

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】令和 2 年 5 月 28 日 (2020.5.28)

【公表番号】特表 2019-519064 (P2019-519064A)

【公表日】令和 1 年 7 月 4 日 (2019.7.4)

【年通号数】公開・登録公報 2019-026

【出願番号】特願 2018-553427 (P2018-553427)

【国際特許分類】

H 0 1 J 37/08 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

H 0 1 J 37/317 (2006.01)

H 0 1 L 21/302 (2006.01)

【F I】

H 0 1 J 37/08

H 0 5 H 1/46 L

H 0 5 H 1/46 A

H 0 5 H 1/46 R

H 0 1 J 37/317 Z

H 0 1 L 21/302 2 0 1 B

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 4 月 16 日 (2020.4.16)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマを収容し、電気絶縁体を備える主要本体部分を有する、プラズマチャンバと、
該プラズマチャンバの引き出し側面に沿って配置され、導電性であり、引き出しアパーチャを有する、引き出しプレートと、

前記プラズマチャンバの外側に配置され、前記引き出しアパーチャに隣接し、接地電位にある、基板ステージと、

前記引き出しプレートに電氣的に連結され、前記プラズマチャンバの中に前記プラズマが存在するときに、前記引き出しプレートにおいて、接地電位に対して正の直流自己 {じこ} バイアス電圧を定める、RF 発生器と、を備える処理装置。

【請求項 2】

前記 RF 発生器はバイアス RF 発生器を備え、

前記処理装置は、さらに、

前記プラズマチャンバに隣接して配置される、RF アンテナと、

該 RF アンテナに、直接、連結される、誘導結合 x プラズマ (ICP) マッチングネットワークと、

該 ICP マッチングネットワークに連結される、ICP RF 発生器と、

前記バイアス RF 発生器と前記引き出しプレートとの間に電氣的に連結される、バイアス マッチングネットワークと、を備える、請求項 1 記載の処理装置。

【請求項 3】

前記処理装置は、さらに、

前記 RF 発生器、前記引き出しプレート、及び、前記プラズマチャンバに隣接する RF アン

テナに連結される、デュアル出力マッチングネットワークを備え、

前記RF発生器は、前記プラズマチャンバの中で前記プラズマを発生し、前記引き出しプレートにおいて、RF電圧を発生する、請求項1記載の処理装置。

【請求項4】

前記処理装置は、さらに、

前記引き出しプレートと前記基板ステージとの間に配置され、導電材料を備え、接地電位に連結され、さらに、接地プレートアパーチャを備える、接地プレートを備え、

前記引き出しアパーチャ及び前記接地プレートアパーチャは、前記プラズマと前記基板ステージとの間の視線を提供する、請求項1記載の処理装置。

【請求項5】

前記RF発生器はバイアスRF発生器を備え、

前記処理装置は、さらに、

前記プラズマチャンバに隣接して配置される、RFアンテナと、

該RFアンテナに、直接、連結される、誘導結合×プラズマ(ICP)マッチングネットワークと、

該ICPマッチングネットワークに連結される、ICP RF発生器と、

前記バイアスRF発生器と前記引き出しプレートとの間に電氣的に連結される、バイアスマッチングネットワークと、を備える、請求項4記載の処理装置。

【請求項6】

前記処理装置は、さらに、

前記RF発生器、前記引き出しプレート、及び、前記プラズマチャンバに隣接するRFアンテナに連結される、デュアル出力マッチングネットワークを備え、

前記RF発生器は、前記プラズマチャンバの中で前記プラズマを発生し、前記引き出しプレートにおいて、RF電圧を発生する、請求項4記載の処理装置。

【請求項7】

前記引き出しアパーチャは、第1の長軸を有する第1の細長いアパーチャを備え、前記接地プレートアパーチャは、前記第1の長軸に平行に並ぶ第2の長軸を有する第2の細長いアパーチャを備え、前記引き出しアパーチャは、前記第1の長軸に垂直な短軸に沿って第1の高さを備え、前記接地プレートアパーチャは、前記第1の高さより低い前記短軸に沿う第2の高さを備える、請求項4記載の処理装置。

【請求項8】

前記基板ステージは、前記引き出しプレートに平行である基板平面を画定し、該基板平面と前記引き出しプレートとの間の分離は1cmより小さい、請求項1記載の処理装置。

【請求項9】

前記プラズマチャンバの前記引き出し側面は、さらに、前記引き出しプレートの周りに配置される非導電部分を備える、請求項1記載の処理装置。

【請求項10】

前記RF発生器は、前記引き出しプレートにおいて、2MHzから60MHzの周波数を有するRF電圧信号を発生する回路を備え、該RF電圧信号は、正の部分及び負の部分の有する波形を備え、電子は、前記負の部分の間に、前記引き出しアパーチャを通して引き出され、前記基板ステージへ向けられる、請求項1記載の処理装置。

