

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-100672

(P2006-100672A)

(43) 公開日 平成18年4月13日(2006.4.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 4 C	5 F 0 0 4
HO 1 L 27/105 (2006.01)	HO 1 L 27/10 4 4 4 C	5 F 0 8 3
HO 1 L 21/8246 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-286567 (P2004-286567)	(71) 出願人	501387839 株式会社日立ハイテクノロジーズ 東京都港区西新橋一丁目24番14号
(22) 出願日	平成16年9月30日(2004.9.30)	(74) 代理人	110000062 特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	島田 剛 山口県下松市東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内
		(72) 発明者	吉田 篤 山口県下松市東豊井794番地 株式会社 日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内
		(72) 発明者	須山 淳 山口県下松市東豊井794番地 日立笠戸 エンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

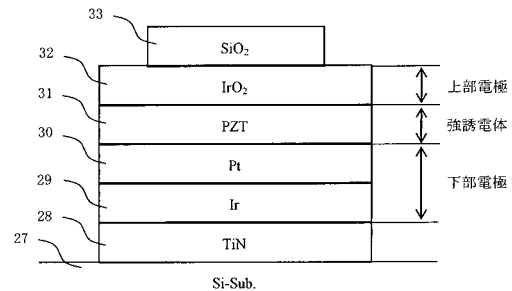
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理による試料処理方法および試料処理装置

(57) 【要約】

【課題】 F e R A Mデバイスキャパシタ部の加工において、パターン側壁への反応生成物付着を低減して漏れ電流が生じないキャパシタ部を形成し、かつ異物の発生が少なくデバイス量産性に適したエッチング方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板27上に形成された、貴金属材料もしくはその酸化物を用いた下部電極層29、30、S B TやP Z T等の強誘電体層31、貴金属材料もしくはその酸化物を用いた上部電極層32の積層構造からなるF e R A Mデバイスの試料を一括若しくは数回に分けてプラズマ処理によりエッチング加工を行なう試料処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工に、酸素68～95%、塩素3～30%、フッ素2～15%の範囲内の混合ガスを用いたプラズマ処理を行なうようにした。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

半導体基板上に形成された上部電極層、強誘電体層、下部電極層の積層構造からなる F e R A M デバイスの試料を一括若しくは数回に分けてエッチング加工を行なうプラズマ処理方法において、

下部電極層のパターンを形成するエッチング加工に酸素、塩素、フッ素含有化合物の混合ガスを用いたプラズマ処理を行なうことを特徴とする試料処理方法。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の試料処理方法において、上部電極層および下部電極層のパターンを形成する被エッチング材料が貴金属材料もしくはその酸化物であることを特徴とする試料処理方法。

10

## 【請求項 3】

請求項 2 記載の試料処理方法において、前記被エッチング材料が、イリジウム ( I r )、酸化イリジウム ( I r O <sub>x</sub> )、プラチナ ( P t )、酸化プラチナ ( P t O <sub>x</sub> )、イリジウムプラチナ合金 ( I r P t )、ルテニウム ( R u )、酸化ルテニウム ( R u O <sub>x</sub> )、金 ( A u )、酸化金 ( A u O <sub>x</sub> )、銀 ( A g )、酸化銀 ( A g O <sub>x</sub> )、パラジウム ( P d )、酸化パラジウム ( P d O <sub>x</sub> )、ロジウム ( R h )、酸化ロジウム ( R h O <sub>x</sub> ) であることを特徴とする試料処理方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 記載の試料処理方法において、試料若しくは試料保持する電極温度を 2 0 ~ 5 0 0 に温調することを特徴とする試料処理方法。

20

## 【請求項 5】

請求項 1 記載の試料処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工に、酸素 6 8 ~ 9 5 %、塩素 3 ~ 3 0 %、フッ素 2 ~ 1 5 % の範囲内の混合ガスとすることを特徴とする試料処理方法。

## 【請求項 6】

請求項 1 記載の試料処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工でジャストエッチングを判定したのち、0 ~ 2 0 0 % の範囲内のオーバーエッチングを実施することを特徴とする試料処理方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 記載の試料処理方法において、原料ガスであるフッ素含有化合物の混合ガス中に水素 ( H ) を含まない混合ガスを用いてプラズマ処理を行なうことを特徴とする試料処理方法。

30

## 【請求項 8】

酸素ガスおよび塩素ガスからなる処理ガスを使用したエッチング処理により不揮発性ガスを生成する試料のエッチング処理方法を実行する試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成された貴金属材料の単層膜または積層膜をエッチングするエッチング処理装置を備え、前記記載の単層膜または積層膜を酸素ガスおよび塩素ガスならびにフッ素またはフッ素を含有するガスの混合ガスを用いたガスプラズマによりエッチングすることを特徴とする試料の処理装置。

