

【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】令和 2 年 4 月 30 日 (2020.4.30)

【公開番号】特開 2017-157836 (P2017-157836A)

【公開日】平成 29 年 9 月 7 日 (2017.9.7)

【年通号数】公開・登録公報 2017-034

【出願番号】特願 2017-35708 (P2017-35708)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 5 Z

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 3 月 18 日 (2020.3.18)

【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】

基板上で原子層エッチング (A L E) を実施するための方法であって、

(a) 前記基板の表面上で、前記基板表面の少なくとも 1 つの単分子層を改質層に変換するように構成された表面改質動作を実施することと、

(b) 前記基板表面上で、前記基板表面から前記改質層を除去するように構成された除去動作を実施することであって、前記改質層を除去することは、金属錯体と前記改質層の変換種との間で配位子交換反応が起こるように前記基板表面を前記金属錯体に曝露することを含むことと、

(c) 前記除去動作に続いて、前記基板表面上で、前記基板表面の前記金属錯体への前記曝露から形成された残留物を除去するように構成されたプラズマ処理を実施することであって、前記残留物は、前記プラズマ処理によって揮発されることと、

(d) 前記基板表面から所定の厚さがエッチングされるまで、動作 (a) から (c) を繰り返すことと

を備える、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記基板表面は、金属、金属酸化物、金属窒化物、金属リン化物、金属硫化物、または金属ヒ化物を含む、方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記表面改質動作を実施することは、前記基板表面をハロゲン含有プラズマに曝露することを含み、前記ハロゲン含有プラズマへの前記曝露は、前記基板表面の前記少なくとも 1 つの単分子層をハロゲン種に変換するように構成される、方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記ハロゲン含有プラズマに曝露することは、ハロゲン含有ガスを前記基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記ハロゲン含有プラズマに曝露することは、前記ハロゲン含有プラズマを遠隔プラズマ源から受け取ることを含む、方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記除去動作を実施することは、前記基板表面をスズ (I I) アセチルアセトネート ($\text{Sn}(\text{acac})_2$) 蒸気に曝露することを含み、前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ 蒸気への前記曝露は、 acac 配位子を前記改質層の原子と交換するように構成される、方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記プラズマ処理を実施することは、前記基板表面を水素プラズマに曝露することを含む、方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記水素プラズマに曝露することは、水素ガスを前記基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記水素プラズマに曝露することは、前記水素プラズマを遠隔プラズマ源から受け取ることを含む、方法。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の方法であって、

動作 (a) は、第 1 のチャンバで実施され、

動作 (b) は、第 2 のチャンバで実施される、方法。

【請求項 11】

基板上で原子層エッチング (A L E) を実施するための方法であって、

(a) 前記基板の表面上で、前記基板表面の少なくとも 1 つの単分子層を改質層に変換するように構成された表面改質動作を実施することと、

(b) 前記基板表面上で、前記基板表面から前記改質層を除去するように構成された除去動作を実施することであって、前記改質層を除去することは、金属錯体と前記改質層の変換種との間で配位子交換反応が起こるように前記基板表面を前記金属錯体に曝露することを含むことと、

(c) 所定回数のサイクルの間、動作 (a) および (b) を繰り返すことと、

(d) 動作 (c) に続いて、前記基板表面上で、前記基板表面の前記金属錯体への前記曝露から形成された残留物を除去するように構成されたプラズマ処理を実施することであって、前記残留物は、前記プラズマ処理によって揮発されることと、

(e) 前記基板表面から所定の厚さがエッチングされるまで、動作 (a) から (d) を繰り返すこととを備える、方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の方法であって、

前記基板表面は、金属、金属酸化物、金属窒化物、金属リン化物、金属硫化物、または金属ヒ化物を含む、方法。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の方法であって、

