

(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2008-311297

(P2008-311297A)

(43) 公開日 平成20年12月25日(2008.12.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 I O 1 L	4 K O 3 O
H O 1 L 21/205 (2006.01)	H O 1 L 21/205	5 F O O 4
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455	5 F O 4 5
C 2 3 C 16/509 (2006.01)	C 2 3 C 16/509	

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2007-155406 (P2007-155406)
 (22) 出願日 平成19年6月12日 (2007.6.12)

(71) 出願人 000006264
 三菱マテリアル株式会社
 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100106057
 弁理士 柳井 則子

最終頁に続く

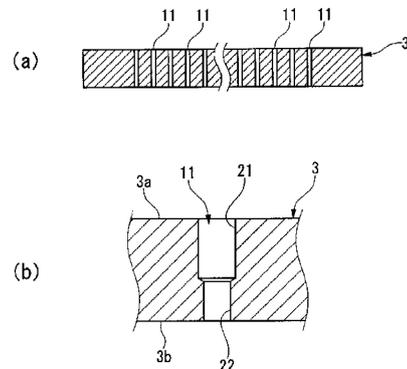
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置用電極板、その製造方法及びプラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的厚肉の電極板に小径の孔を効率良く形成する。

【解決手段】 厚さ方向に複数の貫通孔 1 1 を有するプラズマ処理装置用電極板において、各貫通孔 1 1 は、その貫通方向の途中位置からいずれか一方の面 3 a の側がドリル加工によって形成したドリル加工孔 2 1 であり、他方の面 3 b の側がレーザー加工によって形成したレーザー加工孔 2 2 とされる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

厚さ方向に複数の貫通孔を有するプラズマ処理装置用電極板において、各貫通孔は、その貫通方向の途中位置からいずれか一方の面側がドリル加工によって形成したドリル加工孔であり、他方の面側がレーザ加工によって形成したレーザ加工孔であることを特徴とするプラズマ処理装置用電極板。

【請求項 2】

前記ドリル加工孔はレーザ加工孔よりも内径が大きいことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置用電極板。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置用電極板を製造する方法であって、電極板の一方の面からドリル加工によって電極板の厚さの途中位置まで孔を開けた後、この孔の底面と電極板の他方の面との間をレーザ加工によって貫通状態に孔を形成することにより、前記貫通孔を形成することを特徴とするプラズマ処理装置用電極板の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の電極板を用いたプラズマ処理装置であって、前記レーザ加工孔が開口している電極板の片面が放電面とされていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ生成用ガスを通させる貫通孔を有するプラズマ処理装置用電極板、その製造方法及びその電極板を用いたプラズマ処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造プロセスに使用されるプラズマエッチング装置やプラズマ CVD 装置等のプラズマ処理装置は、チャンパー内に、高周波電源に接続される電極板と架台とを例えば上下に対向配置し、架台の上にシリコンウエハを載置した状態として、電極板に形成した貫通孔からガスをシリコンウエハに向かって流通させながら高周波電圧を印加することによりプラズマを発生させ、シリコンウエハにエッチング等の処理を行う構成とされている。

【0003】

このプラズマ処理装置に用いられる電極板は、材料としては例えば単結晶シリコンが用いられ、その大きさは例えば外径 300 mm、厚さ数 mm の円板状とされる。また、この電極板に形成される貫通孔は、例えば内径約 0.5 mm のものが 8 mm 程度のピッチで多数形成されたものとされ、例えば、特許文献 1、2 に記載のようにダイヤモンドドリルを用いたドリル加工によって形成されるのが一般的である。また、特許文献 1 には、ドリル加工以外にも、超音波加工、放電加工、レーザ加工等による孔開け方法が開示されている。

【特許文献 1】特開平 11 - 104950 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 281307 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、電極板は、使用に伴い、放電面における貫通孔の開口縁部が損耗して広がってくるため、できるだけ小径の貫通孔とした方が寿命が長くなる。また、同時に放電面全体も消耗するため、電極板としても厚い方が好ましいとともに、電極板の大口径化に伴う電極板の反り及び割れを防ぎ、さらに電極板の長寿命化のためにも電極板を厚くする要求が高まっている。

【0005】

前述した各孔開け加工では、レーザ加工による場合が例えば内径 0.3 mm 以下の比較

10

20

30

40

50

的小径の貫通孔を容易に形成することができるが、深く形成することには限界がある。このため、例えば10mm程度の厚さの電極板では、これを片面から厚さの途中までレーザ加工によって孔を開け、裏返しして先に開けた孔に連通するように反対面からレーザ加工を施すことにより、両面からの孔を厚さの中央部で連結する方法が考えられている。

