



PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

窒化物半導体発光素子

技術分野

[0001] 本発明は、光の取り出し効率を大きくした窒化物半導体発光素子に関する。

背景技術

[0002] 照明、バックライト等用の光源として使われる青色LED、多色化で使用されるLED、LD等に用いられている窒化物半導体は、バルク単結晶の製造が困難なために、サファイア、SiC等の成長用基板の上にMOCVD(有機金属気相成長法)を利用してGaNを成長させることが行われている。

[0003] サファイア基板は、エピタキシャル成長工程の高温アンモニア雰囲気中の安定性にすぐれているので、成長用基板として特に用いられる。しかしながら、サファイア基板は絶縁性基板であり、導通がとれず、サファイア基板を挟んで電極を設けることができない。したがって、サファイア基板上の窒化物半導体は、エピタキシャル成長後にn型窒化ガリウム層を露出するまでエッチングし、エッチングされた面にn型コンタクトを形成して、同一面側にp型とn型の二つの電極を設ける構造が一般的である。

[0004] ところが、上記のように同一面側にp型とn型の二つの電極を設ける構成とすると、n電極に近接したメサ部分に電流が集中しやすいことにより、ESD(静電破壊)電圧を上げることができない。また、活性層に均一に電流注入するのが難しく、活性層を均等に発光させるのが困難となる。さらに、同一面側で、p電極とn電極の両方にワイヤボンディング用電極を必要とするため、いずれか一方のワイヤボンディング用電極を設ければ良い導電性基板上的窒化物半導体よりも有効発光面積を狭めてしまう。

[0005] そこで、上記問題を技術的に解決するために、サファイア基板を剥がし、n型窒化ガリウム層を露出させ、その部分にn電極を形成する方法が用いられている。例えば、サファイア基板にGaNバッファ層を介して窒化物半導体としての化合物結晶層を形成した後、一般に300nm以下程度のエキシマレーザー光を数百mJ/cm²でサファイア基板側から照射し、GaNバッファ層を分解させ、サファイア基板を剥離するレーザーリフトオフ(Laser Lift Off: 以下LLOと略す)法がある(例えば、特許文献1参

照)。この方法はGaN基板を使ったのに等しいチップができるため、電極を対向して設けることができる。

特許文献1:特開2003-168820号公報

特許文献2:特開2004-153271号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、上記従来技術のように、p電極とn電極を対向して設け、n電極側から光を取り出そうとした場合には、n側のGaN層と空気との界面では臨界角が小さくて光取り出し効率が落ちることが知られている。一方、金属で構成されたp側電極の反射を利用して取り出し効率を上げようとしても、p側電極はp側のGaN層とオーミックコンタクトを取る必要があるために、電極に使用する金属が制限されてしまい、反射率の高い金属を使用できないという問題があった。

[0007] また、光の強度を高める構成として、ブラッグ反射層(高反射層)をp側とn側に形成し、共振器構造を構成してp側電極方向から光を取り出そうとしたものがある(例えば、特許文献2参照)。この構成を図5に示す。共振空洞構造を構成するために、サファイア基板上に形成された窒化物半導体層中に、多層膜からなるブラッグ反射層(DBR)をp側とn側に設けたものが示されている。

[0008] サファイア基板31上に、GaN層32、n-AlGaIn/GaN DBR33、InGaIn/GaN第2活性層34、n-GaN層35、InGaIn/GaN第1活性層36、p-AlGaIn/GaN DBR37、p-GaN層38が形成され、n側のブラッグ反射層33とp側のブラッグ反射層37とで、共振空洞構造が構成されている。ブラッグ反射層33、37は、2つの界面からの光の位相が強め合うことにより反射光強度を増加させるもので、共振空洞器の中に活性層から放射される光の多くを閉じ込めることができる。

[0009] この場合には、指向性が非常に高まり、光のビームは鋭くなって、高速動作を行わせるには適しているが、広域を照らすような照明用の発光素子としては不向きであった。また、高反射層で活性層を挟んでいるので、光の取り出し効率が悪くなっていた。

