

【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 23 年 12 月 8 日 (2011.12.8)

【公表番号】特表 2009-533879 (P2009-533879A)

【公表日】平成 21 年 9 月 17 日 (2009.9.17)

【年通号数】公開・登録公報 2009-037

【出願番号】特願 2009-505610 (P2009-505610)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

C 3 0 B 29/38 (2006.01)

C 2 3 C 16/34 (2006.01)

H 0 1 L 33/32 (2010.01)

【F I】

H 0 1 L 21/205

C 3 0 B 29/38 D

C 2 3 C 16/34

H 0 1 L 33/00 C

【手続補正書】

【提出日】平成 23 年 10 月 19 日 (2011.10.19)

【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】

窒化化合物半導体構造を製造する方法であって、

第 1 の III 族前駆物質及び第 1 の窒素前駆物質を第 1 の処理チャンバ内に流すステップであって、前記第 1 の III 族前駆物質が第 1 の III 族元素を備えるステップと、

前記第 1 の III 族前駆物質及び第 1 の窒素前駆物質を使用して、前記第 1 の処理チャンバ内で、熱化学気相堆積プロセスを用いて第 1 の基板上に第 1 の層を堆積させるステップであって、前記第 1 の層が窒素及び前記第 1 の III 族元素を備えるステップと、

前記第 1 の層を堆積させるための温度よりも高い温度で、前記第 1 の処理チャンバ内に、前記第 1 の III 族元素及び前記第 1 の窒素前駆物質を備える前記第 1 の III 族前駆物質を流すステップと、

前記第 1 の層を堆積させるための温度よりも高い温度で、前記第 1 の III 族前駆物質及び前記第 1 の窒素前駆物質を使用して、前記第 1 の処理チャンバ内で、前記第 1 の層の上に窒素及び前記第 1 の III 族元素を備える第 2 の層を堆積させるステップと、

前記第 2 の層の堆積後に、前記第 1 の基板を前記第 1 の処理チャンバから、前記第 1 の処理チャンバとは異なる第 2 の処理チャンバへ移送するステップと、

第 2 の III 族前駆物質及び第 2 の窒素前駆物質を前記第 2 の処理チャンバ内に流すステップであって、前記第 2 の III 族前駆物質が、前記第 1 の III 族前駆物質によって備えられていない第 2 の III 族元素を備えるステップと、

前記第 2 の III 族前駆物質及び第 2 の窒素前駆物質を使用して、前記第 2 の処理チャンバ内で熱化学気相堆積プロセスを用いて、前記第 2 の層上に第 3 の層を堆積させるステップと、

を備える方法。

【請求項 2】

前記第 1 の基板を前記第 1 の処理チャンバから前記第 2 の処理チャンバへ移送するステップが、

90%超の N_2 を有する雰囲気中で、前記基板を移送するステップを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の基板を前記第 1 の処理チャンバから前記第 2 の処理チャンバへ移送するステップが、

90%超の NH_3 を有する雰囲気中で、前記基板を移送するステップを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の基板を前記第 1 の処理チャンバから前記第 2 の処理チャンバへ移送するステップが、

90%超の H_2 を有する雰囲気中で、前記基板を移送するステップを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の基板を前記第 1 の処理チャンバから前記第 2 の処理チャンバへ移送するステップが、

200 超の温度を有する雰囲気中で、前記基板を移送するステップを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の III 族前駆物質及び第 1 の窒素前駆物質と共に、第 1 のキャリアガスを流すステップをさらに備え、前記第 1 のキャリアガスが、 N_2 及び H_2 からなる群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 2 の III 族前駆物質及び第 2 の窒素前駆物質と共に、第 2 のキャリアガスを流すステップをさらに備え、前記第 2 のキャリアガスが、 N_2 及び H_2 からなる群から選択される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 2 の III 族前駆物質及び第 2 の窒素前駆物質と共に、第 3 の III 族前駆物質を前記第 2 の処理チャンバ内に流すステップをさらに備え、前記第 3 の III 族前駆物質が前記第 1 の III 族元素を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、

