

【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 3 部門第 2 区分

【発行日】平成28年12月28日 (2016.12.28)

【公開番号】特開2016-147861(P2016-147861A)

【公開日】平成28年8月18日 (2016.8.18)

【年通号数】公開・登録公報2016-049

【出願番号】特願2016-24986(P2016-24986)

【国際特許分類】

C 0 7 F 7/18 (2006.01)

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

C 2 3 C 16/42 (2006.01)

【F I】

C 0 7 F 7/18 C S P M

H 0 1 L 21/316 X

H 0 1 L 21/318 B

C 2 3 C 16/42

【手続補正書】

【提出日】平成28年11月15日 (2016.11.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

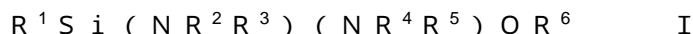
【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 4】

ある態様において、ケイ素含有膜を堆積するための組成物であって、式 I :



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有する少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシランを含む上記組成物が提供される。式 I を有する例示的ビスアミノアルコキシシラン前駆体化合物としては、特に限定されないが、ビス(tert-ブチルアミノ)メトキシメチルシラン、ビス(tert-ブチルアミノ)エトキシメチルシラン、ビス(cis-2, 6-ジメチルピペリジノ)メトキシメチルシラン、及びビス(cis-2, 6-ジメチルピペリジノ)エトキシメチルシランが挙げられる。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

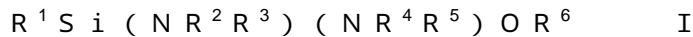
## 【補正の内容】

## 【0015】

別の態様において、ケイ素含有膜を基材の少なくとも1つの表面上に形成する方法であって：

反応装置中に基材を提供する工程と；及び

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシランを含む少なくとも1種の前駆体を使用する堆積法により、ケイ素含有膜を少なくとも1つの前記表面上に形成する工程と、を含む上記方法が提供される。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0016】

別の態様において、原子層堆積法又はサイクリック化学蒸着法を用いて、酸化ケイ素膜又は炭素ドーパド酸化ケイ素膜を形成する方法であって：

a．反応装置中に基材を提供する工程と；

b．式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体を、反応装置に導入する工程と；

c．反応装置をパージガスでパージする工程と；

d．酸素源を反応装置中に導入する工程と；

e．反応装置をパージガスでパージする工程と；そして

所望の厚さの膜が得られるまで、工程 b ~ e を繰り返す工程、とを含む上記方法が提供される。

## 【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

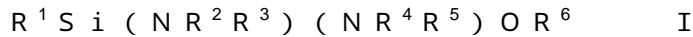
【補正の内容】

【0017】

さらなる態様において、CVD法を使用して、酸化ケイ素膜又は炭素ドーブ酸化ケイ素膜を、基材の少なくとも表面上に形成する方法であって：

a．反応装置中に基材を提供する工程と；

b．式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体を、反応装置に導入する工程と；

c．酸素源を提供して、酸化ケイ素膜又は炭素ドーブ酸化ケイ素膜を、少なくとも1つの表面上に堆積させる工程、とを含む上記方法が提供される。

## 【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

別の態様において、原子層堆積法又はサイクリック化学蒸着法を介して、酸化ケイ素膜又は酸窒化ケイ素膜又は炭酸窒化ケイ素膜を形成する方法であって：

a．反応装置中に基材を提供する工程と；

b．式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体を、反応装置に導入する工程と；

- c . 反応装置をパージガスでパージする工程と ;
- d . 窒素含有源を反応装置中に導入する工程と ;
- e . 反応装置をパージガスでパージする工程と ; そして

所望の厚さの窒化ケイ素膜又は酸窒化ケイ素膜又は炭酸窒化ケイ素膜が得られるまで、工程 b ~ e を繰り返すことを含む、上記方法が提供される。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

さらなる態様において、CVD法を使用して、窒化ケイ素膜又は酸窒化ケイ素膜を、基材の少なくとも表面上に形成する方法であって：

- a . 反応装置中に基材を提供する工程と ;
- b . 式 I :



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体を、反応装置に導入する工程と；

- c . 窒素含有源を提供する工程、とを含み、

ここで、少なくとも1種のビスアミノアルコキシシラン前駆体と窒素含有源は反応して、ケイ素と窒素の両方を含む膜を、少なくとも1つの表面上に堆積させる、上記方法が提供される。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

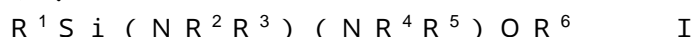
【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