40

## 【請求項 9】

請求項 8 記載の試料の処理装置において、大気ロードと、真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室と、大気ロードと真空搬送室とを連結し試料が送られるロードおよびアンロードロック室とを有し、前記真空搬送室には前記エッチング処理装置のエッチング処理室が接続されていることを特徴とする試料の処理装置。

## 【請求項 10】

請求項 8 記載の試料の処理装置において、エッチング処理室は一個若しくは複数個からなることを特徴とする試料の処理装置。

## 【請求項 11】

請求項 8 記載の試料の処理装置において、エッチング処理室には電圧印加機能を付加し

50

、反応生成物付着抑制及び反応生成物を除去できる機能を有していることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 1 2】

請求項 8 記載の試料の処理装置において、エッチング処理室には発光モニタリング方式による終点判定機能を付加し、下部電極層のエッチング終点波長を I r 系 = 3 5 2 n m、P t 系 = 3 4 1 n m、R u 系 = 3 7 3 n m とする試料の処理装置。

【請求項 1 3】

ファラデーシールドの外周にコイル状の誘電結合アンテナを配置したプラズマ生成部を形成する放電部と、試料を配置するための電極を具備した処理室と、処理室に処理ガスを供給するガス供給装置と、プラズマを生成するための第 1 の高周波電源と、電極にバイアス電圧を印加する第 2 の高周波電源と、発光モニタリング装置とを有し、半導体基板上に形成された試料をエッチングする試料の処理装置であって、  
処理室の内側に設置したインナーカバーの表面および電極の表面に粗面加工を施したことを特徴とする試料の処理装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載の試料の処理装置において、発光モニタリング装置が、発光するエッチングガスの強度または反応生成物の発光強度の変化をとらえてエッチングの終点を定める手段であることを特徴とする試料の処理装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 3 記載の試料の処理装置において、試料を電極上に設置するためのサセプタを設け、サセプタの裏面に金属溶射を施したことを特徴とする試料の処理装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、強誘電体層を含む試料をプラズマを用いて処理する試料処理方法および試料処理装置に係り、特に F e R A M デバイスの試料をエッチングするのに好適なプラズマ処理による試料処理方法および試料処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

強誘電体ランダムアクセスメモリ ( F e R A M ) は、D R A M のキャパシタ部を強誘電体キャパシタに置き換えたもので、その強誘電体のヒステリラス特性を利用してデータを記録するメモリである。この強誘電体キャパシタ材としては、タンタル酸ビスマストロンチウム ( S B T ) やジルコン酸チタン酸鉛 ( P Z T ) 等が用いられる。これらの材料は、結晶化や特性改善のために酸素雰囲気中で 4 0 0 以上の高温処理が必要とされる。この時、D R A M と同じ S i 電極では表面層に S i O<sub>2</sub> 層が形成され誘電特性が劣化するため、電極材料には耐熱性および対酸素性に優れた貴金属材料またはその酸化物が採用されている。

30

【0 0 0 3】

典型的な F e R A M キャパシタ部の構成は、半導体基板上に形成された上部電極層、強誘電体層、下部電極層の積層構造からなる。これら微細なパターンを形成するには、しばしばプラズマドライエッチングが選択される。より微細加工するためには、一枚のマスクで積層構造をほぼ垂直に一括でエッチング加工している。また、従来のエッチングに用いられるガス系としては、強誘電体材に三塩化ホウ素 ( B C l<sub>3</sub> ) + アルゴン ( A r )、電極材に酸素 ( O<sub>2</sub> ) + 塩素 ( C l<sup>2</sup> ) 等が知られている ( 例えば、特許文献 1 , 2 参照 ) 。

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 2 8 2 8 4 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 3 1 8 3 7 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

50

上記従来技術は、エッチングで生成される反応生成物が試料および処理装置に与える影響等の点において充分配慮されておらず、以下のような問題点があった。

【0005】

F e R A Mデバイスのキャパシタ部に使用される電極・強誘電体材料は、全て揮発性の低い不揮発性材であることから、これらの材料のエッチングで生成される反応生成物の融点および沸点は非常に高く、これらの反応生成物を容易に排気することができない。そのため、反応生成物が試料へ再吸着しやすい状態にあり、特に下部電極層のエッチング時に生成される反応生成物は、上部電極層および強誘電体層の側壁に付着し、キャパシタ部の漏れ電流が増大してデバイス特性の劣化を引き起こす。

