

(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2007-281257

(P2007-281257A)

(43) 公開日 平成19年10月25日(2007.10.25)

(51) Int.C1.

H01L 33/00

(2006.01)

F 1

H01L 33/00

テーマコード(参考)

5 F 0 4 1

		審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)
(21) 出願番号	特願2006-106805 (P2006-106805)	(71) 出願人 000241463 豊田合成株式会社 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1 番地
(22) 出願日	平成18年4月7日 (2006.4.7)	(74) 代理人 100071526 弁理士 平田 忠雄 (72) 発明者 瀧 哲也 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1 番地 豊田合成株式会社内 F ターム(参考) 5F041 AA11 CA05 CA34 CA40 CA46 CA65 CA88

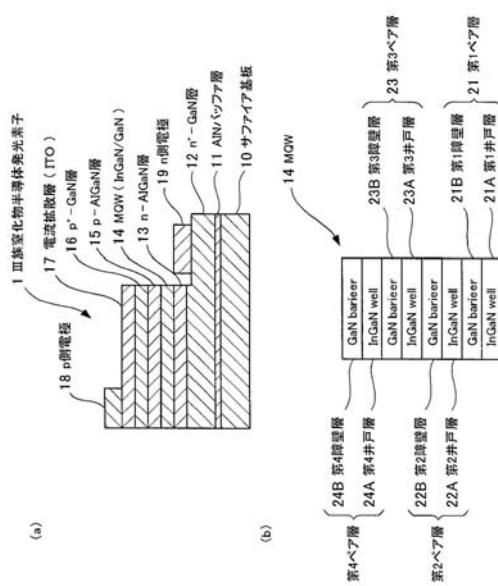
(54) 【発明の名称】 III族窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】 良好的な色純度を得ることができるとともに、発光強度を高めることができるIII族窒化物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 III族窒化物半導体を用いたMQW14を備えたIII族窒化物半導体発光素子1において、MQW14を構成する第1井戸層21～第4井戸層24は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されている。これにより、MQW14を構成する第1井戸層21～第4井戸層24の各発光波長が互いに合致することになる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

III族窒化物半導体を用いた多重量子井戸構造をもつ発光層を備えたIII族窒化物半導体発光素子において、

前記発光層を構成する複数の井戸層は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されていることを特徴とするIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 2】

前記発光層は、前記井戸層のp-半導体層側に障壁層を積層してなる複数のペア層によって形成されている請求項1に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 3】

前記複数の井戸層は、各層構成成分の組成比が互いに異なる比率に設定されたInGaN層からなる請求項1に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 4】

前記InGaN層のIn組成比は、n-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次小さくなる請求項3に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 5】

前記複数の井戸層は、不純物として添加されるSiの添加量が互いに異なる分量に設定されたInGaN層からなる請求項1に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 6】

前記Siの添加量は、n-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次大きくなる請求項5に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 7】

前記複数の井戸層は、各層厚が互いに異なる寸法に設定されたInGaN層からなる請求項1に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 8】

前記複数の井戸層における層厚は、n-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次小さくなる請求項7に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 9】

前記複数の井戸層は、禁制帯幅が互いに異なる寸法に設定されたInGaN層からなる請求項1に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【請求項 10】

前記複数の井戸層における禁制帯幅は、n-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次大きくなる請求項1又は9に記載のIII族窒化物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばInGaN層からなる井戸層を有する多重量子井戸(MQW: Multiple-Quantum Well)構造を発光層に用いたIII族窒化物半導体発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)やレーザダイオード(LD: Laser Diode)等の半導体素子(発光素子)を用いた発光装置は、白熱電球と比べて小型で、電力効率が良好であるとともに、長寿命である等の利点をもつことから、各種の光源として広く利用されている。

【0003】

このような発光装置の半導体素子においては、例えば $In_xG_{1-x}N$ 多重量子井戸構造を活性層(発光層)に用いた青色・緑色発光ダイオード及び紫色半導体レーザが既に製品化されている。

【0004】

従来、この種のIII族窒化物半導体発光素子には、発光層を構成する複数の井戸層がそ

の層構成成分の組成比を異なる比率に設定することにより形成されたものが知られている（例えば特許文献1）。

【特許文献1】特開平10-022525号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1によると、ピエゾ効果の度合いやキャリア濃度の相異によってスクリーニング効果が各井戸層で異なるため、各井戸層で互いに異なる発光波長をもつようになり、色純度が悪くなるばかりか、発光強度が低下するという問題があった。

