

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極本体の上面に静電吸着用の誘電体膜を備え、当該誘電体膜と、その上に載置され静電吸着されたウエハの間に伝熱用ガスを供給して該ウエハの温度を調節しながら該ウエハにエッチング処理を施す方式のプラズマ処理装置におけるウエハ載置用電極において、

前記電極本体の内部から前記伝熱用ガスを供給する通路の前記誘電体膜の表面に貫通する部分を含む一部を絶縁物製の円筒形部材で形成させ、

当該円筒形部材の中心孔の少なくとも一部がテーパ形状に作られていることを特徴とするウエハ載置用電極。

【請求項 2】

10

請求項 1 記載のウエハ載置用電極において、

前記テーパ形状が、前記誘電体膜の表面に開口する方向に向かって細くなってい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 記載のウエハ載置用電極において、

前記テーパ形状が、前記誘電体膜の表面に開口する方向に向かって広がってい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】

20

本発明は、プラズマ処理装置のウエハ載置電極に係り、特に半導体基板を対象としたプラズマ処理装置に好適なウエハ載置用電極に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体製造プロセスでは、プラズマによるドライエッチングが一般的に使用されているが、このときに用いられるプラズマエッチング処理装置は、通例、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、ウエハを静電吸着して固定するウエハ載置用電極、真空容器内にプラズマを生成するアンテナなどにより構成され、主成分が例えばハロゲンガスからなる混合ガスを真空容器内に供給し、放電によってプラズマ化し、これによって発生した各種活性種によりウエハ載置用電極上に固定したウエハにドライエッチングが行なわれるようにしている。

30

【0003】

ところで、プラズマ処理装置の場合、所望のエッチング性能が確保されるようにするためには種々のパラメータの制御が必要であるが、このときのパラメータの一種にウエハ温度があり、このため従来技術では、プラズマ処理装置のウエハ載置用電極に高電圧を印加し、ウエハをウエハ載置用電極上の誘電体膜に静電吸着させた上で、更に誘電体膜とウエハの間に所定圧力のヘリウムガスを導入し、電極本体の温度制御と相俟ってウエハ温度を制御する方法が一般的に使用されている。

【0004】

そこで、この静電吸着力を利用した従来のウエハ載置用電極の一例について、図 7 により説明する。

40

【0005】

この図 7 に示したウエハ載置用電極は、図示してないが、プラズマ処理装置の真空容器中に設置されるもので、図において、1 は電極本体、2 はアルミナなどの誘電体膜、3 は被処理基板となるウエハ、4 は冷媒溝で、電極本体 1 を冷却するための冷媒の通路となるもの、6 は直流電源で、誘電体 2 に静電吸着力を発生させるための電圧を印加する働きをするもの、7 は圧力計で、ガス導入管内の圧力を測定するもの、8 はマスフローコントローラで、ガス導入管に流れるガス流量を制御する働きをするもの、9 はヘリウムガスポンプ、10 はガス導入部で、誘電体膜 2 とウエハ 3 の間にヘリウムガスを導入する通路となるもの、11 はガス導入管で、誘電体膜 2 とウエハ 3 の間にガスを供給するために使用さ

50

れるものである。

【0006】

このときガス導入部10とガス導入管11は絶縁物で作られているが、ここで図8は、このときのガス導入管11の一例を示す拡大図で、この場合、ガス導入管11は、図示のように、円筒形の部材(パイプ材)として作られ、その材料には絶縁物のアルミナセラミックが用いられている。そして、その内部にはヘリウムガスの通路となるガス孔12が中心に設けてあるが、このとき、当該ガス孔12の内径は一定にしてある。従って、ガス導入管11の絶縁物部分の厚さも一定であり、更に、その一方の端面である上面13と他方の端面である下面14は平行になっている。

【0007】

そして、このウエハ載置用電極では、ウエハ3を誘電体2に吸着させ、その上でウエハ3の温度を制御しながらエッチング処理する。このため、まず、電極本体1に、直流電源6から負の高電圧を印加し、静電力によりウエハ3が誘電体2に吸着した状態にする。

【0008】

次に、誘電体2とウエハ3の間に、ヘリウムガスボンベ9から、ガス導入部10とガス導入管11を介して、ヘリウムガスを供給する。そこで、このとき冷媒溝4に流す冷媒の温度の調整と、誘電体2とウエハ3の間に介在するヘリウムガス圧力の調整とを行うことにより、ウエハ3の温度が制御できることになる。

