

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-123286  
(P2005-123286A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/26  
H01L 21/205

F I

H01L 21/26  
H01L 21/205

テーマコード(参考)

5F045

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-354562(P2003-354562)  
(22) 出願日 平成15年10月15日(2003.10.15)

(71) 出願人 000001122  
株式会社日立国際電気  
東京都中野区東中野三丁目14番20号  
(74) 代理人 100101856  
弁理士 赤澤 日出夫  
(74) 代理人 100101111  
弁理士 ▲橋▼場 満枝  
(74) 代理人 100097250  
弁理士 石戸 久子  
(74) 代理人 100103573  
弁理士 山口 栄一  
(72) 発明者 篠崎 賢次  
東京都中野区東中野三丁目14番20号  
株式会社日立国際電気内  
Fターム(参考) 5F045 AA03 AA20 AB02 AB32 AB33  
AF01 BB02 EK13 EK22 GB05

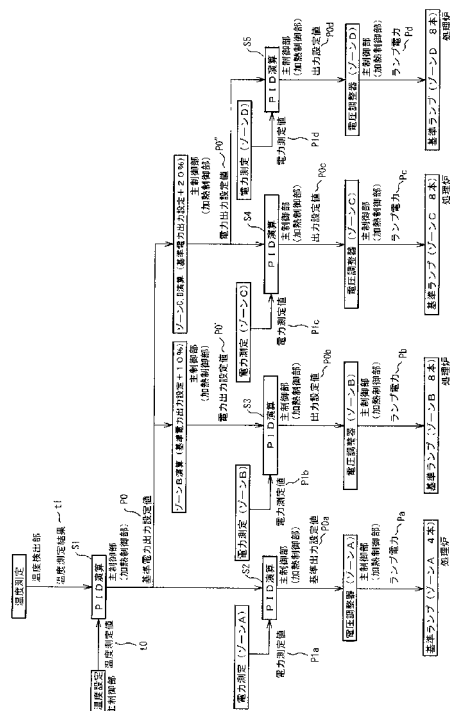
(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 電源電圧変動、ランプ出力経時変化、電圧調整器変動などの変動要因により、ウエハが均一となるゾーン間のランプ電力バランスが崩れ、ウエハの均一性が規格外となることを防止して、異常なウエハの生産を防止することができる基板処理装置を提供する。

【解決手段】 基板またはサセプタを加熱する複数の加熱ゾーンを有する加熱体群と、基板またはサセプタの温度を測定する少なくとも一つの温度測定部と、各加熱ゾーンにおいて消費される電力を求める電力測定部とを備え、温度設定値と温度測定部にて測定した温度に基づいて電力基準出力設定値を求めると共に、電力測定部により求めた各加熱ゾーンの電力と前記電力基準出力設定値に基づいて各加熱ゾーン毎の基準出力設定値を求め、前記基準出力設定により各加熱ゾーンを制御する。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基板またはサセプタを加熱する複数の加熱ゾーンを有する加熱体と、  
基板またはサセプタの温度を測定する少なくとも一つの温度測定部と、  
前記各加熱ゾーンにおいて消費される電力を求める電力測定部と、  
温度設定値と前記温度測定部にて測定した温度に基づいて電力基準出力設定値を求める  
と共に、前記電力測定部により求めた各加熱ゾーンの電力と前記電力基準出力設定値に基づいて各加熱ゾーン毎の基準出力設定値を求め、前記基準出力設定により各加熱ゾーンを制御する制御部と  
を備える基板処理装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体製造装置などの基板処理装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

図4は従来の基板処理装置の処理炉部分を示す断面側面図である。

図4において、処理炉202は半導体ウエハ等の基板200（以下ウエハという）の様々な処理工程を実行するのに適した枚葉式の処理炉である。また処理炉202は、特に半導体ウエハの熱処理に適している。こうした熱処理の例としては、半導体デバイスの処理  
における半導体ウエハの熱アニール、ホウ素-リンからなるガラスの熱リフロー、高温酸  
化膜、低温酸化膜、高温窒化膜、ドーパポリシリコン、未ドーパシリコン、シリコンエピ  
タキシャル、タングステン金属、又はケイ化タングステンからなる薄膜を形成するための  
化学蒸着があげられる。