前記第 2 の III 族元素がアルミニウムであり、

前記第 1 の層が GaN 層を備え、

前記第 2 の層が n - GaN 層を備え、

前記第 3 の層が AlGaIn 層を備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、

前記第 2 の III 族元素がインジウムであり、

前記第 1 の層が GaN 層を備え、

前記第 2 の層が n - GaIn 層を備え、

前記第 3 の層が InGaIn 層を備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、

前記第 2 の III 族元素がアルミニウム及びインジウムを含み、

前記第 1 の層が GaN 層を備え、

前記第 2 の層が n - GaIn 層を備え、

前記第 3 の層が AlInGaIn 層を備える、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の III 族前駆物質がガリウム前駆物質を備え、前記第 1 の層が G a N 層を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 3 の層を堆積する前に、前記第 2 の処理チャンバ内で、前記第 2 の層の上に転移層を堆積させるステップをさらに備え、前記転移層が、前記第 1 の層と同じ化学的組成を有し、かつ 1 0 , 0 0 0 より小さい厚さを有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の処理チャンバが、窒素及び III 族元素を備える材料物質の急速な成長を提供できるように適合されている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 2 の処理チャンバが、窒素及び III 族元素を備える堆積された材料物質の均一性を高めることができるように適合されている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

第 3 の III 族前駆物質及び第 3 の窒素前駆物質を、前記第 1 及び第 2 の処理チャンバとは異なる第 3 の処理チャンバ内に流すステップであって、前記第 3 の III 族前駆物質が第 3 の III 族元素を備えるステップと、

前記第 3 の III 族前駆物質及び第 3 の窒素前駆物質を使用して、前記第 3 の処理チャンバ内で、熱化学気相堆積プロセスを用いて第 2 の基板上に第 3 の層を堆積させるステップであって、前記第 3 の層が窒素及び前記第 3 の III 族元素を備えるステップと、

前記基板を前記第 2 の処理チャンバから移送するステップと、

前記基板を前記第 2 の処理チャンバから移送した後に、前記第 2 の基板を前記第 3 の処理チャンバから前記第 2 の処理チャンバへ移送し、前記第 2 の処理チャンバ内で、前記第 3 の層の上に第 4 の層を堆積させるステップと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 の処理チャンバが、前記基板を前記第 2 の処理チャンバから移送するステップと、前記第 2 の基板を前記第 2 の処理チャンバ内に移送するステップとの間には洗浄されない、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

窒化化合物半導体構造を製造する方法であって、

第 1 のガリウム含有前駆物質、第 1 の窒素含有前駆物質及び第 1 のキャリアガスを第 1 の処理チャンバ内に流すステップであって、前記第 1 の処理チャンバが、G a N の急速な成長を提供できるように適合されているステップと、

前記第 1 のガリウム含有前駆物質及び前記第 1 の窒素含有前駆物質を使用して、前記第 1 の処理チャンバ内で熱化学気相堆積プロセスを用いて、基板上に G a N 層を堆積させるステップであって、前記 G a N 層を堆積させるステップは、

前記基板上にバッファ G a N 層を堆積させるステップと、

前記バッファ G a N 層を堆積させるための温度よりも高い温度で、前記バッファ G a N 層の上に n - G a N 層を堆積させるステップとを備えるステップと、

9 0 % 超の N₂、H₂ 又は NH₃ を有する雰囲気中で、前記基板を前記第 1 の処理チャンバから第 2 の処理チャンバへ移送するステップであって、前記第 2 の処理チャンバが、堆積された材料物質の均一性を高めることができるように適合されているステップと、

前記第 2 の処理チャンバ内で、前記 G a N 層上に、1 0 , 0 0 0 より小さい厚さを有する G a N 転移層を堆積させるステップと、

第 2 のガリウム含有前駆物質、III 族前駆物質、第 2 の窒素含有前駆物質及び第 2 のキャリアガスを、前記第 2 の処理チャンバ内に流すステップであって、前記 III 族前駆物質が、ガリウムとは異なる III 族元素を備えるステップと、

前記第 2 のガリウム含有前駆物質、前記 III 族前駆物質及び前記第 2 の窒素含有前駆物質を使用して、前記第 2 の処理チャンバ内で熱化学気相堆積プロセスを用いて、前記 G a N 転移層の上に III 族 - G a - N 層を堆積させるステップと、