【請求項11】

電気絶縁体を備える主要本体部分を有するプラズマチャンバを提供するステップと、

前記プラズマチャンバの中にプラズマを発生するステップと、

前記プラズマチャンバの引き出し側面に沿って引き出しプレートを提供するステップであって、該引き出しプレートは、導電性であり、引き出しアパーチャを有する、ステップと、

基板を保持する基板ステージを、前記プラズマチャンバの外側で、前記引き出しアパーチャに隣接して、配置するステップであって、前記基板ステージは接地電位にある、ステップと、

RF電圧を前記引き出しプレートにおいて生成するステップと、を有し、

前記プラズマチャンバの中に前記プラズマが存在するときに、接地電位に対して、前記引き出しプレートにおいて、正の直流自己バイアス電圧を定め、該正の直流自己バイアス電圧に比例するイオンエネルギーを有するイオンビームを、前記基板へ向ける、基板を処理する方法。

【請求項 1 2】

接地プレートを、前記引き出しプレートと前記基板ステージとの間に配置するステップを、さらに、有し、

前記接地プレートは、導電材料を備え、接地電位に連結され、前記接地プレートは、さらに、接地プレートアパーチャを備え、前記引き出しアパーチャ及び前記接地プレートアパーチャは、前記プラズマと前記基板ステージとの間の視線を提供する、請求項 1 1 記載の基板を処理する方法。

【請求項 1 3】

第 1 の長軸を有する第 1 の細長いアパーチャとして前記引き出しアパーチャを提供するステップと、

前記第 1 の長軸に平行に並ぶ第 2 の長軸を有する第 2 の細長いアパーチャとして前記接地プレートアパーチャを提供するステップと、をさらに有し、

前記引き出しアパーチャは、前記第 1 の長軸に垂直な短軸に沿って第 1 の高さを備え、前記接地プレートアパーチャは、前記第 1 の高さより低い前記短軸に沿う第 2 の高さを備える、請求項 1 2 記載の基板を処理する方法。

【請求項 1 4】

前記引き出しプレートから 1 c m より小さい分離で、接地プレートを有するように、該接地プレートを配置するステップを、さらに有する、請求項 1 2 記載の基板を処理する方法。

【請求項 1 5】

電気絶縁体を備える主要本体部分を有する、プラズマチャンバと、

該プラズマチャンバに電氣的に連結され、前記プラズマチャンバの中にプラズマを発生する、第 1 の RF 発生器と、

前記プラズマチャンバの引き出し側面に沿って配置され、導電性であり、引き出しアパーチャを有する、引き出しプレートと、

前記プラズマチャンバの外側に配置され、前記引き出しアパーチャに隣接し、接地電位にある、基板ステージと、

前記引き出しプレートと前記基板ステージとの間に配置され、導電材料を備え、接地電位に連結され、さらに、接地プレートアパーチャを備える、接地プレートと、

前記引き出しプレートに電氣的に連結され、前記プラズマチャンバの中に前記プラズマが存在するときに、前記引き出しプレートにおいて、接地電位に対して正の直流自己バイアス電圧を定める、第 2 の RF 発生器と、を備える処理装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 5】

図 2 A 及び図 2 B を参照するに、本実施形態に関連する動作の原理を例示する例示的電圧波形が示される。様々な実施形態において、RF 信号を非対称の電極構成に印加するときに、直流自己バイアス発生現象を利用する。本発明の様々な実施形態により、引き出しプレート 1 1 4 及び接地プレート 1 2 8 の配置は、非対称の電極構成を提供し、RF によりバイアスされた導電非対称表面領域をプラズマ 1 1 2 に接触させる。例えば、図 2 B に対して、以下に詳細に説明するように、引き出しプレート 1 1 4 は、プラズマに対し、接地プレート 1 2 8 より大きい表面を提供することができる。RF 電力が引き出しプレート 1 1

