

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4938552号
(P4938552)

(45) 発行日 平成24年5月23日(2012.5.23)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.

H05B 3/00 (2006.01)

F I

H05B 3/00 365D

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-139812 (P2007-139812)
(22) 出願日 平成19年5月28日(2007.5.28)
(65) 公開番号 特開2008-293864 (P2008-293864A)
(43) 公開日 平成20年12月4日(2008.12.4)
審査請求日 平成22年1月6日(2010.1.6)

(73) 特許権者 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100094916
弁理士 村上 啓吾
(74) 代理人 100073759
弁理士 大岩 増雄
(74) 代理人 100093562
弁理士 児玉 俊英
(74) 代理人 100088199
弁理士 竹中 孝生
(72) 発明者 高田 真嗣
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加熱装置および加熱装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被加熱基板が載置され上記被加熱基板を支持する熱容量の小さい支持板と、
上記支持板の下方に上下動可能に配置されて上記支持板との接触により上記支持板を加熱する熱容量の大きいホットプレートと、
上記ホットプレートを上下に移動させるアクチュエータと、
上記アクチュエータをONで上昇させ上記ホットプレートと上記支持板とを接触させ、OFFで下降させ上記ホットプレートと上記支持板とを離れさせる、ON/OFF制御を行う制御手段とを備え、
上記制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えて上記アクチュエータを駆動させ、
上記ホットプレートと上記支持板との面接触時間を変化させて上記支持板に載置された被加熱基板の温度を制御することを特徴とする加熱装置。

【請求項2】

上記アクチュエータが、上記ホットプレートを支持する弾性部材と、上記弾性部材が設置された受け板とを介して、上記ホットプレートを上下に移動させる請求項1に記載の加熱装置。

【請求項3】

被加熱基板が載置され上記被加熱基板を支持する熱容量の小さい支持板と、
上記支持板の下方に上下動可能に配置されて上記支持板との接触により上記支持板を加熱する熱容量の大きいホットプレートと、

10

20

上記ホットプレートを上下に移動させるアクチュエータと、
上記アクチュエータをONで上昇させ上記ホットプレートと上記支持板とを接触させ、OFFで下降させ上記ホットプレートと上記支持板とを離れさせる、ON/OFF制御を行う制御手段とを備えた加熱装置の制御方法であって、
上記ホットプレートの温度を一定に保った状態で、上記制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えて上記アクチュエータを駆動させ、上記ホットプレートと上記支持板との面接触時間を変化させて上記支持板に載置された被加熱基板の温度を制御することを特徴とする加熱装置の制御方法。

【請求項4】

上記加熱装置は、上記被加熱基板をどのように温度変化させるかを示す規定温度プロファイルが記憶される記憶部と、上記被加熱基板の温度を計測する基板温度検出器とを備え、上記ホットプレートの温度を一定に保った状態で、上記制御手段が、上記基板温度検出器での検出温度データと上記記憶部に記憶された上記規定温度プロファイルとを比較するフィードバック制御により一定周期内のON/OFF比率を変えて上記アクチュエータを駆動させることを特徴とする請求項3に記載の加熱装置の制御方法。

10

【請求項5】

上記制御手段が、上記基板温度検出器での検出温度データと上記記憶部に記憶された上記規定温度プロファイルとの比較により上記被加熱基板と上記支持板間の異常検出を行うことを特徴とする請求項4に記載の加熱装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

この発明は、被加熱基板を加熱するための加熱装置および加熱装置の制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の高速熱処理成膜装置は、サセプターを昇降温速度の速い材質で形成し、サセプターの下方に、昇降温速度の速い素線から形成した抵抗加熱ヒータを上下動自在に配設し、通常はヒータを下降させた状態でサセプターが比較的低温の状態となるように温度コントロールし、基板を加熱する際はヒータを上昇させると同時に、ヒータの出力を上げて基板を高速昇温させる（例えば、特許文献1参照）。

30

また、従来の加熱装置は、ウェハを支持するプロキシミティピンをホットプレートに対して昇降することによりウェハとホットプレートとの間の距離（プロキシミティギャップ）を変化させ、ホットプレートの温度を一定に保った状態で、プロキシミティギャップおよびプロキシミティピンの昇降速度を制御してウェハの処理温度を変更する（例えば、特許文献2）。

