

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-160130

(P2008-160130A)

(43) 公開日 平成20年7月10日(2008.7.10)

(51) Int.Cl.  
H01S 5/10 (2006.01)

F I  
H01S 5/10

テーマコード (参考)  
5F173

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-330186 (P2007-330186)  
(22) 出願日 平成19年12月21日 (2007.12.21)  
(31) 優先権主張番号 0655910  
(32) 優先日 平成18年12月22日 (2006.12.22)  
(33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 505157485  
テールズ  
フランス 92200 ノイリーシュール  
ルーセヌ リュー ドゥ ヴィリエール  
45

(71) 出願人 507418751  
アルカテル リュサン  
フランス、75008 パリ、リュ  
ド  
ラ ボエティ 54

(74) 代理人 100071054  
弁理士 木村 高久

(72) 発明者 アラン、アカール  
フランス、91460 マルクシ、プラス  
シュアンビル 6

Fターム(参考) 5F173 AB01 AP04 AP33 AR23

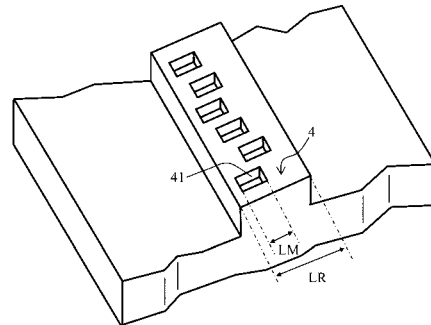
(54) 【発明の名称】 横構造を備えた回折格子を含む光電子素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光電子素子の性能を改善すること、またはBRS構造に優先的に統合されるだけでなく、他の任意のタイプのストライプ構造にも適した新規のタイプの格子によって、新規の機能性を得る。

【解決手段】 光電子デバイスは、少なくとも1つの埋め込み導波路と、機構を含む細長いストライプ形状の、格子層と呼ばれる層とを含むストライプ構造であって、各機構がほぼ矩形形状を有し、機構の長さが格子層のストライプの長さ方向にほぼ直角であり、前記層が導波路を伝搬する光波との光結合を提供するように配置され、特定の機構の長さが導波路の幅より実質的に小さいストライプ構造である。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

細長いストライプ形状の少なくとも1つの埋め込み導波路と、機構を含む同様に細長いストライプ形状の、格子層と呼ばれる層とを含む光電子デバイスであって、各機構がほぼ矩形形状を有し、前記機構の長さが前記格子層のストライプの長さ方向にほぼ直角であり、前記層が、前記導波路を伝搬する光波との光結合を提供するように配置された光電子デバイスであって、特定の機構の長さが前記導波路の幅より実質的に小さく、前記格子層が機構の少なくとも2つの列を含み、前記列の軸が前記格子層の中心軸と平行であることを特徴とする光電子デバイス。

## 【請求項 2】

前記機構が、前記格子層内に作製された凹部であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 3】

前記機構が、前記格子層の周囲に作製された凹部であり、したがって、前記層が欠刻を有することを特徴とする、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 4】

前記機構が可変サイズであることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 5】

前記機構が、前記格子層の前記中心軸に対して対称的に配置されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 6】

前記機構が、前記格子層の前記中心軸に対して非対称的に配置されることを特徴とする、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 7】

前記格子層が機構の少なくとも3つの列を含み、前記列の軸が前記格子層の前記中心軸と平行であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 8】

全ての前記列の機構が同一の形状であることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 9】

2つの連続する機構を分離するピッチが、各列において一定であることを特徴とする、請求項 8 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 10】

第1の列の2つの連続する機構を分離する前記ピッチが、第2の列の2つの連続する機構を分離する前記ピッチとは異なることを特徴とする、請求項 8 に記載の光電子デバイス。

## 【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の、基板を含むデバイスを B R S 技術で作製するための方法であって、少なくとも次の3ステップ、すなわち、

- ・前記基板への前記導波路層の堆積、前記格子層の堆積、および次の、前記格子のエッチングと、
  - ・前記格子領域だけの保護、および前記基板まで至る、前記導波路の前記エッチングの継続と、
  - ・前記導波路および前記格子を埋め込むためのエピタキシャル再成長と、
- を含むことを特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の分野は光電子素子の分野である。本発明は、多くの構造に適用可能であり、か

