

【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 19 年 3 月 15 日 (2007.3.15)

【公開番号】特開 2006-100474 (P2006-100474A)
 【公開日】平成 18 年 4 月 13 日 (2006.4.13)
 【年通号数】公開・登録公報 2006-015
 【出願番号】特願 2004-283262 (P2004-283262)
 【国際特許分類】

H 0 1 L 33/00 (2006.01)

H 0 1 L 21/302 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 33/00 C

H 0 1 L 21/302 2 0 1 A

【手続補正書】
 【提出日】平成 19 年 1 月 30 日 (2007.1.30)
 【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】

III 族窒化物系化合物半導体の結晶成長によって生成される半導体層を複数積層することにより形成される発光ダイオードの製造方法であって、
 表面に電極が形成される電極形成層の積層後に、当該電極形成層の結晶成長を実施した結晶成長炉の中でエッチングガスを流す気相エッチングにより、前記表面にピットを形成することを特徴とする発光ダイオードの製造方法。

【請求項 2】

前記エッチングガスは、 H_2 ガス、または水素化ハロゲンガスを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 3】

前記表面は結晶 c 面からなり、前記ピットは六角錐状の穴からなることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 4】

前記ピットの深さは、10 nm ~ 200 nm であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 5】

前記電極形成層を p コンタクト層で構成し、前記ピットの深さを前記 p コンタクト層の膜厚の 50 % ~ 100 % とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の発光ダイオードの製造方法。

【請求項 6】

前記気相エッチングの実行時の温度は、500 ~ 1200 であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の発光ダイオードの製造方法。

【手続補正 2】

【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】

【 0 0 0 5 】

上記の課題を解決するためには、以下の手段が有効である。

即ち、本発明の第 1 の手段は、III 族窒化物系化合物半導体の結晶成長によって生成される半導体層を複数積層することにより形成される発光ダイオードの製造工程において、表面に電極が形成される電極形成層の積層後に、当該電極形成層の結晶成長を実施した結晶成長炉の中でエッチングガスを流す気相エッチングによりその表面にピットを形成することである。

【 手 続 補 正 3 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 1

【 補 正 方 法 】 削 除

【 補 正 の 内 容 】

【 手 続 補 正 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 2 】

また、本発明の第 4 の手段は、上記の第 1 乃至第 3 の何れか 1 つの手段において、上記のピットの深さを 1 0 n m ~ 2 0 0 n m にすることである。

このピットの深さは、積層される電極形成層の膜厚などにも依るが、概ね 5 0 n m 以上が望ましく、更に望ましくは 1 0 0 n m 以上 1 8 0 n m 以下が良い。

【 手 続 補 正 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 3

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 3 】

また、本発明の第 5 の手段は、上記の第 1 乃至第 4 の何れか 1 つの手段において、上記の電極形成層を p コンタクト層で構成し、上記のピットの深さを p コンタクト層の膜厚の 5 0 % ~ 1 0 0 % とすることである。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 4 】

また、本発明の第 6 の手段は、上記の第 1 乃至第 5 の何れか 1 つの手段において、気相エッチングの実行時の温度を 5 0 0 ~ 1 2 0 0 にすることである。ただし、この温度範囲は、8 0 0 ~ 1 1 0 0 が望ましく、9 5 0 ~ 1 0 5 0 の間の範囲が更に望ましい。

【 手 続 補 正 7 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 1 7

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 1 7 】

上記の様なエッチングは、選択的なエッチングではなく、かつ、気相で実施できるので、極めて容易に実施することができる。即ち、上記の第 1 の手段に従えば、従来から行われてきた様な煩雑なエッチング工程を実行する必要がない。

したがって、本発明の第1の手段によれば、発光ダイオードにおける光取り出し効率（外部量子効率）の向上と、その高発光効率の発光ダイオードの生産性の確保とを容易に両立することができる。

また、電極形成層の結晶成長の工程に引き続いて、その結晶成長炉内から半導体ウェハを取り出すことなく、簡単に、気相エッチングを引き続き実施することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

また、本発明の第4の手段によれば、電極形成層のエッチング前の最初の表面が各ピットの底面で概ね覆い尽くされる程度に、電極形成層の上方露出面に全面的に凹凸を形成することができる。これは、電極形成層を概ね良質に形成した場合、その電極形成層のエッチング前の最初の表面の転位密度が概ね $10^8 / \text{cm}^2$ オーダーとなるためである。

エッチング後は、その表面に平頂部が残っても良いが、表面の平頂部は無くなっても良い。また、これらの状態には、局所的な差異が有っても良い。ただし、エッチング時間が長過ぎると、その分の工程時間が無駄になったり、或いは、例えばクラッド層などの下層まで削られてしまう場合もあるので注意を要する。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また、例えば、電極形成層をpコンタクト層から形成する場合、pコンタクト層の膜厚の50%～100%の深さのピットを形成すれば、下層まで削られてしまう恐れがなくなる（本発明の第5の手段）。そして、この場合には、各p型半導体層の所定の機能が良好に保たれる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

また、本発明の第6の手段によれば、目的とする発光ダイオードを構成する各半導体層に熱的なダメージを与えることなく、上記の気相エッチングにおけるエッチング作用を効果的に引き出すことができる。この温度の最適値は、概ね1000前後であるが、本発明は、500～1200の範囲内で十分に適用可能である。