20

## 【0003】

処理炉202は回転筒279に囲まれた上側ランプ207および下側ランプ223からなるヒータアッセンブリを含む。このヒータアッセンブリは、基板温度がほぼ均一になるように放射熱をウエハ200に供給する。好ましい形態においては、ヒータアッセンブリは、放射ピーク0.95ミクロンで照射し、複数の加熱ゾーンを形成し、ウエハ中心部より多くの熱を基板周辺部に加える集中的加熱プロファイルを提供する一連のタングステン  
ハロゲン直線ランプ（上側ランプ207、下側ランプ223等）の加熱要素を含む。

30

## 【0004】

上側ランプ207および下側ランプ223にはそれぞれ電極224が接続され、各ランプに電力を供給すると共に、各ランプの加熱具合は主制御部300に支配される加熱制御部302にて制御されている。

## 【0005】

ヒータアッセンブリは、平ギア277に機械的に接続された回転筒279内に收容されている。この回転筒279は、セラミック、グラファイト、より好ましくはシリコングラファイトで被覆したグラファイト等からなる。ヒータアッセンブリ、回転筒279は、チャンパ本体227内に收容されて真空密封され、更にチャンパ本体227のチャンパ底228の上に保持される。チャンパ壁は周知の循環式冷水フローシステムにより華氏約45  
~47度まで水冷される。

40

## 【0006】

回転筒279は、チャンパ底228上に回転自在に保持される。具体的には、平ギア276、277とがボールベアリング278によりチャンパ底228に回転自在に保持され、平ギア276と平ギア277とは噛み合うように配置されている。更に、平ギア276は、主制御部300にて支配される駆動制御部301にて制御されるサセプタ駆動機構267にて回転させられ、平ギア276、277を介して回転筒279を回転させている。回転筒279（回転ベース）の回転速度は、個々の処理に応じて5~60rpmであることが好ましい。

50

## 【0007】

処理炉202は、チャンバ本体227、チャンバ蓋226及びチャンバ底228からなるチャンバ225を有し、チャンバ225にて囲われた空間にて処理室201を形成している。

## 【0008】

ウエハ200は、円周方向において複数（例えば4つ）に分割された炭化ケイ素で被覆したグラファイト、クォーツ、純炭化ケイ素、アルミナ、ジルコニア、アルミニウム、又は鋼等の好適な材料からなる基板保持手段であるサセプタ217の上に保持される。

## 【0009】

なお、サセプタ217は円形形状をしており、具体的には中心のサセプタは円板状形状であり、それ以外はドーナツ形の平板形状であって、回転筒279にて支持されている。

10

## 【0010】

チャンバ蓋226にはガス供給管232が貫通して設けられ、処理室201に処理ガス230を供給し得るようになっている。ガス供給管232は、開閉バルブ243、流量制御手段であるマスフローコントローラ（以下、MFCという）241を介し、ガスA、ガスBのガス源に接続されている。ここで使用されるガスは、窒素等の不活性ガスや水素、アルゴン、六フッ化タンゲステン等の所望のガスが用いられ、ウエハ200上に所望の膜を形成させて半導体装置を形成させるものである。

## 【0011】

また、開閉バルブ243及びMFC241は、主制御部300にて支配されるガス制御部303に制御され、ガスの供給、停止及びガスの流量が制御される。

20

## 【0012】

なお、ガス供給管232から供給された処理ガス230は処理室201内にてウエハ200と反応し、残余ガスはチャンバ本体227に設けられた排気口であるガス排気口235から図示しない真空ポンプ等からなる排気装置を介し、処理室外へ排出される。

## 【0013】

処理炉202は、様々な製造工程においてウエハ200の放射率（エミシビティ）を測定し、その放射率を計算するための非接触式の放射率測定手段をも含む。この放射率測定手段は、主として放射率測定用プローブ260、放射率測定用リファレンスランプ265、光子密度検出部305およびプローブ260と光子密度検出部305とを結ぶ光ファイバー通信ケーブル306を含む。このケーブル306はサファイア製の光ファイバー通信ケーブルからなることが好ましい。プローブ260はプローブ回転機構274により回転自在に設けられ、プローブ260の一端をウエハ200又は参照光であるリファレンスランプ265の方向に方向付けられる。また、プローブ260は光ファイバー通信ケーブルとスリップ結合にて結合されているので、前述したようにプローブ260が回転しても接続状態は維持される。

