

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601794号
(P5601794)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl. F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01) HO 1 L 21/302 I O 1 B
 HO 1 L 21/302 I O 1 G

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2009-131467 (P2009-131467)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成21年5月29日 (2009.5.29)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2010-278362 (P2010-278362A)	(73) 特許権者	000002428
(43) 公開日	平成22年12月9日 (2010.12.9)		芝浦メカトロニクス株式会社
審査請求日	平成24年4月24日 (2012.4.24)		神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
審査番号	不服2013-22734 (P2013-22734/J1)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成25年11月20日 (2013.11.20)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマエッチング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高周波電圧が印加され、その上面に沿って処理対象基板が配置されるものであって、傾斜した側面を有する電極と、

誘電体で形成されており、前記電極の側面に沿って設けられ、前記電極をプラズマから保護し、傾斜した外周面を有し、前記傾斜した外周面と前記電極の上面とで規定される内角が90度よりも大きく、厚みが半径方向で変化している電極カバーと、

を備えたことを特徴とするプラズマエッチング装置。

【請求項2】

前記電極カバーの少なくとも一部は誘電率を調整可能である

ことを特徴とする請求項1に記載のプラズマエッチング装置。

【請求項3】

前記電極カバー内には液体を保持する液体保持部が設けられており、前記液体保持部には所望の誘電率を有する液体を供給可能である

ことを特徴とする請求項1または2に記載のプラズマエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマエッチング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プラズマエッチング装置では、エッチング中に発生したパーティクルが基板上に付着しないようにすることが重要である。特に、フォトマスクパターンを形成するためのプラズマエッチングでは、欠陥の無いパターンを形成するために、パーティクルの付着を防止することが極めて重要である。また、プラズマエッチング装置では、プラズマから電極を保護するために電極カバーを設けることが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

しかしながら、従来は、電極カバーを設けたプラズマエッチング装置において、パーティクルの付着を防止するための最適な構造が必ずしも提案されているとは言えなかった。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-332336号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、基板上へのパーティクルの付着を効果的に防止することが可能なプラズマエッチング装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

実施形態に係るプラズマエッチング装置は、高周波電圧が印加され、その上面に沿って処理対象基板が配置されるものであって、傾斜した側面を有する電極と、前記電極の側面に沿って設けられ、前記電極をプラズマから保護し、傾斜した外周面を有し、前記傾斜した外周面と前記電極の上面とで規定される内角が90度よりも大きく、厚みが半径方向で変化している電極カバーと、を備える。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、基板上へのパーティクルの付着を効果的に防止することが可能なプラズマエッチング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0008】

【図1】プラズマエッチング装置の基本的な構成及び基本的な機能について示した図である。

【図2】プラズマエッチング装置によってプラズマが生成されたときの状態を示した等価回路である。

【図3】本発明の第1の実施形態に係り、プラズマエッチング装置の下部電極近傍の状態を模式的に示した断面図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に係り、下部電極及び電極カバーの構成を模式的に示した平面図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係り、プラズマエッチング装置の下部電極近傍の状態を模式的に示した断面図である。

40

【図6】本発明の第3の実施形態に係り、プラズマエッチング装置の主として下部電極近傍の状態を模式的に示した説明図である。

【図7】本発明の第4の実施形態に係り、プラズマエッチング装置の主として下部電極近傍の状態を模式的に示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0010】

(実施形態1)

50

まず、プラズマエッチング装置の基本的な構成及び基本的な機能について、図1を参照して説明する。

【0011】

処理対象基板となるフォトマスク基板（図示せず）は、下部電極3の上面に沿って保持される。通常は、フォトマスク基板の裏面に傷を付けないようにするため、フォトマスク基板の大部分は下部電極3に接触していない。そのため、フォトマスク基板と下部電極3との間には間隙が存在する。また、下部電極3の表面には、プラズマからのダメージを緩和するために、石英やセラミック等の誘電体（図示せず）が配置されている。

