

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4635478号  
(P4635478)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 1 O 5 B

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-168196 (P2004-168196)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成16年6月7日(2004.6.7)		パナソニック株式会社
(62) 分割の表示	特願2001-2196 (P2001-2196)		大阪府門真市大字門真1006番地
の分割		(74) 代理人	100109667
原出願日	平成13年1月10日(2001.1.10)		弁理士 内藤 浩樹
(65) 公開番号	特開2004-253820 (P2004-253820A)	(74) 代理人	100109151
(43) 公開日	平成16年9月9日(2004.9.9)		弁理士 永野 大介
審査請求日	平成19年12月17日(2007.12.17)	(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	有田 潔
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内
		(72) 発明者	岩井 哲博
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下
			電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハのプラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコンを含む半導体ウェハの表面のエッチング処理を行うプラズマ処理方法であって、前記表面は回路形成面の裏側を研磨した研磨加工面であり、プラズマ処理を行う処理室内の載置部に前記半導体ウェハを載置し、前記処理室内に6フッ化硫黄とヘリウムとを含むプラズマ発生用ガスを多孔質材に形成されたガス噴出孔から供給した状態でプラズマ放電を発生させることにより、前記研磨加工面に発生したマイクロクラックをエッチングして除去するものであり、

前記載置部に高周波電圧を印加し、この載置部に対向する位置に配置された対向電極の対向面から前記プラズマ発生用ガスを供給しながらプラズマ処理を行うことを特徴とする半導体ウェハのプラズマ処理方法。

【請求項 2】

前記プラズマ発生用ガスの6フッ化硫黄とヘリウムの体積比が1:1から1:10の範囲であることを特徴とする請求項1記載の半導体ウェハのプラズマ処理方法。

【請求項 3】

前記プラズマ発生用ガスに含まれるヘリウムによってプラズマ処理によって発生する反応生成物を前記半導体ウェハの表面から除去することを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体ウェハのプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、シリコン基板などシリコンを含む半導体ウェハをプラズマによってエッチング処理する半導体ウェハのプラズマ処理方法に関するものである。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

半導体装置に用いられるシリコン基板の製造工程では、半導体装置の薄型化にともない基板の厚さを薄くするための薄化加工が行われる。この薄化加工は、シリコン基板の表面に回路パターンを形成した後に、回路形成面の裏面を機械研磨することによって行われる。機械研磨加工においては、シリコン基板の表面には機械研磨によって発生するマイクロクラックを含むストレス層が生成される。そこでこのストレス層によるシリコン基板の強度低下を防止するため、機械研磨後にはシリコン表面のストレス層を除去するエッチング処理が行われる。このエッチング処理として、従来の薬液を用いる湿式エッチング処理に替えて、製造現場での薬液使用上の危険性や産業廃棄物の発生がないプラズマエッチングを行うことが知られている。

10

## 【 0 0 0 3 】

シリコンを対象としたプラズマエッチング処理には、より高いエッチングレートを実現するために、4フッ化炭素ガスを含むガスがプラズマ発生用ガスとして用いられる。この方法では、4フッ化炭素ガスがプラズマ放電によって電離または励起し、これにより生成したイオンやラジカルによってシリコン表面のエッチングが行われる。

20

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、上述の4フッ化炭素を用いたプラズマエッチング処理では、シリコン表面のプラズマ処理の反応生成物として炭素を含む膜、すなわちフッ素と炭素の化合物がシリコン表面に部分的に再付着する現象が生じる。そしてこの化合物の再付着によりプラズマエッチングの進行が阻害されてエッチングレートが全体的に低下するとともに、再付着の程度によりプラズマエッチング効果にばらつきを生じることから、エッチング処理後の表面が白濁状外観を呈し、目視品質を低下させるという問題点があった。

## 【 0 0 0 5 】

そこで本発明は、シリコンを含む処理対象物のプラズマ処理において高いエッチングレートを実現でき、かつ表面が白濁状外観を呈することなく目視品質に優れた半導体ウェハのプラズマ処理方法を提供することを目的とする。

30

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

請求項1記載のプラズマ処理方法は、シリコンを含む半導体ウェハの表面のエッチング処理を行うプラズマ処理方法であって、前記表面は回路形成面の裏側を研磨した研磨加工面であり、プラズマ処理を行う処理室内の載置部に前記半導体ウェハを載置し、前記処理室内に6フッ化硫黄とヘリウムとを含むプラズマ発生用ガスを多孔質材に形成されたガス噴出孔から供給した状態でプラズマ放電を発生させることにより、前記研磨加工面に発生したマイクロクラックを除去するものであり、前記載置部に高周波電圧を印加し、この載置部に対向する位置に配置された対向電極の対向面から前記プラズマ発生用ガスを供給しながらプラズマ処理を行う。

