

【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 2 区分
【発行日】令和 4 年 4 月 21 日(2022.4.21)

【公開番号】特開 2020-188098(P2020-188098A)
【公開日】令和 2 年 11 月 19 日(2020.11.19)
【年通号数】公開・登録公報 2020-047
【出願番号】特願 2019-90851(P2019-90851)
【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065(2006.01)

10

H 0 1 L 21/205(2006.01)

H 0 5 H 1/46(2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/3021 0 1 G

H 0 1 L 21/205

H 0 5 H 1/46 R

【手続補正書】

【提出日】令和 4 年 4 月 6 日(2022.4.6)

【手続補正 1】

20

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

記憶部 104 には、プラズマ処理装置 10 で実行される各種処理をプロセスコントローラ 102 の制御にて実現するための制御プログラム(ソフトウェア)や、処理条件データ等が記憶されたレシピが格納されている。また、記憶部 104 には、プラズマ処理を行う上での装置やプロセスに関するパラメータ等が格納されている。なお、制御プログラムやレシピは、コンピュータで読み取り可能なコンピュータ記録媒体(例えば、ハードディスク、DVD などの光ディスク、フレキシブルディスク、半導体メモリ等)に記憶されていてもよい。制御プログラムや、処理条件データ等のレシピは、他の装置に記憶され、例えば専用回線を介して随時伝送させてオンラインで利用したりすることも可能である。

30

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

プラズマからの入熱は、主にウエハ W への照射されるプラズマ中のイオンの量と、プラズマ中のイオンをウエハ W に引き込むためのバイアス電位との積に比例することが知られている。ウエハ W への照射されるプラズマ中のイオンの量は、プラズマの電子密度に比例する。プラズマの電子密度は、プラズマの生成で印加する第 1 の高周波電源 H F S からのプラズマ生成用の高周波電力に比例する。また、プラズマの電子密度は、処理容器 12 内の圧力に依存する。プラズマ中のイオンをウエハ W に引き込むためのバイアス電位は、バイアス電位の発生で印加する第 2 の高周波電源 L F S からの高周波バイアス電力に比例する。また、プラズマ中のイオンをウエハ W に引き込むためのバイアス電位は、処理容器 12 内の圧力に依存する。なお、高周波バイアス電力が載置台 16 に印加されていない場合、プラズマが生成された時に生じるプラズマの電位(プラズマポテンシャル)と載置台 16 の電位差によって、イオンが載置台へ引き込まれる。

40

50

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

図 6 B に示したように、ヒーター H T の温度を一定に制御している場合、ヒータパワー P_h は、プラズマからウエハ W への入熱量や、ウエハ W と静電チャック 18 の表面間の熱抵抗によって変化する。よって、期間 T 4 のヒーター H T への供給電力の上昇の傾向は、プラズマを点火していた際のプラズマからウエハ W への入熱量や、ウエハ W と静電チャック 18 の表面間の熱抵抗などによって変化する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

なお、図 6 A、図 6 B および図 6 C に示したように、ヒーター H T の温度が一定となるように制御している場合、「T 3 : プラズマ点火状態」、「T 4 : 過渡状態」、「T : 5 定常状態」のいずれの状態であっても、基台 20 から冷却により、ヒーター H T から「100」の熱量が抜熱されている。すなわち、ヒーター H T から基台 20 の内部に形成された冷媒流路 24 に供給される冷媒に向かう単位面積当たりの熱流束 q_{sus} は、常に一定となり、ヒーター H T から冷媒までの温度勾配も常に一定である。そのため、ヒーター H T の温度が一定となるように制御するために用いられる温度センサは、必ずしもヒーター H T に直接取り付けする必要はない。例えば、静電チャック 18 の裏面、接着層 19 の中、基台 20 の内部など、ヒーター H T と冷媒までの間であれば、ヒーター H T と温度センサ間の温度差も常に一定であり、ヒーター H T と温度センサの間にある材質が有する熱伝導率、熱抵抗などを用いて温度センサとヒーター H T の間の温度差 (T) を算出し、温度センサで検出される温度の値に温度差 (T) を加算することによって、ヒーター H T の温度として出力することが可能であり、実際のヒーター H T の温度が一定となるように制御することができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0068】

