

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5265700号
(P5265700)

(45) 発行日 平成25年8月14日(2013.8.14)

(24) 登録日 平成25年5月10日(2013.5.10)

(51) Int.Cl.	F 1
H01L 21/3065 (2006.01)	H01L 21/302 101L
H01L 21/205 (2006.01)	H01L 21/205
H01L 21/31 (2006.01)	H01L 21/31 C
C23C 16/455 (2006.01)	C23C 16/455

請求項の数 25 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2010-539464 (P2010-539464)	(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
(86) (22) 出願日	平成20年12月17日(2008.12.17)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(65) 公表番号	特表2011-508422 (P2011-508422A)	(72) 発明者	ラーソン・ディーン・ジェイ アメリカ合衆国 カリフォルニア州945 66 プレザントン, サンセット・クリーク・レーン, 922
(43) 公表日	平成23年3月10日(2011.3.10)		
(86) 國際出願番号	PCT/US2008/013782		
(87) 國際公開番号	W02009/085163		
(87) 國際公開日	平成21年7月9日(2009.7.9)		
審査請求日	平成23年11月11日(2011.11.11)		
(31) 優先権主張番号	61/008, 152		
(32) 優先日	平成19年12月19日(2007.12.19)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プラズマ処理装置用の複合シャワーへッド電極組立体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ処理装置においてプラズマを生成するための複合シャワーへッド電極組立体であつて、

第一のガス通路が間に存在する上面及び底面を含み、前記底面は、接合領域及び非接合領域を有し、前記第一のガス通路は、プロセスガスを前記プラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合領域に出口を有する、バッキングプレートと、

上面、プラズマ露出底面、及びその間に延びて前記第一のガス通路と流体連通すると共に前記上面の非接合領域に入口を有する第二のガス通路を有する電極プレートと、

前記電極プレート及び前記バッキングプレートにおける熱膨張係数の不一致により温度サイクル中に前記バッキングプレートと相対的に前記電極プレートが弹性変形可能な範囲内で横方向に移動することを可能にする、前記接合領域のそれぞれにおいて合わせ面間に配置されたエラストマシート接着剤結合部と

を備える複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項2】

前記バッキングプレートは、内側バッキングプレートと、前記内側バッキングプレートを取り囲む外側バッキングリングを含み、前記第一のガス通路は、前記内側バッキングプレート内、及び随意的に前記外側バッキングリング内に存在し、

前記電極プレートは、前記内側バッキングプレートに接合された内側シャワーへッド電極と、前記外側バッキングリングに接合された外側リング電極とを含み、前記第二のガス

10

20

通路は、前記内側シャワーへッド電極内、及び随意的に前記外側リング電極内に存在する請求項1記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項3】

(a) 前記バッキングプレートの合わせ面は、前記シャワーへッド電極の合わせ面と平行であり、及び／又は(b) 前記電極プレートは、単結晶シリコン、多結晶シリコン、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、前記バッキングプレートは、アルミニウム、グラファイト、又は炭化ケイ素である

請求項2記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項4】

前記エラストマシート接着剤結合部は熱伝導性シリコーン接着剤シートを含む請求項1ないし請求項3記載のいずれか一項複合シャワーへッド電極組立体。 10

【請求項5】

前記エラストマシート接着剤結合部は、室温から300 の温度範囲において、20乃至340 p s i の剪断応力から、少なくとも200 %の剪断歪みまで横方向に弹性的に変形可能である

請求項1ないし請求項4のいずれか一項記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項6】

前記エラストマシート接着剤結合部は、20乃至80 p s i の剪断応力から、少なくとも300 %の剪断歪みまで横方向に弹性的に変形可能である請求項5記載の複合シャワーへッド電極組立体。 20

【請求項7】

前記電極プレートは、少なくとも200 mmの直径を有する単結晶シリコンの円盤であり、前記エラストマシート接着剤結合部は、前記シャワーへッド電極組立体を室温から250 まで加熱する5000回の温度サイクル後、室温から300 の温度範囲において、20乃至340 p s i の剪断応力から、少なくとも200 %の剪断歪みまで横方向に弹性的に変形可能である

請求項5記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項8】

前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、熱伝導性、弾力性、引張強度、剪断強度、厚さ及び熱膨張係数のうちの少なくとも1つの物理特性の異なる二枚以上の積層を含み、及び／又は、前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、熱伝導性、弾力性、引張強度、剪断強度、厚さ及び熱膨張係数のうちの少なくとも1つの物理特性の異なる二つ以上の共平面部分を含む。 30

請求項4記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項9】

前記熱伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、0.5 W / m K 乃至 0.8 W / m K の熱伝導性を有し、前記熱伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、0.8 W / m K 乃至 1 W / m K の熱伝導性を有し、及び／又は、前記熱伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、1 W / m K を超える熱伝導性を有する、請求項4記載の複合シャワーへッド電極組立体。 40

【請求項10】

(a) 前記エラストマシート接着剤結合部は、更に、前記バッキングプレート及び／又は前記電極プレート背面の一つ以上の前記合わせ面にプライマを含み、及び／又は、(b) 前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、熱伝導性充填剤の均一な分布を含む

請求項4記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項11】

(a) 前記熱伝導性充填剤は、窒化ホウ素(BN)、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、シリコン、炭化ケイ素、及びその組み合わせの何れかであり、及び／又は、(b) 前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、(i) 高分子量ジメチルシリコーン及び前記熱伝導性充填剤、(ii) 高分子量ジメチルシリコーン及びガラス纖維スクリーン(スクリム)の 50

周囲にマトリクス化した前記熱伝導性充填剤、(i i i)高分子量ジメチルシリコーン及び金属スクリーンの周囲にマトリクス化した前記熱伝導性充填剤、又は(i v)高分子量ジメチルシリコーン及びガラスマイクロビーズ又はナノビーズと混合した前記熱伝導性充填剤により形成される

請求項10記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項12】

前記合わせ面間の間隙距離は、 $\pm 25 \mu\text{m}$ (0.001インチ)未満で変化する

請求項1記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項13】

(a)前記エラストマシート接着剤結合部は、予備成形形状にキャスティング又は圧延されたエラストマシート接着剤を含み、(b)前記エラストマシート接着剤結合部は、ダイカットされた予備成形形状のエラストマシート接着剤を含み、(c)前記エラストマシート接着剤結合部は、レーザ切断、プロッタ切断、及び/又は水ジェット切断された予備成形形状のエラストマシート接着剤を含み、及び/又は(d)前記合わせ面の一方は、空洞を含む

10

請求項1記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項14】

(a)前記空洞の深さは、102乃至508 μm の範囲であり、(c)前記空洞は、前記シート接着剤の寸法に一致するようにサイズを定めた上昇ジョグを含み、(d)前記シート接着剤は、前記電極プレートの前記上面を、前記バッキングプレートの前記底面に、50乃至400 μm の間隔を置いて接合し、(e)前記シート接着剤結合部は、単一のシートの形態であるシリコーン接着剤シートを含み、(f)シート接着剤結合部は、一つ以上の扁平リング、上昇ジョグを有する扁平リング、円筒、扁平又は柱状多角形、ブロック、又はその組み合わせの形態であるシリコーン接着剤シートを含み、及び/又は(g)前記エラストマシート接着剤接合部は、熱硬化した接着剤を含む

20

請求項13記載の複合シャワーへッド電極組立体。

【請求項15】

プラズマ処理装置用の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であつて、

所定のパターンである未硬化エラストマ接着剤のシートの第一の表面を、上面と、前記上面及び底面間に延びる複数の第一のガス通路とを有し且つ非接合領域内に出口を有するバッキング部材の底面に、非接合のままとなる領域を除く所定の接合領域のパターンで付与するステップと、

30

プラズマ露出底面と、上面及び前記底面間に延び且つ前記上面の非接合領域内に入口を有する複数の第二のガス通路とを有する電極の上面を、未硬化エラストマ接着剤の前記シートの第二の表面に、所定の接合領域のパターンで付与するステップと、

前記第二のガス通路が前記第一のガス通路と流体連通する状態で、前記電極の前記上面を、前記バッキング部材の前記底面に、前記電極及び前記バッキング部材における熱膨張係数の不一致により温度サイクル中に前記バッキング部材と相対的に前記電極が弾性変形可能な範囲内で横方向に移動することを可能とするエラストマ接着剤の前記シートを介在させて接合するステップと

40

を備える方法。

【請求項16】

請求項15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であつて、更に、

前記バッキング部材の前記底面に所定のパターンでプライマを付与するステップと、前記電極の前記上面に所定のパターンでプライマを付与するステップと
を備える方法。

【請求項17】

請求項16記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であつて、

50

前記電極の前記上面にプライマを付与するステップは、

前記電極を、その中心点を中心に回転させるステップと、ディスペンサを用いて、前記中心点から相対的な複数の半径位置で前記ディスペンサの出口を前記回転する電極に接触させることにより、前記プライマの環状帯を付着させるステップと、又は

所定のパターンで開口部を有するマスクにより前記上面を覆うステップと、前記上面の非マスク領域を前記プライマにより被覆するステップと

を備える方法。

【請求項 18】

前記マスクの前記所定のパターンは、複数の半環状帯である請求項17記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法。10

【請求項 19】

請求項16記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、前記パッキング部材の前記底面にプライマを付与するステップは、

前記パッキング部材を、その中心点を中心に回転させるステップと、ディスペンサを用いて、前記中心点から相対的な複数の半径位置で前記ディスペンサの出口を前記回転するパッキング部材に接触させることにより、前記プライマの環状帯を付着させるステップと、又は

所定のパターンで開口部を有するマスクにより前記底面を覆うステップと、前記底面の非マスク領域を前記プライマにより被覆するステップと

を備える方法。20

【請求項 20】

請求項15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、

(a) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、エラストマ接着剤接合材料の前記シートを、機械的切断、ダイカット、レーザ切断、水ジェット切断、プラズマ切断、プロッタ切断、及びその組み合わせの何れかを使用して前記所定のパターンに事前に切断するステップを含み、

(b) 前記電極の前記上面及び／又は前記パッキング部材の前記底面は、前記所定のパターンの少なくとも一部の上にチャネルを含み、

(c) エラストマ接着剤の前記シートは、充填済み未硬化エラストマシリコーンシートであり、及び／又は、30

(d) 前記充填済み未硬化エラストマシリコーンシートには、アルミニウム、酸化アルミニウム、シリコン、炭化ケイ素、窒化ホウ素、又はその合金の熱伝導性粒子が充填される

方法。

【請求項 21】

請求項15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、

(a) 接合するステップは、更に、エラストマ接着剤の前記シートが熱硬化性であり、前記電極の前記上面と前記パッキング部材の前記底面とを、圧縮下、静重量下、又は随意的に真空バッグ内の大气圧により、互いに押し付けることにより、前記シート接着剤を設置するステップと、40