しかしながら、レーザ加工は一般に加工速度が遅く、両面からの孔が連通状態となるまでには相当の時間がかかるとともに、位置精度も劣るため、孔径が小さくなるほど、電極板の片面に先に開けた孔の位置のばらつきを考慮しながら他方の面からの孔開け作業を行う必要があるなど、両面から形成される孔の軸心を一致させるための位置調整が難しくなり、作業性が悪いという問題がある。

【0006】

本発明は、前記事情に鑑みて提案されたもので、比較的厚肉の電極板に小径の孔を効率良く形成することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の電極板は、厚さ方向に複数の貫通孔を有するプラズマ処理装置用電極板において、各貫通孔は、その貫通方向の途中位置からいずれか一方の面側がドリル加工によって形成したドリル加工孔であり、他方の面側がレーザ加工によって形成したレーザ加工孔であることを特徴とする。

【0008】

すなわち、電極板の厚さの途中までをドリル加工孔として、レーザ加工による孔開けを残りの厚さに対してのみとすることにより、一度に長い孔を形成することが難しいレーザ加工の負担を短くしたものである。また、ドリル加工はレーザ加工に比べて加工速度が速いとともに、位置決め精度も高く、多数の孔を高精度で比較的短時間で加工することができる。したがって、このドリル加工孔の反対側からレーザ加工孔を形成する際には、ドリル加工孔相互の位置のばらつきを考慮する必要性が小さいため、レーザ加工時の位置決め作業も容易になる。

この場合、ドリル加工孔はレーザ加工孔よりも内径が大きく形成されるとよく、内径が大きい分、レーザ加工孔の位置決めを容易にすることができる。

【0009】

また、本発明の電極板の製造方法は、電極板の一方の面からドリル加工によって電極板の厚さの途中位置まで孔を開けた後、この孔の底面と電極板の他方の面との間をレーザ加工によって貫通状態に孔を形成することにより、前記貫通孔を形成することを特徴とする。

すなわち、先にドリル加工孔を形成した後にレーザ加工孔を形成するのである。ドリル加工により孔を形成する場合、板をドリルが突き抜ける瞬間に孔の開口縁部に微細な欠けが生じることがあるが、ドリル加工孔を電極板の途中位置までとしたことにより、そのような欠けの発生は確実に防止できる。

【0010】

また、本発明の電極板を用いたプラズマ処理装置にあっては、前記レーザ加工孔が開口している電極板の片面が放電面とされていることを特徴とする。

ドリル加工孔は加工時の振動等により内表面にマイクロクラックが発生するおそれがあるのに対して、レーザ加工孔は内表面が比較的平滑面に仕上がる。このため、このレーザ加工孔の開口面を放電面とすることにより、プラズマ雰囲気へのパーティクルの発生を抑制することができる。また、電極板の背面を冷却板に接触固定する構造とする場合も、位置決め精度の高いドリル加工孔が冷却板の孔に接続されるため、その位置ズレを防止することができる。

なお、レーザ加工による孔は断面円形に限らず、異形状のものも可能であり、ガス流の噴出を所望の状態にコントロールすることが可能である。

【発明の効果】

【0011】

10

20

30

40

50

本発明のプラズマ処理装置用電極板およびその製造方法によれば、電極板の厚さの一部をドリル加工孔、残りをレーザ加工孔としたので、レーザ加工の負担を軽減し得て、厚肉の電極板であっても小径の孔を効率良く形成することができる。

また、そのレーザ加工孔が開口している面を放電面とすることにより、加工によるダメージが小さい方が放電面に開口することになるため、パーティクルの発生を抑制することができ、高品質のプラズマ処理を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明の一実施形態について、図面に基づいて説明する。

まず、この電極板が用いられるプラズマ処理装置の実施形態としてプラズマエッチング装置について説明する。

10

このプラズマエッチング装置1は、図4の断面概略図に示されるように、真空チャンバ2内の上部に電極板3が設けられるとともに、下部に上下動可能な架台4が電極板3と相互間隔をおいて平行に設けられている。この場合、上部の電極板3は絶縁体5により真空チャンバ2の壁に対して絶縁状態に支持されているとともに、架台4の上には静電チャック6が設けられており、静電チャック6の上に支持リング7と共にウエハ8を載置するようになっている。また、真空チャンバ2の上部にはエッチングガス供給管9が設けられ、このエッチングガス供給管9から送られてきたエッチングガスは拡散部材10を経由した後電極板3に設けられた貫通孔11を通してウエハ8に向って流され、真空チャンバ2の側部の排出口12から外部に排出される構成とされている。一方、電極板3と架

20

【0013】

この高周波電圧が印加された状態のプラズマエッチング装置1にエッチングガスを供給すると、このエッチングガスは拡散部材10を経由して、電極板3に設けられた貫通孔11を通して電極板3と架台4との間の空間に放出され、この空間内でプラズマとなってウエハ8に当り、このプラズマによるスパッタリングすなわち物理反応と、エッチングガスの化学反応とにより、ウエハ8の表面がエッチングされる。