30

## 【0014】

即ち、プローブ回転機構274は、放射率測定用プローブ260を回転させ、これによりプローブ260の先端が放射率測定用リファレンスランプ265に向けてほぼ上側に向けられる第1ポジションと、プローブ260がウエハ200に向けてほぼ下側に向けられる第2ポジションとに変えられる。従って、プローブ260の先端は、プローブ260の回転軸に対し直角方向に向けられていることが好ましい。このようにして、プローブ260はリファレンスランプ265から放射された光子の密度とウエハ200から放射された光子の密度を検知することができる。上述の放射率測定手段は、リファレンスランプ265からの放射とウエハ200からの放射を比較することにより、ウエハ200の放射率を測定する。

40

## 【0015】

ヒータアセンブリは回転筒279、サセプタ217及びウエハ200に完全に包囲されているので、放射率測定用プローブ260による読み取りに影響を与え得るヒータアッ

50

センブリから処理室 201 への光の漏れはない。

【0016】

仕切弁であるゲートバルブ 244 を開放し、チャンバ本体 227 に設けられた上は搬入搬出口 247 を通ってウエハ 200 を処理室 201 内に搬入し、ウエハ 200 をサセプタ 217 上に配置後、サセプタ回転機構 267 は処理中に回転筒 279 とサセプタ 217 を回転させる。ウエハ 200 の放射率の測定時には、プローブ 260 はウエハ 200 の真上のリファレンスランプ 265 に向くように回転し、リファレンスランプ 265 が点灯する。

【0017】

そして、プローブ 260 はリファレンスランプ 265 からの入射光子密度を測定する。リファレンスランプ 265 が点灯している間、プローブ 260 は第 1 ポジションから第 2 ポジションへと回転し、回転している間にリファレンスランプ 265 真下のウエハ 200 に向く。このポジションにおいて、プローブ 260 はウエハ 200 の表面の反射光子密度を測定する。

10

【0018】

続いてリファレンスランプ 265 が消灯される。ウエハ 200 に直接向いている間、プローブ 260 は、加熱されたウエハ 200 からの放射光子を測定する。プランクの法則によれば、特定の表面に放出されたエネルギーは表面温度の 4 乗に比例する。その比例定数はシュテファン・ボルツマン定数と表面放射率との積からなる。

【0019】

従って、非接触法における表面温度の決定時には、表面放射率を使用するのが好ましい。以下の式を用いてウエハ 200 の表面の全半球反射率を計算し、引き続きキルヒホッフの法則により放射率が得られる。

20

【0020】

(1) ウエハ反射率 = 反射光強度 / 入射光強度

(2) 放射率 = (1 - ウエハ反射率)

【0021】

一旦、ウエハの放射率が得られると、プランクの式からウエハ温度が得られる。この技法は、ウエハが高温で且つこのような適用において、上記計算の実行前に基本熱放射が減算される場合にも用いられる。

30

【0022】

処理炉 202 は更に温度検出手段である温度測定用プローブ 261 を含む。このプローブ 261 はチャンバ蓋 226 に固定され、すべての処理条件においてウエハ 200 の表面から放射される光子密度を常に測定する。プローブ 261 によって測定された光子密度に基づき温度検出部 304 にてウエハ温度に算出され、主制御部 300 にて設定温度と比較される。

【0023】

図 5 は従来の温度制御、加熱制御の流れを示す。主制御部 300 は温度測定結果  $t_1$  と温度設定値  $t_0$  より PID 演算 (S1) し、基準出力設定値  $P_0$  を求める。基準出力設定値  $P_0$  を SCR などの位相制御タイプの電圧調整器 (ゾーン A) に入力し、電圧調整器 (ゾーン A) はランプ (ゾーン A) に制御された電力  $P_a$  を供給する。また、基準出力設定値  $P_0$  に 10% 加算演算された出力設定値  $P_0'$  は、電圧調整器 (ゾーン B) に入力され、電圧調整器 (ゾーン B) はランプ (ゾーン B) に制御された電力  $P_b$  を供給する。

