

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体発光ダイオード(10)であって、

- 少なくとも1層のp型ドーブ発光ダイオード層(4)と、n型ドーブ発光ダイオード層(2)と、前記p型ドーブ発光ダイオード層(4)と前記n型ドーブ発光ダイオード層(2)との間の光学活性ゾーン(3)と、

- 透明導電性酸化物の酸化物層(8)と、

- 少なくとも1層のミラー層(9)と、

を有し、

前記酸化物層(8)が、前記発光ダイオード層(2, 4)と前記少なくとも1層のミラー層(9)との間に配置されており、前記酸化物層(8)が、前記発光ダイオード層(2, 4)に面している第1の境界面(8a)と、前記少なくとも1層のミラー層(9)に面している第2の境界面(8b)と、を備えており、

前記酸化物層(8)の前記第2の境界面(8b)が、前記酸化物層(8)の前記第1の境界面(8a)よりも小さい粗さ(R2)を有する、

半導体発光ダイオード。

10

【請求項 2】

半導体発光ダイオード(10)であって、

- 少なくとも1層のp型ドーブ発光ダイオード層(4)と、n型ドーブ発光ダイオード層(2)と、前記p型ドーブ発光ダイオード層(4)と前記n型ドーブ発光ダイオード層(2)との間の光学活性ゾーン(3)と、

- 透明導電性酸化物の酸化物層(8)と、

- 少なくとも1層のミラー層(9)と、

前記酸化物層(8)が、前記発光ダイオード層(2, 4)と前記少なくとも1層のミラー層(9)との間に配置されており、前記酸化物層(8)が、前記発光ダイオード層(2, 4)に面している第1の境界面(8a)と、前記少なくとも1層のミラー層(9)に面している第2の境界面(8b)と、を備えており、

前記酸化物層(8)の前記第2の境界面(8b)が、1.0nm未満の粗さ(R2)を有する、

半導体発光ダイオード。

20

30

【請求項 3】

前記酸化物層(8)が、5nmより大きい層厚さを有することを特徴とする、

請求項1または2に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項 4】

前記p型ドーブ発光ダイオード層(4)が、前記n型ドーブ発光ダイオード層(2)よりも前記酸化物層(8)の近傍に配置されていることを特徴とする、

請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項 5】

前記p型ドーブ発光ダイオード層(4)と前記酸化物層(8)との間に、p型ドーブ半導体層(5)が配置されており、前記p型ドーブ半導体層(5)が、前記p型ドーブ発光ダイオード層(4)のドーパント濃度と同じかまたはそれより高いドーパント濃度を有することを特徴とする、

請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体発光ダイオード。

40

【請求項 6】

前記酸化物層(8)が、その前記第1の境界面(8a)において、前記p型ドーブ半導体層(5)に隣接していることを特徴とする、

請求項5に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項 7】

前記p型ドーブ半導体層(5)と前記酸化物層(8)との間にn型ドーブ半導体層(7)が配置されており、前記酸化物層(8)の前記第1の境界面(8a)が、前記n型ドー

50

ブ半導体層（７）に隣接していることを特徴とする、
請求項５に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項８】

前記ｐ型ドーブ半導体層（５）と前記ｎ型ドーブ半導体層（７）との間にアンドーブ半導体層（６）が配置されていることを特徴とする、
請求項７に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項９】

前記酸化物層（８）の前記透明導電性酸化物が、材料として酸化亜鉛、インジウムスズ酸化物、インジウム亜鉛酸化物のうちの少なくとも１つを含んでいることを特徴とする、
請求項１～８のいずれか１項に記載の半導体発光ダイオード。

10

【請求項１０】

前記ミラー層（９）が前記酸化物層（８）の前記第２の境界面（８ｂ）に隣接していることを特徴とする、
請求項１～９のいずれか１項に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項１１】

前記ミラー層（９）が、少なくとも１層の金属ミラー層（１９）を備えていることを特徴とする、
請求項１～１０のいずれか１項に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項１２】

前記ミラー層（９）が、少なくとも１層の誘電体ミラー層（１８）を備えていることを特徴とする、
請求項１～１１のいずれか１項に記載の半導体発光ダイオード。

20

【請求項１３】

前記誘電体ミラー層（１８）が、前記酸化物層（８）と前記金属ミラー層（１９）との間に配置されており、前記誘電体ミラー層（１８）が局所的な凹部（１１）を備えており、前記凹部（１１）の中で前記金属ミラー層（１９）が前記酸化物層（８）の前記第２の境界面（８ｂ）まで延在していることを特徴とする、
請求項１２に記載の半導体発光ダイオード。

【請求項１４】

半導体発光ダイオード（１０）を製造する方法であって、
- 少なくとも１層のｐ型ドーブ発光ダイオード層（４）とｎ型ドーブ発光ダイオード層（２）とを形成するステップと、
- 透明導電性酸化物を堆積させるステップであって、これによって、前記発光ダイオード層（２，４）に面している第１の境界面（８ａ）を備えている酸化物層（８）が形成され、前記酸化物層（８）が、ＨＦ支援ＤＣスパッタリングによって堆積され、この堆積において、前記第１の境界面（８ａ）に向かい合う、前記酸化物層（８）の第２の境界面（８ｂ）が形成され、前記第２の境界面（８ｂ）が、前記酸化物層（８）の前記第１の境界面（８ａ）よりも小さい粗さを有する、前記ステップと、
- 前記酸化物層（８）の前記第２の境界面（８ｂ）の上に少なくとも１層のミラー層（９）を形成するステップと、
を含んでいる、方法。

