

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5579162号  
(P5579162)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl.

F 1

H05H	1/46	(2006.01)
H01L	21/31	(2006.01)
H01L	21/3065	(2006.01)
C23C	16/509	(2006.01)

H05H	1/46	M
H01L	21/31	C
H01L	21/302	101B
C23C	16/509	

請求項の数 21 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-500822 (P2011-500822)
(86) (22) 出願日	平成21年2月4日 (2009.2.4)
(65) 公表番号	特表2011-517834 (P2011-517834A)
(43) 公表日	平成23年6月16日 (2011.6.16)
(86) 國際出願番号	PCT/US2009/033060
(87) 國際公開番号	W02009/117181
(87) 國際公開日	平成21年9月24日 (2009.9.24)
審査請求日	平成24年2月3日 (2012.2.3)
(31) 優先権主張番号	12/050,195
(32) 優先日	平成20年3月18日 (2008.3.18)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	592010081 ラム・リサーチ・コーポレーション LAM RESEARCH CORPORATION アメリカ合衆国、カリフォルニア 945 38, フレモント, クッシング・パークウェイ 4650
(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(72) 発明者	パトリック・ロジャー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 945 38-6401 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電極アセンブリ及び熱伝導ガスケットを用いるプラズマ処理チャンバ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱制御板とシリコン系シャワーへッド電極とが熱伝導ガスケットを介して積層されている電極アセンブリであって、

前記熱制御板は、前記シャワーへッド電極側の正面と、当該正面の反対側の裏面と、複数の処理ガス通路と、を備え、

前記シャワーへッド電極は、前記熱制御板側の裏面と、当該裏面の反対側の正面と、複数のシャワーへッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワーへッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワーへッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワーへッド電極の前記複数のシャワーへッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面の凹凸形状と前記シャワーへッド電極の前記裏面の凹凸形状とが協働して、前記シャワーへッド通路に隣接する部分と前記シャワーへッド通路から離れた部分とを含む複数の不連続な熱インターフェースを形成し、

前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によって前記シャワーへッド通路から分離され、

前記熱伝導ガスケットが前記シャワーへッド通路から隔離されるように、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分に沿って配置され、

10

20

前記複数の不連続な熱インターフェースのそれぞれは、前記複数のシャワーヘッド通路のそれぞれに隣り合って形成されている

電極アセンブリ。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆う、

電極アセンブリ。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿って配置されない、

電極アセンブリ。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記複数の不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワーヘッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

電極アセンブリ。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワーヘッド通路からの前記熱伝導ガスケットの横変位度 ( d 1 ) と前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記熱伝導ガスケットの鉛直変位度 ( d 2 ) とにより規定される、

電極アセンブリ。

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワーヘッド電極の前記裏面とに直接連通している、

電極アセンブリ。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが前記熱制御板の前記正面と前記シャワーヘッド電極の前記裏面とに直接連通していることにより、低接触圧力下における前記シャワーヘッド電極の前記裏面と前記熱制御板の前記正面との間の連通が促進され、その結果、前記熱伝導ガスケットは、前記シャワーヘッド電極と前記熱制御板とにより規定される前記複数の不連続な熱インターフェースを介した熱移動を容易にする、

電極アセンブリ。

**【請求項 8】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、カーボンナノチューブ充填材を備える、

電極アセンブリ。

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載の電極アセンブリであって、

前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分は、前記電極アセンブリを通過可能な前記処理ガスに直接連通している、

電極アセンブリ。

**【請求項 10】**

熱制御板とシリコン系シャワーヘッド電極とが熱伝導ガスケットを介して積層されている電極アセンブリであって、

前記熱制御板は、前記シャワーヘッド電極側の正面と、当該正面の反対側の裏面と、複

10

20

30

40

50

数の処理ガス通路と、を備え、

前記シャワー・ヘッド電極は、前記熱制御板側の裏面と、当該裏面の反対側の正面と、複数のシャワー・ヘッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワー・ヘッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワー・ヘッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワー・ヘッド電極の前記複数のシャワー・ヘッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面の凹凸形状と前記シャワー・ヘッド電極の前記裏面の凹凸形状とが協働して、前記シャワー・ヘッド通路に隣接する部分と前記シャワー・ヘッド通路から離れた部分とを含む複数の不連続な熱インターフェースを形成し、

前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によって前記シャワー・ヘッド通路から分離され、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆い、

前記複数の不連続な熱インターフェースのそれぞれは、前記複数のシャワー・ヘッド通路のそれぞれに隣り合って形成されており、

前記複数の不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワー・ヘッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

電極アセンブリ。

#### 【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワー・ヘッド通路からの前記熱伝導ガスケットの横変位度 (d 1) と前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記熱伝導ガスケットの鉛直変位度 (d 2) とにより規定される、

電極アセンブリ。

#### 【請求項 1 2】

請求項 1 0 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿って配置されない、

電極アセンブリ。

#### 【請求項 1 3】

請求項 1 0 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワー・ヘッド電極の前記裏面とに直接連通している、

