

【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 01 L 21/3065(2006.01)

10

H 01 L 21/205(2006.01)

H 05 H 1/46(2006.01)

【F I】

H 01 L 21/302101G

H 01 L 21/205

H 05 H 1/46 R

【手続補正書】

【提出日】令和4年4月6日(2022.4.6)

20

【手続補正1】

【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隨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HFS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LFS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6Bに示したように、ヒーターHT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T4のヒーターHT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。

10

【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6A、図6Bおよび図6Cに示したように、ヒーターHTの温度が一定となるように制御している場合、「T3：プラズマ点火状態」、「T4：過渡状態」、「T5：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HTから「100」の熱量が抜熱されている。すなわち、ヒーターHT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HT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HT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HTに直接取り付ける必要はない。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HTと冷媒までの間であれば、ヒーターHTと温度センサ間の温度差も常に一定であり、ヒーターHTと温度センサの間に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HTの間の温度差(ΔT)を算出し、温度センサで検出される温度の値に温度差(ΔT)を加算することによって、ヒーターHT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HTの温度が一定となるように制御することができる。

20

30

【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。

40

 $q_h(t)$ は、経過時間tでの単位面積当たりのヒーターHT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HT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HT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HTが設けられている領域の面積[m²]である。

50

w は、ウエハWの密度 [kg / m³] である。

C_w は、ウエハWの単位面積当たりの熱容量 [J / K · m²] 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 / m³] 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 · m²] 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 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 · m] である。

t は、プラズマを消してからの経過時間 [sec] である。

【手続補正6】

【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。

【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。

【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

10

20

30

40

50

常状態（図5の期間T3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T4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T5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】