10

20

30

40

50

つ適している。本発明は、特に、いわゆる B R S 構造に適用される。

【背景技術】

【0002】

多くの光電子素子が、B R S (埋め込みリッジストライプ (Buried Ridge Stripe) の頭字語) と呼ばれる技術を始めとする様々な技術で作製されているが、この B R S は、光電子素子が、埋め込みストライプとして知られている構造を有し、単一モード導波路に沿って、利得結合またはインデックス結合回折格子を組み込んでいることを意味する。特に、D F B (分布帰還型) レーザと呼ばれるレーザ、D B R (分布ブラッグ反射器) と呼ばれる分布ブラッグ格子素子、S O A (半導体光増幅器) と呼ばれる光増幅器、および光学フィルタの名前を挙げてよい。

10

【0003】

このタイプの素子は、1、2 および 3 で示した 3 つの主なる大まかなステップを含む方法によって一般に作製されるが、これらのステップを図 1 に示す。一般に、これらの素子のサイズゆえに、これらの多数が、同時に作製される。したがって、図 1 は、3 つの素子の作製を示す。図は、上面図および断面図で素子を示すが、断面は、垂直の点線および 2 つの水平な直線の矢印によって従来通りに示された切断面である。

【0004】

第 1 のステップにおいて、将来の単一モード光導波路を構成する層 2 が、基板 1 に作製される。次に、この第 1 の層は第 2 の層 3 で覆われるが、この層 3 は、ひとたびエッチングされるとブラッグ格子 4 を構成する。

20

【0005】

第 2 のステップにおいて、2 つの層 2 および 3 の組み合わせが、導波路およびそれを覆うブラッグ格子の幅を画定するように刻み込まれるかまたはエッチングされる。このステップはまた図 2 に示すが、図 2 は、この作製段階における素子の一部を斜視図で示す。この図において、格子 4 は、「トップハット」の輪郭を有する。

【0006】

第 3 すなわち最終ステップにおいて、導波路を埋め込むために、適切な材料 5 のエピタキシャル再成長が実行される。したがって、光ガイドおよび電気注入が提供可能である。

【0007】

この方法には、大きな欠点がある。なぜなら、図 1 から分かるであろうように、格子を有するゾーンは、フォトリソグラフィによる導波路の再調整を可能にするほど十分に広くなければならないからである。この許容誤差は、約 1 ミクロン程度であると推定される。したがって、この技術は、導波路の横軸に沿った、回折格子の変化を少しも可能にしない。構造のエピタキシ中に画定される層の厚さにおける変化、または格子を刻み込むかまたはエッチングするときに画定される、格子の開口比における変化のいずれかをいじることによって、長手方向に格子のピッチを調整することが可能なだけである。

30

【0008】

さて、光学モードと格子との間の相互作用が、スペクトル選択性など、素子の本質的な光学特性を決定する。より正確に言えば、スペクトル特性は、導波路に対するこの格子の位置および形状に依存する。さらに、先行技術のこの方法を用いると、得られた素子の特性および光学的特徴は、必ず制限される。

40

【0009】

上記の欠点を改善するための 1 つの可能な解決法は、図 3 に示すような「リッジ」構造を作製することにある。この場合に、格子 4 は、導波路の上ではなく、導波路の平均平面と直角に横にエッチングされる。このようにして、格子の横形状におけるある程度の制御を達成することが可能になる。しかしながら、これらの特定の構造は、ダイオードレーザを作製するために用いられてきたが、また多くの欠点を有する。その理由は、図 3 から分かるであろうように、層を深くエッチングすることが必要であり、エッチングする厚さが、従来の B R S 構造のその約 10 倍だからである。もちろん、導波路を伝搬する光学モードとの結合は、横だけであり、結果として結合係数の低変調となる。さらに、レーザセ

50

クシオンにおいてストライプの幅全体にわたって格子をエッチングすることは、技術的に不可能である。最後に、高直列抵抗および低放射電力を伴い、電気注入は不利になる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の目的は、性能を改善すること、またはBRS構造に優先的に統合されるだけでなく、他の任意のタイプのストライプ構造にも適した新規のタイプの格子によって、新規の機能性を得ることである。一般に、これらの新規の格子は、導波路の方向と直角な少なくとも1つの軸に沿って変化できるピッチを有する。これらの新規の構造を作製するための作製方法を提案する。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

より正確には、本発明の主題は、細長いストライプ形状の少なくとも1つの埋め込み導波路と、機構を含む同様に細長いストライプ形状の、格子層と呼ばれる層とを含む光電子デバイスであって、各機構がほぼ矩形形状を有し、機構の長さが格子層のストライプの長さ方向にほぼ直角であり、前記層が導波路を伝搬する光波との光結合を提供するように配置された光電子デバイスであって、特定の機構の長さが導波路の幅より実質的に小さいことを特徴とする光電子デバイスである。