30

40

【請求項１５】

前記少なくとも１層のミラー層（９）を形成する前記ステップが、
少なくとも１層の誘電体ミラー層（１８）を堆積させるステップと、前記誘電体ミラー層（１８）に凹部をエッチングするステップと、前記誘電体ミラー層（１８）の上に少なくとも１層の金属ミラー層（１９）を堆積させるステップと、
を含んでいることを特徴とする、
請求項１４に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光ダイオードと、半導体発光ダイオードを製造する方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体発光ダイオードは、半導体層から成る積層体を備えており、半導体層の材料は、個々の層の中および層の境界部における光電子特性および電子バンド構造を所定の範囲内に設定する目的で、（基材およびドーパントに関して）特定の種類が選択され、互いに適合化される。互いに相補的にドーピングされている2つの隣接する発光ダイオード層（p型ドーピング層およびn型ドーピング層）の間の遷移領域に、光学活性ゾーンが形成され、このゾーンは、半導体積層体の中を電流が流れると電磁放射を放出する。発生する放射は、最初は全方向に放出され、すなわち、半導体発光ダイオードの放出方向には一部分のみが放出される。放射のうち半導体積層体とは反対側に放出される部分を反射して放出方向に戻す目的で、透明導電性酸化物（transparent conductive oxide）から成る酸化物層と、1つまたは複数のミラー層とが、半導体積層体の裏側に設けられている。電磁放射のうちミラー層に入射する一部分は、層の光屈折率の差と、ミラー層の導電率と、酸化物層の透明度と、光学活性ゾーンと酸化物層との間に存在する層の厚さとに応じて、反射される。反射部分を増大させる目的で、従来では、層の厚さのみならず、主として各層の材料の特性および材料の組成が修正および最適化される。

【発明の概要】

【0003】

電磁放射のうちミラー層に入射してミラー層によって反射されて戻される部分を増大させることができるならば、半導体発光ダイオードの発光効率を高めることができる。

【0004】

この目的は、請求項1および請求項2のいずれかに記載の半導体発光ダイオードと、請求項14に記載の方法とによって、可能になる。

【0005】

半導体発光ダイオードであって、少なくとも1層のp型ドーピング発光ダイオード層と、n型ドーピング発光ダイオード層と、これらp型ドーピング発光ダイオード層とn型ドーピング発光ダイオード層との間の光学活性ゾーンとを有し、透明導電性酸化物の酸化物層を有し、少なくとも1層のミラー層を有し、酸化物層が、発光ダイオード層と少なくとも1層のミラー層との間に配置されており、酸化物層が、発光ダイオード層に面している第1の境界面と、少なくとも1層のミラー層に面している第2の境界面と、を備えており、酸化物層の第2の境界面が、酸化物層の第1の境界面よりも小さい粗さを有する、半導体発光ダイオード、が提供される。

【0006】

さらには、酸化物層の第2の境界面が、1.0nm未満の粗さを有する、半導体発光ダイオード、が提供される。

【0007】

粗さの低減した第2の境界面上にミラー層を形成することによって、酸化物層とミラー層との間の境界面における反射の度合いが高まり、放射のうち主として大きな入射角度で入射する部分が反射される程度が増す。

【0008】

酸化物層を5nmより大きい層厚さで形成するならば、酸化物層の第1の境界面における凹凸（この凹凸は下層の一番上の半導体層の粗さによって生じる）が平らにならされて（evened out）、したがって、酸化物層の第2の境界面に、この凹凸による悪影響が及ばない。

【0009】

p型ドーピング発光ダイオード層が、n型ドーピング発光ダイオード層よりも酸化物層の近傍に

10

20

30

40

50

配置される場合、酸化物層およびミラー層は、半導体発光ダイオードのp側に位置する。この側に酸化物層を結合することは、半導体発光ダイオードの動作電圧の上昇を伴うが、後から説明するように、この上昇は補正することができる。

【0010】

一発展形態によると、p型ドーブ発光ダイオード層と酸化物層との間に、p型ドーブ半導体層が配置されており、このp型ドーブ半導体層は、p型ドーブ発光ダイオード層のドーパント濃度と同じかまたはそれより高いドーパント濃度を有する。p型ドーブ半導体層は、酸化物層を堆積させるときに、p型ドーブ発光ダイオード層を結晶格子の損傷から保護する。

【0011】

第1の実施形態によると、酸化物層の第1の境界面は、p型ドーブ半導体層に隣接している。

【0012】

これに代わる第2の実施形態によると、p型ドーブ半導体層と酸化物層との間にn型ドーブ半導体層が配置されており、酸化物層はこのn型ドーブ半導体層に隣接している。結果として、酸化物層から半導体積層体への低インピーダンス接続が達成される。

【0013】

一発展形態によると、p型ドーブ半導体層とn型ドーブ半導体層との間に、アンドーブ半導体層が設けられている。このアンドーブ半導体層は、ドーブされている2つの半導体層と一緒に、トンネルコンタクト(tunnel contact)を形成しており、トンネルコンタクトの接触抵抗は、n型ドーブ半導体層を介しての酸化物層の低インピーダンス接続によってそれを上回るだけ補正され、したがって、要求される動作電圧が全体として下がる。