40

## 【 0 0 0 8 】

請求項2記載の半導体ウェハのプラズマ処理方法は、前記プラズマ発生用ガスの6フッ化硫黄とヘリウムの体積比が1：1から1：10の範囲である。

## 【 0 0 0 9 】

請求項3記載の半導体ウェハのプラズマ処理方法は、前記プラズマ発生用ガスに含まれるヘリウムによってプラズマ処理によって発生する反応生成物を前記半導体ウェハの表面から除去する。

## 【 発明の効果 】

50

## 【 0 0 1 0 】

本発明によれば、シリコンを含む処理対象物のプラズマエッチング処理において、6フッ化硫黄とヘリウムとを含むプラズマ発生用ガスを用い、載置部に高周波電圧を印加し、この載置部に対向する位置に配置された対向電極の対向面からプラズマ発生用ガスを供給しながらプラズマ処理を行うことにより、反応生成物の再付着によるエッチングレートの低下およびエッチングのばらつきに起因する目視品質の低下を防止することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 1 】

次に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態の半導体ウェハのプラズマ処理装置の断面図、図2、図3は本発明の一実施の形態の半導体ウェハのプラズマ処理方法の工程説明図である。

10

## 【 0 0 1 2 】

まず図1を参照してプラズマ処理装置について説明する。図1において、真空チャンバ1の内部はプラズマ処理を行う処理室2となっており、処理室2内部には、下部電極3および上部電極4が上下に対向して配設されている。下部電極3は電極体5を備えており、電極体5は下方に延出した支持部5aによって絶縁体9を介して真空チャンバ1に装着されている。電極体5の上面には、高熱伝導性材料より成る載置部6が装着されており、載置部6の上面にはシリコンを含む処理対象物である半導体ウェハ7が載置される。半導体ウェハ7は、回路形成面の裏側を機械研磨によって研磨された直後の状態であり、図2(a)に示すように半導体ウェハ7の回路形成面に貼着された保護シート7aを載置部6に当接させ、研磨加工面を上向きにした状態で載置される。

20

## 【 0 0 1 3 】

載置部6には上面に開口する多数の吸着孔6aが設けられており、吸着孔6aは電極体5の支持部5a内を貫通して設けられた吸引路5dと連通している。吸引路5dは真空吸引部11と接続されており、載置部6の上面に半導体ウェハ7が載置された状態で真空吸引部11から真空吸引することにより、半導体ウェハ7は載置部6に真空吸着により保持される。電極体5や載置部6を有する下部電極3は、半導体ウェハ7を保持する保持手段となっている。

## 【 0 0 1 4 】

載置部6の内部には冷却用の冷媒流路6b, 6cが設けられており、冷媒流路6b, 6cは支持部5a内を貫通して設けられた管路5b, 5cと連通している。管路5b, 5cは冷媒循環部10と接続されており、冷媒循環部10を駆動することにより、冷媒流路6b, 6c内を冷却水などの冷媒が循環し、これによりプラズマ処理時に発生した熱によって加熱された載置部6が冷却される。載置部6を冷却する目的は、半導体ウェハ7の回路形成面に貼着された樹脂製の保護シート7aがプラズマの熱で熔融してしまうのを防止するためである。

30

## 【 0 0 1 5 】

電極体5は高周波電源12と電氣的に接続されている。また真空チャンバ1内の処理室2は、真空排気・大気開放部13と接続されている。真空排気・大気開放部13は、処理室2からの真空排気、および処理室2内の真空破壊時の大気開放を行う。

40

## 【 0 0 1 6 】

上部電極(対向電極)4は、接地部20に接地された電極体15を備えており、電極体15は上方に延出した支持部15aによって絶縁体16を介して真空チャンバ1に装着されている。電極体15の下面には絶縁体17が装着されており、絶縁体17には多数のガス噴出孔17aが空隙部15bと連通して設けられている。つまり下部電極3側に面している上部電極4の対向面4aには、プラズマ発生用ガスを供給するガス噴出孔17aが多数形成されている。これらのガス噴出孔17aは電極体15に設けられた空隙部15bと連通しており、さらに空隙部15bは支持部15a内を貫通して設けられたガス供給路15cを介してガス供給部19と接続されている。なお絶縁体17としては、ガス噴出孔17aがランダムに形成された多孔質材でもよい。