40

【0024】

さらに、基準出力設定値  $P_0$  に 20% 加算演算された出力設定値  $P_0''$  は、電圧調整器 (ゾーン C) と電圧調整器 (ゾーン D) に入力され、電圧調整器 (ゾーン C) と電圧調整器 (ゾーン D) は、それぞれランプ (ゾーン C) とランプ (ゾーン D) に制御された電力  $P_c$ ,  $P_d$  を供給する。各ゾーンのランプは上側ランプ 207、下側ランプ 223 で構成される。基準出力設定値に加算演算される値は、ウエハ面内が均一になるように事前に求めている。これによって、処理サイクル中の温度の均一性が確保される。

50

## 【0025】

なお、温度測定用プローブ261にて算出されたウエハ温度は、放射率測定用プローブ260にて算出された放射率により補正されることでウエハ温度の検出を可能としている。

## 【0026】

ウエハ200の処理後、ウエハ200は、複数の突上げピン266によりサセプタ217の真中にあるサセプタと共に真中以外のサセプタから持ち上げられ、処理炉202内でウエハ200を自動的にローディング及びアンローディングできるようにするために、ウエハ200の下に空間を形成する。突上げピン266は駆動制御部の制御のもと、昇降機構275によって上下する。

10

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0027】

しかしながら、このような一つの温度検出部の出力をもとに多ゾーンを制御するタイプの基板処理装置では、電源電圧変動、ランプ出力経時変化、電圧調整器変動などの変動要因により、ウエハが均一となるゾーン間のランプ電力バランスが崩れ、ウエハの均一性が規格外となる虞がある。

## 【0028】

本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、従来技術の問題点である電源電圧変動、ランプ出力経時変化、電圧調整器変動などの変動要因により、ウエハが均一となるゾーン間のランプ電力バランスが崩れ、ウエハの均一性が規格外となることを防止することで、異常なウエハの生産を防止することができる基板処理装置を提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0029】

上述した課題を解決するため、本発明に係る基板処理装置は、基板またはサセプタを加熱する複数の加熱ゾーンを有する加熱体と、基板またはサセプタの温度を測定する少なくとも一つの温度測定部と、前記各加熱ゾーンにおいて消費される電力を求める電力測定部と、温度設定値と前記温度測定部にて測定した温度に基づいて電力基準出力設定値を求めると共に、前記電力測定部により求めた各加熱ゾーンの電力と前記電力基準出力設定値に基づいて各加熱ゾーン毎の基準出力設定値を求め、前記基準出力設定により各加熱ゾーンを制御する制御部とを備えるものである。

30

## 【0030】

なお、前記制御部は前記電力基準出力設定に、所定の演算を実施し、一つまたは複数の電力出力設定値を求め、一つの基準加熱体以外の一つまたは複数の加熱体の測定された電力と一つまたは複数の前記電力出力設定をもとに、PID演算などにより一つまたは複数の出力設定を求め、その一つまたは複数の出力設定により、前記基準加熱体以外の一つまたは複数の加熱体を制御することができる。

## 【発明の効果】

## 【0031】

以上に詳述したように本発明によれば、電源電圧変動、ランプ出力経時変化、電圧調整器変動などの変動要因により、ウエハが均一となるゾーン間のランプ電力バランスが崩れ、ウエハの均一性が規格外となることを防止することができ、異常なウエハの生産を防止することができる基板処理装置を提供することができる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0032】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

## 【0033】

図1は本発明が適用される基板処理装置の全体構成を示す平面図である。なお、処理炉の構造は図4に示したものと同一のものとする。

50

## 【0034】

なお、本発明が適用される基板処理装置においては、ウエハなどの基板を搬送するキャリアとしては、FOUP (Front Opening Unified Pod: 以下ポッドという。) が使用されている。また、以下の説明において、前後左右は図1を基準としている。即ち図1に示されている装置において、前は紙面の下、後は紙面の右、左右は紙面の左右とする。

## 【0035】

図1に示されているように、基板処理装置は真空状態などの大気圧未満の圧力(負圧)に耐えるロードロックチャンバ構造に構成された第1の搬送室103を備えており、第1の搬送室103の筐体101は平面視が六角形で上下両端が閉塞した箱形状に形成されている。第1の搬送室103には、負圧下でウエハ200を移載する第1のウエハ移載機112が設置されている。前記第1のウエハ移載機112は、エレベータ115によって、第1の搬送室103の機密性を維持しつつ昇降できるように構成されている。