【0012】

有利なことに、機構は、格子層内かまたは格子層の周囲に作製された凹部であり、したがって、層は欠刻を有する。

20

【0013】

有利なことに、機構は可変サイズであり、格子層の中心軸に対して対称的または非対称的に配置される。

【0014】

有利なことに、格子層が機構の少なくとも1つの列を含んで、前記列の軸が格子層の中心軸と平行であるか、または格子層が機構の少なくとも2つまたは3つの列を含んで、前記列の軸が格子層の中心軸と平行であってもよい。

【0015】

有利なことに、全ての列の機構は同一の形状である。

30

【0016】

有利なことに、2つの連続する機構を分離するピッチは、各列において一定であるか、または第1の列の2つの連続する機構を分離するピッチは、第2の列の2つの連続する機構を分離するピッチとは異なる。

【0017】

本発明はまた、前述の主張のうちの1つに従う、基板を含むデバイスを作製するための方法に関するが、この方法には、少なくとも次の3つのステップが含まれる。すなわち、

- ・基板への導波路層の堆積、格子層の堆積、および次の、格子のエッチングと、
- ・格子領域の保護、および基板にまで至る、導波路のエッチングの継続と、
- ・導波路および格子を埋め込むためのエピタキシャル再成長と、

である。

40

【0018】

非限定的な例として提示される以下の説明を読むことにより、および添付の図面のおかげで、本発明はより明白に理解され、また他の利点が明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図4は、明瞭にするために、上層を除去して回折格子4を明らかにした本発明によるBRS構造の斜視図を示す。

【0020】

格子層は、機構41を含む細長いストライプ形状をしており、各機構41は、ほぼ矩形

50

形状を有する。機構の長さは、格子層のストライプの長さ方向にほぼ直角である。特定の機構の長さ  $L_M$  は、導波路層のストライプの幅  $L_R$  より実質的に小さい。

【0021】

この基本的な配置から始まって、多くの可能な構成が存在する。非限定的な例として、多くの構成を図5～13に示す。単純にするため、および構造における変化を明らかにするために、これらの図は、上面図において格子4だけを示す。明瞭にするために、機構41は、常に矩形形状として示される。もちろん、これらの機構を作製するために用いられる方法は、長円形状 (oblong) または丸みのある形状などの実質的に異なる形状を結果としてもたらしることができる。

【0022】

図5は、機構41が格子層の周囲に作製された凹部であり、したがって、この層が欠刻を有する格子4を示す。図5に示すように、これらの欠刻は、長さが異なってもよい。図5の場合には、欠刻の長さは、直線的に変化しているが、しかし、他の変化も可能である。したがって、導波路に沿った、格子と導波路との間の結合のために、結合係数の細かい調整が可能である。

【0023】

図6において、機構41は、格子層の内部に作製された凹部である。ここで繰り返すと、機構の長さをいじることによって、導波路に沿った、格子と導波路との間の結合のために、結合係数を調整することが可能になる。

【0024】

図5および6における格子は、結合係数の細かい調整を可能するが、DFBレーザに特に適している。その理由は、レーザ内における光強度の長手方向の分配が、積  $K \times L$  に強く依存しているからであり、ここで、 $K$  は結合係数であり、 $L$  はレーザの長さである。高い  $K \times L$  は、キャビティの中央における光子の大きな集中につながる。対照的に、低い  $K \times L$  は、光子がキャビティの端部に集中することに帰着する。さて、単一モード放射は、均一な光子密度分布がキャビティに確立される場合にのみ、保持することができる。可変結合係数を備えた格子を作製することによって、このタイプの構造を製造することが可能である。

【0025】

図7は、矩形の機構41が、ストライプの長手方向および横方向の両方に沿って形状が異なる凹部であり、かつ様々な機構を分離するピッチがまた可変である格子を示す。このようにして、結合係数の非常に複雑な調整が達成可能になる。

【0026】

図8は、凹部41が可変ピッチ  $P$  を有し、かつ図の右側における機構のピッチ  $P_1$  が、図8の左側におけるピッチ  $P_2$  より小さい格子4を示す。この配置によって、2つの異なる波長で反射するDBR格子素子を作製することが可能になる。