【0006】

また、反応生成物は処理室内壁にも付着するのでエッチング性能の経時変化や大量の異物が発生することとなり、度重なるウェットクリーニングを必要とし、量産生産性を低減させていた。

【0007】

本発明の目的は、デバイス劣化を低減し量産性を向上することのできるプラズマ処理方法およびプラズマ処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的は、半導体基板上に形成された上部電極層および強誘電体層ならびに下部電極層の積層構造からなるF e R A Mデバイスのキャパシタ部を、一括若しくは数回に分けてエッチング加工を行なうプラズマ処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工に酸素68～95%、塩素3～30%、フッ素2～15%の範囲内の混合ガスを用いたプラズマ処理を行なうことにより達成される。

【0009】

すなわち、本発明は、半導体基板上に形成された貴金属材料もしくはその酸化物を用いた上部電極層、タンタル酸ビスマストロンチウム(S B T)やジルコン酸チタン酸鉛(P Z T)等の強誘電体層、貴金属材料もしくはその酸化物を用いた下部電極層の積層構造からなるF e R A Mデバイスの試料を一括若しくは数回に分けてプラズマ処理によりエッチング加工を行なう試料処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工に、酸素68～95%、塩素3～30%、フッ素2～15%の範囲内の混合ガスを用いたプラズマ処理を行なうようにした。

【0010】

本発明は、上記試料処理方法において、上部電極層および下部電極層のパターンを形成する被エッチング材料として、イリジウム(I r)、酸化イリジウム(I r O<sub>x</sub>)、プラチナ(P t)、酸化プラチナ(P t O<sub>x</sub>)、イリジウムプラチナ合金(I r P t)、ルテニウム(R u)、酸化ルテニウム(R u O<sub>x</sub>)、金(A u)、酸化金(A u O<sub>x</sub>)、銀(A g)、酸化銀(A g O<sub>x</sub>)、パラジウム(P d)、酸化パラジウム(P d O<sub>x</sub>)、ロジウム(R h)、酸化ロジウム(R h O<sub>x</sub>)のいずれかもしくはその混合物とすることができる。

【0011】

本発明は、上記試料処理方法において、試料若しくは試料保持する電極温度を20～500に温調するようにした。また、本発明は、上記試料処理方法において、下部電極層のパターンを形成するエッチング加工でジャストエッチングを判定したのち、200%の範囲内のオーバーエッチングを実施するようにした。さらに、本発明は、上記試料処理方法において、原料ガスであるフッ素含有化合物の混合ガス中に水素(H)を含まない混合ガスを用いてプラズマ処理を行なうようにした。

【0012】

本発明は、上記試料処理方法を実行する、半導体基板上に形成された試料をエッチングする試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成された貴金属材料の単層膜または積層膜をエッチングするエッチング処理装

10

20

30

40

50

置を備え、前記記載の単層膜または積層膜をガスプラズマによりエッチングするようにした。

#### 【0013】

本発明は、上記試料の処理装置において、大気ロードと、真空搬送ロボットをその中に有する真空搬送室と、大気ロードと真空搬送室とを連結し試料が送られるロードおよびアンロードロック室とを有し、前記真空搬送室には前記エッチング処理装置のエッチング処理室が一個若しくは複数個接続される構造とした。また、本発明は、上記試料の処理装置において、エッチング処理室には電圧印加機能を付加し、反応生成物付着抑制および反応生成物を除去できる機能を具備した。さらに、本発明は、上記試料の処理装置において、エッチング処理室には発光モニタリング方式による終点判定機能を付加し、下部電極層のエッチング終点をI r系貴金属の場合は  $\lambda = 352 \text{ nm}$ 、Pt系貴金属の場合は  $\lambda = 341 \text{ nm}$ 、Ru系貴金属の場合は  $\lambda = 373 \text{ nm}$ の波長により判定するようにした。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明は、以上説明したように、FeRAMデバイスキャパシタ部の加工において、下部電極層のエッチングに酸素、塩素、フッ素の混合ガスを用いることにより、パターン側壁への反応生成物付着を低減し、漏れ電流の少ないキャパシタ部を形成することができるという効果がある。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0015】

以下、本発明の一実施例を、図1～図8および表1を用いて、説明する。エッチング処理装置としては、半導体基板上に形成された試料をエッチングする試料の処理装置において、プラズマ形成ガスの供給を受け、ガスプラズマを発生し、基板上に形成された電極材および強誘電体材をエッチングすることを特徴とする処理装置を使用した。なお、プラズマエッチング処理装置としては、マイクロ波プラズマエッチング装置、誘導結合型プラズマエッチング装置、ヘリコン型プラズマエッチング装置、2周波励起平行平板型プラズマエッチング装置等が採用される。

