

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6058876号  
(P6058876)

(45) 発行日 平成29年1月11日 (2017. 1. 11)

(24) 登録日 平成28年12月16日 (2016. 12. 16)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/316 (2006. 01)	H O 1 L 21/316 X
C 2 3 C 16/42 (2006. 01)	C 2 3 C 16/42
C 2 3 C 16/509 (2006. 01)	C 2 3 C 16/509
C 2 3 C 16/56 (2006. 01)	C 2 3 C 16/56
H O 1 L 21/205 (2006. 01)	H O 1 L 21/205

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-286580 (P2010-286580)	(73) 特許権者	510329224
(22) 出願日	平成22年12月22日 (2010. 12. 22)		エスピービー プロセス テクノロジー
(65) 公開番号	特開2011-135084 (P2011-135084A)		システムズ ユーケー リミティド
(43) 公開日	平成23年7月7日 (2011. 7. 7)		イギリス国, グウェント, ニューポート
審査請求日	平成25年2月22日 (2013. 2. 22)		エヌビー 1 8 2 ティーエー, リングラン
審判番号	不服2015-12684 (P2015-12684/J1)		ド ウェイ, コード レーディン
審判請求日	平成27年7月3日 (2015. 7. 3)	(74) 代理人	100099759
(31) 優先権主張番号	0922647. 3		弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成21年12月24日 (2009. 12. 24)	(74) 代理人	100092624
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100165191
			弁理士 河合 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 S i O<sub>2</sub> 膜を堆積する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバ内でプラズマ化学気相成長法 ( P E C V D ) を用いて 2 5 0 よりも下の温度で無機 S i O<sub>2</sub> 膜をシリコン貫通電極に堆積する方法であって、オルトケイ酸テトラエチル ( T E O S ) 及び O<sub>2</sub> を前駆体として 1 5 : 1 と 2 5 : 1 との間の流量が s c c m である O<sub>2</sub> / T E O S の流量比で供給し、前記前駆体を、 R F 駆動シャワーヘッドを用いて堆積し、前記 R F 駆動シャワーヘッドを、 1 3 . 5 6 M H z の高周波成分及び 3 5 0 k H z - 2 M H z の低周波成分を用いて駆動することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記高周波成分で供給される電力は、前記低周波成分で供給される電力の 2 倍である請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

堆積された膜に H<sub>2</sub> プラズマ処理を施すことを更に含む請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 H<sub>2</sub> プラズマ処理を真空破壊後に施す請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 H<sub>2</sub> プラズマ処理は、前記膜の表面に S i - H 結合を形成し又は再形成する請求項 3 又は 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記膜を、 1 5 0 - 2 0 0 の範囲の温度で堆積する請求項 1 から 5 のうちのいずれ

20

か一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記  $H_2$  プラズマ処理に対して単一の無線周波数を用いる請求項 3 から 5 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記単一の無線周波数は 13.56 MHz である請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

$H_2$  プラズマ処理温度は、200 以下である請求項 3 から 5 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、 $SiO_2$  膜を堆積する方法に関し、特に、そのような膜を、プラズマ化学気相成長法 (PECVD) を用いて 250 以下の温度で堆積することに関する。

【背景技術】

【0002】

例えばシリコン中のエッチングされたビア又はトレンチとすることができるシリコン貫通電極 (TVS) は、金属層を堆積する前に誘電性ライナ (dielectric liner) を必要とする。そのような膜が良好なコンフォーマル (conformal) 膜であることは、通常の使用におけるリーク電流を回避するために誘電特性を十分良好にする必要がある厚さが最小となるために非常に望ましい。非常に一般的には次のステップで真空破壊を伴う堆積ステップに伴う吸湿を制限する必要もある。コンフォーマルかつ吸水のない状態で膜を低温、好適には 200 以下の温度で堆積できることも望まれている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

TEOS /  $O_2$  前駆体を用いた PECVD が考えられてきた。その理由は、TEOS /  $O_2$  前駆体が一般的に良好なステップカバレッジを有するとともに前駆体のコストが比較的低いからである。しかしながら、堆積温度を 200 - 250 以下に低減したとき、誘電特性 (リーク及び最終的な破壊) が劣化し始める。Kim 等による TEOS<sub>2</sub> 前駆体及び TEOS /  $O_2$  /  $CF_4$  前駆体からの RF PECVD 技術を用いた  $SiO_2$  膜及び  $SiOF$  膜の特性評価及び生成 (Characterisation and Preparation  $SiO_2$  and  $SiOF$  films using RF PECVD technique from TEOS<sub>2</sub> and TEOS/ $O_2$ / $CF_4$  Precursors) の表題の文献-J. Phys. D: Appl. Phys. 37(2004)2425-2431-において、執筆者は、異なる流量比の前駆体を用いて TEOS /  $O_2$  から形成した膜を記載している。上記文献の図 1 a において、200 での堆積速度及び低い  $O_2$  / TEOS の流量での堆積速度が著しく減少し、執筆者が膜に対するエトキシ基の取り込みを報告していることに留意すべきである。執筆者は、膜の電気絶縁破壊特性についての情報を提供していない。低い堆積温度が用いられたときの堆積後に膜が空気に露出する際に膜に対する O - H 吸収が増大することが執筆者によって報告されていることにも留意されたい。