さらに別の態様において、ケイ素含有膜の堆積のための組成物であって：

以下の式 I :



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim$

C<sub>10</sub>アルケニル基、C<sub>2</sub>～C<sub>10</sub>アルキニル基、及びC<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式I中のR<sup>2</sup>とR<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>とR<sup>5</sup>、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式I中のR<sup>2</sup>とR<sup>4</sup>は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる）を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体を含む、上記組成物が提供される。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

ある実施態様において、以下の式I：



(式中、R<sup>1</sup>は、水素原子、C<sub>1</sub>～C<sub>10</sub>線状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>分岐アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>環状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルケニル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルキニル基、C<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>芳香族炭化水素基から選択され；R<sup>2</sup>及びR<sup>4</sup>は、それぞれ独立して、水素原子、C<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>分岐アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>環状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルケニル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルキニル基、及びC<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>芳香族炭化水素基から選択され；R<sup>3</sup>及びR<sup>5</sup>は、それぞれ独立して、水素原子、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>分岐アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>環状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルケニル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルキニル基、及びC<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>芳香族炭化水素基から選択され；R<sup>6</sup>は、C<sub>1</sub>～C<sub>10</sub>線状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>分岐アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>環状アルキル基、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>アルケニル基、C<sub>2</sub>～C<sub>10</sub>アルキニル基、及びC<sub>4</sub>～C<sub>10</sub>芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式I中のR<sup>2</sup>とR<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>とR<sup>5</sup>、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式I中のR<sup>2</sup>とR<sup>4</sup>は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる）を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を使用する堆積法が、本明細書に記載される。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

式Iのある具体的な実施態様において、R<sup>2</sup>とR<sup>4</sup>は両方とも水素原子であり、R<sup>3</sup>とR<sup>5</sup>は、C<sub>3</sub>～C<sub>10</sub>分岐アルキル基、例えばtert-ブチル又はtert-ペンチル基から独立して選択される。特定の理論に拘束されるつもりはないが、分岐アルキル基の立体障害が良好な熱安定性を与えると考えられる。本明細書において用語「安定な」は、本明細書に記載の前駆体が、6ヵ月以上、1年以上、2年以上、又は保存可能を示す他の期間保存された後に、0.5重量(wt)%以上、1重量%以上、2重量%以上、5重量%以上、又は10重量%以上変化していないことを意味する。例えば、前駆体の濃度は、本明細書に記載のように安定であると見なされるためには、1年間保存後に、ガスクロマトグラフィー(GC)又は他の分析法に基づいて、その初期パーセントの10%超の組成変化をしてはならない。前駆体の良好な熱安定性および組成安定性は、蒸着チャンバーへの一貫した前駆体供給及び一貫した蒸着パラメータを確保するのに重要である。さらに、良好な熱安定性はまた、保存及び取り扱い中の置換基又はリガンド交換の確率を低下させる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

本明細書に開示される方法の別の実施態様において、ケイ素含有膜は、  
A L D 反応装置中に基材を提供する工程と；

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも 1 種の前駆体を、A L D 反応装置に導入する工程と；

少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体を基材上に化学吸着する工程と；

反応しなかった少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体をバージガスを使用してパージする工程と；

窒素含有源を、加熱された基材上の少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体に提供して、吸着された少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体と反応させる工程と；そして

任意選択で、反応しなかった窒素含有源をパージする工程と、  
を含む A L D 堆積法を使用して、形成される。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

本明細書に開示される方法の別の実施態様において、ケイ素含有膜は、  
反応装置中に基材を提供する工程と；

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも 1 種の前駆体を、反応装置に導入する工程と；

少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体を基材上に化学吸着する工程と；

反応しなかった少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体をバージガスを使

用してパージする工程と；

加熱された基材上の少なくとも１種のビスアミノアルコキシシラン前駆体に、窒素含有源を提供して、吸着された少なくとも１種のビスアミノアルコキシシラン前駆体と反応させる工程と；そして

任意選択で、反応しなかった酸素源をパージする工程と、を含むＡＬＤ堆積法を使用して、形成される。

【手続補正１２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００６６

【補正方法】変更

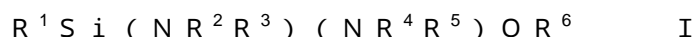
【補正の内容】

【００６６】

本明細書に記載の方法のさらなる実施態様において、ケイ素含有膜及び酸素含有膜は、熱ＣＶＤプロセスを使用して堆積される。この実施態様において、本方法は、

１つ以上の基材を、周囲温度～約７００の範囲の温度に加熱され、１０Ｔｏｒｒ以下の圧力に維持されている反応装置中に入れる工程と；

式Ⅰ：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式Ⅰ中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式Ⅰ中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも１種の前駆体を導入する工程と；