20

#### 【0016】

図1に、本発明で用いるプラズマ処理装置の断面図を示す。処理室内部は、プラズマ生成部を形成する石英もしくはセラミックの非導電性材料で成る放電部2と、被処理物である試料12、試料12を配置するための電極6が配置された処理部3とから成る。処理部3はアースに設置されており、電極6は絶縁材を介して処理部3に取り付けられる。放電部2はプラズマを生成するため、誘導結合アンテナ1a/1b、整合器4、第1の高周波電源10等が取り付けられている。本実施例は典型的な例として、放電部2の外周にコイル状の誘電結合アンテナ1a/1bを配置したエッチング装置を使用した。処理室内部には、ガス供給装置5から処理ガスが供給される一方で、排気装置8によって所定の圧力に減圧排気される。ガス供給装置5より処理室内部に処理ガスを供給し、該処理ガスを誘導結合アンテナ1a/1bにより発生する電界の作用によってプラズマ化する。また、プラズマ7中に存在するイオンを試料12上に引き込むために電極6に第2の高周波電源11によりバイアス電圧を印加する。

30

40

#### 【0017】

発光モニタリング装置13で発光するエッチングガスの強度または反応生成物の発光強度の変化をとらえてエッチングの終点を定める。また、貴金属材料等の不揮発性材エッチングに対応した構造を有している。ファラデーシールド9へ電圧印加することによって、放電部2への反応生成物付着抑制および除去が可能となる。処理室3の内側に設置されているインナーカバー15の表面および電極6の表面には、粗面加工を施し、一旦付着した反応生成物が剥がれ落ちないようにしている。

#### 【0018】

試料12を電極6上に設置するためのサセプタ14裏面には金属溶射が施され、プラズマ7による電圧印加によって、サセプタ14表面の反応生成物付着抑制を行っている。な

50

お、これらの部品はスワップパーツとなっており、ウェットクリーニング等のメンテナンス時には、容易に交換することが可能となっている。

#### 【0019】

図2の概念図を用いて、電極6の詳細な構造を模式的に説明する。電極6は、上下動作する支持軸により支持されており、電極6の温度を制御するために循環冷媒16若しくはセラミックヒータ17にて温度制御し、冷却ガス導入管18から冷却ガスを導入して電極6と試料12の熱伝導を行ない、試料12の温度を制御している。電極6表面にはセラミック材料の絶縁体19が装着されている。また、試料12を電極6に固定させるため、電極6には静電吸着用直流電源20により電圧が印加され、試料12を吸着および保持している。

10

#### 【0020】

図3の平面図を用いて、処理装置の構成の概要を説明する。大気ローダ21はロードロック室22およびアンロードロック室23と連結しており、ロードロック室22およびアンロードロック室23は真空搬送室25と連結した構成となっている。また、真空搬送室25は複数のエッチング処理室26と接続されている。試料は大気ローダ21および真空搬送ロボット24により搬送されエッチング処理室26でエッチング処理される。

#### 【0021】

上記のように構成された装置において、図4に示す試料12をエッチング処理した。試料は、半導体Si基板27上に、バリア層となるTiN膜28、下部電極層となるIr膜29、Pt膜30の順序に成膜される。次に、下部電極層上に強誘電体層となるPZT膜31が成膜される。次に、強誘電体層上に上部電極層となるIrO<sub>2</sub>膜32が成膜される。最後にマスクとなるSiO<sub>2</sub>膜33によって電子回路のパターンを形成する。尚、上部電極層および下部電極層に採用される材料には、このほかに、酸化プラチナ(PtO<sub>x</sub>)、イリジウムプラチナ合金(IrPt)、ルテニウム(Ru)、酸化ルテニウム(RuO<sub>x</sub>)、金(Au)、酸化金(AuO<sub>x</sub>)、銀(Ag)、酸化銀(AgO<sub>x</sub>)、パラジウム(Pd)、酸化パラジウム(PdO<sub>x</sub>)、ロジウム(Rh)、酸化ロジウム(RhO<sub>x</sub>)等がある。