【0014】

酸化物層は、導電性であることが好ましい。

【0015】

酸化物層に適している材料は、例えば、酸化亜鉛、インジウムスズ酸化物、またはインジウム亜鉛酸化物である。

【0016】

ミラー層が酸化物層の第2の境界面に直接隣接している場合、酸化物層の第2の境界面は、境界面であると同時に、特に粗さの小さいミラー面を形成する。

【0017】

一実施形態によると、ミラー層は、少なくとも1層の金属ミラー層を含んでいる。

【0018】

金属ミラー層に適している材料は、特に、金、銀、またはアルミニウムであり、この場合、金は、赤外線範囲の反射に適しており、銀は可視波長範囲の反射に適しており、アルミニウムは紫外線範囲の反射に適している。

【0019】

さらなる一実施形態によると、金属ミラー層に代えて、または金属ミラー層に加えて、少なくとも1層の誘電体ミラー層が設けられている。誘電体ミラー層は、特に、金属ミラー層との組合せにおいて、半導体発光ダイオードの裏面における反射部の反射率を増大させる。

【0020】

誘電体ミラー層に適している材料は、例えば、ガラス、酸化ケイ素、窒化ケイ素、または酸窒化ケイ素である。

【0021】

一発展形態によると、誘電体ミラー層は、酸化物層と金属ミラー層との間に配置されており、局所的な凹部を備えており、この凹部の中で金属ミラー層が酸化物層の第2の境界面まで延在している。結果として、金属ミラー層が、透明導電性酸化物層へのコンタクトを形成しており、これらのコンタクトに基づいて、半導体積層体の表面領域全体にわたり酸化物層において横方向の電流拡散が起こる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

発光ダイオード層に適している基材は、例えば、二元、三元、または四元のⅢⅤ族半導体材料、特に、アルミニウム、ガリウム、およびインジウムのうちの少なくとも1つの元素と、窒素、リン、およびヒ素のうちの少なくとも1つの元素とを含んでいる材料、とすることができる。このような材料の例は、窒化アルミニウム、窒化アルミニウムインジウム、窒化ガリウム、窒化アルミニウムガリウム、窒化インジウムガリウム、インジウムガリウムヒ素リンである。

【 0 0 2 3 】

半導体発光ダイオードを製造する方法は、以下のステップ：

- 少なくとも1層のp型ドーパ発光ダイオード層とn型ドーパ発光ダイオード層とを形成するステップ、

- 透明導電性酸化物を堆積させるステップであって、これによって、発光ダイオード層に面している第1の境界面を備えている酸化物層が形成され、酸化物層が、高周波（HF）を利用する直流（DC）スパッタリング（HF-assisted DC sputtering）によって堆積され、この堆積において、第1の境界面に向かい合う、酸化物層の第2の境界面が形成され、この第2の境界面が、酸化物層の第1の境界面よりも小さい粗さを有する、ステップ、

- 酸化物層の第2の境界面の上に少なくとも1層のミラー層を形成するステップ、を含んでいる。

【 0 0 2 4 】

透明導電性酸化物から成る酸化物層を、HF支援DCスパッタリングによって堆積させることによって、酸化物層の第2の境界面が第1の境界面よりも小さい粗さを有し、特に、第2の境界面の粗さは1.0nm未満である。結果として、製造後の半導体発光ダイオードでは、酸化物層とミラー層との間の境界面において、より大きな反射効果またはミラー効果が得られる。

【 0 0 2 5 】

少なくとも5nmの層厚さを有する酸化物層を堆積させるならば、結果として、酸化物層の第1の境界面の凹凸（この凹凸は、その下の一番上の半導体層の粗さによって生じる）が平らにならされ、酸化物層の第2の境界面の粗さは、第1の境界面の凹凸による悪影響を受けることがない。

【 0 0 2 6 】

一発展形態によると、p型ドーパ半導体層が、p型ドーパ発光ダイオード層の上に堆積されており、p型ドーパ発光ダイオード層のドーパント濃度と同じかまたはそれより高いドーパント濃度を有する。p型ドーパ半導体層は、酸化物層をスパッタリングによって堆積させるときに、p型ドーパ発光ダイオード層を結晶格子の損傷から保護する。

【 0 0 2 7 】

p型ドーパ半導体層の上に、アンドーパ半導体層と、n型ドーパ半導体層とをさらに堆積させ、そのn型ドーパ半導体層の上に酸化物層をスパッタリングによって堆積させるならば、n型ドーパ半導体層を介して酸化物層の低インピーダンス接続が形成される。p型ドーパ半導体層、アンドーパ半導体層、およびn型ドーパ半導体層がトンネルコンタクトを形成し、その接触抵抗は、酸化物層からn型ドーパ半導体層への低インピーダンス接続によってそれを上回るだけ補正される。

【 0 0 2 8 】

一発展形態によると、ミラー層を形成するステップは、少なくとも1層の誘電体ミラー層を堆積させるステップと、誘電体ミラー層に凹部をエッチングするステップと、誘電体ミラー層の上に少なくとも1層の金属ミラー層を堆積させるステップと、を含んでいる。結果として、金属ミラー層が、誘電体ミラー層の凹部の中で酸化物層へのコンタクトを形成し、これらのコンタクトに基づいて、半導体積層体の表面領域全体にわたり酸化物層において横方向の電流拡散が起こる。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

以下では、本発明のいくつかの例示的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】半導体発光ダイオードの第1の例示的な実施形態を示している。