【0003】

【特許文献1】特開平8-176831号公報（段落番号[0005]、[0013]、図1、図2、図7等）

【特許文献2】特開平6-181173号公報（段落番号[0013]、[0020]、[0021]、図1等）

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の加熱装置では、温度制御を実現させるために、ヒータの出力を高速に変化させる必要があるため、ヒータが劣化しやすく寿命が短くなるという問題があった。また、昇降温速度の速い基板保持材料とヒータユニットが必須であり、材料選択などの設計制約条件が多く、高価な装置となってしまう問題があった。

また、ヒータの温度を一定に保ち、基板を昇降して基板とヒータとの距離および基板の昇降速度を変化させることによりウェハの処理温度を変更する場合には、その距離および

50

速度の微妙な調整が必要となる。そして、その微妙な調整のために高精度の昇降メカ機構が必要であり、高価な装置となってしまう問題があった。

【 0 0 0 5 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、安価な設備で安定した温度制御が可能な加熱装置および加熱装置の制御方法を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

この発明の加熱装置は、被加熱基板が載置され被加熱基板を支持する熱容量の小さい支持板と、支持板の下方に上下動可能に配置されて上記支持板との接触により上記支持板を加熱する熱容量の大きいホットプレートと、ホットプレートを上下に移動させるアクチュエータと、アクチュエータをONで上昇させホットプレートと支持板とを接触させ、OFFで下降させホットプレートと支持板とを離れさせる、ON/OFF制御を行う制御手段とを備えている。そして、制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えてアクチュエータを駆動させホットプレートと支持板との面接触時間を変化させて上記支持板に載置された被加熱基板の温度を制御するものである。

10

【 0 0 0 7 】

また、この発明の加熱装置の制御方法は、被加熱基板が載置され被加熱基板を支持する熱容量の小さい支持板と、支持板の下方に上下動可能に配置されて上記支持板との接触により上記支持板を加熱する熱容量の大きいホットプレートと、ホットプレートを上下に移動させるアクチュエータと、アクチュエータをONで上昇させホットプレートと支持板とを接触させ、OFFで下降させホットプレートと支持板とを離れさせる、ON/OFF制御を行う制御手段とを備えた加熱装置の制御方法である。そして、ホットプレートの温度を一定に保った状態で、制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えてアクチュエータを駆動させホットプレートと支持板との面接触時間を変化させて上記支持板に載置された被加熱基板の温度を制御するものである。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

この発明の加熱装置によれば、制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えてアクチュエータを駆動させホットプレートと支持板との面接触時間を変化させることにより、被加熱基板の温度制御を行うため、ホットプレートの温度を一定に保った状態で被加熱基板を温度制御することができる。従って、ホットプレートに使用されるヒータの劣化を防ぐとともに、簡単な構成で高精度に被加熱基板の温度を制御することができ、安価な加熱装置を提供することができる。

30

【 0 0 0 9 】

またこの発明の加熱装置の制御方法によれば、ホットプレートの温度を一定に保った状態で、制御手段が一定周期内のON/OFF比率を変えてアクチュエータを駆動させホットプレートと支持板との面接触時間を変化させることにより、被加熱基板の温度を制御する。従って、ホットプレートに使用されるヒータの劣化を防ぐとともに、簡単な構成の加熱装置で高精度に被加熱基板の温度を制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 .

図 1 および図 2 はこの発明の実施の形態 1 による加熱装置を示す断面図である。図 1、図 2 に示すように、加熱装置 100 は、被加熱基板 1 を載置して支持する支持板 2 と、支持板の下方に配置されるホットプレート 3 と、ホットプレート 3 を下方から支持するスプリング 4 と、スプリング 4 が設置されこのスプリング 4 を介してホットプレート 3 を支持する受け板 5 と、受け板 5 を上下に移動させるアクチュエータ 6 と、アクチュエータ 6 を上下駆動させる制御手段 7 を備えている。

【 0 0 1 1 】

支持板 2 は、必要剛性を確保しつつできるだけ平坦で薄く加工することが望ましく、そ

50

の材質としては熱容量の小さい、例えば銅、アルミニウム、ステンレス鋼等の金属等を使用する。この支持板 2 は熱伝導率の小さいガラエポ等の絶縁材料を介して支持フレーム 2 1 に固定されており、被加熱基板 1 は支持板 2 の上面と面接触するように載置されている。

