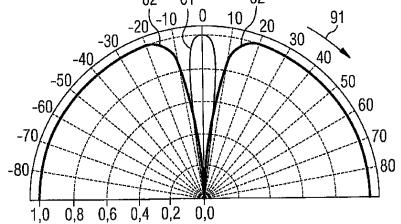
【図 9 A】

FIG 9A



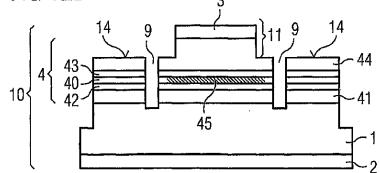
【図 9 B】

FIG 9B



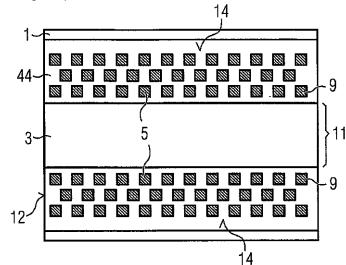
【図 1 2 B】

FIG 12B



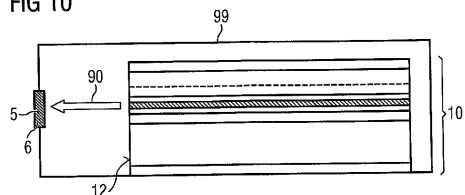
【図 1 3】

FIG 13



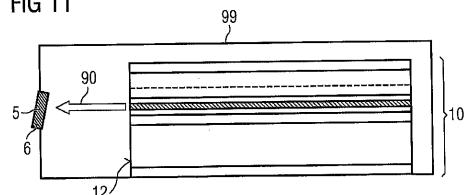
【図 1 0】

FIG 10



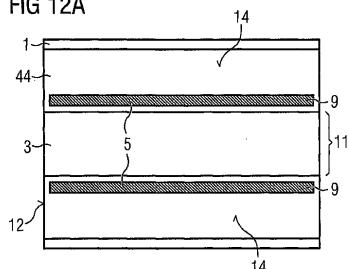
【図 1 1】

FIG 11



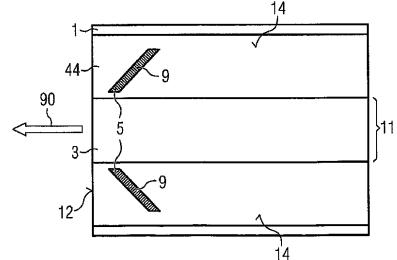
【図 1 2 A】

FIG 12A



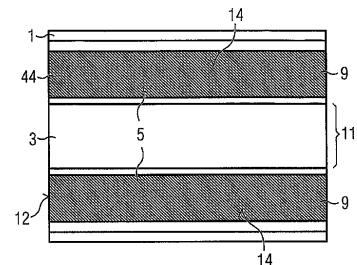
【図 1 4】

FIG 14



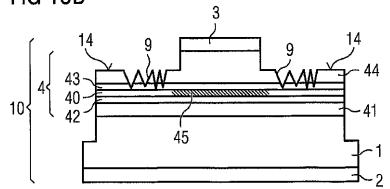
【図 1 5 A】

FIG 15A



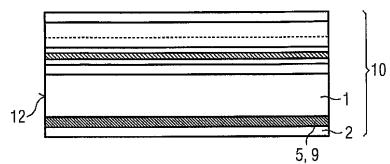
【図 15B】

FIG 15B



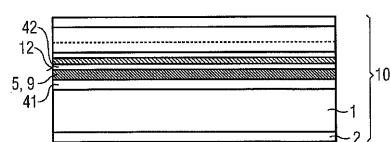
【図 16】

FIG 16



【図 17】

FIG 17



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/DE2008/002127
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01S5/028 H01S5/22		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	STREIFER W ET AL: "REDUCTION OF GAAS DIODE LASER SPONTANEOUS EMISSION" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 37, no. 1, 1 July 1980 (1980-07-01), pages 10-12, XP000706305 ISSN: 0003-6951 the whole document	1,42
X	KERPS: "Suppression of side lobes in the far field of AlGaAs stripe lasers by a Te facet coating" APPLIED OPTICS, 1979, XP001649494 the whole document	1,42
		-/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the international filing date		
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention		
X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone		
Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.		
Z document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
8 Mai 2009	10/06/2009	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lendroit, Stéphane	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2008/002127

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/286583 A1 (GUENTER JAMES K [US] ET AL) 29 December 2005 (2005-12-29) abstract figures 1,8 paragraphs [0065], [0068] & WO 2006/074011 A (FINISAR CORP [US]; GUENTER JAMES K [US]; TATUM JIMMY A [US]; BIARD JAM) 13 July 2006 (2006-07-13) -----	1
X	US 2004/213315 A1 (KUME MASAHIRO [JP] ET AL) 28 October 2004 (2004-10-28) abstract; figure 6 paragraph [0105] -----	1
X	US 2007/278475 A1 (KODA RINTARO [JP] ET AL) 6 December 2007 (2007-12-06) figure 5 paragraph [0051] -----	1
X	EP 1 508 946 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 23 February 2005 (2005-02-23) figure 5 -----	1
X	US 2003/165170 A1 (HATAKOSHI GENICHI [JP] ET AL) 4 September 2003 (2003-09-04) paragraphs [0051], [0052]; figure 1a -----	1
X	US 2005/040410 A1 (LEDENTSOV NIKOLAI [DE] ET AL) 24 February 2005 (2005-02-24) abstract; figure 5 paragraph [0128] -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2008/002127