[0010] 本発明は、上述した課題を解決するために創案されたものであり、電極に使用する

金属の反射率に関係なく、光の取り出し効率を高めて、出射光の照射角度が広がりを持つような窒化物半導体発光素子を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、少なくともn側電極、n型窒化物半導体層、発光領域、p型窒化物半導体層、p側電極とを順に備えた窒化物半導体発光素子において、前記n型窒化物半導体層は反射防止層で、前記p型窒化物半導体層はブラッグ反射層で構成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子である。
- [0012] また、請求項2記載の発明は、少なくともn側電極、n型窒化物半導体層、発光領域、p型窒化物半導体層、p側電極とを順に備えた窒化物半導体発光素子において、前記n型窒化物半導体層はブラッグ反射層で、前記p型窒化物半導体層は反射防止層で構成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子である。
- [0013] また、請求項3記載の発明は、前記反射防止層が、発光領域側から順にInGaN半導体層とGaN半導体層とが交互に積層された積層膜で形成され、前記ブラッグ反射層は、発光領域側から順にAlGaN半導体層とGaN半導体層とが交互に積層された積層膜で形成されていることを特徴とする請求項1記載の窒化物半導体発光素子である。
- [0014] また、請求項4記載の発明は、前記反射防止層が、発光領域側から順にAlGaN半導体層とGaN半導体層とが交互に積層された積層膜で形成され、前記ブラッグ反射層は、発光領域側から順にInGaN半導体層とGaN半導体層とが交互に積層された積層膜で形成されていることを特徴とする請求項2記載の窒化物半導体発光素子である。
- [0015] また、請求項5記載の発明は、前記InGaN半導体層とGaN半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/4$ の整数倍で形成され、前記AlGaN半導体層とGaN半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/2$ の整数倍で形成されていることを特徴とする請求項3記載の窒化物半導体発光素子である。
- [0016] また、請求項6記載の発明は、前記AlGaN半導体層とGaN半導体層の膜厚は前記発光領域の発光波長 λ の $1/4$ の整数倍で形成され、前記InGaN半導体層とGa

N半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/2$ の整数倍で形成されていることを特徴とする請求項4記載の窒化物半導体発光素子。特徴とする窒化物半導体発光素子である。

発明の効果

- [0017] 本発明によれば、n型窒化物半導体層を反射防止層とした場合には、p型窒化物半導体層をブラッグ反射層とし、n型窒化物半導体層をブラッグ反射層とした場合には、p型窒化物半導体層を反射防止層としているので、電極に使用する金属の種類に関わらず、p側、n側のいずれからでも光の取り出し効率を高めることができる。また、出射光の照射角度が広がりを持つようになる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]図1は、本発明の窒化物半導体発光素子の断面構造を示す図である。
[図2]図2は、n側反射防止層及びp側ブラッグ反射層の層構造を示す図である。
[図3]図3は、本発明の窒化物半導体発光素子の他の断面構造を示す図である。
[図4]図4は、n側ブラッグ反射層及びp側反射防止層の層構造を示す図である。
[図5]図5は、従来の窒化物半導体発光素子の構成例を示す図である。

符号の説明

- [0019] 1 n電極
2 n側反射防止層
3 MQW活性層
4 p側ブラッグ反射層
5 p電極
6 絶縁膜
6a コンタクトホール
7 反射膜
8 パッド電極
9 導電性接合層
10 支持基板
21 GaN基板

22 n側ブラッグ反射層

23 MQW活性層

24 p側反射防止層

25 p電極

26 n電極

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図1は本発明による窒化物半導体発光素子の構造を示す。

[0021] 発光領域としてのMQW活性層3を挟むようにしてn側反射防止層2とp側ブラッグ反射層4が形成されており、ダブルヘテロ構造を有する。MQW活性層3は、InGa_N/Ga_N等で構成された多重量子井戸構造を有するもので、例えば、井戸層としてIn_{0.17}GaNを厚さ30Å、バリア層(障壁層)としてアンドープGa_Nを厚さ100Åで交互に8周期積層されている。なお、バリア層は、0.5～2%のIn組成からなるInGa_Nを用いることもできる。

[0022] n型窒化物半導体層には、通常、n型窒化物コンタクト層が形成されるが、n側反射防止層2は、このn型窒化物コンタクト層の役割も兼ねている。また、p型窒化物半導体層には、通常、p型窒化物コンタクト層が形成されるが、p側ブラッグ反射層4は、このp型窒化物コンタクト層の役割も兼ねている。

