

(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2007-201355

(P2007-201355A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68 R	5 F 0 0 4
HO 5 H 1/46 (2006.01)	HO 5 H 1/46 A	5 F 0 3 1
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 I O I G	5 F 0 4 5
HO 1 L 21/205 (2006.01)	HO 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-20857 (P2006-20857)  
 (22) 出願日 平成18年1月30日 (2006.1.30)

(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  
 (74) 代理人 110000062  
 特許業務法人第一国際特許事務所  
 (72) 発明者 白米 茂  
 山口県下松市大字東豊井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 大本 豊  
 山口県下松市大字東豊井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 坪根 恒彦  
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ笠戸事業所内

最終頁に続く

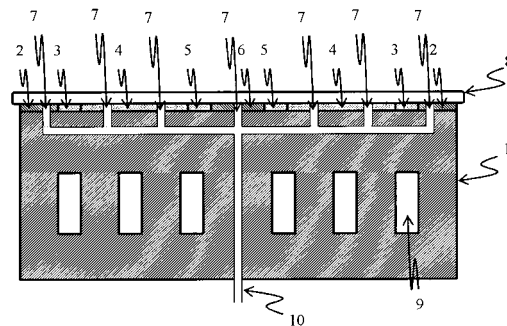
(54) 【発明の名称】 ウエハ載置用電極

(57) 【要約】

【課題】 ウエハと誘電体間で放電が発生しない、かつ所望のウエハ温度分布を実現できる電極を提供する。

【解決手段】 基材1の表面に設けた誘電体層2~6と、基材1の内部に設けたウエハ温度調節用の冷媒を流す溝9と、誘電体層2~6の表面から伝熱用ガスを噴出する伝熱用ガス噴出孔7と、伝熱用ガス噴出孔7へ伝熱用ガスを供給する伝熱用ガス供給パイプ10とを備え、誘電体層2~6の上にウエハ8を設置して静電吸着でウエハを固定し、内部にウエハ温度調節用の冷媒を流し、誘電体層とウエハ間に伝熱用ガスを供給してウエハの温度を調節しながらウエハの処理を実行するプラズマ処理装置で用いられるウエハを載置するウエハ載置用電極において、誘電体層の全面がウエハに接触するように配置され、ウエハと誘電体層が接触する領域における誘電体層の表面粗さを領域の位置によって変えた。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基材の表面に設けた誘電体層と、基材の内部に設けたウエハ温度調節用の冷媒を流す溝と、前記誘電体層の表面から伝熱用ガスを噴出する伝熱用ガス噴出孔と、伝熱用ガス噴出孔へ伝熱用ガスを供給する伝熱用ガス供給パイプとを備え、前記誘電体層の上にウエハを設置して静電吸着でウエハを固定し、内部にウエハ温度調節用の冷媒を流し、前記誘電体層とウエハ間に伝熱用ガスを供給してウエハの温度を調節しながらウエハの処理を実行するプラズマ処理装置で用いられるウエハを載置するウエハ載置用電極において、前記誘電体層の全面がウエハに接触するように配置され、ウエハと誘電体層が接触する領域における前記誘電体の表面粗さを領域の位置によって変えたことを特徴とするウエハ載置用電極。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載のウエハ載置用電極において、前記ウエハと前記誘電体間に供給する伝熱用ガスの圧力を、電極上の位置によって異なる圧力で制御することを特徴とするウエハ載置用電極。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のウエハ載置用電極において、前記誘電体層がアルミナ ( $Al_2O_3$ ) を主成分とした誘電体であることを特徴とするウエハ載置用電極。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 記載のウエハ載置用電極において、前記誘電体層がイットリア ( $Y_2O_3$ ) を主成分とした誘電体であることを特徴とするウエハ載置用電極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、プラズマ処理装置にかかわり、特に半導体基板等の被処理基板を、プラズマを用いてエッチング処理を行うのに好適なプラズマ処理装置のウエハ載置用電極に関するものである。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体製造プロセスでは、一般にプラズマを用いたドライエッチングが行われている。ドライエッチングを行うためのプラズマ処理装置は種々の方式の装置が使用されている。

