

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3897566号  
(P3897566)

(45) 発行日 平成19年3月28日(2007.3.28)

(24) 登録日 平成19年1月5日(2007.1.5)

(51) Int. Cl.	F I
<b>C 2 3 C</b> 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44 J
<b>C 2 3 C</b> 14/00 (2006.01)	C 2 3 C 14/00 B
<b>H O 1 L</b> 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205
<b>H O 1 L</b> 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 I O 1 B
<b>H O 5 H</b> 1/46 (2006.01)	H O 5 H 1/46 L

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-328980 (P2001-328980)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成13年10月26日(2001.10.26)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-129239 (P2003-129239A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成15年5月8日(2003.5.8)	(74) 代理人	100080827
審査請求日	平成16年2月23日(2004.2.23)		弁理士 石原 勝
		(72) 発明者	松田 出
			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	前川 幸弘
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		審査官	今井 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

真空容器内にガスを導入しつつ真空排気して所定の圧力に維持し、真空容器内に配置した電極に対向して設けられたアンテナに高周波電力を印加してプラズマを発生するプラズマ処理方法において、前記アンテナを覆うアンテナカバーとして、石英やアルミナ等のセラミックスからなる部材で、表面に凹凸を有しかつその表面形状を作成する際に、表面形状を作成する金型を用意し、この金型を前記部材の表面に押し当て、高温に加熱して形状を転写したものをを用いることを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【請求項2】

真空容器内にガスを導入しつつ真空排気して所定の圧力に維持し、真空容器内に配置した電極に対向して設けられたアンテナに高周波電力を印加してプラズマを発生するプラズマ処理方法において、前記アンテナを覆うアンテナカバーとして、石英やアルミナ等のセラミックスからなる部材で、表面に凹凸を有しかつその表面形状を作成する際に、3%以下の濃度のフッ酸を使用しながらバフ研磨したものをを用いることを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子、液晶ディスプレイパネルや太陽電池等の製造における薄膜形成工程や微細加工工程等に用いられるプラズマ処理方法に関するものである。

10

20

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来の技術 】

近年、プラズマ処理技術においては、デバイスの高機能化と処理コストの低減のために、高精度化、高速化、大面積化、低ダメージ化を実現する取り組みが盛んに行われている。

## 【 0 0 0 3 】

中でも、微細加工に用いられるプラズマ処理においては、デバイスの歩留り向上のために、ダストのない清浄な雰囲気での処理が要求されている。

## 【 0 0 0 4 】

従来のドライエッチング装置の概略構成について、図 1 を参照して説明する。図 1 において、1 はドライエッチング処理を行う真空容器で、真空排気手段 2 が接続され、またエッチングガスを供給するガス導入手段 3 に接続されたガス導入口 4 が形成されている。真空容器 1 内の上部には、上部アンテナ 5 が配設され、プラズマ生成用の 1 0 0 M H z の高周波電源 6 が接続されている。

10

## 【 0 0 0 5 】

真空容器 1 内の下部には、被処理基板 7 を静電吸着する基板保持台 8 が配設されている。基板保持台 8 には、電極 9 が配設され、プラズマ生成用の 5 0 0 k H z の高周波電源 1 0 と静電吸着用の電源 1 1 a、1 1 b が接続されている。また、基板保持台 8 には処理終了後に被処理基板 7 を突き上げる突き上げ手段 1 2 が配設され、その駆動機構 1 3 が設けられている。

## 【 0 0 0 6 】

真空容器 1 の一側には、真空容器 1 内に対して被処理基板 7 を適宜供給・排出するための真空搬送システム 1 5 が連通開口 1 4 を介して接続されている。連通開口 1 4 には、任意に開放と遮蔽を行うゲートバルブ 1 6 が配設されている。ゲートバルブ 1 6 には、導電性の真空シール 1 7 が設けられており、この真空シール 1 7 にて真空容器 1 からのガス漏れを遮断するだけでなく、ゲートバルブ 1 6 と真空容器 1 が同電位となるように構成されている。1 8 は、プラズマスパッタによる上部アンテナ 5 の短期間での摩耗及びデポジット等の汚損によるメンテナンス時の煩雑さを低減するため設置されたアンテナカバーであり、簡単に取り外しできるように固定手段（図示せず）にて固定されている。