[0023] 図2は、n側反射防止層2とp側ブラッグ反射層4の層構造を詳しく示したものである。n側反射防止層2は、n型不純物SiドープのInGa_N層2aとn型不純物SiドープのGa_N層2bとの積層構造で構成される。

[0024] また、InGa_N層2aとGa_N層2bの両方にn型不純物をドーピングすることをせずに、どちらか一方にだけドーピングした変調ドーピングにしても良い。上記積層構造は超格子層にもなっており、格子定数差の大きいInGa_NとGa_Nの応力を緩和し、活性層のInGa_Nを成長させやすくする効果も有する。

[0025] 層構造の順序としては、最初にMQW活性層3上にn-InGa_N層2aが形成され、次にn-Ga_N層2bが形成されるようにし、交互に形成した後に、n電極1とはn-Ga_N層2bが接触するように構成する。AlGaInN混晶系では、Inの成分比率が増加す

ると、屈折率も大きくなるので、GaN結晶よりもInGaN結晶の方が屈折率大きい。したがって、 n -InGaN層2aの屈折率を n_1 、 n -GaN層2bの屈折率を n_2 とすると、 $n_1 > n_2$ となる。

[0026] また、 n 側反射防止層2は、ARコート(Anti-Reflective Coating)層と呼ばれるもので、基本的に複数の界面からの反射光同士の干渉現象を利用する。すなわち、異なる界面から反射されてくる光の位相を180度ずらせるようにして、互いに打ち消し合うようにし、反射光の強度を弱めようとするものである。したがって、 n -InGaN層2a及び n -GaN層2bの膜厚 H_1 は、MQW活性層3で発生する光の波長を λ とすると、 $(1/4) \times \lambda \times N$ (N は正の整数)となるように形成される。

[0027] さらに、 n -InGaN層2aから n -GaN層2bに向かう光のうち、境界面に対して垂直に入射する光に関しては、反射率 R は $R = \{(n_1 - n_2) / (n_1 + n_2)\}^2$ であり、透過率 T は $T = 2 \times n_1 \times n_2 / (n_1 + n_2)^2$ と表せる。 n_1 が大きければ透過率 T も大きくなる。

[0028] 一方、 p 型窒化物半導体層については、 p 側ブラッグ反射層4が形成されており、 p 側ブラッグ反射層4は、 p 型不純物MgドープのAlGaN層4aと、 p 型不純物MgドープのGaN層4bとの積層構造により形成されており、超格子層を構成する。

[0029] 層構造の順序としては、最初にMQW活性層3の下に p -AlGaN層4aが形成され、 p -AlGaN層4aの下に p -GaN層4bが形成されるようにし、交互に形成した後に、 p 電極5とは p -GaN層4bが接触するように構成する。AlGaInN混晶系では、Alの成分比率が増加すると、屈折率は小さくなるので、GaN結晶よりもAlGaN結晶の方が屈折率が小さい。したがって、 p -AlGaN層4aの屈折率を m_1 、 p -GaN層4bの屈折率を m_2 とすると、 $m_2 > m_1$ となる。

[0030] この p 側ブラッグ反射層4も上記 n 側反射防止層2と同様、基本的に複数の界面からの反射光同士の干渉現象を利用するもので、異なる界面から反射されてくる光の位相を360度ずらせるようにして、互いに強め合うようにし、反射光の強度を高めようとするものである。したがって、 p -AlGaN層4a及び p -GaN層4bの膜厚 L_1 は、MQW活性層3で発生する光の波長を λ とすると、 $(1/2) \times \lambda \times M$ (M は正の整数)となるように形成される。

[0031] n 側反射防止層2の上面には n 電極1が形成されている。 n 電極1は、例えば、TiとA

1の積層体又はAl等で構成されており、n側反射防止層2にオーミック接触している。また、p電極5は、Pd/Auの金属多層膜であってもよいが、透明電極としても良く、この場合は、GaドープZnOを用いてオーミック接触させた電極等で構成される。p電極5をGaをドープしたZnOとした場合には、GaNと格子定数が近似しており、事後のアニールをすることなく、p側ブラッグ反射層4におけるp-GaN層4bとの間に良好なオーミック接触を形成する。