## 【0003】

プラズマ処理装置は、一般に真空容器と、これに接続されたガス供給系、処理室内圧力を所定の値に保持する排気系、基板を搭載する電極、真空容器内にプラズマを発生させるためのアンテナなどから構成されている。前記アンテナに高周波電力が供給されることによりシャワープレートから処理室内に供給された処理ガスが解離してプラズマが発生し、さらにウエハ載置用電極上に設置された基板のエッチングが進行する。

40

## 【0004】

所望のエッチング性能を確保するためには、プラズマの分布や組成、密度など多数のパラメータの制御が必要であるが、その中のひとつとしてウエハ温度制御がある。

## 【0005】

所望のウエハ温度にする方法として、ウエハと溶射膜（誘電体）の間に溝を設け、そこに伝熱用ガスを供給する方法がある（例えば、特許文献 1 参照）。しかし、これだけでは所望のウエハ温度分布にすることは不可能である。

## 【0006】

そこで、場所によってウエハと溶射膜間の圧力を変化させることで、ウエハと溶射膜間の熱通過率を変化させ、所望のウエハ温度分布にすることが提案されている（例えば、特

50

許文献 2 参照)。

【特許文献 1】特開昭 60 - 115226 号公報

【特許文献 2】特許第 2680338 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

実際にプラズマを用いて誘電体(電極)に静電吸着したウエハの加工をする場合は、静電吸着の原理から、ウエハと誘電体間には高電圧がかかっていることに注意する必要がある。すなわち、パッシェンの法則からウエハと誘電体間で放電が発生する可能性がある。特に誘電体表面に伝熱ガス用の溝を設けている場合、同じ圧力でもウエハと誘電体の吸着部よりも溝部でより放電が起こりやすい。

10

【0008】

本発明は、ウエハと誘電体間で放電が発生しない、かつ所望のウエハ温度分布を実現できる電極を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、誘電体に溝を設けることなく、ウエハと誘電体間の熱伝達率に分布を与える。分布を与える方法として、誘電体上の位置によって誘電体の表面粗さを変化させる。

【0010】

このウエハ載置用電極は、表面粗さによってウエハと誘電体間の熱伝達率が変化するため、冷却ガス用の溝を設けることなく所望のウエハ温度分布を実現できる。

20

【発明の効果】

【0011】

以上説明した本発明によれば、ウエハと電極間で発生する放電がなくなるため、電極表面劣化による電極交換などの作業が不要になり、スループットが向上する。また、ウエハと誘電体間の圧力の場所によって変化可能なので、所望のウエハ温度分布にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明にかかるウエハ載置用電極の第 1 の実施例を、図 1 のウエハ載置用電極の概略図を用いて説明する。本実施例にかかるウエハ載置用電極は、電極の構造体となる基材 1、基材 1 の表面に環状(円形)に形成された複数の誘電体のアルミナ溶射膜(以下、溶射膜ということがある) 2 ~ 6、伝熱ガス用噴出孔 7、電極温調用冷媒が流れる冷媒溝 9、伝熱ガスを供給する伝熱ガス用パイプ 10 などから構成され、アルミナ溶射膜の上にウエハ 8 が載置される。アルミナ溶射膜は、中心に円形の溶射膜 6 が配置され、その外側に順次環状の溶射膜 5, 4, 3, 2 が互いに接して配置される。伝熱ガス用噴出孔 7 から同一の伝熱ガス用パイプ 10 を介して同一の条件の伝熱ガスが供給される。なお、図には明示していないが、本ウエハ載置用電極は、プラズマエッチング処理装置内に設置されている。

30

【0013】

プラズマエッチング処理室内に搬送されたウエハ 8 を溶射膜 2 ~ 6 の上に設置し、処理室内圧力を所定の圧力にしたのち、処理室内にプラズマを発生させる。図には明示していないウエハバイアス供給部からウエハにバイアスを印加して、ウエハを溶射膜 2 ~ 6 に吸着させる。その後、伝熱用ガスを伝熱ガス用噴出孔 7 からウエハ 8 と溶射膜 2 ~ 6 の間に供給する。図には明示していない圧力計とガス流量計で、ウエハ 8 と溶射膜 2 ~ 6 の間の圧力を制御する。なお、冷媒溝 9 には例えば 20 に設定された冷媒を流して、電極全体を温調している。