20

## 【 0 0 0 7 】

次に、以上の構成のドライエッチング装置の動作を説明する。まず、ゲートバルブ 1 6 を作動することにより、真空容器 1 と真空搬送システム 1 5 を連通開口 1 4 を介して空間的に連通する。次に、真空搬送システム 1 5 にて被処理基板 7 を真空容器 1 内に搬入し、基板保持台 8 に設けられた突き上げ手段 1 2 を用いて被処理基板 7 を基板保持台 8 に設置し、静電吸着用の電源 1 1 a、1 1 b にて静電吸着する。その後、ゲートバルブ 1 6 を作動して連通開口 1 4 を遮蔽する。

30

## 【 0 0 0 8 】

次に、ガス導入口 4 よりエッチングガスである A r ガスを 2 0 0 c c / 分にて導入しつつ、真空容器 1 内を 0 . 5 P a に調圧し、高周波電源 1 0 から基板保持台 8 に 1 k W、高周波電源 6 から上部アンテナ 5 に 2 k W の高周波電力を印加することにより、真空容器 1 内にプラズマを発生させ、所望のドライエッチング処理を行う。

40

## 【 0 0 0 9 】

エッチングが終了した後、プラズマ生成用の高周波電源 6、1 0 の作動を停止し、反応ガスの導入を停止し、真空排気手段 2 にて真空排気を行いながら、突き上げ手段 1 2 で被処理基板 7 を基板保持台 8 から剥離させ、ゲートバルブ 1 6 を作動させて連通開口 1 4 を開放し、真空搬送システム 1 5 にて被処理基板 7 を排出して所定の処理を終了する。

## 【 0 0 1 0 】

ところで、このようなプラズマ処理装置において、ダストの発生は特に放電空間に接触する部材が原因となる場合が顕著である。そこで、従来は、例えば特開平 1 0 - 1 6 3 1 8 0 号公報に開示されているように、放電空間に接触する部材の表面粗さを指標とし、反応生成物（以下、デポと記す）の密着性を上げ、その結果としてダストを低減するという手

50

法が提起されている。

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記のようなダスト低減方法では、メンテナンス後や真空容器内の構成部材の交換後において、ダミーウエハに対して実プロセスで処理するシーズニングと呼ばれる処理を、5枚以上のダミーウエハに対して行わないと、ダストが低減しないという問題があることが本発明者の調査によって判明した。

【 0 0 1 2 】

しかるに、近年のデバイスパターンの微細化によって、ダストの対象粒径はより小さくなってきており、特に粒径  $0.10 \sim 0.30 \mu\text{m}$  程度のものを対象とした場合には、シーズニングがさらに必要となり、装置のダウンタイム（非稼働時間）の長大化を招いてしまうという問題がある。

10

【 0 0 1 3 】

その原因を検討した結果、真空容器 1 内の構成部材、特に石英やアルミナ等から成るセラミック系のアンテナカバー 18 などの部材において、表面粗さを指標としてデポの密着性をあげるためにその表面を機械加工し、図 3 ( b ) に示すように、凹凸形状 M を形成した場合、図 3 ( c ) に示すように、幅が  $1 \mu\text{m}$  以下のマイクロクラックと呼ばれる機械加工時に発生するひびくが発生することによることが判明した。マイクロクラック m は、強度的にも非常に脆いため、僅かな振動、ガス供給時のガス流れ、プラズマによる分子のスパッタにより剥がれて拡散する。よって、シーズニングを行うことで、マイクロクラック m を加速度的に剥がしていることになる。これが、メンテナンス後、部材を新品に交換したときの粒径  $0.3 \mu\text{m}$  以下のダストの原因となっている。

20

【 0 0 1 4 】

また、表面粗さを指標に制御する方法は、以下の問題がある。デポの密着度を上げるために表面積を稼ごうと考え、なるべく凹凸を鋭利な山・谷形状としかつ凹凸の高低差を大きくしなければならない。これは、上記マイクロクラック m による悪影響をさらに助長することになる。

【 0 0 1 5 】

また、セラミック系の絶縁体バルクは、静電気を帯びやすく、谷の隙間にダストが付着し、従来の純水を用いたデポ除去洗浄、または同時に超音波洗浄を実施するのみでは、完全に除去できないことが判明している。