ここで、

$P_h(t)$ は、経過時間 t でのヒータパワー [W] である。

P_{h_off} は、プラズマを消した定常状態 (プラズマからの熱流束がない定常状態) でのヒータパワー [W / m²] である。

$q_h(t)$ は、経過時間 t での単位面積当たりのヒーター H T からの発熱量 [W / m²] である。

q_{h_off} は、プラズマを消した定常状態での単位面積当たりのヒーター H T からの発熱量 [W / m²] である。

$R_{th} \cdot A$ は、ウエハ W と静電チャック 18 の表面間の単位面積当たりの熱抵抗 [K · m² / W] である。

$R_{thc} \cdot A$ は、静電チャック 18 の表面とヒーター H T 間の単位面積当たりの熱抵抗 [K · m² / W] である。

A は、ヒーター H T が設けられている領域の面積 [m²] である。

w は、ウエハ W の密度 $[kg/m^3]$ である。

C_w は、ウエハ W の単位面積当たりの熱容量 $[J/K \cdot m^2]$ である。

z_w は、ウエハ W の厚さ $[m]$ である。

c は、静電チャック 18 を構成するセラミックの密度 $[kg/m^3]$ である。

C_c は、静電チャック 18 を構成するセラミックの単位面積当たりの熱容量 $[J/K \cdot m^2]$ である。

z_c は、静電チャック 18 の表面からヒーター HT までの距離 $[m]$ である。

κ_c は、静電チャック 18 を構成するセラミックの熱伝導率 $[W/K \cdot m]$ である。

t は、プラズマを消してから経過時間 $[sec]$ である。

【手続補正 6】

10

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

計測部 102b は、外部インターフェース 101 に入力する電力データが示す各ヒーター HT への供給電力を用いて、各ヒーター HT への供給電力を計測する。例えば、計測部 102b は、ヒーター制御部 102a により、各ヒーター HT の温度が一定となるよう各ヒーター HT への供給電力を制御して、プラズマを点火して各ヒーター HT への供給電力が安定した定常状態からプラズマを消した状態に移行した後の各ヒーター HT への供給電力が増加する傾向の変動が安定するまでの過渡状態での各ヒーター HT への供給電力を計測する。また、計測部 102b は、ヒーター制御部 102a により、各ヒーター HT の温度が一定となるよう各ヒーター HT への供給電力を制御して、プラズマを消した状態で各ヒーター HT への供給電力が安定した定常状態での各ヒーター HT への供給電力を計測する。

20

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0090】

温度算出部 102d は、ヒーター HT ごとに、算出された入熱量および熱抵抗を用いて、入熱量および熱抵抗を用いて、プラズマを点火した定常状態においてウエハ W が目標温度となる各ヒーター HT の設定温度を算出する。例えば、温度算出部 102d は、式 (12) において、経過時間 $t = 0$ とし、 $T_w(t)$ をウエハ W の目標温度とした場合のヒーター HT の温度 T_h を算出する。算出されるヒーター HT の温度 T_h は、ウエハ W の温度が目標温度となるヒーター HT の温度である。

30

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0113

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0113】

このように、本実施形態に係るプラズマ処理装置 10 は、載置台 16 と、ヒーター制御部 102a と、計測部 102b と、パラメータ算出部 102c と、温度算出部 102d とを有する。載置台 16 は、プラズマ処理の対象となるウエハ W が載置される載置面の温度を調整可能なヒーター HT が設けられている。ヒーター制御部 102a は、ヒーター HT が設定された設定温度となるようヒーター HT への供給電力を制御する。計測部 102b は、ヒーター制御部 102a により、ヒーター HT の温度が一定となるようヒーター HT への供給電力を制御して、プラズマを点火してヒーター HT への供給電力が安定した第 1 定

40

50

常状態（図 5 の期間 T 3 の定常状態）からプラズマを消した状態に移行した後のヒーター HT への供給電力が増加する過渡状態（図 5 の期間 T 4 の過渡状態）と、プラズマを消した状態でヒーター HT への供給電力が安定した第 2 定常状態（図 5 の期間 T 5 の定常状態）での供給電力を計測する。パラメータ算出部 102c は、プラズマからの入熱量およびウエハ W とヒーター HT 間の熱抵抗をパラメータとし、過渡状態の供給電力を算出する算出モデルに対して、計測された過渡状態と第 2 定常状態の供給電力を用いてフィッティングを行って、入熱量および熱抵抗を算出する。温度算出部 102d は、パラメータ算出部 102c により算出された入熱量および熱抵抗を用いて、第 1 定常状態におけるウエハ W の温度を算出する。これにより、プラズマ処理装置 10 は、プラズマ処理中のウエハ W の温度を精度よく求めることができる。