電極アセンブリ。

#### 【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが前記熱制御板の前記正面と前記シャワー・ヘッド電極の前記裏面とに直接連通していることにより、低接触圧力下における前記シャワー・ヘッド電極の前記裏面と前記熱制御板の前記正面との間の連通が促進され、その結果、前記熱伝導ガスケットは、前記シャワー・ヘッド電極と前記熱制御板とにより規定される前記複数の不連続な熱インターフェースを介した熱移動を容易にする、

電極アセンブリ。

#### 【請求項 1 5】

真空源と、処理ガス供給部と、プラズマ電源と、基板保持部と、上部電極アセンブリと、を備えるプラズマ処理チャンバであって、

前記真空源は、前記プラズマ処理チャンバを少なくとも部分的に真空排気するように構成され、

前記基板保持部は、前記プラズマ処理チャンバの真空排気部分に配置され、前記上部電

10

20

30

40

50

極アセンブリから距離をあけて配置される基板電極を備え、

前記基板電極と前記上部電極アセンブリとは、動作可能に前記プラズマ電源に連結され、

前記上部電極アセンブリは、熱制御板と、シリコン系シャワーへッド電極と、熱伝導ガスケットと、を備え、熱制御板とシリコン系シャワーへッド電極とは前記熱伝導ガスケットを介して積層されており、

前記熱制御板は、前記シャワーへッド電極側の正面と、当該正面の反対側の裏面と、複数の処理ガス通路と、を備え、

前記シャワーへッド電極は、前記熱制御板側の裏面と、当該裏面の反対側の正面と、複数のシャワーへッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワーへッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワーへッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワーへッド電極の前記複数のシャワーへッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面の凹凸形状と前記シャワーへッド電極の前記裏面の凹凸形状とが協働して、前記シャワーへッド通路に隣接する部分と前記シャワーへッド通路から離れた部分とを含む複数の不連続な熱インターフェースを形成し、

前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によつて前記シャワーへッド通路から分離され、

前記熱伝導ガスケットが前記シャワーへッド通路から隔離されるように、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分に沿って配置され、

前記複数の不連続な熱インターフェースのそれぞれは、前記複数のシャワーへッド通路のそれぞれに隣り合つて形成されている、

プラズマ処理チャンバ。

#### 【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載のプラズマ処理チャンバであつて、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆う、

プラズマ処理チャンバ。

#### 【請求項 1 7】

請求項 1 5 に記載のプラズマ処理チャンバであつて、

前記熱伝導ガスケットが、前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿つて配置されない、

プラズマ処理チャンバ。

#### 【請求項 1 8】

請求項 1 5 に記載のプラズマ処理チャンバであつて、

前記複数の不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワーへッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

プラズマ処理チャンバ。

#### 【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載のプラズマ処理チャンバであつて、

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワーへッド通路からの前記熱伝導ガスケットの横変位度 ( d 1 ) と前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記熱伝導ガスケットの鉛直変位度 ( d 2 ) とにより規定される、

プラズマ処理チャンバ。

#### 【請求項 2 0】

請求項 1 5 に記載のプラズマ処理チャンバであつて、

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワーへッド電極の前記裏面とに直接連通している、

10

20

30

40

50

プラズマ処理チャンバ。

**【請求項 2 1】**

請求項 1 5 に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記複数の不連続な熱インターフェースの前記隣接部分は、前記シャワーHEAD電極の前記シャワーHEAD通路を通過可能な前記処理ガスに直接連通している、

プラズマ処理チャンバ。

**【発明の詳細な説明】**

**【背景技術】**

**【0 0 0 1】**

本発明は、一般的にはプラズマ処理に関し、より具体的には、プラズマ処理チャンバと、その内部で用いられる電極アセンブリに関する。プラズマ処理装置を用いて、何ら以下に限定されるものではないが、エッティング、物理気相成長法、化学蒸着、イオン注入、レジスト除去等を含む種々の手法により基板を処理することができる。例えば、これに限定されるものではないが、プラズマ処理チャンバは、一般にシャワーHEAD電極と称される上部電極と、底部電極と、を備える。この二つの電極間に電界が形成され、処理ガスをプラズマ状態に励起して、反応チャンバ内の基板を処理する。