30

【 0 0 1 6 】

さらに、このような凹凸形状 M は、一般にサンドブラストにより加工されており、ミクロ的には、図 3 ( b ) に示すように、のこぎりのような一定間隔・一定高低差の凹凸の繰り返しとはなっていないのが現状である。一方、表面の凹凸をなだらかな状態に形成すると、ミクロ的には、表面が平面的になるので、安定したデポの密着度が得られる程の表面積とはならない。

【 0 0 1 7 】

また、ある程度の表面積を持つように表面粗さ  $R_a = 2.0 \mu\text{m}$  で評価したところ、シーズニングが 20 枚以上必要であり、そのシーズニング処理後の表面粗さはプラズマにより化学的・物理的に平坦化されており、所望のデポ密着度に効果のある  $R_a = 2.0 \mu\text{m}$  にはなっていないことが判明した。よって、実際の処理では非処理基板 7 が 100 枚前後の連続処理で、アンテナカバー 18 に堆積したデポが剥がれ落ち、メンテナンスを余儀なくされる状態であった。

40

【 0 0 1 8 】

また、特開平 10 - 163180 号公報、その他に開示された従来技術は、デポを付けるプロセスに限定されるもので、デポが付着しない部位もしくはプロセスでは、有効な手法がないことも問題であった。

【 0 0 1 9 】

本発明は、上記従来の問題に鑑み、ダストのない清浄な雰囲気での処理を実現できて微

50

細加工デバイスの歩留りを向上できるプラズマ処理方法を提供することを目的としている。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを導入しつつ真空排気して所定の圧力に維持し、真空容器内に配置した電極に対向して設けられたアンテナに高周波電力を印加してプラズマを発生するプラズマ処理方法において、前記アンテナを覆うアンテナカバーとして、石英やアルミナ等のセラミックスからなる部材で、表面に凹凸を有しかつその表面形状を作成する際に、表面形状を作成する金型を用意し、この金型を前記部材の表面に押し当て、高温に加熱して形状を転写したものを用いるものであり、マイクロクラックのない表面形状のアンテナカバーを得ることができ、表面の凹凸によりデポの高い密着力が得られてデポの剥離によるダストを生じず、またマイクロクラックの剥離によるダストを生じず、ダストのない清浄な雰囲気での処理を実現できて微細加工デバイスの歩留りを向上できる。特に石英からなるアンテナカバーに適用でき、そうすると特に効果的である。

10

【0022】

また、アンテナカバーの表面形状を作成する際に、3%以下の濃度のフッ酸を使用しながらバフ研磨すると、マイクロクラックを確実に除去して上記効果を奏することができる。アンテナカバーが、アルミナ、石英等のセラミックスからなる場合には特に効果を発揮する。

【0027】

20

【発明の実施の形態】

以下、本発明のプラズマ処理装置をドライエッチング装置に適用した一実施形態について、図1、図2を参照して説明する。なお、ドライエッチング装置の全体構成及びそのドライエッチング動作は、図1を参照して説明した従来例と基本的に同一であり、共通の構成要素についてはその説明を援用して説明を省略し、以下に本発明の要部の構成についてのみ説明する。

【0028】

本実施形態においては、プラズマスパッタによる上部アンテナ5の短期間での摩耗及びデポジット等の汚損によるメンテナンス時の煩雑さを低減するため、図2に詳細を示すように、上部アンテナ5を覆う石英やアルミナ等からなるセラミック製のアンテナカバー21が、簡単に取り外しできるように固定手段(図示せず)にて固定されている。

30

【0029】

このアンテナカバー21には、図2(a)に一点鎖線で示すように、真空容器1内の放電空間に面している面22に、図2(b)に示すように、約20 $\mu$ mの高低差を持つ凹凸形状23が1mmの範囲当たり15~30個程、本実施形態では20個ほど形成され、かつその凹凸表面は、図2(c)に示すように、さらに細かい1~5 $\mu$ mの高低差を持つ凹凸形状24が形成されている。この1~5 $\mu$ mの高低差を持つ凹凸形状は30~70 $\mu$ mの範囲内に5~30個形成すると好適である。

【0030】

このような凹凸形状23、24は、のこぎりのような一定間隔・一定高低差の凹凸の繰り返し形状で形成されている。これにより、ドライエッチング時に発生するデポの付着する面積が理想的に増大し、密着強度が増すことにより、デポが堆積して剥がれるまでの時間が増大する。この結果、メンテナンス期間が延び、装置の非稼働時間が短縮される。

