

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7566895号  
(P7566895)

(45)発行日 令和6年10月15日(2024.10.15)

(24)登録日 令和6年10月4日(2024.10.4)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/306 (2006.01)	H 0 1 L 21/306 E
C 1 1 D 7/08 (2006.01)	C 1 1 D 7/08
C 1 1 D 7/50 (2006.01)	C 1 1 D 7/50
C 1 1 D 7/36 (2006.01)	C 1 1 D 7/36
C 1 1 D 7/22 (2006.01)	C 1 1 D 7/22

請求項の数 23 (全112頁)

(21)出願番号	特願2022-519790(P2022-519790)	(73)特許権者	517114182 パーサム マテリアルズ ユーエス, リミ ティド ライアビリティ カンパニー アメリカ合衆国, アリゾナ 8 5 2 8 4 , テンピ, サウス リバー パークウェイ 8 5 5 5
(86)(22)出願日	令和2年9月28日(2020.9.28)	(74)代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65)公表番号	特表2022-550171(P2022-550171 A)	(74)代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
(43)公表日	令和4年11月30日(2022.11.30)	(74)代理人	100195213 弁理士 木村 健治
(86)国際出願番号	PCT/US2020/052999	(74)代理人	胡田 尚則
(87)国際公開番号	WO2021/067150	(74)代理人	100202441
(87)国際公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)		
審査請求日	令和5年9月27日(2023.9.27)		
(31)優先権主張番号	62/908,083		
(32)優先日	令和1年9月30日(2019.9.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

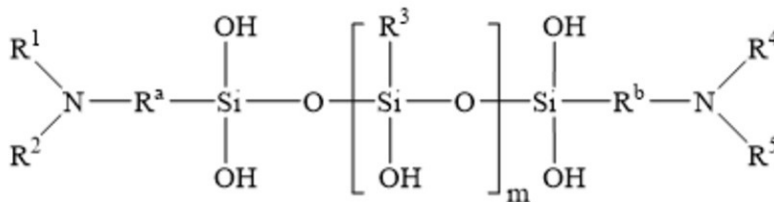
(54)【発明の名称】 半導体素子製造時に窒化ケイ素を選択的に除去するためのエッチング組成物及びエッチング方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (A)  $7.0 \times (1.05)$  質量%以下の純リン酸、
- (B)  $3.0 \times (0.95)$  質量%以上の混合物であって、
- (I) 式I、すなわち、

【化1】

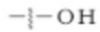


の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が独立して水素、 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

## 【化 2】



からなる群より選択され、ならびに、

( i i i )  $R^a$  及び  $R^b$  の各々が独立して  $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキレン基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐鎖アルキレン基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキレン基、 $C_5 \sim C_{12}$  アリーレン基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニレン基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニレン基、

## 【化 3】



10

及び

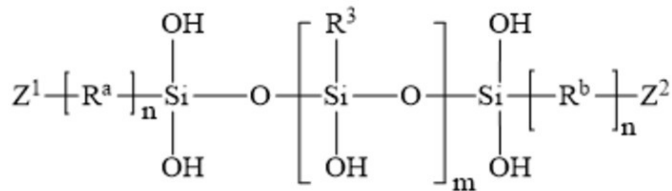
## 【化 4】



で置換された  $C_1 \sim C_{10}$  アルキレンから選択される前記化合物、または、

( I I ) 式 I I の化合物であって、

## 【化 5】



20

式中、

( i )  $m = 0 \sim 20$ 、

( i i )  $n = 0 \sim 20$ 、

( i i i )  $R^3$  が水素、 $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキル基、フッ素置換  $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$  アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び  $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

30

## 【化 6】



$Z^1$ 、及び  $Z^2$  からなる群より選択され、及び

( i v )  $R^a$  及び  $R^b$  の各々が独立して  $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキレン基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐鎖アルキレン基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキレン基、 $C_5 \sim C_{12}$  アリーレン基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニレン基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニレン基、

40

## 【化 7】



及び

## 【化 8】



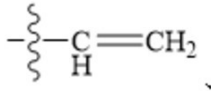
50

で置換された C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> アルキレンから選択され、

(v) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> が各々独立して

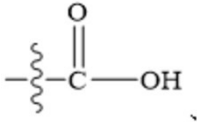
(a)

【化 9】



(b)

【化 10】



(c)

【化 11】



(d)

及び

【化 12】



から選択される、式 I I の化合物、の少なくとも 1 種、並びに

( I I I ) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

を含むエッチング組成物。

【請求項 2】

前記混合物が HNO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、HCl、及びメタンスルホン酸から選択される純リン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む、請求項 1 に記載のエッチング組成物。

【請求項 3】

( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記エッチング組成物の  $80 \times (0.95)$  質量% と  $85 \times (1.05)$  質量% との間である、請求項 1 に記載のエッチング組成物。

【請求項 4】

( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記エッチング組成物の  $83.5 \times (0.95) \sim 83.5 \times (1.05)$  質量% である、請求項 1 に記載のエッチング組成物。

【請求項 5】

前記混合物がアルキルシルセスキオキサン類、ビニルシルセスキオキサン、カルボン酸アルキルシルセスキオキサン、及びアルキレングリコールアルキルシルセスキオキサンから選択される 1 種類以上の追加のケイ素含有化合物をさらに含む、請求項 1 に記載のエッチング組成物。

【請求項 6】

前記混合物が、式 I の前記化合物を含む、請求項 1 に記載のエッチング組成物。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

前記混合物が、式 I I の前記化合物を含む、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 8】

式 I および式 I I の一方もしくは両方における m が 0 である、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

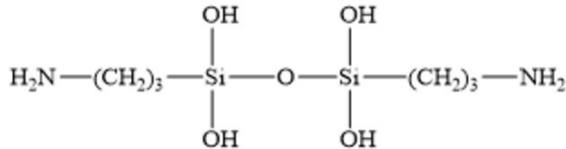
【請求項 9】

式 I の前記化合物の含量が  $5 \times (1.05)$  質量% 以下である、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 10】

式 I の化合物を含み、(i) 式 I の前記化合物が

【化 13】



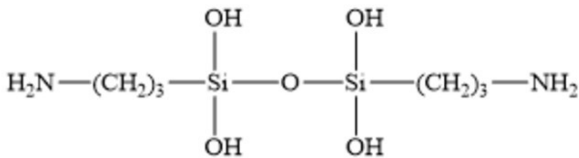
10

を含む、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 11】

式 I の化合物を含み、(i) 式 I の前記化合物が

【化 14】



20

を含み、

(ii) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

(iii) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の  $8.0 \times (0.95)$  質量% ~  $8.5 \times (1.05)$  質量% の範囲である、

30

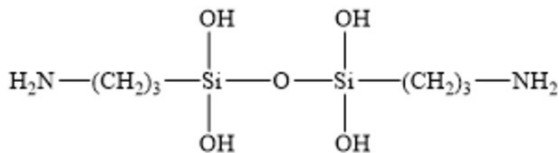
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 12】

式 I の化合物を含み、

(i) 式 I の前記化合物が

【化 15】



40

を含み、

(ii) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

(iii) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の  $8.3.5 \times (0.95)$  ~  $8.3.5 \times (1.05)$  質量% である、

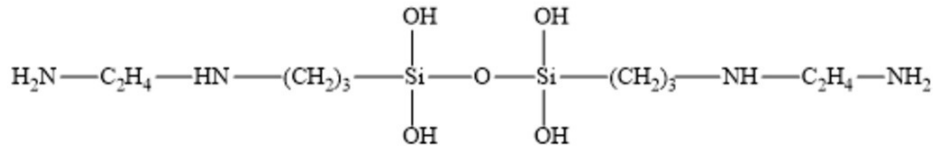
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 13】

式 I の化合物を含み、(i) 式 I の前記化合物が

50

## 【化 1 6】



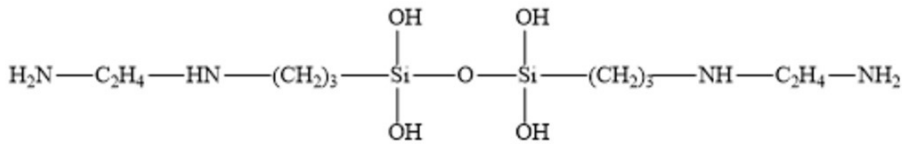
を含む、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

## 【請求項 1 4】

式 I の化合物を含み、

( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 1 7】



を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の 8.0 × ( 0.95 ) 質量% ~ 8.5 × ( 1.05 ) 質量% の範囲である。

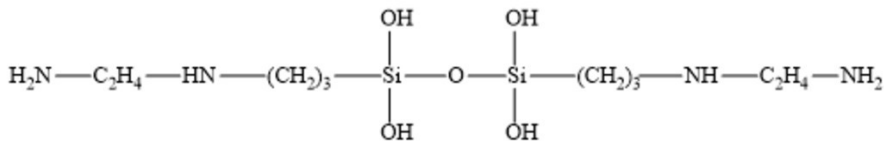
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

## 【請求項 1 5】

式 I の化合物を含み、

( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 1 8】



を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の 8.3 . 5 × ( 0.95 ) ~ 8.3 . 5 × ( 1.05 ) 質量% である、

請求項 1 に記載の エッチング組成物。

## 【請求項 1 6】

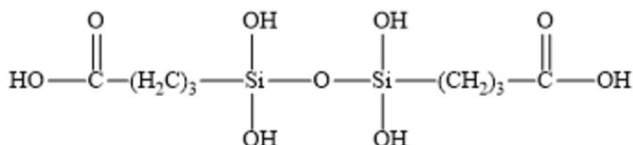
式 I I の前記化合物の含量が 5 × ( 1.05 ) 質量% 以下である、請求項 1 に記載の エッチング組成物。

## 【請求項 1 7】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

## 【化 1 9】



10

20

30

40

50

を含む、

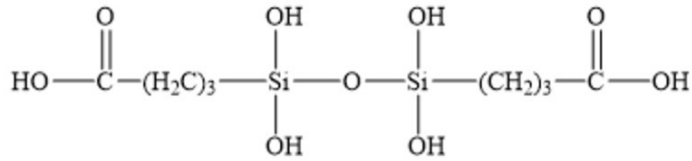
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 18】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 20】



10

を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の  $8.0 \times (0.95) \sim 8.5 \times (1.05)$  質量% の範囲である、

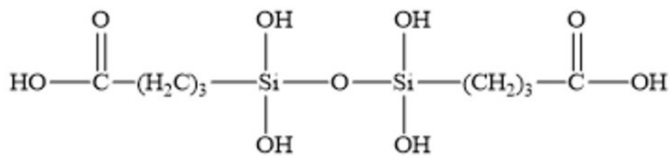
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 19】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 21】



20

を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記 エッチング組成物の  $8.3.5 \times (0.95) \sim 8.3.5 \times (1.05)$  質量% である、

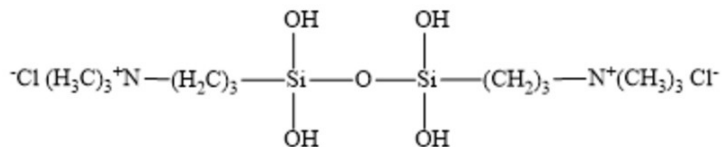
請求項 1 に記載の エッチング組成物。

【請求項 20】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 22】



40

を含む、

請求項 1 に記載の エッチング組成物。

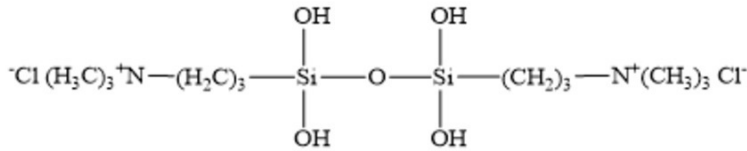
【請求項 21】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

50

## 【化 2 3】



を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記エッチング組成物の  $8.0 \times (0.95) \sim 8.5 \times (1.05)$  質量%の範囲である、  
請求項 1 に記載のエッチング組成物。

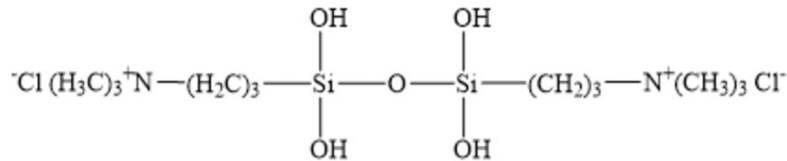
10

## 【請求項 2 2】

式 I I の化合物を含み、

( i ) 式 I I の前記化合物が

## 【化 2 4】



20

を含み、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記エッチング組成物の  $8.3.5 \times (0.95) \sim 8.3.5 \times (1.05)$  質量%である、  
請求項 1 に記載のエッチング組成物。

## 【請求項 2 3】

窒化ケイ素と二酸化ケイ素を含む半導体基板上における二酸化ケイ素に対して窒化ケイ素のエッチング速度を選択的に向上させる方法であって、

30

( a ) 窒化ケイ素と二酸化ケイ素を含む前記半導体基板を請求項 1 に記載のエッチング組成物と接触させる工程、及び

( b ) 前記窒化ケイ素が少なくとも部分的に除去された後に前記半導体基板を洗浄する工程

を含む前記方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

分野

40

## 【0002】

本開示及び本請求の対象はエッチング組成物に関連し、より具体的には、酸化膜のエッチング速度を最小限に抑えつつ窒化膜を選択的に除去することができる高選択性エッチング組成物及び前記エッチング組成物を用いるエッチング処理を含む半導体製造のための方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

関連技術

## 【0004】

犠牲的窒化ケイ素 ( Si N x ) 選択性除去は 3 D - N A N D メモリ素子製造の重要工程

50

の1つである。エッチング処理後に $\text{SiN}_x$ が除去されて $\text{SiO}_x$ フィン構造が変化していない酸化ケイ素( $\text{SiO}_x$ )コアが残る。伝統的には $\text{SiN}_x$ エッチングは160の熱リン酸によって達成可能であるが、ケイ素材料又は酸化ケイ素材料と比べた $\text{SiN}_x$ エッチングの選択性は概して先進的3D-NANDメモリテクノロジーにとって低いものである。

【0005】

半導体素子の集積度が高くなるにつれ、それらの半導体素子の信頼性及び電氣的諸特性はそれらの半導体素子を構成する層の損傷や変形に影響されやすくなる。したがって、エッチング液を使用して特定の材料層を選択的に除去するためにエッチング処理を実施するときはそのエッチング液が他の材料層に関して高いエッチング選択性を有し、そのエッチング処理によって生じる副産物を少なくして工程内不良を減少させることが望ましい。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、このような高い集積度では3D-NAND製造における犠牲的 $\text{SiN}_x$ 選択性除去の材料選択性要件の重要性が高くなり、 $\text{SiN}_x$ 層をエッチングする一方で効果的に $\text{SiO}_x$ 層を変化させずにいることが望ましい。したがって、 $\text{SiO}_x$ よりもさらに高い $\text{SiN}_x$ 選択性を実現するために $\text{SiO}_x$ エッチング速度をさらに抑制することが当技術分野において求められている。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

1つの態様では本開示及び本請求の対象は、マイクロエレクトロニクス素子からの酸化ケイ素よりも窒化ケイ素の選択的除去に適切なエッチング組成物であって、

(A)リン酸、並びに

(B)水性溶媒及びケイ素含有化合物(有機ケイ素化合物と呼ばれる場合もある)を含む混合物

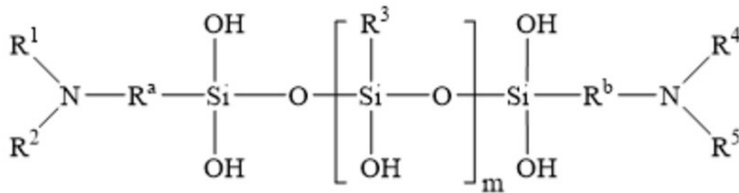
を含む前記エッチング組成物を提供する。

【0008】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式Iを有し、

【化1】

30



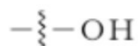
式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$ であり、

(ii)  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

40

【化2】



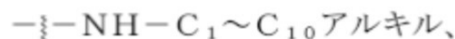
からなる群より選択され、及び

(iii)  $\text{R}^a$ 及び $\text{R}^b$ の各々が独立して $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分

50

岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化3】



【化4】



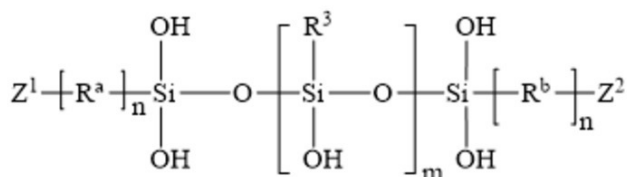
10

で置換された $C_1 \sim C_{10}$ アルキルから選択される。

【0009】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式I Iを有し、

【化5】



20

式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$ であり、

(ii)  $n = 0 \sim 20$ であり、

(iii)  $R^3$ が水素、 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

30

【化6】



$Z^1$ 、及び $Z^2$ からなる群より選択され、及び

(iv)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が独立して $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化7】



40

及び

【化8】



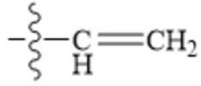
で置換された $C_1 \sim C_{10}$ アルキルから選択され、

50

(v) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> が各々独立して

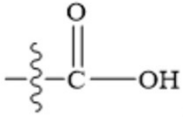
(a)

【化9】



(b)

【化10】



10

(c)

【化11】



20

(d)

及び

【化12】



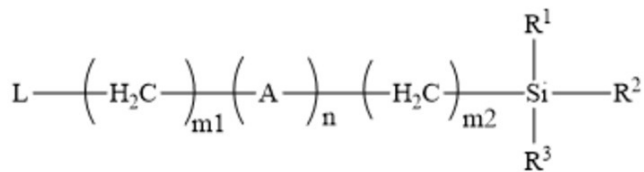
から選択される。

【0010】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式IIIを有し、

【化13】

30



式中、

(i) m<sub>1</sub> 及び m<sub>2</sub> のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として m<sub>1</sub> 及び m<sub>2</sub> が各々 0 ~ 10 に等しく、

40

(ii) n = 0 又は 1 であり、

(iii) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が独立して水素、C<sub>1</sub> ~ C<sub>6</sub> 直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>6</sub> 分岐鎖アルキル基、及び

【化14】



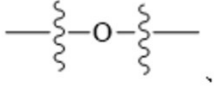
からなる群より選択され、

(iv) A は

(a)

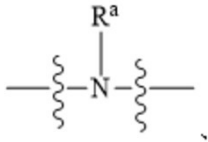
50

【化 1 5】



( b )  $R^a$  が水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

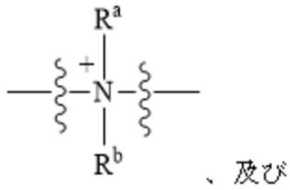
【化 1 6】



10

( c )  $R^a$  及び  $R^b$  が各々独立して水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

【化 1 7】



20

( d )

【化 1 8】



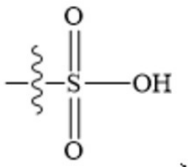
30

から選択され、

( v ) L は

( a )

【化 1 9】

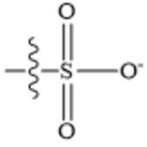


40

( b )

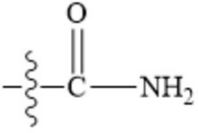
50

【化 2 0】



( c )

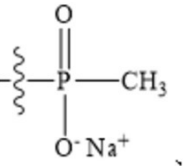
【化 2 1】



10

( d )

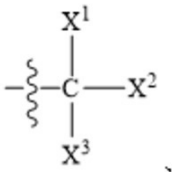
【化 2 2】



20

( e ) X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、及びX<sup>3</sup>の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

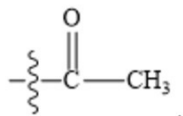
【化 2 3】



30

( f )

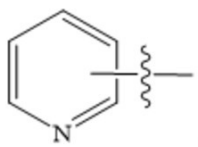
【化 2 4】



40

( g )

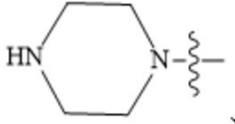
【化 2 5】



( h )

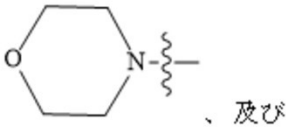
50

## 【化 2 6】



( i )

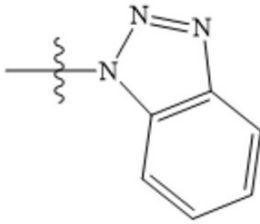
## 【化 2 7】



10

( j )

## 【化 2 8】



20

から選択される。

## 【 0 0 1 1】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は約 7 0 質量%以下の純リン酸を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 6 0 質量%以下の純リン酸を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 3 0 質量%以上の前記混合物を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 4 0 質量%以上の前記混合物を含む。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸及び前記混合物が組み合わさって前記エッチング組成物の約 1 0 0 質量%を構成する。

30

## 【 0 0 1 2】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は約 7 0 質量%超の純リン酸を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 7 5 質量%超の純リン酸を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 3 0 質量%以下の前記混合物を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は約 2 5 質量%以上の前記混合物を含む。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸及び前記混合物が組み合わさって前記エッチング組成物の約 1 0 0 質量%を構成する。

40

## 【 0 0 1 3】

幾つかの実施形態では前記混合物はリン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む。本実施形態の 1 つの態様ではこの少なくとも 1 種類の追加の酸は硝酸 (  $\text{HNO}_3$  )、硫酸 (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  )、塩酸 (  $\text{HCl}$  )、及びスルホン酸 (メタンスルホン酸 (  $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$  ) 等) のうちの 1 つである。その他の態様ではこの少なくとも 1 種類の追加の酸は硫酸を含む。

## 【 0 0 1 4】

別の態様では本開示及び本請求の対象は、窒化ケイ素及び二酸化ケイ素を含む複合型半導体素子上における二酸化ケイ素と比べた窒化ケイ素のエッチング速度を選択的に向上させる方法であって、窒化ケイ素及び二酸化ケイ素を含む前記複合型半導体素子を前記エッ

50

チング組成物と接触させる工程を含む前記方法を提供する。

【0015】

幾つかの実施形態では式 I、式 II 及び / 又は式 III の前記化合物は、エポキシ基、スチリル基、メタシロキシ基、アシロキシ基、ウレイド基、イソシアナト基、イソシアヌレート基、及びメルカプト基などの追加選択可能な基を 1 か所以上の水素の位置に含むことができる。

【0016】

本開示及び本請求の対象のこれらの実施形態は単独で用いられても互いに組み合わせて用いられてもよい。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本明細書において引用される刊行物、特許出願、及び特許を含む全ての参考文献は、各参考文献が参照により援用されると個別及び具体的に示され、且つ、本明細書においてその全体が説明されている場合と同程度まで参照により本明細書に援用される。