(b) 前記静重量又は随意的な真空バッグ内の大气圧を除去した時に、設置後の前記接合材料を硬化させるために前記複合シャワーへッド電極組立体を加熱するステップと、を含み、

(c) 前記電極は、シリコン、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、前記パッキング部材は、アルミニウム、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、

(d) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、前記第一の表面を前記パッキング部材の前記底面に付与する前に、前記第一の表面から輸送シートを除去するステップを含み、

(e) 前記電極の前記上面を付与するステップは、前記電極の前記上面をエラストマ接着剤の前記シートの前記第二の表面に付与する前に、エラストマ接着剤の前記シートの前50

記第二の表面から輸送シートを除去するステップを含み、

(f) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、前記第一の表面を前記パッキング部材の前記底面に付与した後、その間の隙間を除去するために、真空にするステップを含み、

(g) 前記電極の前記上面を付与するステップは、前記電極の前記上面をエラストマ接着剤の前記シートの前記第二の表面に付与した後、その間の隙間を除去するために、真空にするステップを含み、及び／又は

(h) 前記電極は、内側シャワーヘッド電極と外側リング電極とを含み、前記パッキング部材は、内側パッキングプレートと外側パッキングリングとを含む方法。

10

【請求項 2 2】

プラズマ処理装置において半導体基板を処理する方法であって、

プラズマ処理装置の反応チャンバ内の基板支持部上に基板を配置するステップと、

請求項 1 の複合シャワーヘッド電極組立体により、前記反応チャンバ内にプロセスガスを導入するステップと、

前記複合シャワーヘッド電極組立体と前記基板との間にある前記反応チャンバ内の前記プロセスガスからプラズマを生成するステップと、

前記プラズマにより前記基板を処理するステップと
を備える方法。

【請求項 2 3】

20

前記処理するステップは、前記基板をエッチングするステップを含む請求項 2 2 記載の方法。

【請求項 2 4】

プラズマ処理装置用の複合シャワーヘッド電極組立体であって、

非接合のままとなる領域を除く接合対象領域を備えた底面と、前記底面及び上面間に延び且つプロセスガスを前記プラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合のままとなる領域に出口を有する複数の第一のガス通路とを有するパッキング部材と、

前記プラズマ処理装置内にプラズマを生成する電極であり、接合対象領域を備えた上面と、前記第一のガス通路と流体連通すると共に、非接合のままとなる領域に入口を有し且つ前記上面から前記電極のプラズマ露出底面へ前記電極を貫通して延びる複数の第二のガス通路とを有する電極と、

30

前記パッキング部材及び電極の熱膨張係数の不一致により温度サイクル中に前記パッキング部材と相対的に前記電極が弾性変形可能な範囲内で横方向に移動することを可能にするように、前記接合対象領域のそれぞれの合わせ面間の結合部において硬化させるべき未硬化エラストマシート接着剤とを備え、

エラストマ接着剤の前記シートは、充填済み熱硬化性未加硫エラストマシリコーンシートである複合シャワーヘッド電極組立体。

【請求項 2 5】

前記未硬化エラストマシート接着剤は、架橋反応を実行する熱活性化成分として過酸化物が配合され、前記エラストマシート接着剤の体積収縮は、硬化中に 3 乃至 5 %、又は硬化中に 3 % 未満である

40

請求項 2 4 記載の複合シャワーヘッド電極組立体。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

【関連出願の相互参照】

本願は、出典を明記することによりその開示内容全体を本願明細書の一部とした 2007 年 12 月 19 日提出の米国仮特許出願第 61/008,152 号の出願日の利益を主張する。

【0 0 0 2】

50

プラズマ処理装置は、エッティング、物理気相堆積（PVD）化学気相堆積（CVD）、イオン注入、及びレジスト剥離を含む手法により基板を処理するために使用される。プラズマ処理に使用されるプラズマ処理装置の一種は、上部及び下部電極を収容した反応チャンバを含む。電極間に電場を確立し、プロセスガスを励起してプラズマ状態とし、反応チャンバ内の基板を処理する。

【発明の概要】

【0003】

一実施形態において、プラズマ処理装置においてプラズマを生成するための複合シャワーヘッド電極組立体が提供される。複合シャワーヘッド電極組立体は、第一のガス通路が間に存在する上面及び底面を含み、底面は、接合領域及び非接合領域を有し、第一のガス通路は、プロセスガスをプラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合領域に出口を有する、バックングプレートと、上面、プラズマ露出底面、及びその間に延びて第一のガス通路と流体連通する共に上面の非接合領域に入口を有する第二のガス通路を有する電極プレートと、電極プレート及びバックングプレートにおける熱膨張係数の不一致により温度サイクル中にバックキングプレートと相対的に電極プレートが横方向に移動することを可能にする、接合領域のそれぞれにおいて合わせ面間に配置されたエラストマシート接着剤結合部と、を備える。

10

【0004】

別の実施形態において、プラズマ処理装置用の複合シャワーヘッド電極組立体の構成要素を結合する方法が提供される。未硬化エラストマ接着剤のシートの第一の表面を、上面と、上面及び底面間に延びる複数の第一のガス通路とを有し且つ非接合領域内に出口を有するバックキング部材の底面に、非接合のままとなる領域を除く所定の接合対象領域のパターンで付与する。プラズマ露出底面と、上面及び底面間に延び且つ上面の非接合領域内に入口を有する複数の第二のガス通路とを有する電極の上面を、未硬化エラストマ接着剤の前記シートの第二の表面に、所定の接合対象領域のパターンで付与する。電極の上面を、バックキング部材の底面に対して、両面の間にあるエラストマ接着剤により接合し、第二のガス通路は、第一のガス通路と流体連通する。

20

【0005】

別の実施形態では、プラズマ処理装置において半導体基板を処理する方法が提供される。プラズマ処理装置の反応チャンバ内の基板支持部上に基板を配置する。複合シャワーヘッド電極組立体により、反応チャンバ内にプロセスガスを導入する。シャワーヘッド電極組立体と基板との間にある反応チャンバ内の前記プロセスガスからプラズマを生成する。プラズマにより基板を処理する。

30

【0006】

更に別の実施形態において、プラズマ処理装置用の複合シャワーヘッド電極組立体が提供され、プラズマ処理装置用の複合シャワーヘッド電極組立体は、非接合のままとなる領域を除く接合対象領域を備えた底面、及び底面及び上面間に延び且つプロセスガスを前記プラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合のままとなる領域に出口を有する複数の第一のガス通路を有するバックキング部材と、プラズマ処理装置内にプラズマを生成する電極であり、接合対象領域を備えた上面、及び第一のガス通路と流体連通すると共に、非接合のままとなる領域に入口を有し且つ上面から電極のプラズマ露出底面へ電極を貫通して延びる複数の第二のガス通路を有する電極と、バックキング部材及び電極の熱膨張係数の不一致により温度サイクル中にバックキング部材と相対的に電極が横方向に移動することを可能にするように、接合対象領域のそれぞれの合わせ面間の結合部において硬化させるべき未硬化エラストマシート接着剤とを備え、エラストマ接着剤のシートは、充填済み熱硬化性未加硫エラストマシリコーンシートである。その他、本発明は、以下のような形態として実現することも可能である。

40

[形態1]

プラズマ処理装置においてプラズマを生成するための複合シャワーヘッド電極組立体であって、

50

第一のガス通路が間に存在する上面及び底面を含み、前記底面は、接合領域及び非接合領域を有し、前記第一のガス通路は、プロセスガスを前記プラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合領域に出口を有する、バッキングプレートと、

上面、プラズマ露出底面、及びその間に延びて前記第一のガス通路と流体連通すると共に前記上面の非接合領域に入口を有する第二のガス通路を有する電極プレートと、

前記電極プレート及び前記バッキングプレートにおける熱膨張係数の不一致により温度サイクル中に前記バッキングプレートと相対的に前記電極プレートが横方向に移動することを可能にする、前記接合領域のそれぞれにおいて合わせ面間に配置されたエラストマシート接着剤結合部と

を備える複合シャワーヘッド電極組立体。

10

[形態2]

前記バッキングプレートは、内側バッキングプレートと、前記内側バッキングプレートを取り囲む外側バッキングリングを含み、前記第一のガス通路は、前記内側バッキングプレート内、及び随意的に前記外側バッキングリング内に存在し、

前記電極プレートは、前記内側バッキングプレートに接合された内側シャワーHEAD電極と、前記外側バッキングリングに接合された外側リング電極とを含み、前記第二のガス通路は、前記内側シャワーHEAD電極内、及び随意的に前記外側リング電極内に存在する形態1記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態3]

(a) 前記バッキングプレートの合わせ面は、前記シャワーHEAD電極の合わせ面と平行であり、及び／又は (b) 前記電極は、単結晶シリコン、多結晶シリコン、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、前記バッキング部材は、アルミニウム、グラファイト、又は炭化ケイ素である

20

形態2記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態4]

前記エラストマシート接着剤結合部は熱伝導性シリコーン接着剤シートを含む形態1記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態5]

前記エラストマシート接着剤結合部は、室温から300 の温度範囲において、約20乃至340 psiの剪断応力から、少なくとも200 %の剪断歪みまで横方向に弾性的に変形可能である

30

形態1記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態6]

前記エラストマシート接着剤結合部は、約20乃至80 psiの剪断応力から、少なくとも300 %の剪断歪みまで横方向に弾性的に変形可能である形態5記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態7]

前記電極プレートは、少なくとも200 mmの直径を有する単結晶シリコンの円盤であり、前記エラストマシート接着剤結合部は、前記シャワーHEAD電極組立体を室温から250 まで加熱する500回の温度サイクル後、室温から300 の温度範囲において、約20乃至340 psiの剪断応力から、少なくとも200 %の剪断歪みまで横方向に弾性的に変形可能である

40

形態5記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態8]

前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、物理特性の異なる二枚以上の積層を含み、及び／又は、前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、物理特性の異なる二つ以上の共平面部分を含む

形態4記載の複合シャワーHEAD電極組立体。

[形態9]

前記伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、0 . 5 W / m K 乃至 0 . 8

50

W / m K の熱伝導性を有し、前記伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、0 . 8 W / m K 乃至 1 W / m K の熱伝導性を有し、及び / 又は、前記伝導性シリコーン接着剤シートの少なくとも一部分は、1 W / m K を超える熱伝導性を有する、形態 4 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 0]

(a) 前記エラストマシート接着剤結合部は、更に、前記バッキング部材及び / 又は前記電極背面の一つ以上の前記合わせ面にプライマを含み、及び / 又は、(b) 前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、熱伝導性充填剤の均一な分布を含む形態 4 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 1]

