

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5322523号
(P5322523)

(45) 発行日 平成25年10月23日 (2013. 10. 23)

(24) 登録日 平成25年7月26日 (2013. 7. 26)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 33/32 (2010. 01) HO 1 L 33/00 1 8 6
 HO 1 L 33/04 (2010. 01) HO 1 L 33/00 1 1 0

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-183787 (P2008-183787)	(73) 特許権者	506029004
(22) 出願日	平成20年7月15日 (2008. 7. 15)		ソウル オプト デバイス カンパニー リミテッド
(65) 公開番号	特開2009-239243 (P2009-239243A)		大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 キョンギード アンサン-シ ダンウォン-グ ウォン
(43) 公開日	平成21年10月15日 (2009. 10. 15)		シードン 7 2 7 - 5 ブロック 1 - 3 6
審査請求日	平成23年7月5日 (2011. 7. 5)	(74) 代理人	110000408
(31) 優先権主張番号	10-2008-0027494		特許業務法人高橋・林アンドパートナーズ
(32) 優先日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)	(72) 発明者	キム ギュ ボム
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		大韓民国 4 2 5 - 8 5 1 キョンギード アンサン-シ ダンウォン-グ ウォン シードン 7 2 7 - 5 ブロック 1 - 3 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

n型窒化物半導体層と、
 前記n型窒化物半導体層上に形成された活性層と、
 前記活性層上にAlNとGaNが交互に反復的に成長されて形成された超格子構造のAlN/GaN層と、
 前記超格子構造のAlN/GaN層上に形成されたp型窒化物半導体層と、を含み、
 前記超格子構造のAlNは、p型ドーパントがドーピングされたp型であり、前記GaNはu-GaNであることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記p型窒化物半導体層は、p-GaNであることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記超格子構造のAlN/GaN層は、
 前記交互に反復的に成長された前記AlNと前記GaNからなる各対ごとにドーピングされるp型ドーパントの量が可変的であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記p型ドーパントは、MgまたはZnであることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記超格子構造の AlN / GaN 層は、前記 GaN が前記 AlN より厚く形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 6】

基板上に n 型窒化物半導体層を形成する段階と、
前記 n 型窒化物半導体層上に活性層を形成する段階と、
前記活性層上に AlN と GaN を交互に反復的に成長させて超格子構造の AlN / GaN 層を形成する段階と、
前記超格子構造の AlN / GaN 層上に p 型窒化物半導体層を形成する段階と、を含み、

前記超格子構造の AlN は、p 型ドーパントがドーピングされた p 型であり、前記 GaN は u - GaN であることを特徴とする発光素子の製造方法。

10

【請求項 7】

前記 p 型窒化物半導体層は、p - GaN であることを特徴とする請求項 6 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 8】

前記超格子構造の AlN / GaN 層は、前記 GaN が前記 AlN より厚く形成されたことを特徴とする請求項 6 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 9】

前記超格子構造の AlN / GaN 層の形成段階は、
反応器内で行われ、

20

前記反応器内に p 型ドーパントソースガス、N ソースガス、Al ソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記活性層上に p 型ドーパントがドーピングされた p 型 AlN 層を成長させ、

前記反応器内に供給される p 型ドーパントソースガス、Al ソースガスの 中断して前記 p 型 AlN 層の成長を中断させ、NH₃ ガスを供給し、

前記反応器内に Ga ソースガス及び NH₃ ガスを供給し、p 型 AlN 層上に u - GaN 層を成長させ、

前記反応器内に供給される Ga ソースガスの供給を中断して u - GaN 層の成長を中断させ、NH₃ ガスを供給し、

前記過程を反復的に行うことを特徴とする請求項 6 に記載の発光素子の製造方法。

30

【請求項 10】

前記超格子構造の AlN / GaN 層の形成段階を行った後、

前記反応器内に Ga ソースガス、N ソースガス、p 型ドーパントソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記基板上に p 型ドーパントがドーピングされた前記 p 型窒化物半導体層を成長させることを含む請求項 9 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 11】