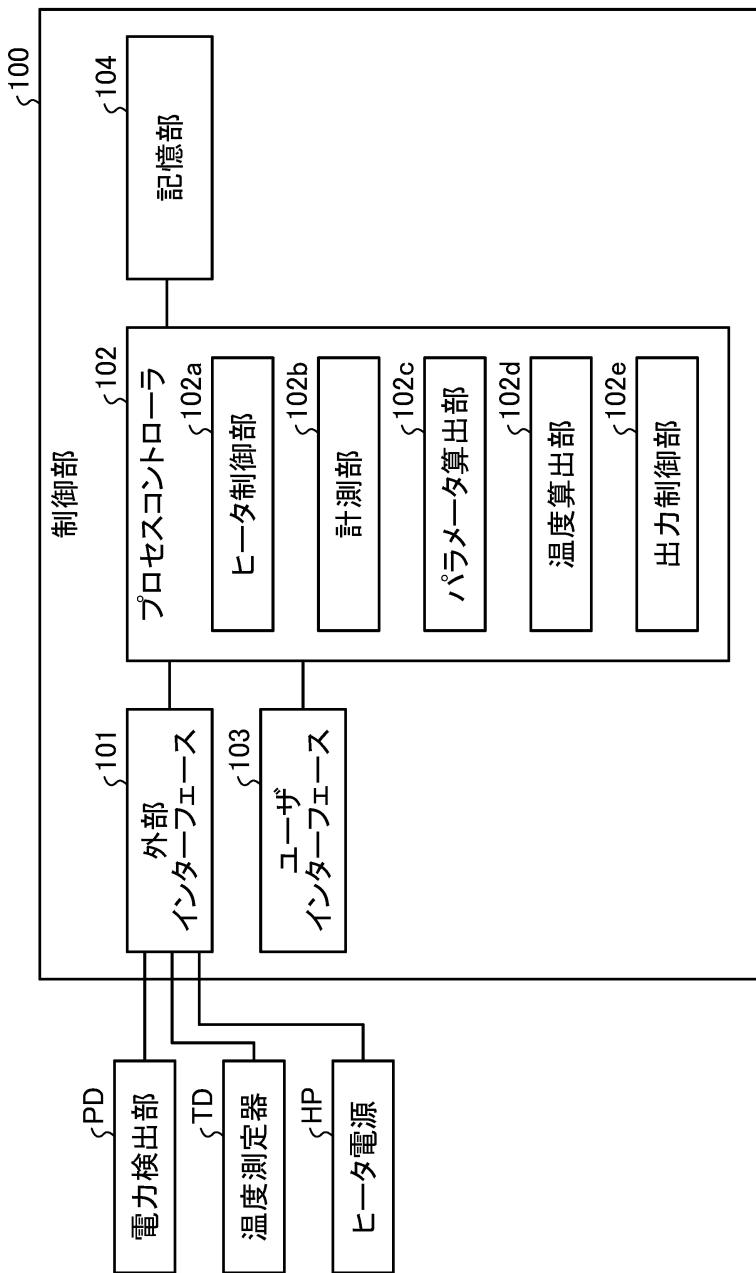
20

30

40

50

【図3】



10

20

30

40

【手続補正10】

【補正対象書類名】図面

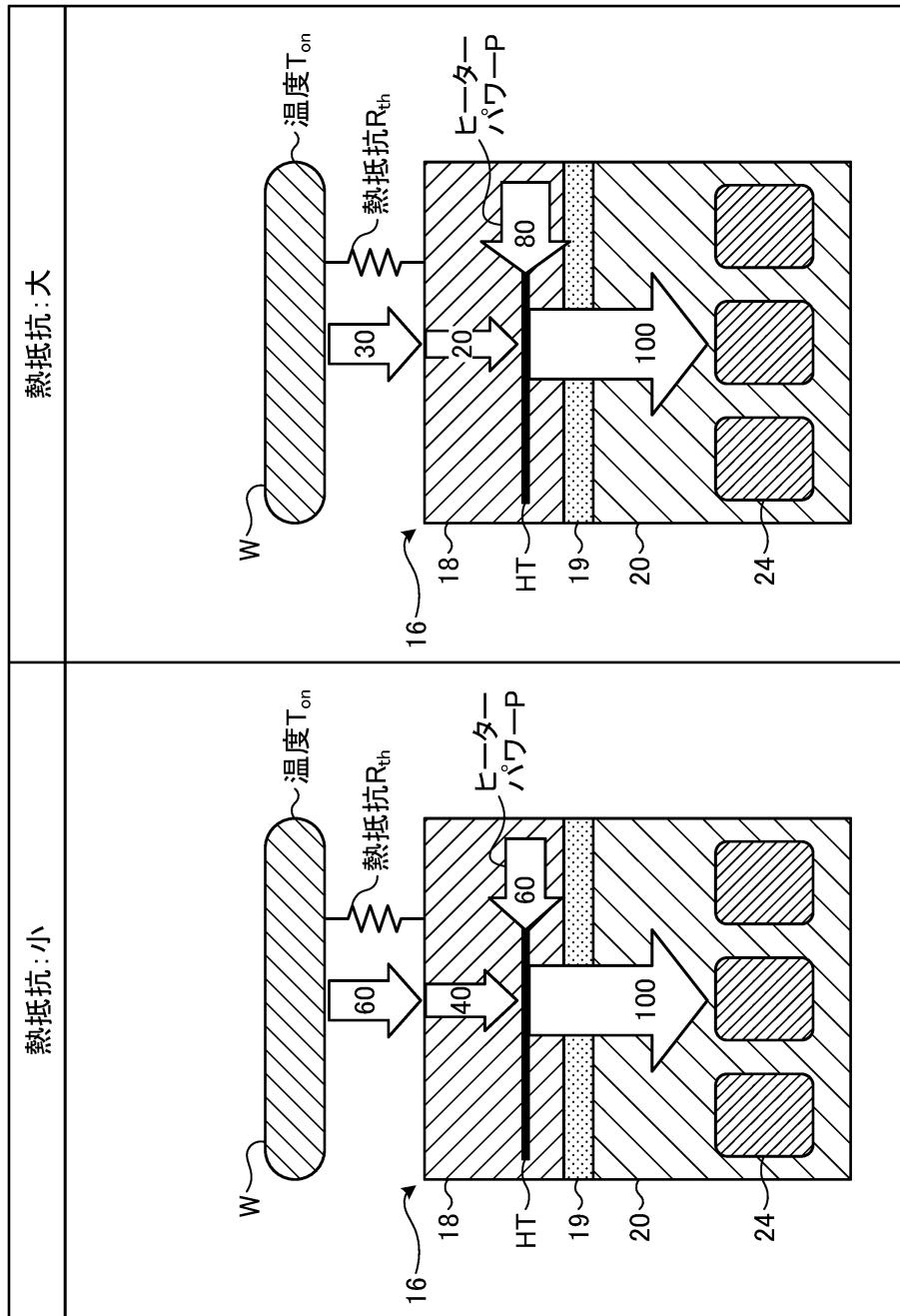
【補正対象項目名】図6B

【補正方法】変更

【補正の内容】

50

【図 6 B】



40

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】図面

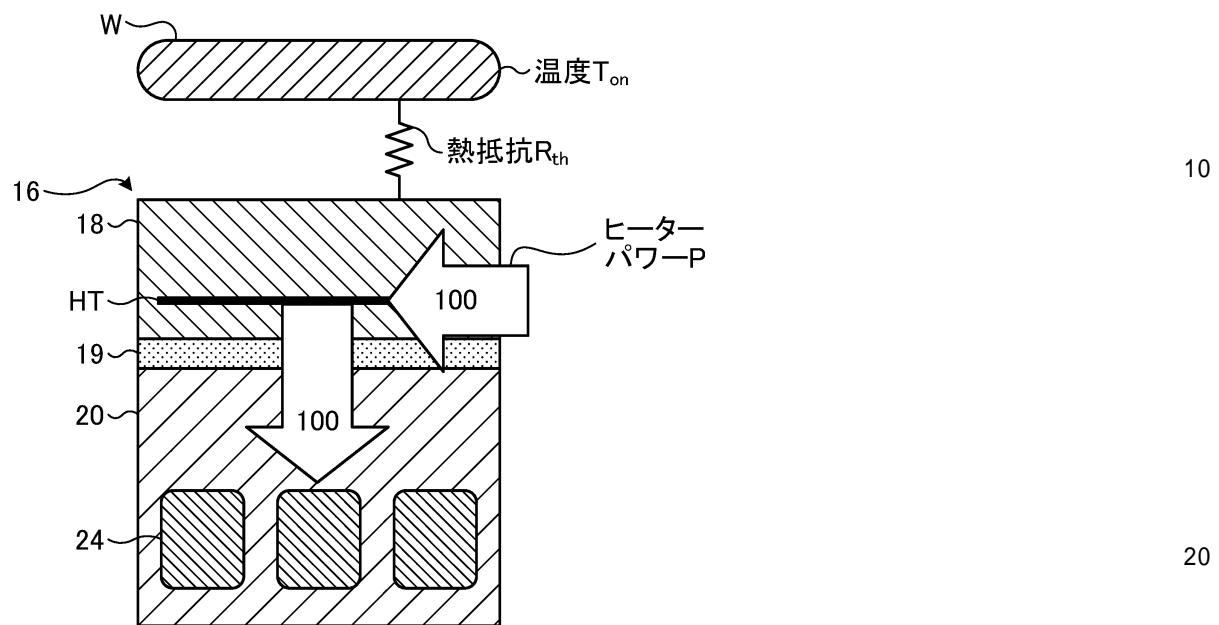
【補正対象項目名】図 6 C

【補正方法】変更

【補正の内容】

50

【図 6 C】



40

50