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2005286583	A1	29-12-2005	CN	101048921 A	03-10-2007	
			EP	1766738 A2	28-03-2007	
			US	2005286584 A1	29-12-2005	
			US	2005286594 A1	29-12-2005	
			US	2005286585 A1	29-12-2005	
			US	2005286586 A1	29-12-2005	
			US	2005286595 A1	29-12-2005	
			US	2005286589 A1	29-12-2005	
			US	2006011938 A1	19-01-2006	
			US	2005286593 A1	29-12-2005	
			WO	2006004606 A2	12-01-2006	
WO 2006074011	A	13-07-2006	EP	1831975 A2	12-09-2007	
US 2004213315	A1	28-10-2004		NONE		
US 2007278475	A1	06-12-2007	JP	2007324313 A	13-12-2007	
EP 1508946	A	23-02-2005	CN	1585216 A	23-02-2005	
			JP	2005064481 A	10-03-2005	
			KR	20050019485 A	03-03-2005	
			US	2005041715 A1	24-02-2005	
US 2003165170	A1	04-09-2003		NONE		
US 2005040410	A1	24-02-2005		NONE		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002127

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S5/028 H01S5/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräststoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestpräststoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	STREIFER W ET AL: "REDUCTION OF GAAS DIODE LASER SPONTANEOUS EMISSION" APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, Bd. 37, Nr. 1, 1. Juli 1980 (1980-07-01), Seiten 10-12, XP000706305 ISSN: 0003-6951 das ganze Dokument	1,42
X	KERPS: "Suppression of side lobes in the far field of AlGaAs stripe lasers by a Te facet coating" APPLIED OPTICS, 1979, XP001649494 das ganze Dokument	1,42

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* Alters Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *V* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendeadatum des internationalen Recherchenberichts
8. Mai 2009	10/06/2009
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Lendroit, Stéphane

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002127

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		Betr. Anspruch Nr.
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	
X	US 2005/286583 A1 (GUENTER JAMES K [US] ET AL) 29. Dezember 2005 (2005-12-29) Zusammenfassung Abbildungen 1,8 Absätze [0065], [0068] & WO 2006/074011 A (FINISAR CORP [US]; GUENTER JAMES K [US]; TATUM JIMMY A [US]; BIARD JAM) 13. Juli 2006 (2006-07-13) -----	1
X	US 2004/213315 A1 (KUME MASAHIRO [JP] ET AL) 28. Oktober 2004 (2004-10-28) Zusammenfassung; Abbildung 6 Absatz [0105] -----	1
X	US 2007/278475 A1 (KODA RINTARO [JP] ET AL) 6. Dezember 2007 (2007-12-06) Abbildung 5 Absatz [0051] -----	1
X	EP 1 508 946 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) Abbildung 5 -----	1
X	US 2003/165170 A1 (HATAKOSHI GENICHI [JP] ET AL) 4. September 2003 (2003-09-04) Absätze [0051], [0052]; Abbildung 1a -----	1
X	US 2005/040410 A1 (LEDENTSOV NIKOLAI [DE] ET AL) 24. Februar 2005 (2005-02-24) Zusammenfassung; Abbildung 5 Absatz [0128] -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2008/002127

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2005286583	A1	29-12-2005	CN	101048921 A	03-10-2007	
			EP	1766738 A2	28-03-2007	
			US	2005286584 A1	29-12-2005	
			US	2005286594 A1	29-12-2005	
			US	2005286585 A1	29-12-2005	
			US	2005286586 A1	29-12-2005	
			US	2005286595 A1	29-12-2005	
			US	2005286589 A1	29-12-2005	
			US	2006011938 A1	19-01-2006	
			US	2005286593 A1	29-12-2005	
			WO	2006004606 A2	12-01-2006	
WO 2006074011	A	13-07-2006	EP	1831975 A2	12-09-2007	
US 2004213315	A1	28-10-2004	KEINE			
US 2007278475	A1	06-12-2007	JP	2007324313 A	13-12-2007	
EP 1508946	A	23-02-2005	CN	1585216 A	23-02-2005	
			JP	2005064481 A	10-03-2005	
			KR	20050019485 A	03-03-2005	
			US	2005041715 A1	24-02-2005	
US 2003165170	A1	04-09-2003	KEINE			
US 2005040410	A1	24-02-2005	KEINE			

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T
R),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,
BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,K
M,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO
,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100099483

弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100110593

弁理士 杉本 博司

(74)代理人 100112793

弁理士 高橋 佳大

(74)代理人 100128679

弁理士 星 公弘

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト

(72)発明者 アルフレート レル

ドイツ連邦共和国 マックスヒュッテ - ハイトホーフ フィルヒョウシュトラーセ 19

(72)発明者 クリストフ アイヒラー

ドイツ連邦共和国 テーゲルンハイム リヒャルト - ヴァーグナー - シュトラーセ 2

(72)発明者 ヴォルフガング シュミート

ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク ケラーヴェーク 5

(72)発明者 ゼンケ タウツ

ドイツ連邦共和国 テーゲルンハイム フクセンギャング 2

(72)発明者 ヴォルフガング ライル

ドイツ連邦共和国 ペントリンク シュールシュトラーセ 12

(72)発明者 ディミトリ ディーニ

ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク ベッカーガッセ 21

F ターム(参考) 5F173 AA08 AB50 AB90 AG12 AH02 AH08 AH22 AL04 AL05 AL13

AL14 AL16 AL19 AL21 AP32 AP33 AR01 AR52