4に印加されるときに、電力を供給された電極（引き出しプレート114）の表面領域APWRと接地電極の表面領域（プラズマ112により「見られる」接地プレートの領域）AGNDとの間の大きい差のため、正の直流自己バイアスが、電力を供給された電極において、発現する。この現象は図2A及び図2Bに例示され、図2A及び図2Bは、それぞれ、プラズマが存在しない場合及びプラズマが存在する場合の、引き出しプレート114上のRF電圧（ V_{rf} ）波形を示し、 V_{pl} はプラズマ電位の波形である。プラズマがなく直流バイアスが存在しない間に、静電電位極性は、0Vに対して対称に交代する正の部分及び負の部分を有する波形を示し、プラズマが存在するとき、正の直流バイアス（ V_{bias} ）が引き出しプレート114の電力を供給された電極の上に発現し、引き出しプレート114は、1サイクル中に、相対的に、より長い時間、正の電位にある。その結果として、プラズマ電位（図2Aの破線の正弦関数の線）は、それ自体を調整し、引き出しプレート114上のRF電圧が最小値に達する瞬間に、ゼロの値に達する。図示の例において、RF電圧信号の頂点間振幅は600Vであり、RF周波数は13.5MHzである。本例において、プラズマが存在するとき、図2Bに示すように、250Vの正の直流自己バイアスの結果となる。さらに、適切な動作を確実にするために、プラズマシースが形成されることを可能にするように、高過ぎることなく、しかし、非常に広いイオン分布又は表面帯電効果に導くように、低過ぎることなく、RF周波数が適切に選択される。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

特に、正確なビーム電流プロファイル及びイオンビーム302により衝突される基板124の領域は、基板124の位置を変えることにより、変えることができる。通常、図1A及び図3Aで例示される実施形態において、接地プレートを用いることにより、基板124を引き出しプレートに対して遠くに配置する機能が、追加の優位性を提供する。特に、イオンビームにより基板124からエッチングされ、プラズマチャンバの中へ進む材料の量を、基板を引き出しプレートのより近くに配置することができる既知のシステムに対して、大幅に低減することができる。例えば、エッチングされる材料の量は、Z方向に沿う基板と引き出しプレートとの間の距離の逆二乗として計ることができるため、距離が2倍になる場合、プラズマチャンバの中へ戻るエッチングされた材料の量は、4倍に低減する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

さて、図6A及び図6Bを見るに、本発明の様々な実施形態による引き出しプレート606及び接地プレート608に対する引き出し形状の詳細が示される。図に示す透視図は、プラズマチャンバの内側から基板へ向けている。引き出しプレート606は、図示のように、X軸に沿って細長い引き出しアパーチャ612を含む。いくつかの実施形態において、引き出しアパーチャ612は、X軸に沿って類似の寸法の基板124の全体をカバーするのに十分な、X軸に沿う30cm、40cm、又はもっと大きく広がることができる。したがって、基板124をY軸に沿ってスキャンするとき、基板124の全体を、引き出しアパーチャ612を通して放出される種にさらすことができる。図6Bに特に示すように、引き出しアパーチャ612は、第1の長軸（X軸）に垂直な短軸（Y軸）に沿って第1の高さH1を有することができる。様々な実施形態において、プラズマチャンバに対して印加されるRF電力に依存して、プラズマシースの厚さは、数百マイクロメートルから

数ミリメートルまで及ぶことができる。したがって、第 1 の高さ H_1 は、例えば、5 ミリメートルより低く配置することができる。さらに、接地プレートアパーチャ 614 は、細長いアパーチャでもあり、第 1 の高さより低い短軸に沿う第 2 の高さ H_2 を備える。例えば、 H_1 は 4 mm にすることができ、一方、 H_2 は 1.5 mm である。実施形態は、本文脈に限定されない。さらに図 6 B に示されるように、接地プレートアパーチャ 614 は、 $X-Y$ 平面に投影されるように、必要ではないが、引き出しアパーチャ 612 の中心に置くことができる。この配置により、プラズマから基板 124 への視線を可能にし、イオンビームが、 Z 軸に平行な方向に、プラズマから基板 124 へ伝搬することを可能にする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

図 7 は例示的プロセスフロー 700 を示す。ブロック 702 において、プラズマチャンバが提供され、プラズマチャンバは、電気絶縁体を備える主要本体部分を含む。主要本体部分は、いくつかの例において、プラズマチャンバ壁の表面領域の大多数をカバーすることができる。ブロック 704 において、引き出しプレートが、プラズマチャンバの引き出し側面に沿って、提供される。引き出しプレートは、導電性にすることができ、異なる実施形態において、引き出し側面の全部又は一部にわたって延びることができる。ブロック 706 において、基板を保持する基板ステージを、プラズマチャンバの外側で、引き出しプレートの引き出しアパーチャに隣接して、配置し、基板ステージは接地電位にある。基板ステージは接地電位にまた維持される基板を保持することができる。ブロック 708 において、接地プレートは、引き出しアパーチャと基板ステージとの間に配置され、接地プレートは、導電材料を備え、接地電位に連結される。接地プレートは、引き出しアパーチャと共に、プラズマチャンバと基板との間の視線を提供する接地プレートアパーチャを含むことができる。接地プレートは、非対称の電極構成における接地電極として作動するように、引き出しプレートのターゲット距離内に配置することができる。ブロック 710 において、プラズマチャンバの中にプラズマを発生する。ブロック 712 において、RF 電圧を引き出しプレートにおいて生成し、プラズマチャンバの中にプラズマが存在するときに、接地電位に対して、引き出しプレートにおいて、正の直流自己バイアス電圧を定める。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1】