40

【0031】

また、本実施形態のアンテナカバー21は、石英やアルミナ等のセラミック製で、その表面の凹凸形状23、24は、金属製の金型を構成部材の表面に押し当て、高温に加熱して形状を転写させて形成している。さらに、本実施形態では、0.5%以下の濃度のフッ酸を使用しながらバフ研磨仕上げを行って凹凸の頂点をなだらかにしている。これにより、セラミック類を機械加工したときに発生するマイクロクラックが存在せず、新品のアンテナカバー21に交換した際にシーズニング無しでもダストが発生しない。

50

## 【0032】

更に、凹凸形状23、24を形成する別の手段について説明する。真空容器内の構成部材は様々な形状を有しており、その形状に合わせた機械加工が必要である。しかし、その機械加工の種類により仕上がりの表面状態が異なる。すなわち、マイクロクラックの発生度合いも大いに異なるため、その影響を受けにくい手法が必要である。

## 【0033】

そこで、機械加工後、マイクロクラックの除去が必要な範囲、及び凹凸形状23、24の必要な範囲に、粒径100 $\mu$ m以下のアルミナを用いたブラスト処理を行い、機械加工の種類により異なる表面状態を均一化するとともにその表面粗さをRmax 5～15 $\mu$ mとした。その後、10%以上の濃度のフッ酸を使用した表面処理を実施することにより、所望する表面状態とすることが可能である。

10

## 【0034】

以上の構成のアンテナカバー21を用いることで、被処理基板7を500枚以上メンテナンス無しで連続処理できるようになった。

## 【0035】

さらに、メンテナンス時、若しくは真空容器1内の構成部材を新品と交換する際、付着したデポやダスト等を除去するための洗浄において、最終仕上げの工程前に、静電気を除去する洗浄工程を行い、静電気により固着しているダストを除去し、最後に純水洗浄、乾燥した後、装置に組み付けることにより、メンテナンス後のダストの発生が抑制され、シーズニングなしでスムーズに装置を通常生産状態に移行できる。

20

## 【0036】

以上のように、本実施形態によれば、粒径0.10 $\mu$ m以上のダストにおいても、真空容器1の内部の構成部材より発生するダストおよびデポの剥離によるダストの発生を抑制することにより、ダストのない清浄な雰囲気での処理と装置のダウンタイム（非稼働時間）を短縮することができる。

## 【0037】

以上の実施形態における、以下の4つの技術手段

(1) 真空容器内の構成部材の全て又は一部において、所定幅の範囲内に所定の高低差をもつ凹凸形状が形成され、かつその凹凸表面にさらに細かい高低差をもつ凹凸形状が形成されている。

30

## 【0038】

(2) 真空容器内の構成部材の表面形状を作成する際、金型を用意し、その金型を真空容器内の構成部材表面に押し当て高温に加熱し形状を転写させる。

## 【0039】

(3) 真空容器内の構成部材の表面形状を作成する際、凹凸の頂点がなだらかな形状を作成するために3%以下の濃度のフッ酸を使用しながらバフ研磨する。

## 【0040】

(4) 真空容器内の構成部材の表面形状を作成する際、所要範囲内に所定の高低差を持つ凹凸形状を形成し、かつその凹凸形状の表面にさらに細かい凹凸形状を形成するために、まずブラスト処理を行い、その後10%以上の濃度のフッ酸を使用して表面処理する。

40

## 【0041】

(5) 真空容器内の構成部材の洗浄を行う際、静電気を除去する洗浄工程を含み、静電気により固着しているダストを除去する。

については、それぞれ単独で実施しても十分な効果が得られることが確認されている。例えば、(2)の金型の転写の代わりに、従来の機械加工により凹凸を形成後、極めて細かい粉体によりサンドブラストを行い、(3)のフッ酸+バフ研磨にてマイクロクラックを除去する方法においても、同等の効果を生み出す表面形状となるように条件出しをすることもできる。勿論、上記4つの技術手段を同時に実施することがより好ましいのは言うまでもない。

## 【0042】

50

また、上記実施形態においては、ドライエッチング装置を例にとって説明したが、本発明はプラズマCVD装置やスパッタリング装置やアッシング装置に対しても適用することができる。