【図2】半導体発光ダイオードの第2の例示的な実施形態を示している。

【図3】いくつかのミラー層を有する、半導体発光ダイオードの第3の例示的な実施形態を示している。

【図4】いくつかのミラー層を有する、半導体発光ダイオードの第4の例示的な実施形態を示している。

【図5】図1～図4のいずれかによる半導体発光ダイオードの製造過程にある半導体製品の概略的な拡大詳細図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0031】

図1は、半導体積層体20を備えている半導体発光ダイオード10の第1の例示的な実施形態の断面図を示している。発生する電磁放射（可視範囲内、赤外線範囲内、または紫外線範囲内）は、最初は全方向に放出されるが、酸化層およびミラー層と反対側の半導体積層体の面に配置されている放射出口層1（図1の下部）の放射出口面25を通じて、最大限に完全に放出される。放射出口層1は、基板層（基板上にすべての層を成長させ、基板を実質的に完全にエッチバックした後に残る層）である（薄膜LED）、または、実際の発光ダイオード層より前に基板上に成長させた半導体層（基板は後から完全に除去する）、のいずれかである。

【0032】

放射出口層1の上に、以下のようにさらなる層を成長させる。最初に、n型ドーパント発光ダイオード層2およびp型ドーパント発光ダイオード層4を堆積させる。互いに逆の導電型にドーパントされている発光ダイオード層2、4は、図1において破線によって示したように、発光ダイオード積層体を形成している。これら2つの半導体層2、4の間の境界面には光学活性ゾーン3が形成され、適切な極性の十分なバイアス電圧が発光ダイオード層2、4に印加されたときに電磁放射を放出する役割を果たす。この場合、n型ドーパント発光ダイオード層2はシリコンによってドーパントされており、p型ドーパント発光ダイオード層4はマグネシウムによってドーパントされており、これら発光ダイオード層2、4それぞれの基材は、III-V族半導体材料である。放射出口層1は、その下のn型ドーパント発光ダイオード層2を保護し、電氣的に絶縁する目的に使用されている。

【0033】

発光ダイオード積層体のうち、p型ドーパント発光ダイオード層4が配置されている面（すなわち図1における上面）の上には、透明導電性酸化物から成る酸化層8が堆積されている。特に、酸化層8は、透明導電性酸化物を含んでいる。

【0034】

酸化層8は、層の境界に平行に、横方向に電流を拡散させることと、ミラー層と半導体積層体との間のマイグレーション（migration）を防ぐことを目的として使用されている。図1に示した例示的な実施形態においては、酸化層8は、p型ドーパント発光ダイオード層4の上に直接堆積されておらず、（p型ドーパント発光ダイオード層4を保護する目的で）p型ドーパント半導体層5を最初に堆積させる。このp型ドーパント半導体層5は、p型ドーパント発光ダイオード層4のドーパント濃度と同じかまたはそれより高いドーパント濃度を有する。

【0035】

次に、透明導電性酸化物（TCO）から成る酸化層8を、p型ドーパント半導体層5の上に堆積させる。このステップにおいて、酸化層8の第1の境界面8aの粗さR1は、p型ドーパント半導体層5の上面の粗さによって生じる。酸化層8の第1の境界面8aは、半導体積層体に面している（特に、積層体のうち最後に堆積される一番上の半導体層に直接隣

10

20

30

40

50

接している)境界面である。

【0036】

透明導電性酸化物としては、例えば、インジウムスズ酸化物、インジウム亜鉛酸化物、または酸化亜鉛が適している。酸化亜鉛の場合、アルミニウムまたはガリウムによってドーブすることによって導電率を高めることができる。さらには、単一の酸化物層の代わりに、いくつかの酸化物層の積層体を設けることもできる。

【0037】

酸化物層は、HF支援DCスパッタリングによって堆積させる。結果として、特に小さい粗さR2を有する、上側の第2の境界面8bが得られる。酸化物層8をスパッタリングによって堆積させた後、その第2の境界面8bは最初は露出している。最後に、図1に示したように、第2の境界面8bの上にミラー層9(特に金属ミラー層19)を堆積させる。

10

【0038】

半導体積層体の各層の間の境界面と、半導体積層体、酸化物層、およびミラー層の間の境界面には、必ず特定の粗さが存在する。粗さは、ほとんどの場合、「rms」(二乗平均平方根:理想的な境界面からの逸脱、すなわち、境界面または表面の高さの変動の標準偏差)を、数値(例えばnm単位)に付加して表す。この平均は、各表面または各境界面の面領域全体にわたって求められる。半導体発光ダイオード10の積層体内の境界面の粗さは、従来では1.5~5nm程度であるが、これよりも相当に大きくなり、20nmを超えることもある。理想的な結晶格子からの逸脱(例えば、局所的に変動する成長条件または格子の歪み、場合によってはドーパントの結果としての逸脱)は、特に粗さの原因となる。

20

【0039】

半導体発光ダイオードを製造するとき、従来では、(ドーパントを含んでいる)各層の材料および材料の組合せを最適化し、互いに適合化させる。さらには、境界面で反射される電磁放射の強め合う(建設的)干渉(constructive interference)と、したがって発光ダイオードの高い光度とを達成する目的で、層の厚さおよび層の屈折率を最適化する。しかしながら、層境界の高さの変動は、粗さに起因するものであり、反射される放射の波長よりも二桁~三桁小さく(すなわち1/100~1/1000)、その影響はほとんどの場合に無視される。