40

【0014】

誘電体を形成する溶射膜は、アルミナ( $Al_2O_3$ )を主成分とした溶射膜を用いるこ

50

とができ、またイットリア ( $Y_2O_3$ ) を主成分とする溶射膜を用いることができる。

【0015】

図2に放電中のウエハ表面の温度分布を示す。図2の網がけで示される曲線(A)は溶射膜2~6の表面粗さ $R_a$ が同一で $R_a = 0.8 \mu m$ の場合であり、図2の細い実線で示される曲線(B)は溶射膜2~6の表面粗さ $R_a$ がそれぞれ異なっている場合のウエハ温度である。曲線(B)の溶射膜2~6の表面粗さ $R_a$ は図2に太い実線で示す通りである。すなわち、この実施例では、溶射膜2は $R_a = 0.08 \mu m$ 、溶射膜3は $R_a = 0.4 \mu m$ 、溶射膜4は $R_a = 0.08 \mu m$ 、溶射膜5は $R_a = 0.08 \mu m$ 、溶射膜6は $R_a = 0.08 \mu m$ とされている。なお、ウエハバイアスは1000Wであり、ウエハと溶射膜間には伝熱ガスとしてHeガスを供給し、その圧力は1.5kPaである。またUHFタイプのプラズマ装置を使い、Arガスでプラズマ放電を発生させた。

10

【0016】

溶射膜2~6の表面粗さが同一の場合は、曲線(A)に示すように、ウエハ温度分布は中心部が低く外周部が高くなるのがわかる。すなわち、中心部の28から外周部の54まで急激にかつ広範囲上昇している。にこれは、ウエハと溶射膜間の接触熱通過率が、電極上の位置に依らず一定であることが原因である。

【0017】

他方、溶射膜2~6の表面粗さを変化させた場合の温度分布は、曲線(B)に示すように、ウエハ中心部温度が低く外周部温度が高いという傾向は同じであるが、面内温度差は小さくなっていることが分かる。すなわち、中心部の40から外周部の50に緩やかに上昇している。

20

【0018】

これは、図3に示すように、ウエハと溶射膜間の接触熱通過率が、溶射膜の表面粗さ $R_a$ によって異なることに起因する。すなわち、表面粗さ $R_a = 0.8 \mu m$ では接触熱通過率はおよそ $80 W/m^2 K$ であるのに対し、表面粗さ $R_a = 0.4 \mu m$ では接触熱通過率はおよそ $200 W/m^2 K$ であり、表面粗さ $R_a = 0.2 \mu m$ では接触熱通過率はおよそ $400 W/m^2 K$ であり、表面粗さ $R_a = 0.08 \mu m$ では接触熱通過率はおよそ $500 W/m^2 K$ である。すなわち、ウエハ温度分布については、溶射膜にウエハと溶射膜が接触する領域と、接触しない領域を設けることと同様の効果を得ることができる。

【0019】

さらに、ウエハと溶射膜は接触しているため、パッシェンの法則からウエハと溶射膜の間で放電が発生する可能性は非常に低くなる。溶射膜表面で発生する放電がなくなるため、溶射膜劣化あるいはウエハと溶射膜間の放電による装置の停止がなくなり、スループットの向上が期待できる。

30

【0020】

電極の位置によって伝熱ガスの圧力を制御可能とした本発明の第2の実施例を、図4を用いて説明する。第2の実施例のウエハ載置用電極は、電極の構造体となる基材1、誘電体のアルミナ溶射膜2~6、伝熱ガス用噴出孔20、21、電極温調用冷媒が流れる冷媒溝9、伝熱ガスを供給する伝熱ガス用パイプ22、23などから構成され、ウエハ8が載置される。伝熱ガス用噴出孔20は伝熱ガス用パイプ22に、伝熱ガス用噴出孔21は伝熱ガス用パイプ23にそれぞれ接続されている。伝熱ガス用パイプ22には圧力計24と流量計26が、伝熱ガス用パイプ23には圧力計25と流量計27がそれぞれ接続されている。なお、図には明示していないが、第2の実施例のウエハ載置用電極はプラズマエッチング処理装置内に設置されている。また、冷媒溝には20に設定された冷媒を流して、電極全体を温調している。