酸素源を反応装置に提供して、少なくとも１種のビスアミノアルコキシシラン前駆体と少なくとも部分的に反応させ、そして１つ以上の基材上に膜を堆積させる工程と、を含む。ＣＶＤ法のある実施態様において、反応装置は、導入工程中、１００ｍＴｏｒｒ～１０Ｔｏｒｒの範囲の圧力に維持される。

【手続補正１３】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００６８

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００６８】

本明細書に記載の方法のさらなる実施態様において、ケイ素含有膜及び窒化物含有膜は、熱ＣＶＤプロセスを使用して堆積される。この実施態様において、本方法は、

周囲温度～約７００の範囲の温度に加熱され、１０Ｔｏｒｒ以下の圧力に維持されている反応装置中に、１つ以上の基材を入れる工程と；

式Ⅰ：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分

岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる）を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも 1 種の前駆体を導入する工程と；

窒素含有源を反応装置に提供して、少なくとも 1 種のビスアミノアルコキシシラン前駆体と少なくとも部分的に反応させ、そして 1 つ以上の基材上にケイ素含有膜を堆積させる工程と、を含む。CVD 法のある実施態様において、反応装置は、導入工程中、100 m Torr ~ 10 Torr の範囲の圧力に維持される。

#### 【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

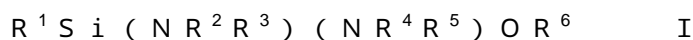
【補正の内容】

【0072】

ある具体的な実施態様において、流動性化学蒸着法は、

表面特徴を有する基材を、-20 ~ 約 400 の範囲の温度に維持されている反応装置中に入れる工程と；

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる）を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも 1 種の前駆体と窒素源とを、反応装置に導入する工程であって、前記少なくとも 1 つの化合物は窒素源と反応して、表面特徴の少なくとも一部の上に窒化物含有膜を形成する工程と；

前記基材を前記窒素源を用いて、約 100 ~ 約 1000 の範囲の 1 つ以上の温度で処理して、前記表面特徴の少なくとも一部の上に膜を形成させる工程と、を含む。別の実施態様において、前記膜は窒素源に曝露され、その間、約 100 ~ 約 1000 の範囲の温度で紫外線照射にさらされる。この方法の工程は、表面特徴が高品質酸化ケイ素膜で充填されるまで繰り返すことができる。

#### 【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

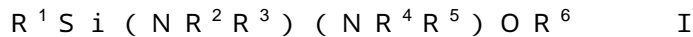


## 【 0 0 7 4 】

ある具体的な実施態様において、流動性化学蒸着法で酸窒化ケイ素及び炭素ドーブ酸窒化ケイ素から選択される膜を堆積させる方法は、

表面特徴を有する基材を、 $-20 \sim 約400$  の範囲の温度で維持されている反応装置中に入れる工程と；

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも1種の前駆体と窒素源とを、反応装置中に導入する工程であって、前記少なくとも1種の化合物が窒素源と反応して、表面特徴の少なくとも一部の上に窒化物含有膜を形成する工程と；

基材を窒素源で処理して酸窒化ケイ素膜又は炭素ドーブ酸窒化ケイ素膜を形成させて、表面特徴の少なくとも一部を被覆する工程と、を含む。任意選択で、膜は、 $約100 \sim 約1000$  の範囲の温度で紫外線照射にさらして、生じる膜を高密度化することができる。

## 【 手 続 補 正 1 6 】

【 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 】

式 I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシラン化合物。

【 請 求 項 2 】

$R^1$ はメチル基であり； $R^2$ 及び $R^4$ はそれぞれ水素原子であり； $R^3$ 及び $R^5$ はそれぞれ *tert*-ブチル及び *tert*-ペンチルから選択される  $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基であ

り；そして、 $R^6$ は、 $C_1 \sim C_3$ 線状アルキル基及び $C_3 \sim C_5$ 分岐アルキル基から選択される、請求項1に記載のビスアミノアルコキシシラン化合物。

【請求項3】

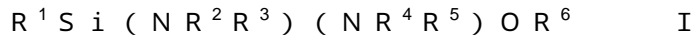
ビス(*tert*-ブチルアミノ)メトキシメチルシラン、ビス(*tert*-ブチルアミノ)エトキシメチルシラン、ビス(*tert*-ブチルアミノ)イソプロポキシメチルシラン、ビス(*cis*-2,6-ジメチルピペリジノ)メトキシメチルシラン、及びビス(*cis*-2,6-ジメチルピペリジノ)エトキシメチルシランからなる群から選択される少なくとも1種である、請求項1に記載のビスアミノアルコキシシラン化合物。