前記過程の反復時、各反復時ごとに前記供給される前記 p 型ドーパントソースガスを同一の流量で供給することを特徴とする請求項 9 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 12】

前記過程の反復時、各反復時ごとに前記供給される前記 p 型ドーパントソースを互いに異なる流量で供給することを特徴とする請求項 9 に記載の発光素子の製造方法。

40

【請求項 13】

前記 p 型ドーパントソースガスは、CP₂Mg または DMZn であることを特徴とする請求項 9 に記載の発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子及びその製造方法に関するもので、より詳細には、p 型窒化物半導体層と活性層との間に超格子構造の p 型 AlN / GaN 層を有する発光素子及びその製造方法に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

一般的に、窒化物系半導体は、フルカラーディスプレイ、交通信号灯、一般照明及び光通信機器の光源として青/緑色発光ダイオードまたはレーザーダイオードに広く用いられている。このような窒化物系発光素子は、n型及びp型窒化物半導体層の間に位置した多重量子井戸構造の活性層を含み、前記活性層で電子と正孔の再結合によって光を発生させる。

【0003】

主に、このような窒化物半導体層は、反応器内に基板を配置した後、III族金属の有機物ソースを用いた各ソースガスを反応器内に供給することで、前記基板上に窒化物半導体層を成長させる金属有機化学気相成長法を使用して成長される。

10

【0004】

一方、p型窒化物半導体層は、EBL(electronic blocking layer)としてp-AlGaNを使用し、主にMgをドーパントとして使用して形成されるが、このとき、Mgは、水素と結合してp型窒化物半導体層の結晶性を悪化させると同時に、p型窒化物半導体層の電気伝導性に寄与しない憂いがある。このようなMgのドーピングによる問題点は、発光素子の漏洩電流増加、逆電圧特性劣化及び不良な電流拡散をもたらし、発光素子の発光効率及び輝度を減少させる。

【0005】

一方、窒化ガリウム系半導体発光素子の駆動電圧を低下させ、その出力を向上させるためには、p型窒化物半導体層の電気伝導性を改善する必要がある。しかしながら、Mgのドーピング濃度を増加させる場合、キャリア濃度が減少する現象、いわゆる自発補償(self-compensation)が発生する。

20

【0006】

したがって、Mgドーピング濃度を十分に増加させ、p型窒化物半導体層の電気伝導性を向上させる必要があるとともに、p型窒化物半導体層の結晶性を向上させる必要がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、電気伝導性及び/または結晶性が向上したp型窒化物半導体層を有する発光素子及びその製造方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記のような課題を解決するための本発明の一側面によると、n型窒化物半導体層と、前記n型窒化物半導体層上に形成された活性層と、前記活性層上にAlNとGaNが交互に反復的に成長されて形成された超格子構造のAlN/GaN層と、前記超格子構造のAlN/GaN層上に形成されたp型窒化物半導体層と、を含み、前記超格子構造のAlNは、p型ドーパントがドーピングされたp型であり、前記GaNはu-GaNであることを特徴とする発光素子が提供される。

40

【0009】

前記p型窒化物半導体層は、p-GaNであることが好ましい。

【0011】

前記超格子構造のAlN/GaN層は、前記交互に反復的に成長された前記AlNと前記GaNからなる各対ごとにドーピングされるp型ドーパントの量が可変的であることが好ましい。

【0012】

前記p型ドーパントは、MgまたはZnであることが好ましい。

【0014】

前記超格子構造のAlN/GaN層は、前記GaNが前記AlNより厚く形成された

50

ことが好ましい。

【0015】

本発明の他の側面によると、基板上にn型窒化物半導体層を形成する段階と；前記n型窒化物半導体層上に活性層を形成する段階と；前記活性層上にAlNとGaNを交互に反復的に成長させて超格子構造のAlN/GaN層を形成する段階と；前記超格子構造のAlN/GaN層上にp型窒化物半導体層を形成する段階と；を含み、前記AlN及び前記GaNのうち少なくとも一つは、p型ドーパントがドーピングされたp型であることを特徴とする発光素子の製造方法が提供される。