【0018】

本開示及び本請求の対象の説明（特に後続の特許請求の範囲）という文脈の中で「a」及び「an」及び「the」という用語、並びに同様の指示物を使用することは、本明細書において別途指示されない限り又は文脈から明確に否定されない限り単数形と複数形の両方を含むと解釈されるべきである。「含む (comprising)」、「有する (having)」、「含む (including)」、及び「含む (containing)」という用語は、別段の断りがない限り非制限型用語（すなわち、「含むが限定されない」を意味する）として解釈されるべきである。本明細書における値の範囲の列挙は、本明細書において別途指示されない限り、単にその範囲内にある一つ一つの値を個別に参照する簡単な方法として作用することを意図したものであり、一つ一つの値は個々に本明細書において列挙されているかのように本明細書中に組み入れられる。本明細書に記載される全ての方法は、本明細書において別途指示されない限り又は文脈から明確にそうでないと否定されない限りあらゆる適切な順序で実施できる。本明細書において提示されるありとあらゆる例又は例示的表現（例えば「等」）の使用は単に本開示及び本請求の対象をより良好に表現することを意図したものであり、特許請求の範囲において別途請求されない限り本開示及び本請求の対象の範囲を制限するものではない。本明細書には、特許請求の範囲において請求されていない要素を本開示及び本請求の対象の実施にとって必須であると指示していると解釈されるべき表現は存在しない。

【0019】

本開示及び本請求の対象の好ましい実施形態は、本発明者らが知る本開示及び本請求の対象を実施するための最良の形態を含み本明細書に記載されている。前述の説明を読むと当業者にはこれらの好ましい実施形態の変形が明らかになる場合がある。本発明者らは当業者がこれらの変形を適切なものとして用いることを期待しており、本発明者らは本開示及び本請求の対象が本明細書において具体的に記載されるものとは異なる方式で実施されることを意図している。したがって、本開示及び本請求の対象は、準拠法によって認められるように本明細書に添付されている特許請求の範囲の中で列挙されている本対象の全ての改変物と均等物を含む。また、上記の要素の全ての可能な変形の中におけるそれらの要素のあらゆる組合せが、本明細書において別途指示されない限り又は文脈から明確にそうでないと否定されない限り本開示及び本請求の対象に包含される。

【0020】

本開示及び本請求の対象は、窒化ケイ素や酸化ケイ素を有しているマイクロエレクトロニクス素子からそのマイクロエレクトロニクス素子の製造時に酸化ケイ素よりも窒化ケイ素を選択的に除去するために有用な組成物に概して関する。

【0021】

簡単に参照できるように「マイクロエレクトロニクス素子」又は「半導体基板」は、マイクロエレクトロニクス用途、集積回路用途、又はコンピュータチップ用途において使用

10

20

30

40

50

するために製造される半導体ウエハー、フラットパネルディスプレイ、相変化メモリ素子、ソーラーパネル、並びにソーラー基板、光起電力、及びマイクロエレクトロメカニカルシステム(MEMS)を含む他の製品に対応する。ソーラー基板にはシリコン、アモルファスシリコン、ポリクリスタリンシリコン、モノクリスタリンシリコン、CdTe、セレン化銅インジウム、硫化銅インジウム、及びガリウムヒ化ガリウムが挙げられるがこれらに限定されない。前記ソーラー基板はドープ型でも非ドープ型でもよい。「マイクロエレクトロニクス素子」という用語には多少なりとも限定的な意味は無く、最終的にマイクロエレクトロニクス素子又はマイクロエレクトロニクス組立品になるあらゆる基板が含まれることを理解されたい。これらのマイクロエレクトロニクス素子又は半導体基板は低誘電率(k)誘電材料、バリアー材料、及び金属、例えばAlCu合金、W、Ti、TiN、並びにマイクロエレクトロニクス素子上又は半導体基板上の他の材料を含み得る。

10

## 【0022】

本明細書において定義される場合、「低誘電率(k)誘電材料」は層状マイクロエレクトロニクス素子中に誘電材料として使用される約3.5未満の誘電率を有するあらゆる材料に相当する。これらの低誘電率(k)誘電材料はケイ素含有有機高分子、ケイ素含有有機/無機ハイブリッド材料、有機ケイ酸塩ガラス(OSG)、TEOS、フッ素添加ケイ酸塩ガラス(FSG)、二酸化ケイ素、及びカーボンドープ酸化物(CDO)ガラスなどの低極性材料を含むことが好ましい。これらの低誘電率(k)誘電材料は様々な密度及び様々な多孔性を有し得ることを理解されたい。

## 【0023】

本明細書において定義される場合、「バリアー材料」という用語は金属、例えば銅の前記誘電材料中への拡散を最小限にするためにその金属線、例えば銅配線に封をするために当技術分野において使用されるあらゆる材料に相当する。好ましいバリアー層材料にはタンタル、チタン、ルテニウム、ハフニウム、及び他の耐熱金属並びにそれらの窒化物及びケイ化物が挙げられる。

20

## 【0024】

本明細書では「実質的に含まない」は2質量%未満、好ましくは1質量%未満、より好ましくは0.5質量%未満、最も好ましくは0.1質量%未満として定義される。「実質的に含まない」には0.0質量%も含まれる。「含まない」という用語は0.0質量%を意味する。

30

## 【0025】

本明細書において使用される場合、「約」及び「およそ」という用語はそれぞれ表示されている値の±5%に対応することが意図されている。

## 【0026】

本明細書において使用される場合、「純」は希釈されていない酸又は他の材料の質量%の量を指す。例えば、100gの85%リン酸の中に含まれるものは85gのその酸と15gの希釈剤という構成である。

## 【0027】

共有結合の結合点として知られ、理解されている表示に加えて

## 【化29】



40

の記号も共有結合の結合点を表すことが意図されている。

## 【0028】

組成物の特定の構成要素がゼロ下限を含む質量パーセンテージ範囲を参照して議論される全てのこのような組成物ではこのような構成要素は前記組成物の様々な具体的な実施形態では存在しても存在していなくてもよいこと、及びこのような構成要素が存在する例ではそれらの構成要素は、このような構成要素が用いられている前記組成物の総質量に対し

50

て0.001質量パーセントもの低濃度で存在し得ることを理解されたい。これらの構成要素の全ての規定の質量パーセントは、別段の指示がない限り前記組成物の総質量に基づくことに留意されたい。さらに、全ての質量パーセントは別段の指示がない限り「純」であり、前記組成物にこれらの構成要素が添加されてそれらの構成要素が存在している水性組成物を含まないことを意味する。「少なくとも1」を参照するときはいつも「1以上」で置き換え可能である。「少なくとも1」や「1以上」は「少なくとも2」又は「2以上」及び「少なくとも3」や「3以上」などを含む。

**【0029】**

広義には本開示及び本請求の対象の実施は、(A)リン酸及び(B)本明細書において開示されるケイ素含有化合物と水性溶媒の混合物を含む、又はこれらから基本的に成る、又はこれらから成る上記のエッチング組成物に関する。幾つかの態様では前記エッチング組成物は他の成分を含むことができる。

10

**【0030】**

幾つかの実施形態では本明細書において開示される前記エッチング組成物は以下の化合物、すなわち過酸化水素及び他の過酸化物、アンモニウムイオン、フッ化物イオン、無機塩基、水酸化第四級アンモニウム、金属含有化合物、並びに研磨剤のうちの少なくとも一つを実質的に含まないように製剤される。

**【0031】**

その他の実施形態では前記エッチング組成物は(i)リン酸及び(ii)本明細書において開示される前記ケイ素含有化合物と水性溶媒の前記混合物から基本的に成る。このような実施形態では(i)と(ii)の合計量は100質量%に等しくはなく、前記エッチング組成物の有効性を実質的に変化させない他の成分を含むことができる。

20

**【0032】**

別の実施形態では前記エッチング組成物は(i)リン酸及び(ii)様々な濃度の本明細書において開示される前記ケイ素含有化合物と前記水性溶媒から成る。このような実施形態では(i)と(ii)の合計量は100質量%に等しいが、前記組成物の有効性を実質的に変化させないこのような少量で存在する少量及び/又は微量の他の不純物を含むことがある。例えば、1つのこのような実施形態では前記エッチング組成物は2質量%以下の不純物を含み得る。別の実施形態では前記エッチング組成物は1質量%以下の不純物を含み得る。その他の実施形態では前記エッチング組成物は0.05質量%以下の不純物を含み得る。

30

**【0033】**

本明細書に記載される本発明の組成物の組成を質量%換算で参照するとき、不純物などの非必須構成要素を含む全ての構成要素の質量%が加算されて100質量%を超えることは決してないことが理解される。列挙された構成要素から「基本的に成る」組成物ではこのような構成要素は加算されて前記組成物の100質量%になることも加算されて100質量%未満になることもある。これらの構成要素が加算されて100質量%未満になる場合ではこのような組成物は幾らか少量の非必須混入物質又は不純物を含む場合がある。例えば、1つのこのような実施形態では前記エッチング組成物は2質量%以下の不純物を含み得る。別の実施形態では前記エッチング組成物は1質量%以下の不純物を含み得る。その他の実施形態では前記エッチング組成物は0.05質量%以下の不純物を含み得る。他のこのような実施形態では前記成分は少なくとも90質量%、より好ましくは少なくとも95質量%、より好ましくは少なくとも99質量%、より好ましくは少なくとも99.5質量%、最も好ましくは少なくとも99.9質量%になることができ、且つ、前記エッチング組成物の性能に実質的に影響しない他の成分を含むことができる。あるいは、重要な非必須不純物成分が存在しない場合では全ての必須構成要素の組合せは基本的に加算されて100質量%になることが理解される。

40

**【0034】**

組成物

**【0035】**

50

上記のように、本開示及び本請求の対象は、(A)リン酸及び(B)本明細書において開示されるケイ素含有化合物と水性溶媒の混合物を含む、又はこれらから基本的に成る、又はこれらから成るエッチング組成物に関する。幾つかの態様では前記エッチング組成物は他の成分を含むことができる。

【0036】

成分

【0037】

(A)リン酸

【0038】

本開示及び本請求の対象の前記エッチング組成物にはリン酸が含まれる。商業品質のリン酸が使用可能である。この市販のリン酸は80%~85%の水性組成物として利用可能であることが典型的である。好ましい実施形態ではエレクトロニクス用品質のリン酸組成物が使用され、このようなエレクトロニクス用品質の組成物は粒子数が100粒子/ml以下であることが典型的であり、それらの粒子のサイズは0.5ミクロン以下であり、リットル当たり低パーツパーミリオン~低パーツパービリオンのレベルで前記酸の中に金属イオンが存在する。ある特定の実施形態では他の無機酸、例えば、フッ化水素酸、硝酸、又はそれらの混合物等が本開示及び本請求の対象の前記組成物に添加されることはない。

10

【0039】

リン酸が(純粋物基準で)以下の質量パーセントのリストから選択される始点と終点を有する範囲、すなわち前記組成物の約40質量%~約95質量%、約45質量%~約90質量%、又は約50質量%~約90質量%、又は約55質量%~約85質量%という範囲の中の量で含まれる。このリン酸は以下の質量パーセントのリストによって規定される量、すなわち30%、35%、37%、40%、42%、45%、47%、50%、52%、55%、57%、60%、62%、65%、68%、70%、72%、75%、78%、80%、82%、85%、88%、90%、92%、及び95%の量で存在してもよい。

20

【0040】

幾つかの実施形態では前記純リン酸の含量は約70質量%以下である。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸の含量は約60質量%以下である。

【0041】

幾つかの実施形態では前記純リン酸の含量は約70質量%超である。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸の含量は約75質量%超である。

30

【0042】

(B)混合物

【0043】

上記の通り、前記エッチング組成物には(I)本明細書において開示されるケイ素含有化合物と(II)水性溶媒の混合物が含まれる。

【0044】

I.ケイ素含有化合物

【0045】

前記ケイ素含有化合物の量は前記エッチング組成物の約0.001質量%~約15質量%の範囲になる。前記ケイ素含有化合物は前記エッチング組成物の約0.1質量%~約10質量%を構成することが好ましい。前記組成物に転化される前記ケイ素含有化合物の表記された質量パーセントを含むこれらの質量パーセントは、別段の指示がない限り、純粋物基準である。代替の実施形態では前記ケイ素含有化合物は以下の質量パーセントのリストによって規定される始点と終点を有する範囲内の量、すなわち0.001、0.01%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.2%、1.5%、1.7%、2%、2.2%、2.5%、2.7%、3%、3.2%、3.5%、3.7%、4%、4.2%、4.5%、4.7%、5%、5.2%、5.5%、5.7%、6%、6.2%、6.5%、6.8%、7%、7.2%、7.5%、7.8%、8%、8.2%、8.5%、8.8%、9%、9.2%、9.

40

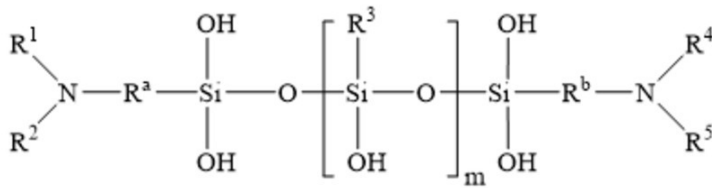
50

5 %、10 %、12 %、15 %、17 %、及び20 %の量で存在し得る。

【0046】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式Iを有し、

【化30】



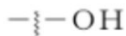
10

式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

【化31】



20

からなる群より選択され、及び

(iii)  $\text{R}^a$ 及び $\text{R}^b$ の各々が独立して $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化32】



30

【化33】



で置換された $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ アルキルから選択される。

【0047】

式Iの前記ケイ素含有化合物を含む前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が同じである。本実施形態のその他の態様では $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が水素である。

【0048】

式Iの前記ケイ素含有化合物を含む前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ のうちの少なくとも1つが水素以外のものである。

【0049】

式Iの前記ケイ素含有化合物を含む前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では $m$ は $0 \sim 20$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $0$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $1$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $2$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $3$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $4$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $5$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $6$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $7$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $8$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $9$ である。本実施形態のその他の態様では $m$ は $10$ である。

40

50

本実施形態のその他の態様ではmは11である。本実施形態のその他の態様ではmは12である。本実施形態のその他の態様ではmは13である。本実施形態のその他の態様ではmは14である。本実施形態のその他の態様ではmは15である。本実施形態のその他の態様ではmは16である。本実施形態のその他の態様ではmは17である。本実施形態のその他の態様ではmは18である。本実施形態のその他の態様ではmは19である。本実施形態のその他の態様ではmは20である。

【0050】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では式Iの前記ケイ素含有化合物の含量は約5質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式Iの前記ケイ素含有化合物の含量は約4質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式Iの前記ケイ素含有化合物の含量は約3質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式Iの前記ケイ素含有化合物の含量は約2質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式Iの前記ケイ素含有化合物の含量は約1質量%以下である。

10

【0051】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が

【化34】



であり、(ii)R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

20

【化35】



であり、(iii)m=0である式Iの前記ケイ素含有化合物を含む。

【0052】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が

【化36】



30

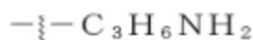
であり、(ii)R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

【化37】



であり、(iii)m=0であり、(iv)R<sup>3</sup>が

【化38】



40

である式Iの前記ケイ素含有化合物を含む。

【0053】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が

【化39】



であり、(ii)R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

50

【化 4 0】

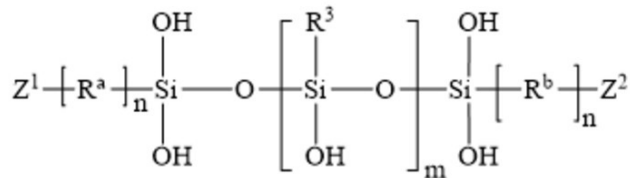


であり、( i i i )  $m = 0$  である式 I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 5 4】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式 I I を有し、

【化 4 1】



10

式中、

( i )  $m = 0 \sim 20$  であり、

( i i )  $n = 0 \sim 20$  であり、

( i i i )  $\text{R}^3$  が水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  直鎖アルキル基、フッ素置換  $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$  アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び  $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

20

【化 4 2】



$\text{Z}^1$ 、及び  $\text{Z}^2$  からなる群より選択され、及び

( i v )  $\text{R}^a$  及び  $\text{R}^b$  の各々が独立して  $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$  アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

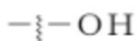
30

【化 4 3】



及び

【化 4 4】



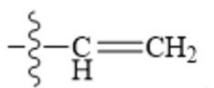
40

で置換された  $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  アルキルから選択され、

( v )  $\text{Z}^1$  及び  $\text{Z}^2$  が各々独立して

( a )

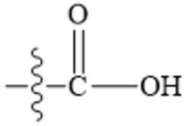
【化 4 5】



( b )

50

【化 4 6】



( c )

【化 4 7】



10

( d )

及び

【化 4 8】



から選択される。

【 0 0 5 5】

20

式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では m は 0 ~ 20 である。本実施形態のその他の態様では m は 0 である。本実施形態のその他の態様では m は 1 である。本実施形態のその他の態様では m は 2 である。本実施形態のその他の態様では m は 3 である。本実施形態のその他の態様では m は 4 である。本実施形態のその他の態様では m は 5 である。本実施形態のその他の態様では m は 6 である。本実施形態のその他の態様では m は 7 である。本実施形態のその他の態様では m は 8 である。本実施形態のその他の態様では m は 9 である。本実施形態のその他の態様では m は 10 である。本実施形態のその他の態様では m は 11 である。本実施形態のその他の態様では m は 12 である。本実施形態のその他の態様では m は 13 である。本実施形態のその他の態様では m は 14 である。本実施形態のその他の態様では m は 15 である。本実施形態のその他の態様では m は 16 である。本実施形態のその他の態様では m は 17 である。本実施形態のその他の態様では m は 18 である。本実施形態のその他の態様では m は 19 である。本実施形態のその他の態様では m は 20 である。

30

【 0 0 5 6】

式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では n は 0 ~ 20 である。本実施形態のその他の態様では n が 0 である。本実施形態のその他の態様では n は 1 である。本実施形態のその他の態様では n は 2 である。本実施形態のその他の態様では n は 3 である。本実施形態のその他の態様では n は 4 である。本実施形態のその他の態様では n は 5 である。本実施形態のその他の態様では n は 6 である。本実施形態のその他の態様では n は 7 である。本実施形態のその他の態様では n は 8 である。本実施形態のその他の態様では n は 9 である。本実施形態のその他の態様では n は 10 である。本実施形態のその他の態様では n は 11 である。本実施形態のその他の態様では n は 12 である。本実施形態のその他の態様では n は 13 である。本実施形態のその他の態様では n は 14 である。本実施形態のその他の態様では n は 15 である。本実施形態のその他の態様では n は 16 である。本実施形態のその他の態様では n は 17 である。本実施形態のその他の態様では n は 18 である。本実施形態のその他の態様では n は 19 である。本実施形態のその他の態様では n は 20 である。

40

【 0 0 5 7】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では式 I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 5 質量% 以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I の前記ケイ素含有化合物の

50

含量は約 4 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 3 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 2 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 1 質量%以下である。

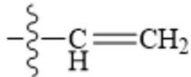
【0058】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0059】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)  $m = 0$  であり、(ii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が

【化49】



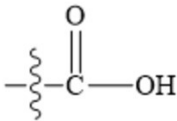
10

である式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0060】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)  $m = 0$  であり、(ii)  $n = 0$  であり、(iii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が

【化50】



20

である式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0061】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)  $m = 0$  であり、(ii)  $n = 0$  であり、(iii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が

【化51】



30

である式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0062】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、(i)  $m = 0$  であり、(ii)  $n = 0$  及び (iii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が

【化52】



40

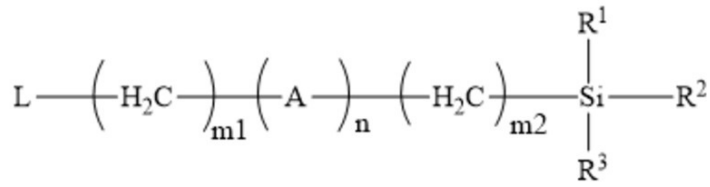
である式 I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0063】

幾つかの実施形態では前記ケイ素含有化合物は式 I I I を有し、

50

## 【化53】



式中、

(i)  $m_1$  及び  $m_2$  のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として  $m_1$  及び  $m_2$  が各々 0 ~ 10 に等しく、

(ii)  $n = 0$  又は 1 であり、

(iii)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が独立して水素、ヒドロキシル、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基、及び

## 【化54】

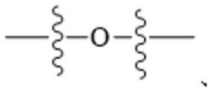


からなる群より選択され、

(iv) A は

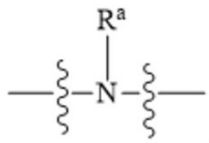
(a)

## 【化55】



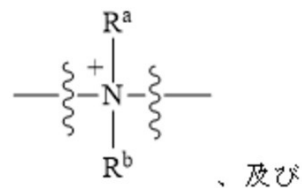
(b)  $R^a$  が水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

## 【化56】



(c)  $R^a$  及び  $R^b$  が各々独立して水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

## 【化57】



(d)

10

20

30

40

50

【化 5 8】



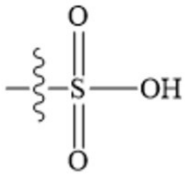
から選択され、

( v ) L は

( a )

10

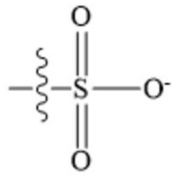
【化 5 9】



( b )

【化 6 0】

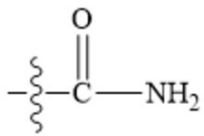
20



( c )

【化 6 1】

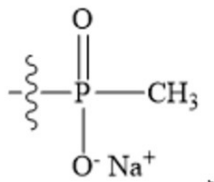
30



( d )

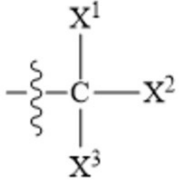
【化 6 2】

40

( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び $X^3$ の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

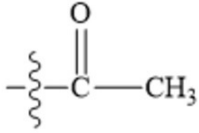
50

【化 6 3】



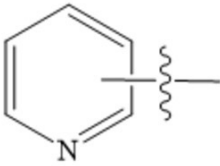
( f )

【化 6 4】



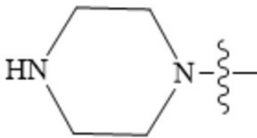
( g )

【化 6 5】



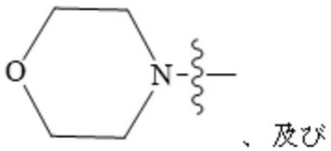
( h )

【化 6 6】



( i )

【化 6 7】



( j )