【0027】

図9は、機構41が素子の端部に集中した格子を示す。このようにして、素子の端部に位置する短いセクションにわたって非常に高い反射係数を得ることが可能である。このタイプの格子は、特に、SOA増幅器で用いてもよい。したがって、SOAを通過する波は、格子に結合された導波路において何度も往復し、その増幅を著しく増加させる。

【0028】

図10は、全て同一で、かつ格子の中心軸に集中する機構41の列を有する格子4を示す。機構の長さは、格子の幅より小さい。このタイプの格子の利点は、この格子により、導波路を伝搬するモードの次数に依存して異なる結合を生成する可能性が提供されることである。導波路の中央における欠刻は、基本モードにおける結合を優先し、単一モード動作に対しては、結果として幅の制限がより強くなる。その理由は、導波路の幅  $L_R$  の関数として、ポールド体でプロットした基本モード  $M_0$  の光度  $I$  における変化を示す図10に示すように、基本モードのエネルギーが、導波路の中央で最大であるからである。反対に、図10にまた示すように、一次モード  $M_1$  のエネルギーは、格子の中央で最小であり、エッ

10

20

30

40

50

ジで最大である。したがって、このモードは、格子によって優先されない。素子がDFBレーザである場合には、単一モード導波路のカットオフ幅は、かなり広げられる。したがって、レーザの最大放射電力は、増加される。もちろん、基本モード以外のモードを優先することは可能であろう。必要なのは、モードのエネルギー極大点に機構を配置することである。したがって、導波路のエッジに沿った欠刻は、二次モードにおける結合を優先する。

#### 【0029】

図11は、同じ格子層に作製された2つの格子4および8のセットを示す。第1の格子4は、全て同一で、かつ格子層の中心軸に集中する機構41の列からなる。この第1の格子の機構は、第1のピッチを有する。第2の格子8は、全て同一で、かつ格子層の周囲に  
10 対称的に位置する機構81の2つの列からなる。この第2の格子の機構は、第1のピッチとは異なる第2のピッチを有する。したがって、2つのモードの導波路を作製してもよい。第1の格子は、第1の波の基本モードにおける結合を促進し、他方で第2の格子は、第2の波の一次モードにおける結合を促進する。

#### 【0030】

図12は、同じ格子層に作製され、かつ中央溝6によって分離された2つの格子4および8のセットを示す。このように作製された格子が異なるピッチを有する場合には、各格子において2つの異なる光学モードを並行して案内することが可能であり、各モードは、格子のうちの1つによって案内される。

#### 【0031】

図13は、同じ格子層に作製された2つの格子4および8のセットを示す。各格子は、全て同一の機構の列からなるが、しかし2つの格子のピッチは異なる。このタイプの格子を用いれば、2つの異なる波長で放射するレーザを作製することが可能である。機構の単一の列を用いて同じ機能を生成することが可能であろう。この場合に、列は、2つのセクション、すなわち、第1のピッチを備えた第1のセクションおよび第1のピッチと異なる第2のピッチを備えた第2セクションを有するであろう。

#### 【0032】

もちろん、上記の実施形態に似た、格子の多くの可能な代替実施形態がある。当業者は、少しの格別な困難もなしに、最終的な素子の所望の特性に従ってこれらの構成をどのように適合させるかが分かるであろう。  
30

#### 【0033】

本発明による装置をBRS構造で作製する方法を、図14で説明する。この方法には、3つの本質的なステップが含まれる。

#### 【0034】

第1のステップにおいて、導波路層2が基板1に堆積され、格子層3が後に続き、次に、導波路/格子アセンブリが、格子の凹部を生成するためにエッチングされる。電子ビームエッチングとも呼ばれる電子線リソグラフィ技術を用いてもよい。これらの技術によって、数ナノメートルの精度を備えた非常に微細なエッチングを達成すること、および機構の幾何学的設計において大きな自由を許すことが可能になる。

#### 【0035】

第2のステップにおいて、格子ゾーンだけを保護するために、フォトレジストが用いられる。次に、導波路のエッチングが、基板に至るまで継続される。  
40

#### 【0036】

第3のステップにおいて、適切な材料5の従来のエピタキシャル再成長が、導波路を埋め込むために実行される。したがって、光ガイドおよび電気注入が提供可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0037】