【0006】

従って、本発明の目的は、各井戸層の発光波長を合致させることができ、もって良好な色純度を得ることができるとともに、発光強度を高めることができるIII族窒化物半導体発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記目的を達成するために、III族窒化物半導体を用いた多重量子井戸構造をもつ発光層を備えたIII族窒化物半導体発光素子において、前記発光層を構成する複数の井戸層は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されていることを特徴とするIII族窒化物半導体発光素子を提供する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によると、各井戸層の発光波長を合致させることができ、良好な色純度を得ることができるとともに、発光強度を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

[第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子を説明するため示す断面図である。図1(a)は素子全体を、図1(b)は発光層をそれぞれ示す。

【0010】

図1(a)において、III族窒化物半導体発光素子1は、p側電極18及びn側電極19を有し、サファイア基板10上に対して低温成長条件で成長させたAlNバッファ層11と、Siドープのn⁺-GaN層12と、Siドープのn-AlGaN層13と、InGaN/GaNの多重量子井戸構造をもつMQW14と、Mgドープのp-AlGaN層15と、Mgドープのp⁺-GaN層16と、導電膜としての電流拡散層17とを順次積層して形成されている。そして、発光波長を例えば460nm～463nmとする青色光を発する青色LED素子として機能するように構成されている。

【0011】

AlNバッファ層11の形成は、350～550（好ましくは400～550）の温度条件下でキャリアガスとしてH₂を使用し、サファイア基板10が配置されたりアクリタ内にトリメチルガリウム(TMGA)を供給することにより行われる。

【0012】

n⁺-GaN層12及びp⁺-GaN層16の形成は、1100の成長温度条件下でキャリアガスとしてH₂を使用し、アクリタ内にNH₃とTMGAを供給することにより行われる。n⁺-GaN層12に対しn型の導電性を付与するためのドーパントとしてはモノシラン(SiH₄)をSi原料として、p⁺-GaN層16に対しp型の導電性を付与するためのドーパントとしてはシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp₂Mg)をMg原料としてそれぞれ使用する。

【0013】

n-AlGaN層13及びp-AlGaN層15の形成は、1100の成長温度条件下でアクリタ内にNH₃及びTMGA・TMA(トリメチルアルミニウム)を供給すること

10

20

40

50

により行われる。n - AlGaN層13に対しn型の導電性を付与するためのドーパントとしてはSiH₄をSi原料として、p - AlGaN層15に対しp型の導電性を付与するためのドーパントとしてはCp₂MgをMg原料としてそれぞれ使用する。

【0014】

MQW14は、図1(b)に示すように、III族窒化物半導体を用いた第1ペア層21～第4ペア層24を有する発光層によって形成されている。MQW14を構成する第1井戸層～第4井戸層(後述)は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されている。第1井戸層～第4井戸層には不純物としてSiが添加されている。Siの添加量は、n - 半導体層側からp - 半導体層側に向かって漸次大きくなる添加量に設定されている。第1井戸層～第4井戸層の層厚は、n - 半導体層側からp - 半導体層側に向かって漸次小さくなる寸法に設定されている。ここで、III族窒化物半導体とは、少なくともIn_xGa_{1-x}N(但し、0 < x < 1)の組成比で表されるIII-V族窒化物半導体をいう。In_x(X組成比)は、n - 半導体層側からp - 半導体層側に向かって漸次小さくなる組成比に設定されている。MQW14の形成は、700～900の成長温度条件でキャリアガスとしてN₂を使用し、トリメチルインジウム(TM1)とTMGをリアクタ内に供給することにより行われる。

【0015】

第1ペア層21は、第1井戸層21A及び第1障壁層21Bからなり、n - AlGaN層13上に積層されている。第1井戸層21Aは、第1障壁層21Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約38とするIn_{0.26}Ga_{0.74}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第1障壁層21Bは、第1井戸層21Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0016】

第2ペア層22は、第2井戸層22A及び第2障壁層22Bからなり、第1ペア層21上に積層されている。第2井戸層22Aは、第2障壁層22Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約34とするIn_{0.23}Ga_{0.77}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第2井戸層22Aには、不純物として添加量を約2×10⁻⁷cm⁻³とするシリコン(Si)が添加されている。第2障壁層22Bは、第2井戸層22Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0017】

第3ペア層23は、第3井戸層23A及び第3障壁層23Bからなり、第2ペア層22上に積層されている。第3井戸層23Aは、第3障壁層23Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約30とするIn_{0.20}Ga_{0.80}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第3井戸層23Aには、不純物として添加量を約4×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第3障壁層23Bは、第3井戸層23Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0018】