【0012】

チャンバ（図示せず）内は真空ポンプによって排気され、下部電極3と上部電極7との間の空間は、プラズマ生成に最適な圧力に設定される。すなわち、両電極間にエッチング用のプロセスガスを供給した状態で、最適な圧力に調整される。圧力を調整した後、高周波電源1から電極に高周波電圧（高周波電力）を印加することで、プロセスガス中に高周波電界が発生する。発生した高周波電界によってプロセスガス中の電子が加速し、加速した電子によってプロセスガスが電離する。その結果、下部電極3と上部電極7との間にプラズマ5が生成される。プラズマが生成されると、プラズマと電極との間に空間電荷層が形成される。すなわち、下部電極3の近傍にプラズマシース4が形成され、上部電極7の近傍にプラズマシース6が形成される。

【0013】

高周波電源1と下部電極3との間には直流阻止用のコンデンサ2が配置されており、このコンデンサ2により、放電の安定化や電極に対するダメージの低減をはかることができる。高周波電源1及び上部電極7は接地部8に接続されている。接地部8の電圧は0ボルトに設定されている。

【0014】

図2は、上述したプラズマエッチング装置によってプラズマが生成されたときの状態を示した等価回路である。

【0015】

プラズマシース4及び6は、整流作用を有する空間電荷層である。また、プラズマ5が安定して維持されている状態において、シース部分はプラズマ部分よりも電位が低くなっている。さらに、プラズマ部分では、ジュール熱による高周波電力の吸収が行われている。これらのことから、プラズマシース4及び6はいずれも、整流器、電気抵抗及びコンデンサ（キャパシタ）の並列接続で表すことができる。また、プラズマ5は電気抵抗で表すことができる。

【0016】

以上のことから、プラズマエッチング装置によってプラズマが生成されたときの状態は、図2の等価回路で表すことができる。図2の等価回路から、下部電極3の表面に誘電体が存在する場合には、誘電体の電気容量が変化すると誘電体の直上に形成されるプラズマシース4も変化することがわかる。

【0017】

図3は、本実施形態に係るプラズマエッチング装置の下部電極近傍の状態を模式的に示した断面図である。図4は、図3の下部電極及び電極カバーの構成を模式的に示した平面図である。なお、プラズマエッチング装置全体の基本的な構成は図1で示したものと同様である。

【0018】

図3及び図4に示すように、下部電極10はテーパ形状を有している。すなわち、下部電極10は傾斜した側面12を有している。また、図4に示すように、下部電極10の平面形状は円状であり、下部電極10の上面11は円形である。この下部電極10には、図示しない高周波電源からプラズマを生成するための高周波電圧（高周波電力）が印加される。

【0019】

下部電極 10 の側面には、誘電体（絶縁体）で形成された電極カバー 20 が設けられている。すなわち、下部電極 10 の側面に沿ってリング状の電極カバー 20 が設けられており、下部電極 10 の側面は電極カバー 20 によって覆われている。下部電極 10 の側面 12 が傾斜しているため、電極カバー 20 の表面も傾斜している。また、電極カバー 20 の厚さ（下部電極 10 の側面に垂直な方向の厚さ）は半径方向で変化している。具体的には、電極カバー 20 の厚さは、下部電極 10 の上面側から下面側に向かってしだいに薄くなっている。

【0020】

処理対象基板であるフォトマスク基板 30 は、下部電極 10 の上面に沿って配置される。具体的には、フォトマスク基板 30 は電極カバー 20 の端部の基板載置部に載置され、フォトマスク基板 30 と下部電極 10 との間には間隙が存在する。なお、フォトマスク基板 30 の表面には、エッチング対象となる膜（金属膜等）及びレジストパターンが形成されている。

10

【0021】

プラズマシース 40 は、電極カバー 20 の表面及びフォトマスク基板 30 の表面に沿って形成される。したがって、プラズマシース 40 はテーパ形状を有している。電極カバー 20 は誘電体で形成されているため、電極カバー 20 の上方の電界は電極カバー 20 の誘電率や厚さに依存する。そのため、電極カバー 20 に沿って形成されるプラズマシース 40 も電極カバー 20 の形状、厚さ、誘電率等に依存する。