30

【0040】

酸化物層の第2の境界面(半導体積層体とは反対側である、すなわちミラー層に面している境界面)は、従来、酸化物層の第1の境界面よりもさらに大きな粗さを有し、なぜなら、透明導電性酸化物は、一般的には単結晶として成長せずに、多結晶として、またはアモルファスとして成長するためである。

【0041】

しかしながら、本文書に提案するように、HF支援DCスパッタリング工程によって酸化物層8を堆積させることによって、酸化物層の第2の境界面8bに形成される粗さR2が特に小さく、したがって、その上に堆積されるミラー層の反射率が増大する。以下では、HF支援DCスパッタリング工程について図5を参照しながら説明する。

40

【0042】

酸化物層8の第2の境界面8b(スパッタリング工程の実行後は露出している)の上に、ミラー層9を堆積させる。ミラー層9は、PVD(物理的蒸着)またはCVD(化学的蒸着)によって、特に、PECVD(プラズマCVD)、MBE(分子線エピタキシ)、IBE(イオンビームエッチング)によって、または熱蒸着によって、堆積させる。この例示的な実施形態においては、ミラー層9は金属ミラー層19であり、金、銀、またはアルミニウム、あるいはこれらの金属の少なくとも1つを含んでいる合金から成る。金属ミラー層19は、それぞれが金属または金属合金から作製されているいくつかの層を含んでいることもできる。

【0043】

50

酸化物層 8 およびミラー層 9 の材料および層厚さは、光学活性ゾーン 3 によって放出される電磁放射のうち、酸化物層およびミラー層の方向に放出される部分が、酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b においてできる限り完全に反射されるように、互いに調整されている。反射される放射の入射角度は、統計的に分布し、基本的には、ミラー層の反射境界面の面法線に対する 0 度 ~ 90 度の間の任意の値をとりうる。酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b の粗さが小さい結果として、第 2 の境界面 8 b の面法線に対する入射角度が大きい場合でも、全体として、入射する電磁放射のうちの大きな割合が反射される。結果として、半導体発光ダイオードによって放出される電磁放射の強度が増大する。

【0044】

図 2 は、半導体発光ダイオードの第 2 の例示的な実施形態を示しており、この実施形態においては、図 1 に示した層に加えて、アンドープ半導体層 6 および n 型ドープ半導体層 7 も設けられており、p 型ドープ半導体層 5 と酸化物層 8 との間に配置されている。n 型ドープ半導体層 7 は、透明導電性酸化物から成る酸化物層 8 と半導体積層体 20 との結合を促進する。アンドープ半導体層 6 は、p 型ドープ半導体層 5 と n 型ドープ半導体層 7 との間に配置されている。一連の半導体層 5, 6, 7 は、発光ダイオード層 4, 2 から成る実際の発光ダイオード積層体へのトンネルコンタクトを形成している。トンネルコンタクトによる動作電圧のわずかな上昇は、n 型ドープ半導体層 7 を介しての酸化物層 8 の低インピーダンス接続によってそれを上回るだけ補正される。

【0045】

層 5、層 6、および層 7 には、発光ダイオード層 2, 4 に使用されているものと同じ基材が適している。この例示的な実施形態においては、ドープされている半導体層 5, 7 の層厚さは、30 nm 未満であり、例えば、3 ~ 20 nm である。さらには、この例示的な実施形態においては、アンドープ半導体層 6 の層厚さは、20 nm 未満であり、例えば、1 ~ 10 nm である。図 2 の残りの部分については、図 1 において説明した実施形態の該当箇所があてはまる。

【0046】

図 1 および図 2 に示した、半導体積層体 20 の層は、例えば CVD (化学的蒸着) によって堆積させ、その後、この半導体積層体 20 の上に酸化物層 8 を堆積させ、その上にミラー層 9 を堆積させる。次に、半導体積層体 20 の下面において、基板を薄くする、または放射出口層 1 が露出するように完全に除去する。

【0047】

図 1 および図 2 は、酸化物層 8 が金属ミラー層 19 の下面に直接隣接している例示的な実施形態を示しているが、図 3 および図 4 は、酸化物層 8 と金属ミラー層 19 との間に追加の誘電体ミラー層 18 を有する例示的な実施形態を示している。

【0048】

図 3 において、半導体積層体 20 は、図 1 の実施形態と同じ構造を有する。図 4 において、半導体積層体 20 は、図 2 の実施形態と同じ構造を有する。したがって、図 1 および図 2 に関する説明が、それぞれ図 3 および図 4 にもあてはまる。

【0049】

図 3 および図 4 によると、それぞれ、一番上の半導体層 5 および半導体層 7 の上に、HF 支援 DC スパッタリングによって酸化物層 8 を堆積させる。この酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b の上に、最初に誘電体ミラー層 18 (例えば酸化ケイ素から成る) を堆積させる。次に、誘電体ミラー層 18 に凹部 11 をエッチングし、誘電体ミラー層 18 の上に金属ミラー層 19 を堆積させる。金属ミラー層 19 の材料は、誘電体ミラー層 18 の凹部の中で酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b まで延在しており、したがって、酸化物層 8 への、互いに結合されているコンタクトがこの位置に形成される。互いに結合されているコンタクトに基づいて、半導体積層体 20 の表面領域全体にわたり透明導電性酸化物 8 において横方向の電流拡散が起こる。