【図1】先行技術によるBRS構造の作製における3つの大まかなステップを示す。

【図2】図1に示す第2のステップの終わりにおける、先行技術によるBRS構造の斜視図を示す。  
50

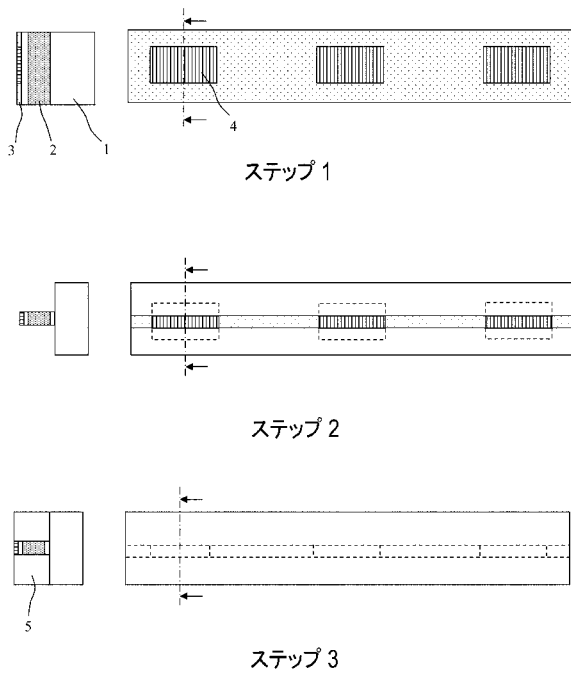
- 【図3】 先行技術の代替実施形態によるリッジ構造の斜視図を示す。
- 【図4】 本発明によるBRS構造の、その作製方法中の斜視図を示す。
- 【図5 - 13】 様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。
- 【図14】 本発明によるBRS構造の作製における3つの大まかなステップを示す。

【符号の説明】

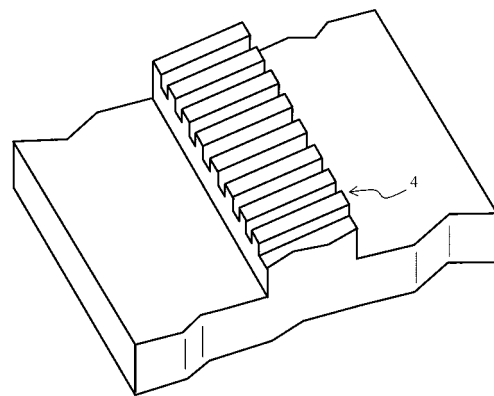
【0038】

- 1 基板
- 2 第1の層（導波路層）
- 3 第2の層（格子層）
- 4 回折格子（第1の格子）
- 5 材料
- 8 回折格子（第2の格子）
- 41 機構
- 81 機構
- LM 機構の長さ
- LR 導波層のストライプ幅

