

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成28年5月19日(2016.5.19)

【公表番号】特表2015-511776(P2015-511776A)

【公表日】平成27年4月20日(2015.4.20)

【年通号数】公開・登録公報2015-026

【出願番号】特願2015-503124(P2015-503124)

【国際特許分類】

H 0 1 L 33/32 (2010.01)

H 0 1 L 33/04 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 1 8 6

H 0 1 L 33/00 1 1 0

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月24日(2016.3.24)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 8】

前記 n 型コンタクト層 27 は、n 型不純物、例えば、Si がドーピングされた窒化ガリウム系半導体層に形成され、例えば、約 3 μm の厚さで形成されてもよい。前記 n 型コンタクト層 27 は、Ga N 層を含み、単一層または多重層に形成されてもよい。例えば、前記 n 型コンタクト層 27 は、図示したように、下部 Ga N 層 27 a、中間層 27 b 及び上部 Ga N 層 27 c を含んでもよい。ここで、前記中間層 27 b は、Al In N で形成されてもよく、Al In N と Ga N とを交互に、例えば、約 10 周期積層した多層構造（超格子構造を含む）で形成されてもよい。前記下部 Ga N 層 27 a 及び上部 Ga N 層 27 c は、互いに類似する厚さ、例えば、それぞれ約 1.5 μm の厚さで形成されてもよい。前記中間層 27 b は、前記下部及び上部 Ga N 層 27 a、27 c に比べて相対的に小さい厚さを有するように形成され、約 80 nm の厚さで形成されてもよい。単一の Ga N 層を連続して約 3 μm の厚さで相対的に厚く成長することと比較し、中間層 27 b は n 型コンタクト層 27 の中間に挿入する。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

前記 n 型コンタクト層 27、アンドープ Ga N 層 29、低濃度 Ga N 層 31 及び高濃度 Ga N 層 33 は、チャンバー内に金属ソースガス (metal source gas) を供給することによって連続的に成長してもよい。金属ソースガスの原料としては、Al、Ga、In の有機物、例えば、TMA (trimethyl aluminum)、TMG (trimethyl gallium) 及び／または TMI (trimethyl indium) などが使用される。一方、Si のソースガスとしては、SiH₄ が使用されてもよい。これら層は、第 1 の温度、例えば、1050℃～1150℃で成長してもよい。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

前記超格子層 3 5 は、前記高濃度 GaN 層 3 3 上に位置する。超格子層 3 5 は、互いに異なる組成を有する第 1 の InGa_N 層と第 2 の InGa_N 層を、例えば、それぞれ 20 Å の厚さで約 30 周期で交互に積層することによって形成されてもよい。前記第 1 の InGa_N 層及び第 2 の InGa_N 層に含有される In 組成比は、活性領域 3 9 内の各井戸層 3 9 w に含有される In 組成比より小さい。前記超格子層 3 5 は、意図的に不純物でドーピングされずにアンドープ層に形成されてもよい。超格子層 3 5 がアンドープ層に形成されるので、発光素子の漏洩電流を減少させることができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 5 0】

n 型コンタクト層 2 7 に最も近い第 1 の障壁層 3 9 b 1 の Al 組成による光出力変化を確認するために、MOCVD 装置を使用し、第 1 の障壁層の Al 組成のみを異ならせて他の条件は全て同一にして各エピ層を成長させ、Al 組成による光出力を測定した。図 3 は、第 1 の障壁層の Al 組成による光出力を示すグラフである。第 1 の障壁層以外の他の障壁層の Al 組成は、全て同一にした。各障壁層の Al 含有量は原子プローブを用いて測定し、他の障壁層は約 20 % の Al が含まれていた。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 5 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 5 3】

n 型コンタクト層 2 7 に最も近い第 1 の障壁層 3 9 b 1 の厚さによる光出力変化を調査するために、MOCVD 装置を使用し、他の条件は全て同一にして各エピ層を成長させ、第 1 の障壁層の厚さのみを異ならせて第 1 の障壁層の厚さによる光出力を測定した。図 4 は、第 1 の障壁層の厚さによる光出力を示すグラフである。第 1 の障壁層以外の他の障壁層の厚さは、p 型コンタクト層 4 3 に最も近い最後の障壁層を除いては全て約 45 Å で形成し、最後の障壁層は約 75 Å と相対的に厚く形成した。また、第 1 の障壁層の Al 組成は全て同一に約 34 % にし、他の障壁層の Al 組成は全て約 20 % にした。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 特許請求の範囲

【補正対象項目名】 全文

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

窒化ガリウム層を含む n 型コンタクト層と、

窒化ガリウム層を含む p 型コンタクト層と、

前記 n 型コンタクト層と前記 p 型コンタクト層との間に位置する多重量子井戸構造の活性領域と、を含み、

前記多重量子井戸構造の活性領域は 365 nm ～ 390 nm の範囲内の近紫外線を放出し

、
前記多重量子井戸構造の活性領域は、各障壁層及び各井戸層を含み、

前記各障壁層は AlInGaN で形成され、

前記 n 型コンタクト層に最も近い第 1 の障壁層は、他の障壁層に比べて Al を 10%～20% さらに含有する発光素子。

【請求項 2】

前記各井戸層は、 InGaN で形成され、375nm～390nm の近紫外線を放出し、前記第 1 の障壁層以外の他の障壁層は、15%～25% の Al 及び 1% 以下の In を含有する AlInGaN で形成された、請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記第 1 の障壁層は、30%～40% の Al 及び 1% 以下の In を含有する AlInGaN で形成された、請求項 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記 p 型コンタクト層は、下部高濃度ドーピング層、上部高濃度ドーピング層、及び前記下部高濃度ドーピング層と上部高濃度ドーピング層との間に位置する低濃度ドーピング層を含む、請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記低濃度ドーピング層の厚さは、前記下部及び上部高濃度ドーピング層の厚さより厚い、請求項 4 に記載の発光素子。

【請求項 6】

前記 n 型コンタクト層は、下部窒化ガリウム層、上部窒化ガリウム層、及び前記下部窒化ガリウム層と前記上部窒化ガリウム層との間に位置する多層構造の中間層を含む、請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 7】

前記多層構造の中間層は、 AlInN と GaN を交互に積層した構造を有する、請求項 6 に記載の発光素子。

【請求項 8】

前記 n 型コンタクト層と前記活性領域との間に位置する超格子層と、
前記超格子層と前記活性領域との間に位置する電子注入層とをさらに含み、
前記電子注入層は、前記超格子層に比べてより高い n 型不純物ドーピング濃度を有する、
請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 9】

前記超格子層は、 $\text{InGaN}/\text{InGaN}$ を繰り返して積層した構造を有し、
前記電子注入層は、 GaN または InGaN で形成された、請求項 8 に記載の発光素子。

【請求項 10】

前記 n 型コンタクト層と前記超格子層との間に位置するアンドープ GaN 層をさらに含む、
請求項 8 に記載の発光素子。

【請求項 11】

前記アンドープ GaN 層と前記超格子層との間に位置し、前記 n 型コンタクト層より低濃度で n 型不純物でドーピングされた低濃度 GaN 層と、
前記低濃度 GaN 層と前記超格子層との間に位置し、前記低濃度 GaN 層より高濃度で n 型不純物でドーピングされた高濃度 GaN 層とをさらに含む、請求項 10 に記載の発光素子。