30

40

【課題を解決するための手段】

【0004】

一態様から、発明は、チャンバ内でプラズマ化学気相成長法 (PECVD) を用いて 250 よりも下の温度で無機  $SiO_2$  膜を堆積する方法であって、オルトケイ酸テトラエチル (TEOS) 及び  $O_2$  又はそのソースを前駆体として 15 : 1 と 25 : 1 との間の  $O_2$  / TEOS 比で供給することを含むことを特徴とする方法にある。

【0005】

好適には、前駆体を、RF 駆動シャワーヘッドを用いて堆積し、RF 駆動シャワーヘッドを、高周波成分及び低周波成分を用いて駆動する。その場合、好適には、高周波成分は、13.56 MHz であり、低周波成分は、350 kHz - 2 MHz である。高周波成分

50

で供給される電力は、低周波成分で供給される電力の約2倍であってもよい。

【0006】

上記ケースのいずれかにおいて、方法は、堆積された膜に $H_2$ プラズマ処理を施すことを更に含むことができる。この処理を真空破壊後に施すことができる。 $H_2$ プラズマ処理が膜の表面に $Si-H$ 結合を再形成するのに十分であることが好適である。

【0007】

他の態様から、発明は、TEOS前駆体及び前駆体を含む $O_2$ を用いた $SiO_2$ 膜のPECVDの方法であって、堆積された膜に $H_2$ プラズマ処理を施すことを含むことを特徴とする方法にある。

【0008】

上述したように、前駆体を、RF駆動シャワーヘッドを用いて堆積することができ、RF駆動シャワーヘッドを、高周波成分及び低周波成分を用いて駆動することができる。

【0009】

更に別の態様から、発明は、RF駆動シャワーヘッドを用いて堆積されるTEOS前駆体及び前駆体を含む $O_2$ を用いた250より下の温度での $SiO_2$ 膜のPECVDの方法であって、RF駆動シャワーヘッドを、高周波成分及び低周波成分を用いて駆動することを特徴とする方法にある。これらの成分を、上述したようにすることができる。

【0010】

上記方法のいずれかにおいて、膜を、約150 - 約200の範囲の温度で堆積することができる。

【0011】

発明を上記で規定したが、発明は上述した又は以下で説明する発明の特徴の任意の組合せを有する。

【0012】

発明を種々の方法で実施することができ、特定の実施の形態を、添付図面を参照しながら例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】混合周波数 $SiH_4$  PECVD堆積を用いて形成された堆積 $SiO_2$ 、60秒 $H_2$ プラズマ処理を施した混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積 $SiO_2$ 及び60秒 $H_2$ プラズマ処理を施さずに混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積 $SiO_2$ の三つの同一の厚さの電気特性を示す。プロセス4使用(200での6:1  $O_2$ /TEOS)。

【図2】60秒 $H_2$ プラズマ処理を施した混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積 $SiO_2$ 及び60秒 $H_2$ プラズマ処理を施さずに混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積 $SiO_2$ の三つの同一の厚さの電気特性を示す。プロセス2使用(150での22.7:1  $O_2$ /TEOS)。

【図3】 $H_2$ プラズマ処理前の異なる長さの真空破壊を伴う同一のTEOS/ $O_2$ 堆積膜についての印加された電界の強さに対する電氣的なリークを示す。プロセス4使用(200での6:1  $O_2$ /TEOS)。

【図4】 $H_2$ プラズマ処理前及び $H_2$ プラズマ処理(60秒、120秒及び180秒)後のTEOS/ $O_2$ のFTIRスペクトルを示す。視覚教材としてスペクトルを重ね合わせる。堆積膜のO-H結合の存在による幅広いピーク $3100 \sim 3500 \text{ cm}^{-1}$ 及び平坦領域 $900 \sim 1000 \text{ cm}^{-1}$ に留意されたい。プロセス4使用(200での6:1  $O_2$ /TEOS)。

【図5】TEOS膜の種々の堆積後プラズマ処理及び堆積後熱処理に対する電界による電氣的なリークを示す。全ての堆積は200 プラテンで行われた。(真空破壊なく)個別のモジュールで行われた400 熱アニール処理を除く全ての堆積後処理はその場で行われた。

【図6】TEOS膜の種々の堆積後プラズマ処理及び熱処理からのFTIRデータを示す

10

20

30

40

50

。全ての堆積は200 プラテンで行われた。(真空破壊なく)個別のモジュールで行われた400 熱アニール処理を除く全ての堆積後処理はその場で行われた。明瞭のためにスペクトルはオフセットされている。 $\text{H}_2$ プラズマ及び400 アニールに対して $2340\text{ cm}^{-1}$ で弱いピークがあることに留意されたい。