10

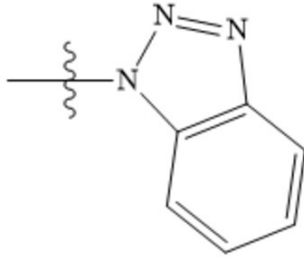
20

30

40

50

【化 6 8】



から選択される。

【 0 0 6 4】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では式 I I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 5 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 4 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 3 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 2 質量%以下である。本実施形態のその他の態様では式 I I I の前記ケイ素含有化合物の含量は約 1 質量%以下である。

【 0 0 6 5】

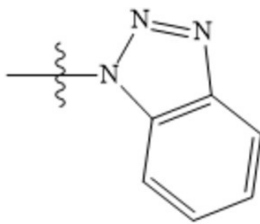
幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

【化 6 9】



であり、( i i ) L が

【化 7 0】

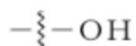


であり、( i i i ) m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 1 ~ 5 であり、( i v ) n = 0 である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。本実施形態のその他の態様では m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 1 である。本実施形態のその他の態様では m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 2 である。本実施形態のその他の態様では m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 3 である。本実施形態のその他の態様では m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 4 である。本実施形態のその他の態様では m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 5 である。

【 0 0 6 6】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

【化 7 1】



であり、( i i ) m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 3 であり、( i i i ) n = 0 であり、( i v ) L が

10

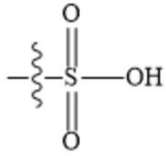
20

30

40

50

【化 7 2】



である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 6 7】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

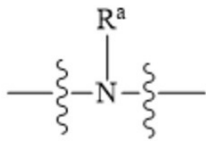
10

【化 7 3】



であり、( i i ) m<sub>2</sub> = 3 であり、( i i i ) n = 1 であり、( i v ) A が

【化 7 4】



20

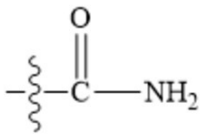
であり、式中、R<sup>a</sup> が

【化 7 5】



であり、( v ) m<sub>1</sub> = 0 であり、( v i ) L が

【化 7 6】



30

である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 6 8】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

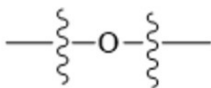
【化 7 7】



40

であり、( i i ) m<sub>2</sub> = 3 であり、( i i i ) n = 1 であり、( i v ) A が

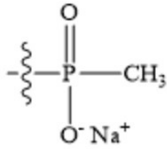
【化 7 8】



であり、( v ) m<sub>1</sub> = 0 であり、( v i ) L が

50

【化 7 9】



である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 6 9】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が

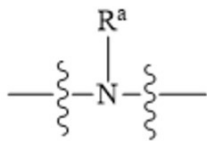
10

【化 8 0】



であり、( i i )  $m_2 = 3$  であり、( i i i )  $n = 1$  であり、( i v ) A が

【化 8 1】



20

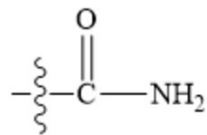
であり、式中、 $R^a$  が

【化 8 2】



であり、( v )  $m_1 = 0$  であり、( v i ) L が

【化 8 3】



30

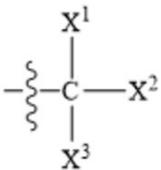
である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 7 0】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  $\text{---OCH}_3$  であり、( i i )  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 2 であり、( i i i )  $n = 0$  であり、( i v ) L が

40

【化 8 4】



であり、式中、 $X^1$ 、 $X^2$ 、及び  $X^3$  の各々が F である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

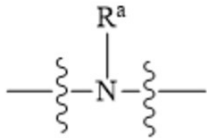
50

【 0 0 7 1 】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が  
【化 8 5】



であり、( i i )  $m_2 = 3$ であり、( i i i )  $n = 1$ であり、( i v ) Aが  
【化 8 6】



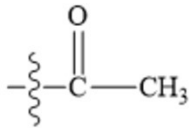
10

であり、式中、 $R^a$ が  
【化 8 7】



20

であり、( v )  $m_1 = 0$ であり、( v i ) Lが  
【化 8 8】



である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 7 2 】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が  
【化 8 9】

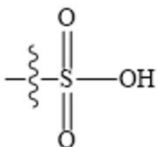


であり、( i i )  $m_2 = 2$ であり、( i i i )  $n = 1$ であり、( i v ) Aが  
【化 9 0】



40

であり、( v )  $m_1 = 0$ 及び( v i ) Lが  
【化 9 1】



50

である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

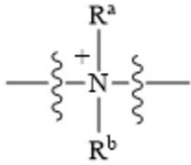
【 0 0 7 3 】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  
【化 9 2】



であり、( i i )  $m_2 = 3$  であり、( i i i )  $n = 1$  であり、( i v ) A が

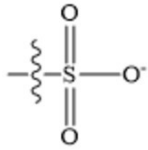
【化 9 3】



10

であり、式中、 $R^a$  及び  $R^b$  が  $-\text{CH}_3$  であり、( v )  $m_1 = 3$  であり、( v i ) L が

【化 9 4】



20

である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 7 4 】

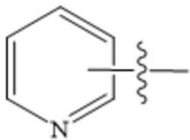
幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  
【化 9 5】



30

であり、( i i )  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 2 であり、( i i i )  $n = 0$  であり、( i v ) L が

【化 9 6】



である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【 0 0 7 5 】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  
【化 9 7】

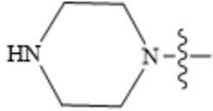


40

であり、( i i )  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 3 であり、( i i i )  $n = 0$  であり、( i v ) L が

50

【化 9 8】



である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0 0 7 6】

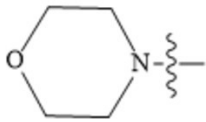
幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

【化 9 9】



であり、( i i ) m<sub>1</sub> と m<sub>2</sub> の合計が 1 であり、( i i i ) n = 0 であり、( i v ) L が

【化 1 0 0】

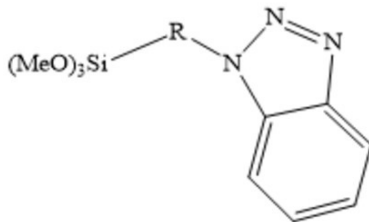


である式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含む。

【0 0 7 7】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、次の構造、すなわち

【化 1 0 1】



を有する式 I I I の前記ケイ素含有化合物を含み、式中、R は

【化 1 0 2】



であり、x は 1 ~ 5 である。本実施形態のその他の態様では x は 1 である。本実施形態のその他の態様では x は 2 である。本実施形態のその他の態様では x は 3 である。本実施形態のその他の態様では x は 4 である。本実施形態のその他の態様では x は 5 である。

【0 0 7 8】

幾つかの実施形態では前記 1 つ以上のケイ素含有化合物は、式 I、式 I I 及び / 又は式 I I I を有する 1 種類以上のケイ素含有化合物の組合せ物を含む。

【0 0 7 9】

I I . 水性溶媒

【0 0 8 0】

本開発の前記エッチング組成物は水性であり、水を含む。本開示及び本請求の対象では水は様々な形で機能し、例えば、前記組成物の 1 種類以上の構成要素を溶解するため、それらの構成要素の担体として、残留物を除去するときの助剤として、前記組成物の粘度調

10

20

30

40

50

整剤として、及び希釈剤として機能する。前記エッチング組成物に使用される水は脱イオン（DI）水であることが好ましい。

【0081】

幾つかの実施形態では前記水性溶媒は水を含む。本実施形態のその他の態様では前記水性溶媒は水から基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記水性溶媒は水から成る。

【0082】

水は以下の質量パーセントのリストから選択される始点と終点を有する範囲、すなわち前記エッチング組成物の約1質量%～約50質量%という範囲の中の量で含まれる。本開示及び本請求の対象の他の好ましい実施形態は約5.0質量%～約35質量%又は10質量%～30質量%の水を含む。水は以下の質量パーセントのリストによって規定される量、すなわち1%、5%、8%、10%、12%、15%、17%、20%、22%、25%、27%、30%、32%、35%、37%、40%、42%、45%、47%、及び50%の量で存在してよい。本開示及び本請求の対象のさらに他の好ましい実施形態はこれらの他の成分の所望の質量パーセントを達成するような量の水を含むことが可能である。

10

【0083】

エッチング組成物の例となる実施形態

【0084】

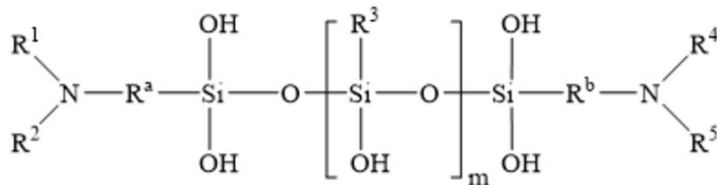
以下のものは、(A)純リン酸及び(B)(I)本明細書において開示されるケイ素含有化合物と(II)水性溶媒の混合物を含むエッチング組成物の例となる実施形態である。

【0085】

20

- 1つの実施形態では前記エッチング組成物は、
- (A) 約70質量%以下の純リン酸、
  - (B) 約30質量%以上の混合物であって、
  - (I) 式I、すなわち、

【化103】



30

の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が独立して水素、 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

【化104】



40

からなる群より選択され、及び

(iii)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が独立して $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化105】



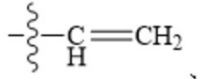
50



( v ) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> が各々独立して

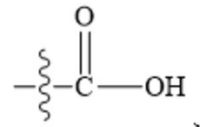
( a )

【化 1 1 1】



( b )

【化 1 1 2】



10

( c )

【化 1 1 3】



20

( d )

及び

【化 1 1 4】



から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物

を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から成る。

30

【0 0 8 7】

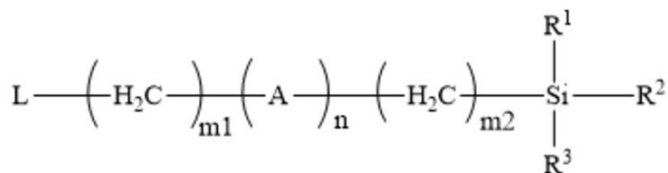
1つの実施形態では前記エッチング組成物は、

( A ) 約 7 0 質量%以下の純リン酸、

( B ) 約 3 0 質量%以上の混合物であって、

( I ) 式 I I I、すなわち、

【化 1 1 5】



40

の化合物であって、式中、

( i ) m<sub>1</sub> 及び m<sub>2</sub> のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として m<sub>1</sub> 及び m<sub>2</sub> が各々 0 ~ 1 0 に等しく、

( i i ) n = 0 又は 1 であり、

( i i i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が独立して水素、C<sub>1</sub> ~ C<sub>6</sub> 直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>6</sub> 分岐鎖アルキル基、及び

50

【化 1 1 6】

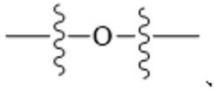
$$\text{---}\text{O---C}_1\sim\text{C}_6\text{直鎖アルキル基}$$

からなる群より選択され、

(iv) Aは

(a)

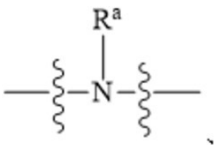
【化 1 1 7】



10

(b)  $R^a$  が水素、 $C_1\sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3\sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

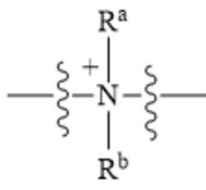
【化 1 1 8】



20

(c)  $R^a$  及び  $R^b$  が各々独立して水素、 $C_1\sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3\sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

【化 1 1 9】



、及び

30

(d)

【化 1 2 0】



40

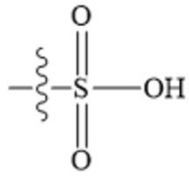
から選択され、

(v) Lは

(a)

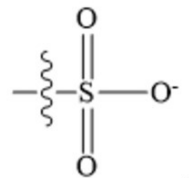
50

【化 1 2 1】



( b )

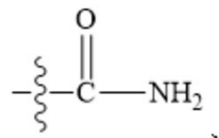
【化 1 2 2】



10

( c )

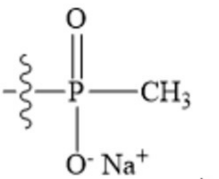
【化 1 2 3】



20

( d )

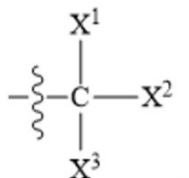
【化 1 2 4】



30

( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び $X^3$ の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

【化 1 2 5】

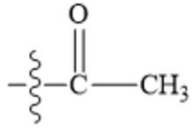


40

( f )

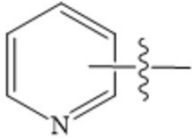
50

【化 1 2 6】



( g )

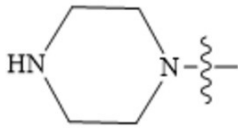
【化 1 2 7】



10

( h )

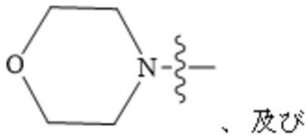
【化 1 2 8】



20

( i )

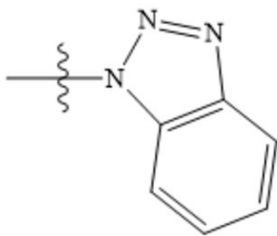
【化 1 2 9】



30

( j )

【化 1 3 0】



40

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物

を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から成る。

【 0 0 8 8 】

1つの実施形態では前記エッチング組成物は、

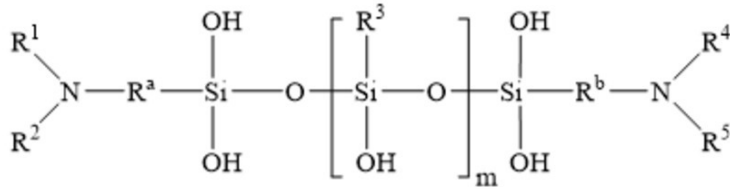
( A ) 約 7 0 質量% 超の純リン酸、

( B ) 約 3 0 質量% 未満の混合物であって、

( I ) 式 I、すなわち、

50

## 【化 1 3 1】

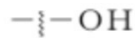


の化合物であって、式中、

( i )  $m = 0 \sim 20$  であり、

( i i )  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

## 【化 1 3 2】



からなる群より選択され、及び

( i i i )  $\text{R}^a$ 及び $\text{R}^b$ の各々が独立して $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

## 【化 1 3 3】



及び

## 【化 1 3 4】



で置換された $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ アルキルから選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物

を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物はA及びBから基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物はA及びBから成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は( i )約75質量%超の純リン酸及び( i i )約25質量%未満の前記混合物を含む。

## 【0089】

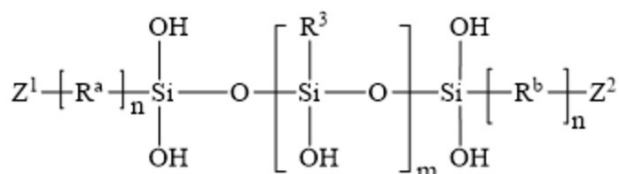
1つの実施形態では前記エッチング組成物は、

( A ) 約70質量%超の純リン酸、

( B ) 約30質量%未満の混合物であって、

( I ) 式 I I、すなわち、

## 【化 1 3 5】



10

20

30

40

50



【化 1 4 2】



から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物

を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は ( i ) 約 7 5 質量 % 超の純リン酸及び ( i i ) 約 2 5 質量 % 未満の前記混合物を含む。

10

【 0 0 9 0】

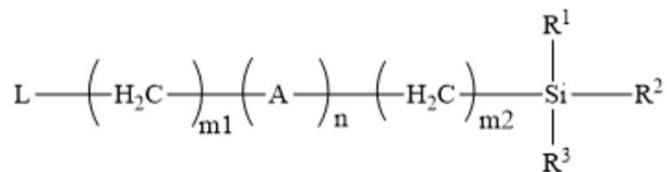
1 つの実施形態では前記エッチング組成物は、

( A ) 約 7 0 質量 % 超の純リン酸、

( B ) 約 3 0 質量 % 未満の混合物であって、

( I ) 式 I I I、すなわち、

【化 1 4 3】



20

の化合物であって、式中、

( i )  $m_1$  及び  $m_2$  のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として  $m_1$  及び  $m_2$  が各々 0 ~ 1 0 に等しく、

( i i )  $n = 0$  又は 1 であり、

( i i i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が独立して水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基、及び

【化 1 4 4】



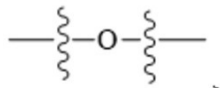
30

からなる群より選択され、

( i v ) A は

( a )

【化 1 4 5】

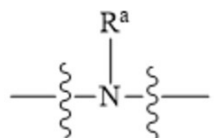


40

( b )

$R^a$  が水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される、

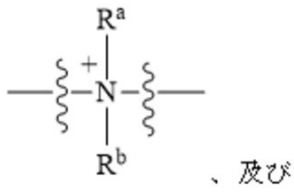
【化 1 4 6】



50

(c) R<sup>a</sup> 及び R<sup>b</sup> が各々独立して水素、C<sub>1</sub> ~ C<sub>6</sub> 直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>6</sub> 分岐鎖アルキル基から選択される

【化 1 4 7】



10

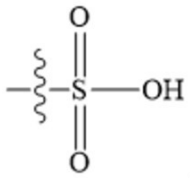
(d)  
【化 1 4 8】



から選択され、

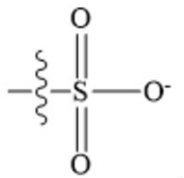
(v) L は  
(a)  
【化 1 4 9】

20



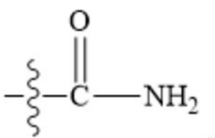
(b)  
【化 1 5 0】

30



(c)  
【化 1 5 1】

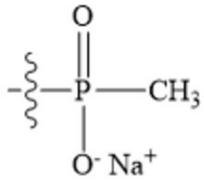
40



(d)

50

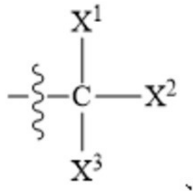
【化 1 5 2】



( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び  $X^3$  の各々が独立して Cl、Br、F、又は I から選択される

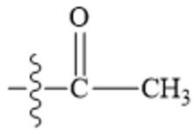
10

【化 1 5 3】



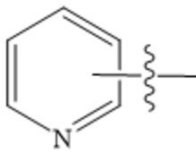
( f )

【化 1 5 4】



( g )

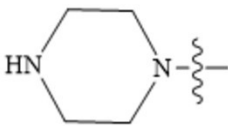
【化 1 5 5】



30

( h )

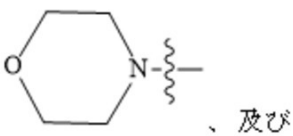
【化 1 5 6】



40

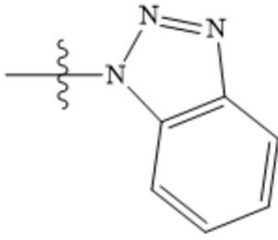
( i )

【化 1 5 7】



50

( j )  
【化 1 5 8】



10

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物

を含む。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から基本的に成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は A 及び B から成る。本実施形態のその他の態様では前記エッチング組成物は ( i ) 約 7 5 質量% 超の純リン酸及び ( i i ) 約 2 5 質量% 未満の前記混合物を含む。

【 0 0 9 1】

C . 他の成分

【 0 0 9 2】

上で例示したエッチング組成物を含む前記エッチング組成物は以下に記載するような他の成分を含むことができる。

20

【 0 0 9 3】

I . 追加の酸

【 0 0 9 4】

幾つかの実施形態では前記混合物はリン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む。本実施形態の 1 つの態様では前記少なくとも 1 種類の追加の酸は硝酸 (  $\text{HNO}_3$  )、硫酸 (  $\text{H}_2\text{SO}_4$  )、塩酸 (  $\text{HCl}$  )、及びスルホン酸 ( 例えばメタンスルホン酸 (  $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$  ) ) のうちの 1 つである。

【 0 0 9 5】

( a ) 硫酸

30

【 0 0 9 6】

幾つかの実施形態では前記混合物の中に含まれる前記少なくとも 1 種類の追加の酸は硫酸である。本実施形態の 1 つの態様では前記少なくとも 1 種類の追加の酸は約 2 5 質量% 以下の純硫酸を含む。本実施形態のその他の態様では前記少なくとも 1 種類の追加の酸は硫酸から成る。幾つかの実施形態では前記少なくとも 1 種類の追加の酸は約 2 5 質量% 以下の純硫酸から成る。

【 0 0 9 7】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では前記混合物は純硫酸を含み、前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 0 質量% と約 8 5 質量% との間である。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 5 質量% である。

40

【 0 0 9 8】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では前記混合物は純硫酸をさらに含み、1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 7 . 0 質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では 1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 6 . 0 質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では 1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 5 . 0 質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では 1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 4 . 0 質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では 1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 3 . 0 質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では 1 質量部の純硫酸当たり約 2 . 0 質量部 ~ 約 2 . 5 質量部の

50

純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では1質量部の純硫酸当たり約3.0質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では1質量部の純硫酸当たり約2.25質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では1質量部の純硫酸当たり約2.5質量部の純リン酸が存在する。本実施形態のその他の態様では1質量部の純硫酸当たり約2.75質量部の純リン酸が存在する。

【0099】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では前記混合物は純硫酸をさらに含み、前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約80質量%と約85質量%との間である。本実施形態のその他の態様では前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約83.5質量%である。

10

【0100】

硫酸を含む前記エッチング組成物の様々な非限定的な実施形態を以下に例示する。

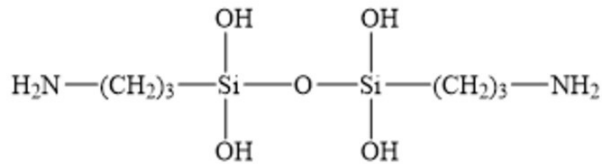
【0101】

(i) 式Iのケイ素含有化合物及び硫酸を含む組成物の例となる実施形態

【0102】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式Iの前記化合物は

【化159】



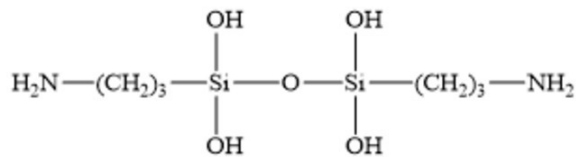
20

であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【0103】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式Iの前記化合物は

【化160】



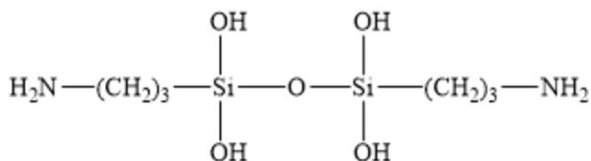
30

であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約80質量%と約85質量%との間である。

【0104】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式Iの前記化合物は

【化161】



40

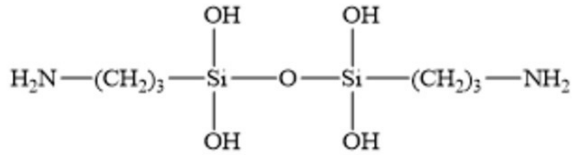
であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約83.5質量%である。