40

【0021】

プラズマエッチング処理室内に搬送されたウエハ8を、溶射膜2~6の上に設置し、処理室内圧力を所定の圧力にしたのち、処理室内にプラズマを発生させる。図には明示していないウエハバイアス供給部からウエハにバイアスを印加して、ウエハを溶射膜2~6に吸着させる。その後、伝熱用ガスを伝熱ガス用噴出孔20、21からウエハ8と溶射膜2

50

～ 6 の間に供給する。ガス噴出孔 20、21 から供給する伝熱用ガスは、それぞれ圧力計 24、25 が所定の圧力を示すように流量計 26、27 で制御している。この実施例でも、溶射膜 2～6 の表面粗さは図 2 に示す通りである。

#### 【0022】

ウエハバイアスを 2000W で一定とし、ウエハ外周部の圧力を示す圧力計 25 を 3.0 kPa で一定とし、ウエハ中央部の圧力を示す圧力計 24 を 0.5 kPa から 3.0 kPa まで変化させたときのウエハ温度分布を図 5 示す。圧力計 25 を一定圧力に保持し、圧力計 24 を変化させることで、ウエハ温度分布を制御できることが分かる。

#### 【0023】

このように、電極上の位置によってガスの圧力を変化させることにより、ウエハ温度分布を所望の分布にすることができる。すなわち、ウエハから溶射膜に流れる熱量は、ウエハと溶射膜間のガスの圧力によって変化する。ウエハと溶射膜間に存在するガスは、ガス同士の衝突が無視できる分子流であるため、ガスの数が多ければその分だけ熱の移動も多くなる。そのため、ウエハから溶射膜への熱の移動量は、ガスの圧力が低ければ熱の移動量は小さく、ガスの圧力が高ければ熱の移動量も多くなる。つまり、ウエハ温度を高くするためには、ウエハと溶射膜間のガスの圧力を低くすればよく、逆にウエハ温度を低くしたければウエハと溶射膜間のガスの圧力を高くすればよいことになる。これを定量的に表すと、例えば、ガスを He と仮定した場合、ガスの圧力と熱通過率は、およそ次のようになる。ウエハと溶射膜間の He ガスのガス圧力が、0.5 kPa であるときには熱通過率が  $193 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 、1.0 kPa であるときには熱通過率が  $364 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 、2.0 kPa であるときには熱通過率が  $650 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 、3.0 kPa であるときには熱通過率が  $881 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  となる。このように、ガスの圧力が高いほうが He の熱通過率も大きくなるので、その分だけウエハの温度も低くなる。

#### 【0024】

本発明によれば、ウエハと電極を全面で接触させ、また電極上の位置によって誘電体の表面粗さを変化させることで、ウエハと誘電体の接触熱通過率を変化させることができ、ウエハの温度を制御するとともに、ウエハと誘電体の間に大きな間隙を生じないので放電の発生をなくし、スループットの向上に寄与する。

#### 【0025】

以上の実施例では、ドライエッチング装置を例に説明したが、各種の放電（UHF-E CR 方式、容量結合放電、誘導結合放電、マグネトロン放電、表面波励起放電、TCP 放電等）を利用したドライエッチング装置において同様の作用効果がある。さらにドライエッチング装置ばかりでなく、その他のプラズマ処理装置、例えばプラズマ CVD 装置、アッシング装置、表面改質装置においても同様の作用効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0026】

