

【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 29 年 8 月 10 日 (2017.8.10)

【公表番号】特表 2016-527706 (P2016-527706A)

【公表日】平成 28 年 9 月 8 日 (2016.9.8)

【年通号数】公開・登録公報 2016-054

【出願番号】特願 2016-518033 (P2016-518033)

【国際特許分類】

H 0 1 L 33/08 (2010.01)

H 0 1 L 33/32 (2010.01)

H 0 1 L 33/24 (2010.01)

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

H 0 1 L 31/10 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 33/08 Z N M

H 0 1 L 33/32

H 0 1 L 33/24

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 31/10 A

【手続補正書】

【提出日】平成 29 年 6 月 30 日 (2017.6.30)

【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】

基板にわたって I I I - V 族半導体ナノワイヤを形成する方法であって、
前記基板にわたって配置された成長マスクの第 1 の領域の第 1 の開口部を介して V 族制限成長様式での M O C V D による複数の第 1 の I I I - V 族ナノワイヤと、前記成長マスクの第 2 の領域の第 2 の開口部を介して前記 V 族制限成長様式での M O C V D による複数の第 2 の I I I - V 族ナノワイヤとを成長させること、を備え、

前記第 1 の開口部は、前記第 2 の開口部より大きく、
前記第 1 の複数のナノワイヤにおける m 面に対する p 面の比率は、前記第 2 の複数のナノワイヤにおける m 面に対する p 面の比率と異なることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記第 1 の I I I - V 族ナノワイヤは、前記第 2 の I I I - V 族ナノワイヤより小さな高さを有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 2 の I I I - V 族ナノワイヤは、0 . 1 から 5 ミクロンの高さを有することを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

基板にわたって I I I - V 族半導体ナノワイヤを形成する方法であって、
前記基板にわたって配置された成長マスクの第 1 の領域の第 1 の開口部を介して V 族制限成長様式での M O C V D による複数の第 1 の I I I - V 族ナノワイヤと、前記成長マスクの第 2 の領域の第 2 の開口部を介して前記 V 族制限成長様式での M O C V D による複数の第 2 の I I I - V 族ナノワイヤとを成長させること、を備え、

前記第 1 の開口部は、前記第 2 の開口部より大きく、

前記第 1 の開口部の各々は、前記第 2 の開口部の各々が隣接する第 2 の開口部から離間されるのと比較して、隣接する第 1 の開口部からより遠くに離間され、前記第 1 の III - V 族ナノワイヤは、前記第 2 の III - V 族ナノワイヤより小さな高さを有することを特徴とする方法。

【請求項 5】

発光素子を製造する方法であって、

第 1 の領域の複数の第 1 の開口部及び第 2 の領域の複数の第 2 の開口部を有する成長マスクを含む成長基板を提供することと、

同一のナノ構造成長工程において、前記第 1 の開口部を介して複数の第 1 のナノ構造及び前記第 2 の開口部を介して複数の第 2 のナノ構造を選択的に成長させることであって、前記第 1 のナノ構造及び前記第 2 のナノ構造が第 1 の成長テンプレート及び第 2 の成長テンプレートのそれぞれの内側部分又は全体を含むことと、

同一の活性領域成長工程において、第 1 の成長テンプレート及び第 2 の成長テンプレートのそれぞれの上で第 1 の活性領域及び第 2 の活性領域を成長させることと、

第 1 の発光素子及び第 2 の発光素子のそれぞれを形成するように、同一の接合形成要素成長工程において、第 1 の活性領域及び第 2 の活性領域のそれぞれの上で第 1 の接合形成要素及び第 2 の接合形成要素を成長させることと、を備え、

前記第 1 の成長テンプレートの各々は、前記第 2 の発光素子の各々が前記第 1 の発光素子の各々の第 1 のピーク発光波長とは異なる第 2 のピーク発光波長を有するように、前記第 2 の成長テンプレートの各々とは異なり、

前記第 1 の発光素子及び前記第 2 の発光素子は、発光ダイオードを含み、前記第 1 の接合形成要素及び前記第 2 の接合形成要素の各々は、半導体シェル、複数の成長テンプレートに接触する連続した半導体層又は複数の成長テンプレートに接触する格子間ボイドを有する連続した半導体層から選択されることを特徴とする方法。

【請求項 6】

第 1 のナノワイヤコアの各々は、第 1 の導電型の半導体材料を含み、

第 2 のナノワイヤコアの各々は、前記第 1 の導電型の半導体材料を含み、

前記第 1 の活性領域の各々は、第 1 のバンドギャップを有する少なくとも 1 つの第 1 の量子井戸を含み、

前記第 2 の活性領域の各々は、前記第 1 のバンドギャップとは異なる第 2 のバンドギャップを有する少なくとも 1 つの第 2 の量子井戸を含み、

前記第 1 の接合形成要素の各々は、前記第 1 の成長テンプレート及び前記第 1 の活性領域との p n 接合又は p i n 接合を形成するように、前記第 1 の導電型とは異なる第 2 の導電型の半導体材料を含み、