10

【手続補正 9】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

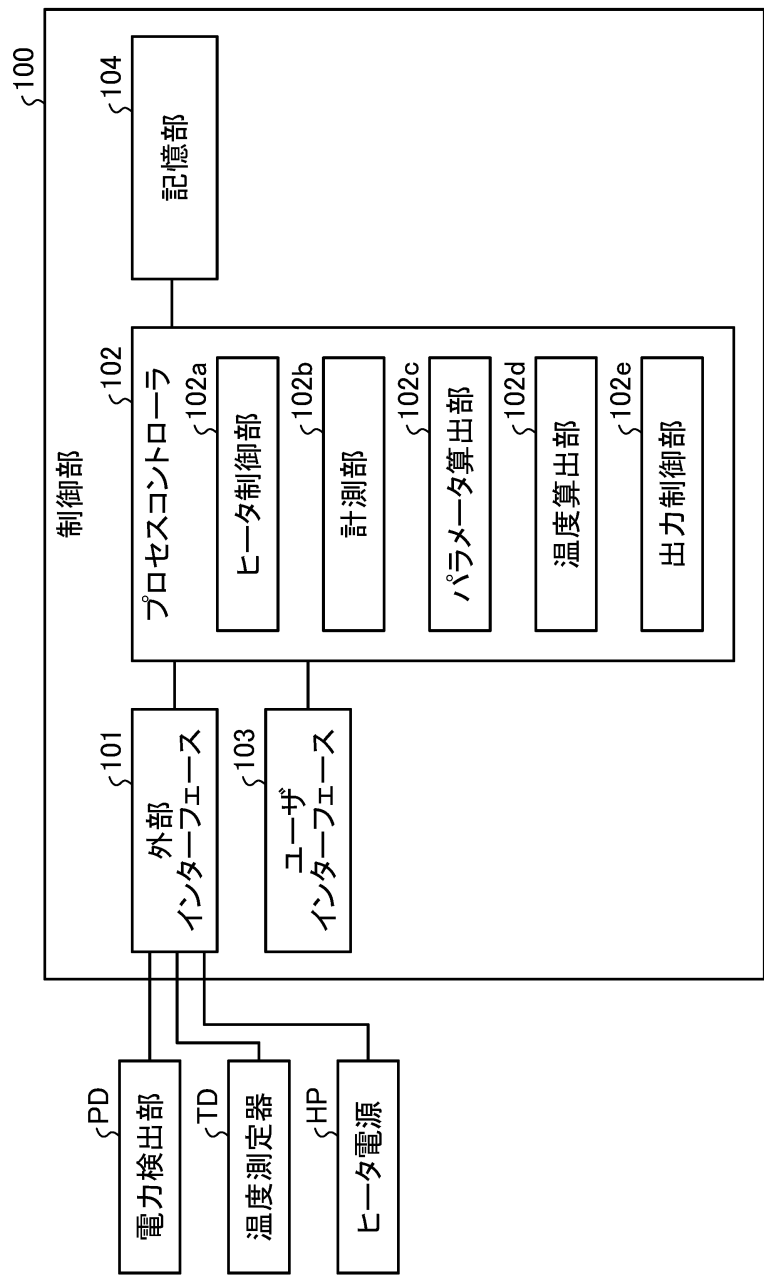
20

30

40

50

【 図 3 】



【 手続補正 1 0 】
【 補正対象書類名 】 図面
【 補正対象項目名 】 図 6 B
【 補正方法 】 変更
【 補正の内容 】

10

20

30

40

50

【 図 6 B 】

<p>熱抵抗:小</p>	<p>熱抵抗:大</p>
--------------	--------------

10

20

30

40

50

【 手 続 補 正 1 1 】

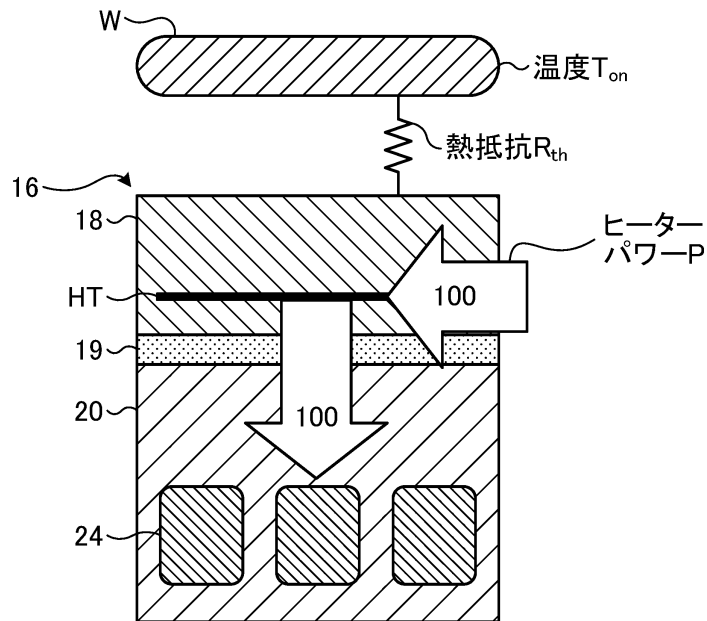
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6 C

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 6 C】



10

20

30

40

50