前記表面改質動作を実施することは、前記基板表面をハロゲン含有プラズマに曝露することを含み、前記ハロゲン含有プラズマへの前記曝露は、前記基板表面の前記少なくとも 1 つの単分子層をハロゲン種に変換するように構成される、方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記ハロゲン含有プラズマに曝露することは、ハロゲン含有ガスを前記

基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記ハロゲン含有プラズマに曝露することは、前記ハロゲン含有プラズマを遠隔プラズマ源から受け取ることを含む、方法。

【請求項 16】

請求項 11 に記載の方法であって、

前記除去動作を実施することは、前記基板表面をスズ (I I) アセチルアセトネート (S n (a c a c) 2) 蒸気
に曝露することを含み、前記 S n (a c a c) 2 蒸気への前記曝露は、 a c a c 配位子を前記改質層の原子と交換するように構成される、方法。

【請求項 17】

請求項 11 に記載の方法であって、

前記プラズマ処理を実施することは、前記基板表面を水素プラズマに曝露することを含む、方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記水素プラズマに曝露することは、水素ガスを前記基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

【請求項 19】

請求項 17 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記水素プラズマに曝露することは、前記水素プラズマを遠隔プラズマ源から受け取ることを含む、方法。

【請求項 20】

請求項 11 に記載の方法であって、

動作 (a) は、第 1 のチャンバで実施され、

動作 (b) は、第 2 のチャンバで実施される、方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

上述の実施形態は、明確な理解のために多少詳しく説明されてきたが、一定の変更および修正が本開示の実施形態の範囲内で実施されてよいことは明らかであろう。本実施形態の工程、システム、および装置の実施には多くの別の方法があることに注意されたい。従って、本実施形態は、限定ではなく例示と見なされるべきであり、本明細書に述べられる詳細に限定されるべきではない。

本発明は、以下の適用例としても実現可能である。

< 適用例 1 >

基板上で原子層エッチング (A L E) を実施するための方法であって、

(a) 前記基板の表面上で、前記基板表面の少なくとも 1 つの単分子層を改質層に変換するように構成された表面改質動作を実施することと、

(b) 前記基板表面上で、前記基板表面から前記改質層を除去するように構成された除去動作を実施することであって、前記改質層を除去することは、前記改質層を揮発させるように構成された配位子交換反応を介して起こることと、

(c) 前記除去動作に続いて、前記基板表面上で、前記基板表面からの前記除去動作によって生成された残留物を除去するように構成されたプラズマ処理を実施することであって、前記残留物は、前記プラズマ処理によって揮発されることと、

(d) 前記基板表面から所定の厚さがエッチングされるまで、動作 (a) から (c) を繰り返すことと

を備える、方法。

< 適用例 2 >

適用例 1 に記載の方法であって、

前記表面改質動作を実施することは、前記基板表面をフッ素含有プラズマに曝露することを含み、前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、前記基板表面の前記少なくとも 1 つの単分子層をフッ素種に変換するように構成される、方法。

< 適用例 3 >

適用例 2 に記載の方法であって、

前記基板表面は、金属、金属酸化物、金属窒化物、金属リン化物、金属硫化物、または金属ヒ化物を含み、

前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、金属フッ化物を形成する、方法。

< 適用例 4 >

適用例 2 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記フッ素含有プラズマに曝露することは、フッ素含有ガスを前記基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

< 適用例 5 >

適用例 4 に記載の方法であって、

前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、約 15 秒より短い期間に、約 10 mTorr から 500 mTorr のチャンバ圧力で実施される、方法。

< 適用例 6 >

適用例 2 に記載の方法であって、

前記除去動作を実施することは、前記基板表面をスズ (II) アセチルアセトネート ($\text{Sn}(\text{acac})_2$) 蒸気に曝露することを含み、前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ 蒸気への前記曝露は、 acac 配位子を前記改質層のフッ素原子と交換するように構成される、方法。

< 適用例 7 >

適用例 6 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ に曝露することは、前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ を前記基板が配置されているチャンバ内に蒸気として導入することを含む、方法。