第4ペア層24は、第4井戸層24A及び第4障壁層24Bからなり、第3ペア層23上に積層されている。第4井戸層24Aは、第4障壁層24Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約26とするIn_{0.17}Ga_{0.83}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第4井戸層24Aには、不純物として添加量を約6×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第4障壁層24Bは、第4井戸層24Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0019】

なお、第1井戸層21A～第4井戸層24Aにおける層構成成分の組成比(In組成比)及び層厚・Siの添加量については表1に示す通りである。

10

20

30

40

50

【0020】

【表1】

	In組成比(%)	層厚(Å)	Siの添加量(cm ⁻³)
第4井戸層	17	26	6×10^{-7}
第3井戸層	20	30	4×10^{-7}
第2井戸層	23	34	2×10^{-7}
第1井戸層	26	38	0

10

【0021】

電流拡散層17は、p⁺-GaN層16上に配置され、酸化インジウム・酸化錫(ITO: Indium Tin Oxide)からなる透明電極によって形成されている。

【0022】

p側電極18は電流拡散層17の上面に、またn側電極19はエッチング処理によって露出させたn⁺-GaN層12の上面にそれぞれ形成されている。

【0023】

このように構成されたIII族窒化物半導体発光素子1に電源から電圧を印加し、そのMQW14において発光する出射光を観察したところ、鋭い発光波長ピーク(発光波長:460nm~463nm)をもつ発光スペクトルが確認された。このことは、図2(a)(縦軸は発光光強度を、また横軸は波長をそれぞれ示す。)に示す通りである。図2(a)において、発光スペクトルの線幅は、半値幅(FWHM: Full-Width of Half-Maximum)で20nmが測定された。

【0024】

これに対して、従来のMQWにおいて発光する出射光の発光スペクトルは、図2(b)に示すように、波長440nm~470nmの発光波長ピーク及び27nmの線幅(半値幅)をもつことが観測された。

【0025】

また、発光強度についても、図2(a)及び(b)より、本実施の形態の場合には、従来の場合を「1」とすると、「1.3」となり、向上することが確認された。

【0026】

[第1の実施の形態の効果]

以上説明した第1の実施の形態によれば、次に示す効果が得られる。

【0027】

第1井戸層21~第4井戸層24が各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されているため、第1井戸層21~第4井戸層24の発光波長を合致させることができ、良好な色純度を得ることができるとともに、発光強度を高めることができる。

【0028】

[第2の実施の形態]

図3は、本発明の第2の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子の発光層を説明するために示す断面図である。

【0029】

図3に示すように、第2の実施の形態に示すIII族窒化物半導体発光素子のMQW30は、III族窒化物半導体を用いた第1ペア層31~第6ペア層36を有する発光層によって形成されている。MQW30を構成する第1井戸層~第6井戸層(後述)は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されている。第1井戸層~第6井戸層には不純物としてSiが添加されている。Siの添加量は、n-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次大きくなる添加量に設定されている。第1井戸層~第6井

40

50

戸層の層厚は、n - 半導体層側からp - 半導体層側に向かって漸次小さくなる寸法に設定されている。ここで、III族窒化物半導体とは、少なくともIn_xGa_{1-x}N（但し、0 < x < 1）の組成比で表されるIII-V族窒化物半導体をいう。In_x（X組成比）は、n - 半導体層側からp - 半導体層側に向かって漸次小さくなる組成比に設定されている。MQW30の形成は、MQW14を形成する場合と同様にTMIとTMGをリアクタ内に供給することにより行われる。

【0030】

第1ペア層31は、第1井戸層31A及び第1障壁層31Bからなり、n - AlGaN層13（図1（a）に示す）上に積層されている。第1井戸層31Aは、第1障壁層31Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約39 nmとするIn_{0.26}Ga_{0.74}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第1障壁層31Bは、第1井戸層31Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0031】

第2ペア層32は、第2井戸層32A及び第2障壁層32Bからなり、第1ペア層31上に積層されている。第2井戸層32Aは、第2障壁層32Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約36 nmとするIn_{0.24}Ga_{0.76}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第2井戸層32Aには、不純物として添加量を約1 × 10⁻⁷ cm⁻³とするSiが添加されている。第2障壁層32Bは、第2井戸層32Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0032】

第3ペア層33は、第3井戸層33A及び第3障壁層33Bからなり、第2ペア層32上に積層されている。第3井戸層33Aは、第3障壁層33Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約33 nmとするIn_{0.22}Ga_{0.78}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第3井戸層33Aには、不純物として添加量を約2 × 10⁻⁷ cm⁻³とするSiが添加されている。第3障壁層33Bは、第3井戸層33Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0033】

