

【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10月9日(2008.10.9)

【公表番号】特表2008-515175(P2008-515175A)

【公表日】平成20年5月8日(2008.5.8)

【年通号数】公開・登録公報2008-018

【出願番号】特願2007-532731(P2007-532731)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

C 2 3 C 16/34 (2006.01)

C 2 3 C 16/452 (2006.01)

C 3 0 B 29/38 (2006.01)

C 3 0 B 29/40 (2006.01)

C 2 3 C 16/02 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/34

C 2 3 C 16/452

C 3 0 B 29/38 D

C 3 0 B 29/38 C

C 3 0 B 29/40 5 0 2 C

C 2 3 C 16/02

【手続補正書】

【提出日】平成20年8月22日(2008.8.22)

【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】

遠隔プラズマ増強化学気相成長法によってIII族金属窒化膜を成長させるための方法であって、以下の工程を含む方法：

(a) 10mTorr (1.3Pa) ~ 100Torr (13,000Pa) の圧力で、かつ1時間 ~ 100時間、シリカ、石英、窒化ホウ素、またはサファイアを含む格納チューブの内面の少なくとも一部を窒素プラズマに接触させる工程であって、格納チューブの内面の少なくとも一部を窒素プラズマに接触させる工程が、格納チューブの内面の少なくとも一部を窒素プラズマの窒素イオンと反応させ、これによって該内面の少なくとも一部が、10mTorr (1.3Pa) ~ 100Torr (13,000Pa) の圧力で少数の酸素原子を放出するパッシベーションされた種に変換される、工程；

(b) 基板と、成長チャンバにおいてバッファ層を含む基板とから選択されるオブジェクトを、400 ~ 750 の範囲の温度に加熱する工程；

(c) 該成長チャンバから離れて配置された窒素プラズマにおいて活性化中性窒素種を産生する工程；

(d) 前記格納チューブを介して、該活性化中性窒素種を該成長チャンバに転送する工程；

(e) 該成長チャンバにおいて、III族金属窒化膜を形成するために該窒素種と反応可能なIII族金属の一種を含有する反応混合物を形成する工程；および

(f) 該膜がデバイス用途に適している条件下でIII族金属窒化物の膜を該加熱されたオブジェクト上に形成する工程。

【請求項 2】

工程(a)において、格納チューブの内面の少なくとも一部が、酸素原子を放出しないパッシベーションされた種に変換される、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

工程(c)が工程(c1)を含む、請求項1記載の方法：

(c1) 成長チャンバから離れて配置された窒素プラズマにおいて、活性化中性窒素種を産生する工程であって、該プラズマが、窒素の10億分の10以下の不純物を含む窒素ガスから生成される工程。

【請求項 4】

工程(f)が工程(f1)を含む、請求項1記載の方法：

(f1) 膜の測定されたバンドギャップが、III族金属窒化物の確立されたバンドギャップより500meV未満低く、かつ該膜がデバイス用途に適している条件下で、III族金属窒化物の膜を加熱されたオブジェクト上に形成する工程。

【請求項 5】

工程(f)が工程(f2)を含む、請求項1記載の方法：

(f2) 膜の測定されたバンドギャップがIII族金属窒化物の確立されたバンドギャップより500meV未満低く、かつ該膜がデバイス用途に適している条件下でIII族金属窒化物の膜を加熱されたオブジェクト上に形成する工程であって、該形成する工程の間に、以下からなる群より選択される少なくとも1個の条件が適用される工程：

(i) 該オブジェクトが、窒素プラズマが生成される領域から窒素プラズマが出る場所より20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置され、該成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa)～15Torr (2000Pa)である；

(ii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr (1.3×10^{-2} Pa) 未満である；

(iii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr～ 10^{-11} Torr (1.3×10^{-2} ～ 1.3×10^{-9} Pa)の範囲である；

(iv) 成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa)～15Torr (2000Pa)である；

(v) 成長チャンバにおける圧力が2Torr (270Pa)～5Torr (670Pa)である；

(vi) パッフルまたはインペラが、該オブジェクトと離れて配置された窒素プラズマのソースとの間に配置される；および

(vii) 該オブジェクトが、離れて配置された窒素プラズマから20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置される。

【請求項 6】

工程(f)が工程(f3)を含む、請求項4記載の方法：

(f3) 膜の測定されたバンドギャップが、III族金属窒化物の確立されたバンドギャップより70～40meV低く、かつ膜がデバイス用途に適しているように、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程。

【請求項 7】

工程(f)が工程(f4)を含む、請求項5記載の方法：

(f4) 膜の測定されたバンドギャップが、III族金属窒化物の確立されたバンドギャップより70～40meV低く、かつ膜がデバイス用途に適しているように、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程。

【請求項 8】

工程(f)が工程(f5)を含む、請求項1記載の方法：

(f5) 膜が半導体膜であり、かつ膜がデバイス用途に適している条件下で、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、該金属が、ガリウム、インジウム、ガリウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ガリウムおよびインジウムの組み合わせ、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ならびに、ガリウム、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせからなる群より選択される、工程。