を備える方法。

【請求項 19】

前記III族前駆物質が、アルミニウム含有前駆物質であり、前記III族 - Ga - N層が、AlGaInN層である、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

前記III族前駆物質が、インジウム含有前駆物質であり、前記III族 - Ga - N層が、InGaInN層である、請求項18に記載の方法。

【請求項 21】

前記III族前駆物質が、アルミニウム含有前駆物質及びインジウム含有前駆物質を含み、

前記III族 - Ga - N層がAlInGaInN層である、請求項18に記載の方法。

【請求項 22】

第1の基板ホルダを含む第1の処理チャンバを画成する第1のハウジングと、

第2の基板ホルダを含む第2の処理チャンバを画成する第2のハウジングであって、前記第2の処理チャンバが前記第1の処理チャンバとは異なる前記第2のハウジングと、

第3の基板ホルダを含む第3の処理チャンバを画成する第3のハウジングと、

制御された環境中で、前記第1、第2及び第3の基板ホルダの間で基板を移送するように適合されたロボット移送システムと、

前記第1、第2及び第3の処理チャンバ内にガスを導入するように構成されたガス送出システムと、

前記第1、第2及び第3の処理チャンバ内で、選択された圧力を維持する圧力制御システムと、

前記第1、第2及び第3の処理チャンバ内で、選択された温度を維持する温度制御システムと、

前記ロボット移送システム、前記ガス送出システム、前記圧力制御システム及び前記温度制御システムを制御するコントローラであって、前記コントローラは、

第1のIII族元素を備える第1のIII族前駆物質、第1の窒素前駆物質及び第1のキャリアガスを前記第1の処理チャンバ内に流すように前記ガス送出システムを制御し、

前記第1の処理チャンバ内で熱化学気相堆積プロセスを用いて、前記基板上に窒素及び第1のIII族元素を備える第1の層を堆積させるように前記圧力制御システム及び温度制御システムを制御し、

前記第1の層の堆積後に、前記基板を前記第1の処理チャンバから前記第2の処理チャンバへ移送するように前記ロボット移送システムを制御し、

前記第1のIII族前駆物質によって備えられていない第2のIII族元素を備える第2のIII族前駆物質、第2の窒素前駆物質及び第2のキャリアガスを前記第2の処理チャンバ内に流すように前記ガス送出システムを制御し、

前記第2の処理チャンバ内で熱化学気相堆積プロセスを用いて、前記第1の層の上に第2の層を堆積するように、前記圧力制御システム及び温度制御システムを制御するコントローラを備えるクラスタツール。

【請求項 23】

前記基板が、90%超の N_2 、90%超の NH_3 又は90%超の H_2 を有する雰囲気中で、前記第1の処理チャンバから前記第2の処理チャンバへ移送される、請求項22に記載のクラスタツール。

【請求項 24】

前記基板が、200℃超の温度を有する雰囲気中で、前記第1の処理チャンバから前記第2の処理チャンバへ移送される、請求項22に記載のクラスタツール。

【請求項 25】

前記コンピュータ可読プログラムがさらに、前記第2のIII族前駆物質及び前記第2の窒素前駆物質と共に、第3のIII族前駆物質を前記第2の処理チャンバ内に流すように、前記ガス送出システムを制御する命令を含み、前記第3のIII族前駆物質が前記第1のIII族

族元素を備える、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 26】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、
前記第 2 の III 族元素がアルミニウムであり、
前記第 1 の層が バッファ GaN 層及び n - GaN 層 を備え、
前記第 2 の層が Al GaN 層 を備える、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 27】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、
前記第 2 の III 族元素がインジウムであり、
前記第 1 の層が バッファ GaN 層及び n - GaN 層 を備え、
前記第 2 の層が In GaN 層 を備える、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 28】

前記第 1 の III 族元素がガリウムであり、
前記第 2 の III 族元素がアルミニウム及びインジウムを含み、
前記第 1 の層が GaN 層及び n - GaN 層 を備え、
前記第 2 の層が Al In GaN 層 を備える、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 29】