(a) 前記熱伝導性充填剤は、窒化ホウ素 (BN)、酸化アルミニウム (Al₂O₃)、シリコン、炭化ケイ素、及びその組み合わせの何れかであり、及び / 又は、(b) 前記熱伝導性シリコーン接着剤シートは、(i) 高分子量ジメチルシリコーン及び前記熱伝導性充填剤、(ii) 高分子量ジメチルシリコーン及びガラス繊維スクリーン (スクリム) の周囲にマトリクス化した前記熱伝導性充填剤、(iii) 高分子量ジメチルシリコーン及び金属スクリーンの周囲にマトリクス化した前記熱伝導性充填剤、又は (iv) 高分子量ジメチルシリコーン及びガラスマイクロビーズ又はナノビーズと混合した前記熱伝導性充填剤により形成される

形態 1 0 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 2]

前記合わせ面間の間隙距離は、± 25 μm (0 . 001 インチ) 未満で変化する

形態 1 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 3]

(a) 前記エラストマシート接着剤結合部は、予備成形形状にキャスティング又は圧延されたエラストマシート接着剤を含み、(b) 前記エラストマシート接着剤結合部は、ダイカットされた予備成形形状のエラストマシート接着剤を含み、(c) 前記エラストマシート接着剤結合部は、レーザ切断、プロッタ切断、及び / 又は水ジェット切断された予備成形形状のエラストマシート接着剤を含み、及び / 又は (d) 前記合わせ面の一方は、空洞を含む

形態 1 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 4]

(a) 前記空洞の深さは、100 乃至 200 μm の範囲であり、(b) 前記空洞の深さは、200 乃至 500 μm の範囲であり、(c) 前記空洞は、前記シート接着剤の寸法に一致するようにサイズを定めた上昇ジョグを含み、(d) 前記シート接着剤は、前記電極の前記上面を、前記バッキング部材の前記底面に、50 乃至 400 μm の間隔を置いて接合し、(e) 前記シート接着剤結合部は、単一のシートの形態であるシリコーン接着剤シートを含み、(f) シート接着剤結合部は、一つ以上の扁平リング、上昇ジョグを有する扁平リング、円筒、扁平又は柱状多角形、ブロック、又はその組み合わせの形態であるシリコーン接着剤シートを含み、及び / 又は (g) 前記エラストマシート接着剤接合部は、熱硬化した接着剤を含む

形態 1 3 記載の複合シャワーへッド電極組立体。

[形態 1 5]

プラズマ処理装置用の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であつて、

所定のパターンである未硬化エラストマ接着剤のシートの第一の表面を、上面と、前記上面及び底面間に延びる複数の第一のガス通路とを有し且つ非接合領域内に出口を有するバッキング部材の底面に、非接合のままとなる領域を除く所定の接合領域のパターンで付与するステップと、

プラズマ露出底面と、上面及び前記底面間に延び且つ前記上面の非接合領域内に入口を有する複数の第二のガス通路とを有する電極の上面を、未硬化エラストマ接着剤の前記シ

10

20

30

40

50

ートの第二の表面に、所定の接合領域のパターンで付与するステップと、
前記第二のガス通路が前記第一のガス通路と流体連通する状態で、前記電極の前記上面を、前記パッキング部材の前記底面に、エラストマ接着剤の前記シートを介在させて接合するステップと
を備える方法。

[形態16]

形態15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、
更に、

前記パッキング部材の前記底面に所定のパターンでプライマを付与するステップと、
前記電極の前記上面に所定のパターンでプライマを付与するステップと

10

を備える方法。

[形態17]

形態16記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、
前記電極の前記上面にプライマを付与するステップは、

前記電極を、その中心点を中心に回転させるステップと、ディスペンサを用いて、前記中心点から相対的な複数の半径位置で前記ディスペンサの出口を前記回転する電極に接触させることにより、前記プライマの環状帯を付着させるステップと、又は

所定のパターンで開口部を有するマスクにより前記上面を覆うステップと、前記上面の非マスク領域を前記プライマにより被覆するステップと

を備える方法。

20

[形態18]

前記マスクの前記所定のパターンは、複数の半環状帯である形態17記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法。

[形態19]

形態16記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、
前記パッキング部材の前記底面にプライマを付与するステップは、

前記パッキング部材を、その中心点を中心に回転させるステップと、ディスペンサを用いて、前記中心点から相対的な複数の半径位置で前記ディスペンサの出口を前記回転するパッキング部材に接触させることにより、前記プライマの環状帯を付着させるステップと、又は

所定のパターンで開口部を有するマスクにより前記底面を覆うステップと、前記底面の非マスク領域を前記プライマにより被覆するステップと

を備える方法。

30

[形態20]

形態15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、
(a) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、エラストマ接着剤接合材料の前記シートを、機械的切断、ダイカット、レーザ切断、水ジェット切断、プラズマ切断、プロッタ切断、及びその組み合わせの何れかを使用して前記所定のパターンに事前に切断するステップを含み、

(b) 前記電極の前記上面及び／又は前記パッキング部材の前記底面は、前記所定のパターンの少なくとも一部の上にチャネルを含み、

(c) エラストマ接着剤の前記シートは、充填済み未硬化エラストマシリコンシートであり、及び／又は、

(d) 前記充填済み未硬化エラストマシリコンシートには、アルミニウム、酸化アルミニウム、シリコン、炭化ケイ素、窒化ホウ素、又はその合金の熱伝導性粒子が充填される

方法。

40

[形態21]

形態15記載の複合シャワーへッド電極組立体の構成要素を結合する方法であって、

(a) 接合するステップは、更に、エラストマ接着剤の前記シートが熱硬化性であり、

50

前記電極の前記上面と前記バッキング部材の前記底面とを、圧縮下、静重量下、又は隨意的に真空バッグ内の大気圧により、互いに押し付けることにより、前記シート接着剤を設置するステップと、

(b) 前記静重量又は隨意的な真空バッグ内の大気圧を除去した時に、設置後の前記接合材料を硬化させるために前記複合シャワーヘッド電極組立体を加熱するステップと、を含み、

(c) 前記電極は、シリコン、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、前記バッキング部材は、アルミニウム、グラファイト、又は炭化ケイ素であり、

(d) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、前記第一の表面を前記バッキング部材の前記底面に付与する前に、前記第一の表面から輸送シートを除去するステップを含み、 10

(e) 前記電極の前記上面を付与するステップは、前記電極の前記上面をエラストマ接着剤の前記シートの前記第二の表面に付与する前に、エラストマ接着剤の前記シートの前記第二の表面から輸送シートを除去するステップを含み、

(f) エラストマ接着剤の前記シートの前記第一の表面を付与するステップは、前記第一の表面を前記バッキング部材の前記底面に付与した後、その間の隙間を除去するために、真空を加えるステップを含み、

(g) 前記電極の前記上面を付与するステップは、前記電極の前記上面をエラストマ接着剤の前記シートの前記第二の表面に付与した後、その間の隙間を除去するために、真空を加えるステップを含み、及び / 又は 20

(h) 前記電極は、内側シャワーヘッド電極と外側リング電極とを含み、前記バッキング部材は、内側バッキングプレートと外側バッキングリングとを含む方法。

[形態 2 2]

プラズマ処理装置において半導体基板を処理する方法であって、

プラズマ処理装置の反応チャンバ内の基板支持部上に基板を配置するステップと、

形態 1 の複合シャワーヘッド電極組立体により、前記反応チャンバ内にプロセスガスを導入するステップと、

前記複合シャワーヘッド電極組立体と前記基板との間にある前記反応チャンバ内の前記プロセスガスからプラズマを生成するステップと、 30

前記プラズマにより前記基板を処理するステップとを備える方法。

[形態 2 3]

前記処理するステップは、前記基板をエッチングするステップを含む形態 2 2 記載の方法。

[形態 2 4]

プラズマ処理装置用の複合シャワーヘッド電極組立体であって、

非接合のままとなる領域を除く接合対象領域を備えた底面と、前記底面及び上面間に延び且つプロセスガスを前記プラズマ処理装置の内部へ供給するために非接合のままとなる領域に出口を有する複数の第一のガス通路とを有するバッキング部材と、 40

前記プラズマ処理装置内にプラズマを生成する電極であり、接合対象領域を備えた上面と、前記第一のガス通路と流体連通すると共に、非接合のままとなる領域に入口を有し且つ前記上面から前記電極のプラズマ露出底面へ前記電極を貫通して延びる複数の第二のガス通路とを有する電極と、

前記バッキング部材及び電極の熱膨張係数の不一致により温度サイクル中に前記バッキング部材と相対的に前記電極が横方向に移動することを可能にするように、前記接合対象領域のそれぞれの合わせ面間の結合部において硬化させるべき未硬化エラストマシート接着剤とを備え、

エラストマ接着剤の前記シートは、充填済み熱硬化性未加硫エラストマシリコーンシートである複合シャワーヘッド電極組立体。 50

[形態 2 5]

前記未硬化エラストマシート接着剤は、架橋反応を実行する熱活性化成分として過酸化物が配合され、前記エラストマシート接着剤の体積収縮は、硬化中に3乃至5%、又は硬化中に3%未満である。

形態 2 4 記載の複合シャワーへッド電極組立体。【図面の簡単な説明】【0 0 0 7】

【図1】プラズマ処理装置用の複合シャワーへッド電極組立体及び基板支持の一実施形態の一部を示す断面図である。

【0 0 0 8】

【図2】ガス通路に関連する所定のパターンでの接着剤の付与を示す、内側電極の一実施形態の部分上面図である。

【0 0 0 9】

【図3A】接合前の未硬化ペースト又は液体接着剤のビードを支持する図1に示したバッキングプレートの一実施形態の断面部を示す説明図である。

【図3B】内側電極をペースト又は液体接着剤によりバッキングプレートに接合した後の図3Aに示した断面を示す説明図である。

【0 0 1 0】

【図4A】シート接着剤によりバッキングプレートに接合された、図1に示した内側電極の一実施形態の断面部を示す説明図である。

20

【図4B】シート接着剤によりバッキングプレートに接合された、図1に示した内側電極の一実施形態の断面部を示す説明図である。

【0 0 1 1】

【図5A】シート接着剤切断パターンの一実施形態を示す説明図である。

【図5B】シート接着剤切断パターンの一実施形態を示す説明図である。

【図5C】シート接着剤切断パターンの一実施形態を示す説明図である。

【0 0 1 2】

【図6】扁平リングの形態であるシート接着剤及び図1に示したバッキングプレート上に配置するべき上昇ジョグを有する扁平リングの一実施形態の断面を示す説明図である。

【0 0 1 3】

30

【図7】図6に示した上昇ジョグを有するシート接着剤の扁平リングの一実施形態の詳細を示す説明図である。

【0 0 1 4】

【図8】図6に示したバッキングプレートの凹部の詳細を示す説明図である。

【0 0 1 5】

【図9】バッキングプレートの一実施形態の断面を示す説明図である。

【0 0 1 6】

【図10】異なる共平面特性を有するシート接着剤の実施形態を示す説明図である。

【0 0 1 7】

【図11】上昇ジョグを有するシート接着剤の一実施形態を示す説明図である。

40

【0 0 1 8】

【図12】様々な形状のシート接着剤の実施形態を示す説明図である。

【0 0 1 9】

【図13】シート接着剤の一実施形態を示す説明図である。

【0 0 2 0】

【図14】シート接着剤の実施例1に対して室温で実施した剪断試験結果を示すグラフである。

【0 0 2 1】

【図15】シート接着剤の実施例2に対して180°で実施した剪断試験結果を示すグラフである。

50

【0022】

【図16】シート接着剤の実施例3に対して180°で実施した剪断試験結果を示すグラフである。

【0023】

【図17】疲労試験後のシート接着剤の実施例3に対して180°で実施した剪断試験結果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