【図7】経時的に増加するOH成分を示す150 TEOS膜(6:1  $\text{O}_2$ /TEOS)のFTIRスペクトルを示す。

【図8】(同一の水素プラズマ処理を施す)二つのTEOSプロセスであるプロセス1(15:1  $\text{O}_2$ /TEOS)及びプロセス2(22.7:1  $\text{O}_2$ /TEOS)についての温度に対するステップカバレッジの変動を示す。ステップカバレッジは、 $\text{O}_2$ /TEOS比が高くなるに従って向上する。

【図9】24時間大気に露出した後に150-250 プラテン温度で堆積した未処理(unmodified)TEOSプロセス( $\text{O}_2$ /TEOS 6:1)の電気特性を示す。

【図10】175 での22.7:1  $\text{O}_2$ /TEOSプロセスに対する $\text{O}_2$ /TEOS比の関数としての堆積速度を示す。屈折率(RI)は、全ての条件に対して1.461-1.469の間のみである。

【図11】 $3300\text{ cm}^{-1}$  FTIRピーク及び $980\text{ cm}^{-1}$  FTIRピークにおける変化によって測定された再吸湿を示す。

【図12】高周波数に対して混合周波数を用いることによってリークが向上していることを示す。

【図13】175 (左)及び200 での24時間の再吸収後の標準的な(プロセス4 の)TEOS(6:1  $\text{O}_2$ /TEOS)膜の電気的な応答を示す。

【図14】175 (左)及び200 での24時間の再吸収後のプロセス1のTEOS(15:1  $\text{O}_2$ /TEOS)膜の電気的な応答を示す。

【図15】175 (左)及び200 での24時間の再吸収後のプロセス2のTEOS(22.7:1  $\text{O}_2$ /TEOS)膜の電気的な応答を示す。

【図16】プロセス2 TEOS(22.7:1  $\text{O}_2$ /TEOS, 175 )膜FTIRスペクトルを示す。5日後の $980\text{ cm}^{-1}$ 領域に変化なし。無吸湿を示す。

【図17】堆積に用いられる装置の略図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図17において、発明の実施の形態を実施する図示した装置は、一般的に10で表される。装置は、チャンバ11と、シャワーヘッド12と、ウェーハサポート13と、高周波源14と、低周波源15と、を備える。シャワーヘッド12は、二つの前駆体(TEOS及び $\text{O}_2$ )を受け入れるように配置される。整合ユニット16及び17は、高周波源14及び低周波源15に対してそれぞれ設けられ、ポンプを使った排気口(pumped outlet)18は、余分な反応ガスを除去するために設けられる。

【0015】

一連の実験が、装置を用いながら以下のプロセス条件下で行われた。

プロセス1 - DEP: 2400 mT, 1500 sccm  $\text{O}_2$ , 1000 sccm He, 1.0 ccm TEOS, 666 W HF, 334 W LF, 14 mm ES (15:1)

PLAS: 2000 mT, 1000 sccm  $\text{H}_2$ , 1000 W HF, 20 mm ES

プロセス2 - DEP: 2000 mT, 1500 sccm  $\text{O}_2$ , 1000 sccm He, 0.66 ccm TEOS, 666 W HF, 334 W LF, 14 mm ES (22.7:1)

PLAS: 2000 mT, 1000 sccm  $\text{H}_2$ , 1000 W HF, 20 mm ES

プロセス3 - DEP: 2800 mT, 500 sccm  $\text{O}_2$ , 1000 sccm He, 1.25 ccm TEOS, 900 W HF, 11 mm ES (4:1)

プロセス4 - DEP : 3500 mT , 750 sccm O<sub>2</sub> , 1000 sccm He , 1.25 sccm TEOS , 666 W HF , 334 W LF , 14 mm ES (6 : 1)

PLAS : 上記の通り、すなわち、2000 mT , 1000 sccm H<sub>2</sub> , 1000 W HF , 20 mm ES

#### 【0016】

処理圧力をmTで測定する場合、O<sub>2</sub>、TEOS及びHeキャリアガスの流量はsccmで表され、RF電力は、13.56 MHzの高周波数及び375 kHzの低周波数のときにWで測定され、電極（シャワーヘッド）と基板との間の間隔ESはmmで表す。

#### 【0017】

上記プロセスで説明した条件は、最初の堆積プロセス（DEP）と次のプラズマ処理（PLAS）との間で分けられる。上記圧力はチャンバ圧である。ヘリウムは、プロセスのキャリアガスとして用いられる。カッコ内の比は、TEOSに対するO<sub>2</sub>の比である。図1は、低温（200）で堆積した膜に対するH<sub>2</sub>プラズマ処理の効果を示す。リーク電流による破壊は、一般的に、1.00 E-07と1.00 E06との間のどこかで生じると考えられ、水素プラズマ処理された膜の破壊特性が著しく向上しているのがわかる。