また、ウエハ8の均一なエッチングを行う目的で、発生したプラズマをウエハ8の中心部に集中させ、外周部へ拡散するのを阻止して電極板3とウエハ8との間に均一なプラズマを発生させるために、通常、プラズマ発生領域14をシールドリング15で囲った状態

30

【0014】

そして、このプラズマエッチング装置1に用いられている電極板3は、例えば単結晶シリコンによって円板状に形成され、図1に示すように前記貫通孔11が多数形成されている。

この貫通孔11は、図1(b)に示すように、電極板3の一方の面3aからのドリル加工によって形成したドリル加工孔21と、他方の面3bからのレーザ加工によって形成したレーザ加工孔22とが電極板3の厚さの中央部で連通して形成されたものである。

この場合、図示されるように、ドリル加工孔21の方がレーザ加工孔22よりも若干大径に形成されており、レーザ加工孔22は、ドリル加工孔21の内底面と電極板3の前記他方の面3bとの間に形成されている。また、ドリル加工孔の内表面よりも、レーザ加工孔22の内表面の方が平滑面に形成されており、例えば平均粗さが、ドリル加工孔21の方は $R_a = 0.5 \mu m$ で、レーザ加工孔22の方は $R_a = 0.1 \mu m$ とされる。

40

【0015】

そして、この電極板3は、プラズマエッチング装置1に、レーザ加工孔22が開口している面3bを架台4に対向させるようにして配置されている。つまり、図4では、ドリル加工孔21が開口している面3aが上方に向けられ、レーザ加工孔22が開口している面3bが下方の架台4に向けられている。すなわち、このレーザ加工孔22が開口している面3bが放電面とされている。

【0016】

50

次に、この電極板 3 を製造する方法について説明する。

円板状に形成した単結晶シリコン板に、図 2 に示すように、その一方の面 3 a からドリル加工によって厚さの途中位置まで孔 2 1 を形成する。この孔加工には、超硬ドリル、ダイヤモンドドリル等の工具が用いられる。

次いで、図 2 の点線で示すように、レーザ加工によってドリル加工孔 2 1 の底面と電極板 3 の他方の面 3 b との間を連通する孔 2 2 を形成する。このレーザとしては、炭酸ガスレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザ等を適用することができるが、特にエキシマレーザを用いた方が微細な孔を開けることができる。

【0017】

このレーザ加工は、YAGレーザを用いて 11 J/cm^2 のレーザーフルエンスでレーザビームを単結晶板シリコン板に連続的に照射することにより、径が 0.3 mm の貫通孔を形成することができる。また、加工時間はドリル加工の方がレーザ加工に比べて 20% 程度短縮でき、ドリル加工とレーザ加工とを併用することにより、例えば 300 mm の外径の電極板に 1000 個の貫通孔を形成する場合、そのすべての貫通孔をレーザ加工によって開ける場合に比べて大幅な作業時間の短縮を図ることができる。

10

【0018】

そして、このようにして形成した電極板 3 を前述したようにレーザ加工孔 2 2 が開口している面（放電面）3 b を架台 4 に対向させるようにしてプラズマエッチング装置 1 に取り付けてプラズマエッチング処理を行うことにより、平滑面のレーザ加工孔 2 2 からガスが流出するので、パーティクルの発生を極めて少なくすることができる。例えば、厚さの全部をドリル加工孔とした電極板と、ドリル加工孔とレーザ加工孔とを連続させて形成した電極板とをそれぞれ使用してプラズマエッチング処理を行った場合のパーティクル発生状況を調べたところ、高周波電力の出力が 2 KW 、周波数 20 KHz 、プラズマ発生ガスとして $\text{CHF}_3 + \text{O}_2 + \text{He}$ ガスを使用した条件で、前者はエッチング開始から 100 時間以内に $0.16 \mu\text{m}$ 以上のパーティクルがウエハ上に 48 個観察されたのに対して、後者は、 100 時間経過しても $0.16 \mu\text{m}$ 以上のパーティクルの発生は 10 個程度であった。

20

【0019】

この貫通孔 1 1 を小径にすると流速が速められることからパーティクルが発生し易い環境となるが、レーザ加工孔 2 2 の場合は内面が平滑面とされてパーティクルの発生が抑制されるので、このレーザ加工孔 2 2 の小径化が可能になるのである。この場合、ドリル加工孔 2 1 は比較的大径に形成しておくことにより、ドリル加工孔 2 1 を通過する際の流速は小さくされるので、パーティクルの発生が少ない環境であるとともに、このドリル加工孔 2 1 は突き抜けた貫通孔ではないので、欠けの発生が防止される。したがって、この電極板 3 を用いたプラズマエッチング装置 1 はパーティクルの発生が極めて少なく、高品質のエッチング処理を行うことができる。