【0016】

前記p型窒化物半導体層は、p-GaNであることが好ましい。

10

【0017】

前記超格子構造のAlN/GaN層は、前記GaNが前記AlNより厚く形成されたことが好ましい。

【0018】

前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階は、反応器内で行われ、前記反応器内にp型ドーパントソースガス、Nソースガス、Alソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記活性層上にp型ドーパントがドーピングされたp型AlN層を成長させ、前記反応器内に供給されるp型ドーパントソースガス、Alソースガスの供給を中断して前記p型AlN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記反応器内にGaソースガス及びNH₃ガスを供給し、p型AlN層上にu-GaN層を成長させ、前記反応器内に供給されるGaソースガスの供給を中断してu-GaN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記過程を反復的に行うことができる。

20

【0019】

前記方法は、前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階を行った後、前記反応器内にGaソースガス、Nソースガス、p型ドーパントソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記基板上にp型ドーパントがドーピングされた前記p型窒化物半導体層を成長させることを含むことが好ましい。

【0020】

前記過程の反復時、各反復時ごとに前記供給される前記p型ドーパントソースガスを同一の流量で供給することが好ましい。

30

【0021】

前記過程の反復時、各反復時ごとに前記供給される前記p型ドーパントソースを互いに異なる流量で供給することが好ましい。

【0022】

前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階は、反応器内で行われ、前記反応器内にp型ドーパントソースガス、Nソースガス、Alソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記活性層上にp型ドーパントがドーピングされたp型AlN層を成長させ、前記反応器内に供給されるp型ドーパントソースガス、Alソースガスの供給を中断して前記p型AlN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記反応器内にp型ドーパントソースガス、Gaソースガス及びNH₃ガスを供給してp型AlN層上にp-GaN層を成長させ、前記反応器内に供給されるp型ドーパントソースガス、Gaソースガスの供給を中断してp-GaN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記過程を反復的に行うことができる。

40

【0023】

前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階は、反応器内で行われ、前記反応器内にNソースガス、Alソースガスを含む各ソースガスを供給して前記活性層上にAlN層を成長させ、前記反応器内に供給されるAlソースガスの供給を中断して前記AlN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記反応器内にp型ドーパントソースガス、Gaソースガス及びNH₃ガスを供給してAlN層上にp-GaN層を成長させ、前記反応器内に供給されるp型ドーパントソースガス、Gaソースガスの供給を中断してp-GaN層

50

の成長を中断させ、 NH_3 ガスを供給し、前記過程を反復的に行うことが好ましい。

【0024】

前記 p 型ドーパントは、Mg または Zn であり、前記 p 型ドーパントソースガスは、 C_2Mg または DMZn である。

【発明の効果】

【0025】

本発明の各実施例によると、p 型窒化物半導体層と活性層との間に超格子構造の AlN/GaN 層を形成することで、結晶欠陥密度（例えば電位密度）を減少させ、p 型窒化物半導体層の結晶性を向上させることができる。これによって、駆動電圧が低く、発光効率及び発光出力が向上した発光素子を提供することができる。併せて、超格子構造の AlN/GaN 層を通して Mg をドーピングすることで、Mg の拡散を防止し、所望の部分に適切にドーピングすることが可能になり、発光効率を増加させることもできる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、添付された図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0027】

図 1 は、本発明の一実施例に係る発光素子を説明するための断面図である。図 1 を参照すると、前記発光素子は、n 型窒化物半導体層 25、活性層 27、超格子構造の AlN/GaN 層 28、p 型窒化物半導体層 29 を含む。また、前記発光素子は、基板 21、バッファ層 23、透明電極層 31、n-電極 33 及び p-電極 35 を含むことができる。