【0043】

【発明の効果】

本発明のプラズマ処理方法によれば、以上のように真空容器内のアンテナカバーの表面形状、表面処理、洗浄方法を最適化することにより、アンテナカバー表面より発生するダスト、及びデボの剥離によるダストの発生を抑制することができ、デバイスパターンの微細化によりダストの対象粒径がより小さくなっても、清浄な雰囲気での処理を確保してデバイスの歩留りを向上できるとともに装置のダウンタイムを短縮することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置を適用したドライエッチング装置の一実施形態の概略構成を示す縦断面図である。

【図2】同実施形態における真空容器内の構成部材としてのアンテナカバーを示し、(a)は配設状態を示す縦断面図、(b)は(a)のA部拡大詳細図、(c)は(b)のB部拡大詳細図である。

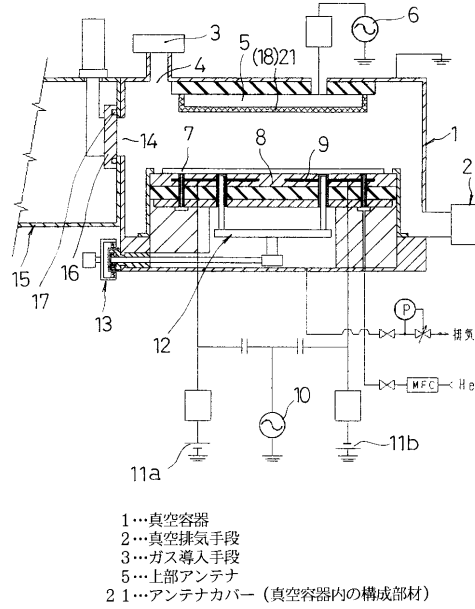
【図3】従来例における真空容器内の構成部材としてのアンテナカバーを示し、(a)は配設状態を示す縦断面図、(b)は(a)のC部拡大詳細図、(c)は(b)のD部拡大詳細図である。

【符号の説明】

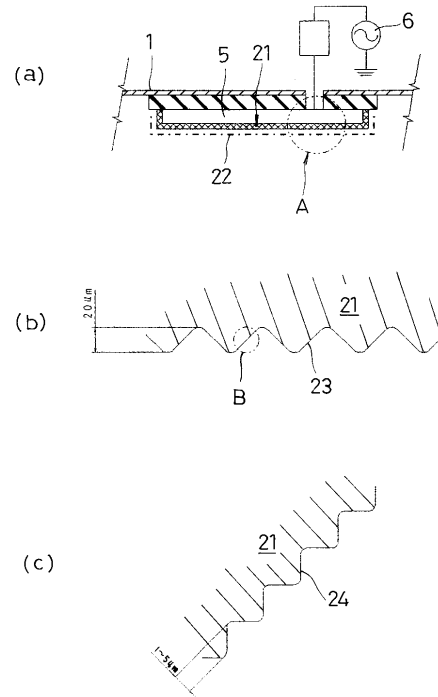
20

- 1 真空容器
- 2 真空廃棄手段
- 3 ガス導入手段
- 5 上部アンテナ
- 21 アンテナカバー（真空容器内の構成部材）
- 23 凹凸形状
- 24 凹凸形状

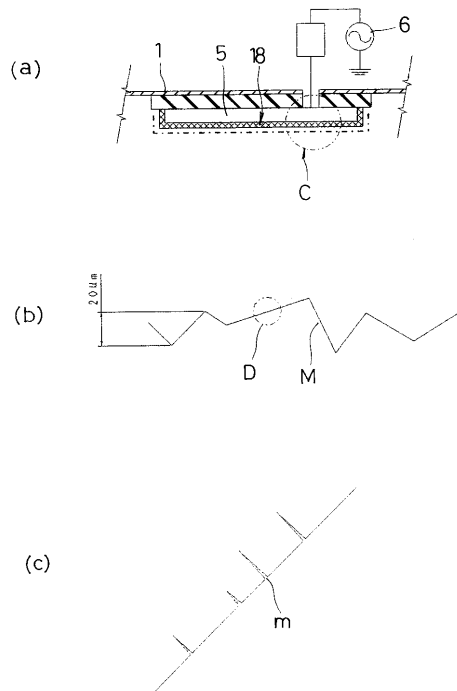
【図 1】



【図 2】



【図 3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 1 6 8 9 5 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 6 3 1 8 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 8 9 1 9 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C23C 16/44  
C23C 14/00  
H01L 21/205  
H01L 21/3065  
H05H 1/46