#### 【0018】

図2は、150で堆積した膜に対してプラズマ処理を施さない場合とプラズマ処理を施した場合との間の関係を示し、この場合も破壊特性が向上しているのがわかる。図3は、プラズマ処理が施されたときに依存する破壊特性を示し、非常に長い時間の真空破壊後でもプラズマ処理が有効であることがわかるが、24時間までの真空破壊を有するのが有利であるのがわかる。

#### 【0019】

図4は、異なる長さのプラズマ処理を有する複数の膜に対するFTIRスペクトルを示す。プラズマ処理を施さない膜と比較すると、プラズマ処理が $\sim 3300\text{ cm}^{-1}$ 及び $980\text{ cm}^{-1}$ のOHピークを除去していることがわかる。膜の表面上又はその付近にSi-H結合が存在することを表す $2340\text{ cm}^{-1}$ での非常に小さいピークも存在し、これによって、膜が疎水性になり、膜の表面上又は膜を通過する水蒸気の吸収を減少し、膜の容積中に比較的少ないOHを有する。

#### 【0020】

図5及び6は、異なるタイプのアニールの効果を示し、H<sub>2</sub>プラズマ処理が再吸収の防止よりも著しく良好であることが観察される。図7は、経時的な再吸収を示す。

#### 【0021】

したがって、これらの三つの図から、H<sub>2</sub>プラズマ処理により疎水性表面を形成することによって少なくとも部分的に膜の水分を減少させるとともに膜への再吸収の速度を減少していることがわかる。その結果、150の堆積温度でも優れている。したがって、この温度より下で実用的な膜を得ることができると考えられる。プラズマ処理を真空破壊後に行うことができ、そのような破壊によって膜を強化することができる。

#### 【0022】

好適には、H<sub>2</sub>プラズマ処理温度は、低く、例えば、200以下、125又は150周辺である。

#### 【0023】

ヘリウムプラズマ処理、NH<sub>3</sub>プラズマ処理並びにH<sub>2</sub>炉アニールが同一の結果を提供しないことにも留意すべきである。

#### 【0024】

図8a及び8bは、プラテン13のサポートの温度に対するステップカバレッジを示す。ステップカバレッジは、温度が増大するに従って及びO<sub>2</sub>/TEOS比が増大するに従って向上する。しかしながら、許容できるステップカバレッジを過程的に(historically)低い温度で達成することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 5 】

図 9 は、プラズマ処理された膜のリーク電流の堆積温度の効果を示し、高温で良好な結果となるが、プラズマの許容できる結果を非常に低い温度で達成することができる。

## 【 0 0 2 6 】

図 1 0 は、 $O_2 / TEOS$  比に対する堆積速度の関係を示し、比が増大するに従って堆積速度が減少することがわかる。

## 【 0 0 2 7 】

これまで説明したように、シャワーヘッドは、好適には混合周波数で給電され、典型的な配置は、 $13.56\text{ MHz}$  の高周波数及び  $375\text{ kHz}$  の低周波数である。しかしながら、低周波成分を増大して  $2\text{ MHz}$  までの周波数にすることができる。低周波成分を導入しても堆積速度が変化しないことがわかり、したがって、イオン襲撃によって膜の密度が増加するとは考えられない。図 1 1 は、低周波成分の導入による再吸収の影響を示す。この実験に対する堆積条件を、図示した RF 成分の変動の影響下にあるプロセス 4 で説明した通りとした。混合周波数を用いたときの再吸収は単一の  $13.56\text{ MHz}$  の RF 源を用いた場合に比べて明らかに小さい。 $SiO_2$  膜の堆積速度及び屈折率に著しい変化がないので、低周波成分がプラズマ中の気体種類を変えると考えられる。図 1 2 は、高周波数のみの場合と混合周波数の場合との間のリーク電流の差を比較する。符号 Dot 1, Dot 2 及び Dot 3 は、ウェーハ上の異なる点の測定を表す。リーク特性の著しい向上があることがわかる。一般的に、低周波電力が存在することによって OH の再吸収が更に少なくなるとともに破壊電圧が更に高くなるということが結論付けられる。

## 【 0 0 2 8 】

図 1 4 ~ 1 6 は、異なる  $O_2 / TEOS$  比に対する  $175$  及び  $200$  での 24 時間の再吸収後の電気反応を有効に比較する。 $6:1$  の低い比において  $175$  での著しい再吸収があるが、比が大きくなるに従って劣化及び性能の程度が減少することがわかる。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 6 は、プロセス 2 における膜の良好な吸収性能を示す。