30

【0020】

また、図 3 は、電極板 3 の背面を冷却板 3 1 に固定した例を示している。この冷却板 3 1 は、熱伝導性の優れる材料からなり、電極板 3 と同じピッチで貫通孔 3 2 が形成されている。そして、これら貫通孔 3 2 を電極板 3 の貫通孔 1 1 に連通させた状態として、冷却板 3 1 と電極板 3 とが一体化されている。この場合、加工精度の良いドリル加工孔 2 1（図 1 (b) 参照）が冷却板 3 1 の貫通孔 3 2 に連通することになり、両者の位置ずれを効果的に防止することができる。

40

【0021】

なお、本発明においては、上記実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、種々の変更をすることが可能である。例えば、前述した貫通孔の寸法等は一例であるとともに、レーザ加工孔は円形断面に限らず、異形状断面に形成してもよく、その断面形状に応じて噴射するガス流を適宜の状態にコントロールすることが可能である。また、この電極板が用いられるプラズマ処理装置としては、実施形態のプラズマエッチング装置以外にも、プラズマ CVD 装置等にも用いることができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の電極板の一実施形態を示すもので、(a)が全体断面図、(b)が貫通孔の部分の拡大断面図である。

【図2】図1の電極板の孔開け加工の途中状態を示す拡大断面図である。

【図3】図1の電極板の背面に冷却板を一体化した例を示す全体断面図である。

【図4】図1の電極板が用いられたプラズマエッチング装置の例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

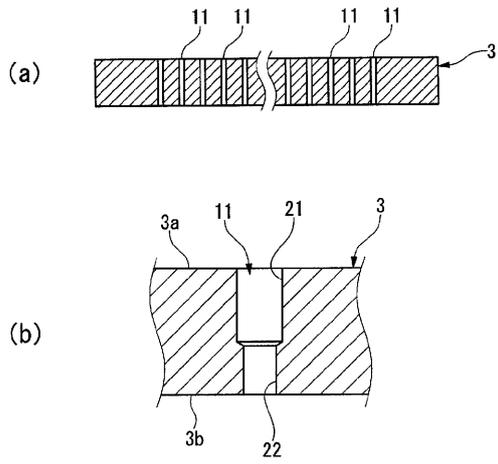
【0023】

- 1 プラズマエッチング装置
- 2 真空チャンバー
- 3 電極板
- 3 a 一方の面
- 3 b 他方の面(放電面)
- 4 架台
- 8 ウエハ
- 9 エッチングガス供給管
- 11 貫通孔
- 12 排出口
- 13 高周波電源
- 14 プラズマ発生領域
- 21 ドリル加工孔
- 22 レーザ加工孔
- 31 冷却板
- 32 貫通孔

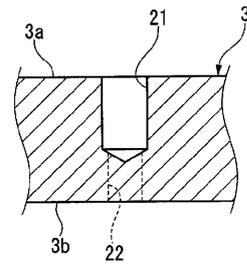
10

20

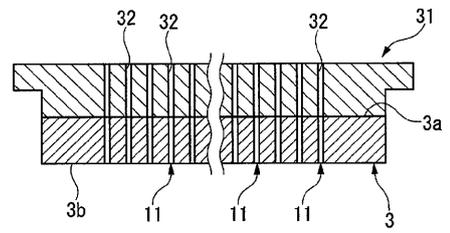
【 図 1 】



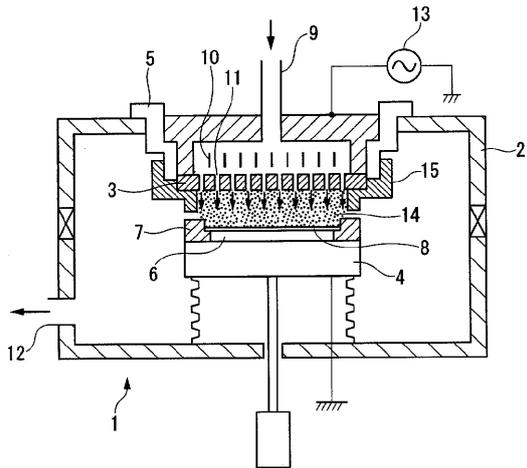
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 悟史

兵庫県三田市テクノパーク十二番地の六 三菱マテリアル株式会社三田工場内

(72)発明者 米久 孝志

兵庫県三田市テクノパーク十二番地の六 三菱マテリアル株式会社三田工場内

Fターム(参考) 4K030 CA04 CA12 FA03 KA17 LA15

5F004 BA04 BB29 BC03 BD04 DA16 DA22 DA26

5F045 AA08 EH04 EH13