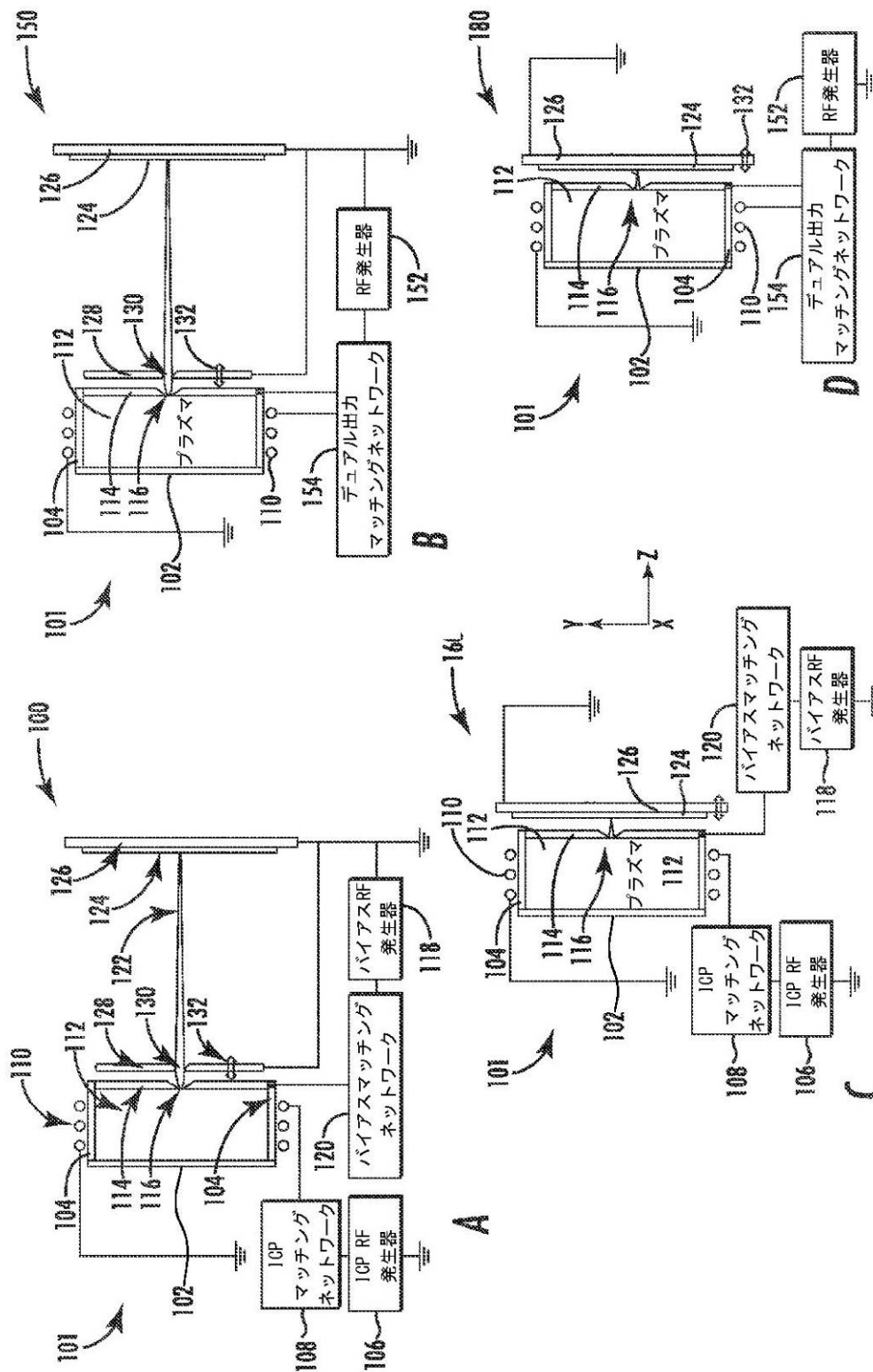


図1A, B, C, D