10

**【発明の概要】**

**【0 0 0 2】**

本発明の一態様において、熱制御板とシリコン系シャワーHEAD電極とが熱伝導ガスケットを介して積層されている電極アセンブリを提供する。熱制御板は、前記シャワーHEAD電極側の正面と、当該正面の反対側の裏面と、複数の処理ガス通路と、を備え、一方、シャワーHEAD電極は、前記熱制御板側の裏面と、当該裏面の反対側の正面と、複数のシャワーHEAD通路と、を備える。熱制御板の正面がシャワーHEAD電極の裏面に対向するように、熱制御板とシャワーHEAD電極とが係合される。熱制御板の複数の処理ガス通路とシャワーHEAD電極の複数のシャワーHEAD通路とが協働して、処理ガスの電極アセンブリ内の通過を可能にする。熱制御板の正面の凹凸形状とシャワーHEAD電極の裏面の凹凸形状とが協働して、シャワーHEAD通路に隣接する部分とシャワーHEAD通路から離れた部分とを含む複数の不連続な熱インターフェースを形成する。前記複数の不連続な熱インターフェースの離れた部分が、前記複数の不連続な熱インターフェースの隣接部分に対して陥凹し、前記複数の不連続な熱インターフェースの隣接部分によってシャワーHEAD通路から分離される。熱伝導ガスケットがシャワーHEAD通路から隔離されるように、前記複数の不連続な熱インターフェースの離れた部分に沿ってガスケットが配置される。前記複数の不連続な熱インターフェースのそれぞれは、前記複数のシャワーHEAD通路のそれぞれに隣り合って形成されている。

20

**【0 0 0 3】**

本発明の別の態様において、真空源と、処理ガス供給部と、プラズマ電源と、基板保持部と、本発明の一つまたは複数の態様が組み込まれるように製造される上部電極アセンブリと、を備えるプラズマ処理チャンバを提供する。

30

**【0 0 0 4】**

以下の図面を参照して、本発明の具体的な実施例を詳細に説明する。同一の参照番号は同一の構成要素を示す。

40

**【図面の簡単な説明】**

**【0 0 0 5】**

**【図 1】**本発明のいくつかの実施例の態様を組み込んだプラズマ処理チャンバの概略図。

**【図 2】**本発明の一実施例に従うシャワーHEAD電極の裏面を示す平面図。

**【図 3】**本発明の一実施例に従うシャワーHEAD電極の裏面及び厚み寸法を示す等角投影図。

**【図 4】**本発明の一実施例に従う不連続な熱インターフェースを備える電極アセンブリを示す断面図。

**【図 5】**図 4 に示す電極アセンブリの拡大図。

50

【図6A】本発明の別の実施例に従う不連続な熱インターフェースの様々な形状の一つを示す断面図。

【図6B】本発明の別の実施例に従う不連続な熱インターフェースの様々な形状の一つを示す断面図。

【図6C】本発明の別の実施例に従う不連続な熱インターフェースの様々な形状の一つを示す断面図。

【図6D】本発明の別の実施例に従う不連続な熱インターフェースの様々な形状の一つを示す断面図。

【図6E】本発明の別の実施例に従う不連続な熱インターフェースの様々な形状の一つを示す断面図。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0006】

図面に記載した実施例は、例示を目的としたものであり、請求項により規定される本発明を何ら限定する目的ではない。図示した個々の態様や本発明の態様は、以下の詳細な説明により、明確になり理解されるであろう。

##### 【0007】

本発明の様々な態様を、プラズマ処理チャンバ10を例にとって説明する。図1にプラズマ処理チャンバ10の概略を示す。本発明の要旨に不可欠ではない特定のプラズマ処理構造や構成要素に、本発明の概念を限定するものではない。図1に一般的に示すように、プラズマ処理チャンバ10は、真空源20と、処理ガス供給部30と、プラズマ電源40と、下部電極アセンブリ55を含む基板保持部50と、上部電極アセンブリ60と、を備える。

##### 【0008】

本発明の上部電極アセンブリ60の実施例を図4及び図5に示す。一般に、電極アセンブリ60は、熱制御板70と、シリコン系シャワーヘッド電極80と、熱伝導ガスケット90と、を備える。熱制御板70は、正面72と、裏面74と、複数の処理ガス通路76と、を備える。処理ガス通路76は、通常、熱制御板70の裏面74から正面72に伸長する。本発明は、特定の熱制御板の材料や処理ガス通路の形状に何ら限定されるものではないが、好適な熱制御板の材料としては、アルミニウムやアルミニウム合金又はこれに類する熱導体が挙げられる。さらに、熱制御板の設計においては、これに限定されるものではないが、米国特許出願第2005/0133160号等の記載内容を参考にするとしてもよい。

##### 【0009】

図2ないし図5に示すように、シリコン系シャワーヘッド電極80は、裏面82と、正面84と、複数のシャワーヘッド通路86と、を備える。シャワーヘッド通路86は、通常、シャワーヘッド電極80の裏面82から正面84に伸長する。本発明は、特定のシリコン系シャワーヘッド電極の材料やシャワーヘッド通路の形状に何ら限定されるものではないが、好適なシャワーヘッド電極の材料としては、以下に限定されるものではないが、単結晶シリコン、ポリシリコン、窒化ケイ素、炭化ケイ素、炭化ホウ素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム又はこれらの組み合わせが挙げられる。シリコン系シャワーヘッド電極80は、これらに限定されるものではないが、一体成形の円形シャワーヘッド構造や円形の中心電極と中心電極の外周周りに配置される一つまたは複数の周辺電極とを含む多部品型円形シャワーヘッド構造等、本発明の要旨の範囲内で様々な構造で実現可能である。