10

## 【0036】

筐体101の六枚の側壁のうち前側に位置する二枚の側壁には、搬入用の予備室122と搬出用の予備室123とがそれぞれゲートバルブ244, 127を介して連結されており、それぞれ負圧に耐え得るロードロックチャンバ構造に構成されている。さらに、予備室122には搬入室用の基板置き台140が設置され、予備室123には搬出室用の基板置き台141が設置されている。

## 【0037】

予備室122および予備室123の前側には、略大気圧下で用いられる第2の搬送室121がゲートバルブ128, 129を介して連結されている。第2の搬送室121にはウエハ200を移載する第2のウエハ移載機124が設置されている。

20

## 【0038】

図1に示されているように、第2の搬送室121の左側にはオリフラ合わせ装置106が設置されている。

## 【0039】

図1に示されているように、第2の搬送室121の筐体125には、ウエハ200を第2の搬送室121に対して搬入搬出するためのウエハ搬入搬出口134を備え、このウエハ搬入搬出口134よりを介してポッド100のウエハ出し入れを可能にする。なお、ウエハ搬入搬出口134にはこの出口を閉塞する蓋とこの蓋を開閉するキャップ開閉機構とが備えられている。ポッド100は図示しない工程内搬送装置(RGV)によって、前記I Oステージ105に、供給および排出されるようになっている。

30

## 【0040】

図1に示されているように、筐体101の六枚の側壁のうち背面側に位置する二枚の側壁には、ウエハに所望の処理を行う第1の処理炉202と、第2の処理炉137とがそれぞれ隣接して連結されている。第1の処理炉202および第2の処理炉137はいずれもコールドウォール式の処理炉によってそれぞれ構成されている。また、筐体101における六枚の側壁のうちの残りの互いに対向する二枚の側壁には、第3の処理炉としての第1のクーリングユニット138と、第4の処理炉としての第2のクーリングユニット139とがそれぞれ連結されており、第1のクーリングユニット138および第2のクーリングユニット139は何れも処理済のウエハ200を冷却するように構成されている。

40

## 【0041】

以下、前記構成をもつ基板処理装置を使用した処理工程を説明する。

## 【0042】

未処理のウエハ200は25枚がポッド100に収納された状態で、処理工程を実施する基板処理装置へ工程内搬送装置によって搬送されてくる。図1に示されているように、搬送されてきたポッド100はI Oステージ105の上に工程内搬送装置から受け渡されて載置される。ポッド100のキャップ及びウエハ搬入搬出口134を開閉する蓋142がキャップ開閉機構136によって取外され、ポッド100のウエハ出し入れ口が開放される。

50

## 【0043】

ポッド100がポッドオープナ108により開放されると、第2の搬送室121に設置された第2のウエハ移載機124はポッド100からウエハ200をピックアップし、予備室122に搬入し、ウエハ200を基板置き台140に移載する。この移載作業中には、第1の搬送室103側のゲートバルブ244は閉じられており、第1の搬送室103の負圧は維持されている。ウエハ200の基板置き台140への移載が完了すると、ゲートバルブ128が閉じられ、予備室122が排気装置(図示せず)によって負圧に排気される。

## 【0044】

予備室122が予め設定された圧力値に減圧されると、ゲートバルブ244, 130が開かれ、予備室122、第1の搬送室103、第1の処理炉202が連通される。続いて、第1の搬送室103の第1のウエハ移載機112は基板置き台140からウエハ200をピックアップして第1の処理炉202に搬入する。そして、第1の処理炉202内に処理ガスが供給され、所望の処理がウエハ200に行われる。

10

## 【0045】

第1の処理炉202で前記処理が完了すると、処理済のウエハ200は第1の搬送室103の第1のウエハ移載機112によって第1の搬送室103に搬出される。

## 【0046】

そして、第1のウエハ移載機112は第1の処理炉202から搬出したウエハ200を第1のクーリングユニット138へ搬入し、処理済のウエハを冷却する。

20

## 【0047】

第1のクーリングユニット138にウエハ200を移載すると、第1のウエハ移載機112は予備室122の基板置き台140に予め準備されたウエハ200を第1の処理炉202に前述した作動によって移載し、第1の処理炉202内に処理ガスが供給され、所望の処理がウエハ200に行われる。