20

#### 【0022】

図5に、本発明での効果例を示す。図5(a)の従来方法では、一枚のマスクで上部電極、強誘電体、下部電極を一括でエッチングを行なう。若しくは数枚のマスクで上部電極、強誘電体、下部電極をそれぞれ分けてエッチングを行なう。その結果、最終的には85°以上の垂直なエッチング形状が得られる。しかし、パターン側壁にはエッチングで発生した反応生成物が付着する。この付着した反応生成物は、エッチング形状が垂直になるほどイオンの衝突が減少するため、除去が困難になってくる。また、この反応生成物は主に電極材であるIr、Pt等からなる。これらの物質は導電性であるため、パターン側壁に付着すると上部電極と下部電極の間に漏れ電流が発生し、デバイスの劣化を引き起こす。

30

#### 【0023】

図5(b)の解決方法では、従来酸素O<sub>2</sub>と塩素Cl<sub>2</sub>からなるエッチングガスに四フッ化メタン(CF<sub>4</sub>)などのフッ素ガスもしくはフッ素を含有するガスを添加することにより、比較的揮発性の良い六フッ化イリジウム(IrF<sub>6</sub>)、六フッ化白金(PtF<sub>6</sub>)等の反応生成物を形成する。そのため、エッチングで発生した反応生成物は、パターン側壁に付着せず排気されやすくなる。また、CF<sub>4</sub>ガス添加によりパターン側壁に付着しているIr、Pt等を除去することも可能になる。しかし、上述のガスは、SiO<sub>2</sub>、TiN等のマスク材にも反応が良いため、マスクとの選択比が低下し上部電極層が露出することが懸念される。また、処理室内壁に付着したIr、Pt等をも除去するため、異物発生の原因にも繋がる。本発明ではこの点を考慮し、下部電極層のエッチングに限ってCF<sub>4</sub>ガスの微量添加を行なうこととしている。

40

#### 【0024】

エッチング処理条件としては、全ガス流量100ml/minに対してO<sub>2</sub>ガス68~95ml/min、Cl<sub>2</sub>ガス3~30ml/min、CF<sub>4</sub>ガス2~15ml/min

50

、処理圧力  $0.3 \sim 2.0 \text{ Pa}$ 、ソース高周波電力  $1200 \sim 1800 \text{ W}$ 、バイアス高周波電力  $300 \sim 1000 \text{ W}$ 、電極温度  $20 \sim 500$ 、オーバーエッチング率  $0 \sim 200\%$  である。このエッチング処理条件は、エッチング装置の設定で変更可能である。

#### 【0025】

なお、数回に分けてエッチングを行なう場合、電極温度を任意に選択することができる。例えば、上部電極層エッチング時は  $500$ 、強誘電体層エッチング時は  $20$ 、下部電極層エッチング時は  $500$  等で処理することが可能である。また、本実施例は、 $\text{O}_2 + \text{Cl}_2$  に  $\text{CF}_4$  を添加する例を示しているが、フッ素を含有するガスであれば有効である。例えば、 $\text{F}_2$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{C}_5\text{F}_8$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{SiF}_4$ 、 $\text{WF}_6$ 、 $\text{MoF}_6$  等のフッ素ガスもしくはフッ素化合物のガスなどのフッ素を含有するガスが実用可能である。但し、還元性のある H を含んだガスを選択すると、強誘電体から酸素を奪うため酸素欠陥を生じデバイス特性の劣化を引き起こす可能性がある。

10

#### 【0026】

図6に、 $\text{CF}_4$  添加量依存によるキャパシタ部漏れ電流を示す。 $\text{CF}_4$  を  $5, 10, 15 \text{ ml/min}$  と添加量を増加するにつれ、漏れ電流が減少している。但し、 $20 \text{ ml/min}$  では漏れ電流は減少しているものの、一部測定値が得られないところがあった。この部分を断面SEMで観察すると、PZT界面から膜剥がれが生じていた。これは、 $\text{CF}_4$  添加量が多すぎたためPZTにサイドエッチが進行し、膜剥がれが生じたものと考えられる。なお、 $5 \text{ ml/min}$  の添加量で漏れ電流が大幅に減少していることから、 $5 \text{ ml/min}$  以下でも側壁反応生成物の除去効果はあると考えられる。

20

#### 【0027】

図7に、オーバーエッチ時間によるキャパシタ部漏れ電流を示す。オーバーエッチ時間を  $50\%$  実施することにより漏れ電流は減少しており、更に  $100, 200\%$  と処理時間を延ばすと、ウエハ面内において均一な漏れ電流値が得られている。但し、これ以上の延長は漏れ電流値に変化がないことから減少は見込めず、むしろパターンの剥がれやマスク減少による上部電極層の露出および処理時間の拡大による量産性低下が懸念される。なお、オーバーエッチ時間の設定はデバイスのデザインルールに左右され、パターン間のスペースが狭いほど長い時間が必要となってくる。