集積回路製造中の半導体ウェーハ表面における微粒子汚染の制御は、信頼性の高いデバイスを実現し且つ高い歩留まりを得る上で必須である。プラズマ処理装置等の処理設備は、微粒子汚染のソースとなる場合がある。例えば、ウェーハ表面上の微粒子の存在は、フォトリソグラフィ及びエッチング工程中、パターン転写を局所的に乱す。結果として、こうした微粒子は、ゲート構造、金属間誘電体層、又は金属相互接続線を含む重要な特徴部に欠陥を持ち込み、集積回路構成要素の機能不全又は故障を発生させる恐れがある。10

【0025】

比較的寿命が短いリアクタ部品は、一般に「消耗品」と呼ばれ、例えば、シリコン電極等である。消耗部品の寿命が短い場合には、所有コストが高くなる。誘電体エッチングツールにおいて使用されるシリコン電極組立体は、多数のRF時間（プラズマを生成するために高周波電力を使用した時間を時間数で表すもの）の後に劣化する。消耗品その他の部品の浸食は、プラズマ処理チャンバ内に微粒子汚染を発生させる。20

【0026】

シャワーヘッド電極組立体は、機械的順応性及び／又は熱伝導性を有する接合材料により、二つ以上の異種部材を接合することにより製造可能であり、機能の多重化が可能となる。構成要素の表面は、プライマにより処理し、接合材料の接着を強化することができる。電気又は熱伝導性を高めるために、接合材料は、電気又は熱伝導性の充填剤粒子を含有することができる。しかしながら、接合材料の使用に関連するプライマ及び充填剤粒子も、微粒子汚染の潜在的なソースとなる恐れがある。加えて、シャワーヘッド電極組立体はガス通路を含むため、ガス通路が接合材料により妨害されない状態を維持するように、接合材料の流動を制御することが必須となる。接合材料に由来する汚染を低減可能であり且つ接合材料の配置を正確に制御可能な、プラズマ処理装置の構成要素を接合する方法を提供する。30

【0027】

図1は、半導体基板、例えば、シリコンウェーハを処理するプラズマ処理装置用のシャワーヘッド電極組立体10の実施形態例を示す。シャワーヘッド電極組立体は、例えば、出典を明記することによりその開示内容全体を本願明細書の一部とした、所有者共通の米国特許出願公開公報第2005/0133160号において説明されている。シャワーヘッド電極組立体10は、上部電極12と、上部電極12に固定されたバックング部材14と、熱制御プレート16とを含むシャワーヘッド電極を備える。底部電極と、任意の静電クランプ電極とを含む基板支持部18（図1に一部のみ図示）は、プラズマ処理装置の真空処理チャンバ内において上部電極12の下方に位置決めされる。プラズマ処理を施す基板20は、基板支持部18の上部支持面22において機械的又は静電的にクランプされる。40

【0028】

例示した実施形態において、シャワーヘッド電極の上部電極12は、内側電極部材24と、任意の外側電極部材30とを含む。内側電極部材24は、円筒プレート（例えば、シリコン製のプレート）であることが好ましく、プラズマ露出底面26及び上面28を含む。内側電極部材24は、処理対象のウェーハ以上又は以下の直径を有する（例えば、約8インチ（約200mm）以下、或いはプレートがシリコン製である場合、約12インチ（約300mm）以下）。好適な実施形態において、シャワーヘッド電極組立体10は、直径300mm以上の半導体ウェーハ等、大型の基板を処理する上で十分な大きさを有する50

。300mmウェーハ用として、上部電極12は、少なくとも300mmの直径を有する。しかしながら、シャワーヘッド電極組立体は、他のウェーハサイズ、或いは円形以外の形状を有する基板を処理するようにサイズを定めることも可能である。例示した実施形態において、内側電極部材24は、基板20よりも幅が広い。

【0029】

300mmウェーハを処理するために、外側電極部材30を設けて、上部電極12の直径を約15インチから約17インチに拡張する。外側電極部材30は、連続した部材（例えば、連続したポリシリコンリング）又はセグメント化した部材（例えば、シリコン製のセグメント等、リング形状に配置された二個乃至六個の別々のセグメントを含む）にすることができる。複合セグメントの外側電極部材30を含む上部電極12の実施形態において、セグメントは、下の接合材料をプラズマへの露出から保護するために互いに重複するエッジを有し、ガス通路を内部に有していないことが好ましい。内側電極部材24は、上部電極12と底部電極18との間に位置するプラズマ反応チャンバ内の空間へプロセスガスを噴射するために、バッキング部材14を介して延びるガス通路32のパターン又は配列を含むことが好ましい。随意的に、外側電極部材30も、上部電極12と底部電極18との間に位置するプラズマ反応チャンバ内の空間へプロセスガスを噴射するために、バッキング部材14のバッキングリング36を介して延びるガス通路のパターン又は配列（図示せず）を含む。

【0030】

シリコンは、内側電極部材24及び外側電極部材30のプラズマ露出面にとって好適な材料となる。両電極は、プラズマ処理中の基板の汚染を最小限に抑えると共に、プラズマ処理中に滑らかに損耗することで、粒子を最小限にする高純度単結晶シリコン製であることが好ましい。上部電極12のプラズマ露出面に使用可能な他の材料には、例えば、SiC又はAlNが含まれる。

【0031】

例示した実施形態において、バッキング部材14は、バッキングプレート34と、バッキングプレート34の周囲に延びるバッキングリング36とを含む。バッキングプレート34は、底面38を含む。本実施形態において、内側電極部材24は、バッキングプレート34と同じ範囲に広がり、外側電極部材30は、周囲のバッキングリング36と同じ範囲に広がる。しかしながら、バッキングプレート34は、単一のバッキングプレートを使用して、内側電極部材24と、セグメント化された外側電極部材30とに対応できるように、内側電極部材24を超えて延長可能である。内側電極部材24及び外側電極部材30は、接合部材によりバッキング部材14に取り付けられる。高周波（RF）リングガスケット80は、内側電極部材24とバッキングプレート34との間において、内側電極部材24の外周近くに配置することができる。バッキング部材14は、バッキング部材14を熱制御プレート16に取り付けるための固定部材42を収容することに適した複数の穴40を含む。バッキングプレート34は、更に、バッキングプレート34を介して延び、内側電極部材24のガス通路32と流体連通する複数のガス通路44を含む。随意的に、バッキングリング36は、更に、バッキングリング36を介して延び、外側電極部材30の任意のガス通路（図示せず）と流体連通する複数のガス通路（図示せず）を含む。

【0032】

バッキングプレート34及びバッキングリング36は、プラズマ処理チャンバでの半導体基板の処理に使用されるプロセスガスと化学的に適合し、電気的及び熱的に伝導性である材料により作成することが好ましい。バッキング部材14を作成するために使用可能な適切な材料の例には、アルミニウム、アルミニウム合金、グラファイト、及びSiCが含まれる。バッキングプレート34及びバッキングリング36に好適な材料は、陽極酸化されていないアルミニウム合金6061である。

【0033】

上部電極12は、熱応力に適応すると共に、上部電極12とバッキングプレート34及びバッキングリング36との間において熱及び電気エネルギーを転送する適切な熱及び電気

10

20

30

40

50

伝導性のエラストマ接合材料により、バッキングプレート34及びバッキングリング36に取り付け可能である。電極組立体の表面を互いに接合するためのエラストマの使用は、例えば、出典を明記することによりその開示内容全体を本願明細書の一部とした、所有者共通の米国特許第6,073,577号において説明されている。

【0034】

一実施形態において、エラストマ接合部は、エラストマシート接着剤である。シート接着剤は、真空環境に適合し且つ200℃を超えるような高温での熱劣化に対する耐性を有するポリマ材料等、任意の適切なエラストマ材料にすることができる。エラストマ材料は、電気及び／又は熱伝導性粒子である充填剤、或いは、金網、織布、又は不織布等、他の形状の充填剤を随意的に含むことができる。160℃を超えるプラズマ環境において使用可能なポリマ接合材料には、ポリイミド、ポリケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレート、フルオロエチレンプロピレン共重合体、セルロース、トリアセテート、シリコーン、及びゴムが含まれる。10

【0035】

好ましくは、シート接着剤は、上部電極アルミニウム(A1)バッキングプレートを単結晶シリコン(Si)シャワーヘッドに接合する、熱伝導性シリコーン接着剤である。好ましくは、接着剤は、室温から180℃以上(例えば、室温から300℃)までの温度範囲において、少なくとも200%(例えば、200乃至500%又は200乃至300%)の高い剪断歪みに耐える。同じく好ましくは、接着剤は、室温から180℃以上(例えば、室温から300℃)までの温度範囲において、少なくとも300%(例えば、300乃至500%)の高い剪断歪みに耐える。接着剤は、300%の歪み(室温から180℃以上まで)を発生させるために、約340psiの剪断応力を要してよい。好ましくは、接着剤は、300%の歪み(室温から180℃以上まで)を発生させるために、約200乃至300psiの剪断応力を要する。例えば、接着剤は、300%の歪み(室温から180℃以上まで)を発生させるために、200乃至500psi、500乃至1000psi、1000乃至2000psi、又は2000乃至3000psiの剪断応力を要してよい。最も好ましくは、接着剤は、200乃至400%の歪み(室温から180℃以上まで)を発生させるために、約200乃至800psiの剪断応力を要してよい。接着剤は、室温から180℃まで又は室温から300℃までの温度範囲において、少なくとも200%まで又は少なくとも300%までの線形剪断応力／歪み曲線を示すことが好ましいが、しかしながら、線形に近いものも好ましい。同じく好ましくは、接着剤は、極限破壊時に最小限の最大剪断応力を有し、例えば、400%の歪み(室温から180℃又は室温から300℃までの温度範囲)において、80psi以下となる。2030

【0036】

好ましくは、電極プレートが少なくとも200mmの直径を有する単結晶シリコンの円盤である場合、シート接着剤は、電極組立体を室温から250℃まで加熱する約5,000回の温度サイクル後、室温から180℃又は室温から300℃までの温度範囲において、少なくとも200%又は少なくとも300%までの線形剪断応力／歪み曲線を、200乃至340psiの剪断応力から示す。40