[0032] 反射膜7は、p電極5側に出射してきた光を反射させてn電極1の方向に取り出すために設けられている。p側には、p側ブラッグ反射層4が設けられているので、MQW活性層3からの光は、n電極1側にほとんど反射されていくが、100%反射できるものではないので、わずかに透過してきた光も反射膜7で反射させて有効に利用しようとするものである。反射膜7には、AlやAgなどの銀白色系の反射ミラーとして働く金属が用いられる。

[0033] 絶縁膜6はチップの周縁部に環状に形成され、半導体レーザの場合には、共振器構造を得るためにチップの両側面に形成される。絶縁膜6には、SiNやSOG (Spin On Glass) 等が用いられる。

[0034] ところで、反射膜7は、p電極5に直接全面に接合されておらず、小さなコンタクトホール6aを介して反射膜7の一部がp電極5に直接接触するように形成され、その他の領域には絶縁膜6を間に挟んで反射膜7が形成されている。これは、p電極5を透明電極とした場合、p電極5が反射膜7とがほぼ全面で接するようにすると、p電極5と反射膜7との間で光の吸収が発生して反射率が低下するためである。したがって、図1のように、コンタクトホール6aでのみ接触させるようにすれば、光の吸収はコンタクトホール6aのみでしか発生せず、高い反射率を維持することができる。

[0035] p側のパッド電極8は、Au等で構成され、p電極5、反射膜7、パッド電極8は電氣的に接続されている。また、導電性接合層9はパッド電極8と支持基板10とを接合するもので、半田等のろう材であっても良く、熱圧着の場合にはTiとAuの多層金属膜又はAuのみ、Au及びSnの合金とTiとの多層金属膜等が用いられる。導電性接合層9によってパッド電極8と支持基板10とが電氣的に接続される。

[0036] 支持基板1には、放熱性が良い導電性基板が用いられる。導電性基板として、Ga

N、シリコン、SiC等の材料が用いられ、また、高熱伝導サブマウントとしてCu等も用いられる。

[0037] 図1に示す窒化物半導体発光素子は、以下のように形成される。製造工程の大きな流れとしては、まず、成長用基板上に、窒化物の半導体積層体を形成し、半導体積層体を支持基板に接合した後、成長用基板をLLO又は研磨により除去し、n電極等を形成して窒化物半導体発光素子が完成する。

[0038] 最初に、成長用基板としてサファイア基板を用い、このサファイア基板をMOCVD装置に入れ、水素ガスを流しながら、1050℃程度まで温度を上げ、基板をサーマルクリーニングする。温度を600℃程度まで下げ、低温でGaNバッファ層(図示せず)を成長させる。再び1000℃程度まで温度を上げ、n側反射防止層2、MQW活性層3を積層する。その後昇温し、p側ブラッグ反射層4を積層する。

[0039] p電極5が透明電極とする場合は、分子線エピタキシー法を用い、 $2e^{-4}\Omega\text{cm}$ 程度の低い低効率を持つGaドーパZnO電極を積層する。次に、 SiO_2 のような誘電体膜やレジストによりマスクを形成、ICPなどを用いてメサエッチングを行い、チップ形状にエッチングする。メサエッチングはMQW活性層3を通過し、GaNバッファ層が露出するところまで行い、一旦エッチングをやめる。

[0040] その後、P-CVDやスパッタリングで絶縁膜6をいったん形成し、ZnOへのコンタクトホール6aを CF_4 系ドライエッチングで形成する。 CF_4 系ドライエッチングではZnOのエッチングレートは遅いため、上記ZnO電極自身がエッチングストップとして機能する。コンタクトホール6aが形成できたら、反射膜7を最初につけ、次にパッド電極8、導電性接合層9を形成する。

[0041] その後、上記最初のエッチングと同様にエッチングを再開し、サファイア基板が露出するまでエッチングを行う。支持基板10を用意し、導電性接合層9により熱圧着等を利用して、支持基板1上にウエハを貼り付ける。