20

【0028】

前記基板 21 は、窒化物系発光素子を製作するためのウェハをいうもので、主にサファイア (Al_2O_3) またはシリコンカーバイド (SiC) であるが、これに限定されるものでなく、窒化物半導体層を成長させるのに適した異種基板、例えば、シリコン (Si)、ガリウム砒素 (GaAs)、スピネルなどの異種基板、または GaN などの同種基板でもある。

【0029】

バッファ層 23 は、基板 21 上に窒化物半導体層を成長させるとき、基板 21 と窒化物半導体層との間の格子不整合を緩和するためのもので、InAlGaN 系列や、SiC または ZnO 系列の材料で形成される。

30

【0030】

一方、n 型窒化物半導体層 25 は、主に GaN で形成されるが、これに限定されるものでなく、(Al, In, Ga)N 系列の 2 元系乃至 4 元系窒化物半導体で形成されることもある。また、n 型窒化物半導体層 25 は、単一層または多重層で形成され、超格子層を含むことができる。

【0031】

活性層 27 は、単一量子井戸構造または多重量子井戸構造で形成され、多重量子井戸構造の場合、量子障壁層と量子井戸層が交互に 2 回以上 20 回以下に反復形成される。前記活性層 27 は、要求される発光波長によって組成が決定され、青色及び緑色系列の可視光線を放出するためには InGaN が活性層（量子井戸層）に適している。量子障壁層は、前記量子井戸層に比べてバンドギャップの大きい窒化物、例えば、GaN または InGaN で形成される。

40

【0032】

超格子構造の AlN/GaN 層 28 は、活性層 27 と p 型窒化物半導体層 29 との間に AlN_{28a} と GaN_{28b} が交互に反復的に成長されて形成された超格子構造を有する。超格子構造の AlN/GaN 層 28 は、その上に成長される p 型窒化物半導体層 29 に電位が成長されることを遮断することができ、p 型窒化物半導体層 29 の結晶性を高め、ホール濃度を高めることができ、 AlN/GaN 層 28 内への Mg の拡散も妨害し、所望の部分に適切にドーピングすることができる。このとき、 AlN/GaN 層 28 において、AlN 及び GaN のうち少なくとも一つは、p 型ドーパントがドーピングされた p 型で

50

なければならない。例えば、Mgがドーピングされたp型のAlNとu-GaN、MgがドーピングされていないAlNとMgがドーピングされたp-GaN、Mgがドーピングされたp型のAlNとMgがドーピングされたp-GaNである。ここでは、p型ドーパントとしてMgを使用する場合を説明したが、本発明がこれに制限されることなく、その他にZnを使用することもできる。

【0033】

併せて、前記超格子構造のAlN/GaN層28においては、GaN28bがAlN28aより厚く形成されることが好ましい。このようにすることで、Vfが高くなり、結晶質が低下する現象を防止することができる。

【0034】

p型窒化物半導体層29は、主にGaNで形成されるが、これに限定されるものでなく、(Al、In、Ga)N系列の2元系乃至4元系窒化物半導体で形成される。また、p型窒化物半導体層29は、Mgをドーパントとして使用して形成される。

【0035】

前記p型窒化物半導体層29上に透明電極層31が位置し、透明電極層31は、Ni/Auなどの透明金属層またはITOなどの伝導性酸化物で形成される。

【0036】

一方、n型窒化物半導体層25にn-電極33が形成され、透明電極層31上にp-電極が形成される。n-電極及びp-電極は、Ti/Alなどの多様な金属材料で形成される。

【0037】

前記バッファ層、n型窒化物半導体層及び活性層は、金属有機化学気相成長法(Metal Organic Chemical Vapor Deposition; MOCVD)、分子線成長法(Molecular Beam Epitaxy; MBE)、水素化物気相成長法(Hydride Vapor Phase Epitaxy; HVPE)などの多様な技術を使用して形成されるが、現在には金属有機化学気相成長法が主に使用されている。したがって、以下では、金属有機化学気相成長法を使用して前記p型窒化物半導体層を形成する方法を説明する。