【0022】

本実施形態では、下部電極 10 及び電極カバー 20 が上述したような構成を有しているため、フォトマスク基板 30 へのパーティクルの付着を抑制することができる。以下、説明を加える。

20

【0023】

プラズマエッチング装置内に滞在するパーティクルの質量は通常は非常に小さく、重力の影響は小さい。そのため、パーティクルは通常は電気的な力によって制御される。また、プラズマシースに到達したパーティクルは、プラズマシース表面に滞留する、或いはプラズマシース表面で反射すると考えられている。

【0024】

プラズマシース表面に滞留しているパーティクルは、電気的な力が均衡していると考えられるため、重力の影響を無視することができない。また、下部電極 10 に印加されている高周波の影響により、プラズマシースはプラズマシース表面に対して垂直な方向に振動している。そのため、プラズマシース表面のパーティクルもこの振動の影響を受ける。これらの要因により、パーティクルは下部電極 10 の外周部（外周端部）に向かって移動していく。すなわち、下部電極 10 の側面が傾斜しているため電極カバー 20 の表面も傾斜しており、この傾斜にしたがってパーティクルが下方へと移動していく。すなわち、パーティクルが下部電極 10 の外周部に向かって移動していく。そして、下部電極 10 の外周部に到達したパーティクルは、エッチング装置外へと排気される。

30

【0025】

以上のように、本実施形態では、下部電極 10 が傾斜した側面を有し、下部電極 10 の側面に沿って電極カバー 20 が設けられているため、パーティクルを下部電極 10 の外周部に向かって効果的に移動させることができる。その結果、フォトマスク基板 30 へのパーティクルの付着を抑制することができ、欠陥の抑制されたフォトマスクパターンを形成することが可能となる。

40

【0026】

また、本実施形態では、電極カバー 20 の厚さが半径方向で変化しており、電極カバー 20 の厚さが下部電極 10 の外周部（電極カバー 20 の外周部）に向かってしだいに減少している。一般に、電極カバーの厚さを薄くすると、エッチング対象物のエッチングレートが高くなる。したがって、本実施形態では、電極カバー 20 の外周部近傍に堆積した反応生成物（エッチングによって生成された反応生成物）を効果的に除去することが可能で

50

ある。その結果、欠陥がより抑制されたフォトマスクパターンを形成することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

(実施形態 2)

図 5 は、本実施形態に係るプラズマエッチング装置の下部電極近傍の状態を模式的に示した断面図である。なお、基本的な事項は第 1 の実施形態と同様である。したがって、第 1 の実施形態で述べた事項及び第 1 の実施形態から容易に類推可能な事項についての説明は省略する。

【 0 0 2 8 】

第 1 の実施形態では、電極カバー 2 0 の厚さが下部電極 1 0 の外周部 (電極カバー 2 0 の外周部) に向かってしだいに減少している。この場合、電極カバー 2 0 の外周部近傍に堆積した反応生成物を効果的に除去することができるが、反応生成物の堆積量が少ない場合には、電極カバー 2 0 自体がエッチングされてしまい、パーティクル増加の要因となるおそれがある。

【 0 0 2 9 】

本実施形態では、図 5 に示すように、電極カバー 2 0 の厚さが下部電極 1 0 の外周部 (電極カバー 2 0 の外周部) に向かってしだいに増加している。このような構成により、電極カバー 2 0 の外周部近傍での電極カバー 2 0 自身のエッチングを効果的に抑制することが可能である。その結果、電極カバー 2 0 自身のエッチングによって生じるパーティクルを抑制することができ、欠陥がより抑制されたフォトマスクパターンを形成することが可能となる。

【 0 0 3 0 】

(実施形態 3)