[0042] その後248nmで発振するKrFレーザをサファイア基板側からGaNバッファ層に向けて照射する。KrFの場合、必要照射エネルギーは $300\sim 400\text{mJ}/\text{cm}^2$ である。248nmの光はサファイアではほぼ完全に透過し、GaNではほぼ100%吸収するため、サファイア/GaN界面で急速に温度上昇が起こり、GaNが分解して成長用基板とし

てのサファイア基板が剥離する。サファイア剥離後、酸エッチングなどで余分のGaを流し、n電極1を形成する。このようにして、図1に示す窒化物半導体発光素子が完成する。

[0043] 図3は、p側の方向へ光を取り出すようにした窒化物半導体発光素子の構成を示すものである。図3の窒化物半導体発光素子は、既知のMOCVD法を用いて、導電性のGaN基板21上に、n側ブラッグ反射層22、MQW活性層23、p側反射防止層24、p電極25を順に形成する。最後にp電極25、n電極26を蒸着又はスパッタにより形成する。

[0044] 通常、MQW活性層23を挟むようにして、n型窒化物コンタクト層とp型窒化物コンタクト層とが形成されるが、図1と同様、n側ブラッグ反射層22はn型窒化物コンタクト層の役割を、p側反射防止層24はp型窒化物コンタクト層の役割を兼ねている。

[0045] 図4は、p側反射防止層24とn側ブラッグ反射層22の層構造を詳しく示したものである。n側ブラッグ反射層22は、n型不純物SiドーパのInGaN層22aとn型不純物SiドーパのGaN層22bとの積層構造で構成される。また、InGaN層2aとGaN層2bの両方にn型不純物をドーピングすることをせずに、どちらか一方にだけドーパした変調ドーピングにしても良い。図2で述べたように、n側ブラッグ反射層22は超格子層にもなっており、格子定数差の大きいInGaNとGaNの応力を緩和し、活性層のInGaNを成長させやすくする効果も有する。

[0046] 発光領域としてのMQW活性層23は、InGaN井戸層とGaN又はInGaNバリア層を交互に積層した多重量子井戸構造が用いられ、その組成や積層周期の例等は図1と同様である。n電極1は、n側ブラッグ反射層22を透過してきた光を反射させる役割も有し、例えば、TiとAlの積層体又はAl等で構成されており、n側ブラッグ反射層22にオーミック接触している。また、p電極5側から光を取り出すために、p電極5は透明電極となっており、GaドーパZnO電極やITO電極等が用いられる。

[0047] n側ブラッグ反射層22の層構造の順序は、図2のn側反射防止層2と同様であり、n-InGaN層22aの屈折率をM1、n-GaN層22bの屈折率をM2とすると、 $M1 > M2$ となる。しかし、n側反射防止層2と異なるのは、異なる界面から反射されてくる光の位相を360度ずらせるようにして、互いに強め合うようにし、反射光の強度を高めよう

とする点にある。したがって、 n -InGa N 層22a及び n -Ga N 層22bの膜厚 $L2$ は、MQW活性層23で発生する光の波長を λ とすると、 $(1/2) \times \lambda \times K$ (K は正の整数)となるように形成される。

[0048] また、 p 側反射防止層24は、ARコート(Anti-Reflective Coating)層と呼ばれるもので、層構造の順序としては、図2の p 側ブラッグ反射層4と同様であり、 p -AlGa N 層24aの屈折率を $N1$ 、 p -Ga N 層24bの屈折率を $N2$ とすると、 $N2 > N1$ となる。しかし、 p 側ブラッグ反射層4と異なるのは、異なる界面から反射されてくる光の位相を180度ずらせるようにして、互いに打ち消し合うようにし、反射光の強度を弱めようとする点にある。したがって、 p -AlGa N 層24a及び p -Ga N 層24bの膜厚 $H2$ は、MQW活性層23で発生する光の波長を λ とすると、 $(1/4) \times \lambda \times K$ (K は正の整数)となるように形成される。