【0038】

図2は、本発明の一実施例に係る発光素子を製造する方法を説明するためのフローチャートで、図3は、本発明の一実施例に係る発光素子を製造する方法を説明するためのタイミングダイアグラムである。

【0039】

図2を参照すると、まず、基板21が準備される(S01)。前記基板21は、その上にバッファ層23、n型窒化物半導体層25及び活性層27を有する。このような基板21は、反応器内に基板21をローディングし、前記反応器内に各ソースガスを供給してバッファ層23、n型窒化物半導体層25及び活性層27を蒸着させることで準備される。

【0040】

前記バッファ層23は、窒化物で形成され、バッファ層の形成方法及び材料は既によく知られているので、それに対する詳細な説明は省略する。

【0041】

前記n型窒化物半導体層25は、一般的にSiをドーパントとして使用して形成され、前記SiのソースとしてSiH₄やSi₂H₄などの不活性ガスまたはDTBSiなどの金属有機物ソースを使用することができる。前記Si濃度は、 $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3 \sim 5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の範囲であり、n型窒化物半導体層は、1.0 ~ 5.0 μmの厚さで形成される。

【0042】

前記活性層27は、単一量子井戸構造、またはIn_xGa_{1-x}N(0.1 < x < 1)量子井戸層とIn_yGa_{1-y}N(0 < y < 0.5)量子障壁層が2回以上20回以下に反復積層された多重量子井戸構造で形成される。各量子井戸層は、1 ~ 5 nmの厚さ及びIn含量(0.1 < x < 0.4)で形成され、各量子障壁層は、5 ~ 40 nmの厚さ及

10

20

30

40

50

びIn含量 ($0 < y < 0.2$) で形成されることが好ましい。

【0043】

図2及び図3を参照すると、反応器内にp型ドーパントソース、Nソースガス、Alソースガスを供給してp型AlN層28aを成長させる(S03)。各ソースガスの供給は、T1時間の間に行われる。

【0044】

p型ドーパントソースとしては、 CP_2Mg または $DMZn$ を使用することができ、Nソースガスとしては、アンモニア(NH_3)またはジメチルヒドラジン($DMHy$)を使用することができ、Alソースガスとしては、トリメチルアルミニウム(trimethyl aluminum; $TMAAl$ 、 $Al(CH_3)_3$)を使用することができる。ここでは、p型ドーパントソースガスとしてMgソースガスである CP_2Mg を使用する場合を説明するが、本発明がこれに限定されることはない。

【0045】

前記T1時間は、要求される厚さのAlN層28aを形成するのに必要な時間に設定される。

【0046】

その後、前記反応器内に供給されるMgソースガス及びAlソースガスの供給を中断し、p型AlN層の成長を中断させる(S05)。前記成長中断は、T2時間の間に行われる。

【0047】

反応器に排気ポンプが装着され、これによって反応器内のガスを排出させることで、前記各ソースガスの供給が中断された後、所定時間の経過とともに前記反応器内に残留するMgソースガス及びAlソースガスがほとんど外部に排出される。前記T2時間は、前記Mgソースガス及びAlソースガスを排出するための時間で、1乃至60秒である。

【0048】

相対的に高温状態で成長を中断させると、基板上に成長された窒化物半導体層で各窒素原子が解離されることで、各窒素空孔を形成することができる。したがって、窒素半導体層の成長中断の間に NH_3 ガスを供給し、各N原子を供給することができる。本実施例において、前記Nソースガスが NH_3 を含む場合、Mgソースガス及びAlソースガスの供給を中断し、 NH_3 を継続的に供給することができる。これと異なり、前記Nソースガスが NH_3 を含まない場合、前記成長中断段階(S05)で NH_3 を別途に供給することができる。