【請求項 9】

工程 (f) が工程 (f6) を含む、請求項1記載の方法：

(f6) 膜が半導体膜であり、かつ膜がデバイス用途に適している条件下で、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、該金属が、ガリウム、インジウム、ガリウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ガリウムおよびインジウムの組み合わせ、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ならびに、ガリウム、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせからなる群より選択され、該形成する工程の間に、以下からなる群より選択される少なくとも1個の条件が適用される、工程：

(i) 該オブジェクトが、窒素プラズマが生成される領域から窒素プラズマが出る場所より20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置され、該成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(ii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr (1.3×10^{-2} Pa) 未満である；

(iii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr ～ 10^{-11} Torr ($1.3 \times 10^{-2} \sim 1.3 \times 10^{-9}$ Pa) の範囲である；

(iv) 成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(v) 成長チャンバにおける圧力が2Torr (270Pa) ～5Torr (670Pa) である；

(vi) パッフルまたはインペラが、該オブジェクトと離れて配置された窒素プラズマのソースとの間に配置される；および

(vii) 該オブジェクトが、離れて配置された窒素プラズマから20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置される。

【請求項 10】

工程 (f) が工程 (f7) を含む、請求項1記載の方法：

(f7) 膜の抵抗率が $0.0001 \sim 10^4$.cmであり、かつ膜がデバイス用途に適している条件下で、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、該金属が、ガリウム、インジウム、ガリウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ガリウムおよびインジウムの組み合わせ、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ならびに、ガリウム、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせからなる群より選択される、工程。

【請求項 11】

工程 (f) が工程 (f8) を含む、請求項1記載の方法：

(f8) 加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、該金属が、ガリウム、インジウム、ガリウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ガリウムおよびインジウムの組み合わせ、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせ、ならびに、ガリウム、インジウムおよびアルミニウムの組み合わせからなる群より選択され、膜の抵抗率が $0.0001 \sim 10^4$.cmであり、膜がデバイス用途に適しており、該形成する工程の間に、以下からなる群より選択される少なくとも1個の条件が適用される、工程：

(i) 該オブジェクトが、窒素プラズマが生成される領域から窒素プラズマが出る場所より20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置され、該成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(ii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr (1.3×10^{-2} Pa) 未満である；

(iii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr ～ 10^{-11} Torr ($1.3 \times 10^{-2} \sim 1.3 \times 10^{-9}$ Pa) の範囲である；

(iv) 成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(v) 成長チャンバにおける圧力が2Torr (270Pa) ～5Torr (670Pa) である；

(vi) パッフルまたはインペラが、該オブジェクトと離れて配置された窒素プラズマのソースとの間に配置される；および

(vii) 該オブジェクトが、離れて配置された窒素プラズマから20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置される。

【請求項 12】

工程 (f) が工程 (f9) を含む、請求項1記載の方法：

(f9) 膜がIII族金属窒化物の結晶構造特徴を示し、かつ膜がデバイス用途に適してい

る条件下で、加熱されたオブジェクト上にIII族窒化物の膜を形成する工程。

【請求項 1 3】

工程 (f) が工程 (f10) を含む、請求項1記載の方法：

(f10) 膜がIII族金属窒化物の結晶構造特徴を示し、膜がデバイス用途に適するように、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、該形成する工程の間に、以下からなる群より選択される少なくとも1個の条件が適用される工程：

(i) 該オブジェクトが、窒素プラズマが生成される領域から窒素プラズマが出る場所より20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置され、該成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(ii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr (1.3×10^{-2} Pa) 未満である；

(iii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr ～ 10^{-11} Torr ($1.3 \times 10^{-2} \sim 1.3 \times 10^{-9}$ Pa) の範囲である；

(iv) 成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(v) 成長チャンバにおける圧力が2Torr (270Pa) ～5Torr (670Pa) である；

(vi) パッフルまたはインペラが、該オブジェクトと離れて配置された窒素プラズマのソースとの間に配置される；および

(vii) 該オブジェクトが、離れて配置された窒素プラズマから20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置される。

【請求項 1 4】

工程 (f) が工程 (f11) を含む、請求項1記載の方法：

(f11) 膜が1.6原子%未満の酸素濃度を示す条件下で、加熱されたオブジェクト上にII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、膜がデバイス用途に適している、工程。

【請求項 1 5】

工程 (f) が工程 (f12) を含む、請求項1記載の方法：

(f12) 膜が1.6原子%未満の酸素濃度を示すように、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜を形成する工程であって、膜がデバイス用途に適しており、該形成する工程の間に、以下からなる群より選択される少なくとも1個の条件が適用される、工程：

(i) 該オブジェクトが、窒素プラズマが生成される領域から窒素プラズマが出る場所より20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置され、該成長チャンバのける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(ii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr (1.3×10^{-2} Pa) 未満である；