## 【 0 0 3 0 】

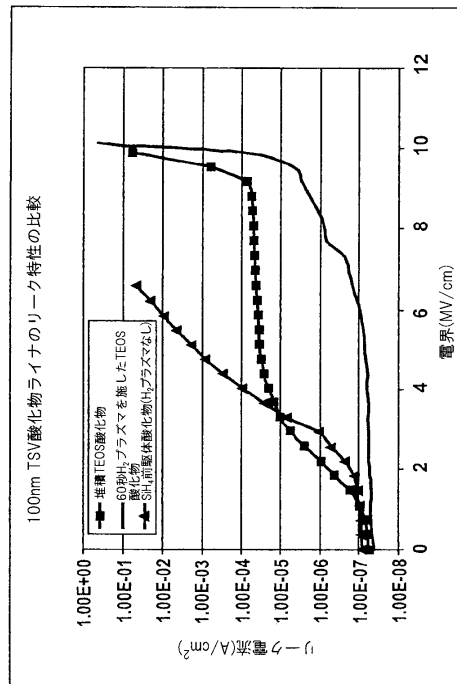
上述したように、良好なリーク特性及び良好なステップカバレッジを有する、 $200$  より下の温度で堆積された膜を、混合周波数 RF 電力及び理想的には  $H_2$  プラズマ処理を用いた約  $22:1$  のような比較的高い  $O_2 / TEOS$  比で達成できる。しかしながら、データは、これらの基準の選択を用いることによって向上した膜を達成できることも示す。

## 【 0 0 3 1 】

膜を  $125$  程度の低い温度で堆積できることが予測される。

【図 1】

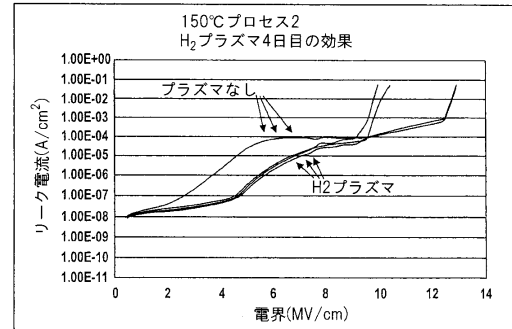
図1



混合周波数SiH<sub>4</sub>PECVD堆積を用いて形成された堆積SiO<sub>2</sub>、60秒H<sub>2</sub>プラズマ処理を施した混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積SiO<sub>2</sub>及び60秒H<sub>2</sub>プラズマ処理を施さずに混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積SiO<sub>2</sub>の三つの同一の厚さの電気特性。プロセス4使用(200℃での6 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)。

【図 2】

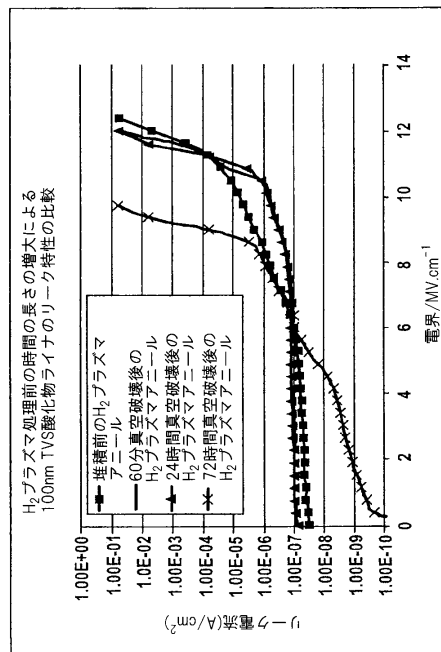
図2



60秒H<sub>2</sub>プラズマ処理を施した混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積SiO<sub>2</sub>及び60秒H<sub>2</sub>プラズマ処理を施さずに混合周波数TEOS PECVD堆積を用いて形成された堆積SiO<sub>2</sub>の三つの同一の厚さの電気特性。プロセス2使用(150℃での22.7 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)。

【図 3】

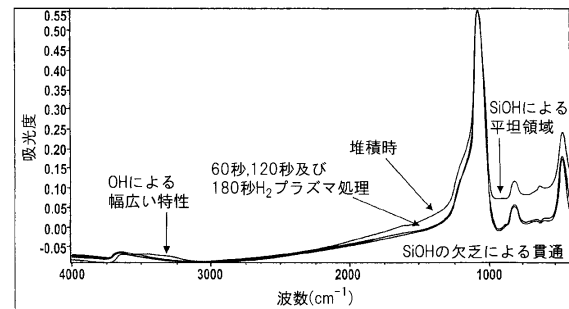
図3



H<sub>2</sub>プラズマ処理前の真なる最長の真空破壊を伴う同一のTEOS/O<sub>2</sub>堆積膜についての印加された電界の強さに対する電気的ナリーク。プロセス4使用(200℃での6 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)。