【0105】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式Iの前記化合物は

50

【化 1 6 2】



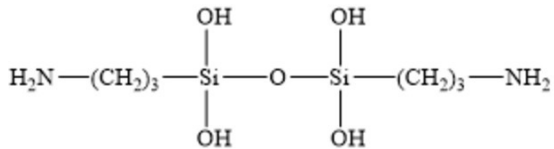
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 8 3 質量%である。

10

【 0 1 0 6】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I の前記化合物は

【化 1 6 3】



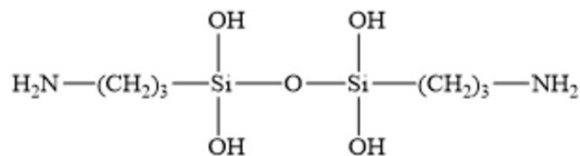
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 9 4 質量%である。

20

【 0 1 0 7】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I の前記化合物は

【化 1 6 4】



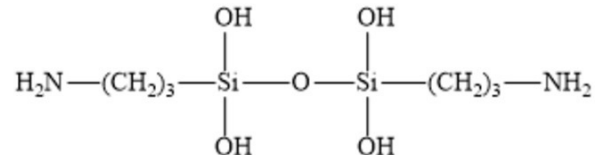
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 4 . 2 7 質量%である。

30

【 0 1 0 8】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I の前記化合物は

【化 1 6 5】



であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 4 . 6 質量%である。

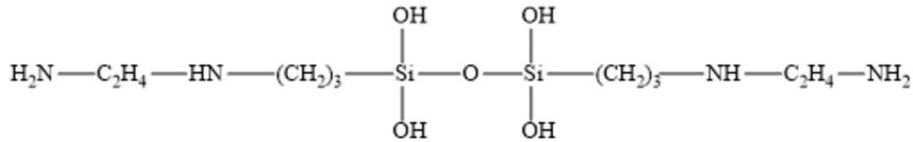
40

【 0 1 0 9】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I の前記化合物は

50

【化 1 6 6】



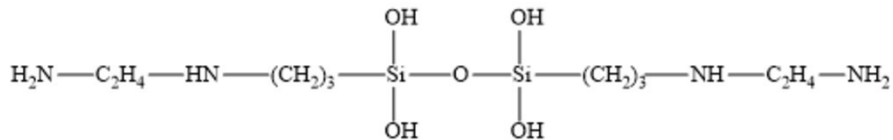
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【 0 1 1 0】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では ( i ) 式 I の前記化合物は

10

【化 1 6 7】



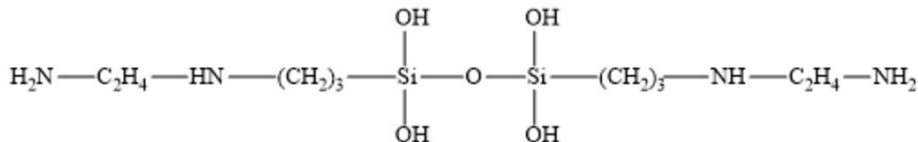
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量%と約 8 5 質量%との間である。

【 0 1 1 1】

20

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では ( i ) 式 I の前記化合物は

【化 1 6 8】



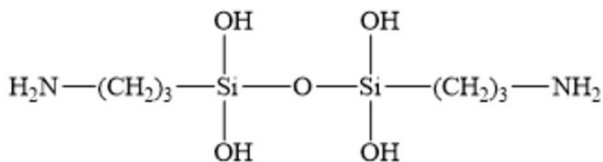
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

30

【 0 1 1 2】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( A ) 約 6 0 質量%以下の純リン酸並びに ( B ) ( i ) 約 5 質量%以下の

【化 1 6 9】



40

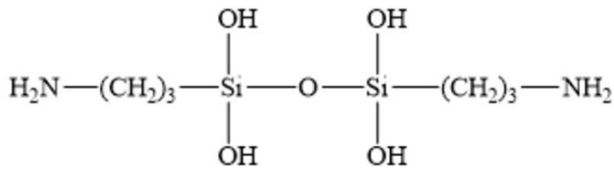
( i i ) 約 2 4 質量%以下の純硫酸、及び ( i i i ) 水を含む水性溶媒を含む約 4 0 質量%以上の混合物を含む。

【 0 1 1 3】

幾つかの実施形態では前記エッチング組成物は、( A ) 約 6 0 質量%以下の純リン酸並びに ( B ) ( i ) 約 5 質量%以下の

50

【化 1 7 0】



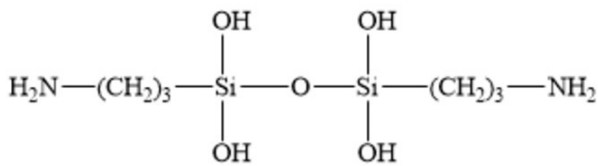
( i i ) 約 2 4 質 量 % 以 下 の 純 硫 酸、 及 び ( i i i ) 水 から 基 本 的 に 成 る 水 性 溶 媒 を 含 む 約 4 0 質 量 % 以 上 の 前 記 混 合 物 から 基 本 的 に 成 る。

10

【 0 1 1 4】

幾 つか の 実 施 形 態 で は 前 記 エ ッ チ ン グ 組 成 物 は、 ( A ) 約 6 0 質 量 % 以 下 の 純 リ ン 酸 並 び に ( B ) ( i ) 約 5 質 量 % 以 下 の

【化 1 7 1】



20

( i i ) 約 2 4 質 量 % 以 下 の 純 硫 酸、 及 び ( i i i ) 水 から 成 る 水 性 溶 媒 から 成 る 約 4 0 質 量 % 以 上 の 混 合 物 から 成 る。

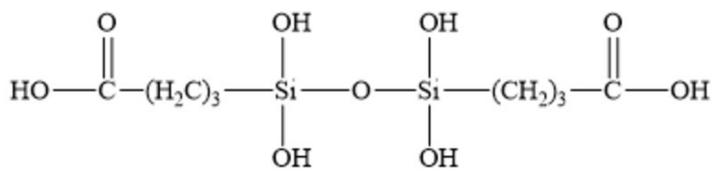
【 0 1 1 5】

( i i ) 式 I I の ケ イ 素 含 有 化 合 物 及 び 硫 酸 を 含 む 組 成 物 の 例 と な る 実 施 形 態

【 0 1 1 6】

前 記 エ ッ チ ン グ 組 成 物 の 幾 つか の 実 施 形 態 で は ( i ) 式 I I の 前 記 化 合 物 は

【化 1 7 2】



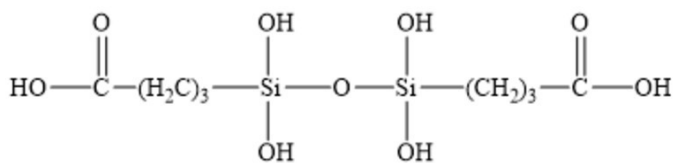
30

及 び ( i i ) 前 記 混 合 物 が 純 硫 酸 を さ ら に 含 む。

【 0 1 1 7】

前 記 エ ッ チ ン グ 組 成 物 の 幾 つか の 実 施 形 態 で は ( i ) 式 I I の 前 記 化 合 物 は

【化 1 7 3】



40

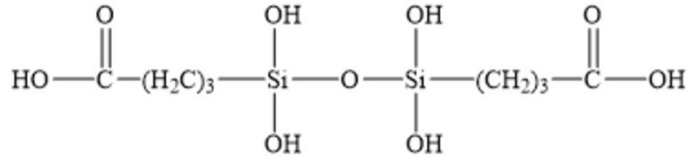
で あり、 ( i i ) 前 記 混 合 物 は 純 硫 酸 を さ ら に 含 む、 ( i i i ) 前 記 純 リ ン 酸 と 前 記 純 硫 酸 の 総 含 量 は 前 記 組 成 物 の 約 8 0 質 量 % と 約 8 5 質 量 % と の 間 で あり。

【 0 1 1 8】

前 記 エ ッ チ ン グ 組 成 物 の 幾 つか の 実 施 形 態 で は ( i ) 式 I I の 前 記 化 合 物 は

50

【化 1 7 4】



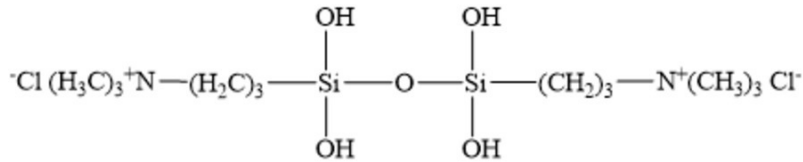
であり、( i i ) 前記混合物は硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

10

【 0 1 1 9】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I の前記化合物は

【化 1 7 5】



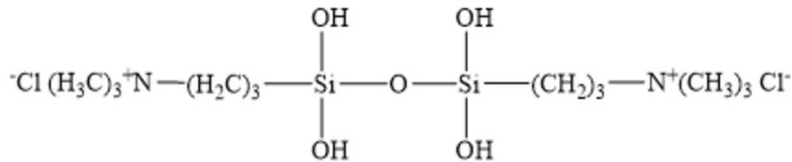
20

であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【 0 1 2 0】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I の前記化合物は

【化 1 7 6】



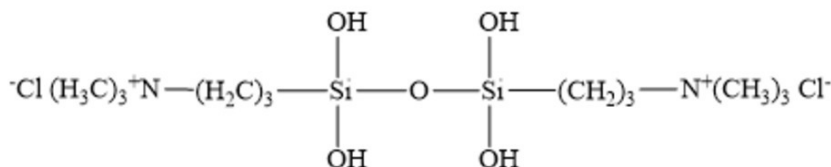
30

であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 0 質量%と約 8 5 質量%との間である。

【 0 1 2 1】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I の前記化合物は

【化 1 7 7】



40

であり、( i i ) 前記混合物は硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

【 0 1 2 2】

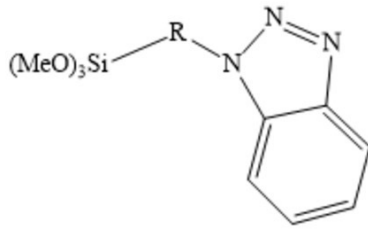
( i i i ) 式 I I I のケイ素含有化合物及び硫酸を含む組成物の例となる実施形態

【 0 1 2 3】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I I の前記化合物は

50

【化 1 7 8】



であり、式中、Rは

【化 1 7 9】

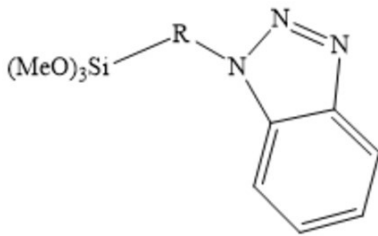


であり、且つ、 $x$ は1～5であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含む。本実施形態のその他の態様では $x$ は1である。本実施形態のその他の態様では $x$ は2である。本実施形態のその他の態様では $x$ は3である。本実施形態のその他の態様では $x$ は4である。本実施形態のその他の態様では $x$ は5である。

【0 1 2 4】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物は

【化 1 8 0】



であり、式中、Rは

【化 1 8 1】

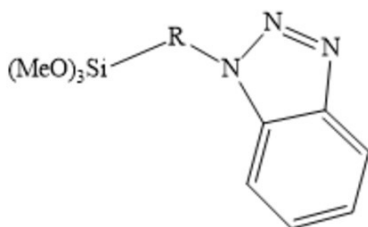


であり、且つ、 $x$ は1～5であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約80質量%と約85質量%との間である。本実施形態のその他の態様では $x$ は1である。本実施形態のその他の態様では $x$ は2である。本実施形態のその他の態様では $x$ は3である。本実施形態のその他の態様では $x$ は4である。本実施形態のその他の態様では $x$ は5である。

【0 1 2 5】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物は

【化 1 8 2】



10

20

30

40

50

であり、式中、Rは

【化183】



であり、且つ、xは1～5であり、(ii)前記混合物は硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約83.5質量%である。本実施形態のその他の態様ではxは1である。本実施形態のその他の態様ではxは2である。本実施形態のその他の態様ではxは3である。本実施形態のその他の態様ではxは4である。本実施形態のその他の態様ではxは5である。

10

【0126】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物はSi(OCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【0127】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物はSi(OCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約80質量%と約85質量%との間である。

【0128】

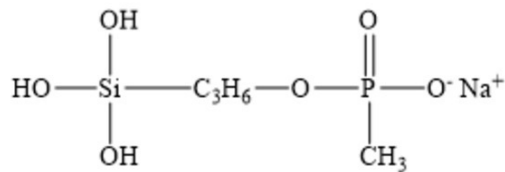
前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物はSi(OCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>)であり、(ii)前記混合物は硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約83.5質量%である。

20

【0129】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物は

【化184】



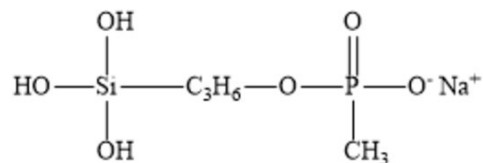
30

であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【0130】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物は

【化185】



40

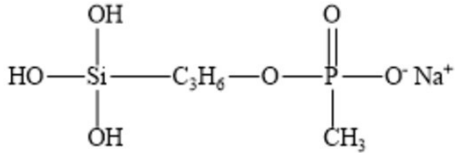
であり、(ii)前記混合物は純硫酸をさらに含み、(iii)前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約80質量%と約85質量%との間である。

【0131】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では(i)式IIIの前記化合物は

50

【化 1 8 6】



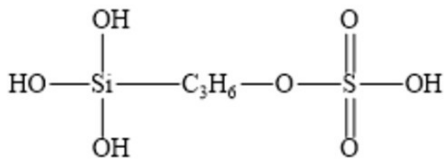
であり、( i i ) 前記混合物は硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

10

【 0 1 3 2】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I I の前記化合物は

【化 1 8 7】



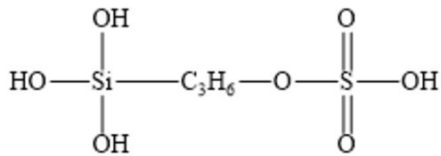
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含む。

20

【 0 1 3 3】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I I の前記化合物は

【化 1 8 8】



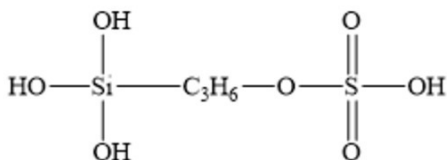
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量%と約 8 5 質量%との間である。

30

【 0 1 3 4】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I I の前記化合物は

【化 1 8 9】



40

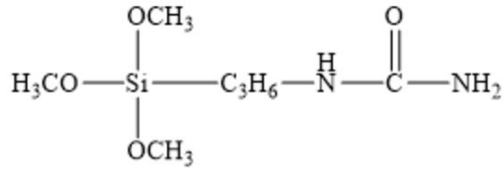
であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

【 0 1 3 5】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では( i ) 式 I I I の前記化合物は

50

【化 1 9 0】

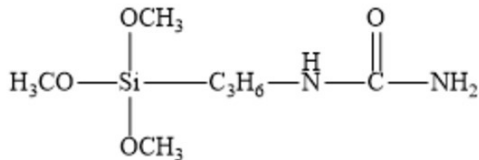


であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含む。

【 0 1 3 6】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では ( i ) 式 I I I の前記化合物は

【化 1 9 1】

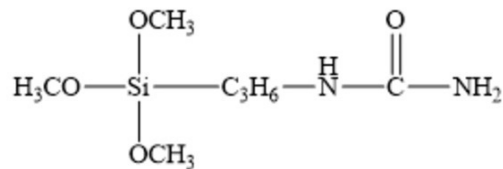


であり、( i i ) 前記混合物は純硫酸をさらに含み、( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 0 質量%と約 8 5 質量%との間である。

【 0 1 3 7】

前記エッチング組成物の幾つかの実施形態では ( i ) 式 I I I の前記化合物は

【化 1 9 2】



であり、( i i ) 前記混合物は硫酸をさらに含み、及び ( i i i ) 前記純リン酸と前記純硫酸の総含量は前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である。

【 0 1 3 8】

( b ) スルホン酸

【 0 1 3 9】

幾つかの実施形態では前記混合物の中に含まれる前記少なくとも 1 種類の追加の酸はスルホン酸である。このスルホン酸はアルキルスルホン酸又はアリースルホン酸であることが典型的である。スルホン酸は  $\text{R}' - \text{S}(\text{O})(\text{O}) - \text{OH}$  という一般構造を有する。本実施形態の 1 つの態様では  $\text{R}'$  は  $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$  アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基から選択される。本実施形態の別の態様では  $\text{R}'$  は  $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$  直鎖アルキル基又は  $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$  分岐鎖アルキル基から選択される。別の態様では前記混合物にはエタンスルホン酸、3 - ヒドロキシプロパン - 1 - スルホン酸、3 - アミノ - 1 - プロパンスルホン酸、スルホ酢酸、ノナフルオロブタン - 1 - スルホン酸、ベンゼンスルホン酸、3 - アミノベンゼンスルホン酸、p - トルエン - 1 - スルホン酸一水和物、及びメタンスルホン酸から選択される 1 種類以上のスルホン酸が含まれる。本実施形態の 1 つの態様では前記スルホン酸はメタンスルホン酸 ( $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$ ) である。

【 0 1 4 0】

10

20

30

40

50

## (c) 他の酸

## 【0141】

幾つかの実施形態では前記混合物の中に含まれる前記少なくとも1種類の追加の酸は硫酸であり、硝酸(HNO<sub>3</sub>)及び塩酸(HCl)のうちの1つ以上である。

## 【0142】

この少なくとも1種類の追加の酸(スルホン酸及び/又は硫酸など)の総量は前記エッチング組成物の約0.1質量%~約60%、約0.2質量%~約40%、又は約0.5質量%~約35質量%である。この少なくとも1種類の追加の酸が使用されるときは前記組成物の約1質量%~約30質量%で含まれることが好ましい。代替的实施形態でこの少なくとも1種類の追加の酸の総量は以下の質量パーセントのリストによって規定される始点と終点を有する範囲内の量、すなわち0.1%、0.5%、0.8%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7.0%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、27%、30%、32%、35%、37%、及び40%の量である。これらの質量パーセンテージは「純」物質の質量パーセント値である。

10

## 【0143】

代替的实施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物はこの少なくとも1種類の追加の酸(硫酸及び/又はスルホン酸などの添加)を含まないか、又は実質的に含まない。

## 【0144】

## II. 追加のケイ素含有化合物

20

## 【0145】

幾つかの実施形態では前記混合物は式I、式II、又は式IIIの化合物以外の追加のケイ素含有化合物を含むことができる。このような追加のケイ素含有化合物はアルキルシルセスキオキサン類、ビニルシルセスキオキサン、カルボン酸アルキルシルセスキオキサン及びアルキレングリコールアルキルシルセスキオキサンのうちの1種類以上であり得る。

## 【0146】

## III. ヒドロキシル基含有水混和性溶媒

## 【0147】

幾つかの実施形態では前記混合物はヒドロキシル基含有水混和性溶媒を含むことができる。このヒドロキシル基含有水混和性溶媒は、窒化ケイ素が優先的及び選択的にエッチングされるように酸化ケイ素を保護するように主に機能する。

30

## 【0148】

適切なヒドロキシル基含有水混和性溶媒の分類にはアルカンジオール及びアルカンポリオール(アルキレングリコールを含むがこれに限定されない)、グリコール、アルコキシアルコール(グリコールモノエーテルを含むがこれに限定されない)、飽和脂肪族一価アルコール、不飽和芳香族一価アルコール、及び環含有低分子量アルコールが挙げられるがこれらに限定されない。

## 【0149】

(C<sub>2</sub>~C<sub>20</sub>)アルカンジオール及び(C<sub>3</sub>~C<sub>20</sub>)アルカントリオールなどの適切な水溶性アルカンジオール及びアルカンポリオールの例には2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,3-プロパンジオール、2,2-ジメチル-1,3-プロパンジオール、1,4-ブタンジオール、1,3-ブタンジオール、1,2-ブタンジオール、2,3-ブタンジオール、及びピナコールが挙げられるがこれらに限定されない。

40

## 【0150】

適切な水溶性アルキレングリコールの例にはエチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチレングリコール、グリセロール、ジプロピレングリコール、トリエチレングリコール、及びテトラエチレングリコールが挙げられるがこれらに限定されない。

## 【0151】

適切な水溶性アルコキシアルコールの例には3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール、3-メトキシ-1-ブタノール、1-メトキシ-2-ブタノール、及び水溶性グリコ

50

ールモノエーテルが挙げられるがこれらに限定されない。

【0152】

適切な水溶性グリコールモノエーテルの例にはエチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノ *n*-プロピルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、エチレングリコールモノ *n*-ブチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールモノエチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテル、1-メトキシ-2-プロパノール、2-メトキシ-1-プロパノール、1-エトキシ-2-プロパノール、2-エトキシ-1-プロパノール、プロピレングリコールモノ-*n*-プロピルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノ-*n*-プロピルエーテル、トリプロピレングリコールモノエチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル及びエチレングリコールモノベンジルエーテル、ジエチレングリコールモノベンジルエーテル、及びそれらの混合物が挙げられるがこれらに限定されない。

10

【0153】

適切な水溶性飽和脂肪族一価アルコールの例にはメタノール、エタノール、*n*-プロピルアルコール、イソプロピルアルコール、1-ブタノール、2-ブタノール、イソブチルアルコール、*tert*-ブチルアルコール、2-ペンタノール、*t*-ペンチルアルコール、1-ヘキサノール、及びそれらの混合物が挙げられるがこれらに限定されない。

20

【0154】

適切な水溶性不飽和非芳香族一価アルコールの例にはアリルアルコール、プロパギルアルコール、2-ブテニルアルコール、3-ブテニルアルコール、4-ペンテン-2-オール、及びそれらの混合物が挙げられるがこれらに限定されない。

【0155】

適切な水溶性環含有低分子量アルコールの例には -テルピネオール、テトラヒドロフルフリルアルコール、フルフリルアルコール、1,3-シクロペンタンジオール、及びそれらの混合物が挙げられるがこれらに限定されない。

【0156】

幾つかの実施形態ではヒドロキシル基含有水混和性溶媒の量は前記組成物の約1.0質量%~約30質量%を構成する。このヒドロキシル基含有水混和性溶媒が使用されるときはこのヒドロキシル基含有水混和性溶媒が前記組成物の約5質量%~約15質量%を構成することが好ましい。