< 適用例 8 >

適用例 7 に記載の方法であって、

前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ への前記曝露は、約 1 秒から 30 秒の期間に実施される、方法

。

< 適用例 9 >

適用例 6 に記載の方法であって、

前記プラズマ処理を実施することは、前記基板表面を水素プラズマに曝露することを含み、前記水素プラズマへの前記曝露は、前記基板表面上で、スズ、フッ化スズ、または酸化スズの残留物を揮発させるように構成される、方法。

< 適用例 10 >

適用例 9 に記載の方法であって、

前記基板表面を前記水素プラズマに曝露することは、水素ガスを前記基板が配置されているチャンバ内に導入し、プラズマを点弧することを含む、方法。

< 適用例 11 >

適用例 10 に記載の方法であって、

前記水素プラズマへの前記曝露は、約 1 秒から 30 秒の期間に実施される、方法。

< 適用例 12 >

適用例 1 に記載の方法であって、

動作 (a) は、第 1 のチャンバで実施され、

動作 (b) は、第 2 のチャンバで実施される、方法。

< 適用例 13 >

適用例 12 に記載の方法であって、

動作 (d) は、前記第 1 のチャンバで実施される、方法。

< 適用例 1 4 >

適用例 1 2 に記載の方法であって、

動作 (d) は、第 3 のチャンバで実施される、方法。

< 適用例 1 5 >

基板上で原子層エッチング (A L E) を実施するための方法であって、

(a) 前記基板の表面上で、前記基板表面の少なくとも 1 つの単分子層を改質層に変換するように構成された表面改質動作を実施することと、

(b) 前記基板表面上で、前記基板表面から前記改質層を除去するように構成された除去動作を実施することであって、前記改質層を除去することは、前記改質層を揮発させるように構成される配位子交換反応を介して起こることと、

(c) 所定回数のサイクルの間、動作 (a) および (b) を繰り返すことと、

(d) 動作 (c) に続いて、前記基板表面上で、前記基板表面からの前記除去動作によって生成された残留物を除去するように構成されたプラズマ処理を実施することであって、前記残留物は、前記プラズマ処理によって揮発されることと、

(e) 前記基板表面から所定の厚さがエッチングされるまで、動作 (a) から (d) を繰り返すことと

を備える、方法。

< 適用例 1 6 >

適用例 1 5 に記載の方法であって、

前記表面改質動作を実施することは、前記基板表面をフッ素含有プラズマに曝露することを含み、前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、前記基板表面の前記少なくとも 1 つの単分子層をフッ素種に変換するように構成され、

前記除去動作を実施することは、前記基板表面をスズ (I I) アセチルアセトネート ($\text{Sn}(\text{acac})_2$) 蒸気に曝露することを含み、前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ 蒸気への前記曝露は、 acac 配位子を前記改質層のフッ素原子と交換するように構成され、

前記プラズマ処理を実施することは、前記基板表面を水素プラズマに曝露することを含み、前記水素プラズマへの前記曝露は、前記基板表面上で、スズ、フッ化スズ、または酸化スズの残留物を揮発させるように構成される、方法。

< 適用例 1 7 >

適用例 1 6 に記載の方法であって、

前記基板表面は、金属、金属酸化物、金属窒化物、金属リン化物、金属硫化物、または金属ヒ化物を含み、

前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、金属フッ化物を形成する、方法。

< 適用例 1 8 >

適用例 1 6 に記載の方法であって、

前記フッ素含有プラズマへの前記曝露は、約 1 5 秒より短い期間に、約 1 0 m T o r r から 5 0 0 m T o r r のチャンバ圧力で実施され、

前記 $\text{Sn}(\text{acac})_2$ への前記曝露は、約 1 秒から 3 0 秒の期間に実施され、

前記水素プラズマへの前記曝露は、約 1 秒から 3 0 秒の期間に実施される、方法。