第4ペア層34は、第4井戸層34A及び第4障壁層34Bからなり、第3ペア層33上に積層されている。第4井戸層34Aは、第4障壁層34Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約30 nmとするIn_{0.20}Ga_{0.80}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第4井戸層34Aには、不純物として添加量を約3 × 10⁻⁷ cm⁻³とするSiが添加されている。第4障壁層34Bは、第4井戸層34Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0034】

第5ペア層35は、第5井戸層35A及び第5障壁層35Bからなり、第4ペア層34上に積層されている。第5井戸層35Aは、第5障壁層35Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約27 nmとするIn_{0.18}Ga_{0.82}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第5井戸層35Aには、不純物として添加量を約4 × 10⁻⁷ cm⁻³とするSiが添加されている。第5障壁層35Bは、第5井戸層35Aのp - 半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0035】

第6ペア層36は、第6井戸層36A及び第6障壁層36Bからなり、第5ペア層35上に積層されている。第6井戸層36Aは、第6障壁層36Bのn - 半導体層側に配置され、層厚を約24 nmとするIn_{0.16}Ga_{0.84}N層によって形成されている。そして、発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第6井

10

20

30

40

50

戸層 3 6 A には、不純物として添加量を約 $5 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-3}$ とする Si が添加されている。第 6 障壁層 3 6 B は、第 6 井戸層 3 6 A の p - 半導体層側に配置され、層厚を約 5 nm とする GaN 層によって形成されている。

【 0 0 3 6 】

なお、第 1 井戸層 3 1 A ~ 第 6 井戸層 3 6 A における層構成成分の組成比 (In の分量) 及び層厚・Si の添加量については表 2 に示す通りである。

【 0 0 3 7 】

【表 2】

	In組成比(%)	層厚(Å)	Siの添加量(cm ⁻³)
第6井戸層	16	24	5×10^{-7}
第5井戸層	18	27	4×10^{-7}
第4井戸層	20	30	3×10^{-7}
第3井戸層	22	33	2×10^{-7}
第2井戸層	24	36	1×10^{-7}
第1井戸層	26	39	0

10

20

【 0 0 3 8 】

[第 2 の実施の形態の効果]

以上説明した第 2 の実施の形態によれば、第 1 の実施の形態の効果と同様の効果が得られる。

【 0 0 3 9 】

[第 3 の実施の形態]

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る III 族窒化物半導体発光素子の発光層を説明するために示す断面図である。

【 0 0 4 0 】

図 4 に示すように、第 3 の実施の形態に示す III 族窒化物半導体発光素子の MQW 4 0 30 は、III 族窒化物半導体を用いた第 1 ペア層 4 1 ~ 第 8 ペア層 4 8 を有する発光層によって形成されている。MQW 4 0 を構成する第 1 井戸層 ~ 第 8 井戸層 (後述) は、各発光波長を互いに合致させるような成長条件をもってそれぞれ形成されている。第 1 井戸層 ~ 第 8 井戸層には不純物として Si が添加されている。Si の添加量は、n - 半導体層側から p - 半導体層側に向かって漸次大きくなる添加量に設定されている。第 1 井戸層 ~ 第 8 井戸層の層厚は、n - 半導体層側から p - 半導体層側に向かって漸次小さくなる寸法に設定されている。ここで、III 族窒化物半導体とは、少なくとも $In_x Ga_{1-x} N$ (但し、0 \times 1) の組成比で表される III - V 族窒化物半導体をいう。 In_x (X 組成比) は、n - 半導体層側から p - 半導体層側に向かって漸次小さくなる組成比に設定されている。MQW 4 0 の形成は、MQW 1 4 , 3 0 を形成する場合と同様に TM1 と TMG をリアクタ内に供給することにより行われる。

【 0 0 4 1 】

第 1 ペア層 4 1 は、第 1 井戸層 4 1 A 及び第 1 障壁層 4 1 B からなり、n - AlGaN 層 1 3 (図 1 (a) に示す) 上に積層されている。第 1 井戸層 4 1 A は、第 1 障壁層 4 1 B の n - 半導体層側に配置され、層厚を約 4.2 とする $In_{0.29} Ga_{0.71} N$ 層によって形成されている。そして、発光波長を 460 nm ~ 463 nm とする青色光を発するように構成されている。第 1 障壁層 4 1 B は、第 1 井戸層 4 1 A の p - 半導体層側に配置され、層厚を約 5 nm とする GaN 層によって形成されている。