30

【0157】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物はヒドロキシル基含有水混和性溶媒を含まないか、若しくは実質的に含まず、又は上記のヒドロキシル基含有水混和性溶媒のどれか若しくは全てを含まないか、若しくは実質的に含まない。

【0158】

IV. ケイ酸

【0159】

幾つかの実施形態では前記混合物はケイ酸を含むことができる。ケイ酸が使用される場合ではこのケイ酸は酸化ケイ素の保護及び窒化ケイ素エッチングの選択性の向上を補助する。

40

【0160】

幾つかの実施形態ではケイ酸の量は前記組成物の約0.001質量%~約5.0質量%を構成し、好ましくは約0.01質量%~約2.0質量%を構成する。他の実施形態ではこのケイ酸は前記組成物の約0.02質量%~約0.08質量%を構成する。

【0161】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物はケイ酸を添加されないか、又は実質的に添加されない。

50

## 【 0 1 6 2 】

V . リン酸化合物

## 【 0 1 6 3 】

幾つかの実施形態では前記混合物はリン酸化合物、例えばトリエチルリン酸 ( T E P O ) 及び / 又はトリメチルリン酸 ( T M P O ) などを含むことができる。リン酸化合物が使用される場合にはこのリン酸化合物は補足的な溶媒として機能する。

## 【 0 1 6 4 】

幾つかの実施形態では前記リン酸化合物 ( 例えば T M P O ) の量は前記組成物の約 0 . 0 5 質量 % ~ 約 1 5 質量 % を構成し、好ましくは約 0 . 1 質量 % ~ 約 5 質量 % を構成する。他の実施形態ではリン酸化合物が使用されるときにはこのリン酸化合物 ( 例えば T M P O ) は前記組成物の約 2 質量 % を構成する。

10

## 【 0 1 6 5 】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物はリン酸化合物を添加されないか、又は実質的に添加されない。

## 【 0 1 6 6 】

V I . 界面活性剤

## 【 0 1 6 7 】

幾つかの実施形態では前記混合物は少なくとも 1 種類の水溶性非イオン性界面活性剤を含むことができる。界面活性剤は残留物の除去を補助するように働く。

## 【 0 1 6 8 】

これらの水溶性非イオン性界面活性剤の例にはポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンセチルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンオレイルエーテル、ポリオキシエチレン高級アルコールエーテル、ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル、ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル、ポリオキシエチレン誘導体、ポリオキシエチレンソルビタンモノラウレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノパルミテート、ポリオキシエチレンソルビタンモノステアレート、ポリオキシエチレンソルビタントリステアレート、ポリオキシエチレンソルビタンモノオレエート、ポリオキシエチレンソルビタントリオレエート、ポリオキシエチレンソルビットテトラオレエート、ポリエチレングリコールモノラウレート、ポリエチレングリコールモノステアレート、ポリエチレングリコールジステアレート、ポリエチレングリコールモノオレエート、ポリオキシエチレンアルキルアミン、ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油、アルキルアルカノールアミド、及びそれらの混合物が挙げられる。

20

## 【 0 1 6 9 】

幾つかの実施形態では前記界面活性剤の量としては、前記組成物の約 0 . 0 0 1 質量 % ~ 約 5 質量 % が挙げられ、好ましくは前記組成物の約 0 . 0 1 質量 % ~ 約 2 . 5 質量 % が挙げられ、最も好ましくは前記組成物の約 0 . 1 質量 % ~ 約 1 . 0 質量 % が挙げられる。

## 【 0 1 7 0 】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物は界面活性剤を含まないか、又は実質的に含まない。

## 【 0 1 7 1 】

V I I . キレート剤

## 【 0 1 7 2 】

幾つかの実施形態では前記混合物は少なくとも 1 種類の金属キレート剤を含むことができる。金属キレート剤は、金属を組成物中に保持し、且つ、金属残留物の溶解を増強する前記組成物の能力を上昇させるように機能し得る。

40

## 【 0 1 7 3 】

適切なキレート剤の例には以下の有機酸及びそれらの異性体及び塩、すなわちエチレンジアミンテトラ酢酸 ( E D T A )、プチレンジアミンテトラ酢酸、( 1 , 2 - シクロヘキシレンジアミン ) テトラ酢酸 ( C y D T A )、ジエチレントリアミンペンタ酢酸 ( D E T P A )、エチレンジアミンテトラプロピオン酸、( ヒドロキシエチル ) エチレンジアミン

50

トリ酢酸 (HEDTA)、N, N, N', N' - エチレンジアミンテトラ (メチレンホスホン) 酸 (EDTMP)、トリエチレントトラミンヘキサ酢酸 (TTHA)、1, 3 - ジアミノ - 2 - ヒドロキシプロパン - N, N, N', N' - テトラ酢酸 (DHPTA)、メチルイミノジ酢酸、プロピレンジアミンテトラ酢酸、ニトロトリ酢酸 (NTA)、クエン酸、酒石酸、グルコン酸、サッカリン酸、グリセリン酸、シュウ酸、フタル酸、マレイン酸、マンデル酸、マロン酸、乳酸、サリチル酸、没食子酸プロピル、ピロガロール、8 - ヒドロキシキノリン、及びシステインが挙げられるがこれらに限定されない。好ましいキレート剤はEDTAやCyDTAなどのアミノカルボン酸及びEDTMPなどのアミノホスホン酸である。

【0174】

幾つかの実施形態では前記キレート剤の量は前記組成物の約0.1質量% ~ 約10質量%を構成し、好ましくは約0.5質量% ~ 約5質量%を構成する。

10

【0175】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象の前記組成物はキレート剤を含まないか、又は実質的に含まない。

【0176】

ある実施形態では前記組成物は金属水酸化物、金属の添加、ハロゲン化物含有化合物、TEOS、シリルリン酸化合物、並びに反復性モノマーを含まないシラン類及びシラノール類を実質的に含まないか、又は含まない。

【0177】

製造方法

20

【0178】

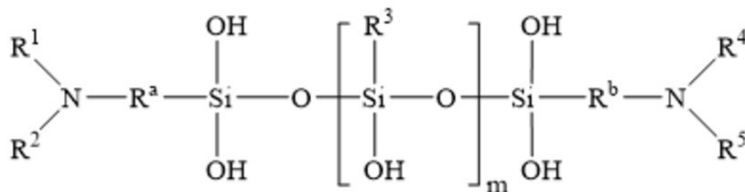
本開示及び本請求の対象は本明細書において説明及び請求される前記エッチング組成物を製造する方法をさらに含む。

【0179】

1つの実施形態では前記エッチング組成物を形成するための前記方法は、

- (A) 約70質量%以下の純リン酸、及び
- (B) 約30質量%以上の混合物であって、
- (I) 式I、すなわち、

【化193】



30

の化合物であって、式中、

- (i) m = 0 ~ 20であり、
- (ii) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が独立して水素、C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub>直鎖アルキル基、フッ素置換C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub>直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub>分岐鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub>環状アルキル基、C<sub>5</sub> ~ C<sub>12</sub>アリール基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub>直鎖又は分岐鎖アルケニル基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub>直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

40

【化194】



からなる群より選択され、及び

- (iii) R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が独立してC<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub>直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub>

50

分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリアル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、  
【化195】



及び

【化196】



10

で置換された $C_1 \sim C_{10}$ アルキルから選択される前記化合物、並びに

(II) 水性溶媒を含む前記混合物

を混合することを含む。

【0180】

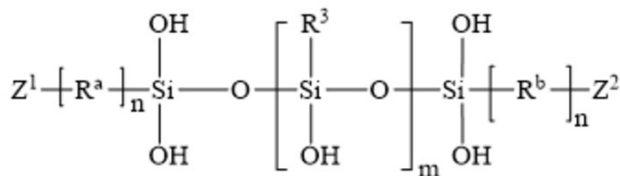
1つの実施形態では前記エッチング組成物を形成するための前記方法は、

(A) 約70質量%以下の純リン酸、

(B) 約30質量%以上の混合物であって、

(I) 式II、すなわち、

【化197】



の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$ であり、

(ii)  $n = 0 \sim 20$ であり、

(iii)  $R^3$ が水素、 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリアル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化198】



30

$Z^1$ 、及び $Z^2$ からなる群より選択され、及び

(iv)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が独立して $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリアル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化199】



及び

40

50

【化 2 0 0】

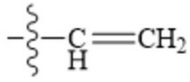


で置換された C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> アルキルから選択され、

(v) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> が各々独立して

(a)

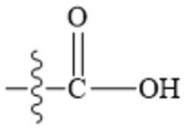
【化 2 0 1】



10

(b)

【化 2 0 2】



20

(c)

【化 2 0 3】



(d)

及び

30

【化 2 0 4】



から選択される前記化合物、並びに

(II) 水性溶媒を含む前記混合物を混合することを含む。

【0 1 8 1】

1つの実施形態では前記エッチング組成物を形成するための前記方法は、

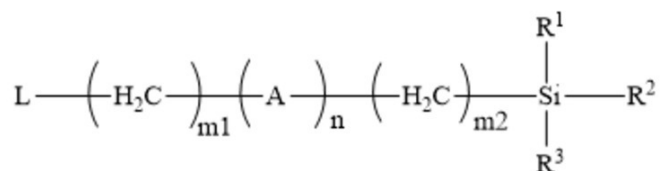
40

(A) 約 70 質量%以下の純リン酸、

(B) 約 30 質量%以上の混合物であって、

(I) 式 III、すなわち、

【化 2 0 5】



50

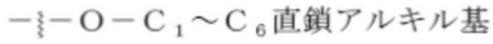
の化合物であって、式中、

( i )  $m_1$  及び  $m_2$  のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として  $m_1$  及び  $m_2$  が各々 0 ~ 10 に等しく、

( i i )  $n = 0$  又は 1 であり、

( i i i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が独立して水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基、及び

【化 2 0 6】



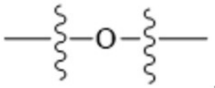
10

からなる群より選択され、

( i v ) A は

( a )

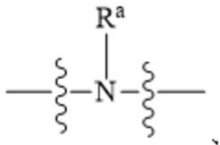
【化 2 0 7】



( b )  $R^a$  が水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

20

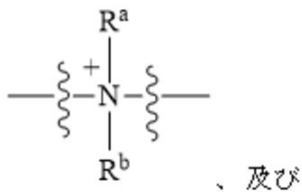
【化 2 0 8】



( c )  $R^a$  及び  $R^b$  が各々独立して水素、 $C_1 \sim C_6$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

30

【化 2 0 9】



( d )

【化 2 1 0】

40



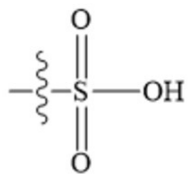
から選択され、

( v ) L は

( a )

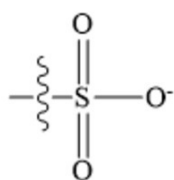
50

【化 2 1 1】



( b )

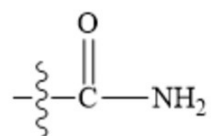
【化 2 1 2】



10

( c )

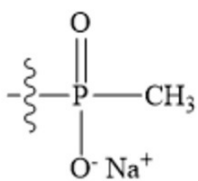
【化 2 1 3】



20

( d )

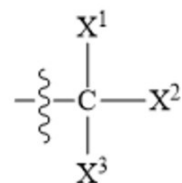
【化 2 1 4】



30

( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び $X^3$ の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

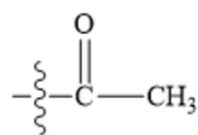
【化 2 1 5】



40

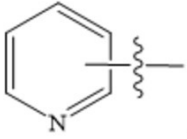
( f )

【化 2 1 6】

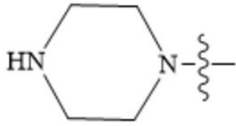


50

( g )  
【化 2 1 7】

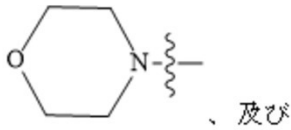


( h )  
【化 2 1 8】



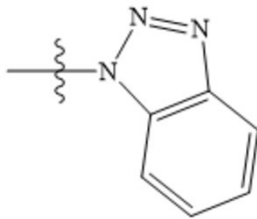
10

( i )  
【化 2 1 9】



20

( j )  
【化 2 2 0】



30

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物  
を混合することを含む。

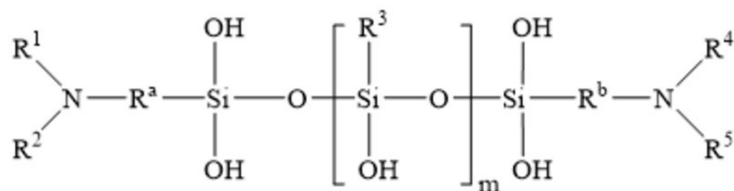
【 0 1 8 2 】

1つの実施形態では前記エッチング組成物を形成するための前記方法は、

- ( A ) 約 7 0 質量% 超の純リン酸、
- ( B ) 約 3 0 質量% 未満の混合物であって、
- ( I ) 式 I、すなわち、

40

【化 2 2 1】



50



【化 2 2 6】

Z<sup>1</sup>、及び Z<sup>2</sup> からなる群より選択され、及び

(iv) R<sup>a</sup> 及び R<sup>b</sup> の各々が独立して C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 分岐鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 環状アルキル基、C<sub>5</sub> ~ C<sub>12</sub> アリール基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化 2 2 7】



10

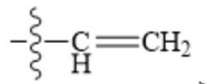
及び

【化 2 2 8】

で置換された C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> アルキルから選択され、(v) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> が各々独立して

(a)

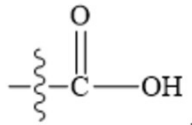
【化 2 2 9】



20

(b)

【化 2 3 0】



30

(c)

【化 2 3 1】



(d)

及び

【化 2 3 2】



40

から選択される前記化合物、並びに

(II) 水性溶媒を含む前記混合物を混合することを含む。

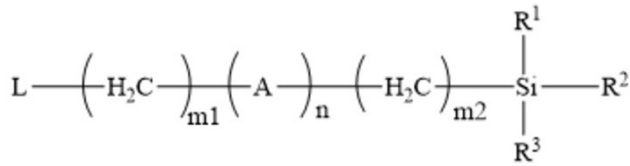
【0 1 8 4】

1つの実施形態では前記エッチング組成物を形成するための前記方法は、

(A) 約 70 質量% 超の純リン酸、

50

- ( B ) 約 3 0 質 量 % 未 満 の 混 合 物 で あ っ て 、  
 ( I ) 式 I I I 、 す な わ ち 、  
 【 化 2 3 3 】



10

の 化 合 物 で あ っ て 、 式 中 、

- ( i )  $m1$  及 び  $m2$  の う ち の 少 な く と も 一 方 が 1 以 上 で あ る こ と を 条 件 と し て  $m1$  及 び  $m2$  が 各 々 0 ~ 1 0 に 等 し く 、  
 ( i i )  $n = 0$  又 は 1 で あ り 、  
 ( i i i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、及 び  $R^3$  の 各 々 が 独 立 し て 水 素、 $C_1 \sim C_6$  直 鎖 アルキル基、  
 $C_3 \sim C_6$  分 岐 鎖 アルキル基、及 び

【 化 2 3 4 】

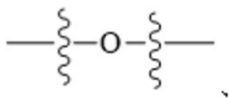
—O— $C_1 \sim C_6$  直 鎖 アルキル基

20

か ら な る 群 よ り 選 択 さ れ 、

- ( i v ) A は  
 ( a )

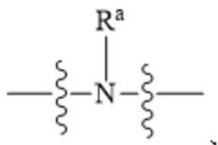
【 化 2 3 5 】



30

- ( b )  $R^a$  が 水 素、 $C_1 \sim C_6$  直 鎖 アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分 岐 鎖 アルキル基か ら 選 択 さ れ る

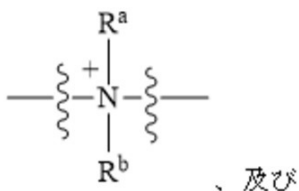
【 化 2 3 6 】



- ( c )  $R^a$  及 び  $R^b$  が 各 々 独 立 し て 水 素、 $C_1 \sim C_6$  直 鎖 アルキル基、 $C_3 \sim C_6$  分 岐 鎖 アルキル基か ら 選 択 さ れ る

40

【 化 2 3 7 】



- ( d )

50

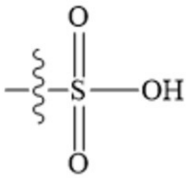
【化 2 3 8】



から選択され、  
 ( v ) L は

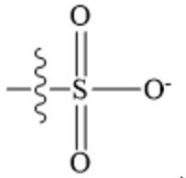
( a )

【化 2 3 9】



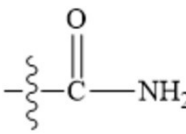
( b )

【化 2 4 0】



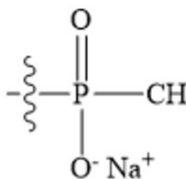
( c )

【化 2 4 1】



( d )

【化 2 4 2】



( e ) X<sup>1</sup>、X<sup>2</sup>、及びX<sup>3</sup>の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

10

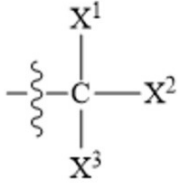
20

30

40

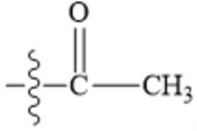
50

【化 2 4 3】



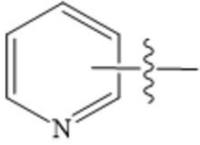
( f )

【化 2 4 4】



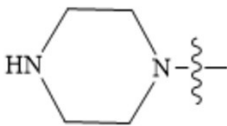
( g )

【化 2 4 5】



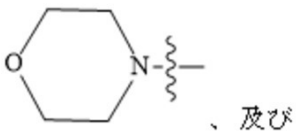
( h )

【化 2 4 6】



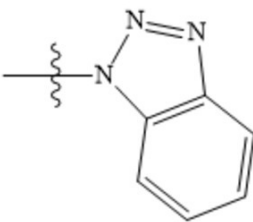
( i )

【化 2 4 7】



( j )

【化 2 4 8】



から選択される前記化合物、並びに

10

20

30

40

50

( I I ) 水性溶媒を含む前記混合物を混合することを含む。

【 0 1 8 5 】

使用方法

【 0 1 8 6 】

本開示及び本請求の対象は、窒化ケイ素及び二酸化ケイ素を含む複合型半導体素子上における二酸化ケイ素と比べた窒化ケイ素のエッチング速度を選択的に向上させる方法をさらに含む。

【 0 1 8 7 】

1つの実施形態では前記方法は、

( a ) 窒化ケイ素及び二酸化ケイ素を含む前記複合型半導体素子を本明細書において開示及び / 又は請求される前記エッチング組成物のうちの1つ以上と接触させる工程、及び

( b ) 前記窒化ケイ素を少なくとも部分的に除去した後に前記複合型半導体素子を洗浄する工程

を含む。本実施形態のその他の態様では前記接触工程は約 1 6 0 の温度で実施される。

【 0 1 8 8 】

その他の実施形態では前記方法は ( c ) 乾燥工程を含むことができる。

【 0 1 8 9 】

本説明の方法では「少なくとも部分的に除去される」は前記材料の少なくとも 9 0 % の除去、好ましくは少なくとも 9 5 % の除去を意味する。本開示の前記組成物を使用して少なくとも 9 9 % が除去されることが最も好ましい。

【 0 1 9 0 】

その他の実施形態では前記方法は、前記基板を希釈フッ化水素酸 ( d H F ) ( 1 : 1 0 0 の H F / 水混液 ) と ( 例えば浸漬又は散布により ) 接触させることを含む前処理工程を含むことができる。 d H F 前処理工程を除外することもでき、それでも本開示及び本請求の対象の前記組成物を使用して高い相対的エッチング速度を達成できることが認められている。また、この d H F 前処理工程が用いられたときに本開示及び本請求の対象の前記組成物はリン酸組成物単独のときと比較して前記基板に与える損害が少ないことが分かった。この d H F 前処理工程に起因する損害の拡大は、本開示及び本請求の対象の前記組成物を使用して処理するときの攪拌を抑制し、前処理と本開示及び本請求の対象の前記組成物との接触との間の時間を短縮することにより最小限にすることができる。

【 0 1 9 1 】

幾つかの実施形態では前記接触工程は、例えば、浸漬、散布、又は枚葉プロセスの介在などのあらゆる適切な手段により実施可能である。

【 0 1 9 2 】

幾つかの実施形態では前記接触工程時の前記組成物の温度は約 1 0 0 ~ 2 0 0 であることが好ましい。その他の態様ではこの温度は約 1 4 0 ~ 1 8 0 である。その他の態様では前記接触工程時の前記組成物の温度は約 1 6 0 である。

【 0 1 9 3 】

幾つかの実施形態では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 3 0 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 5 0 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 1 0 0 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 1 2 5 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 1 5 0 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約 2 0 0 0 以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して

10

20

30

40

50

窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約2500以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約3000以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約3500以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約4000以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約4500以上である。その他の態様では本開示及び本請求の対象エッチング組成物の酸化ケイ素に対して窒化ケイ素を選択するエッチング選択性は約5000以上である。

10

**【0194】**

幾つかの実施形態では酸化ケイ素のエッチングは1 /分未満である。その他の態様では酸化ケイ素のエッチングは0.5 /分未満である。その他の態様では酸化ケイ素のエッチングは0.01 /分未満である。

**【0195】**

幾つかの実施形態では前記洗浄工程(c)はあらゆる適切な手段で実行され、例えば浸漬法又は散布法により前記基板を脱イオン水で洗浄することによって実施される。別の態様では前記洗浄工程は、脱イオン水と水混和性有機溶媒、例えばイソプロピルアルコールなどとの混合物を用いて実施される。

**【0196】**

幾つかの実施形態では前記乾燥工程はあらゆる適切な手段で実行され、例えばイソプロピルアルコール(IPA)蒸気乾燥、加熱、又は求心力によって実施される。

20

**【実施例】****【0197】**

これより本開示のより具体的な実施形態及びこのような実施形態を裏付ける実験結果を参照する。これらの例は本開示の内容をさらに十分に例示するために以下に提示されるものであり、本開示の内容多少なりとも限定するものと解釈されるべきではない。

**【0198】**

本開示の内容の主旨又は範囲から逸脱せずに本開示の内容及び本明細書において提示される特定の例に対して様々な改変と変形が可能であることが当業者に明らかになる。したがって、以下の例によって提供される説明を含む本開示の内容は、あらゆる請求項及びそれらの均等物の範囲の中に入る本開示の内容の改変及び変形を包含することが意図されている。