図 6 は、本実施形態に係るプラズマエッチング装置の主として下部電極近傍の状態を模式的に示した説明図である。なお、基本的な事項は第 1 及び第 2 の実施形態と同様である。したがって、第 1 及び第 2 の実施形態で述べた事項及び第 1 及び第 2 の実施形態から容易に類推可能な事項についての説明は省略する。

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、電極カバー 2 0 内に、液体を保持する液体保持部 2 1 が設けられている。すなわち、電極カバー 2 0 の内側に空洞を設け、液体保持部 2 1 ではこの空洞が液体で充填されている。

【 0 0 3 2 】

液体保持部 2 1 には、配管 5 1 a 及び 5 1 b が接続されている。配管 5 1 a には液体供給部 6 0 が接続されている。この液体供給部 6 0 では所望の液体 (所望の誘電率を有する液体) を選択することができ、選択された液体は配管 5 1 a 介して液体保持部 2 1 に供給される。配管 5 1 b には液体回収部 7 0 が接続されており、液体保持部 2 1 に保持された液体を配管 5 1 b 介して液体回収部 7 0 に回収することが可能である。

【 0 0 3 3 】

上述したことからわかるように、本実施形態では、液体保持部 2 1 に所望の誘電率を有する液体を供給することで、電極カバー 2 0 の少なくとも一部の領域の誘電率を調整することが可能である。これにより、電極カバー 2 0 の上方の電界及びプラズマシースを適切な状態に設定することが可能である。その結果、パーティクル除去の制御やエッチング状態の制御をよりの確に行うことが可能である。

【 0 0 3 4 】

(実施形態 4)

図 7 は、本実施形態に係るプラズマエッチング装置の主として下部電極近傍の状態を模式的に示した説明図である。なお、基本的な事項は第 1 乃至第 3 の実施形態と同様である。したがって、第 1 乃至第 3 の実施形態で述べた事項及び第 1 乃至第 3 の実施形態から容易に類推可能な事項についての説明は省略する。

【 0 0 3 5 】

本実施形態では、電極カバー 20 内に、液体を保持する複数の液体保持部 22、23 及び 24 が設けられている。すなわち、電極カバー 20 の内側に複数の空洞を設け、液体保持部 22、23 及び 24 では、これらの空洞が液体で充填されている。

【0036】

液体保持部 22 には配管 52a 及び 52b が接続され、液体保持部 23 には配管 53a 及び 53b が接続され、液体保持部 24 には配管 54a 及び 54b が接続されている。配管 52a、53a 及び 54a には液体供給部 60 が接続されている。この液体供給部 60 では所望の液体（所望の誘電率を有する液体）を選択することができる。すなわち、配管液体保持部 22 に供給すべき液体、液体保持部 23 に供給すべき液体及び液体保持部 24 に供給すべき液体を、個別に選択することができる。選択された各液体はそれぞれ、配管 52a、53a 及び 54a 介して液体保持部 22、23 及び 24 に供給される。したがって、誘電率の互いに異なる液体を液体保持部 22、23 及び 24 に供給することができる。配管 52b、53b 及び 54b には液体回収部 70 が接続されており、液体保持部 22、23 及び 24 に保持された液体を配管 52b、53b 及び 54b 介して液体回収部 70 に回収することが可能である。

10

【0037】

上述したように、本実施形態では、液体保持部 22、23 及び 24 に個別に所望の誘電率を有する液体を供給することができる。したがって、電極カバー 20 の半径方向で誘電率を変化させることができ、所望の誘電率分布を有する電極カバー 20 を構成することができる。これにより、電極カバー 20 の上方の電界及びプラズマシースを適切な状態に設定することが可能である。その結果、パーティクル除去の制御やエッチング状態の制御をよりの確に行うことが可能である。

20

【0038】

なお、上述した第 1～第 4 の実施形態では、下部電極と上部電極との間でプラズマを生成する平行平板型のプラズマエッチング装置について述べたが、他のプラズマエッチング装置を用いることも可能である。すなわち、上述した各実施形態で示したような下部電極及び電極カバーを有するプラズマエッチング装置であれば、上述した各実施形態で述べた効果と同様の効果を得ることが可能である。