##### 【0010】

図4及び図5に示すように、熱制御板70とシャワーヘッド電極80は、熱制御板70の正面72がシャワーヘッド電極80の裏面82に対向するように、係合される。また、熱制御板70の複数の処理ガス通路76とシャワーヘッド電極80の複数のシャワーヘッド通路86とが協働して、処理ガスの電極アセンブリ60内の通過を可能にする。

##### 【0011】

一実施例において、図4及び図5に示すように、熱制御板70の正面72のプロファイルとシャワーへッド電極80の裏面82のプロファイルとが協働して、不連続な熱インターフェース100を形成するように、電極アセンブリ60が構成される。不連続な熱インターフェース100は、シャワーへッド通路86に隣接する部分102と、シャワーへッド通路86から離れた部分104と、を含む。シャワーへッド通路に隣接する部分102は、一般に、電極アセンブリ60をプラズマ処理チャンバ10に組み込んだ際にシャワーへッド通路86を通過可能な処理ガスに直接連通している。不連続な熱インターフェース100の離れた部分104は、不連続な熱インターフェース100の隣接部分102に対して陥凹し、不連続な熱インターフェース100の隣接部分102によってシャワーへッド通路86から分離される。このような離れた部分104の陥凹及び分離は、以下に記載するような熱伝導ガスケット90の隔離に役立ち、プラズマ処理チャンバ10内部での処理ガスや反応種の汚染を実質的に防ぐことができる。本明細書で用いる「隔離(isolated)」という用語は、熱伝導ガスケット90が、シャワーへッド通路から完全に物理的に分離されると共に、少なくとも実質的に空気圧によってシャワーへッド通路及びそこを流れる処理ガスからシールされることを意味する。  
10

#### 【0012】

熱伝導ガスケット90がシャワーへッド通路86及びそこを流れる処理ガスから隔離されるように、通常、熱伝導ガスケット90を不連続な熱インターフェース100の離れた部分104に沿って配置する。一般に、熱伝導ガスケット90は、不連続な熱インターフェース100の離れた部分104をほぼ完全に覆う。不連続な熱インターフェース100の離れた部分104に沿って複数の熱伝導ガスケット90を配置するようにしてもよいが、通常は、一つのガスケット90で不連続な熱インターフェース100の離れた部分104をほぼ完全に覆う。また、ガスケット90は、通常、不連続な熱インターフェース100の隣接部分102に沿って配置されないため、ガスケット90をシャワーへッド通路86からより確実に隔離できる。  
20

#### 【0013】

また、不連続な熱インターフェース100は、熱伝導ガスケット90をシャワーへッド通路86から隔離するのに十分な熱伝導ガスケット90の間接的変位度を規定する。図5に示すように、ガスケット90の間接的変位度を、シャワーへッド通路86からのガスケット90の横変位度(d1)と不連続な熱インターフェース100の隣接部分102の平面からのガスケット90の鉛直変位度(d2)とにより規定するようにしてもよい。一実施例において、間接的変位度は、横変位度(d1)と鉛直変位度(d2)の合計に等しい。ここで説明するガスケットの隔離に十分な間接的変位度の範囲内で、不連続な熱インターフェースの構造に応じて間接的変位度を変動させてもよい。たとえば、横変位度(d1)が約0.25インチで、鉛直変位度(d2)が約0.15インチである場合には、ガスケットの間接的変位度は約0.40インチに等しくなる。  
30

#### 【0014】

図6Aないし図6Eに、熱伝導ガスケット90をシャワーへッド通路86から隔離するのに十分な熱伝導ガスケット90の間接的変位度を規定可能であり、また、本発明の電極アセンブリの種々の実施例に組み可能な不連続な熱インターフェース100の様々な形状の例をいくつか示す。図6Aは、図4及び図5に示す不連続な熱インターフェース100をより明確に示した図である。図6Cないし図6Eに、それぞれ、曲面形状、V字型溝形状、及び階段状形状の不連続な熱インターフェース100を示す。図6Bに、図6Aに示す形状の逆形状の不連続な熱インターフェース100を示す。図6Cないし図6Eに示す不連続な熱インターフェース100の逆形状も、プラズマ処理及び/又は本発明の実施例に適用可能である。また、熱伝導ガスケット90をシャワーへッド通路86から隔離するのに十分な熱伝導ガスケット90の間接的変異度を規定できるのならば、本明細書で説明したり図示したりしていない他の種々の形状の不連続な熱インターフェース100を本発明の実施例で用いることもできる。  
40

#### 【0015】

熱制御板 70 の正面 72 とシャワーヘッド電極 80 の裏面 82 との間で不連続な熱インターフェース 100 に沿って熱伝導ガスケット 90 を位置決めすることにより、低接触圧条件下でシャワーヘッド電極 80 から熱制御板 70 への熱インターフェース 100 を介した熱移動が容易になる。一般に、プラズマ処理の間、シリコン系シャワーヘッド電極 80 の温度は、プラズマからのイオン衝撃により、増大する。シャワーヘッド電極 80 から熱制御板 70 への熱移動を熱伝導ガスケット 90 が容易にすることにより、シャワーヘッド電極 80 の温度のよりよい制御が可能になる。