【 0 0 4 2 】

第 2 ペア層 4 2 は、第 2 井戸層 4 2 A 及び第 2 障壁層 4 2 B からなり、第 1 ペア層 4 1 50

上に積層されている。第2井戸層42Aは、第2障壁層42Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約39とするIn_{0.26}Ga_{0.74}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第2井戸層42Aには、不純物として添加量を約1×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第2障壁層42Bは、第2井戸層42Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0043】

第3ペア層43は、第3井戸層43A及び第3障壁層43Bからなり、第2ペア層42上に積層されている。第3井戸層43Aは、第3障壁層43Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約36とするIn_{0.24}Ga_{0.76}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第3井戸層43Aには、不純物として添加量を約2×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第3障壁層43Bは、第3井戸層43Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0044】

第4ペア層44は、第4井戸層44A及び第4障壁層44Bからなり、第3ペア層43上に積層されている。第4井戸層44Aは、第4障壁層44Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約33とするIn_{0.22}Ga_{0.78}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第4井戸層44Aには、不純物として添加量を約3×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第4障壁層44Bは、第4井戸層44Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0045】

第5ペア層45は、第5井戸層45A及び第5障壁層45Bからなり、第4ペア層44上に積層されている。第5井戸層45Aは、第5障壁層45Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約30とするIn_{0.20}Ga_{0.80}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第5井戸層45Aには、不純物として添加量を約4×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第5障壁層45Bは、第5井戸層45Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0046】

第6ペア層46は、第6井戸層46A及び第6障壁層46Bからなり、第5ペア層45上に積層されている。第6井戸層46Aは、第6障壁層46Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約27とするIn_{0.18}Ga_{0.82}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第6井戸層46Aには、不純物として添加量を約5×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第6障壁層46Bは、第6井戸層46Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0047】

第7ペア層47は、第7井戸層47A及び第7障壁層47Bからなり、第6ペア層46上に積層されている。第7井戸層47Aは、第7障壁層47Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約24とするIn_{0.16}Ga_{0.84}N層によって形成されている。そして、発光波長を460nm～463nmとする青色光を発するように構成されている。第7井戸層47Aには、不純物として添加量を約6×10⁻⁷cm⁻³とするSiが添加されている。第7障壁層47Bは、第7井戸層47Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5nmとするGaN層によって形成されている。

【0048】

第8ペア層48は、第8井戸層48A及び第8障壁層48Bからなり、第7ペア層47上に積層されている。第8井戸層48Aは、第8障壁層48Bのn-半導体層側に配置され、層厚を約21とするIn_{0.14}Ga_{0.86}N層によって形成されている。そして、

10

20

30

40

50

発光波長を460 nm～463 nmとする青色光を発するように構成されている。第8井戸層48Aには、不純物として添加量を約 $7 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-3}$ とするSiが添加されている。第8障壁層48Bは、第8井戸層48Aのp-半導体層側に配置され、層厚を約5 nmとするGaN層によって形成されている。

【0049】

なお、第1井戸層41A～第8井戸層48Aにおける層構成成分の組成比(Indiumの分量)及び層厚・Siの添加量については表3に示す通りである。

【0050】

【表3】

	In組成比(%)	層厚(Å)	Siの添加量(cm ⁻³)
第8井戸層	14	21	7×10^{-7}
第7井戸層	16	24	6×10^{-7}
第6井戸層	18	27	5×10^{-7}
第5井戸層	20	30	4×10^{-7}
第4井戸層	22	33	3×10^{-7}
第3井戸層	24	36	2×10^{-7}
第2井戸層	26	39	1×10^{-7}
第1井戸層	29	42	0

10

20

30

40

50

【0051】

[第3の実施の形態の効果]

以上説明した第3の実施の形態によれば、第1の実施の形態の効果と同様の効果が得られる。

【0052】

以上、本発明のIII族窒化物半導体発光素子を上記の実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の態様において実施することが可能であり、例えば次に示すような変形も可能である。

【0053】

(1) 各実施の形態では、各発光波長を互いに合致させるために、複数の井戸層を各層構成成分の組成比が互いに異なる比率に設定されたInGaN層とする場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、禁制帯幅が互いに異なる寸法に設定されたInGaN層としてもよい。この場合、複数の井戸層における禁制帯幅をn-半導体層側からp-半導体層側に向かって漸次大きくすることが望ましい。

【0054】

(2) 各実施の形態では、発光層(MQW層)のペア層数が4, 6, 8ペア層数である場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、井戸層のp-半導体層側に障壁層を積層してなる複数のペア層であれば、そのペア層数を適宜変更することができる。