【0039】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施することが可能である。さらに、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示された構成要件を適宜組み合わせることによって種々の発明が抽出され得る。例えば、開示された構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、所定の効果が得られるものであれば発明として抽出され得る。

30

【符号の説明】

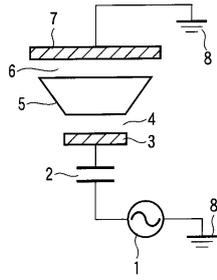
【0040】

- | | | |
|--|-----------------------|---------------|
| 1 ... 高周波電源 | 2 ... コンデンサ | 3 ... 下部電極 |
| 4 ... プラズマシース | 5 ... プラズマ | 6 ... プラズマシース |
| 7 ... 上部電極 | 8 ... 接地部 | |
| 10 ... 下部電極 | 11 ... 上面 | 12 ... 側面 |
| 20 ... 電極カバー | 21、22、23、24 ... 液体保持部 | |
| 30 ... フォトマスク基板 | 40 ... プラズマシース | |
| 51a、52a、53a、54a、51b、52b、53b、54b ... 配管 | | |
| 60 ... 液体供給部 | 70 ... 液体回収部 | |

40

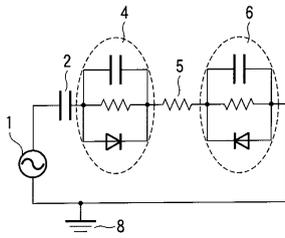
【 図 1 】

図 1



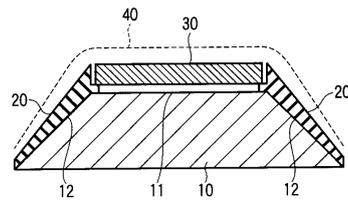
【 図 2 】

図 2



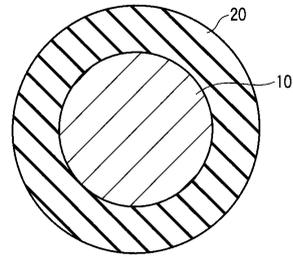
【 図 3 】

図 3



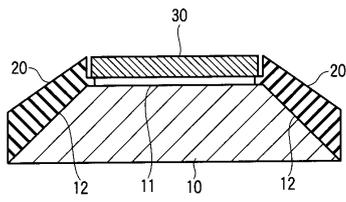
【 図 4 】

図 4



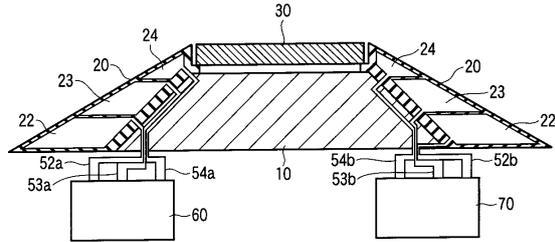
【 図 5 】

図 5



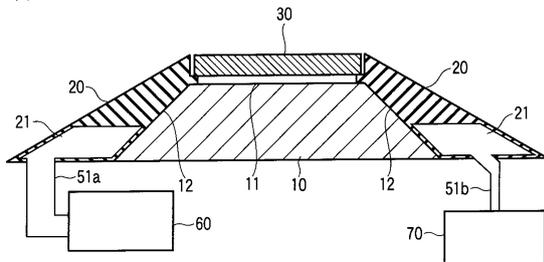
【 図 7 】

図 7



【 図 6 】

図 6



フロントページの続き

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(72)発明者 本川 剛治

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 東野 秀史

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

合議体

審判長 鈴木 匡明

審判官 小野田 誠

審判官 松本 貢

(56)参考文献 特開2000-21861(JP,A)

特開2005-255507(JP,A)

特開平7-58083(JP,A)

特開2008-244274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/3065