【0049】

その後、前記反応器内にGaソースガス及び NH_3 ガスを供給し、前記p型AlN層28a上にu-GaN層28bを成長させる(S07)。Gaソースとしては、トリメチルガリウム($TMGa$)またはトリエチルガリウム($TEGa$)を使用することができる。

【0050】

前記u-GaN層28bの成長はT3時間の間行われ、T3は、1乃至60秒の範囲内にある。

【0051】

その後、前記反応器内に供給されるGaソースガスの供給を中断し、u-GaN層28bの成長を中断させる(S09)。前記成長中断は、T4時間の間行われる。

【0052】

反応器に排気ポンプが装着され、これによって反応器内のガスを排出させることで、前記Gaソースガスの供給が中断された後、所定時間の経過とともに前記反応器内に残留するGaソースガスがほとんど外部に排出される。前記T4時間は、前記Gaソースガスを排出するための時間で、1乃至60秒である。

【0053】

以上説明したp型AlN層28aの成長、成長中断、u-GaN層28bの成長、成長中断段階を複数回反復的に実施する(S11)。このとき、成長されるp型AlN層28

10

20

30

40

50

a及びu-GaN層28bは、積層された全体厚さが300~400で形成される。超格子構造のAlN/GaN層28は、10乃至100対をなすことができる。これによって、超格子構造をなすp型AlN層28a及びu-GaN層28bのそれぞれの厚さは、前記全体厚さを具現するための厚さに決定される。

【0054】

MOCVDを使用して窒化物半導体層を成長させる場合、同一の反応器内でn型窒化物半導体層25、活性層27、超格子構造のAlN/GaN層28及びp型窒化物半導体層29が成長される。

【0055】

再び反応器内にGaソースガス、Nソースガス及びMgソースガスを供給し、Mgドーピングされたp型窒化物半導体層29を成長させる(S13)。

10

【0056】

その後、前記基板21上に形成されたp型窒化物半導体層29及び活性層27をパターニングし、透明電極層31、n-電極33及びp-電極35を形成することで、図1の発光素子が完成される。

【0057】

本発明の各実施例によると、p型窒化物半導体層29と活性層27との間にp型AlN層28a及びu-GaN層28bが交互に積層された超格子構造のAlN/GaN層28を形成することで、その上に成長される窒化物半導体層に電位が成長されることを遮断することができ、p型窒化物半導体層29の結晶性を高め、ホール濃度を高めることができ、AlN/GaN層28内へのMgの拡散も妨害し、所望の部分に適切にドーピングすることができる。

20

【0058】

<実験1>

【0059】

実験1では、超格子構造のp型AlN/u-GaN層の成長時、Mgの流量変化による光放出効果を測定した。

【0060】

-温度：980

【0061】

-Mg 120 sccm、180 sccm、240 sccm、300 sccm、360 sccm、480 sccm

30

【0062】

-p型AlN/u-GaN層 60対、時間0.1分/0.1分

【0063】

図4は、Mgの流量変化による光放出量を示したグラフである。図4に示すように、超格子構造のAlN/GaN層を使用することで、全体的に光放出量が増加したことを確認することができる。AlN/GaN層の成長時、Mgの流量によって光放出量に差があったし、Mgの流量が180 sccm付近であるときに最上の光放出量が確認された。

【0064】

<実験2>

40

【0065】

実験2では、超格子構造のp型AlN/u-GaN層の成長時、Alの流量変化による光放出効果を測定した。

【0066】

-温度：980

【0067】

-Al ; 32 / 40 / 31 (-10%) ; 40 / 40 / 31 ; 49 / 40 / 31 (+10%)

【0068】

-p型AlN/u-GaN層 60対、時間0.1分/0.1分

50

【 0 0 6 9 】

図5は、Alの流量変化による光放出量を示したグラフである。図5に示すように、超格子構造のAlN/GaN層を使用することで、全体的に光放出量が増加したことを確認することができる。AlN/GaN層の成長時、Alの流量によって光放出量に差があったし、Alの流量が40 sccm付近であるときに最上の光放出量が確認された。