【0055】

(3) 各実施の形態では、各ペア層の障壁層がGaN層からなる場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば少なくともAl_xGa_{1-x}N(但し、0 < x < 1)の組成比で表されるGaN系半導体層であってもよい。

【0056】

(4) 各実施の形態では、LED素子である場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、LD素子であっても勿論よい。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】(a)及び(b)は、本発明の第1の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子の素子全体と発光層を説明するために示す断面図。

【図2】(a)及び(b)は、本発明の第1の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子と従来のIII族窒化物半導体素子から出射される出力光を比較するために示す発光スペクトル図。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子の発光層を説明するために示す断面図。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係るIII族窒化物半導体発光素子の発光層を説明するために示す断面図。

10

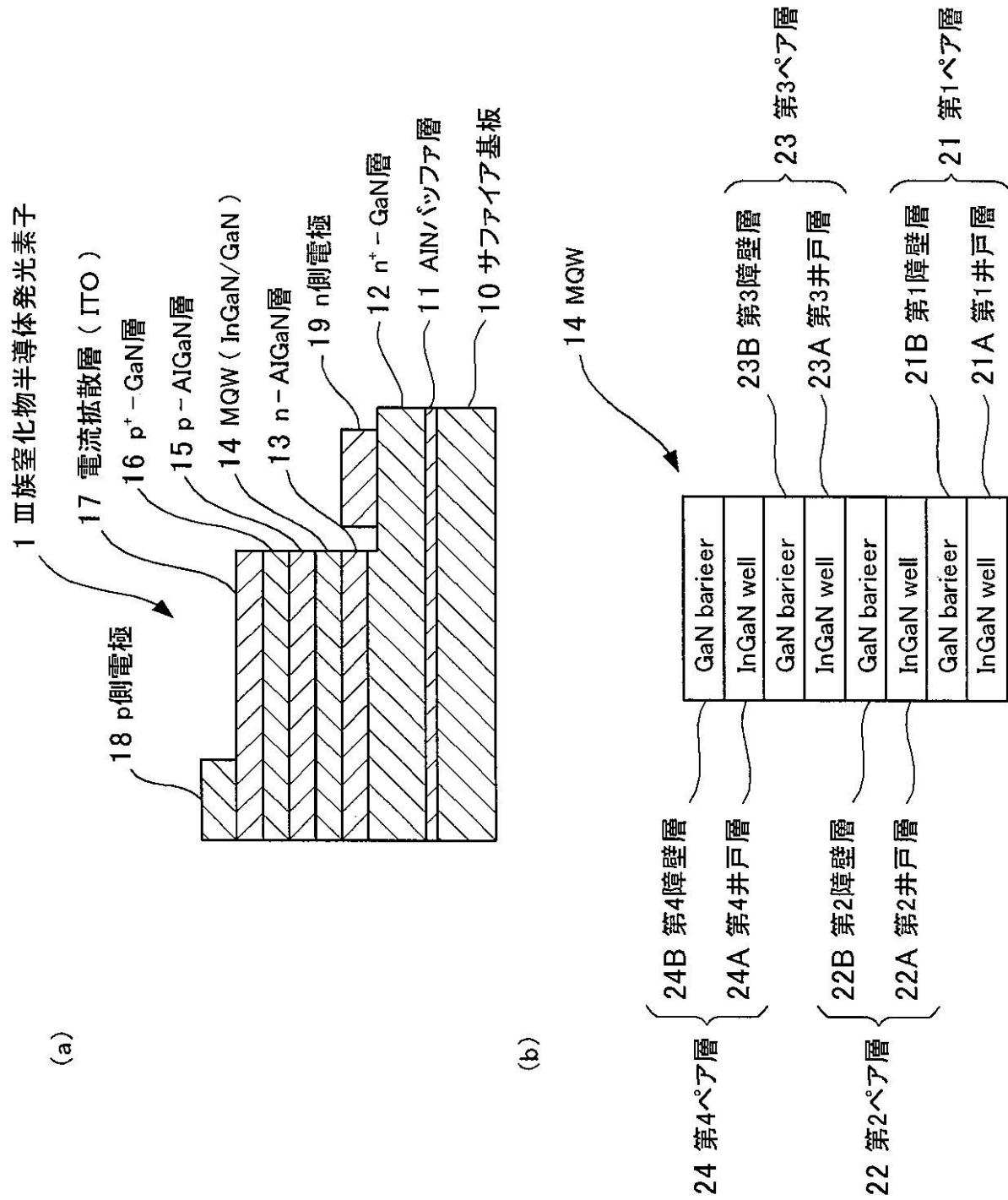
【符号の説明】