#### 【 0 0 1 6 】

より具体的に説明すると、図 4 及び図 5 に示すように、熱伝導ガスケット 90 は、熱制御板 70 の正面 72 とシャワーヘッド電極 80 の裏面 82 とに直接連通している。このように熱伝導ガスケット 90 が熱制御板 70 の正面 72 とシャワーヘッド電極 80 の裏面 82 とに直接連通していることにより、低接触圧力下におけるシャワーヘッド電極 80 の裏面 82 と熱制御板 70 の正面 72 との間の連通が促進され、その結果、ガスケット 90 は、シャワーヘッド電極 80 と熱制御板 70 とにより形成される熱インターフェース 100 を介した熱移動を容易にする。

#### 【 0 0 1 7 】

低接触圧力条件下において熱インターフェース 100 を介して効果的に熱移動を行なうために、ガスケット 90 は、実質的に熱伝導材から形成されている。たとえば、ガスケットを熱伝導性および導電性ゴムで被覆されたアルミニウム箔複合物としてもよい。このような複合物の例としては、バーグクイスト社 (B e r g q u i s t C o m p a n y) 製の Q - P A D I I が挙げられる。すなわち、熱伝導材は導電性のものでもよい。一実施例において、熱伝導ガスケット 90 がカーボンナノチューブ充填材を備えるものでもよい。ただし、他の種々の熱伝導性及び導電性ガスケットを本発明の実施例に用いて、熱インターフェース 100 を介して効果的に熱移動を行なうことも可能である。

#### 【 0 0 1 8 】

図 1 に戻り、本発明の別の実施例において、プラズマ処理チャンバ 10 は、真空源 20 と、処理ガス供給部 30 と、プラズマ電源 40 と、基板保持部 50 と、上部電極アセンブリ 60 と、を備える。真空源 20 は、プラズマ処理チャンバ 10 を少なくとも部分的に真空排気するように構成される。一方、基板保持部 50 は、プラズマ処理チャンバ 10 の真空排気部分 15 に配置され、上部電極アセンブリ 60 から距離をあけて配置される基板電極を備える。基板電極及び上部電極アセンブリ 60 は、動作可能にプラズマ電源 40 に連結される。本出願の詳細な説明および請求項から明らかな何れの実施例の電極アセンブリ 60 も、プラズマ処理チャンバ 10 における上部電極アセンブリ 60 として用いることができる。たとえば、プラズマ処理チャンバ 10 が、不連続な熱インターフェース 100 を規定する電極アセンブリを備えるようにしてもよい。

#### 【 0 0 1 9 】

プラズマ処理チャンバ 10 内部の上部電極アセンブリ 60 は、一般に、密閉されたプラズマ隔壁 (パーティション) 65 を形成し、プラズマ処理チャンバ 10 の真空排気部分 15 内部のガス及び反応種がプラズマ隔壁 65 を越えて侵入し、電極アセンブリ 60 及び / 又はプラズマ処理チャンバ 10 の動作を妨害しないように構成されている。プラズマ隔壁 65 の形成手法は、熱制御板 70 及びシャワーヘッド電極 80 の構造に応じて決まる。多くの場合、熱制御板 70 及びシャワーヘッド電極 80 を形成する材料により、隔壁 65 の大部分が規定される。さらに、熱制御板 70 とシャワーヘッド電極 80 との接合部分や熱制御板 70 やシャワーヘッド電極 80 とプラズマ処理チャンバ 10 の他の構成部品との接合部分を中心に、種々の密封部材を用いて隔壁 65 を補強するようにしてもよい。

#### 【 0 0 2 0 】

また、図 4 に示すように、電極アセンブリ 60 は、一般に、さらに、固定ハードウェア 110 を備える。より具体的に説明すると、熱制御板 70 は、シリコン系シャワーヘッド電極 80 の裏面 82 に沿った部分凹部 89 に配置される裏面インサート 88 に固定ハードウェア 110 が接近可能なように構成される固定ハードウェア通路 78 を備える。固定ハ

10

20

30

40

50

ードウェア 110 及び裏面インサート 88 を用いて、熱制御板 70 とシリコン系シャワー ヘッド電極 80 とを係合可能である。係合状態で、固定ハードウェア通路 78 は、シャワー ヘッド電極 80 の裏面 82 に沿った部分凹部 89 に配置される裏面インサート 88 と同一直線上に並ぶ。固定ハードウェア 110 は、熱制御板 70 内の固定ハードウェア通路 78 を通って伸長し、シャワー ヘッド電極 80 の裏面 82 に沿った部分凹部 89 に配置される裏面インサート 88 に係合するものでもよい。