## 【0048】

第1のクーリングユニット138において、予め設定された冷却時間が経過すると、冷却済みのウエハ200は第1のウエハ移載機112によって第1のクーリングユニット138から第1の搬送室103に搬出される。

## 【0049】

冷却済みのウエハ200が第1のクーリングユニット138から第1の搬送室103に搬出された後、ゲートバルブ127が開かれる。そして、第1のウエハ移載機112は第1のクーリングユニット138から搬出したウエハ200を予備室123へ搬送し、基板置き台141に移載した後、予備室123はゲートバルブ127によって閉じられる。

30

## 【0050】

予備室123がゲートバルブ127によって閉じられると、前記排出用予備室123内が不活性ガスにより略大気圧に戻される。前記予備室123内が略大気圧に戻されると、ゲートバルブ129が開かれ、第2の搬送室121の予備室123に対応したウエハ搬入搬出口134を閉塞する蓋142と、Iオステージ105に載置された空のポッド100のキャップがポッドオープナ108によって開かれる。

40

## 【0051】

続いて、第2の搬送室121の第2のウエハ移載機124は基板置き台141からウエハ200をピックアップして第2の搬送室121に搬出し、第2の搬送室121のウエハ搬入搬出口134を通してポッド100に収納していく。処理済の25枚のウエハ200のポッド100への収納が完了すると、ポッド100のキャップとウエハ搬入搬出口134を閉塞する蓋142がポッドオープナ108によって閉じられる。閉じられたポッドはIオステージ105の上から次の工程へ工程内搬送装置によって搬送されていく。

## 【0052】

以上の作動が繰り返されることにより、ウエハが順次処理されていく。以上の作動は第1の処理炉202及び第1のクーリングユニット138が使用される場合を例にして説明

50

したが、第2の処理炉137及び第2のクーリングユニット139が使用される場合についても同様の作動が行われる。

【0053】

なお、上述の基板処理装置では、予備室122を搬入用、予備室123を搬出用としたが、予備室123を搬入用、予備室122を搬出用としてもよい。また、第1の処理炉202と第2の処理炉137は、それぞれ同じ処理を行っても良いし、別の処理を行っても良い。第1の処理炉202と第2の処理炉137で別の処理を行う場合、例えば第1の処理炉202でウエハ200にある処理を行った後、続けて第2の処理炉137で別の処理を行わせても良い。また、第1の処理炉202でウエハ200にある処理を行った後、第2の処理炉137で別の処理を行わせる場合、第1のクーリングユニット138（又は第2のクーリングユニット139）を経由するようにしても良い。

10

【0054】

処理炉（第1の処理炉）202の基本構造は、従来技術の図4に示したものと同一であり、ここでの説明を省略する。図2に一つのゾーンにおけるランプの電力測定システムの例を示す。各ランプ（上側ランプ及び下側ランプ）400には電圧調整器405により電圧調整がされた交流電力が交流電源406より供給される。印加される電圧は、電圧測定部401により測定され、その測定値は電力測定部402に入力される。ランプに流れる電流は、電流測定部403により測定され、その測定値は電力測定部402に入力される。電力測定部402にて電力を求め、その電力測定値は主制御部300に入力される。

【0055】

図3は、本発明の温度制御・加熱制御の流れを示す。主制御部300は温度測定結果 $t_1$ と温度設定値 $t_0$ よりPID演算を行い（S1）、基準電力出力設定値 $P_0$ を求める。基準電力出力設定値 $P_0$ と基準ランプの電力測定値（ゾーンA） $P_{1a}$ よりPID演算を行い（S2）、基準出力設定値 $P_{0a}$ を求める。基準出力設定値をSCRなどの位相制御タイプの電圧調整器（ゾーンA）に入力し、電圧調整器（ゾーンA）はランプ（ゾーンA）に制御された電力 $P_a$ を供給する。温度のPID演算より電力のPID演算の方が演算周期は短い。