50

## 【0017】

ガス供給部19は、6フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )とヘリウム( $\text{He}$ )を、1( $\text{SF}_6$ ):1( $\text{He}$ )から1( $\text{SF}_6$ ):10( $\text{He}$ )の範囲の体積比で混合した混合ガスをプラズマ発生用ガスとして供給する。6フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )とヘリウム( $\text{He}$ )の混合比は、主にエッチングレート、エッチング面(研磨加工面)の目視品質によって決められる。6フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )の混合比が高い場合(1( $\text{SF}_6$ ):1( $\text{He}$ ))は、エッチングレートは高いものの目視品質が低く、エッチング面が白濁化してくる。一方、混合比が低い場合(1( $\text{SF}_6$ ):10( $\text{He}$ ))は、目視品質はエッチング面が鏡面となって高くなるが、エッチングレートは低くなる。

## 【0018】

10

真空排気・大気開放部13を駆動して処理室2内を真空排気し、次いでガス供給部19を駆動することにより、上部電極4に装着された絶縁体17のガス噴出孔17aより下方に向けてプラズマ発生用ガスが噴出する。この状態で高周波電源12を駆動して下部電極3の電極体5に高周波電圧を印加することにより、上部電極4と下部電極3との間の空間にはプラズマ放電が発生する。そしてこのプラズマ放電により発生したプラズマによって、載置部6上に載置された半導体ウェハ7の上面のプラズマエッチング処理が行われる。

## 【0019】

図1に示すように、下部電極3の載置部6の外縁部には絶縁体8が、また上部電極4の絶縁体17の外縁部には絶縁体18がそれぞれ外周方向に張り出した形態で装着されている。これらの絶縁体8, 18により、上部電極4と下部電極3との間の空間にプラズマ放電を発生させる際に、上部電極4の側面と下部電極3の側面との間で発生する異常放電を抑制し、下部電極3の載置部6上でのプラズマを安定させるという効果を有する。

20

## 【0020】

次にこのプラズマエッチング処理の過程を図2, 図3を参照して説明する。図2(a)に示すように、保護シート7aに貼着された状態の半導体ウェハ7は下部電極3の載置部6上に載置され、真空吸着によって保持される。次いで処理室2内の真空排気を行った後、プラズマ発生用ガスがガス噴出孔17aから半導体ウェハ7の上面に対して吹き付けられる。この状態で高周波電源12を駆動して下部電極3と上部電極4との間に高周波電圧を印加することにより、半導体ウェハ7の上方の空間でプラズマ放電が発生する。

## 【0021】

30

ここで、 $\text{SF}_6$ を含む混合ガス中でプラズマ放電が発生することにより、図2(b)に示すように、ガス状のフッ素ラジカル(記号\*で示す)が発生する。そしてこのフッ素ラジカルは、プラズマ発生ガス中のヘリウムガス(矢印参照)の流れによって半導体ウェハ7の表面に吹き付けられ、ここでフッ素ラジカルが半導体ウェハ7の成分であるSiに作用することにより、図3(a)に示すように、Siはガス状の $\text{SiF}_4$ (記号で示す)となって半導体ウェハ7の表面から蒸散し、ヘリウムガスの流れによって除去される。

## 【0022】

そしてこの反応と同時に反応生成物としてフッ素と硫黄の化合物 $\text{SF}_n$ (記号で示す)が発生するが、図3(b)に示すように、この反応生成物も同様に半導体ウェハ7の表面に吹き付けられるヘリウムガスの流れによって除去され、半導体ウェハ7の表面に残留して堆積することがない。

40

## 【0023】

すなわち、本実施の形態に示すプラズマ処理においては、プラズマ発生用ガス中に含まれたヘリウムガスは、プラズマ放電によって発生したフッ素ラジカルを処理対象面である半導体ウェハ7のシリコン表面に吹き付けるとともに、フッ素ラジカルとSiとの反応によって生成したガス状の $\text{SiF}_4$ や、反応によって生成される $\text{SF}_n$ を半導体ウェハ7の表面から除去するキャリアガスとしての役割を果たしている。

## 【0024】

これにより、Siの除去反応後においても半導体ウェハ7の処理対象面に残留して堆積しやすい反応生成物を確実に除去することができる。従って、このような反応生成物が処

50

理対象面に残留することによる全体的なエッチングレートの低下や、反応生成物が処理表面で偏って残留することによるエッチング効果のばらつきが発生しない。

【 0 0 2 5 】

このため、エッチング処理後の半導体ウェハ7の表面が、エッチング効果のばらつきによって白濁状外観を示す目視品質の低下が発生しない。またプラズマ発生用ガスとして、6フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )を用いることにより、従来の4フッ化炭素 $\text{CF}_4$ を用いる場合と比較して、1分子あたりのフッ素原子数が多いことから、シリコン表面からSiを除去するエッチングレートを従来より向上させることができる。