【0009】

ところで、このとき使用されるヘリウムガスは比較的放電し易く、絶縁耐電圧が相対的に低いので、電極本体1に印加される直流の負の高電圧のもとで放電してしまい、絶縁破壊に至ってしまう虞があった。

【0010】

一方、このときの負の高電圧では放電しない場合でも、電極本体1には、上記した高電圧の他にも、図示していない高周波電源から、ウエハ処理に必要とする高周波電力が供給されているので、これによって生じるセルフバイアス電圧が高くなると、これによって放電し、同じく絶縁破壊してしまう虞があった。

【0011】

そこで、或る従来技術では、ヘリウムガスに絶縁破壊電圧が高い別のガスを混入して混合ガスとし、この混合ガスを、誘電体2と被処理基板であるウエハ3の間に導入する技術について提案している(例えば、特許文献1参照)。

【特許文献1】特開平7-161696号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上記従来技術は、混合ガスの使用に伴う隘路に配慮がされているとは言えず、エッチング性能の維持に問題があった。

【0013】

すなわち、上記したように、プラズマ処理装置に所望のエッチング性能が確保されるようにするためには種々のパラメータを制御する必要があるが、このとき、混合ガスの適用はパラメータの増加をもたらすので、エッチング制御が複雑化し、その分、エッチング制御が難しくなり、エッチング性能の維持に問題が生じてしまうのである。

【0014】

また、誘電体とウエハの間に導入したガスの一部は、必然的にエッチングプロセスにおいて重要なプラズマ空間に放出されてしまう。従って、混合ガスを用いた場合、ヘリウム以外のガスによるエッチング性能への影響が避けられず、その分、エッチング制御が難しくなり、やはりエッチング性能の維持に問題が生じてしまうのである。

【0015】

本発明の目的は、ヘリウムガスの絶縁破壊抑制が、混合ガスを用いなくても得られるようにしたウエハ載置用電極を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的は、電極本体の上面に静電吸着用の誘電体膜を備え、当該誘電体膜と、その上に載置され静電吸着されたウエハの間に伝熱用ガスを供給して該ウエハの温度を調節しながら該ウエハにエッチング処理を施す方式のプラズマ処理装置におけるウエハ載置用電極において、前記電極本体の内部から前記伝熱用ガスを供給する通路の前記誘電体膜の表面に貫通する部分を含む一部を絶縁物製の円筒形部材で形成させ、当該円筒形部材の中心孔の少なくとも一部がテーパ形状に作られていることにより達成される。

【0017】

このとき、前記テーパ形状は、前記誘電体膜の表面に開口する方向に向かって細くなっているようにしても上記目的が達成され、前記誘電体膜の表面に開口する方向に向かって広がっているようにしても上記目的が達成される。

10

【発明の効果】

【0018】

上記手段によれば、テーパ形状のガス孔を採用したことから、ガス導入管の内側では、誘電体膜とウエハ、それにヘリウムガスの境界付近(トリプルジャンクション)から電界放出により放出された電子による衝撃を受ける虞が少なくなり、二次電子なだれの発生が抑えられ、この結果、絶縁破壊が生じ難くなり、耐電圧性が向上する。

【0019】

この結果、本発明によれば、電極本体の中にあるガス導入管内での放電の発生が抑えられるので、ガス導入管内での放電に起因するエッチングエラーやウエハでの損傷発生、更には電極本体の損傷の発生も抑えられ、スループットの向上やコストの低減に寄与することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明に係るウエハ載置用電極について、図示の実施の形態を用いて詳細に説明する。

【0021】

ここで、図1は、本発明の第1の実施形態で、この図において、電極本体1と誘電体膜2、被処理基板であるウエハ3、冷媒溝4、直流電源6、圧力計7、マスフローコントローラ8、ヘリウムガスポンプ9、それにガス導入部10は、それぞれ図7で説明した従来技術によるウエハ載置用電極と同じである。

30

【0022】

そして、この図1において、5がガス導入管で、これは、誘電体膜2とウエハ3の間にガスを導入する働きをし、従って、図7で説明した従来技術におけるガス導入管11に相当し、同じく絶縁物材料で作られている。