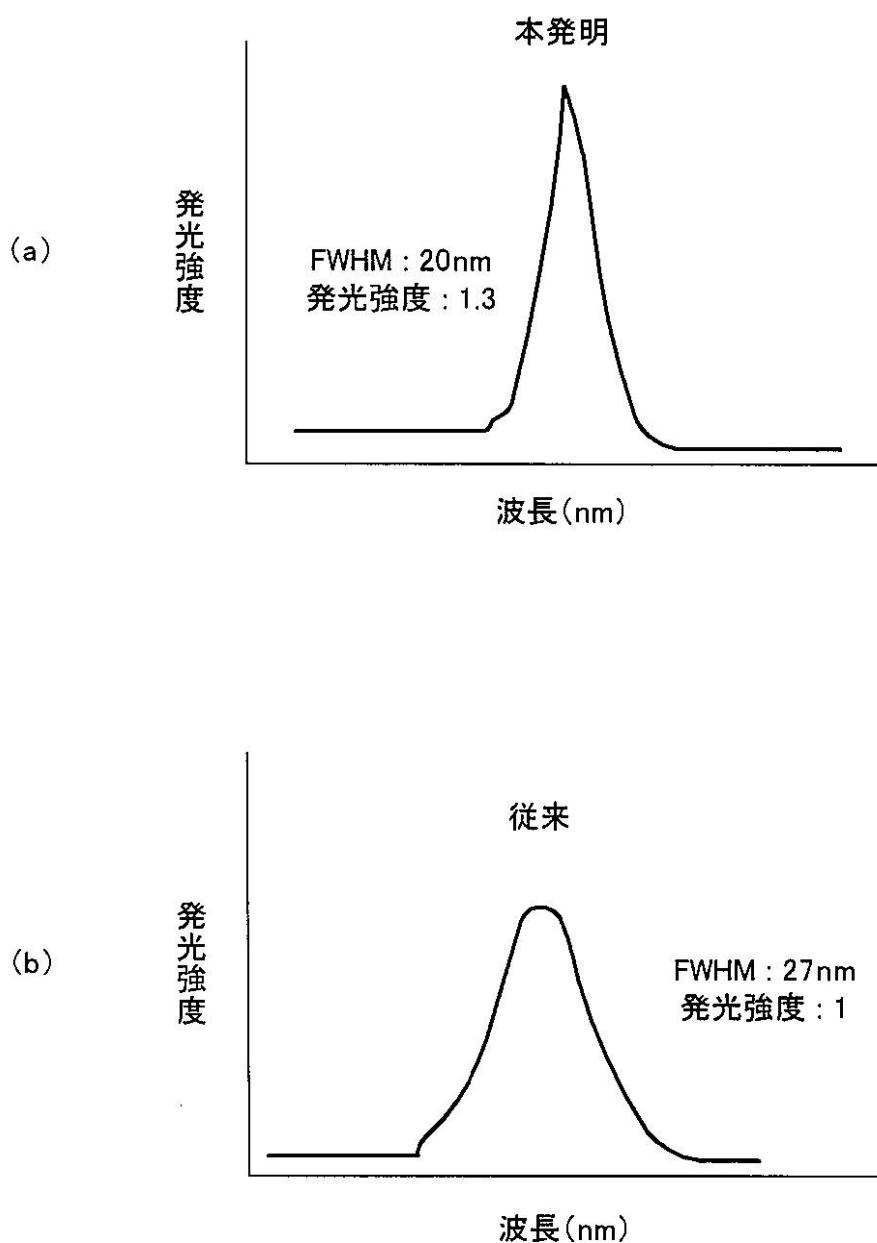
【0058】

1 ... III族窒化物半導体発光素子、 10 ... サファイア基板、 11 ... AlNバッファ層、 12 ... n^+ - GaN層、 13 ... n - AlGaN層、 14, 30, 40 ... MQW、 15 ... p - AlGaN層、 16 ... p^+ - GaN層、 17 ... 電流拡散層、 18 ... p側電極、 19 ... n側電極、 21, 31, 41 ... 第1ペア層、 21A, 31A, 41A ... 第1井戸層、 21B, 31B, 41B ... 第1障壁層、 22, 32, 42 ... 第2ペア層、 22A, 32A, 42A ... 第2井戸層、 22B, 32B, 42B ... 第2障壁層、 23, 33, 43 ... 第3ペア層、 23A, 33A, 43A ... 第3井戸層、 23B, 33B, 43B ... 第3障壁層、 24, 34, 44 ... 第4ペア層、 24A, 34A, 44A ... 第4井戸層、 24B, 34B, 44B ... 第4障壁層、 35, 45 ... 第5ペア層、 35A, 45A ... 第5井戸層、 35B, 45B ... 第5障壁層、 36, 46 ... 第6ペア層、 36A, 46A ... 第6井戸層、 36B, 46B ... 第6障壁層、 47 ... 第7ペア層、 47A ... 第7井戸層、 47B ... 第7障壁層、 48 ... 第8ペア層、 48A ... 第8井戸層、 48B ... 第8障壁層