前記 コントローラ がさらに、前記第 2 の層を堆積する前に、前記第 2 の処理チャンバ内で、前記第 1 の層の上に転移層を堆積させるように、前記ガス送出システム、圧力制御システム及び温度制御システムを制御するように構成され、前記転移層が、前記第 1 の層と実質的に同じ化学的組成を有する、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 30】

前記第 1 の処理チャンバが、窒素及び III 族元素を備える材料物質の急速な成長を提供できるように適合されている、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 31】

前記第 2 の処理チャンバが、窒素及び III 族元素を備える堆積された材料物質の均一性を高めることができるように適合されている、請求項 22 に記載のクラスタツール。

【請求項 32】

前記基板上に前記第 1 の層を堆積させるステップの前に、前記第 1 の処理チャンバ内に形成されたガス反応領域を塩素ガスを含む洗浄ガスにさらすステップ、又は前記基板上に前記第 3 の層を堆積させるステップの前に、前記第 2 の処理チャンバ内に形成されたガス反応領域を塩素ガスを含む洗浄ガスにさらすステップを更に備える、請求項 1 又は 18 に記載の方法。

【請求項 33】

少なくとも部分的に窒化化合物デバイスを形成するために 1 以上の基板を処理する方法であって、

第 1 の処理チャンバの処理領域内に配置された 1 以上の基板の表面上に、ドーピングされた III 族窒化層を堆積するステップであって、前記ドーピングされた III 族窒化層を堆積するステップは、ドーパント前駆物質、ガリウム含有前駆物質及び第 1 の窒素含有前駆物質を前記 1 以上の基板の表面に流すステップを備えるステップと、

制御された雰囲気中で、前記 1 以上の基板を前記第 1 の処理チャンバから第 2 の処理チャンバへ移送するステップと、

前記第 2 の処理チャンバの処理領域内の前記ドーピングされた III 族窒化層の上に第 2 の III 族窒化層を堆積するステップであって、前記第 2 の III 族窒化層を堆積するステップは、前駆物質、ガリウム含有前駆物質及び第 2 の窒素含有前駆物質を前記 1 以上の基板の表面に流すステップを備えるステップとを備える方法。

【請求項 34】

前記ドーピングされた III 族窒化層は n - GaN 層を備え、前記第 2 の III 族窒化層は In GaN 層を備える請求項 33 に記載の方法。

【請求項 35】

塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを、前記第 1 の処理チャンバの処理領域へ送り、これによって上に堆積した前記ドーピングされたIII族窒化層の一部を除去するステップ、又は

前記洗浄用前駆物質ガスを、前記第 2 の処理チャンバの処理領域へ送り、これによって上に堆積した前記第 2 のIII族窒化層の一部を除去するステップをさらに備える請求項 3 3 に記載の方法。

【請求項 3 6】

1 以上のドーピングされたIII族窒化層が前記第 1 の処理チャンバ内に形成された後に、前記第 1 の処理チャンバの処理領域の表面上に堆積された前記ドーピングされたIII族窒化層の少なくとも一部を除去するステップであって、前記ドーピングされたIII族窒化層の少なくとも一部を除去するステップは、塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを前記ドーピングされたIII族窒化層に送るステップを備えるステップと、

1 以上の第 2 のIII族窒化層が前記第 2 の処理チャンバ内に形成された後に、前記第 2 の処理チャンバの処理領域の表面上に堆積された前記第 2 のIII族窒化層の少なくとも一部を除去するステップであって、前記第 2 のIII族窒化層の少なくとも一部を除去するステップは、塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを前記第 2 のIII族窒化層に送るステップとをさらに備え、

前記ドーピングされたIII族窒化層の一部を前記第 1 のチャンバの表面から除去するステップは、前記第 2 のIII族窒化層の一部を前記第 2 の処理チャンバの表面から除去するステップとは異なる頻度で実行される請求項 3 3 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記ドーピングされたIII族窒化層を前記 1 以上の基板の表面上に堆積する前に、前記 1 以上の基板の表面を、塩素を備えるガスにさらすステップをさらに備える請求項 3 3 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記ガリウム含有前駆物質及び前記第 1 の窒素前駆物質を使用して、前記第 2 の処理チャンバ内で、前記ドーピングされたIII族窒化層の上に、窒素及びガリウムを備える遷移層を堆積するステップをさらに含む請求項 3 3 に記載の方法。