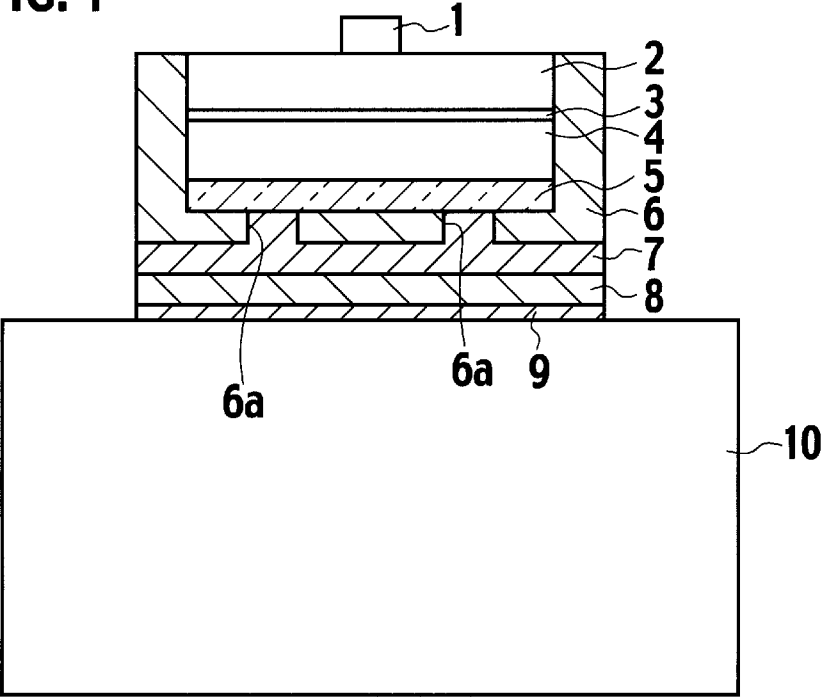
[0049] 以上のように、発光領域を中心として光の取り出し方向側には多層膜からなる反射防止層(ARコート層)を配し、光の取り出し方向と反対側には多層膜からなるブラッグ反射層を配置しているので、発光領域から放射された光のうち、光の取り出し方向に進む光は反射の影響が低減され、また、光の取り出し方向と反対側に進む光は、ブラッグ反射層で反射されて光の取り出し方向に向かうので、光の取り出し効率が向上する。

請求の範囲

- [1] 少なくともn側電極、n型窒化物半導体層、発光領域、p型窒化物半導体層、p側電極とを順に備えた窒化物半導体発光素子において、
前記n型窒化物半導体層は反射防止層で、前記p型窒化物半導体層はブラッグ反射層で構成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子。
- [2] 少なくともn側電極、n型窒化物半導体層、発光領域、p型窒化物半導体層、p側電極とを順に備えた窒化物半導体発光素子において、
前記n型窒化物半導体層はブラッグ反射層で、前記p型窒化物半導体層は反射防止層で構成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子。
- [3] 前記反射防止層は、発光領域側から順にInGa_N半導体層とGa_N半導体層とが交互に積層された積層膜で形成され、前記ブラッグ反射層は、発光領域側から順にAlGa_N半導体層とGa_N半導体層とが交互に積層された積層膜で形成されていることを特徴とする請求項1記載の窒化物半導体発光素子。
- [4] 前記反射防止層は、発光領域側から順にAlGa_N半導体層とGa_N半導体層とが交互に積層された積層膜で形成され、前記ブラッグ反射層は、発光領域側から順にInGa_N半導体層とGa_N半導体層とが交互に積層された積層膜で形成されていることを特徴とする請求項2記載の窒化物半導体発光素子。
- [5] 前記InGa_N半導体層とGa_N半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/4$ の整数倍で形成され、前記AlGa_N半導体層とGa_N半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/2$ の整数倍で形成されていることを特徴とする請求項3記載の窒化物半導体発光素子。
- [6] 前記AlGa_N半導体層とGa_N半導体層の膜厚は前記発光領域の発光波長 λ の $1/4$ の整数倍で形成され、前記InGa_N半導体層とGa_N半導体層の膜厚は発光波長 λ の $1/2$ の整数倍で形成されていることを特徴とする請求項4記載の窒化物半導体発光素子。