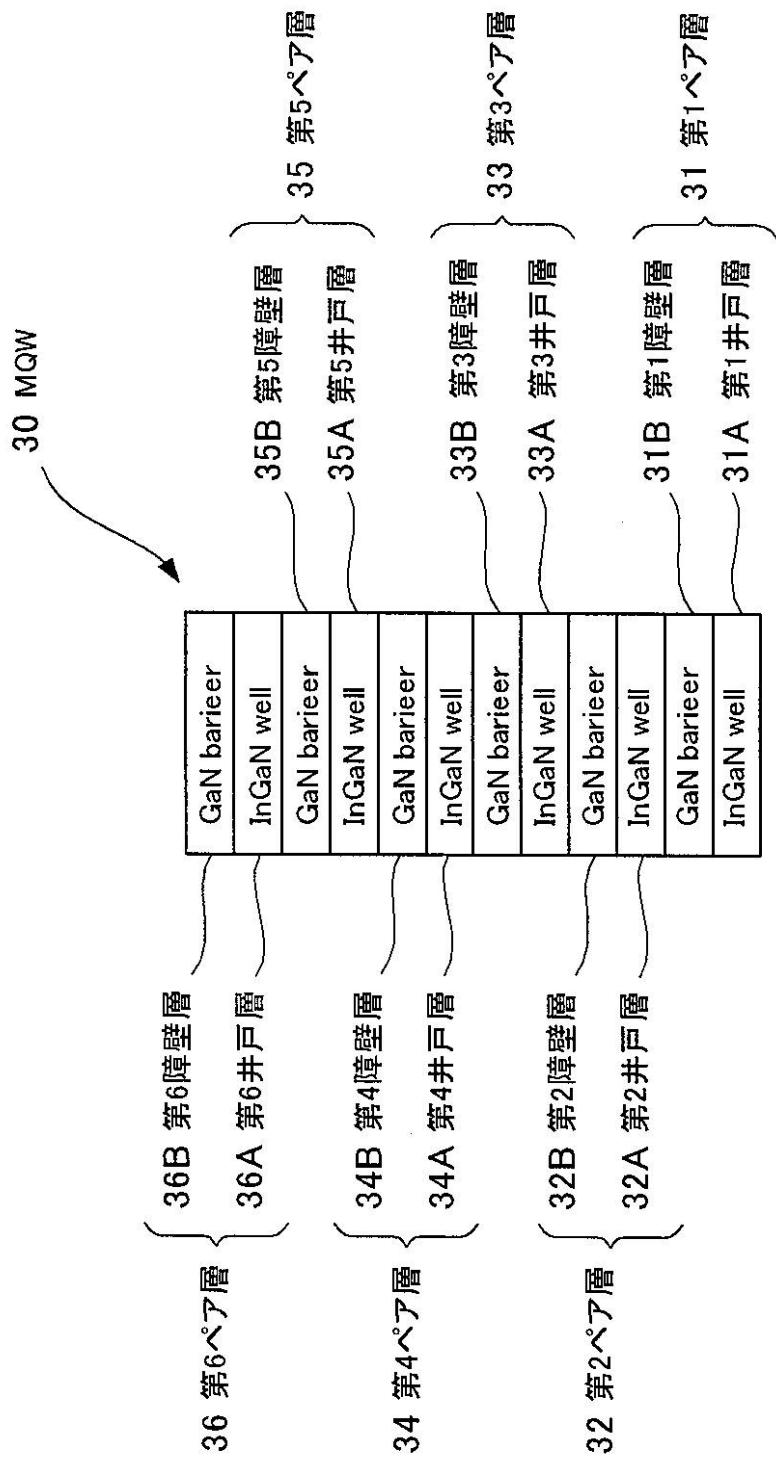
20

【図 1】



【図 2】
【図 2】

【図3】
【図3】



【図4】

【図 4】