【請求項 3 9】

少なくとも部分的に窒化化合物デバイスを形成するために 1 以上の基板を処理する方法であって、

第 1 の処理チャンバの処理領域内に配置された 1 以上の基板の表面上に、第 1 のIII族窒化層を堆積するステップであって、前記第 1 のIII族窒化層を堆積するステップは、第 1 のガリウム含有前駆物質及び第 1 の窒素含有前駆物質を前記 1 以上の基板の表面に流すステップを備えるステップと、

制御された雰囲気中で、前記 1 以上の基板を前記第 1 の処理チャンバから第 2 の処理チャンバへ移送するステップと、

前記第 2 の処理チャンバの処理領域内の前記第 1 のIII族窒化層の上に第 2 のIII族窒化層を堆積するステップであって、前記第 2 のIII族窒化層は、ドーピングされた窒化ガリウム層を備えるステップとを備える方法。

【請求項 4 0】

前記第 1 のIII族窒化層は $n\text{-Ga}\text{N}$ を備え、前記第 2 のIII族窒化層は $p\text{-AlGa}\text{N}$ 層を備える請求項 3 9 に記載の方法。

【請求項 4 1】

塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを、前記第 1 の処理チャンバの処理領域へ送り、これによって上に堆積した前記第 1 のIII族窒化層の一部を除去するステップ、又は

前記洗浄用前駆物質ガスを、前記第 2 の処理チャンバの処理領域へ送り、これによって上に堆積した前記第 2 のIII族窒化層の一部を除去するステップをさらに備える請求項 3 9 に記載の方法。

【請求項 4 2】

1 以上の第 1 の III 族窒化層が前記第 1 の処理チャンバ内に形成された後に、前記第 1 の処理チャンバの処理領域の表面上に堆積された前記第 1 の III 族窒化層の少なくとも一部を除去するステップであって、前記第 1 の III 族窒化層の少なくとも一部を除去するステップは、塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを前記第 1 の III 族窒化層に送るステップを備えるステップと、

1 以上の第 2 の III 族窒化層が前記第 2 の処理チャンバ内に形成された後に、前記第 2 の処理チャンバの処理領域の表面上に堆積された前記第 2 の III 族窒化層の少なくとも一部を除去するステップであって、前記第 2 の III 族窒化層の少なくとも一部を除去するステップは、塩素ガスを備える洗浄用前駆物質ガスを前記第 2 の III 族窒化層に送るステップを備えるステップとをさらに備え、

前記第 1 の III 族窒化層の一部を前記第 1 のチャンバの表面から除去するステップは、前記第 2 の III 族窒化層の一部を前記第 2 の処理チャンバの表面から除去するステップとは異なる頻度で実行される請求項 39 に記載の方法。

【請求項 43】

前記第 1 の III 族窒化層を前記 1 以上の基板の表面上に堆積する前に、前記 1 以上の基板の表面を、塩素を備えるガスにさらすステップをさらに備える請求項 39 に記載の方法。

【請求項 44】

少なくとも部分的に窒化化合物デバイスを形成するために 1 以上の基板を処理する方法であって、

第 1 の処理チャンバの処理領域内に配置された 1 以上の基板の表面上に、第 1 の III 族窒化層を形成するステップであって、前記第 1 の III 族窒化層を形成するステップは、第 1 のガリウム含有前駆物質及び第 1 の窒素含有前駆物質を前記 1 以上の基板の表面に流すステップを備えるステップと、

制御された雰囲気中で、前記 1 以上の基板を前記第 1 の処理チャンバから第 2 の処理チャンバへ移送するステップと、

前記第 2 の処理チャンバの処理領域内の前記第 1 の III 族窒化層の上に第 2 の III 族窒化層を形成するステップであって、前記第 2 の III 族窒化層は、三元の III 族窒化層を備えるステップと、

前記制御された雰囲気を通して、前記 1 以上の基板を前記第 2 の処理チャンバから第 3 の処理チャンバへ移送するステップと、

前記第 3 の処理チャンバの処理領域内の前記第 2 の III 族窒化層の上に第 3 の III 族窒化層を形成するステップとを備える方法。