#### 【0028】

図8に、本発明で得られたエッチング条件による連続処理試験で、各処理枚数後の異物数を示す。処理方法については、25枚処理毎にドライクリーニングを実施し、1000枚まで繰り返し処理を行なった。その結果、処理枚数が進むにつれて、やや増加傾向にあるものの、粒径  $0.20 \mu\text{m}$  以上の異物の発生でウエハ面内当たり60個以下と低異物数を保っている。また、発光モニタリング装置によりIrの波長 ( $\lambda = 352 \text{ nm}$ ) を検出することで、1000枚の終点判定が可能であった。なお、被エッチング材料の発光波長を捕らえれば、その強度変化によって、エッチングの終点判定が可能である。例えば、Pt系では  $\lambda = 341 \text{ nm}$ 、Ru系では  $\lambda = 373 \text{ nm}$  である。Au, Ag, Pd, Phについてもこの発光波長を設定すれば終点判定が可能と考えられる。以上のことから、本発明では、処理室を汚すことなくデバイス量産性に適したエッチング条件を提供することが可能である。

30

40

#### 【0029】

表1に、本発明の実施例であるエッチング条件を示す。

#### 【0030】

【表 1】

実施例におけるエッチング条件

ステップ	ガス流量(ml/min)					処理圧力 (Pa)	ソース高周波電力 (W)	バイアス高周波電力 (W)	ファラデーシールド電圧 (V)	コイル電流比 (-)	電極温度 (°C)	電極高さ (mm)	終点判定
	BCl <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	CF <sub>4</sub>								
1	0	30	70	0	0	0.3	1800	1000	1000	0.5	400	30	IrO <sub>2</sub> J.E
2	30	0	0	70	0	0.3	1200	600	1000	0.5	400	30	PZT J.E+10%O.E
3	0	20	70	0	10	0.3	1800	1000	1000	0.5	400	30	Ir J.E+50%O.E

10

## 【0031】

表1において、ステップ条件1で上部電極層のIrO<sub>2</sub>膜32、ステップ条件2で強誘電体層のPZT膜31、ステップ3条件で下部電極層のPt膜30およびIr膜29のエッチングをそれぞれ行う。ガス流量は、処理部3に導入する1分間当たりの流量を示す。処理圧力は、ガスを導入したときの処理部3内部の圧力を示す。ソース高周波電力は、第1の高周波電源10より印加される電力を示す。バイアス高周波電力は、第2の高周波電源11より印加される電力を示す。ファラデーシールド電圧は、ファラデーシールド9に印加される電圧を示す。コイル電流比は、誘電結合アンテナ上部1aに流れる電流値を誘電結合アンテナ下部1bに流れる電流値で割った比率を示す。電極温度は、セラミックヒータ17の温度を示す。電極高さは、処理部3に試料が搬送される搬送面より電極が上昇した高さを示す。終点の判定のJ.Eはジャストエッチング、O.Eはオーバーエッチングを示す。なお、10%O.Eは、終点判定後ジャストエッチングに要した時間の10%オーバーエッチングを行うことである。

20

## 【0032】

ステップ1では、ガス流量は、BCl<sub>3</sub> : 0 ml/min、Cl<sub>2</sub> : 30 ml/min、O<sub>2</sub> : 70 ml/min、Ar : 0 ml/min、CF<sub>4</sub> : 0 ml/min、圧力 : 0.3 Pa、ソース高周波電力 : 1800 W、バイアス高周波電力 : 1000 W、ファラデーシールド電圧 : 1000 V、コイル電流比 : 0.5、電極温度 : 400、電極高さ : 30 mmであり、終点判定はIrO<sub>2</sub> J.Eで行った。

30

## 【0033】

強誘電体のエッチング処理であるステップ2では、ガス流量は、BCl<sub>3</sub> : 30 ml/min、Cl<sub>2</sub> : 0 ml/min、O<sub>2</sub> : 0 ml/min、Ar : 70 ml/min、CF<sub>4</sub> : 0 ml/min、圧力 : 0.3 Pa、ソース高周波電力 : 1200 W、バイアス高周波電力 : 600 W、ファラデーシールド電圧 : 1000 V、コイル電流比 : 0.5、電極温度 : 400、電極高さ : 30 mmであり、終点判定はPZT J.E+10%O.Eで行った。