20

【0056】

また、基準電力出力設定値は10%加算演算される。演算結果の電力出力設定値 $P_{0'}$ とランプの電力測定値（ゾーンB） $P_{1b}$ よりPID演算し（S3）、出力設定値 $P_{0b}$ を求める。出力設定値 $P_{0b}$ は、電圧調整器（ゾーンB）に入力され、電圧調整器（ゾーンB）はランプ（ゾーンB）に制御された電力 $P_b$ を供給する。温度のPID演算より電力のPID演算の方が演算周期は短い。

30

【0057】

さらに、基準電力出力設定値は20%加算演算される。演算結果の電力出力設定値 $P_{0''}$ とランプの電力測定値（ゾーンC） $P_{1c}$ よりPID演算し（S4）、出力設定値 $P_{0c}$ を求める。出力設定値 $P_{0c}$ は、電圧調整器（ゾーンC）に入力され、電圧調整器（ゾーンC）はランプ（ゾーンC）に制御された電力 $P_c$ を供給する。また、ゾーンCで用いた電力出力設定値 $P_{0''}$ と同様の電力出力設定値とランプの電力測定値（ゾーンD） $P_{1d}$ よりPID演算が行われ（S5）、出力設定値 $P_{0d}$ を求める。出力設定値 $P_{0d}$ は、電圧調整器（ゾーンD）に入力され、電圧調整器（ゾーンD）はランプ（ゾーンD）に制御された電力 $P_d$ を供給する。温度のPID演算より、電力のPID演算の方が演算周期は短い。

40

【0058】

各ゾーンのランプは、図4で示したように、上側ランプ207、下側ランプ223で構成される。基準電力出力設定値に加算演算される値は、ウエハ面内が均一になるように事前に求めている。これによって処理サイクル中の温度の均一性が確保される。

【0059】

なお、温度測定用プローブ261にて算出されたウエハ温度は、放射率測定用プローブ260にて算出された放射率により補正されることでウエハ温度の検出を可能としている

50



。ウエハ 200 の処理後、ウエハ 200 は複数の突上げピン 266 によりサセプタ 217 の真中にあるサセプタとともに真中以外のサセプタから持ち上げられ、処理炉 202 内では 200 の下に空間を形成する。突上げピン 266 は駆動制御部の制御のもと、昇降ピン 275 によって上下する。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図 1】本発明の実施の形態における処理炉を示す平面図である。

【図 2】一つのゾーンにおけるランプの電力測定システムの例を示すブロック図である。

【図 3】本発明の実施の形態における温度制御・加熱制御の動作を示すフローチャートである。

【図 4】従来及び本発明の処理炉の一例を示す断面側面図である。

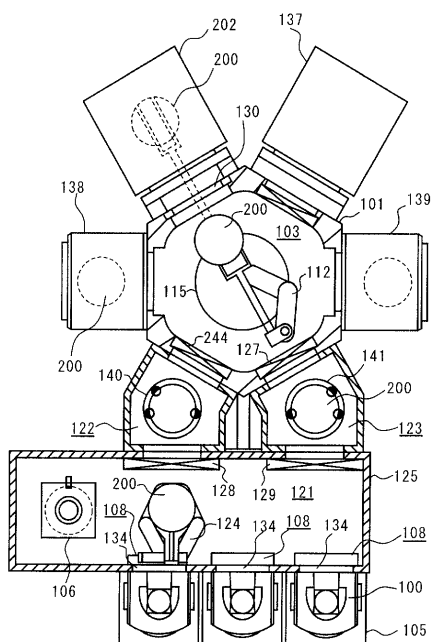
【図 5】従来の温度制御・加熱制御の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