【0023】

ここで、図示していないが、この図1のウエハ載置用電極の場合も、プラズマ処理装置の真空容器の中に設置されるものであることは、図7の従来技術と同じである。

【0024】

40

そこで、次に、この実施形態におけるガス導入管5について、図3の拡大断面図により詳細に説明すると、このガス導入管5は、一例として、外径が2mmで長さが50mmのアルミナ製の円筒形部材(パイプ材)で作成される。

【0025】

このとき内部の中心にあるガス孔21は、図に破線で示してあるように、テーパ形状をしている。具体的には、誘電体膜2の上面においてウエハ3に向かって開口させてある上面22では内径が0.3mmで、ウエハ3とは反対側の下面23では内径が1mmの下向きに広がったテーパ形状に作られている。

【0026】

そして、このガス導入管5は、ガス孔21がガス導入部10のガス通路に連結されるよ

50

うにして、その下面 23 でガス導入部 10 に接合させ、その上で、電極本体 1 の中で垂直になるようにして複数本、当該電極本体 1 の中に埋め込んだ形で設置してある。

【0027】

次に、動作について説明すると、まず、この実施形態に係るウエハ載置電極は、図示しないプラズマエッチング装置の処理室の中に設置され、ウエハのエッチング処理に使用される。

【0028】

このため処理室の中に搬送されたウエハ 3 は、まず、図示のように、誘電体膜 2 の上に設置され、直流電源 6 から電極本体 1 に負の直流高電圧を印加する。また処理室内にエッチングガスを導入し、所定の圧力にした後、処理室内にプラズマを発生させる。すると、

10

【0029】

一方、このようにしてウエハ 3 が誘電体膜 2 に静電吸着したら、ここでヘリウムガスボンベ 9 からガス導入部 10 とガス導入管 5 を介して、所定圧力のヘリウムガスを誘電体膜 2 とウエハ 3 の間に供給し、ウエハ 3 の温度調節を行う。

【0030】

従って、このときガス導入管 5 の内部には、直流電源 6 からの直流電圧、つまりウエハ 3 を誘電体膜 2 に静電吸着させるための直流電圧と、図示していない高周波電源からの高周波電力によるセルフバイアス電圧の両方の電圧が印加されることになり、このため、一般にガス導入管内ではヘリウムの絶縁破壊が起こりやすい状態になってしまう。

20

【0031】

しかして、この実施形態の場合、ガス導入管 5 の内部、つまりガス孔 21 は、図 2 に示したようにテーパ形状に作られており、これにより絶縁破壊が起り難くされている。

【0032】

ここで、この実施形態において、絶縁破壊が起り難くなっている理由は、端的に言えばガス導入管内で放出された電子の動きに関係している。

【0033】

そこで、次に、この点について説明する。

【0034】

一般に、ガス導入管から放出された電子は、当該ガス導入管内の沿面に衝突して二次電子を放出させる。そして、これらの二次電子は、その一部が再びガス導入管内の沿面に衝突して更に電子を放出させ、この結果、いわゆる二次電子なだれ現象が起り、絶縁破壊に至ってしまうのであるが、このときガス孔の内面がウエハに対して垂直になっていると、この二次電子なだれ現象が助長され、従って、上記したように、ガス導入管内では、一般にヘリウムの絶縁破壊が起こりやすい状態になってしまうのである。

30

【0035】

しかして、この実施形態では、図 2 に示したように、ガス導入管 5 のガス孔 21 がテーパ形状にされていて、ウエハ 3 に開口している面でテーパ状に細くなっている場合には、ガス導入管 5 内の沿面、つまりガス孔 21 の内面が電子の衝撃方向に対して垂直方向から傾斜されるので、電子の衝撃が小さくなり、この結果、二次電子なだれ現象の発生が抑えられるので、絶縁破壊が生じ難くなるのである。

40

【0036】

ここで、図 3 は、このときの絶縁破壊電圧とテーパ角度に関する実験結果を示したもので、このときヘリウムのガス圧力は 1 kPa とした。そして、この図 3 によれば、まず、テーパ角度が 0 度のとき、すなわちガス導入管の内側がウエハに対して垂直なとき、最も絶縁破壊電圧が低いことが判る。