## 【0034】

下部電極のエッチング処理であるステップ3では、ガス流量は、BCl<sub>3</sub> : 0 ml/min、Cl<sub>2</sub> : 20 ml/min、O<sub>2</sub> : 70 ml/min、Ar : 0 ml/min、CF<sub>4</sub> : 10 ml/min、圧力 : 0.3 Pa、ソース高周波電力 : 1800 W、バイアス高周波電力 : 1000 W、ファラデーシールド電圧 : 1000 V、コイル電流比 : 0.5、電極温度 : 400、電極高さ : 30 mmであり、終点判定はIr J.E+50%O.Eで行った。

40

## 【0035】

本発明は、以上説明したように、FeRAMデバイスキャパシタ部の加工において、下部電極のエッチングに、酸素および塩素およびフッ素の混合ガスを用いることにより、パターン側壁への反応生成物付着を抑制することができ、漏れ電流の少ないキャパシタ部を形成することができる。

## 【0036】

50

本発明は、F e R A Mデバイスキャパシタ部の加工において、下部電極層に限り、酸素 + 塩素に微量のフッ素ガスを添加した混合ガスのプラズマでエッチング処理を行なうことにより、パターン側壁への反応生成物付着を低減して漏れ電流が生じないキャパシタ部を形成し、かつ異物の発生が少なくデバイス量産性に適したエッチング方法を提供することができる。さらに、本発明は、下部電極層のジャストエッチング後、ある一定時間のオーバーエッチングを行なうことにより、パターン側壁への反応生成物付着を低減して漏れ電流が生じないキャパシタ部が形成され、F e R A Mデバイスの劣化を防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

10

【図 1】本発明にかかるプラズマ処理装置の構造を説明する断面図。

【図 2】図 1 のプラズマ処理装置の電極の構造を模式的に示す断面図。

【図 3】本発明にかかるプラズマ処理装置の構成を示す平面図。

【図 4】本発明の処理の対象となる試料の構造を模式的に示す断面図。

【図 5】キャパシタ部エッチング時における反応生成物付着抑制効果について説明する図

。【図 6】本発明のプラズマ処理方法におけるキャパシタ部漏れ電流測定結果を説明するグラフ。

【図 7】本発明のプラズマ処理方法におけるキャパシタ部漏れ電流測定結果を説明するグラフ。

20

【図 8】本発明のプラズマ処理方法における連続処理時の異物測定結果を説明するグラフ

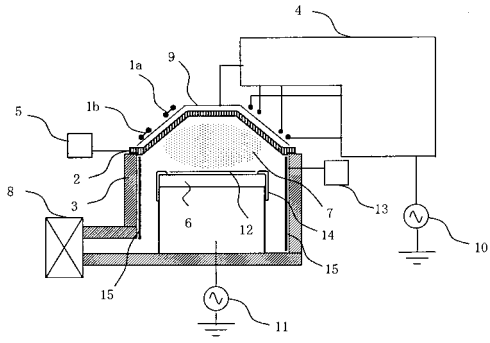
。【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

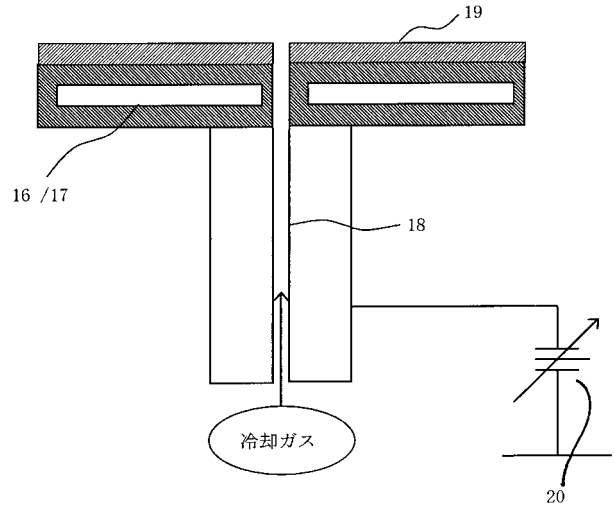
1 a / 1 b ... 誘導結合アンテナ、2 ... 放電部、3 ... 処理部、4 ... 整合器、5 ... ガス供給装置、6 ... 電極、7 ... プラズマ、8 ... 排気装置、9 ... ファラデーシールド、10 ... 第 1 の高周波電源、11 ... 第 2 の高周波電源、12 ... 試料、13 ... 発光モニタリング装置、14 ... サセプタ、15 ... インナーカバー、16 ... 循環冷媒、17 ... セラミックヒータ、18 ... 冷却ガス導入管、19 ... 絶縁体、20 ... 静電吸着用電源、21 ... 大気ロード、22 ... ロードロック室、23 ... アンロードロック室、24 ... 真空搬送ロボット、25 ... 真空搬送室、26 ... エッチング処理室、27 ... S i 基板、28 ... T i N 膜、29 ... I r 膜、30 ... P t 膜、31 ... P Z T 膜、32 ... I r O<sub>2</sub> 膜、33 ... S i O<sub>2</sub> 膜