【図 4】

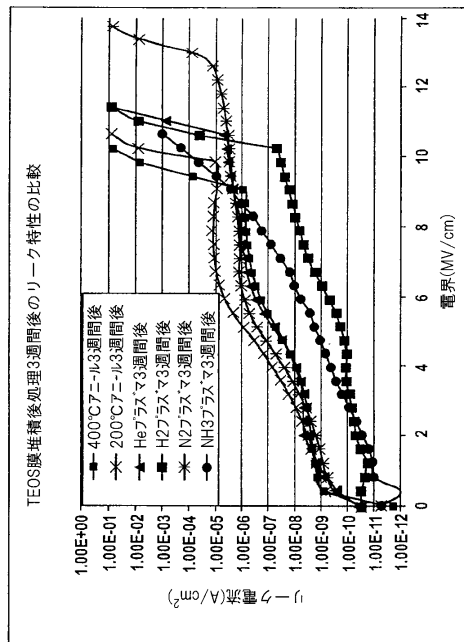
図4



H<sub>2</sub>プラズマ処理前及びH<sub>2</sub>プラズマ処理(60秒、120秒及び180秒)後のTEOS/O<sub>2</sub>のFTIRスペクトル。視覚教材としてスペクトルを重ね合わせる。堆積膜のO-H結合の存在による幅広いピーク3100~3500cm<sup>-1</sup>及び平坦領域900~1000cm<sup>-1</sup>に留意されたい。プロセス4使用(200℃での6 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)。

【図5】

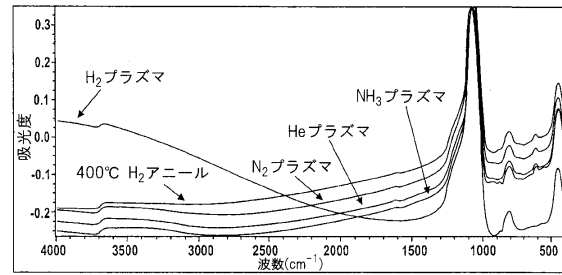
図5



TEOS膜の種々の堆積後プラズマ処理及び堆積後熱処理に対する電界による電気的なリーク。全ての堆積は200℃プラチンで行われた。(真空破壊なく)個別のモジュールで行われた400℃熱アニール処理を除く全ての堆積後処理はその場で行われた。明瞭のためにスペクトルはオフセットされている。H<sub>2</sub>プラズマ及び400℃アニールに対して2340cm<sup>-1</sup>に弱いピークがあることに留意されたい。

【図6】

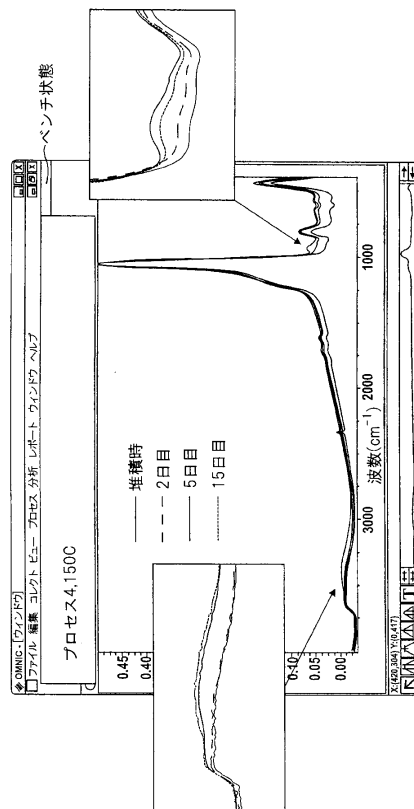
図6



TEOS膜の種々の堆積後プラズマ処理及び熱処理からのFTIRデータ。全ての堆積は200℃プラチンで行われた。(真空破壊なく)個別のモジュールで行われた400℃熱アニール処理を除く全ての堆積後処理はその場で行われた。明瞭のためにスペクトルはオフセットされている。H<sub>2</sub>プラズマ及び400℃アニールに対して2340cm<sup>-1</sup>に弱いピークがあることに留意されたい。

【図7】

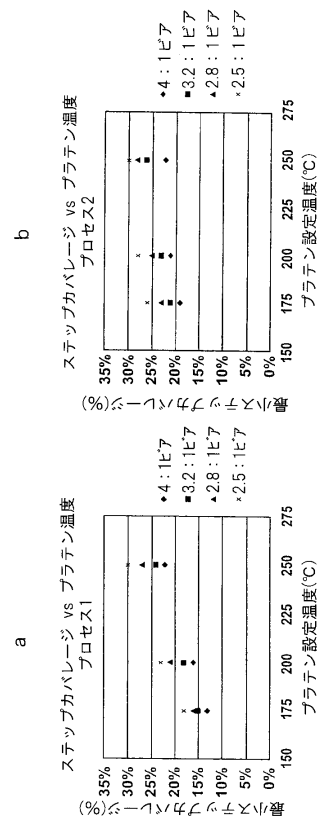
図7



経時的に増加するOH成分を示す150℃ TEOS膜(6 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)のFTIRスペクトル