#### 【0021】

固定ハードウェア 110 及び裏面インサート 88 は、熱制御板 70 とシリコン系シャワー ヘッド電極 80 との係合を維持し、熱制御板 70 とシャワー ヘッド電極 80 との間の非破壊的な係合及び解放を繰り返し可能なように構成される。一つの実施例において、図 4 に示すように、裏面インサート 88 を、熱制御板 70 の固定ハードウェア通路 78 の一つに伸長する裏面伸長部 88A を備えるスタッドとして構成するようにしてもよい。この場合、固定ハードウェア 110 は、たとえばネジ式の係合を介して、固定ハードウェア通路 78 内の裏面インサート 88 の裏面伸長部 88A に到達するように構成される。別の実施例において、裏面インサート 88 を、シャワー ヘッド電極 80 の裏面 82 に形成された部分凹部 89 内に配置されるアンカーとして構成するようにしてもよい。裏面インサート 88 を所定位置に配置することにより、ネジ又はボルト等を備える固定ハードウェア 110 がインサート 88 に係合され、シャワー ヘッド電極 80 が熱制御板 70 に固定される。

#### 【0022】

一つまたは複数の裏面インサート 88 を用いる本明細書に記載の実施例のいずれかにおいて、熱負荷条件下で、固定ハードウェア 110 と裏面インサート 88 とが係合状態の場合に、裏面インサート 88 が、部分凹部 89 から外れることのないように、部分凹部 89 内で固定ハードウェア 110 と共に移動可能なように、固定ハードウェア 110 と、裏面インサート 88 と、部分凹部 89 と、を構成することも望ましい。

#### 【0023】

したがって、別の実施例において、バネを用いたバネ負荷状態で部分凹部 89 内でインサート 88 を固定するようにしてもよい。ここで、インサート 88 は、バネ荷重状態で部分凹部 89 内で移動可能なように構成される。この結果、プラズマ処理の際に通常みられる熱負荷条件下で、裏面インサート 88 は、部分凹部 89 から外れることのないように、また、固定ハードウェア 110 とインサート 88 との係合を弱めることのないように、部分凹部 89 内で固定ハードウェア 110 と共に移動できる。

#### 【0024】

様々なバネ荷重構造を用いて、プラズマ処理の際に誘発される熱負荷の結果として生じる応力により固定ハードウェア 110 が外れる可能性を減らすようにしてもよい。たとえば、熱制御板 70 とシャワー ヘッド電極 80 との間をバネ荷重係合する一つの構造において、シャワー ヘッド電極 80 の裏面 82 に形成された部分凹部 89 の一つに配置されるアンカーとして裏面インサート 88 を構成する。また、固定ハードウェア 110 は、固定ハードウェア 110 が裏面インサート 88 に接近する際にかかる係合力に対抗する力を加えるように構成されたバネ荷重座金形状のバネ部を備える。また、別の構造において、電極材に形成されたネジ穴と直接的にネジ式係合を行なう方が望ましい場合には、裏面インサート 88 を省略してもよい。あるいは、バネ部は、固定ハードウェア通路 78 内の固定ハードウェア 110 の長手方向伸長部周囲に配置されるコイルバネでもよい。

#### 【0025】

本明細書の説明において、特定の性質を有するように、又は、特定の方法で機能するように本発明の構成要素が「構成される（configured）」とは、使用目的に言及するものではなく、構造を説明するものである。より具体的に説明すると、本明細書において、ある構成要素が「構成される（configured）」と言う場合、その構成要素の物理的な現状を意味し、その構成要素の構造特性を明確にあらわすものと考えるべきである。

#### 【0026】

10

20

30

40

50

本明細書で用いられる「一般的に（generally）」および「通常（typically）」という用語は、何ら本発明の要旨を限定するものではなく、本発明の構造又は機能にとって所定の特徴が不可欠である、本質的に必要である、又は、重要であることを意味するものではない。これらの用語は、むしろ、本発明の実施例の特定の態様を説明するため、又は、本発明の特定の実施例において利用される又は利用されない選択可能な又は追加の特性を説明するために用いられる。

#### 【0027】

以上、本発明を所定の実施例を参照して詳細に説明したが、以下の請求の範囲に記載される本発明の要旨を逸脱しない範囲において、さまざまに変形や変更が可能であることは言うまでもない。さらに、本発明のいくつかの態様を好適な又は特に有用な構成として説明したが、本発明は、このような好適な態様に何ら限定されるものではない。10

#### 【0028】

以下に示す一つ以上の請求項で、用語「であって（wherein）」が移行句として用いられている。この用語は、本発明を明確にする目的で、構造の一連の特性を説明するための非限定的な移行句として請求項に導入され、非限定的な序文用語である「備え（comprising）」と同様の意味に解釈されるべきものである。その他に、本発明は以下の適用例1～21として実施することも可能である。

(1) 熱制御板と、シリコン系シャワーへッド電極と、熱伝導ガスケットと、を備える電極アセンブリであって、

前記熱制御板は、正面と、裏面と、複数の処理ガス通路と、を備え、20

前記シャワーへッド電極は、正面と、裏面と、複数のシャワーへッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワーへッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワーへッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワーへッド電極の前記複数のシャワーへッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面のプロファイルと前記シャワーへッド電極の前記裏面のプロファイルとが協働して、前記シャワーへッド通路に隣接する部分と前記シャワーへッド通路から離れた部分とを含む不連続な熱インターフェースを形成し、