【 0 0 7 0 】

本実施例のp型窒化物半導体層形成方法は、発光ダイオードだけでなく、他の窒化物系光素子、例えば、レーザーダイオードを製造するために使用される。

【 0 0 7 1 】

本発明を好ましい実施例を通して詳細に説明したが、本発明の範囲は、特定の実施例に限定されるものでなく、添付された特許請求の範囲によって解析されるべきである。また、この技術分野で通常の知識を習得した者であれば、本発明の範囲から逸脱することなく多くの修正と変形が可能であることを理解できるだろう。

10

【 0 0 7 2 】

例えば、本実施例では、超格子構造のAlN/GaN層を説明するとき、AlN層を先に成長させ、その後にGaN層を成長させる場合を説明したが、本発明は、これに制限されるものでなく、GaN層を先に成長させる工程を行い、その後にAlN層を成長させる工程を行うこともできる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施例では、AlNとGaNを交互に積層して多数の対からなる超格子構造のAlN/GaN層を形成するとき、各対ごとにMgの量を一定にする場合を説明したが、本発明は、これに制限されるものでなく、AlN/GaN層の各対ごとにMgの量を漸次的に減少または増加させることで変化させることも可能である。

20

【 0 0 7 4 】

また、本実施例では、p型AlNとu-GaNからなるAlN/GaNに対して説明したが、本発明は、これに制限されるものでない。

【 0 0 7 5 】

例えば、前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階を行うとき、前記反応器内にMgソースガス、Nソースガス、Alソースガスを含む各ソースガスを供給し、前記活性層上にMgがドーピングされたp型AlN層を成長させ、前記反応器内に供給されるMgソースガス、Alソースガスの供給を中断して前記p型AlN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記反応器内にMgソースガス、Gaソースガス及びNH₃ガスを供給してp型AlN層上にp-GaN層を成長させ、前記反応器内に供給されるMgソースガス、Gaソースガスの供給を中断してp-GaN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記過程を反復的に行うことで、Mgドーピングされたp型AlNとMgドーピングされたp-GaNからなる超格子構造のAlN/GaN層を形成することができる。

30

【 0 0 7 6 】

また、前記超格子構造のAlN/GaN層の形成段階を行うとき、前記反応器内にNソースガス、Alソースガスを含む各ソースガスを供給して前記活性層上にAlN層を成長させ、前記反応器内に供給されるAlソースガスの供給を中断して前記AlN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記反応器内にMgソースガス、Gaソースガス及びNH₃ガスを供給してAlN層上にp-GaN層を成長させ、前記反応器内に供給されるMgソースガス、Gaソースガスの供給を中断してp-GaN層の成長を中断させ、NH₃ガスを供給し、前記過程を反復的に行うことで、MgドーピングされていないAlNとMgドーピングされたp-GaNからなる超格子構造のAlN/GaN層を形成することができる。

40

【 0 0 7 7 】

併せて、本発明の一実施例では、p型ドーパントとしてMgを使用し、p型ドーパントソースガスとしてCp₂Mgを使用した場合を説明したが、p型ドーパントとしてZnを使用し、p型ドーパントソースガスとしてDMZnを使用して具現することも可能である

50

。 【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】本発明の一実施例に係る発光素子を説明するための断面図である。