【図8】

図8

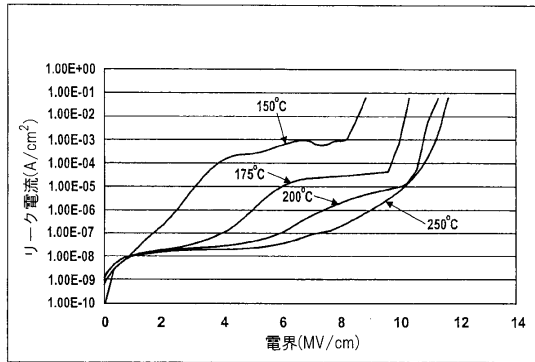


(同一の水素プラズマ処理を施す)二つのTEOSプロセスであるプロセス1(15 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)及びプロセス2(22.7 : 1 O<sub>2</sub>/TEOS)についての温度に対するステップカバレッジの変動。ステップカバレッジは、O<sub>2</sub>/TEOS比が高くなるに従って向上する。



【図 9】

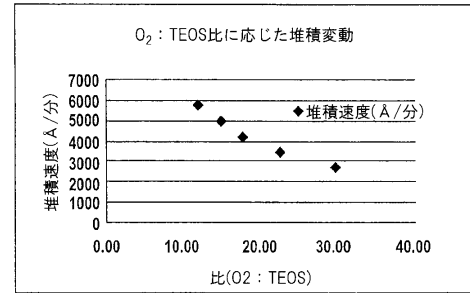
図9



24時間大気に露出した後に150~250℃のプラテン温度で堆積した未処理TEOSプロセス(O<sub>2</sub>/TEOS 6 : 1)の電気特性

【図 10】

図10



175℃での22.7 : 1 O<sub>2</sub>/TEOSプロセスに対するO<sub>2</sub>/TEOS比の関数としての堆積速度。屈折率(RI)は、全ての条件に対して1.461~1.469の間のままである。

【図 11】

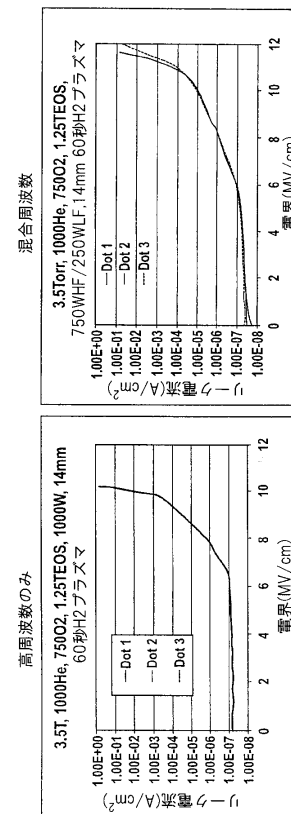
図11

	1000W HF	800W HF / 200WLF	666W HF / 334W LF
3300cm <sup>-1</sup> 1日目 2日目			
980cm <sup>-1</sup> 1日目 2日目			
堆積速度 RI	563nm/分 1.4567	562nm/分 1.4542	561nm/分 1.4596