前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によつて前記シャワーへッド通路から分離され、30

前記熱伝導ガスケットが前記シャワーへッド通路から隔離されるように、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分に沿つて前記ガスケットが配置される電極アセンブリ。

#### (2) 適用例1に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆う、

電極アセンブリ。

#### (3) 適用例1に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿つて配置されない、

電極アセンブリ。

#### (4) 適用例1に記載の電極アセンブリであって、

前記不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワーへッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

電極アセンブリ。

#### (5) 適用例4に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワーへッド通路からの前記ガスケットの横変位度（d1）と前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記ガスケットの鉛直変位度（d2）とにより規定される、

50

20

30

40

50

電極アセンブリ。

(6) 適用例1に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワーへッド電極の前記裏面とに直接連通している、

電極アセンブリ。

(7) 適用例6に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが前記熱制御板の前記正面と前記シャワーへッド電極の前記裏面とに直接連通していることにより、低接触圧力下における前記シャワーへッド電極の前記裏面と前記熱制御板の前記正面との間の連通が促進され、その結果、前記ガスケットは、前記シャワーへッド電極と前記熱制御板とにより規定される前記不連続な熱インターフェースを介した熱移動を容易にする、

10

電極アセンブリ。

(8) 適用例1に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、カーボンナノチューブ充填材を備える、

電極アセンブリ。

(9) 適用例1に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分は、前記電極アセンブリを通過可能な前記処理ガスに直接連通している、

プラズマ処理チャンバ。

(10) 热制御板と、シリコン系シャワーへッド電極と、熱伝導ガスケットと、を備える電極アセンブリであって、

20

前記熱制御板は、正面と、裏面と、複数の処理ガス通路と、を備え、

前記シャワーへッド電極は、正面と、裏面と、複数のシャワーへッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワーへッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワーへッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワーへッド電極の前記複数のシャワーへッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面のプロファイルと前記シャワーへッド電極の前記裏面のプロファイルとが協働して、前記シャワーへッド通路に隣接する部分と前記シャワーへッド通路から離れた部分とを含む不連続な熱インターフェースを形成し、

30

前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によつて前記シャワーへッド通路から分離され、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆い、

前記不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワーへッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

電極アセンブリ。

(11) 適用例10に記載の電極アセンブリであって、

40

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワーへッド通路からの前記ガスケットの横変位度(d1)と前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記ガスケットの鉛直変位度(d2)とにより規定される、

電極アセンブリ。

(12) 適用例10に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿って配置されない、

電極アセンブリ。

(13) 適用例10に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワーへッド電極の前記裏面とに直接連通している、

50

電極アセンブリ。

(14) 適用例13に記載の電極アセンブリであって、

前記熱伝導ガスケットが前記熱制御板の前記正面と前記シャワーへッド電極の前記裏面とに直接連通していることにより、低接触圧力下における前記シャワーへッド電極の前記裏面と前記熱制御板の前記正面との間の連通が促進され、その結果、前記ガスケットは、前記シャワーへッド電極と前記熱制御板とにより規定される前記不連続な熱インターフェースを介した熱移動を容易にする、

電極アセンブリ。

(15) 真空源と、処理ガス供給部と、プラズマ電源と、基板保持部と、上部電極アセンブリと、を備えるプラズマ処理チャンバであって、

前記真空源は、前記プラズマ処理チャンバを少なくとも部分的に真空排気するように構成され、

前記基板保持部は、前記プラズマ処理チャンバの真空排気部分に配置され、前記上部電極アセンブリから距離をあけて配置される基板電極を備え、

前記基板電極と前記上部電極アセンブリとは、動作可能に前記プラズマ電源に連結され、

前記上部電極アセンブリは、熱制御板と、シリコン系シャワーへッド電極と、熱伝導ガスケットと、を備え、

前記シャワーへッド電極は、正面と、裏面と、複数のシャワーへッド通路と、を備え、

前記熱制御板の前記正面が前記シャワーへッド電極の前記裏面に対向するように、前記熱制御板と前記シャワーへッド電極とが係合され、

前記熱制御板の前記複数の処理ガス通路と前記シャワーへッド電極の前記複数のシャワーへッド通路とが協働して、処理ガスの前記電極アセンブリ内の通過を可能にし、

前記熱制御板の前記正面のプロファイルと前記シャワーへッド電極の前記裏面のプロファイルとが協働して、前記シャワーへッド通路に隣接する部分と前記シャワーへッド通路から離れた部分とを含む不連続な熱インターフェースを形成し、

前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分が、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に対して陥凹し、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分によって前記シャワーへッド通路から分離され、

前記熱伝導ガスケットが前記シャワーへッド通路から隔離されるように、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分に沿って前記ガスケットが配置される、

プラズマ処理チャンバ。

(16) 適用例15に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記離れた部分をほぼ完全に覆う、

プラズマ処理チャンバ。

(17) 適用例15に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記熱伝導ガスケットが、前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分に沿って配置されない、