【0037】

アルミニウムのバッキングプレートとシリコンのシャワーヘッドとが異なる割合で熱膨張する場合、両部品を互いに接合するために使用した接着剤は、両部品間で負荷を結び付ける。一方、接着剤が柔軟である場合(本実施形態による、一定の歪みにおける低い剪断応力)、両部品は、応力又はダイアフラム撓みを互いに誘発しない。好ましくは、バッキングプレート及びシャワーヘッドは、二つの合わせ面の非接合領域間に隙間を有する。ダイアフラム撓みは、両部品の熱膨張中、バッキングプレート表面の非接合領域を、シャワーヘッド表面の非接合領域に沿って接触及び摩擦させる可能性がある。更に、ダイアフラム撓みが上部電極組立体に存在する場合、アルミニウムのバッキングプレートが熱制御プレートと接合する場所において、高い局所的接触負荷が発生する可能性がある。これにより、バッキングプレートと熱制御プレートとの間の摩耗が生じ、システム内に粒子が発生50

する恐れがある。したがって、接着剤が柔軟である場合には、熱膨張係数の不一致に起因する部品変形により、ダイアフラム撓みが殆ど又は全く発生せず、バックングプレートと熱制御プレートとの間の摩耗が殆ど又は全く発生しないため、微粒子汚染の発生が少なくなる。

【0038】

シート接着剤は、高分子量ジメチルシリコーン及び任意の充填剤のみにより調合可能であり、或いは、ガラス纖維スクリーン（スクリム）、金属スクリーンの周囲にマトリクス化すること、或いは、ガラスマイクロビーズ、及び／又は、ガラス又は他の材料のナノビーズと混合することにより、様々な用途の要件に対応することができる。好ましくは、シート接着剤は、 Al_2O_3 マイクロビーズの周囲にマトリクス化した高分子量ジメチルシリコーンにより調合される。異なる物理特性を有するシート接着剤の複合層を製造及び積層可能である。好適な実施形態において、シート接着剤の共平面領域は、様々な物理特性により個別に調合可能である。物理特性の例には、熱伝導性、弾力性、引張及び剪断強度、厚さ、熱膨張係数、化学耐性、粒子浸食、及び使用温度範囲が含まれる。10

【0039】

例えば、充填エラストマ材料は、プラズマ浸食を受ける場合があり、プラズマ処理中に伝導性充填剤粒子を放出する可能性を有する。プラズマ処理中には、イオン又はラジカルがガス通路32内へ移動し、穴の周囲の接合界面において、充填エラストマ材料の浸食を引き起こす恐れがある。例えば、プラズマに浸食されたエラストマ材料に由来するアルミニウム合金充填剤粒子は、ウェーハ上に堆積し、エッティングプロセス中に欠陥を発生させる可能性がある。伝導性充填剤粒子の放出を低減する実施形態では、シート接着剤の共平面領域は、異なる充填剤粒子密度により個別に調合可能である。例えば、ガス通路32を介して移動したイオン又はラジカルに露出された接合界面に存在するシート接着剤の領域は、未充填（充填剤粒子が無い）状態とする一方、イオン又はラジカルに露出されないシート接着剤の共平面領域には、充填剤粒子を含めることが可能である。20

【0040】

好ましくは、エラストマシート接着剤の高純度エラストマ材料は、ジフェニルジメチルシリコーン共重合体に基づく熱硬化性の熱伝導性シリコーンである。好適なエラストマシート接着剤は、NUSIL TECHNOLOGYから入手可能な商標名HCR-9800-30の熱伝導性室温未加硫シリコーンシートにより調合される。好ましくは、シリコーンシート接着剤製品は、 Al_2O_3 充填剤を使用し、熱硬化性となるように調合され、即ち、好ましくは、シート接着剤は、架橋反応を開始するために別の活性剤の付与を必要としない。好ましくは、シート接着剤には、所定の硬化温度において架橋反応を起こすように、適切な熱活性化成分が調合され、例えば、熱活性化架橋剤は、過酸化物にすることができる。このように調合された接着シートは、NUSIL TECHNOLOGYから入手できる。30

【0041】

エラストマが導電性エラストマである場合、導電性充填剤材料は、導電性材料の粒子を含むことができる。プラズマ反応チャンバの不純物に敏感な環境において使用可能な導電性材料は、ニッケル被覆炭素粉、ニッケル粉、カーボンナノチューブ、グラフェン、グラファイト、及びその組み合わせである。40

【0042】

エラストマが熱伝導性エラストマである場合、熱伝導性充填剤材料は、熱伝導性の金属又は合金の粒子を含むことができる。プラズマ反応チャンバの不純物に敏感な環境において使用される好適な金属は、アルミニウム合金、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）、又は窒化ホウ素（BN）である。好ましくは、エラストマシート接着剤は、低強度であり、高い剪断歪みに耐え、高い熱伝導性を有する。好ましくは、熱伝導性は、少なくとも0.5W/mK、更に好ましくは少なくとも0.8W/mK、最も好ましくは少なくとも1.0W/mKである。熱及び／又は電気伝導体粒子は、液体又はペースト状エラストマ接合材料よりも、エラストマシート接着剤において、より均一に分布させることができる。50

【0043】

最終的に形成された接合部の弾性限界内に留めるために、適切な接合部の厚さを使用することができる。即ち、シート接着剤接合部が薄すぎる場合には、熱サイクル中に裂ける可能性があり、シート接着剤接合部が厚すぎる場合には、接合される部品間の熱伝導性が減少する可能性がある。電極と支持部材との間での容量結合により、エラストマ接合部の薄い領域を介して十分なRF電力を電極に供給可能であるため、電気及び/又は熱伝導性エラストマを使用する必要はない。

【0044】

図1は、内側電極部材28とバッキングプレート38との合わせ面を接合するために、シート接着剤52の扁平リングが中に配置された複数の凹部48がバッキングプレート34に配置されている一実施形態を示す。図1の実施形態は、扁平リングシート接着剤56を受け入れる大きな深さを有する凹部54を示している。この実施形態は、更に、内側電極部材24の外周近くに、内側電極部材24とバッキングプレート34との間にあるRFガスケット80を示している。図1の実施形態において、外側リング電極30は、バッキングリングの凹部58内にあるシート接着剤60の単一の扁平リングにより、バッキングリング36に接合することができる。

10

【0045】

電極及び支持部材の合わせ面は、平面又は非平面にすることができる。例えば、一方の合わせ面を平面とし、他方は、シート接着剤接合材料を収容するための凹部を含むことができる。こうした凹部は、例えば、シート接着剤をプラズマに対する露出から保護することができます。或いは、合わせ面は、連結及び/又は自己整合式の配置を提供するように形成することができる。エラストマ接合材料の接着を強化するために、合わせ面は、適切なプライマにより被覆することが好ましい。上述したNUSIL TECHNOLOGY HCR-9800-30材料により接合材料を調合する時、プライマは、NUSIL TECHNOLOGY製の商標名SP-120又はSP-270であるシリコーンプライマにすることができる。好ましくは、こうしたプライマは、合わせ面に付与し、接合するべき表面位置にシート接着剤を配置する前に乾燥させる。

20

【0046】

プライマは、その後に付与される接合材料用の接合部位を形成するために、好ましくは、シャワーヘッド組立体構成要素の個別の接合面に、ワイピング、ブラッシング、噴霧等、任意の適切な手法により薄い被覆として付与することができる。プライマが溶媒を含有する場合、ワイピングによるプライマの付与では、表面を洗浄することにより、接合を強化できる。シロキサン含有プライマは、室温で空気中において硬化する時、空気と反応して、シリコン結合部位を形成する。こうしたプライマでは、接合部位の量を視覚的に示し、過剰なプライマの位置は粉状の外観となる。

30

【0047】

シート接着剤は、取り扱い用の輸送シートの間に存在することが好ましい。好ましくは、輸送シートは、DUPONT製のTEFLONである。輸送シートは、例えば、未硬化シート接着剤の変形及び損傷を防止するために好適である。シート接着剤は、一方の輸送シートを除去し、接着シートの露出面を第一の合わせ面に付与し、他方の輸送シートを取り除き、第二の合わせ面を接着シートの他方の露出面へ付与することにより、合わせ面又は処理済みの合わせ面に付与される。接着シート表面は、粘着性にすることが可能であり、好ましくは、用具を使用して、輸送シートを正確に除去し、シート接着剤を合わせ面に配置することができる。同じく好ましくは、合わせ面上の接着シートは、接着剤下の隙間又は空隙を抜き出し、一時的な設置負荷を加えるために、真空バッグ等により、真空化で配置することができる。

40

【0048】

シート接着接合材料を少なくとも一方の表面に付与した後、圧縮下、静重量下、又は真空バッグ内の大气圧により、表面が互いに圧迫されるように部品を組み立てることができる。エラストマは、シート接着剤の形態であるため、形成されるべき接合部全体にエラス

50

トマを広げるために、手による圧力等、初期の軽度の圧力を加える必要はない。しかしながら、手による圧力等の軽度の圧力又は真空バッグ内の軽度の大気負荷は、合わせ面に接着剤を設置するために必要となる。約五分以下の設置負荷の後、接着剤に対する全ての負荷を取り除くことが好ましい。硬化は、好ましくは、大きな静重量又は真空バッグの負荷が無い状態で発生させるべきである。接合部は、大気環境又は保護ガス環境内において、高温で硬化させることができる。組立体は、対流式オーブン内に配置し、加熱して、接合部を硬化させる架橋プロセスを開始することができる。例えば、熱硬化接合部材料は、110乃至122（例えば、116）の一次硬化温度において、10乃至20分間（例えば、15分間）処理することができる。組立体の検査に合格後、接合部材料は、140乃至160（例えば、150）の二次硬化温度において、1.5乃至2.6時間（例えば、二時間）処理する。或いは、一次硬化を省略して、二次硬化のみを2.5乃至3.5時間（例えば、三時間）に渡って利用することが可能である。10

【0049】

好ましくは、シート接着剤は、接合及び硬化中にシート接着剤が膨張又は流動しないように、その幾何学的形状を維持する。しかしながら、硬化中のシート接着剤の体積変化は、5%までの体積収縮を示してもよい。好ましくは、シート接着剤は、硬化中に2乃至3%以下の体積収縮を生じる。

【0050】

プラズマ処理中、エラストマ接合した電極組立体は、高い動作温度、高い電力密度、及び長いRF時間を維持することができる。更に、電極組立体を接合する機構としてシート接着エラストマ材料を使用することは、非シート接着剤に比べ、半導体ウェーハのプラズマ処理中に付加的な利点を有する。20