【0050】

この例示的な実施形態においては、ミラー層 9 は、誘電体ミラー層 18 と、金属ミラー

10

20

30

40

50

層 19 とを含んでいる。ミラー層 9 (18 , 19) は酸化物層 8 の後に堆積されるため、酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b の粗さ R 2 が小さいことに起因して、ミラー層 18 とミラー層 19 との間の境界面の粗さも小さくなる。結果として、酸化物層の第 2 の境界面の粗さが小さいことに起因して、それに続くミラー層の境界面の粗さもある程度減少するため、ミラー積層体の反射率がさらに増大する。

【 0051 】

図 3 および図 4 の残りの部分については、図 1 および図 2 において説明した実施形態の該当箇所があてはまる。

【 0052 】

上述した例示的な実施形態の場合、ドーパント濃度は以下のとおりである。n 型ドーブ発光ダイオード層 2 は、 $1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 未満、特に $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 未満のドーパント濃度を有する。p 型ドーブ発光ダイオード層 4 は、 $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 未満のドーパント濃度を有する。p 型ドーブ半導体層 5 のドーパント濃度は、p 型ドーブ発光ダイオード層 4 のドーパント濃度と同じかまたはそれ以上であり、 $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ より大きい。n 型ドーブ半導体層 7 のドーパント濃度は、n 型ドーブ発光ダイオード層 2 のドーパント濃度よりも高く、 $2 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ より大きい。したがって、2 つの半導体層 5 , 7 のそれぞれは、同じドーパント型の各発光ダイオード層 4 , 2 よりも高濃度にドーブされている。p 型ドーブ層はマグネシウムによってドーブされており、n 型ドーブ層はシリコンによってドーブされている。

【 0053 】

あるいは、n 型ドーブ半導体層 7 のドーパント濃度を、n 型ドーブ発光ダイオード層 2 のドーパント濃度よりも低くすることもできる。

【 0054 】

図 5 は、図 1 ~ 図 4 のいずれかによる半導体発光ダイオードの製造過程にある（実際には酸化物層 8 をスパッタリングによって堆積させた後の）半導体製品の概略的な拡大詳細図を示している。半導体積層体 20 の一番上の層の上部領域の一部と、この層の上にスパッタリングされている、透明導電性酸化物から作製されている酸化物層とを示してある。一番上の半導体層は、図 1 または図 3 における p 型ドーブ半導体層 5、もしくは、図 2 または図 4 における n 型ドーブ半導体層 7、のいずれかである。

【 0055 】

一番上の半導体層 5 または半導体層 7 の上面に酸化物層 8 を堆積させる場合、酸化物層 8 の下側の第 1 の境界面 8 a の粗さ R 1 は、一番上の半導体層の粗さによって生じる。この粗さは、一般には 1.5 nm rms より大きい、一番上の半導体層の堆積方法、その基材、およびそのドーパント濃度によっては、これよりも相当に大きくなることもある。窒化ガリウムから成る p 型ドーブ半導体層 5 (図 1 または図 3) の場合、その上面の粗さは $1.2 \sim 1.8 \text{ nm}$ である。

【 0056 】

透明導電性酸化物から成る酸化物層 8 を HF 支援 DC スパッタリング法によって堆積させることによって、図 5 に示したように、その第 2 の境界面 8 b の粗さ R 2 は、第 1 の境界面 8 a の粗さ R 1 よりも小さくなり、具体的には 1.0 nm 未満、場合によっては 0.5 nm である。

【 0057 】

本明細書に説明した例示的な実施形態においては、酸化物層 8 は、 $1 \sim 50 \text{ nm}$ の層厚さでスパッタリングによって堆積されているが、より大きな層厚さを選択することもできる。酸化物層を最小限の層厚さ（例えば 5 nm ）で堆積させるならば、酸化物層をスパッタリングによって堆積させるとき、下層の半導体層 5 または 7 から生じる凹凸が平らにならされる。これにより、酸化物層 8 の第 2 の境界面 8 b の粗さ R 2 は、HF 支援 DC スパッタリング法による影響を受けるのみであり、深い位置にある半導体層の高さの変動には影響されない。

【 0058 】

10

20

30

40

50

酸化物層の上に堆積される（ＨＦ支援ＤＣスパッタリングによって堆積される）ミラー層は、極めてなめらかな反射面を有する。さらには、半導体積層体の一番上の半導体層（酸化物層８をスパッタリングによって堆積させる前には露出している）は、ＨＦ支援ＤＣスパッタリング法によってほとんど損傷しない。

【００５９】

ＨＦ支援ＤＣスパッタリング法（それ自体は公知である）は、この場合、透明導電性酸化物の酸化物層８を、発光ダイオードの半導体積層体２０の一番上の層の上に堆積させるために使用される。ＨＦ支援ＤＣスパッタリング法においては、直流電圧に高周波交流電圧を重ねる。したがって、スパッタリング用に供給される電力は、直流（ＤＣ）部分と高周波（ＨＦ）部分とを含んでいる。高周波電力部分の周波数は、例えば、１３．５６ＭＨｚである。スパッタリング時、合成されたＤＣ／ＨＦ電力が、例えば、スパッタリング室に配置されている電極に供給される。

10

【００６０】

ＨＦ支援ＤＣスパッタリング法によって堆積される酸化物層８の第２の境界面８ｂと、この第２の境界面８ｂの上に堆積されるさらなるミラー層１８，１９の境界面は、粗さが減少していることにより、そこに入射する電磁放射のより多くの部分を反射する。このことは、放射のうち、面法線に対する大きな入射角度でこれらの境界面に入射する部分に特にあてはまる。