【0037】

次に、ここでガス孔をテーパ状にし、角度を設ければ、絶縁破壊電圧が高められることも、この図 3 から判る。

【0038】

50

従って、本発明の実施形態によれば、上記したように、絶縁破壊が生じ難くでき、この結果、耐電圧の大幅な向上が得られるのである。

【 0 0 3 9 】

ここで、本発明の他の実施の形態について説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係るガス導入管 5 を示したもので、ここで、この図 4 のガス導入管が、図 2 のガス導入管と異なる点は、テーパ形状の傾斜方向が反対になっている点にある。すなわち、図 2 のガス導入管 5 では、そのガス孔 2 1 が、上面 2 2 での内径が小さく、下面 2 3 での内径が大きくなっていて、上面 2 2 から下面 2 3 に向かって広がっているテーパ形状になっているのに対して、この図 4 のガス導入管 5 の場合、そのガス孔 2 4 は、反対に上面 2 2 から下面 2 3 に向かって細くなり、従って、上向きに広がったテーパ形状になっている点にある。

10

【 0 0 4 1 】

ここで、図 3 の特性によれば、この図 4 の実施形態の場合でも絶縁破壊が生じ難くできることは明らかであり、従って、この実施形態によっても、耐電圧の大幅な向上を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

次に、図 5 は、本発明の第 3 の実施形態に係るガス導入管 5 を示したもので、更に図 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係るガス導入管 5 を示したものである。

【 0 0 4 3 】

20

そして、これら第 3 と第 4 の実施形態が、図 2 の第 1 の実施形態及び図 4 の第 2 の実施形態と異なっている点は、ガス孔のテーパ形状をしている部分が導入管全体に及んでいるか、上端側の一部だけに留まっているかの点にある。

【 0 0 4 4 】

すなわち、まず、図 5 に示した第 3 の実施形態は、ガス導入管 5 として、上から下向きに広がったテーパ形状部分が上端を含む一部に形成されているガス孔 2 5 を用いた場合の一実施形態であり、次に、図 6 に示した第 4 の実施形態は、ガス導入管 5 として、下から上向きに広がったテーパ形状部分が上端を含む一部に形成されているガス孔 2 6 を用いた場合の一実施形態である。

【 0 0 4 5 】

30

ここで、このようなウエハ載置電極において、一般に電界強度が大きくなるのは、ウエハが載置される上面の近傍であり、従って、これら第 3 と第 4 の実施形態の場合も、二次電子なだれ現象の発生が抑えられるので、絶縁破壊が生じ難くでき、耐電圧の大幅な向上を得ることができる。

【 0 0 4 6 】

ところで、以上に説明した実施形態では、ドライエッチング装置を例に説明したが、本発明の適用対象は、上記のドライエッチング装置に留まらない。

【 0 0 4 7 】

例えば、UHF - ECR 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 放電等の各種の放電を利用したドライエッチング装置に適用しても、同様の作用効果が得られる。更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、表面改質装置などにも適用でき、同様の作用効果が期待できることは言うまでもない。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 8 】

【図 1】本発明に係るウエハ載置用電極の一実施の形態が適用されたプラズマ処理装置の一例を示す説明図である。

【図 2】本発明の一実施形態におけるガス導入管の説明図である。

【図 3】ガス導入管のガス孔におけるテーパ角度と絶縁破壊電圧の関係を示す特性図である。

50

【図 4】本発明の第 2 の実施形態におけるガス導入管の説明図である。

【図 5】本発明の第 3 の実施形態におけるガス導入管の説明図である。

【図 6】本発明の第 4 の実施形態におけるガス導入管の説明図である。

【図 7】ウエハ載置用電極を備えたプラズマ処理装置の一例を示す説明図である。

【図 8】ガス導入管の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

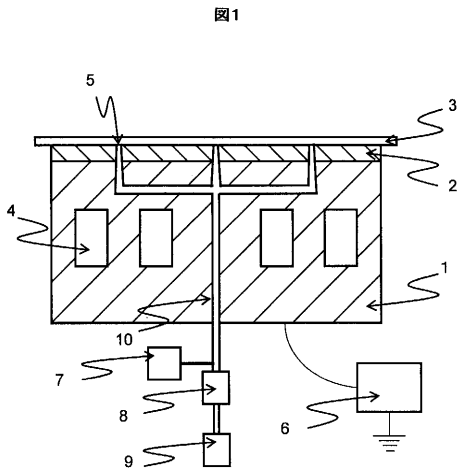
【 0 0 4 9 】

- 1 : 電極本体
- 2 : 誘電体膜
- 3 : ウエハ(被処理基板)
- 4 : 冷媒溝
- 5 : ガス導入管
- 6 : 直流電源
- 7 : 圧力計
- 8 : マスフローコントローラ
- 9 : ヘリウムガスポンペ
- 1 0 : ガス導入部
- 1 1 : ガス導入管
- 1 2 : ガス孔
- 1 3 : 上面(ス導入管の上面)
- 1 4 : 下面(ガス導入管の下面)
- 2 1 : ガス孔(第 1 の実施形態)
- 2 2 : 上面(ガス導入管の上面)
- 2 3 : 下面(ガス導入管の下面)
- 2 4 : ガス孔(第 2 の実施形態)
- 2 5 : ガス孔(第 3 の実施形態)
- 2 6 : ガス孔(第 4 の実施形態)