【図2】本発明の一実施例に係る発光素子を製造する方法を説明するためのフローチャートである。

【図3】本発明の一実施例に係る発光素子を製造する方法を説明するためのタイミングダイアグラムである。

【図4】本発明の一実施例に係るMg流量変化による光放出量を示したグラフである。

【図5】本発明の一実施例に係るAlの流量変化による光放出量を示したグラフである。

10

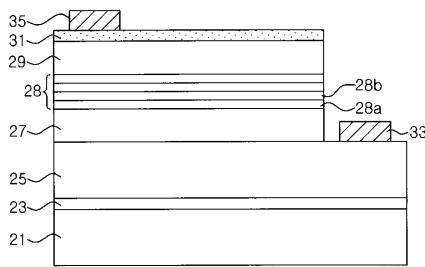
【符号の説明】

【0079】

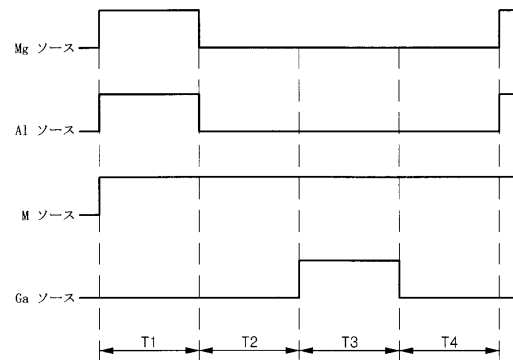
- 21 基板
- 23 バッファ層
- 25 n型窒化物半導体層
- 27 活性層
- 28 Al_{1-x}Ga_xN層
- 29 p型窒化物半導体層
- 31 透明電極層
- 33 n-電極
- 35 p-電極

20

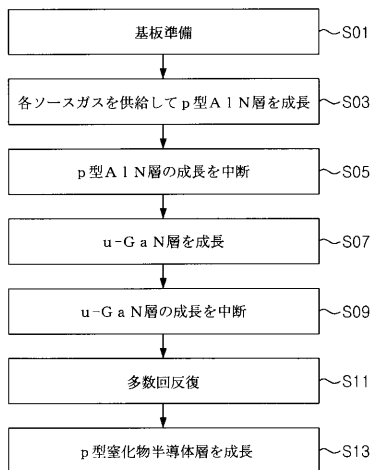
【図1】



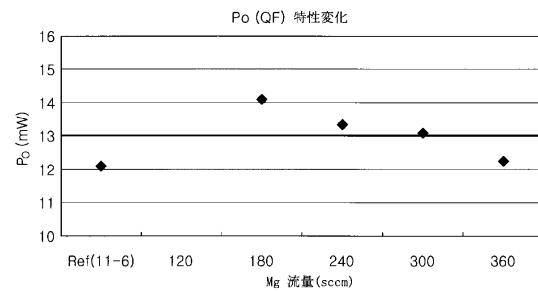
【図3】



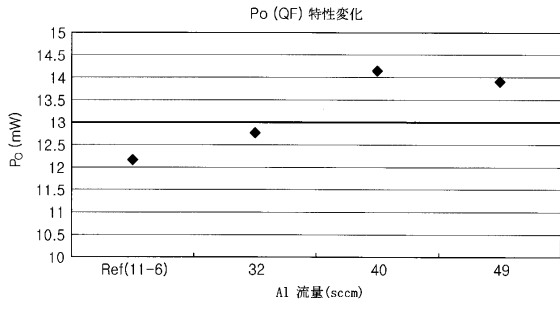
【図2】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 イ サン ジュン
大韓民国 425-851 キョンギ-ド アンサン-シ ダンウォン-グ ウォンシ-ドン 7
27-5 ブロック 1-35
- (72)発明者 ハン チャン スク
大韓民国 425-851 キョンギ-ド アンサン-シ ダンウォン-グ ウォンシ-ドン 7
27-5 ブロック 1-35
- (72)発明者 キム クァン ジュン
大韓民国 425-851 キョンギ-ド アンサン-シ ダンウォン-グ ウォンシ-ドン 7
27-5 ブロック 1-35

審査官 佐藤 俊彦

- (56)参考文献 特開2006-128527(JP,A)
特開2001-156003(JP,A)
特開2008-034852(JP,A)
特開平05-110139(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 33/00 - 33/64
H01S 5/00 - 5/50