【００６１】

反射率が増大しているため、半導体発光ダイオード１０は、全体として、より高い強度の電磁放射をその放射出口面２５において放出する。

20

【００６２】

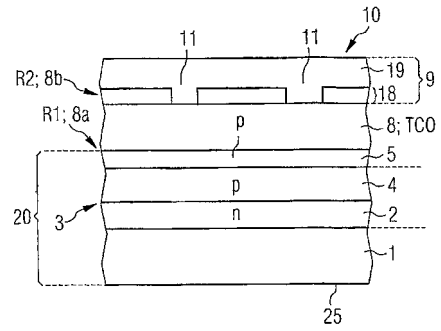
ここまで、本発明について例示的な実施形態を参照しながら説明してきたが、本発明は上記の説明に限定されない。本発明は、任意の新規の特徴および特徴の任意の組合せを包含しており、特に、請求項における特徴の任意の組合せを含んでいる。これらの特徴または特徴の組合せは、それ自体が請求項あるいは例示的な実施形態に明示的に記載されていない場合であっても、本発明に含まれる。

【００６３】

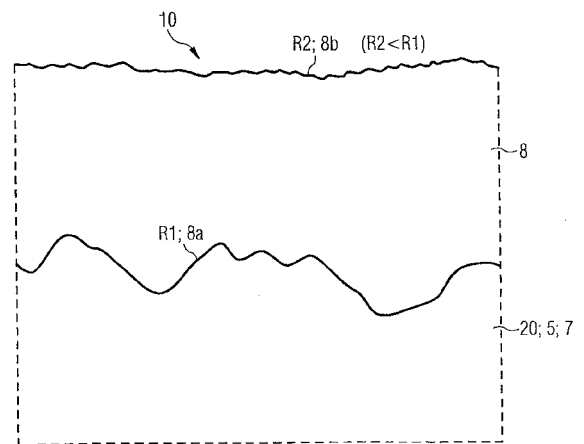
本特許出願は、独国特許出願第１０２００８０１１８４７．８号および独国特許出願第１０２００８０２７０４５．８号の優先権を主張し、これらの文書の開示内容は参照によって本出願に組み込まれている。

30

【 図 3 】



【 図 5 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHEDMinimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

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, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 023685 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 5 April 2007 (2007-04-05)	1-6,9-11
Y	page 2, paragraph 6 - page 5, paragraph 38 page 6, paragraph 49 - page 8, paragraph 62 figure 2	7,8,14
Y	US 2006/249736 A1 (LEE JAE H [KR] ET AL) 9 November 2006 (2006-11-09) figures 3-5f page 3, paragraph 48 - page 5, paragraph 86 ----- -/-	7,8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

29 Mai 2009

Date of mailing of the international search report

12/06/2009

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) 340-3018

Authorized officer

Sauerer, Christof

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2009/000192

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01/86731 A (UNAXIS DEUTSCHLAND GMBH [DE]; KLOEPPPEL ANDREAS [DE]; TRUBE JUTTA [DE]) 15 November 2001 (2001-11-15) page 1, paragraph 4 - page 4, paragraph 2 page 4, paragraph 5 - page 5, last paragraph figure 1	14,15
X	WO 2007/105626 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]; FUKUSHIMA HIROSHI [JP]; YASUDA MAS) 20 September 2007 (2007-09-20)	1,3-6, 9-13
Y	figure 19 - & EP 1 995 794 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]) 26 November 2008 (2008-11-26) page 10, line 28 - page 11, line 35 figure 19	7,8,14, 15
X	US 2005/121685 A1 (SEONG TAE-YEON [KR] ET AL) 9 June 2005 (2005-06-09)	1,3-6, 9-11
Y	figures 8A-10 page 4, paragraph 83 - page 5, paragraph 103	14
X	DE 10 2005 013894 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 26 January 2006 (2006-01-26) page 5, paragraph 44 figure 3	1,3-6, 9-11
X	DE 10 2004 050891 A1 (LUMILEDS LIGHTING U S [US]) 20 April 2006 (2006-04-20) page 3, paragraph 23 - page 7, paragraph 38 figure 7A	1,3-5,7, 9-11
P,A	WO 2009/015645 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; AHLSTEDT MAGNUS [DE]; BADER STEFA) 5 February 2009 (2009-02-05) the whole document	1-15
A	BETZ ET AL: "On the synthesis of ultra smooth ITO thin films by conventional direct current magnetron sputtering". THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, vol. 516, no. 7, 29 January 2008 (2008-01-29), pages 1334-1340, XP022436931 ISSN: 0040-6090 the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/000192

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006023685 A1	05-04-2007	WO 2007036198 A2 EP 1929551 A2 JP 2009510737 T KR 20080068831 A	05-04-2007 11-06-2008 12-03-2009 24-07-2008
US 2006249736 A1	09-11-2006	JP 2006313888 A	16-11-2006
WO 0186731 A	15-11-2001	DE 10023459 A1 EP 1282919 A1 JP 2003532997 T TW 253477 B US 2003170449 A1	15-11-2001 12-02-2003 05-11-2003 21-04-2006 11-09-2003
WO 2007105626 A	20-09-2007	CN 101395728 A EP 1995794 A1 KR 20080099868 A	25-03-2009 26-11-2008 13-11-2008
EP 1995794 A	26-11-2008	CN 101395728 A WO 2007105626 A1 KR 20080099868 A	25-03-2009 20-09-2007 13-11-2008
US 2005121685 A1	09-06-2005	CN 1622349 A JP 2005167237 A KR 20050051920 A	01-06-2005 23-06-2005 02-06-2005
DE 102005013894 A1	26-01-2006	US 2006011923 A1	19-01-2006
DE 102004050891 A1	20-04-2006	NONE	
WO 2009015645 A	05-02-2009	DE 102007035687 A1	05-02-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000192