(iii) 成長チャンバにおける酸素の分圧は 10^{-4} Torr ～ 10^{-11} Torr ($1.3 \times 10^{-2} \sim 1.3 \times 10^{-9}$ Pa) の範囲である；

(iv) 成長チャンバにおける圧力が1Torr (130Pa) ～15Torr (2000Pa) である；

(v) 成長チャンバにおける圧力が2Torr (270Pa) ～5Torr (670Pa) である；

(vi) パッフルまたはインペラが、該オブジェクトと離れて配置された窒素プラズマのソースとの間に配置される；および

(vii) 該オブジェクトが、離れて配置された窒素プラズマから20cm～25cmの距離の成長チャンバに配置される。

【請求項 1 6】

工程 (d) が工程 (d1) を含む、請求項1記載の方法：

(d1) 活性化中性窒素種を格納チューブを介して成長チャンバに転送する工程であって、該格納チューブが、シリカチューブ、石英チューブおよび窒化ホウ素チューブからなる群より選択されるチューブを含み、該チューブが内面を有する、工程。

【請求項 1 7】

工程 (d) が工程 (d2) を含む、請求項1記載の方法：

(d2) オブジェクトを含有する平面に対して実質的に45度～直角の範囲の角度で配置された経路に沿って、活性化中性窒素種がオブジェクトの中央領域に向けられるように、活性化中性窒素種を成長チャンバに転送する工程。

【請求項 1 8】

- (a) 成長チャンバと；
- (b) 基板と、成長チャンバに配置されたパuffa層を含む基板とからなる群より選択されるオブジェクトと；
- (c) オブジェクトを400 ~ 750 の範囲の温度に加熱するための、成長チャンバに配置されたヒーターと；
- (d) 成長チャンバを排気するための真空システムと；
- (e) 成長チャンバから離れて配置された窒素プラズマにおいて產生された活性化中性窒素種のストリームを成長チャンバに転送するための、石英、シリカ、窒化ホウ素またはサファイアを含み、かつ該成長チャンバと流体連通している格納チューブと；
- (f) 成長チャンバにおいて反応混合物を形成する手段であって、膜がデバイス用途に適している条件下で、加熱されたオブジェクト上にIII族金属窒化物の膜が形成されるように、該反応混合物がIII族金属窒化膜を形成するために窒素種と反応可能なIII族金属の一種を含有する、手段と
- (g) 10mTorr (1.3Pa) ~ 100Torr (13,000Pa) の圧力で、かつ1時間 ~ 100時間、格納チューブの内面の少なくとも一部を窒素プラズマに接触させ、格納チューブの内面の少なくとも一部を窒素プラズマの窒素イオンと反応させ、これによって該内面の少なくとも一部が、酸素原子を放出しないか、または10mTorr (1.3Pa) ~ 100Torr (13,000Pa) の圧力で少数の酸素原子を放出する種に変換される、手段、
- を含む、遠隔プラズマ増強化学気相成長法によってIII族金属窒化膜を成長させる装置。

【請求項 19】

膜がデバイス用途に適合するように、動作中に0.1Torr (13Pa) ~ 10Torr (1300Pa) の範囲で成長チャンバにおける圧力をコントロールする手段をさらに含む、請求項18記載の装置。

【請求項 20】

膜がデバイス用途に適合するように、窒素プラズマで生成された活性化中性窒素種が、III族金属窒化膜の成長中にIII族金属窒化物結合の結合エネルギー以上の平均エネルギーで基板に達するのを実質的に防止する手段をさらに含む、請求項18記載の装置。

【請求項 21】

膜がデバイス用途に適合するように、膜が1.6原子%未満の酸素濃度を示すように成長チャンバにおける酸素の分圧をコントロールする手段をさらに含む、請求項18記載の装置。

【請求項 22】

膜がデバイス用途に適合するように、窒素の10億分の10以下の不純物を含む窒素ガスから窒素プラズマを生成する手段をさらに含む、請求項18記載の装置。

【請求項 23】

ヒーターが、

上面を有する電気抵抗ベースであって、該ベースが、ホウ素、シリコンもしくはアルミニウムの圧縮微粒子窒化物、またはカーバイド、あるいはこれらの組み合わせからなる群より選択される材料からなるか、またはそれを含む電気抵抗ベースと；

該ベースの該上面に配置されるか、それと関連しており、かつ電流が加熱要素を流れる場合に熱を生成させるように選択された抵抗を有する導電性部材を含む加熱要素であって、該部材が炭素繊維からなるか、またはそれを含む加熱要素とを含む、抵抗ヒーターである、請求項18記載の装置。

【請求項 24】

膜が1.6原子%未満の酸素濃度を示すIII族金属窒化膜。

【請求項 25】

遠隔プラズマ増強化学気相成長法によって成長される、請求項24記載のIII族金属窒化膜。

【請求項 26】

膜がGa₂Nを含む、請求項24記載のIII族金属窒化膜。