【 0 0 2 6 】

一方、ヘリウムガス( $\text{He}$ )はキャリアガスとしての効果を持つ以外に、他のガス種に比べて非常に放電を開始するための放電開始最小電圧が低いことが知られている。つまり6フッ化硫黄( $\text{SF}_6$ )は放電開始最小電圧が高く、圧力が数百Pa以上の6フッ化硫黄のみでは平行平板電極に高周波電圧を印加しても電界の強い場所でのみ放電が起こり、エッチング分布がばらつく。そのため放電しやすいヘリウムガス( $\text{He}$ )を混合することにより、低い高周波電圧または高周波電力でも均一性の高いエッチングを実現できる。

【 0 0 2 7 】

このプラズマ処理により、前工程の機械研磨によって加工面に発生したマイクロクラックを含むストレス層が効率よく除去される。そしてプラズマ処理後の半導体ウェハ7が、載置部6による真空吸着を解除された後に処理室2から搬出されることによりプラズマ処理を終了する。

【 0 0 2 8 】

上記説明したように、シリコンを含む処理対象物である半導体ウェハのプラズマエッチングにおいて、プラズマ発生用ガスとして6フッ化硫黄とヘリウムとの混合ガスを用いることにより、4フッ化炭素をプラズマ発生用ガスとして用いる従来の方法よりエッチングレートを向上させることができる。また反応生成物がキャリアガスとしてのヘリウムガスによって処理表面から除去され、処理後の表面がエッチングのばらつきに起因する白濁状外観を呈することがなく、目視品質に優れたプラズマエッチング処理を高能率で行うことが可能となっている。

【 0 0 2 9 】

さらには、対向電極(上部電極4)の下部電極3側の対向面4aに多数形成されたガス噴出孔17aからプラズマ発生用ガスを供給するので、半導体ウェハ7の研磨加工面全体に満遍なくプラズマ発生用ガスを行きわたらせることができ、同時に $\text{SiF}_4$ や $\text{SF}_n$ 等、反応によって発生したガスを研磨面から効率よく除去して、高いエッチングレートの処理を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 3 0 】

本発明によれば、シリコンを含む半導体ウェハのプラズマエッチング処理において、6フッ化硫黄とヘリウムとを含むプラズマ発生用ガスを用い、載置部に高周波電圧を印加し、この載置部に対向する位置に配置された対向電極の対向面からプラズマ発生用ガスを供給しながらプラズマ処理を行うようにしたので、ヘリウムガスをフッ素ラジカルや反応生成物のキャリアガスとして作用させ、反応生成物の再付着によるエッチングレートの低下およびエッチングのばらつきに起因する目視品質の低下を防止することができ、シリコンを含む半導体ウェハのプラズマ処理方法として有用である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図1】本発明の一実施の形態の半導体ウェハのプラズマ処理装置の断面図

【図2】本発明の一実施の形態の半導体ウェハのプラズマ処理方法の工程説明図

【図3】本発明の一実施の形態の半導体ウェハのプラズマ処理方法の工程説明図

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

10

20

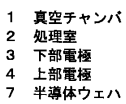
30

40

50

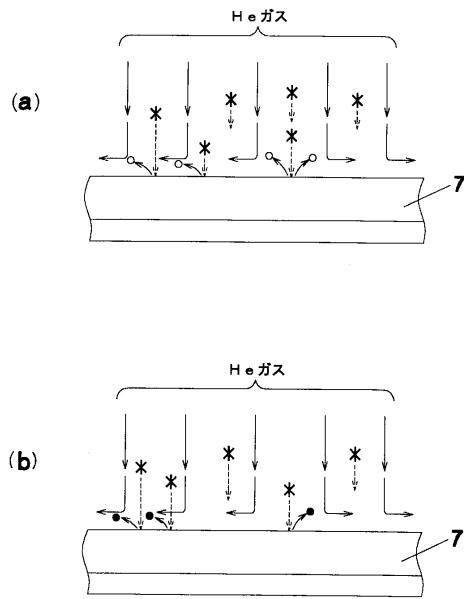
- 1 真空チャンバ  
2 処理室  
3 下部電極  
4 上部電極  
7 半導体ウェハ  
19 ガス供給部

【 図 2 】



(b)

【図 3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 酒見 省二

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 今井 拓也

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 5 0 4 8 4 ( J P , A )

特開平 0 9 - 1 6 7 7 5 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6 5