【図 1】本発明の第 1 の実施例にかかるウエハ載置用電極構造を説明する示す概略図。

【図 2】ウエハ温度分布と溶射膜表面粗さの関係の例を説明する図。

【図 3】溶射膜表面粗さと接触熱通過率の関係を説明する図。

【図 4】本発明の第 2 の実施例にかかるウエハ載置用電極構造を説明する示す概略図。

【図 5】電極上の伝熱ガス圧力を変えたときのウエハ温度分布の変化の一例を説明する図。

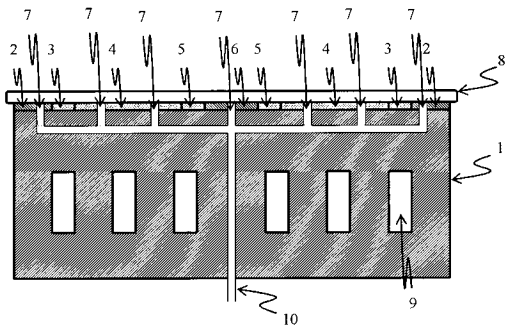
#### 【符号の説明】

#### 【0027】

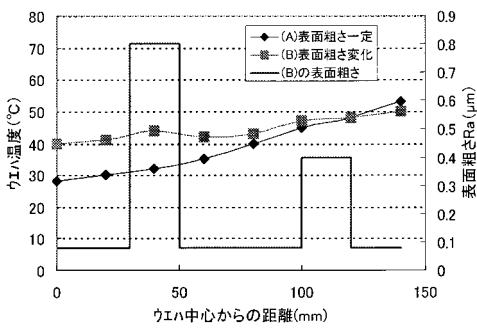
- 1 基材
- 2～6 溶射膜
- 7 伝熱ガス用噴出孔
- 8 ウエハ
- 9 冷媒溝
- 10 伝熱ガス用パイプ

- 20、21 伝熱ガス用噴出孔
- 22、23 伝熱ガス用パイプ
- 24、25 圧力計
- 26、27 流量計

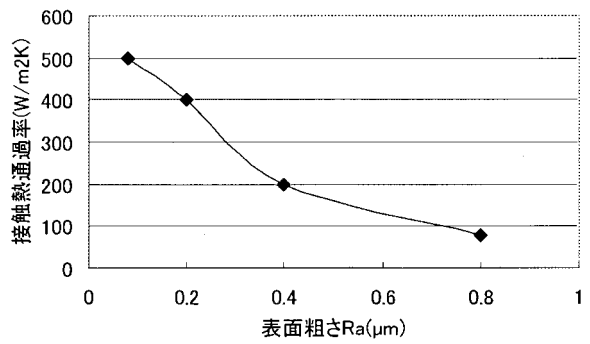
【図1】



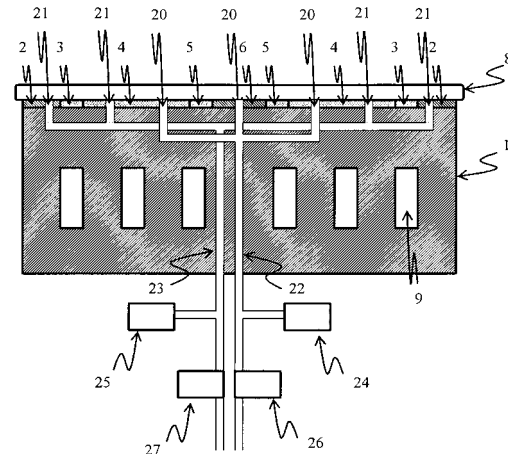
【図2】



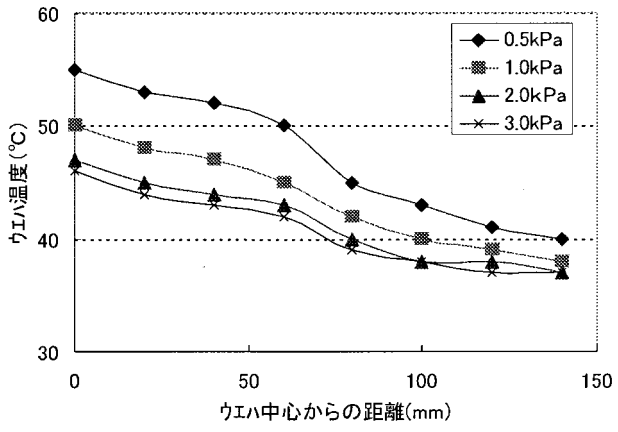
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 荒巻 徹

山口県下松市大字東豊井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 AA01 AA16 BB22 BB25 BB28 BB29 BD01 BD03 BD04 CA02  
CA03 CA04  
5F031 CA02 HA02 HA03 HA10 HA16 HA38 HA39 JA10 JA45 JA47  
MA32 PA11  
5F045 AA08 BB02 EH08 EM05 EM09