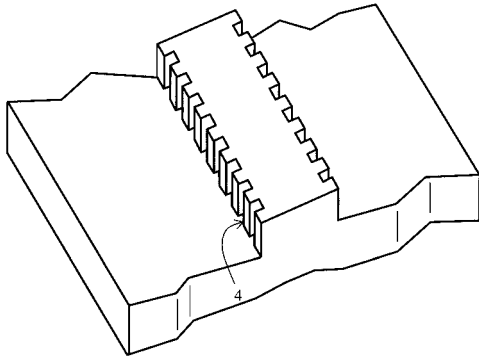
【図1】



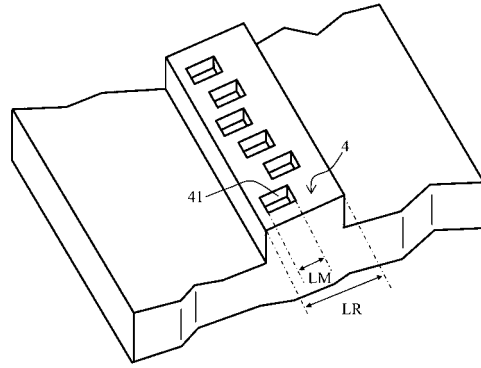
【図2】



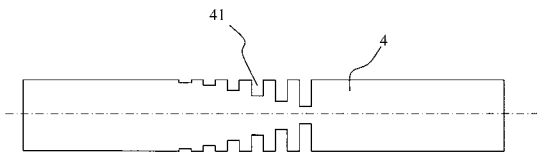
【 図 3 】



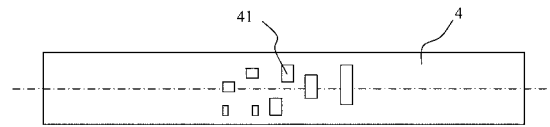
【 図 4 】



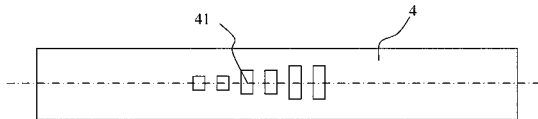
【 図 5 】



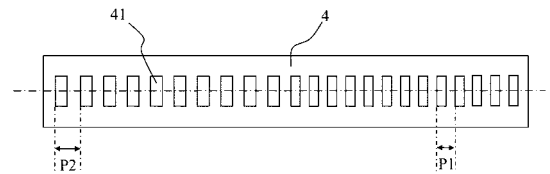
【 図 7 】



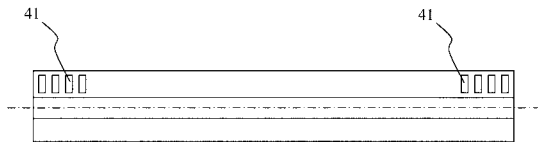
【 図 6 】



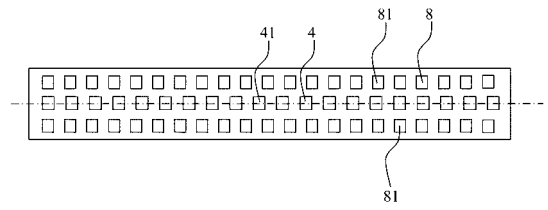
【 図 8 】



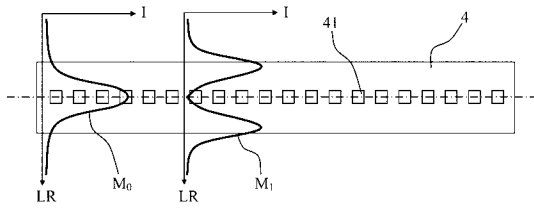
【図 9】



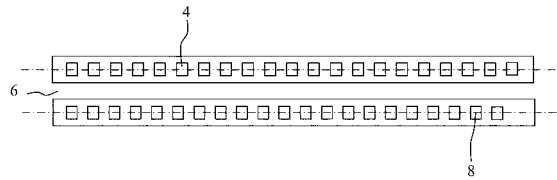
【図 11】



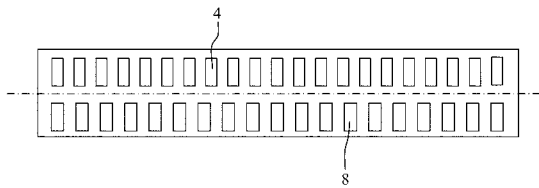
【図 10】



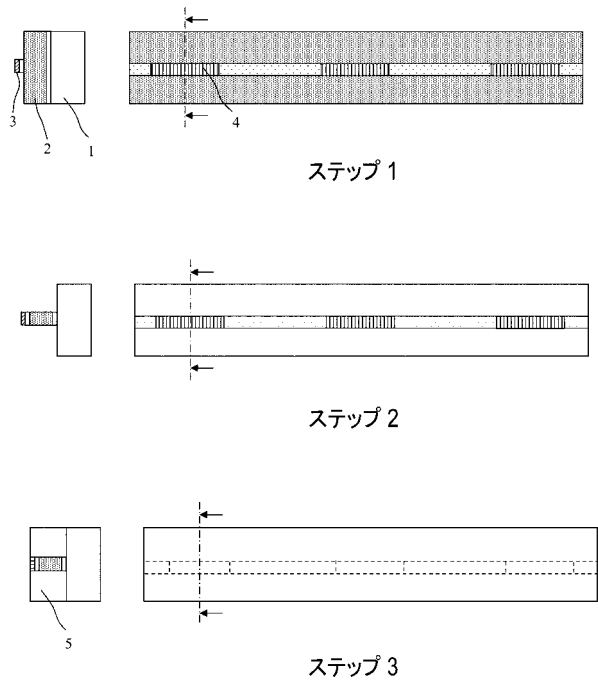
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【手続補正書】

【提出日】平成20年3月7日(2008.3.7)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

【図1】先行技術によるBRS構造の作製における3つの大まかなステップを示す。

【図2】図1に示す第2のステップの終わりにおける、先行技術によるBRS構造の斜視図を示す。

【図3】先行技術の代替実施形態によるリッジ構造の斜視図を示す。

【図4】本発明によるBRS構造の、その作製方法中の斜視図を示す。

【図5】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図6】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図7】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図8】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図9】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図10】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図11】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図12】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図13】様々な可能な構成における、本発明による格子の上面図を示す。

【図14】本発明によるBRS構造の作製における3つの大まかなステップを示す。

【外国語明細書】

2008160130000001.pdf