【請求項4】

基材の少なくとも1つの表面上にケイ素含有膜を形成する方法であって、

反応装置中に基材を提供する工程；並びに

式I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式I中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式I中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシランを含む、少なくとも1種の前駆体を使用する堆積法により、ケイ素含有膜を前記少なくとも1つの表面上に形成する工程を含む、方法。

【請求項5】

前記堆積法は、サイクリック化学蒸着(CCV D)、熱化学蒸着、プラズマ強化化学蒸着(PECVD)、高密度PECVD、光子支援CVD、プラズマ光子支援(PPECVD)、低温化学蒸着、化学支援蒸着、熱フィラメント化学蒸着、液体ポリマー前駆体のCVD、低エネルギーCVD(LECVD)、及び流動性化学蒸着からなる群から選択される、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記堆積法は、原子層堆積(ALD)、プラズマ強化ALD(PEALD)、及びプラズマ強化サイクリックCVD(PEC CVD)法からなる群から選択される、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

前記堆積法は流動性化学蒸着(F CVD)である、請求項5に記載の方法。

【請求項8】

流動性化学蒸着法で、表面特徴を有する基材の少なくとも一部の上にケイ素含有膜を堆積させる方法であって、

表面特徴を有する基材を、 $-20 \sim 約400$  の範囲の1つ以上の温度に維持されている反応装置中に入れる工程；

式I：



(式中、 $R^1$ は、水素原子、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、 $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^2$ 及び $R^4$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_4 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$ 及び $R^5$ は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$ は、 $C_1 \sim C_{10}$ 線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ アルキニル基、及び $C_4 \sim C_{10}$ 芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式I中の $R^2$ と $R^3$ 、 $R^4$ と $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式I中の $R^2$ と $R^4$ は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる)を有するビスアミノアルコキシシランを含む、少なくとも1種の前駆体を使用する堆積法により、ケイ素含有膜を前記少なくとも1つの表面上に形成する工程を含む、方法。

ル基、及び  $C_4 \sim C_{10}$  芳香族炭化水素基から選択され； $R^3$  及び  $R^5$  は、それぞれ独立して、水素原子、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  アルケニル基、 $C_3 \sim C_{10}$  アルキニル基、及び  $C_4 \sim C_{10}$  芳香族炭化水素基から選択され； $R^6$  は、 $C_1 \sim C_{10}$  線状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$  アルキニル基、及び  $C_4 \sim C_{10}$  芳香族炭化水素基から選択され；及び任意選択で、式 I 中の  $R^2$  と  $R^3$ 、 $R^4$  と  $R^5$ 、又はこれらの両方は、一緒に連結されて環を形成することができ；及び任意選択で、式 I 中の  $R^2$  と  $R^4$  は、一緒に連結されてジアミノ基を形成することができる）を有するビスアミノアルコキシシラン化合物を含む少なくとも 1 種の前駆体と窒素源とを反応装置に導入する工程であって、少なくとも 1 つの化合物は窒素源と反応して、表面特徴の少なくとも一部の上に窒化物含有膜を形成する工程；

酸素源、窒素含有源、又はこれらの両方から選択される供給源を導入して、基材上のビスアミノアルコキシシラン化合物と反応させて、前記表面特徴の少なくとも一部の上に流動性膜を形成させる工程；

前記流動性膜を酸素源を用いて、約 100 ～ 約 1000 の範囲の 1 つ以上の温度で処理して、前記表面特徴の少なくとも一部の上に、固体のケイ素及び酸素含有膜を形成させる工程を含む、方法。

【請求項 9】

前記流動性膜を約 100 ～ 約 1000 の範囲の 1 つ以上の温度で紫外線照射にさらすことをさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記酸素源は、水、酸素プラズマ、オゾン、及びこれらの組合せからなる群から選択される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 11】

前記窒素含有源は、アンモニア、ヒドラジン、モノアルキルヒドラジン、ジアルキルヒドラジン、有機アミン、窒素と水素とを含むプラズマ、アンモニアプラズマ、窒素プラズマ、及び有機アミンプラズマからなる群から選択される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 12】

前記工程は、前記表面特徴が固体のケイ素及び酸素含有膜で実質的に充填されるまで繰り返される、請求項 8 に記載の方法。