3300cm<sup>-1</sup> FTIRピーク及び980cm<sup>-1</sup> FTIRピークにおける変化によって測定された再吸湿

【図 12】

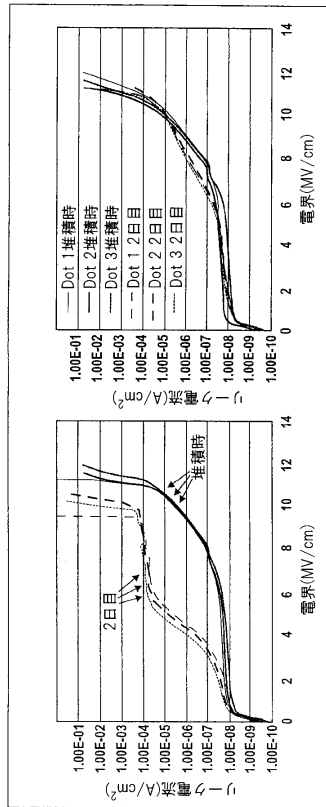
図12



高周波数に対して混合周波数を用いることによってリークが向上している

【図 13】

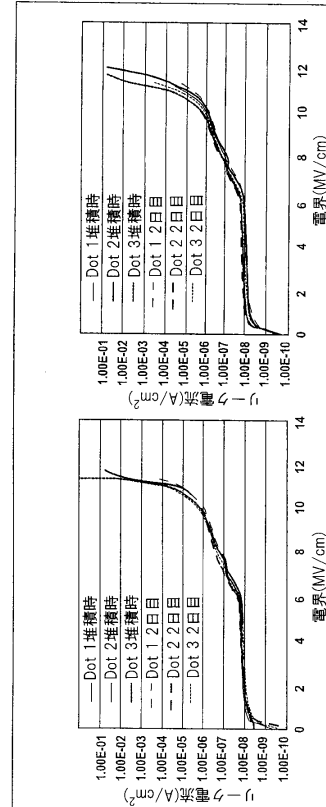
図 13



175°C(左)及び200°Cでの24時間の再吸収後の標準的な(プロセス4)TEOS(6:1 O<sub>2</sub>/TEOS)膜の電気的な応答

【図 14】

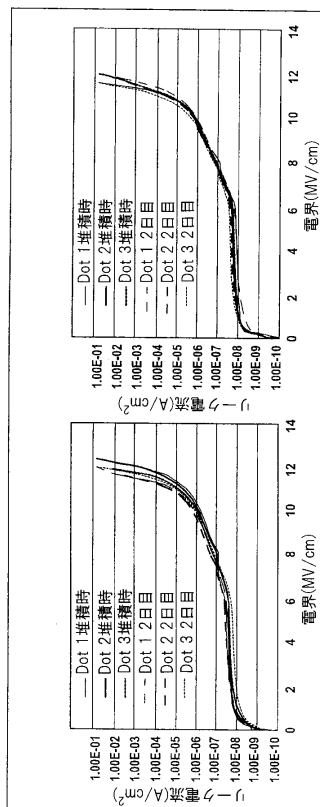
図 14



175°C(左)及び200°Cでの24時間の再吸収後のプロセス1のTEOS(15:1 O<sub>2</sub>/TEOS)膜の電気的な応答

【図 15】

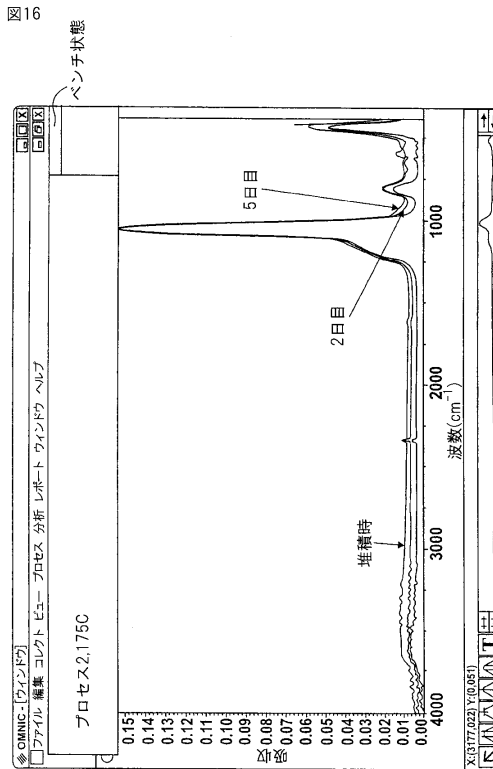
図 15



175°C(左)及び200°Cでの24時間の再吸収後のプロセス2のTEOS(22.7:1 O<sub>2</sub>/TEOS)膜の電気的な応答

【図 16】

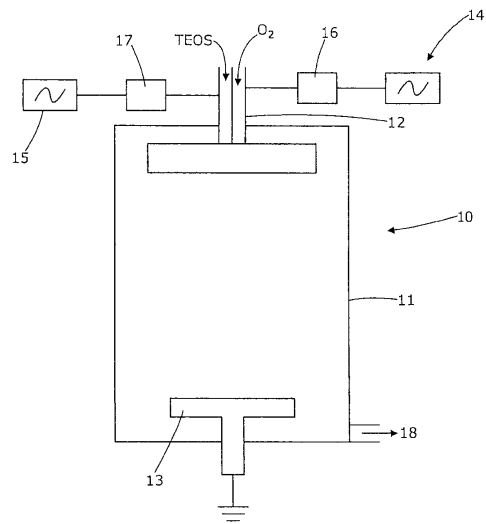
図 16



プロセス2 TEOS(22.7:1 O<sub>2</sub>/TEOS, 175°C)膜FTIRスペクトル。  
5日後の980cm<sup>-1</sup>領域に変化なし。無吸湿を示す。

## 【図 17】

図17



## フロントページの続き

(74)代理人 100151459

弁理士 中村 健一

(72)発明者 キャサリン ジルズ

イギリス国, ジーエル 1 2 9 エルエヌ, サウス グロス, ウォットン - アンダー - エッジ, チャ  
ルフィールド, リトル ブリストル レーン, 1 0

(72)発明者 アンドリュー プライス

イギリス国, エヌピー 2 3 5 ユービー, グウェント, エブー ベール, エムリン アベニュー 1  
9 6

(72)発明者 スティーブン ロバート バージス

イギリス国, エヌピー 2 3 5 エヌエー, グウェント, エブー ベール, バドミントン グローブ  
4 0

(72)発明者 ダニエル トーマス アーチャード

イギリス国, エスエー 1 2 9 エスエス, ウェスト グラム, ポート タルボット, トンマウル,  
ペレンナ ハウス

## 合議体

審判長 河口 雅英

審判官 深沢 正志

審判官 加藤 浩一

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 4 2 0 6 6 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 2 7 7 5 0 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 0 - 0 0 3 9 1 1 ( J P , A )

特開 2 0 0 9 - 1 6 4 4 1 1 ( J P , A )

特開平 1 1 - 2 3 3 5 0 2 ( J P , A )

特開 2 0 0 5 - 1 5 0 2 9 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L21/312-21/32

H01L21/47-21/475

H01L21/205

C23C16/00-16/56