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L33/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff 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, COMPENDEX, IBM-TDB		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 023685 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 5. April 2007 (2007-04-05)	1-6,9-11
Y	Seite 2, Absatz 6 - Seite 5, Absatz 38 Seite 6, Absatz 49 - Seite 8, Absatz 62 Abbildung 2	7,8,14
Y	US 2006/249736 A1 (LEE JAE H [KR] ET AL) 9. November 2006 (2006-11-09) Abbildungen 3-5f Seite 3, Absatz 48 - Seite 5, Absatz 86 ----- -/-	7,8
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind die Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*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 ausgetilgt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*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</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. Mai 2009		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 12/06/2009
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Sauerer, Christof

Formblatt PCT/SA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

 Internationales Aktenzeichen
 PCT/DE2009/000192

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 01/86731 A (UNAXIS DEUTSCHLAND GMBH [DE]; KLOEPPEL ANDREAS [DE]; TRUBE JUTTA [DE]) 15. November 2001 (2001-11-15) Seite 1, Absatz 4 - Seite 4, Absatz 2 Seite 4, Absatz 5 - Seite 5, letzter Absatz Abbildung 1	14, 15
X	WO 2007/105626 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]; FUKUSHIMA HIROSHI [JP]; YASUDA MAS) 20. September 2007 (2007-09-20)	1, 3-6, 9-13
Y	Abbildung 19 -& EP 1 995 794 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD [JP]) 26. November 2008 (2008-11-26) Seite 10, Zeile 28 - Seite 11, Zeile 35 Abbildung 19	7, 8, 14, 15
X	US 2005/121685 A1 (SEONG TAE-YEON [KR] ET AL) 9. Juni 2005 (2005-06-09)	1, 3-6, 9-11, 14
Y	Abbildungen 8A-10 Seite 4, Absatz 83 - Seite 5, Absatz 103	
X	DE 10 2005 013894 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]) 26. Januar 2006 (2006-01-26) Seite 5, Absatz 44 Abbildung 3	1, 3-6, 9-11
X	DE 10 2004 050891 A1 (LUMILEDS LIGHTING U S [US]) 20. April 2006 (2006-04-20) Seite 3, Absatz 23 - Seite 7, Absatz 38 Abbildung 7A	1, 3-5, 7, 9-11
P, A	WO 2009/015645 A (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH [DE]; AHLSTEDT MAGNUS [DE]; BADER STEFA) 5. Februar 2009 (2009-02-05) das ganze Dokument	1-15
A	BETZ ET AL: "On the synthesis of ultra smooth ITO thin films by conventional direct current magnetron sputtering". THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A. LAUSANNE, CH, Bd. 516, Nr. 7, 29. Januar 2008 (2008-01-29), Seiten 1334-1340, XP022436931 ISSN: 0040-6090 das ganze Dokument	1-15

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000192

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006023685 A1	05-04-2007	WO 2007036198 A2 EP 1929551 A2 JP 2009510737 T KR 20080068831 A	05-04-2007 11-06-2008 12-03-2009 24-07-2008
US 2006249736 A1	09-11-2006	JP 2006313888 A	16-11-2006
WO 0186731 A	15-11-2001	DE 10023459 A1 EP 1282919 A1 JP 2003532997 T TW 253477 B US 2003170449 A1	15-11-2001 12-02-2003 05-11-2003 21-04-2006 11-09-2003
WO 2007105626 A	20-09-2007	CN 101395728 A EP 1995794 A1 KR 20080099868 A	25-03-2009 26-11-2008 13-11-2008
EP 1995794 A	26-11-2008	CN 101395728 A WO 2007105626 A1 KR 20080099868 A	25-03-2009 20-09-2007 13-11-2008
US 2005121685 A1	09-06-2005	CN 1622349 A JP 2005167237 A KR 20050051920 A	01-06-2005 23-06-2005 02-06-2005
DE 102005013894 A1	26-01-2006	US 2006011923 A1	19-01-2006
DE 102004050891 A1	20-04-2006	KEINE	
WO 2009015645 A	05-02-2009	DE 102007035687 A1	05-02-2009

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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), 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, KM, 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

(72)発明者 アールシュテット マグナス

ドイツ国 9 3 0 4 9 レーゲンスブルク テオドール - コーナー - シュトラッセ 1 2

(72)発明者 バウアー ヨハネス

ドイツ国 9 3 0 5 1 レーゲンスブルク ブルクフリーデンヴェグ 3 2

(72)発明者 ツェンダー ウルリッヒ

ドイツ国 9 3 1 9 1 レッテンバッハ アウンバッハ 3 1 1

(72)発明者 ストラスバーク マルチン

ドイツ国 9 3 1 0 5 テゲルンハイム ルターシュトラッセ 1

(72)発明者 サバシル マティアス

ドイツ国 9 3 0 5 9 レーゲンスブルク アム プロツェンヴァイハー 2 1 ベー

(72)発明者 ハーン ベルトホルド

ドイツ国 9 3 1 5 5 ヘーマウ アム プファネンシュティール 2

Fターム(参考) 5F041 AA03 CA04 CA08 CA13 CA74 CA88 CB15