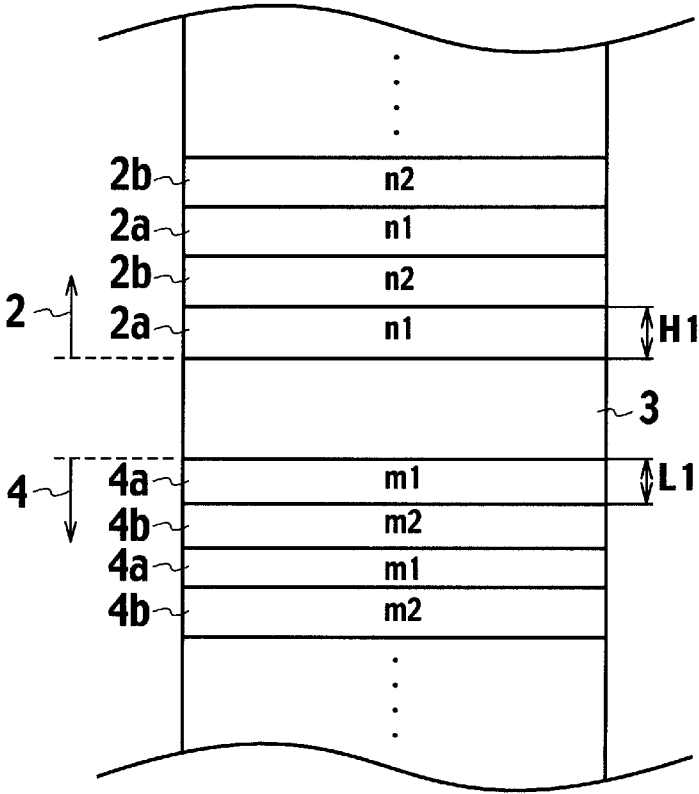
[図1]

FIG. 1



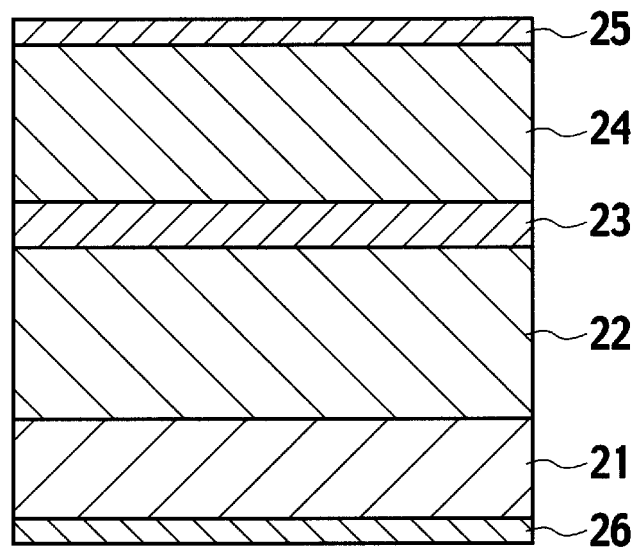
[図2]

FIG. 2



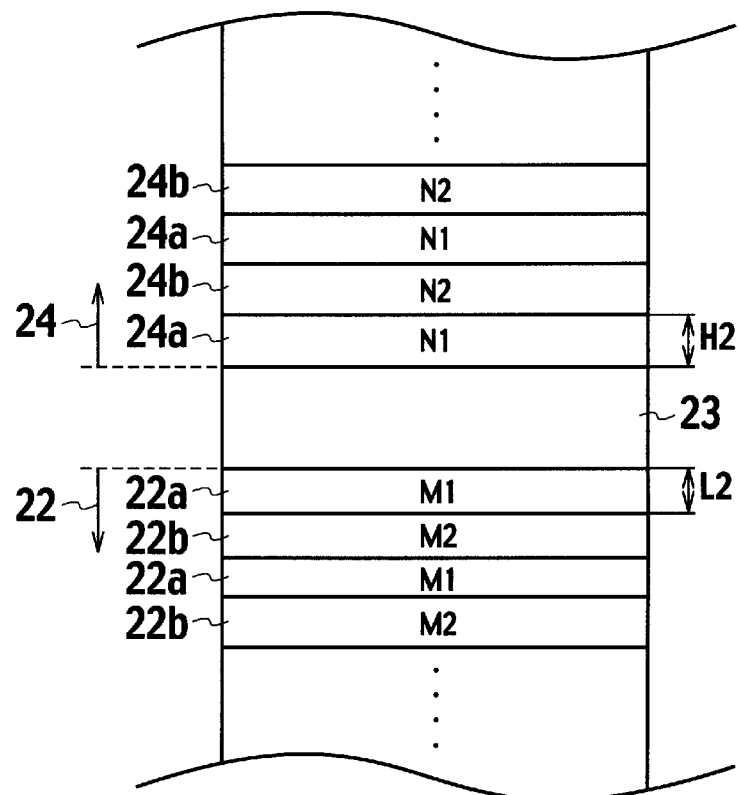
[図3]