【0051】

残留未使用プライマを有する構成要素の領域（非接合領域）は、汚染源となる恐れがある。例えば、シリコサンプライマ（例えば、RHODIA SILINCONES VI-SIL V-06C）の使用は、チタニウムを含む、複数のレベルの汚染を持ち込む可能性があることが確定している。チタニウム汚染物は、潜在的にシリコン基板と反応し、エッティング処理中に基板の望ましくない領域においてチタン珪化物を形成する恐れがある。30

【0052】

シート接着剤は、全表面をプライマにより被覆するのではなく、後でシート接着剤接合材料が付与される（例えば、内側電極部材24をバッキングプレート34に接合する）シャワーヘッド組立体上の領域に、選択的にプライマを付与することにより、プライマ材料に由来する汚染を低減することが可能である。図2は、底部プラズマ露出面26へ延びる複数のガス通路32を含む内側電極部材24の上面図である。本実施形態において、シート接着剤エラストマ材料は、ガス通路32を含む領域間の環状帯パターン46として付与される。しかしながら、エラストマ材料を付与する前に、エラストマ材料に対応する同じ環状帯パターンにプライマを付与することができる。

【0053】

シート接着剤は環状帯に付与された状態で図示されているが、シート接着剤を付与するパターンは、限定されず、環状ではない帯等、他のパターンで付与することができる。シート接着剤は、任意の所望のパターン及び輸送シートから取り外した部分として切断可能であり、シート接着剤の個別の区画を接合対象の部品に移送することができる。40

【0054】

プライマは、非接続領域に囲まれた所定の接続領域のパターンで、内側電極部材24の上面28に付与することができる。一例において、プライマ46は、中心点Cを中心に内側電極部材24を回転させ、ディスペンサ（例えば、フェルトチップディスペンサ）を用いて、ディスペンサの一つ以上の出口を单一の位置、或いは中心点Cと相対的な複数の半径位置において接触させて、パターン46でプライマを付与し、一つ以上の環状帯を一度に生成することにより付与することができる。別の例において、環状帯パターン（又は任50

意の所望のパターン)は、所定パターンの開口部を有するマスクにより内側電極部材24の上面28を覆うことで付与可能となる。しかしながら、プライマは、シート接着剤エラストマ材料の下の領域のみにプライマが付与される限り、任意の適切な所定パターン(例えば、複数の離散した帯、放射状及び/又は不連続の環状帯)として付与し得る。プライマは、マスクの開口部を介したワイピング、ブラッシング、噴霧により付与することも可能である。上述した方法は、両方とも、バッキングプレート34の底面38にプライマを付与するために使用することも可能である。シート接着剤エラストマ材料の下に位置する選択領域のみにプライマを付与することで、プライマの付与に関連する汚染は、大幅に低減することができる。

【0055】

10

マスク材料の例は、全てDUPONTから入手可能な、ポリイミドに基づく材料のKAPTON^R、ポリエステルに基づく材料のMYLAR^R、又はフッ素重合体樹脂のTEFLON^Rを含むことができる。

【0056】

液体、ゲル、及びペースト接着剤に対してシート接着剤が有する他の利点は、流動の制御又は流動の除去である。例えば、図3Aに示したように、接合対象のシャワーへッド組立立体構成要素がガス通路32/44を含む場合、エラストマの硬化前に構成要素を互いに圧迫する時、液体又はペースト状の未硬化エラストマ材料50の流動を制御する必要がある。未硬化ペースト50を二つの構成要素間に付与して圧迫する時、未硬化エラストマ材料の流動を制御することは困難である。図3Bに示したように、制御されていない未硬化エラストマ材料50の流動は、ガス通路32/44の妨害又は遮断を発生させる恐れがある。結果として、ガス通路32/44の妨害又は遮断を除去するために、追加の洗浄又は機械加工が必要となる可能性がある。図4Aに示したように、液体又はペースト状エラストマ材料に比べ遙かに微細な許容誤差でシート接着剤52を接合対象のシャワーへッド組立立体構成要素間に配置可能であるため、シート接着剤エラストマ材料は、こうした問題を回避できる。シート接着剤は、望ましくない領域へ滲入又は流入しないように、良好な体積制御状態を示す形で構成することができる。そのため、シート接着剤エラストマ材料52は、ガス通路32/44を妨害又は遮断するリスク無しに、液体、ペースト、又はゲルよりもガス通路32/44の近くに配置することができる。

20

【0057】

30

上部電極12及びバッキング部材14が異なる熱膨張係数を有する材料からなる場合には、エラストマ材料の厚さを、熱膨張の差に合わせて変化させることができる。例えば、上部電極12は、シリコン製とし、バッキング部材14は、金属製(例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、銅、モリブデン、又はその合金)にすることができる。しかしながら、熱膨張係数の差が大きい二つの構成要素を接合する場合(即ち、アルミニウム及びシリコン)、温度硬化中又は電極の動作中の加熱時には、異なる熱膨張率によりエラストマ接合材料に不均一な剪断応力が生じる。例えば、円形アルミニウムバッキング部材14を円形シリコン上部電極12に対して同心円状に接合する場合、バッキング部材14及び上部電極12の中心近くのエラストマ接合材料における剪断応力は、処理温度が増加した状態で最小となる。しかしながら、アルミニウムバッキング部材14の外側部分は、シリコン上部電極12の外側部分よりも大きな量の熱膨張を生じる。結果として、二つの材料を接合した時、最大の剪断応力は、熱膨張の差が最も大きいバッキング部材14又は上部電極12の外周縁部において発生する。

40

【0058】

シート形態の接着剤は、接合厚又は並列性を制御するために挿入物又はスペーサを必要とせずに、大きな領域に渡って接合面の並列性を正確に制御する例外的な接合厚制御を提供する。図4Aは、ガス通路44間のバッキングプレート34の底面に位置する凹部48に接合されたシート接着剤52の一実施形態を示す。図4Bは、バッキングプレート34の底面38とガス通路32/44間の上部電極24の上面28とに接合されたシート接着剤52を示す。

50

【0059】

シート形態により、不要な領域への接着剤の滲出を正弦又は防止する例外的な体積制御が可能となる。シート接着剤の付与により、液体又はペースト接着剤を付与するために使用される精度の高い分注設備の必要性が排除される。したがって、接着剤分注ビーズの自動及び／又は手動分注手順の供給速度、及び関連する乾燥、ネッキング、又は球状化の問題が除去される。シート接着剤は、熱伝導性充填剤の懸濁の均一性が高く、より長い保管寿命が期待され、より効率的且つ信頼性の高い製造プロセスを提供することができる。

【0060】

予備成形シート接着剤の形状は、不規則な形状の平面特徴部に一致するよう設計可能であり、接合部品の接触表面積が最大になるように最適化できる。例えば、図3Aにおいて、液体又はペースト接着剤50のビーズは、凹部48内に断面を示したビーズ50の曲面に沿って、バッキングプレート34に接触する。ビーズ50とバッキングプレート38の合わせ面との間の接触面積は、ビーズ50よりも狭く、接合の均一性及び再現性を制御することが困難である。図3Bにおいて、電極24をバッキングプレート34に合わせる時、液体又はペースト状の接着剤ビーズ50と、バッキングプレート及び電極38/28の合わせ面との間の接触は限定され、接触面積がビーズ50の直径未満になり得るように制御することが困難となり、バッキングプレート34と電極24との間ににおいて、適切な接合強度及び熱及び／又は電気伝導性のための所望の接触面積を達成するには、余分な液体又はペースト接着剤が必要になる。

【0061】

図4Aにおいて、エラストマシート接着剤52は、バッキングプレート表面に平行な凹部48内に断面を示した接着剤シートの所定の表面に沿って、バッキングプレート34に正確に接触する。接触シート52とバッキングプレート34及び電極24の合わせ面38/28との間の接触面積では、図4Bに示したように、エラストマ接着剤の体積に対する接触面積の比が最大となる。シート接着剤52に接触面積が大きくなることにより、バッキングプレート34と電極24との間ににおいて、適切な熱及び／又は電気伝導性、接合強度、及び接合弾性を達成するために接合に使用されるエラストマシート接着剤52を少なくすることが可能となる。

【0062】

好ましくは、シート接着剤は、例えば、レーザ、水ジェット、ダイカット、プロッタ切断、及び他の切断方法により、予備成形形状に切断可能である。シート接着剤は、更に、例えば、テープキャスティング、圧延、又はインクジェット印刷等のキャスティングにより、予備成形形状にキャスティング可能である。図5A乃至5Cは、シート接着剤100を切断して扁平リング52とした好適な実施形態を示す。図5Aは、シート接着剤100及び様々な内径及び外径の扁平リング52の平面図を示しており、即ち、扁平リングは、様々な平面幅を有することが可能である。図5Bは、図5Aのシート接着剤実施形態の側面図を示す。図5Cは、シート100から切断された、平面幅が狭く直径が大きいシート接着剤リングを示す、図5Aのシート接着剤実施形態の領域「A」の詳細図を示している。例えば、シート接着剤100は、厚さ0.012インチ(305μm)にすることが可能であり、扁平リング52は、内径及び外径のインチ数を(0.195、0.464)、(0.854、1.183)、(1.573、1.902)、(2.725、3.625)、(4.449、4.778)、(5.168、5.497)、(6.320、7.220)、(8.043、8.372)、(9.196、10.096)、(10.919、11.248)、(11.638、11.724)、及び(11.913、12.000)にすることができる。

【0063】

好ましくは、シート接着剤及びシート接着剤の扁平リング52は、TEFLON(図示せず)の輸送シート間の薄片として切断、取り扱い、及び輸送される。図6は、バッキングプレート34の合わせ面38内の凹部48上に位置決めされたシート接着剤52の扁平リングの断面を示す(バッキングプレート34は反転させている)。こうした凹部48は

10

20

30

40

50

、レーストラック状の溝の形態である。好適はないが、シート接着剤の扁平リングは、上昇ジョグを有することができる。図6は、扁平リングの厚さが平面幅に沿って変化するよう上昇ジョグを有する扁平リングシート接着剤56を示している。扁平リングシート接着剤56は、バッキングプレート34のレーストラック状の溝54に一致する。図7は、シート接着剤リングがリングの中央で厚くなっている、図6に示したシート接着剤リング56の上昇ジョグの詳細図「B」を示している。こうした上昇ジョグは、例えば、異なる半径方向の幅及び/又は異なる軸方向の高さ(厚さ)を有するシート接着剤の扁平リングを重ね合わせることで作成できる。図8は、シート接着剤リング56を受け入れるように形成されたバッキングプレート34内の凹部54の詳細図「D」を示している。