プラズマ処理チャンバ。

(18) 適用例15に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記不連続な熱インターフェースが、前記熱伝導ガスケットを前記シャワーへッド通路から隔離するのに十分な前記熱伝導ガスケットの間接的変位度を規定する、

プラズマ処理チャンバ。

(19) 適用例18に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記熱伝導ガスケットの前記間接的変位度は、前記シャワーへッド通路からの前記ガスケットの横変位度(d1)と前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分の平面からの前記ガスケットの鉛直変位度(d2)とにより規定される、

プラズマ処理チャンバ。

(20) 適用例15に記載のプラズマ処理チャンバであって、

10

20

30

40

50

前記熱伝導ガスケットは、前記熱制御板の前記正面と前記シャワーヘッド電極の前記裏面とに直接連通している、

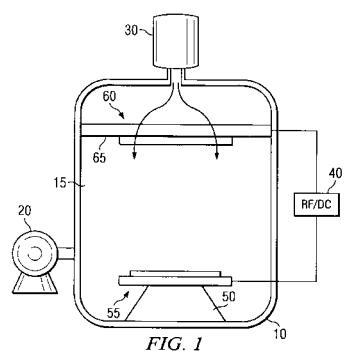
プラズマ処理チャンバ。

(21) 適用例 15 に記載のプラズマ処理チャンバであって、

前記不連続な熱インターフェースの前記隣接部分は、前記シャワーヘッド電極の前記シャワーヘッド通路を通過可能な前記処理ガスに直接連通している、

プラズマ処理チャンバ。

【図1】



【図3】

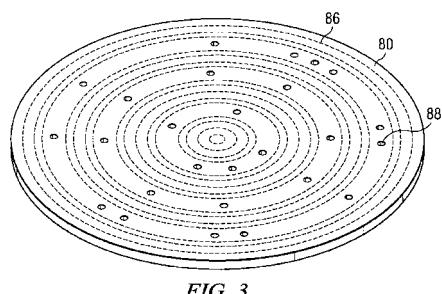


FIG. 3

【図2】

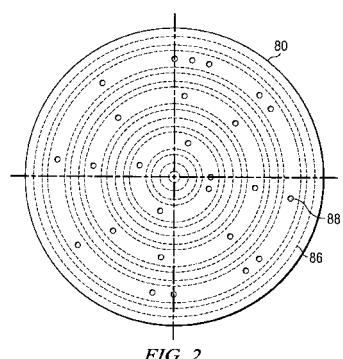
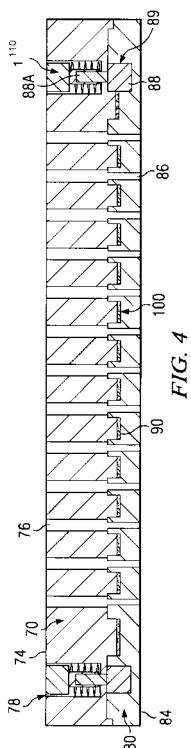
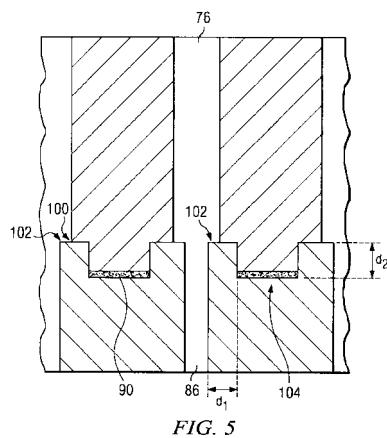


FIG. 2

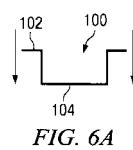
【図4】



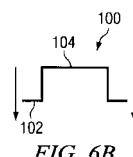
【図5】



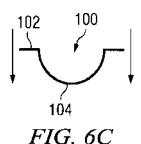
【図6A】



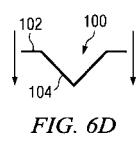
【図6B】



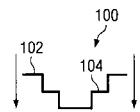
【図6C】



【図6D】



【図6E】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ディンドサ・ラジンダー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538 - 6401 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650

(72)発明者 ベテンコート・グレッグ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538 - 6401 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650

(72)発明者 マラクタノブ・アレクセイ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94538 - 6401 フレモント, クッシング・パークウェイ, 4650

審査官 林 靖

(56)参考文献 特開平11-256370(JP,A)

特開平05-315262(JP,A)

特開平03-291917(JP,A)

特開平07-335635(JP,A)

特開平09-027398(JP,A)

特開2005-093484(JP,A)

特開2007-308750(JP,A)

特開2002-164327(JP,A)

特表2006-521212(JP,A)

特開2005-228954(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H 1/00 - 1/54

C23C 14/00 - 14/58

C23C 16/00 - 16/56

H01L 21/302

H01L 21/304

H01L 21/461

H01L 21/3065

H01L 21/205

H01L 21/31

H01L 21/365

H01L 21/469

H01L 21/86