FIG. 3



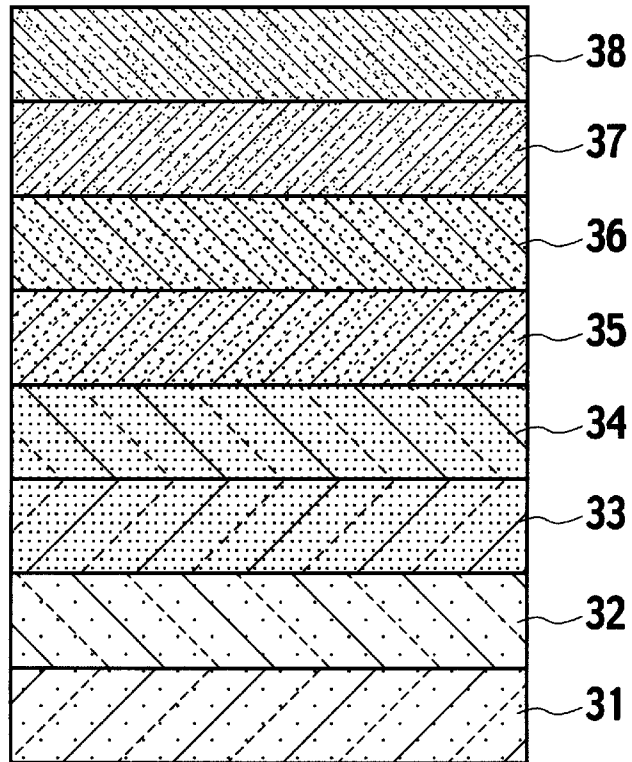
[図4]

FIG. 4



[図5]

FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/00(2006.01) i

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)

H01L33/00, H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-332618 A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 21 November, 2003 (21.11.03), Par. Nos. [0044], [0045]; Fig. 6 (Family: none)	1-6
Y	JP 8-32116 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 02 February, 1996 (02.02.96), Par. Nos. [0016], [0017]; Figs. 1, 3 & US 5862167 A	1-6
A	JP 10-74979 A (Ricoh Co., Ltd.), 17 March, 1998 (17.03.98), Full text; all drawings & US 6002700 A	1-6

☒ 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 application or patent 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 February, 2007 (15.02.07)

Date of mailing of the international search report
27 February, 2007 (27.02.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050968

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-105382 A (Toshiba Corp.), 07 April, 1992 (07.04.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2002-111057 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 12 April, 2002 (12.04.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2004-119756 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 15 April, 2004 (15.04.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2004-87815 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 March, 2004 (18.03.04), Full text; all drawings & US 2004/042520 A1 & KR 2004/0018907 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L33/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L33/00, H01S5/00-5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-332618 A（三菱電線工業株式会社） 2003.11.21, 段落【0044】【0045】、図6 （ファミリーなし）	1-6
Y	JP 8-32116 A（豊田合成株式会社） 1996.02.02, 段落【0016】【0017】、図1, 3 & US 5862167 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.02.2007

国際調査報告の発送日

27.02.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松崎 義邦

2K

3498

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-74979 A (株式会社リコー) 1998. 03. 17, 全文、全図 & US 6002700 A	1-6
A	JP 4-105382 A (株式会社東芝) 1992. 04. 07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-111057 A (豊田合成株式会社) 2002. 04. 12, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2004-119756 A (富士写真フイルム株式会社) 2004. 04. 15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2004-87815 A (三菱電機株式会社) 2004. 03. 18, 全文、全図 & US 2004/042520 A1 & KR 2004/0018907 A	1-6