【0064】

10

図9は、図6に示したバッキングプレート34(反転せず)の詳細図「E」を示す。合わせ面38の凹部48は、接合及び非接合領域を正確に制御するように配置できる。非接合領域は、合わせ面38の表面積の1乃至95%にすることができる。例えば、非接合領域は、合わせ面38の表面積の1乃至5%、5乃至10%、10乃至15%、15乃至20%、20乃至30%、30乃至40%、40乃至50%、50乃至60%、60乃至70%、60乃至70%、70乃至80%、80乃至90%、又は90乃至95%にすることができる。ガス通路44は、非接合領域内にあり、シート接着剤は、接合領域を接合する。シート接着剤の縁部、例えば、扁平リング52の内径又は外径の縁部と、表面38内に開口するガス通路44との間の距離は、接合特性を最適化すると共に、上述したように、非シートエラストマ接着剤の滲出又は膨張によるガス通路44の遮断のリスクを除去するために、正確に制御することができる。好ましくは、シート接着剤は、本質的に元の位置を維持し、殆ど又は全く収縮しない状態で硬化中及び前後で同じ形状を維持し、例えば、硬化後の体積収縮は2乃至3%となる。

20

【0065】

好適な実施形態として、シート接着剤は、一つ以上の異なる物理特性を厚さ方向(積層状態)又は平面方向(共平面)に有する様々な平面幅の扁平リングの複合層にすることができる。図10は、異なる共平面物理特性を有する扁平リングシート接着剤102の一部を示している。例えば、内側部62及び外側部64は、粒子汚染物の放出が少ない非充填シリコーンエラストマシート接着剤とし、中央部66は、熱伝導性のために Al_2O_3 粒子を含有することができる。

30

【0066】

図11は、シート接着剤104の一実施形態を示す。シート接着剤104は、上昇ジョグ68(小さな段差)を有する様々な幅の複数の扁平円形又は半円形リングにしてよい。表面70及び72は、電極の合わせ面内の凹部(図示しないが、バッキング部材14の凹部48、54、及び58と同様)に接合してよく、或いは、表面70は、内側電極の合わせ面28及び/又は外側電極リング30の合わせ面等、凹部の無い電極合わせ面に接合してよい。表面74及び76は、凹部48、54、及び58と同様のバッキング部材14の合わせ面内の凹部に接合してよく、或いは、表面76は、バッキングプレート及び/又はバッキングリングの凹部の無い合わせ面(図示せず)に接合してよい。

40

【0067】

一例として、シート接着剤は、制限のない様々な幅及び厚さを有するドット、三角、柱状、及び他の幾何学的形状の均一又は不均一なパターンとして配置できる。図12は、シート接着剤の円錐106、直線のストリップ108、三角形110、円形ドット112、及び上昇ジョグを有する円形ドット114を示している。シート接着剤は、こうした複数の幾何学的形状として、バッキング部材14及び電極12の合わせ面上の領域を接合することができる。しかしながら、別の実施形態において、シート接着剤は、ガス通路32/44用の非接合領域を残しつつ接合領域と正確に一致するように、「蜘蛛の巣」形状を有する単一のシートにことができる。図13は、例えば、合わせ面28及び38を接合するための単一のシート116の実施形態を平面図により示している。したがって、シート接着剤116の空間78は、非接合領域に対応させることができる。本実施形態において

50

て、こうした非接合領域は、合わせ面の面積の 90 % 超に対応する。

【0068】

硬化前、シート接着剤は、物理的に安定した性質を有することが好ましい。硬化前のシート接着剤は、寸法安定性を有する未加硫及び未架橋の組成物である。未硬化シート接着剤は、可鍛性にすることができる。上述したように、輸送シートは、硬化前のシート接着剤の変形を防止して未硬化シート接着剤の取り扱うために好適である。加熱時、過酸化物充填剤等の架橋剤は、シート接着剤を未硬化シート接着剤と全体に同じ形状で硬化させることが好ましい。硬化後、シート接着剤は、機械的な力が取り除かれた後、同じ形状に復帰する。接触面積が大きいほど、接着部品間の熱及び / 又は電気伝導性は増加する。硬化済みシート接着剤は、更に、硬化済みゲルエラストマのものに匹敵する弾性を、多量の充填粒子が存在する状態で維持し、硬化済み液体及びペースト状エラストマより大きな弾性を、多量の充填粒子が存在する状態で維持する。多量の充填剤粒子をエラストマシート接着剤において使用することにより、接合強度又は弾性を犠牲にすることなく、一定の体積のエラストマ接着剤に対して、より大きな熱及び / 又は電気伝導性を達成できる。10

【0069】

好ましくは、予備成形形状は、結合組立体の捕捉空洞 48 内に設置される。設置は、手作業、設置工具を使用した手作業、又は自動機械等の方法により実行できる。接着シートは、作業時間が制限されるように、或いは無制限となるように調合し、硬化させるのに都合がいい時期に熱硬化させることが可能である。20

【0070】

図 4A 及び図 4B に示したように、バッキング部材 34 は、内側電極 24 の第一のガス通路 32 と、バッキング部材 34 の第二のガス通路 44 とが流体連通するように、内側電極 24 に接合される。接着を強化するために、プライマ 46 を、内側電極部材 24 の上面 28 に付与されるものと同じ所定のパターンで、バッキング部材 34 の底面 38 に付与することもできる。他の実施形態において、バッキング部材 34 又は内側電極部材 24 は、一つ以上のガス供給を所望のガス分布パターンに分布させるためにプレナムを含み得る。他の実施形態において、ガス通路 32 は、一本以上のガス通路 44 と流体連通させることができる。

【0071】

好適な実施形態において、シート接着剤は、非接合領域において 51 乃至 381 μm (0.002 乃至 0.015 インチ) の隙間が介在するように、電極の上面 28 をバッキングプレートの底面 38 に接合する。例えば、バッキングプレート底面及び / 又は電極上面における凹部 48 の深さは、102 乃至 508 μm (0.004 乃至 0.020 インチ) が好ましく、例えば、100 乃至 200 μm 又は 200 乃至 500 μm である。より好ましくは、凹部 48 は、深さ 178 μm (0.007 インチ) である。しかしながら、バッキングプレート底面及び電極上面は、凹部無しでシート接着剤により接合できる。同じく好ましくは、シート接着剤は、二枚の合わせ面間の距離の変化が ± 25 μm (0.001 インチ) 未満となる状態で、バッキングプレート底面を電極上面と平行に接合する。30

【0072】

バッキングプレート 34 は、例えば、出典を明記することによりその開示内容全体を本願明細書の一部とした、所有者共通の米国特許出願公開公報第 2007/0068629 号に記載の適切な固定部材により、熱制御プレート 16 に取り付けられる。バッキング部材 34 は、バッキング部材 34 を熱制御プレート 16 に取り付ける固定部材 42 を収容することに適した複数の穴 40 を含む。40

【実施例】

【0073】

シート接着剤の非限定的な実施例を、上述したように調合し、熱硬化させ、試験した。試験標本は、合わせ面間の接合部におけるシート接着剤の性能をシミュレートするために、シート接着剤から作成したが、しかしながら、電極とバッキング部材との間の実際の接合部の試験結果を本明細書に示していないことに留意されたい。剪断試験は、室温及び高50

温、例えば、180°で実施した。高温疲労試験は、例えば、180°で実施した。図14は、室温での実施例1のシート接着剤の剪断試験結果を示す。実施例1は、300%超の剪断歪みまでの直線に近い応力歪み曲線と、高い剪断歪みにおける低い剪断応力を示している。こうした柔軟なシート接着剤により作成された接合部は、接合された電極及びバックングプレートを結合力によりダイアフラム化されることなく、高い剪断歪みに対応する上で適切となり得る。

【0074】

図15及び図17は、180°での実施例2のシート接着剤の剪断試験結果を示す。実施例2では、300%超の剪断歪みまでの直線に近い応力歪み曲線と、高い歪みにおける低い強度とが認められる。こうした柔軟なシート接着剤の接合部は、接合された電極及びバックングプレートをダイアフラム化されることなく、高い剪断歪みに対応する上で適切となり得る。10

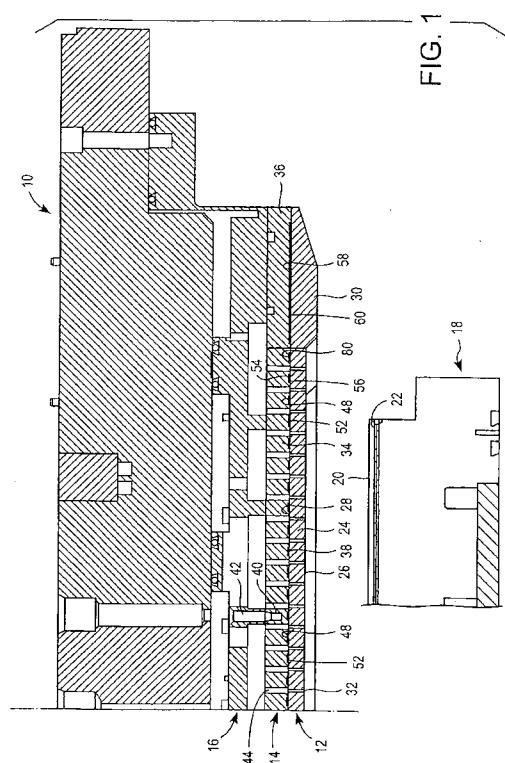
【0075】

図16は、180°での実施例3のシート接着剤の疲労試験結果を示す。疲労試験は、36,000サイクルを上回るまで実施した(約35,000回を図示)。シート接着剤の標本のみを試験したが、各サイクルは、バックングプレート及び電極の材料の熱膨張係数の違いのため、バックングプレートが電極とは異なる量だけ膨張する熱サイクルをシミュレートしている。図17は、36,000サイクルを超える疲労試験後の180°での実施例3のシート接着剤の剪断試験結果を示す。実施例3は、180°で300%超の剪断歪みまでの直線に近い応力歪み曲線と、高い歪みにおける低い強度とを示している。例えば、実施例3は、約0%から約450%の剪断歪みの範囲において、直線に近い応力歪み曲線を示す。こうした柔軟なシート接着剤の接合部は、36,000温度サイクルを超えた後でも、接合された電極及びバックングプレートをダイアフラム化されることなく、高い剪断歪みに対応する上で適切となり得る。20