前記第 2 の接合形成要素の各々は、前記第 2 の成長テンプレート及び前記第 2 の活性領域との p n 接合又は p i n 接合を形成するように、前記第 1 の導電型とは異なる前記第 2 の導電型の半導体材料を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 の成長テンプレートの各々は、(a)それぞれの活性領域に対する成長領域、(b)露出成長面の比率、(c)隣接成長テンプレートからの間隔及び(d)前記成長マスクの開口部のサイズのうちの少なくとも 1 つによって、前記第 2 の成長テンプレートの各々とは異なることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 のナノワイヤコア及び前記第 2 のナノワイヤコアの各々は、III 族窒化物半導体材料を含み、

前記第 1 の量子井戸及び前記第 2 の量子井戸の各々は、窒化インジウムガリウム材料を含み、

前記第 1 の量子井戸の各々は、(a)それぞれの活性領域に対する前記成長領域、(b)露出成長面の前記比率、(c)隣接成長テンプレートからの前記間隔及び(d)前記成

長マスクの前記開口部のサイズのうちの少なくとも1つにおける前記第1の成長テンプレートと前記第2の成長テンプレートとの間の差異によって、前記第2の量子井戸の各々とは異なる量のインジウムを含むことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記第1のナノワイヤコアの周囲の少なくとも1つの第1のテンプレート層が前記成長マスクにわたって前記第1の開口部を越えて横に拡張するように、前記第1の成長テンプレートの各々は、前記第1のナノワイヤコア及び前記第1のテンプレート層を含み、

前記第2のナノワイヤコアの周囲の少なくとも1つの第2のテンプレート層が前記成長マスクにわたって前記第2の開口部を越えて横に拡張するように、前記第2の成長テンプレートの各々は、前記第2のナノワイヤコア及び前記第2のテンプレート層を含み、

前記第1の成長テンプレートの各々は、ナノピラミッド形状を有し、

前記第2の成長テンプレートの各々は、ナノピラー形状又はナノワイヤ形状を有し、

前記第1の成長テンプレートの各々は、前記第2の活性領域に接触する前記第2の成長テンプレートのp面ファセット面積と比較して、前記第1の活性領域に接触する、より大きなp面ファセット面積を有し、

前記第1の量子井戸の各々は、前記第1の成長テンプレートと前記第2の成長テンプレートとの間の前記p面ファセット面積の差異によって、前記第2の量子井戸の各々と比較して、より多い量のインジウムを含み、より低いピーク発光波長を有することを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】

第1のIII族窒化物半導体ナノワイヤコア及び第2のIII族窒化物半導体ナノワイヤコアの各々は、V族制限成長様式でMOCVDによって選択的に成長し、

前記第1の開口部の各々は、前記第2の開口部の各々と実質的に同等の幅又は直径を有し、

前記第1の開口部の各々は、前記第2の開口部の各々が隣接する第2の開口部から離間されるのと比較して、隣接する第1の開口部からより遠くに離間され、

前記第1の成長テンプレートの各々は、前記第2の活性領域に接触する前記第2の成長テンプレートの各々の成長領域と比較して、前記第1の活性領域に接触する実質的に同等の又はより小さな成長領域を有することを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記第2の領域におけるアンモニアV族原料物質のIII族窒化物媒介の接触分解の増加を正当化するように、前記第1のIII族窒化物半導体ナノワイヤコア及び前記第2のIII族窒化物半導体ナノワイヤコアは、十分に高い密度の前記第2の領域の開口部及び十分に高い成長温度と組み合わせて、前記V族制限成長様式で成長し、

前記第1の成長テンプレートの各々は、前記第2の活性領域に接触する前記第2の成長テンプレートの各々の前記成長領域と比較して、前記第1の活性領域に接触する前記より小さな成長領域を有することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記成長基板の第3の領域にわたって配置された複数の第3の発光素子を形成することを更に備え、

前記第3の発光素子の各々は、前記第1のピーク発光波長及び前記第2のピーク発光波長とは異なる第3のピーク発光波長を有することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項13】

第3の発光素子の各々は、前記第3の領域における成長マスクの第3の開口部から突出する第3のナノワイヤコアを含む第3のナノピラミッド成長テンプレートを含み、

前記第3の開口部の各々は、前記第1の開口部及び前記第2の開口部の各々と実質的に同等の幅又は直径を有し、

前記第3の開口部の各々は、前記第1の開口部及び前記第2の開口部の各々が隣接する第1の開口部及び第2の開口部のそれぞれから離間されるのと比較して、隣接する第3の開口部からより遠くに離間され、

前記第 3 のナノピラミッド成長テンプレートの各々は、前記第 1 の活性領域及び前記第 2 の活性領域のそれぞれに接触する前記第 1 の成長テンプレート及び前記第 2 の成長テンプレートの各々の成長領域と比較して、第 3 の活性領域に接触する実質的に同等の又はより小さな成長領域を有し、

前記第 3 のピーク発光波長は、前記第 1 のピーク発光波長及び前記第 2 のピーク発光波長より長いことを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の開口部の各々は、前記第 2 の開口部の各々より実質的に大きな幅又は直径を有し、