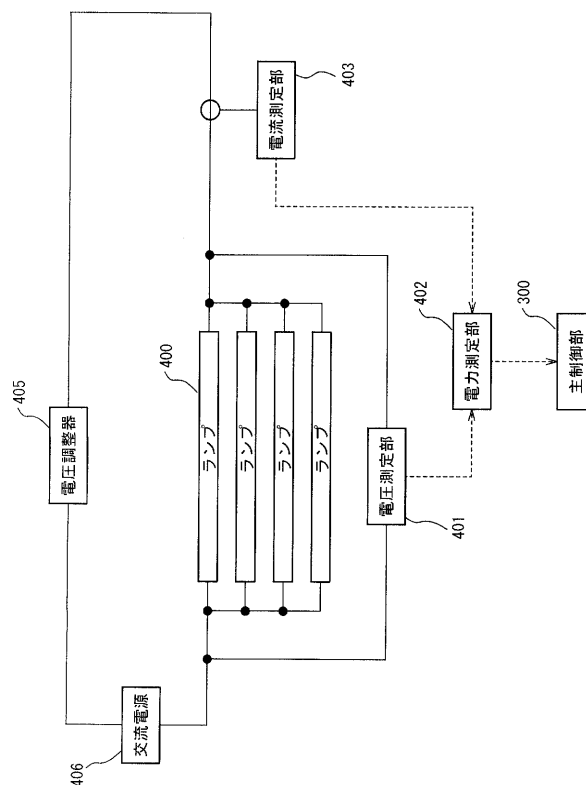
【0061】

200 ウエハ、202 処理炉、261 温度測定用プローブ、300 主制御部、302 加熱制御部、304 温度検出部、305 光子密度検出部、400 ランプ、401 電圧測定部、402 電力測定部、405 電圧調整器。

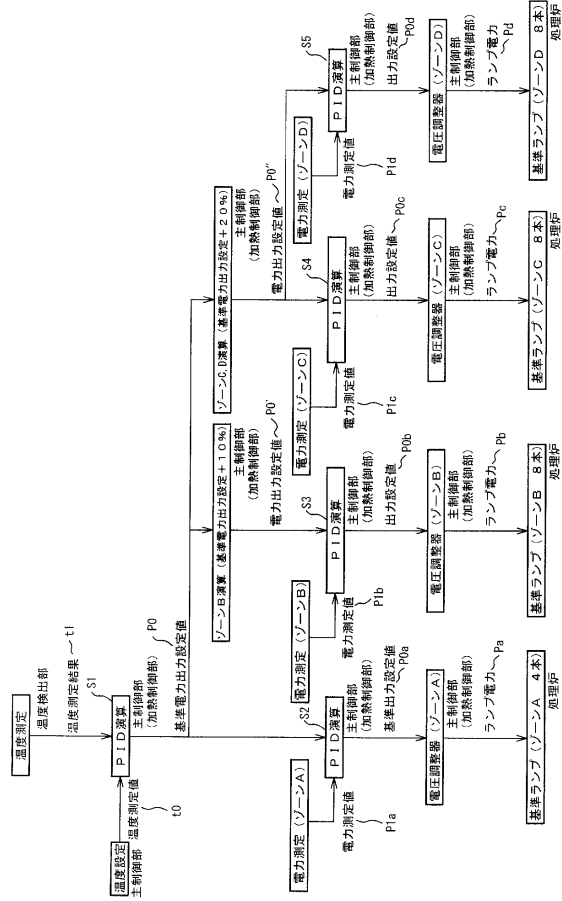
【図 1】



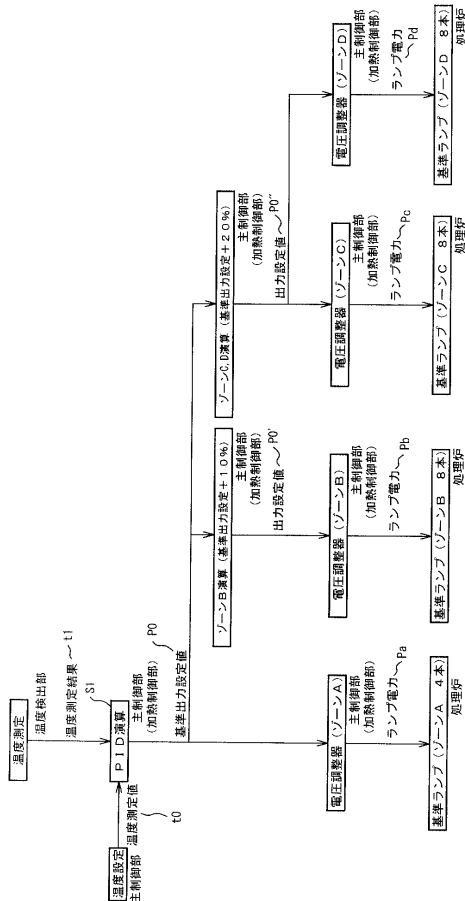
【図 2】



【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】