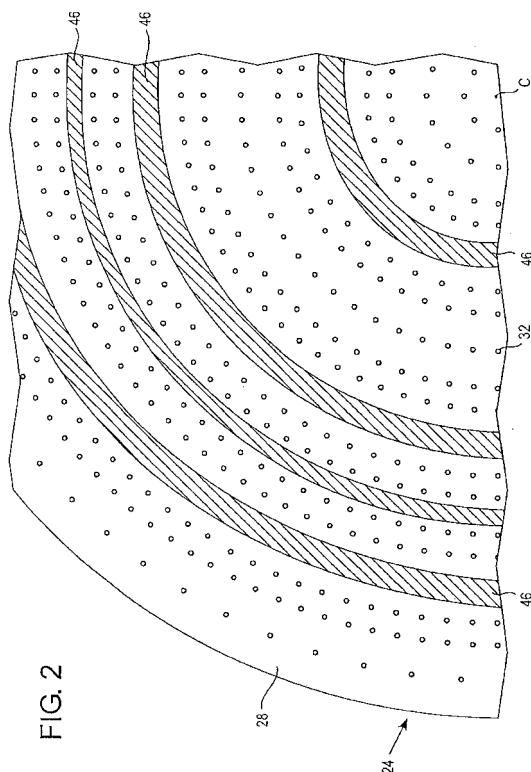
【0076】

以上、具体的な実施形態を参照して本発明を詳細に説明してきたが、特許請求の範囲から逸脱することなく、様々な変更及び変形の実施及び等価物の利用が可能であることは、当業者には明らかであろう。

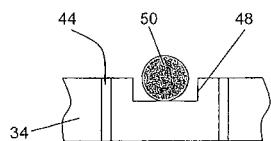
【図1】



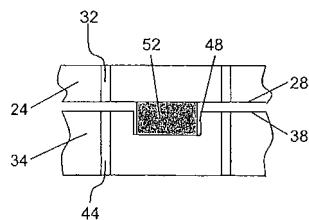
【図2】



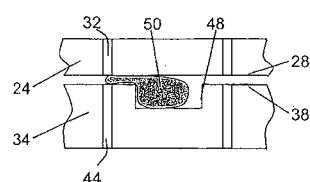
【図3A】



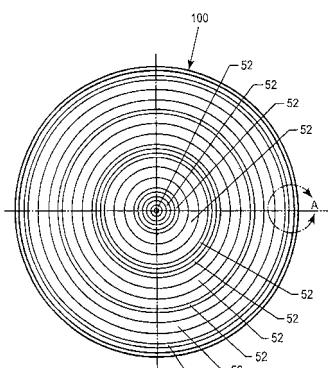
【図4B】



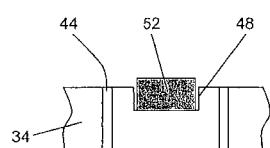
【図3B】



【図5A】



【図4A】

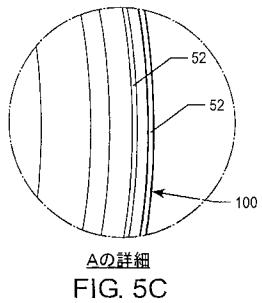


【図 5 B】



FIG. 5B

【図 5 C】

Aの詳細
FIG. 5C

【図 6】

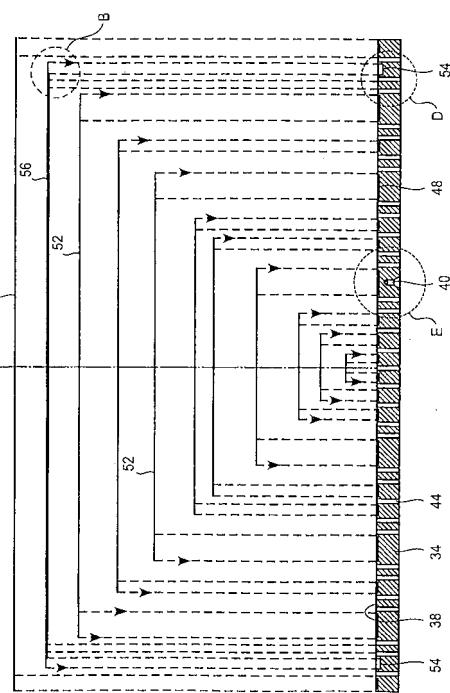
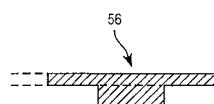


FIG. 6

【図 7】

Bの詳細
FIG. 7

【図 10】

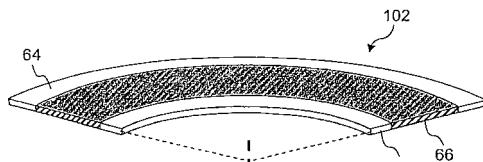
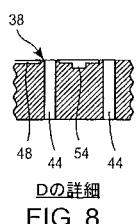
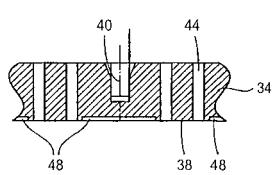


FIG. 10

【図 8】

Dの詳細
FIG. 8

【図 9】

Eの詳細
FIG. 9

【図 11】

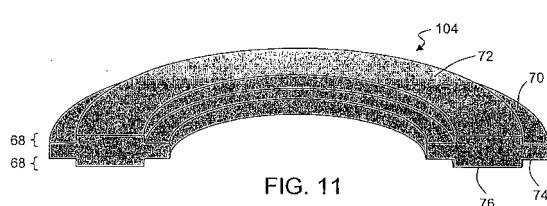


FIG. 11

【図 12】

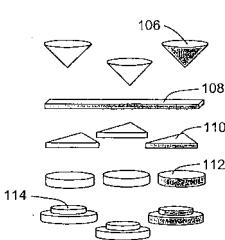


FIG. 12

【図13】

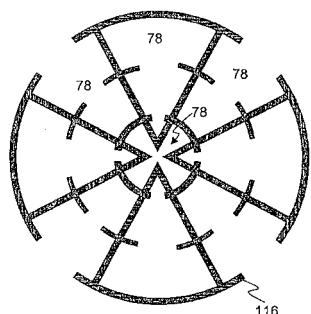


FIG. 13

【図14】

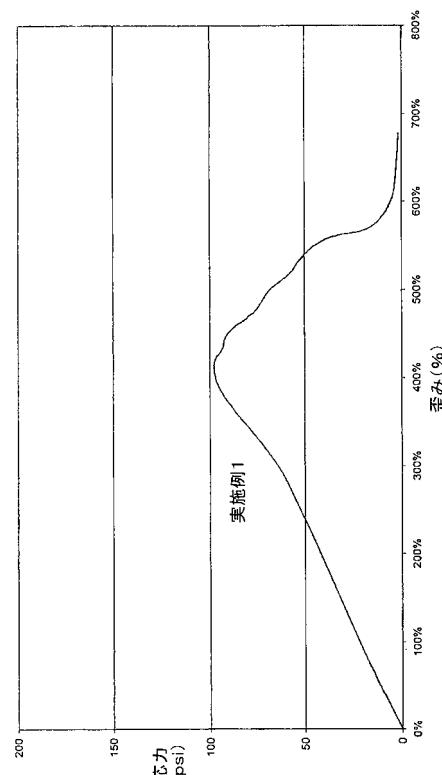


FIG. 14

【図15】

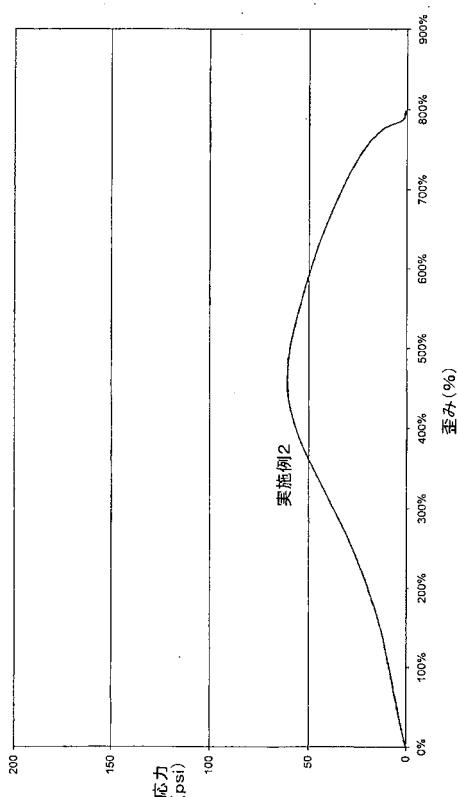


FIG. 15

【図16】

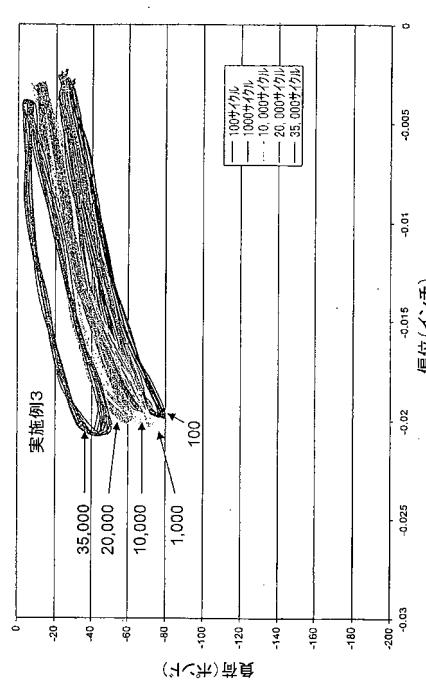


FIG. 16

【図 17】

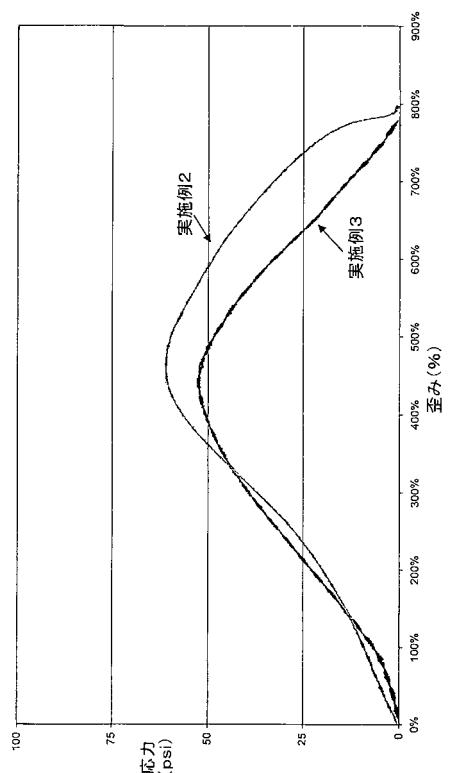


FIG. 17

フロントページの続き

(72)発明者 スティーブンソン・トム

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95020 ギルロイ, アラバホー・ドライブ, 1180

(72)発明者 ワン・ピクター

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94587 ユニオン・シティー, ガーフィンクル・ストリート, 33010

審査官 粟野 正明

(56)参考文献 國際公開第 2007 / 094984 (WO, A1)

特開 2003 - 303816 (JP, A)

特表 2005 - 527976 (JP, A)

特表 2007 - 522647 (JP, A)

特表 2005 - 523584 (JP, A)

特開 2003 - 133296 (JP, A)

特表 2002 - 519862 (JP, A)

特開平 09 - 298233 (JP, A)

特表 2011 - 508419 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21 / 3065

C23C 16 / 455

H01L 21 / 205

H01L 21 / 31