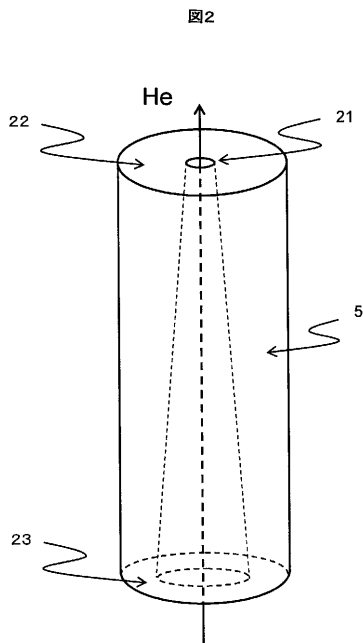
10

20

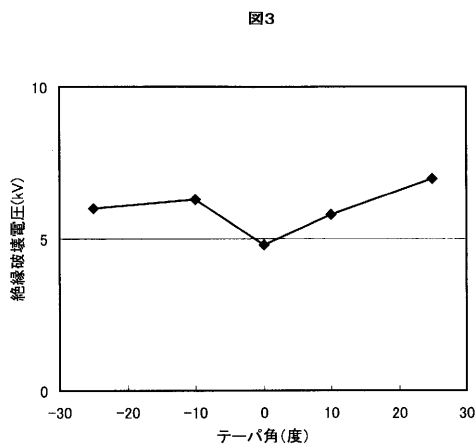
【 図 1 】



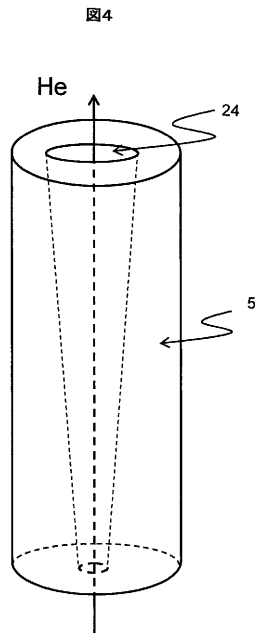
【 図 2 】



【 図 3 】

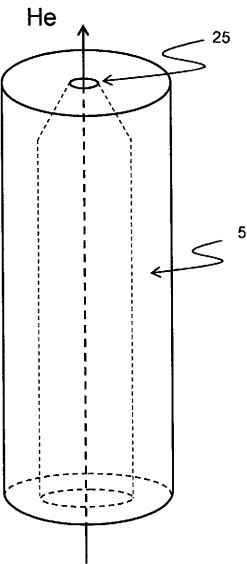


【 図 4 】



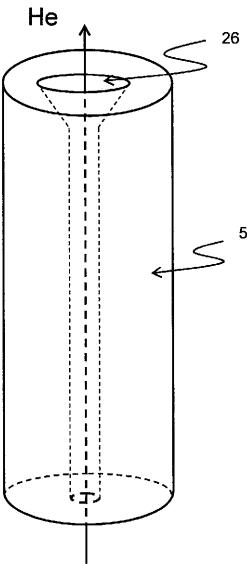
【 図 5 】

図5



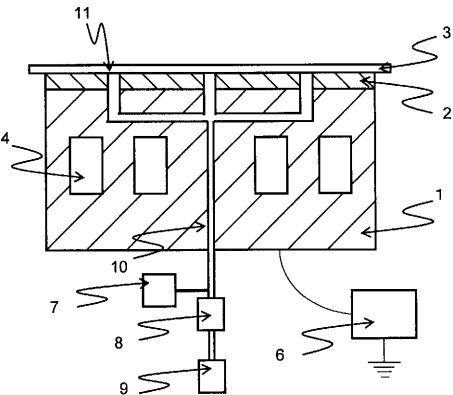
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8