前記第 1 の開口部の各々は、前記第 2 の開口部の各々が隣接する第 2 の開口部から離間されるのと比較して、隣接する第 1 の開口部から実質的に同等に又はより遠くに離間され、

前記第 1 の成長テンプレートの各々は、前記第 2 の活性領域に接触する前記第 2 の成長テンプレートの各々の成長領域と比較して、前記第 1 の活性領域に接触する実質的に同一の又はより小さな成長領域を有することを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 5】

半導体デバイスを製造する方法であって、

基板と、前記基板の第 1 の領域にわたって配置された第 1 の III 族窒化物半導体ナノワイヤ構造を含む複数の第 1 の III 族窒化物半導体成長テンプレートと、前記基板の第 2 の領域にわたって配置された第 2 の III 族窒化物半導体ナノワイヤ構造を含む複数の第 2 の III 族窒化物半導体成長テンプレートとを提供することであって、前記第 1 の成長テンプレートの各々は、(a) それぞれの活性領域に対する成長領域、(b) 露出成長面の比率及び(c) 隣接成長テンプレートからの間隔のうちの少なくとも 1 つによって、前記第 2 の成長テンプレートの各々とは異なることと、

同一の活性領域成長工程において、第 1 の成長テンプレート及び第 2 の成長テンプレートのそれぞれの上で第 1 の窒化インジウムガリウム半導体活性領域及び第 2 の窒化インジウムガリウム半導体活性領域を成長させることと、

第 1 の発光素子及び第 2 の発光素子のそれぞれを形成するように、同一の接合形成要素成長工程において、第 1 の活性領域及び第 2 の活性領域のそれぞれの上で第 1 の半導体接合形成要素及び第 2 の半導体接合形成要素を成長させることと、を備え、

前記第 1 の活性領域の各々は、(a) それぞれの活性領域に対する前記成長領域、(b) 露出成長面の前記比率及び(c) 隣接成長テンプレートからの前記間隔のうちの少なくとも 1 つにおける前記第 1 の成長テンプレートと前記第 2 の成長テンプレートとの間の差異によって、前記第 2 の活性領域の各々とは異なる量のインジウムを含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

第 1 の窒化インジウムガリウム半導体活性領域及び第 2 の窒化インジウムガリウム半導体活性領域を前記成長させる工程は、アンモニア V 族原材料を使用する MOCVD を使用することを含むことを特徴とする請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

III - V 族半導体ナノワイヤを成長させる方法であって、V 族制限成長様式で、MOCVD によって基板にわたって前記 III - V 族ナノワイヤを成長させることを備え、

前記基板にわたって配置された成長マスクの第 1 の領域の第 1 の開口部を介して前記 V 族制限成長様式での MOCVD による複数の第 1 の III - V 族ナノワイヤと、成長マスクの第 2 の領域の第 2 の開口部を介して前記 V 族制限成長様式での MOCVD による複数の第 2 の III - V 族ナノワイヤとを成長させることであって、前記第 1 の開口部の各々は、前記第 2 の開口部の各々より隣接する第 1 の開口部から遠くに離間され、前記第 1 の III - V 族ナノワイヤは、前記第 2 の III - V 族ナノワイヤより小さな高さを有することと、

複数の第 1 の成長テンプレートを形成するように、前記第 1 の III - V 族ナノワイヤ

にわたって少なくとも1つの第1のIII-V族半導体テンプレート層を成長させることと、複数の第2の成長テンプレートを形成するように、前記第2のIII-V族ナノワイヤにわたって少なくとも1つの第2のIII-V族半導体テンプレート層を成長させることとであって、前記第1の成長テンプレートの各々は、(a)それぞれの活性領域に対する成長領域、(b)露出成長面の比率及び(c)隣接成長テンプレートからの間隔のうちの少なくとも1つによって、前記第2の成長テンプレートの各々とは異なることと、を更に備えることを特徴とする方法。

【請求項18】

前記第1の成長テンプレート上で少なくとも1つの第1の窒化インジウムガリウム量子井戸を含む第1の活性領域を成長させることと、

前記第2の成長テンプレート上で少なくとも1つの第2の窒化インジウムガリウム量子井戸を含む第2の活性領域を成長させることと、

第1の活性領域及び第2の活性領域のそれぞれの上で第1の接合形成要素及び第2の接合形成要素を成長させることと、を更に備え、

第1の量子井戸の各々は、前記第1の成長テンプレートと前記第2の成長テンプレートとの間の差異によって、第2の量子井戸の各々とは異なる量のインジウムを含むことを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記第2の領域におけるアンモニアV族原料物質のIII族窒化物媒介の接触分解の増加を正当化するように、前記第1のIII-V族ナノワイヤ及び前記第2のIII-V族ナノワイヤは、十分に高い密度の前記第2の領域の開口部及び十分に高い成長温度と組み合わせ、前記V族制限成長様式で成長し、

前記第1の成長テンプレートの各々は、前記第2の活性領域に接触する前記第2の成長テンプレートの各々の前記成長領域と比較して、前記第1の活性領域に接触する前記より小さな成長領域を有することを特徴とする請求項18に記載の方法。