30

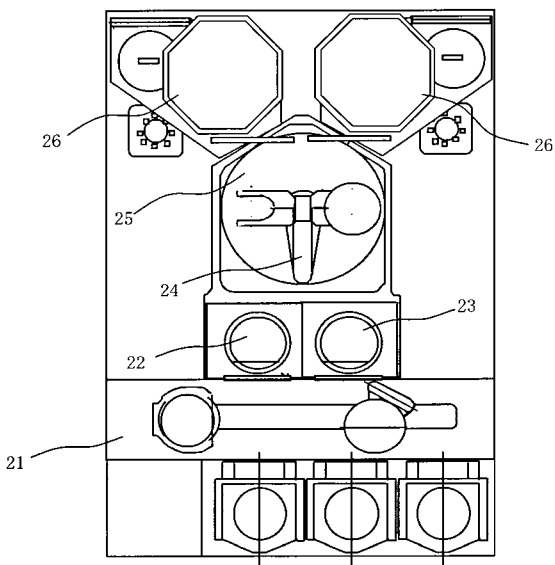
【図1】



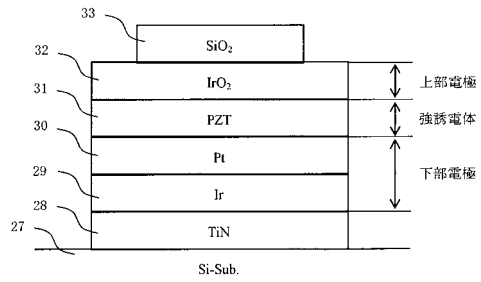
【図2】



【図3】

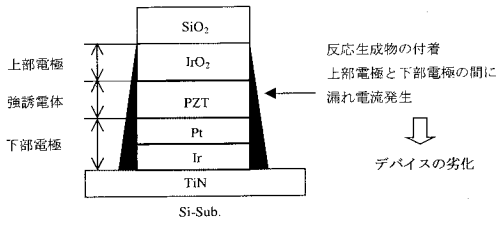


【図4】

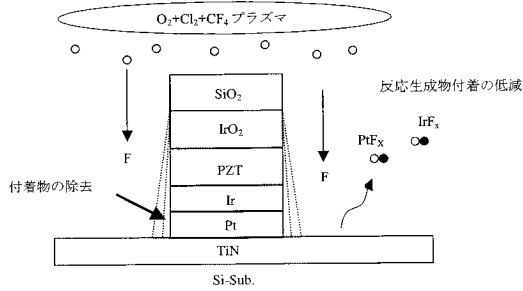


【図5】

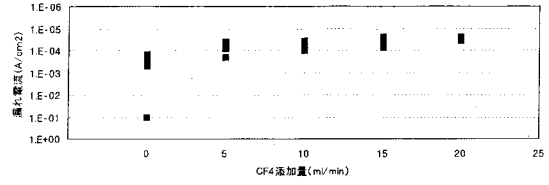
(a) 従来方法：キャパシタ部エッチング時における課題



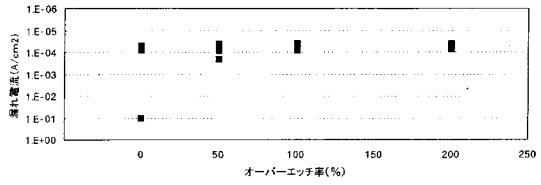
(b) 解決方法：CF<sub>4</sub>添加によるプラズマエッチング



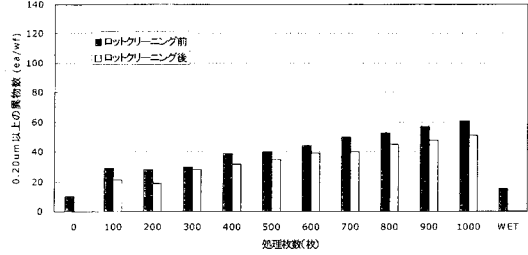
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 甲斐 美臣

山口県下松市東豊井794番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内

Fターム(参考) 5F004 AA05 BA20 BB29 CA01 CA02 CA03 CA05 CA06 CB02 CB15

DA01 DA04 DA11 DA23 DA26 DA30 DB08 DB13 EA28

5F083 FR01 JA15 JA17 JA38 JA40 JA43 PR03