30

**【0199】**

材料と方法

**【0200】**

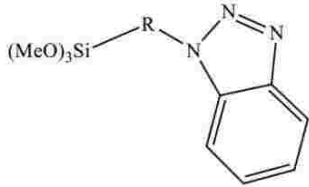
ここで使用される全ての成分は市販されている。

**【0201】**

本例では以下のケイ素含有化合物を施用した。

40

【表 1】

参照番号	ケイ素含有化合物	CAS番号
Si化合物1	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	—
Si化合物2	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{O} \\    \quad   \quad   \quad    \\ \text{HO}-\text{C}-(\text{H}_2\text{C})_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_2)_3-\text{C}-\text{OH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	—
Si化合物3	トリメトキシ(3,3-トリフルオロプロピル)シラン	429-60-7
Si化合物4	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\   \quad   \\ ^-\text{Cl}(\text{H}_3\text{C})_3^+\text{N}-(\text{H}_2\text{C})_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_2)_3-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^- \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	—
Si化合物5	<p>Rが—(CH<sub>2</sub>)<sub>x</sub>—であり、xが1～5である</p> 	—
Si化合物6	1-[3-(トリメトキシシリル)プロピル]尿素	23843-64-3
Si化合物7	3-(トリヒドロキシシリル)プロパン-1-スルホン酸	70942-24-4
Si化合物8	3-(トリヒドロキシシリル)プロピルメチルリン酸-ナトリウム塩組成物	84962-98-1
Si化合物9	$\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\   \quad   \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{HN}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}-\text{C}_2\text{H}_4-\text{NH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	—

10

20

30

## 【0202】

エッチング組成物を調製するための全般的手順

## 【0203】

本例において示される全ての組成物は、1インチ(約2.54cm)のテフロン被覆攪拌子を使用して250mLのビーカーの中で構成要素を混合することで調製した。典型的にはこのビーカーに添加される1番目の材料は脱イオン(DI)水であった。リン酸は次に添加されることが典型的であり、続いて前記ケイ素含有化合物が添加され、(もしあれば)その後に残りの構成要素が添加される。

40

## 【0204】

基板の組成

## 【0205】

本例において使用される各被検20mm×20mmクーポンはシリコン基板上に窒化ケイ素、すなわちSiN<sub>x</sub>の層を含んだ。比較例はシリコン基板上に酸化ケイ素、すなわちSiO<sub>x</sub>の層を含んだ。

## 【0206】

処理条件

## 【0207】

2分の1インチ(約1.27cm)の球形テフロン攪拌子を300rpmにセットして

50

250 mLのビーカーの中で100 gの前記エッチング組成物を使用してエッチング検査を実行した。ホットプレート上で前記エッチング組成物を約160 °Cの温度まで加熱した。検査前に前記SiNx基板小片、ポリシリコン基板小片、及びパターン検査基板小片（被検クーポン）をDHF（1：100のHF/DI水）で約3分間にわたって処理した。前記SiOx被検クーポンはDHFで前処理されなかった。これらの被検クーポンを約3分間（SiNx基板）から約60分間（SiOx基板）にわたって前記組成物の中に攪拌しながら浸漬した。

【0208】

これらの部分を約3分間にわたってDI水浴中又はDI水の散布により洗浄し、その後でフィルター濾過済みの窒素を使用してこれらの部分を乾燥した。窒化ケイ素のエッチング速度と酸化ケイ素のエッチング速度をエッチング前後の厚さの変化から推定し、且つ、分光偏光解析法（FilmTek（商標）2000 PAR-SE、サイエンティフィック・コンピューティン・インターナショナル社）により測定した。典型的な初期層厚はSiNxについては4395 Åであり、SiOxについては229 Åであった。

【0209】

以下のシリーズの表は本開示及び本請求のエッチング組成物の幾つかの実施形態の評価結果を示している。

10

20

30

40

50

## 【表 2】

テーブル1: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>が存在するときのS i O<sub>2</sub>に対するS i N xの選択性へのS i 化合物の効果

原料	アッセイ (質量%)	例 1	例 2	例 3	例 3	例 3	例 4	例 5	例 6	例 7	例 8
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
脱イオン水	100	--	--	3.50	--	--	3.50	3.50	--	1.43	--
S i 化合物 1	30	5.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--
S i 化合物 2	30	--	5.00	--	--	--	--	--	--	--	--
S i 化合物 3	100	--	--	1.50	--	--	--	--	--	--	--
S i 化合物 4	30	--	--	--	5.00	--	--	--	--	--	--
S i 化合物 5	100	--	--	--	--	1.50	--	--	--	--	--
S i 化合物 6	100	--	--	--	--	--	1.50	1.50	--	--	--
S i 化合物 7	30	--	--	--	--	--	--	--	5.00	--	--
S i 化合物 8	42	--	--	--	--	--	--	--	--	3.57	--
S i 化合物 9	30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5.00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	96	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
S i N x エッチング速度 (Å/分)		167	256	178	144	156	156	165	127	159	142
S i O x エッチング速度 (Å/分)		0.062	0.152	0.864	1.560	0.027	0.027	-0.014	-0.066	-0.323	-0.216
S i O <sub>2</sub> に対するS i Nの選 択性		2693.548	1684.211	206.019	92.308	5777.778	5777.778	-11785.714	-1924.242	-492.260	-657.407

10

20

30

40

50

## 【表 3】

テーブル 2 :  $H_2SO_4$  が存在しないときの  $SiO_2$  に対する  $SiN_x$  の選択性への  $Si$  化合物の効果

原料	アッセイ (質量%)	例 9	例 10	例 11	例 12	例 13	例 14	例 15
$H_3PO_4$	85	100.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
脱イオン水	100	--	--	--	--	--	--	1.43
Si 化合物 1	30	--	5.00	--	--	--	--	--
Si 化合物 9	30	--	--	5.00	--	--	--	--
Si 化合物 2	30	--	--	--	5.00	--	--	--
Si 化合物 4	30	--	--	--	--	5.00	--	--
Si 化合物 7	30	--	--	--	--	--	5.00	--
Si 化合物 8	42	--	--	--	--	--	--	3.57
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160	160	160	160
$SiN_x$ エッチング速度 ( $\text{\AA}/\text{分}$ )		239	210	208	218	224	222	194
$SiO_x$ エッチング速度 ( $\text{\AA}/\text{分}$ )		2.230	0.693	-0.207	1.277	1.827	0.129	-0.518
$SiO_2$ に対する $SiN_x$ の選択性		107.175	303.030	-1004.831	170.713	122.605	1720.930	-374.517

10

20

## 【0210】

テーブル 1 及びテーブル 2 は前記ケイ素含有オリゴマーの添加によって  $SiO_x$  のエッチング速度が抑制され、 $SiO_2$  よりも  $SiN_x$  をエッチングする選択性が上昇したことを示している。テーブル 1 は硫酸の添加によって  $SiO_2$  エッチング速度がさらに低下し、したがって選択性が上昇したことをさらに示している。

30

40

50

【表 4】

テーブル3：SiO<sub>2</sub>に対するSiNxの選択性へのH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>濃度の効果

原材料	例10	例16	例17	例18	例19	例20	例21	例22	例23	例24
アッセイ (質量%)										
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	95.00	85.00	80.00	75.00	72.50	70.00	67.00	66.00	63.00	60.00
Si化合物 <sub>1</sub>	500	500	5.00	5.00	5.00	500	5.00	5.00	5.00	500
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	--	1000	15.00	20.00	22.50	25.00	28.00	29.00	32.00	35.00
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
濃度	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
SiNxエッチング速度 (A/分)	210	202	198	187	174	167	158	148	138	120
SiO <sub>2</sub> エッチング速度 (A/分)	0.693	0.305	0.156	0.095	0.085	0.062	0.025	0.016	0.011	0.007
SiO <sub>2</sub> に対するSiNxの選択性	303.030	662.295	1269.231	1968.421	2047.059	2693.548	6320.00	9250.000	12545.455	17142.857
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (質量%)	80.750	72.250	68.000	63.750	61.625	59.500	56.950	56.100	53.550	51.000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (質量%)	0.000	9.600	14.400	19.400	21.600	24.000	26.880	27.840	30.720	33.600
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	---	75.26	4.722	3.320	2.853	2.479	2.119	2.015	1.743	1.518

【0211】

テーブル3はSiO<sub>2</sub>に対してSiNxを選択する選択性への硫酸濃度の顕著な効果を明らかに示した。

10

20

30

40

50

## 【表 5】

テーブル 4 : SiO<sub>2</sub>に対するSiN<sub>x</sub>の選択性へのSi化合物1の濃度の効果

原料	アッセイ (質量%)	85% H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	例 2 5	例 2 6	例 2 7	例 2 8
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	100.00	98.00	90.00	85.00	80.00
Si化合物 1	30	--	2.00	10.00	15.00	20.00
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160	160
SiN <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		239	238	236	197	189
SiO <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		2.230	0.771	0.300	0.226	0.196
SiO <sub>x</sub> に対するSi N <sub>x</sub> の選択性		107.175	308.690	786.667	871.681	964.286
ポリシリコンのエッチ ング速度 (Å/分)		24.8	--	22.3	--	--

10

## 【0212】

テーブル 4 は Si 化合物 1 の濃度が上昇するにつれ SiO<sub>2</sub> エッチング速度が低下することで SiO<sub>2</sub> に対して SiN<sub>x</sub> を選択する選択性が明らかに上昇したことを示している。

20

## 【表 6】

テーブル 5 : スルホン酸の評価

原料	アッセイ (質量%)	例 2 9	例 3 0	例 3 1	例 3 2	例 3 3
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	90.00	88.00	85.00	80.00	75.00
Si化合物1	30	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
メタンスルホン酸 (MSA)	100	--	2.00	5.00	10.00	15.00
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160	160
SiN <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/ 分)		236	200	199	196	182
SiO <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/ 分)		0.300	0.219	0.156	0.099	0.055
SiO <sub>x</sub> に対するSiN <sub>x</sub> の選択 性		786.667	913.242	1275.641	1979.798	3309.091
ポリシリコンのエッチング速度 (Å/分)		22.3	--	--	21.1	19.4

30

40

50

## 【表 7】

テーブル 6 : メタンスルホン酸が存在するときの  $\text{SiO}_2$  に対する  $\text{SiN}_x$  の選択性への  $\text{Si}$  化合物 1 の濃度の効果

原料	アッセイ (質量%)	例 3 4	例 3 5	例 3 6	例 3 7	例 3 8
$\text{H}_3\text{PO}_4$	85	89.50	88.00	80.00	75.00	70.00
$\text{Si}$ 化合物 1	30	0.50	2.00	10.00	15.00	20.00
メタンスル ホン酸	100	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
合計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160	160
$\text{SiN}_x$ エッチング速度 (Å/分)		205	200	196	192	186
$\text{SiO}_x$ エッチング速度 (Å/分)		1.121	0.340	0.099	0.071	0.035
$\text{SiO}_x$ に対する $\text{SiN}_x$ の選択性		182.872	588.235	1979.798	2704.225	5314.286
ポリシリコンのエッチング 速度 (Å/分)		--	--	21.1	--	20.5

10

20

## 【0 2 1 3】

テーブル 5 及びテーブル 6 はメタンスルホン酸も硫酸と同じ役割を果たし、メタンスルホン酸の添加によっても  $\text{SiO}_2$  エッチング速度が低下し、選択性が上昇できたことを示している。

## 【表 8】

テーブル 7 : メタンスルホン酸が存在するときの  $\text{SiO}_2$  に対する  $\text{SiN}_x$  の選択性へのスルホン酸濃度の効果

原料	アッセイ (質量%)	例 3 9	例 4 0	例 4 1	例 4 2
$\text{H}_3\text{PO}_4$	85	90.00	75.00	75.00	70.00
$\text{Si}$ 化合物 1	30	10.00	10.00	10.00	5.00
$\text{H}_2\text{SO}_4$	98	--	--	15.00	25.00
メタンスルホン 酸	100	--	15.00	--	--
合計		100.00	100.00	100.00	100.00
温度		160	160	160	160
$\text{SiN}_x$ エッチング速度 (Å /分)		236	182	185	167
$\text{SiO}_x$ エッチング速度 (Å /分)		0.300	0.055	0.037	0.062
$\text{SiO}_x$ に対する $\text{SiN}_x$ の 選択性		786.667	3309.091	5000.000	2693.548
ポリシリコンのエッチング速 度 (Å/分)		22.3	19.4	12.0	3.1

30

40

## 【0 2 1 4】

テーブル 7 は前記アルキルスルホン酸及び硫酸が本開示及び本請求の対象の前記組成物に添加されたときの相対的除去速度の増加を示している。

50

【表 9】

テーブル 8 : Si 化合物 1 が存在するときの SiO<sub>2</sub> に対する SiN<sub>x</sub> の選択性への有機溶媒及び界面活性剤の効果

原料	アッセイ (質量%)	例 4 3	例 4 4	例 4 5	例 4 6
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	75.00	70.00	74.00	74.985
Si 化合物 1	30	10.00	10.00	10.00	10.000
メタンスルホン酸	100	15.00	15.00	15.00	15.000
トリエチレングリコール ジアミン	100	--	5.00	--	--
3-モルホリノプロピル アミン	100	--	--	1.00	--
ダイノール 607	100	--	--	--	0.015
合計		100.00	100.00	100.00	100.000
温度		160	160	160	160
SiN <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		182	--	152.000	--
SiO <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		0.055	--	0.201	--
SiO <sub>x</sub> に対する SiN <sub>x</sub> の選択性		3309.091	--	756.219	--
ポリシリコンのエッチング速度 (Å/分)		19.4	1.7	1.5	1.2

10

20

【表 10】

テーブル 9 : SiO<sub>2</sub> に対する SiN<sub>x</sub> の選択性への Si 化合物 2 の効果

原料	RMアッセイ (質量%)	例 4 7	例 4 8
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	85	70.00	70.00
Si 化合物 1	30	5.00	--
Si 化合物 2	30	--	5.00
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	25.00	25.00
合計		100.00	100.00
温度		160	160
SiN <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		167	218
SiO <sub>x</sub> エッチング速度 (Å/分)		0.062	0.129

30

## 【0215】

これまでの説明は主に例示目的でしたものである。本開示及び本請求の対象がその例となる実施形態に関して示され、説明されたが、当業者は本開示及び本請求の対象の主旨及び範囲から逸脱せずに本開示及び本請求の対象の前述の変更、省略、及び付加、並びに他の様々な変更、省略、及び付加を本開示及び本請求の対象に行い得ることを理解すべきである。

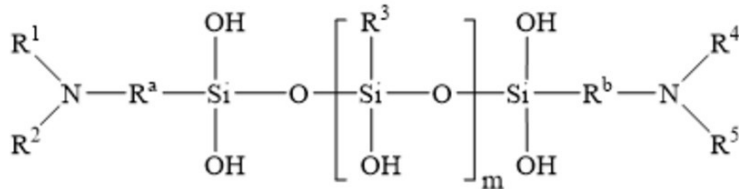
40

本発明は、以下の態様を含んでいる。

- (1) (A) 約 70 質量% 以下の純リン酸、
- (B) 約 30 質量% 以上の混合物であって、
- (I) 式 I、すなわち、

50

## 【化 1】



の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、 $\text{R}^3$ 、 $\text{R}^4$ 、及び $\text{R}^5$ の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

## 【化 2】



からなる群より選択され、ならびに、

(iii)  $\text{R}^a$ 及び $\text{R}^b$ の各々が独立して $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_{10}$ 環状アルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{12}$ アリール基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $\text{C}_2 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

## 【化 3】



及び

## 【化 4】



で置換された $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ アルキルから選択される前記化合物、並びに

(II) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

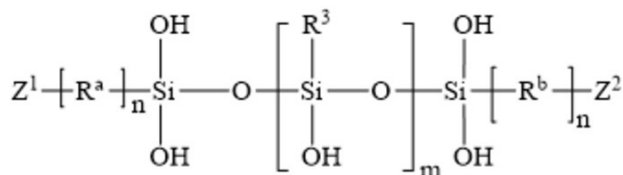
を含む組成物。

(2) (A) 約70質量%以下の純リン酸、

(B) 約30質量%以上の混合物であって、

(I) 式II、すなわち、

## 【化 5】



の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $n = 0 \sim 20$  であり、

(iii)  $\text{R}^3$ が水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキル基、フッ素置換 $\text{C}_1 \sim \text{C}_{10}$ 直鎖アルキ

10

20

30

40

50

ル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化6】



$Z^1$ 、及び $Z^2$ からなる群より選択され、及び

(iv)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が独立して $C_1 \sim C_{10}$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$ 環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$ アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$ 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

10

【化7】



及び

【化8】



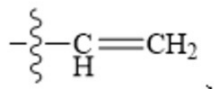
20

で置換された $C_1 \sim C_{10}$ アルキルから選択され、

(v)  $Z^1$ 及び $Z^2$ が各々独立して

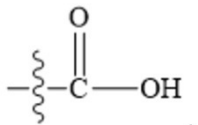
(a)

【化9】



(b)

【化10】



30

(c)

【化11】



40

(d)

及び

【化12】



から選択される前記化合物、並びに

(II) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

50

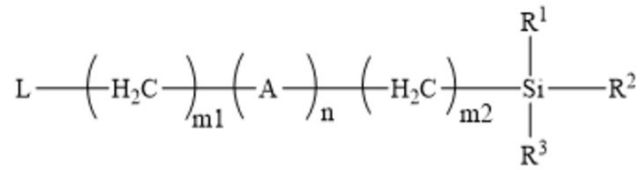
を含む組成物。

(3) (A) 約70質量%以下の純リン酸、

(B) 約30質量%以上の混合物であって、

(I) 式III、すなわち、

【化13】



10

の化合物であって、式中、

(i)  $m1$  及び  $m2$  のうちの少なくとも一方が1以上であることを条件として  $m1$  及び  $m2$  が各々0~10に等しく、

(ii)  $n = 0$  又は1であり、

(iii)  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、及び  $\text{R}^3$  の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_6$  分岐鎖アルキル基、及び

【化14】



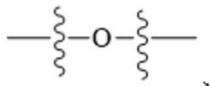
20

からなる群より選択され、

(iv) Aは

(a)

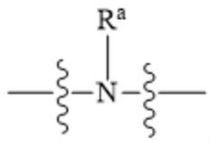
【化15】



30

(b)  $\text{R}^a$  が水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

【化16】

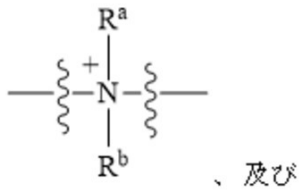


40

(c)  $\text{R}^a$  及び  $\text{R}^b$  が各々独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_6$  分岐鎖アルキル基から選択される

50

【化 1 7】



( d )

【化 1 8】

10



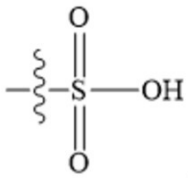
から選択され、

( v ) L が

( a )

【化 1 9】

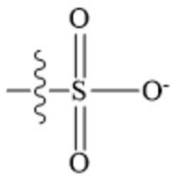
20



( b )

【化 2 0】

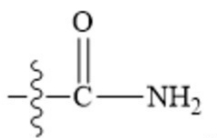
30



( c )

【化 2 1】

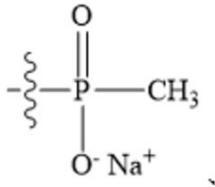
40



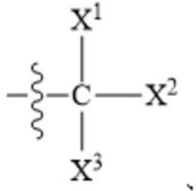
( d )

50

【化 2 2】

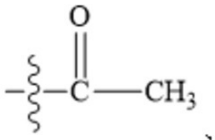
( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び  $X^3$  の各々が独立して Cl、Br、F、又は I から選択される

【化 2 3】



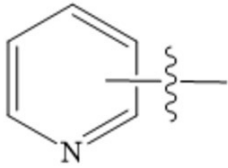
( f )

【化 2 4】



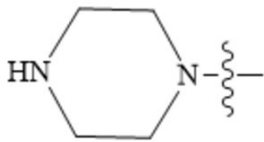
( g )

【化 2 5】



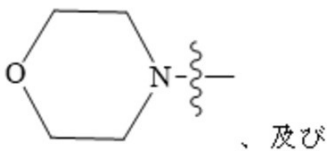
( h )

【化 2 6】



( i )

【化 2 7】



、及び

10

20

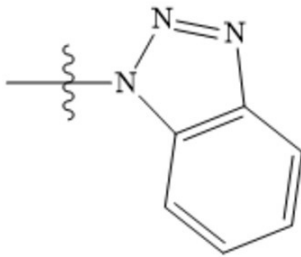
30

40

50

( j )

【化 2 8】



10

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

を含む組成物。

( 4 ) 前記混合物が純リン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 5 ) 前記混合物が  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、及びメタンスルホン酸から選択される純リン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

20

( 6 ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 7 ) 前記混合物が約 2.5 質量%以下の純硫酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 8 ) 前記混合物が純メタンスルホン酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 9 ) 前記混合物がスルホン酸をさらに含む、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 10 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 80 質量%と約 85 質量%との間である、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

30

( 11 ) ( i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、( ii ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 83.5 質量%である、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 12 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 7.0 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 13 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 6.0 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 14 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 5.0 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

40

( 15 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 4.0 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 16 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 3.0 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 17 ) ( i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、( ii ) 1 質量部の純硫酸当たり約 2.0 質量部 ~ 約 2.5 質量部の純リン酸が存在する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載

50

載の組成物。

(18) (i) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、(ii) 1質量部の純硫酸当たり約3.0質量部の純リン酸が存在する、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(19) (i) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、(ii) 1質量部の純硫酸当たり約2.25質量部の純リン酸が存在する、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(20) (i) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、(ii) 1質量部の純硫酸当たり約2.5質量部の純リン酸が存在する、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(21) (i) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、(ii) 1質量部の純硫酸当たり約2.75質量部の純リン酸が存在する、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(22) 前記水性溶媒が水を含む、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

10

(23) 前記水性溶媒が水から基本的に成る、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(24) 前記水性溶媒が水から成る、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(25) 前記混合物がアルキルシルセスキオキサン類、ビニルシルセスキオキサン、カルボン酸アルキルシルセスキオキサン、及びアルキレングリコールアルキルシルセスキオキサンから選択される1種類以上の追加のケイ素含有化合物をさらに含む、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(26) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約8.0質量%~約8.5質量%の範囲である、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(27) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約8.3.5質量%である、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

20

(28) 前記式は前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成る、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(29) 前記式は前記純リン酸及び前記混合物から成る、(1)~(3)のいずれか1項に記載の組成物。

(30) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式Iの前記化合物及び前記水性溶媒から基本的に成る、(1)に記載の組成物。

(31) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式Iの前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(1)に記載の組成物。

(32) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式IIの前記化合物及び前記水性溶媒から基本的に成る、(2)に記載の組成物。

30

(33) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式IIの前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(2)に記載の組成物。

(34) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式IIIの前記化合物及び前記水性溶媒から基本的に成る、(3)に記載の組成物。

