

【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 20 年 6 月 26 日 (2008.6.26)

【公開番号】特開 2007-234918 (P2007-234918A)

【公開日】平成 19 年 9 月 13 日 (2007.9.13)

【年通号数】公開・登録公報 2007-035

【出願番号】特願 2006-55786 (P2006-55786)

【国際特許分類】

H 0 1 L 33/00 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 C

【手続補正書】

【提出日】平成 20 年 5 月 14 日 (2008.5.14)

【手続補正 1】

【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】

白色を発光する半導体発光素子において、

III 族窒化物系化合物半導体の積層から成る紫外線発光部と、

前記紫外線発光部から放射された紫外線により青色領域光を発光するアクセプタ不純物とドナー不純物とを添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る青色領域発光部と、

前記紫外線発光部から放射された紫外線により黄色領域光を発光するドナー不純物を添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る黄色領域発光部とから成り、

前記青色領域発光部は、III 族窒化物系化合物半導体から成る基板に、アクセプタ不純物とドナー不純物とが添加されたものであり、

前記黄色領域発光部は、III 族窒化物系化合物半導体から成る基板に、ドナー不純物が添加されたものであることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 2】

白色を発光する半導体発光素子において、

III 族窒化物系化合物半導体の積層から成る紫外線発光部と、

前記紫外線発光部から放射された紫外線により青色領域光を発光するアクセプタ不純物とドナー不純物とを添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る青色領域発光部と、

前記紫外線発光部から放射された紫外線により黄色領域光を発光するドナー不純物を添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る黄色領域発光部とから成り、

前記青色領域発光部、前記黄色領域発光部及び前記紫外線発光部は、基板上にエピタキシャル成長により形成されたものであることを特徴とする半導体発光素子。

【請求項 3】

前記アクセプタ不純物は Zn であり、前記ドナー不純物は Si であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の半導体発光素子。

【請求項 4】

前記青色領域発光部の前記 Si の濃度は、前記 Zn の濃度よりも大きいことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体発光素子。

【請求項 5】

前記青色領域発光部及び前記黄色領域発光部は、GaN から成ることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の半導体発光素子。

【請求項 6】

前記基板は導電性であり、前記青色領域発光部、前記黄色領域発光部は共に、基板に形成されており、前記紫外線発光部の表面に形成された第 1 電極と、前記基板の前記紫外線発光部が形成されていない側の面に形成された第 2 電極とを有することを特徴とする請求項 1に記載の半導体発光素子。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0004

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0004】

請求項 1 の発明は、白色を発光する半導体発光素子において、III 族窒化物系化合物半導体の積層から成る紫外線発光部と、紫外線発光部から放射された紫外線により青色領域光を発光するアクセプタ不純物とドナー不純物とを添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る青色領域発光部と、紫外線発光部から放射された紫外線により黄色領域光を発光するドナー不純物を添加した III 族窒化物系化合物半導体層から成る黄色領域発光部とから成り、青色領域発光部及び黄色領域発光部の何れか一方、又は、両方は、III 族窒化物系化合物半導体基板に、ドナー不純物とアクセプタ不純物とを、又は、ドナー不純物を添加することで実現した半導体発光素子である（請求項 1）。

ただし、青色領域光や黄色領域光は、純粋な青色、黄色を意味するのではなく、波長 475 ~ 495 nm の青色系領域、波長 550 ~ 570 nm の黄色系領域を意味し、2 つの領域の光は、概ね、補色光の関係にあり、両光を混合した時に、白色系の光が得られれば良い。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

青色領域発光部及び黄色領域発光部の一方を、III 族窒化物系化合物半導体基板に不純物を添加することで実現した場合には、他方は、基板上のエピタキシャル成長層で実現される。また、両者を、基板に形成した場合には、基板表面からドナー不純物を深くまで添加し、次に、基板表面から浅くアクセプタ不純物を添加することで、基板の深い側にドナー不純物（例えば、Si）だけが添加された黄色領域発光部を形成し、基板の表面に近い側にドナー不純物（例えば、Si）とアクセプタ不純物（例えば、Zn）とが添加された青色領域発光部を形成することができる。また、逆に、ドナー不純物（例えば、Si）を基板に様に添加して、基板の表面側から一定の深さの位置で所定の厚さにアクセプタ不純物（例えば、Zn）をイオン注入することで、基板の深い側にドナー不純物（例えば、Si）とアクセプタ不純物（例えば、Zn）とが添加された青色領域発光部を形成し、基板の表面に近い側にドナー不純物（例えば、Si）だけが添加された黄色領域発光部を形成することができる。

また、アクセプタ不純物は Zn であり、ドナー不純物は Si であることが望ましい（請求項 3）。

Si、Zn の添加濃度範囲は、 $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の範囲で任意である。本発明は、青色領域発光部、黄色領域発光部も単結晶 III 族窒化物系化合物半導体で構成したことが特徴である。Si の濃度は Zn の濃度よりも大きいことが望ましい（請求項 4）。これにより、Si が添加されている発光部を導電性とすることができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

また、紫外線発光部、青色領域発光部、黄色領域発光部の全てを、基板上にエピタキシャル成長させたIII族窒化物系化合物半導体層により形成しても良い(請求項2)。

また、青色領域発光部及び黄色領域発光部は、GaNから成ることが望ましい(請求項5)。この場合に、発光効率の高い良質な白色の発光を得ることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

また、基板は導電性であり、紫外線発光部の表面に形成された第1電極と、基板の前記紫外線発光部が形成されていない側の面に形成された第2電極を設けるのが望ましい(請求項6)。すなわち、この場合には、基板は導電性となるので、素子の上下の両面に電極を形成して、縦方向に電流を流すことができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明では、紫外線発光部、青色領域発光部、黄色領域発光部の全てを単結晶III族窒化物系化合物半導体で構成したので、蛍光体粉末や蛍光塗料の塗布工程が必要でないために白色発光素子の製造が簡単となる。また、蛍光体粉末や蛍光塗料を用いていないので、素子の寸法を小さくできる。青色領域発光部及び黄色領域発光部の何れか一方、又は、両方は、III族窒化物系化合物半導体基板にドナー不純物(例えば、Si)とアクセプタ不純物(例えば、Zn)、又は、ドナー不純物(例えば、Si)を添加することで実現しても良い(請求項1)。この場合に、ドナー不純物(例えば、Si)が半導体基板に添加されているので、基板を導電性とすることができ、素子を縦方向に電流を流す対面電極構造とすることができる。半導体基板に不純物を添加することで、紫外線から青色領域光、紫外線から黄色領域光への変換効率を高くすることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、青色領域発光部、黄色領域発光部及び紫外線発光部は、基板上にエピタキシャル成長により形成することで、製造がより簡単となる(請求項2)。また、青色領域発光部及び黄色領域発光部をGaNで構成することで、紫外線から青色領域光、紫外線から黄色領域光への変換効率が高くなり、また、合成した時に良好な白色発光を得ることができる(請求項5)。また、青色領域発光部、黄色領域発光部を基板に形成することで、基板を導電性とすることができる。この結果、素子の両面に電極を形成して、縦方向に電流を流すことのできる素子とすることができる。この結果、発光効率を向上させることができる。

。