(35) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式IIIの前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(3)に記載の組成物。

(36) mが0である、(1)に記載の組成物。

(37) 式Iの前記化合物の含量が約5質量%以下である、(1)に記載の組成物。

(38) 式Iの前記化合物の含量が約4質量%以下である、(1)に記載の組成物。

40

(39) 式Iの前記化合物の含量が約3質量%以下である、(1)に記載の組成物。

(40) 式Iの前記化合物の含量が約2質量%以下である、(1)に記載の組成物。

(41) 式Iの前記化合物の含量が約1質量%以下である、(1)に記載の組成物。

(42)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が同じである、(1)に記載の組成物。

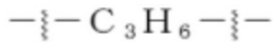
(43)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が水素である、(1)に記載の組成物。

(44)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ のうちの少なくとも1つが水素以外のものである、(1)に記載の組成物。

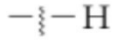
(45) (i)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が

50

【化 2 9】

であり、( i i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

【化 3 0】

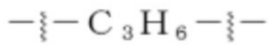


10

であり、( i i i ) m = 0 である、( 1 ) に記載の組成物。

( 4 6 ) ( i ) R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が

【化 3 1】

であり、( i i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

【化 3 2】

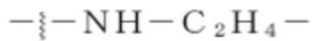


20

であり、( i i i ) m = 0 である、( 1 ) に記載の組成物。

( 4 7 ) ( i ) R<sup>a</sup>及びR<sup>b</sup>の各々が

【化 3 3】



30

であり、( i i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、及びR<sup>5</sup>の各々が

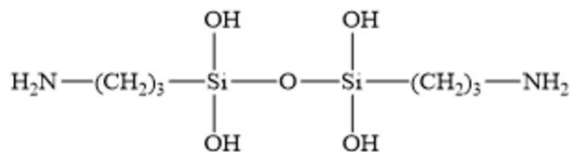
【化 3 4】



であり、( i i i ) m = 0 である、( 1 ) に記載の組成物。

( 4 8 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 3 5】



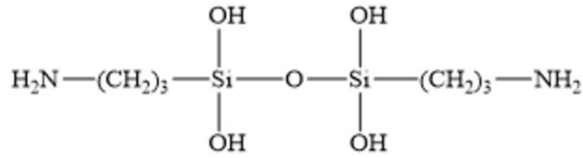
40

である、( 1 ) に記載の組成物。

( 4 9 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

50

## 【化 3 6】



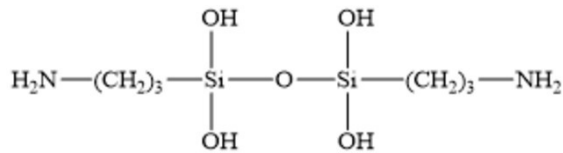
であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、  
( 1 ) に記載の組成物。

10

( 5 0 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 3 7】



であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

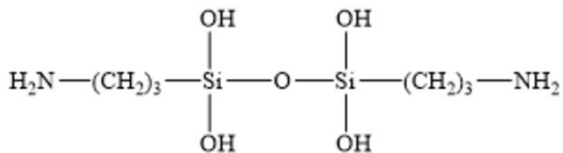
20

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 1 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 3 8】



であり、

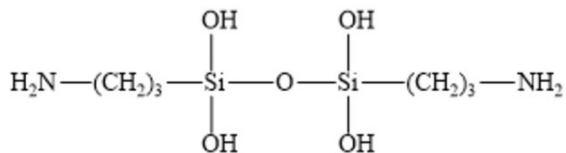
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 2 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 3 9】



であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 8 3 質量%である、

( 1 ) に記載の組成物。

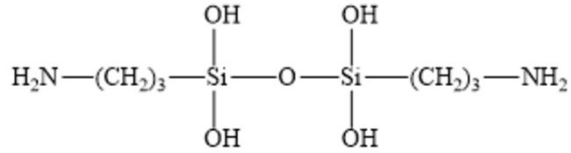
( 5 3 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

30

40

50

【化 4 0】



であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

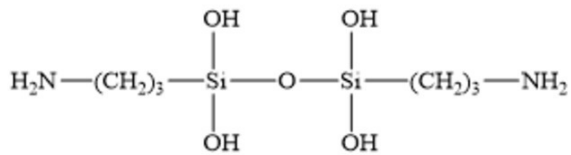
( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 9 4 質量%である、

10

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 4 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 4 1】



20

であり、

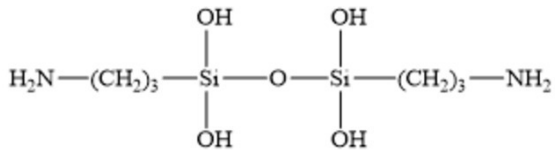
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 4 . 2 7 質量%である、

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 5 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 4 2】



30

であり、

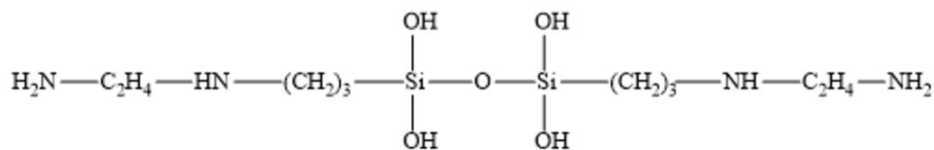
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 4 . 6 質量%である、

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 6 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 4 3】



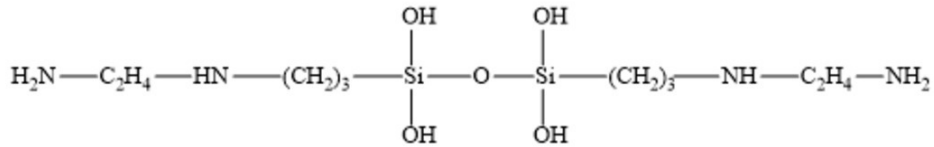
40

である、( 1 ) に記載の組成物。

( 5 7 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

50

## 【化 4 4】



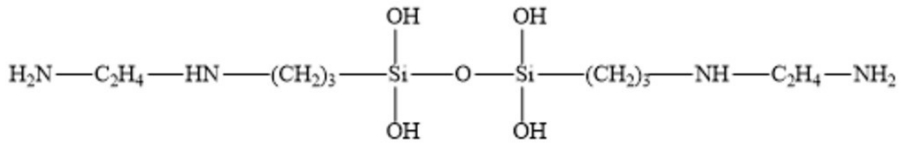
であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 8 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 4 5】



であり、

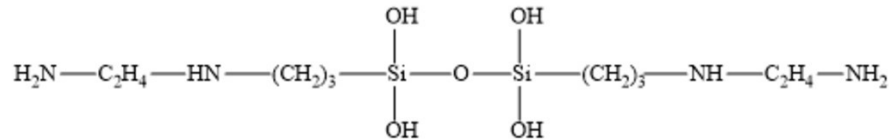
( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量% の範囲である。

( 1 ) に記載の組成物。

( 5 9 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

## 【化 4 6】



であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量% である、

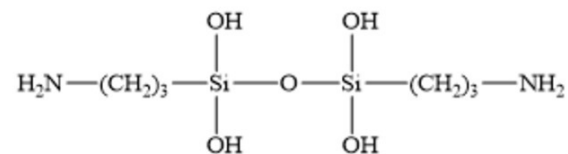
( 1 ) に記載の組成物。

( 6 0 ) ( A ) 約 6 0 質量% 以下の純リン酸、

( B ) 約 4 0 質量% 以上の混合物であって、

( i ) 約 5 質量% 以下の

## 【化 4 7】



( i i ) 約 2 4 質量% 以下の純硫酸、及び

( i i i ) 水を含む水性溶媒

を含む前記混合物

を含む組成物。

( 6 1 ) ( A ) 約 6 0 質量% 以下の純リン酸、

( B ) 約 4 0 質量% 以上の混合物であって、

10

20

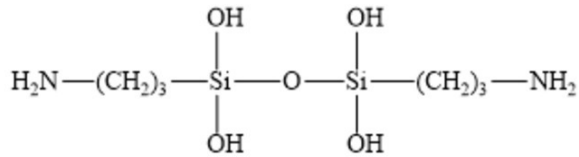
30

40

50

( i ) 約 5 質量 % 以下の

【化 4 8】



( i i ) 約 2.4 質量 % 以下の純硫酸、及び

( i i i ) 水から基本的に成る水性溶媒

から基本的に成る前記混合物

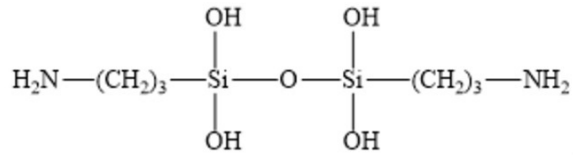
から基本的に成る組成物。

( 6.2 ) ( A ) 約 6.0 質量 % 以下の純リン酸、

( B ) 約 4.0 質量 % 以上の混合物であって、

( i ) 約 5 質量 % 以下の

【化 4 9】



( i i ) 約 2.4 質量 % 以下の純硫酸、及び

( i i i ) 水から成る水性溶媒

から成る前記混合物

から成る組成物。

( 6.3 ) m が 0 である、( 2 ) に記載の組成物。

( 6.4 ) n が 0 である、( 2 ) に記載の組成物。

( 6.5 ) m が 0 であり、n が 0 である、( 2 ) に記載の組成物。

( 6.6 ) 式 I I の前記化合物の含量が約 5 質量 % 以下である、( 2 ) に記載の組成物。

( 6.7 ) 式 I I の前記化合物の含量が約 4 質量 % 以下である、( 2 ) に記載の組成物。

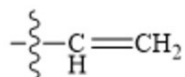
( 6.8 ) 式 I I の前記化合物の含量が約 3 質量 % 以下である、( 2 ) に記載の組成物。

( 6.9 ) 式 I I の前記化合物の含量が約 2 質量 % 以下である、( 2 ) に記載の組成物。

( 7.0 ) 式 I I の前記化合物の含量が約 1 質量 % 以下である、( 2 ) に記載の組成物。

( 7.1 ) ( i ) m = 0 及び n = 3 であり、( i i ) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> の各々が

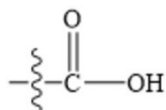
【化 5 0】



である、( 2 ) に記載の組成物。

( 7.2 ) ( i ) m = 0 であり、( i i ) n = 3 及び ( i i i ) Z<sup>1</sup> 及び Z<sup>2</sup> の各々が

【化 5 1】



10

20

30

40

50

である、(2)に記載の組成物。

(73) (i)  $m = 0$  であり、(ii)  $n = 3$  及び (iii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が  
【化52】



である、(2)に記載の組成物。

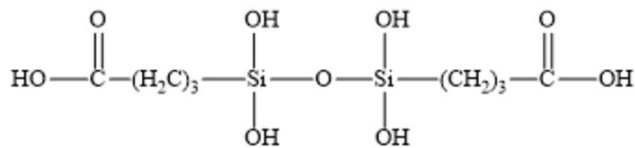
(74) (i)  $m = 0$  であり、(ii)  $n = 3$  及び (iii)  $Z^1$  及び  $Z^2$  の各々が  
【化53】



10

である、(2)に記載の組成物。

(75) (i) 式 I I の前記化合物が  
【化54】



20

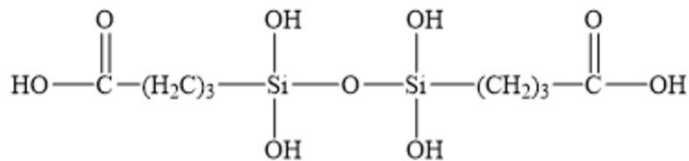
であり、及び

(ii) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、

(2)に記載の組成物。

(76) (i) 式 I I の前記化合物が

【化55】



30

であり、

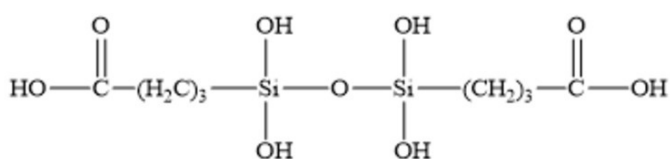
(ii) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

(iii) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約80質量%~約85質量%の範囲である、

(2)に記載の組成物。

(77) (i) 式 I I の前記化合物が

【化56】



40

であり、

(ii) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

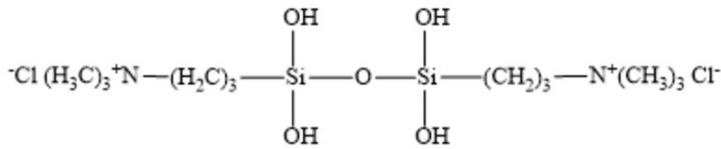
(iii) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約83.5質量%である、

50

( 2 ) に記載の組成物。

( 7 8 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 5 7】



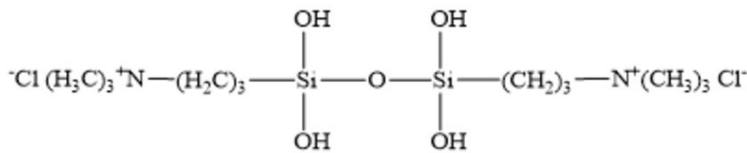
であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、

( 2 ) に記載の組成物。

( 7 9 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 5 8】



であり、

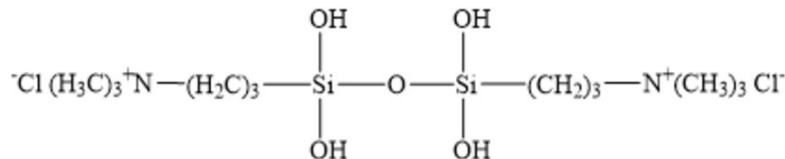
( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8.0 質量% ~ 約 8.5 質量%の範囲である、

( 2 ) に記載の組成物。

( 8 0 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 5 9】



であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8.3 ~ 5 質量%である、

( 2 ) に記載の組成物。

( 8 1 ) 式 I I I の前記化合物の含量が約 5 質量%以下である、( 3 ) に記載の組成物。

( 8 2 ) 式 I I I の前記化合物の含量が約 4 質量%以下である、( 3 ) に記載の組成物。

( 8 3 ) 式 I I I の前記化合物の含量が約 3 質量%以下である、( 3 ) に記載の組成物。

( 8 4 ) 式 I I I の前記化合物の含量が約 2 質量%以下である、( 3 ) に記載の組成物。

( 8 5 ) 式 I I I の前記化合物の含量が約 1 質量%以下である、( 3 ) に記載の組成物。

( 8 6 ) ( i ) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、及び R<sup>3</sup> の各々が

【化 6 0】



であり、( i i ) L が

10

20

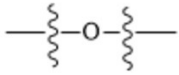
30

40

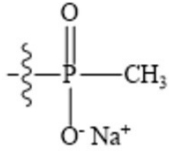
50



であり、(ii)  $m_2 = 3$  であり、(iii)  $n = 1$  であり、(iv) Aは  
【化68】



であり、(v)  $m_1 = 0$  であり、(vi) Lが  
【化69】



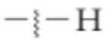
10

である、(3)に記載の組成物。  
(90)(i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が  
【化70】

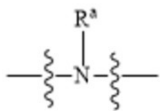


20

であり、(ii)  $m_2 = 3$  であり、(iii)  $n = 1$  であり、(iv) AはRaが  
【化71】

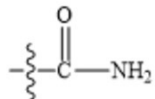


である  
【化72】



30

であり、(v)  $m_1 = 0$  であり、(vi) Lが  
【化73】



40

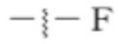
である、(3)に記載の組成物。  
(91)(i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が  
【化74】



であり、(ii)  $m_1$ と $m_2$ の合計が=2、(iii)  $n = 0$  であり、(iv) Lは $X^1$ 、 $X^2$ 及び $X^3$ の各々が

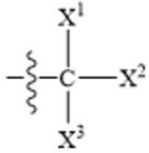
50

【化 7 5】



である

【化 7 6】



10

である、(3)に記載の組成物。

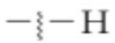
(92) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が

【化 7 7】

であり、(ii)  $m_2 = 3$  であり、(iii)  $n = 1$  であり、(iv) AはRaが

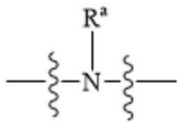
20

【化 7 8】



である

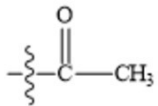
【化 7 9】



30

であり、(v)  $m_1 = 0$  であり、(vi) Lが

【化 8 0】

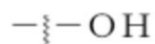


である、(3)に記載の組成物。

40

(93) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び $R^3$ の各々が

【化 8 1】

であり、(ii)  $m_2 = 2$  であり、(iii)  $n = 1$  であり、(iv) Aは

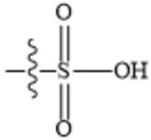
50

【化 8 2】



であり、(v)  $m_1 = 0$  及び (vi) L が

【化 8 3】



10

である、(3)に記載の組成物。

(94) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が

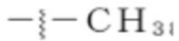
【化 8 4】



20

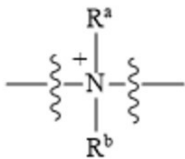
であり、(ii)  $m_2 = 3$  であり、(iii)  $n = 1$  であり、(iv) A は  $R^a$  及び  $R^b$  が

【化 8 5】



である

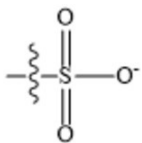
【化 8 6】



30

であり、(v)  $m_1 = 3$  であり、(vi) L が

【化 8 7】



40

である、(3)に記載の組成物。

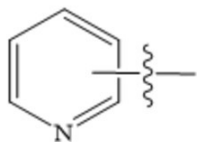
(95) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が

【化 8 8】



50

であり、(ii)  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 2 であり、(iii)  $n = 0$  であり、(iv) L が  
【化 8 9】

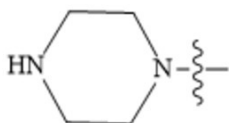


である、(3) に記載の組成物。

(96) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  
【化 9 0】



であり、(ii)  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 3 であり、(iii)  $n = 0$  であり、(iv) L が  
【化 9 1】

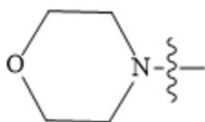


である、(3) に記載の組成物。

(97) (i)  $R^1$ 、 $R^2$ 、及び  $R^3$  の各々が  
【化 9 2】



であり、(ii)  $m_1$  と  $m_2$  の合計が 1 であり、(iii)  $n = 0$  であり、(iv) L が  
【化 9 3】



である、(3) に記載の組成物。

(98) (i) 式 III の前記化合物は R が  
【化 9 4】



であり、 $x = 1 \sim 5$  である。

10

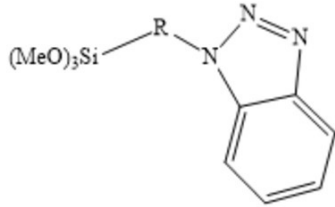
20

30

40

50

【化 9 5】



であり、及び

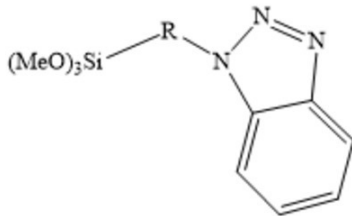
( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、  
 ( 3 ) に記載の組成物。

( 9 9 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物は R が

【化 9 6】

であり、 $x = 1 \sim 5$  である

【化 9 7】



であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8.0 質量% ~ 約 8.5 質量%の範囲である、

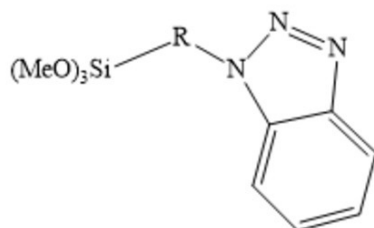
( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 0 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物は R が

【化 9 8】

であり、 $x = 1 \sim 5$  である、

【化 9 9】



であり、

10

20

30

40

50

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び  
 ( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、  
 ( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 1 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が  $\text{Si}(\text{OCH}_3)_3(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CF}_3)$  であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、  
 ( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 2 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が  $\text{Si}(\text{OCH}_3)_3(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CF}_3)$  であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

10

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 3 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が  $\text{Si}(\text{OCH}_3)_3(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CF}_3)$  であり、

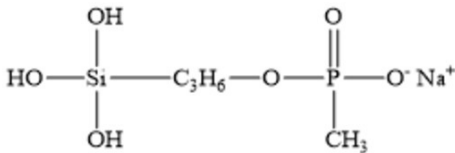
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、  
 ( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 4 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 0】

20



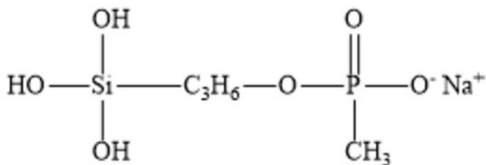
であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、  
 ( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 5 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 1】

30



であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

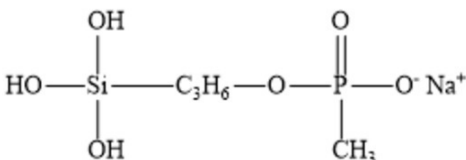
( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

40

( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 6 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 2】



50

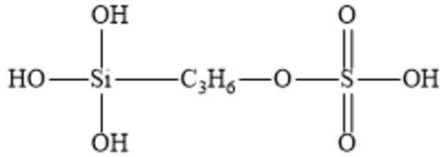
であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、  
( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 7 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 3】



10

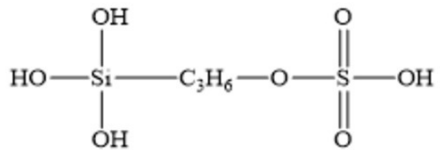
であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、

( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 8 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 4】



20

であり、

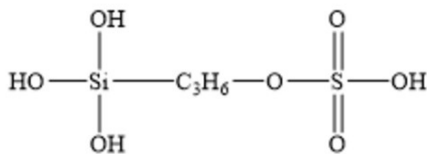
( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

( 3 ) に記載の組成物。

( 1 0 9 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 5】



30

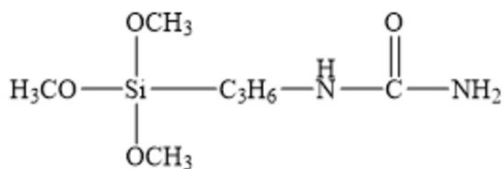
であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、  
( 3 ) に記載の組成物。

( 1 1 0 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 0 6】



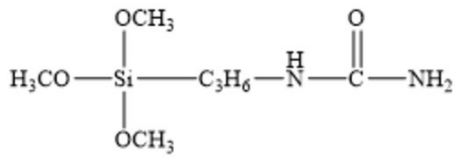
40

であり、及び

50

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、  
( 3 ) に記載の組成物。

( 1 1 1 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が  
【化 1 0 7】



10

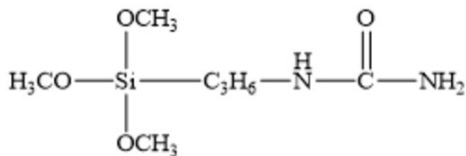
であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

( 3 ) に記載の組成物。

( 1 1 2 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が  
【化 1 0 8】



20

であり、

( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 3 . 5 質量%である、  
( 3 ) に記載の組成物。

( 1 1 3 ) 前記組成物が、約 2 7 0 0 の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

30

( 1 1 4 ) 前記組成物が、約 2 5 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 1 5 ) 前記組成物が、約 2 2 5 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 1 6 ) 前記組成物が、約 2 0 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 1 7 ) 前記組成物が、約 1 5 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 1 8 ) 前記組成物が、約 1 2 5 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

40

( 1 1 9 ) 前記組成物が、約 1 0 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 2 0 ) 前記組成物が、約 5 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 2 1 ) 前記組成物が、約 3 0 0 以上の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 2 2 ) 前記組成物が酸化ケイ素に対するエッチング選択性に勝る約 1 5 0 0 と約 2 7 0 0 との間のエッチング選択性を窒化ケイ素に対して有する、( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 2 3 ) 前記組成物が酸化ケイ素に対するエッチング選択性に勝る約 2 0 0 0 と約 2 7

50

0.0 との間のエッチング選択性を窒化ケイ素に対して有する、(1) ~ (3) のいずれか 1 項に記載の組成物。

(124) 前記組成物が、約 2250 ~ 約 2700 の範囲の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、(1) ~ (3) のいずれか 1 項に記載の組成物。

(125) 前記組成物が、約 2500 ~ 約 2700 の範囲の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、(1) ~ (3) のいずれか 1 項に記載の組成物。

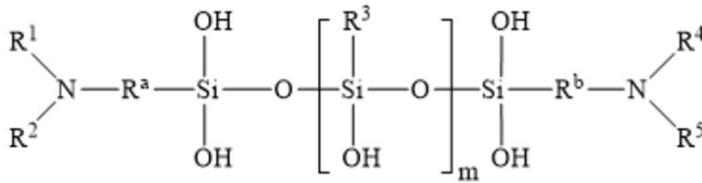
(126) 前記組成物が、約 2600 ~ 約 2700 の範囲の、酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性を有する、(1) ~ (3) のいずれか 1 項に記載の組成物。

(127) (A) 約 70 質量% 超の純リン酸、

(B) 約 30 質量% 未満の混合物であって、

(I) 式 I、すなわち、

【化 109】



10

20

の化合物であって、式中、

(i) m = 0 ~ 20 であり、

(ii) R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>、R<sup>4</sup>、及び R<sup>5</sup> の各々が独立して水素、C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖アルキル基、フッ素置換 C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 分岐鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 環状アルキル基、C<sub>5</sub> ~ C<sub>12</sub> アリール基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、及び

【化 110】



30

からなる群より選択され、及び

(iii) R<sup>a</sup> 及び R<sup>b</sup> の各々が独立して C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 分岐鎖アルキル基、C<sub>3</sub> ~ C<sub>10</sub> 環状アルキル基、C<sub>5</sub> ~ C<sub>12</sub> アリール基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルケニル基、C<sub>2</sub> ~ C<sub>10</sub> 直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

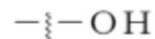
【化 111】



40

及び

【化 112】



で置換された C<sub>1</sub> ~ C<sub>10</sub> アルキルから選択される前記化合物、並びに

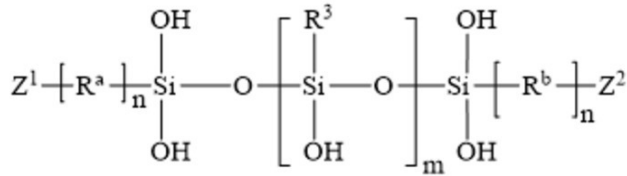
(II) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

を含む組成物。

50

(128) (A) 約70質量%超の純リン酸、  
 (B) 約30質量%未満の混合物であって、  
 (I) 式II、すなわち、  
 【化113】



10

の化合物であって、式中、

(i)  $m = 0 \sim 20$  であり、

(ii)  $n = 0 \sim 20$  であり、

(iii)  $R^3$  が水素、 $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキル基、フッ素置換  $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキル基、窒素含有基、酸素含有基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$  アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基及び  $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化114】



20

$Z^1$ 、及び  $Z^2$  からなる群より選択され、

(iv)  $R^a$  及び  $R^b$  の各々が独立して  $C_1 \sim C_{10}$  直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  分岐鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_{10}$  環状アルキル基、 $C_5 \sim C_{12}$  アリール基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルケニル基、 $C_2 \sim C_{10}$  直鎖又は分岐鎖アルキニル基、

【化115】



30

及び

【化116】



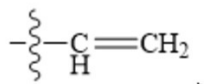
で置換された  $C_1 \sim C_{10}$  アルキルから選択され、

(v)  $Z^1$  及び  $Z^2$  が各々独立して

40

(a)

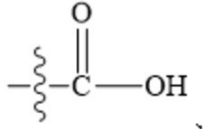
【化117】



(b)

50

【化 1 1 8】



( c )

【化 1 1 9】



10

( d )

及び

【化 1 2 0】



20

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

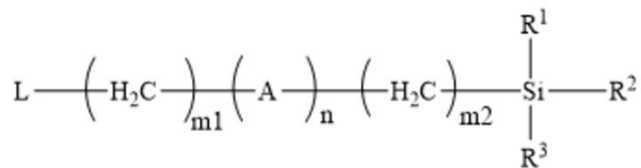
を含む組成物。

( 1 2 9 ) ( A ) 約 7 0 質量% 超の純リン酸、

( B ) 約 3 0 質量% 未満の混合物であって、

( I ) 式 I I I、すなわち、

【化 1 2 1】



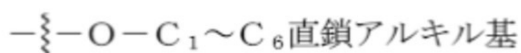
30

の化合物であって、式中、

( i )  $m_1$  及び  $m_2$  のうちの少なくとも一方が 1 以上であることを条件として  $m_1$  及び  $m_2$  が各々 0 ~ 1 0 に等しく、( i i )  $n = 0$  又は 1 であり、( i i i )  $\text{R}^1$ 、 $\text{R}^2$ 、及び  $\text{R}^3$  の各々が独立して水素、 $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$  直鎖アルキル基、 $\text{C}_3 \sim \text{C}_6$  分岐鎖アルキル基、及び

40

【化 1 2 2】



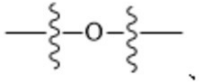
からなる群より選択され、

( i v ) A は

( a )

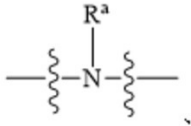
50

【化 1 2 3】



( b )  $R^a$ が水素、 $C_1 \sim C_6$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$ 分岐鎖アルキル基から選択される

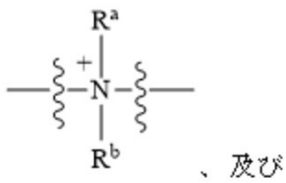
【化 1 2 4】



10

( c )  $R^a$ 及び $R^b$ が各々独立して水素、 $C_1 \sim C_6$ 直鎖アルキル基、 $C_3 \sim C_6$ 分岐鎖アルキル基から選択される

【化 1 2 5】



20

( d )

【化 1 2 6】



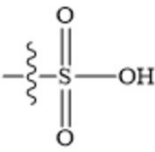
30

から選択され、

( v ) Lが

( a )

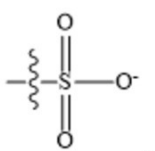
【化 1 2 7】



40

( b )

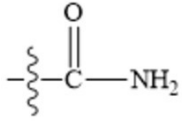
【化 1 2 8】



( c )

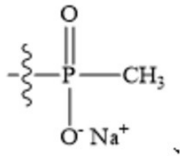
50

【化 1 2 9】



( d )

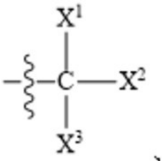
【化 1 3 0】



10

( e )  $X^1$ 、 $X^2$ 、及び $X^3$ の各々が独立してCl、Br、F、又はIから選択される

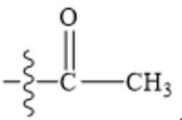
【化 1 3 1】



20

( f )

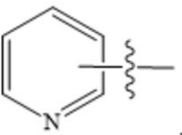
【化 1 3 2】



30

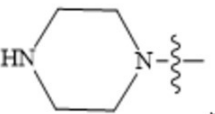
( g )

【化 1 3 3】



( h )

【化 1 3 4】

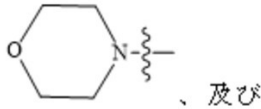


40

( i )

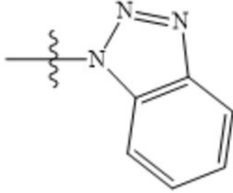
50

## 【化 1 3 5】



( j )

## 【化 1 3 6】



10

から選択される前記化合物、並びに

( I I ) 水性溶媒、

を含む前記混合物、

を含む組成物。

20

( 1 3 0 ) 前記組成物が ( i ) 約 7 5 質量% 超の純リン酸と ( i i ) 約 2 5 質量% 未満の混合物を含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 1 ) 前記混合物が純リン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 2 ) 前記混合物が  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、及びメタンスルホン酸から選択される純リン酸以外の少なくとも 1 種類の追加の酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 3 ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 4 ) 前記混合物が約 1 0 質量% 以下の純硫酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

30

( 1 3 5 ) 前記混合物が純メタンスルホン酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 6 ) 前記混合物がスルホン酸をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 7 ) 前記水性溶媒が水を含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 8 ) 前記水性溶媒が水から基本的に成る、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 3 9 ) 前記水性溶媒が水から成る、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

40

( 1 4 0 ) 前記混合物がアルキルシルセスキオキサン類、ビニルシルセスキオキサン、カルボン酸アルキルシルセスキオキサン、及びアルキレングリコールアルキルシルセスキオキサンから選択される 1 種類以上の追加のケイ素含有化合物をさらに含む、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 4 1 ) 前記式は前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成る、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 4 2 ) 前記式は前記純リン酸及び前記混合物から成る、( 1 2 7 ) ~ ( 1 2 9 ) のいずれか 1 項に記載の組成物。

( 1 4 3 ) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式 I の前記化合物及

50

び前記水性溶媒から基本的に成る、(127)に記載の組成物。

(144) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式 I の前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(127)に記載の組成物。

(145) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式 I I の前記化合物及び前記水性溶媒から基本的に成る、(128)に記載の組成物。

(146) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式 I I の前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(128)に記載の組成物。

(147) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から基本的に成り、式 I I I の前記化合物及び前記水性溶媒から基本的に成る、(129)に記載の組成物。

(148) 前記式が前記純リン酸及び前記混合物から成り、前記混合物が式 I I I の前記化合物及び前記水性溶媒から成る、(129)に記載の組成物。

10

(149)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が同じである、(127)に記載の組成物。

(150)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が水素である、(127)に記載の組成物。

(151)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ のうちの少なくとも1つが水素以外のものである、(127)に記載の組成物。

(152) 式 I の前記化合物の含量が約 5 質量%以下である、(127)に記載の組成物。

(153) 式 I の前記化合物の含量が約 4 質量%以下である、(127)に記載の組成物。

(154) 式 I の前記化合物の含量が約 3 質量%以下である、(127)に記載の組成物。

20

(155) 式 I の前記化合物の含量が約 2 質量%以下である、(127)に記載の組成物。

(156) 式 I の前記化合物の含量が約 1 質量%以下である、(127)に記載の組成物。

(157) (i)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が

【化137】



であり、(ii)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が

【化138】



であり、(iii)  $m = 0$ である、(127)に記載の組成物。

(158) (i)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が

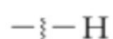
【化139】



40

であり、(ii)  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が

【化140】

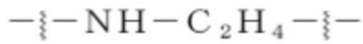


であり、(iii)  $m = 0$ であり、(iv)  $R^3 = -\text{C}_3\text{H}_6\text{NH}_2$ である、(127)に記載の組成物。

(159) (i)  $R^a$ 及び $R^b$ の各々が

50

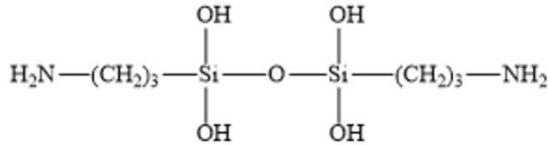
【化 1 4 1】



であり、( i i )  $R^1$ 、 $R^2$ 、 $R^3$ 、 $R^4$ 、及び $R^5$ の各々が水素であり、( i i i )  $m = 0$ である、( 1 2 8 ) に記載の組成物。

( 1 6 0 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 2】

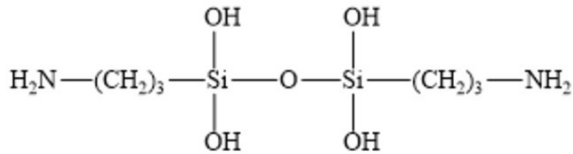


10

である、( 1 2 8 ) に記載の組成物。

( 1 6 1 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 3】



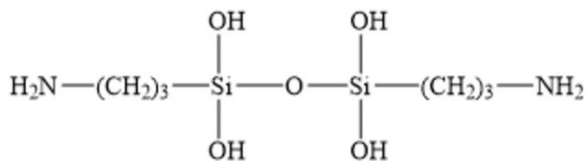
20

であり、及び

( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 8 0 . 7 5 質量%である、( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 2 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 4】



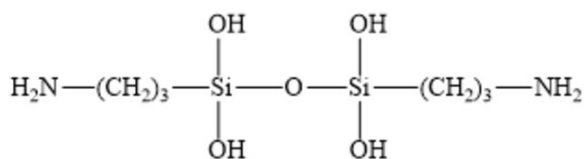
30

であり、及び

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 3 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 5】



40

であり、

( i i ) 前記混合物が純硫酸をさらに含む、及び

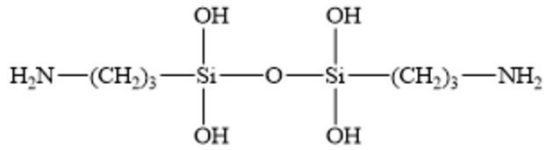
50

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 0 質量% ~ 約 8 5 質量%の範囲である、

( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 4 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 6】



10

であり、

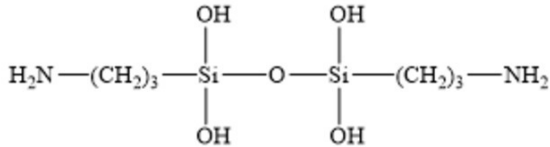
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 1 . 8 5 質量%である、

( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 5 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 7】



20

であり、

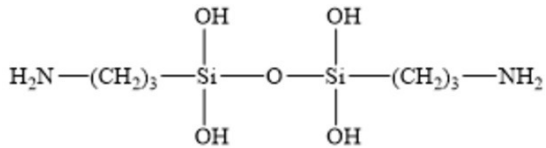
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 2 . 4 質量%である、

( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 6 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 8】



30

であり、

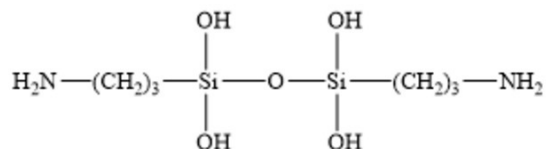
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 8 2 . 9 5 質量%である、

( 1 2 7 ) に記載の組成物。

( 1 6 7 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 1 4 9】



40

50

であり、

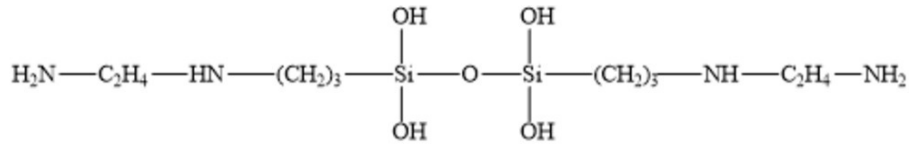
( i i ) 前記混合物が硫酸をさらに含み、及び

( i i i ) 前記純リン酸及び前記純硫酸の総含量が前記組成物の約 83.23 質量%である、

( 127 ) に記載の組成物。

( 168 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 150】

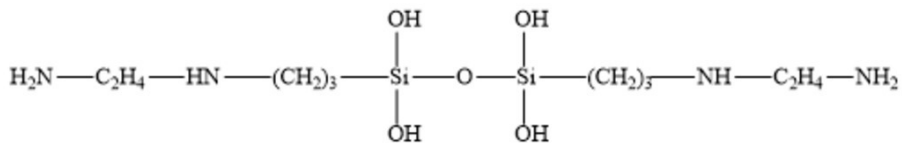


10

である、( 127 ) に記載の組成物。

( 169 ) ( i ) 式 I の前記化合物が

【化 151】



20

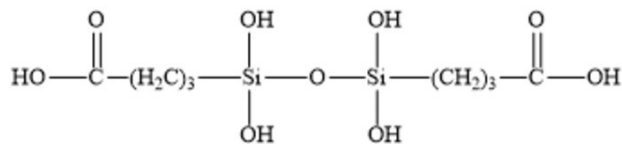
であり、及び

( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 80.75 質量%である、

( 127 ) に記載の組成物。

( 170 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 152】

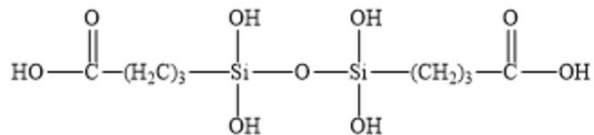


30

である、( 128 ) に記載の組成物。

( 171 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 153】



40

であり、及び

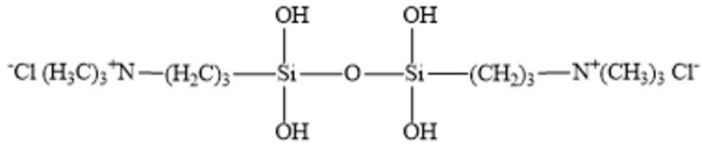
( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 80.75 質量%である、

( 128 ) に記載の組成物。

( 172 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

50

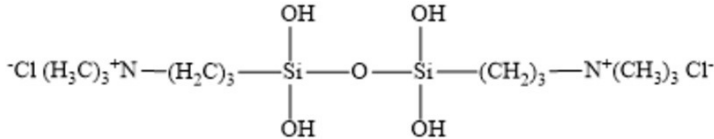
【化 1 5 4】



である、( 1 2 8 ) に記載の組成物。

( 1 7 3 ) ( i ) 式 I I の前記化合物が

【化 1 5 5】



10

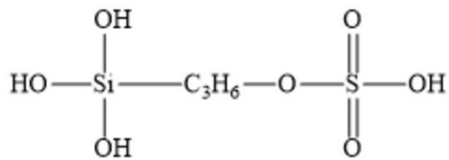
であり、及び

( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 8 0 . 7 5 質量%である、

( 1 2 8 ) に記載の組成物。

( 1 7 4 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 5 6】

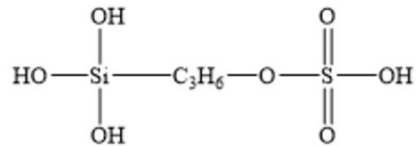


20

である、( 1 2 9 ) に記載の組成物。

( 1 7 5 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 5 7】



30

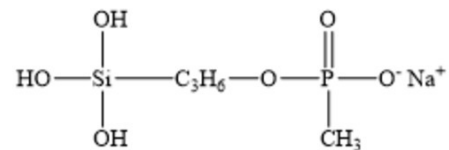
であり、及び

( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 8 0 . 7 5 質量%である、

( 1 2 9 ) に記載の組成物。

( 1 7 6 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

【化 1 5 8】



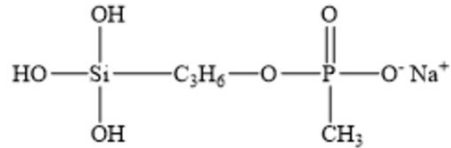
40

である、( 1 2 9 ) に記載の組成物。

( 1 7 7 ) ( i ) 式 I I I の前記化合物が

50

【化 1 5 9】



であり、及び

( i i ) 前記純リン酸の含量が前記組成物の約 8 0 . 7 5 質量%である、( 1 2 9 ) に記載の組成物。( 1 7 8 ) 窒化ケイ素と二酸化ケイ素を含む半導体基板上における二酸化ケイ素に対して窒化ケイ素のエッチング速度を選択的に向上させる方法であって、( a ) 窒化ケイ素と二酸化ケイ素を含む前記半導体基板を ( 1 ) ~ ( 1 7 7 ) のいずれか 1 項の組成物と接触させる工程、及び( b ) 前記窒化ケイ素が少なくとも部分的に除去された後に前記半導体素子を洗浄する工程を含む前記方法。( 1 7 9 ) 前記半導体素子を乾燥させる工程をさらに含む、( 1 7 8 ) の方法。( 1 8 0 ) 酸化ケイ素に対する窒化ケイ素のエッチング選択性が約 3 0 0 超である、( 1 7 8 ) の方法。( 1 8 1 ) 前記接触工程が約 1 6 0 の温度で実施される、( 1 7 8 ) の方法。

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 弁理士 岩田 純
- (72)発明者 チー クエイ コー  
アメリカ合衆国, ニュージャージー 08876, ブランチバーグ, マイスター アベニュー 70,  
シーノオー イーエムディー パフォーマンス マテリアルズ コーポレイション
- (72)発明者 イー - チア リー  
アメリカ合衆国, ニュージャージー 08876, ブランチバーグ, マイスター アベニュー 70,  
シーノオー イーエムディー パフォーマンス マテリアルズ コーポレイション
- (72)発明者 ウェン ダー リウ  
アメリカ合衆国, ニュージャージー 08876, ブランチバーグ, マイスター アベニュー 70,  
シーノオー イーエムディー パフォーマンス マテリアルズ コーポレイション
- (72)発明者 アイピン ウー  
アメリカ合衆国, ニュージャージー 08876, ブランチバーグ, マイスター アベニュー 70,  
シーノオー イーエムディー パフォーマンス マテリアルズ コーポレイション
- (72)発明者 ライション スン  
アメリカ合衆国, ニュージャージー 08876, ブランチバーグ, マイスター アベニュー 70,  
シーノオー イーエムディー パフォーマンス マテリアルズ コーポレイション
- 審査官 長谷川 直也
- (56)参考文献 特開2018-085513(JP, A)  
特開2016-029717(JP, A)  
韓国公開特許第10-2017-0093430(KR, A)  
特開2004-207731(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 21/306  
C11D 7/08  
C11D 7/50  
C11D 7/36  
C11D 7/22