ホットプレート 3 は内部にヒータ 3 1 (図 3 参照) と熱電対などのプレート温度検出器 3 2 とを有し、プレート温度検出器 3 2 でホットプレート 3 の温度を計測してヒータ 3 1 の出力を制御することによりホットプレート 3 の温度を調整することができる。なお、本実施の形態 1 ではホットプレート 3 の内部にプレート温度検出器 3 2 を設置しているが、これに限られるものではなく、例えばホットプレート 3 とは別に外部に設けてもよい。

支持板 2 およびホットプレート 3 の中央部にはそれぞれ貫通孔 2 2、3 3 が設けられており、この貫通孔 2 2、3 3 には、被加熱基板 1 の下面温度を計測するための基板温度検出器 8 が配置されている。そして、基板温度検出器 8 は、支持板 2、ホットプレート 3 およびスプリング 4 と干渉しないように図示しない固定具により支持フレーム 2 1 に固定されている。

アクチュエータ 6 は、エアシリンダー等のエア駆動タイプや電磁ソレノイドなどの電磁駆動タイプを使用し、制御手段 7 からの ON / OFF 指令により上下駆動される。

制御手段 7 は、ON でアクチュエータ 6 を上昇させホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面とを接触させ、OFF でアクチュエータ 6 を下降させホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面とを離れさせる、ON / OFF 制御を行う。これにより、ホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面との面接触時間を変化させて、被加熱基板 1 の温度が制御をされる。

被加熱基板 1 の上方には、排気ダクト 1 0 を設けており、この排気ダクト 1 0 は、ホットプレート 3 の熱で雰囲気温度が上昇して加熱制御に影響を与えることを防ぐために、換気を行っている。もちろん、排気ダクト 1 0 に限らず、雰囲気を循環させるなど雰囲気温度の上昇を防ぐことができる換気手段であればどのようなものを設置してもよい。

【0012】

ここで、アクチュエータ 6 の上下駆動とホットプレート 3 の位置および状態について説明する。

図 1 は制御手段 7 の OFF 指令でアクチュエータ 6 が下方へ移動することによりホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面が離れている状態 (下降状態) を示し、図 2 は制御手段 7 の ON 指令でアクチュエータ 6 が上方へ移動することによりホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面が接触している状態 (上昇状態) を示している。

図 1 の下降状態においては、支持板 2 とホットプレート 3 が十分な間隔を持って配置されており、ホットプレート 3 の熱により支持板 2 が加熱されない、すなわち支持板 2 に載置された被加熱基板 1 が加熱されない状態である。

図 2 の上昇状態においては、支持板 2 とホットプレート 3 が接触し、被加熱基板 1 が支持板 2 と接触して載置されているため、ホットプレート 3 の熱が伝導することにより被加熱基板 1 が加熱される状態である。

ホットプレート 3 はアクチュエータ 6 が上下駆動することによりこの 2 つの位置、すなわち下降状態または上昇状態のいずれかの位置にセットされている。

なお、ホットプレート 3 が受け板 5 やアクチュエータ 6 に直接支持される構成としても、ホットプレート 3 は上記いずれか 2 つの位置にセットするだけでよい。そのため、その位置決めは容易であるが、本実施の形態 1 のように、ホットプレート 3 と受け板 5 の間に弾性部材であるスプリング 4 を介する構成とすれば、スプリング 4 が上下方向に弾性変形することによりホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面をより簡単に密着させることができ、接触させるための位置決めがさらに容易となる。なお、弾性部材はスプリング 4 に限られず、上下方向に弾性変形するものであれば適用することができる。

【0013】

次に、本実施の形態 1 の加熱装置 100 の制御系の概略を説明する。

図 3 は本実施の形態 1 による加熱装置 100 の制御ブロック図であり、図 4 は本実施の

10

20

30

40

50

形態 1 における規定温度プロファイルとこの温度プロファイルに対応するアクチュエータの駆動状態を示す図である。

【 0 0 1 4 】

図 3 に示すように、制御手段 7 は CPU 等からなる制御部 7 1 と制御部 7 1 に接続され制御データ等が記憶されるハードディスク等からなる記憶部 7 2 とを備えている。制御部 7 1 はアクチュエータ 6 に接続され、記憶部 7 2 に記憶された制御データ等に基づいてアクチュエータ 6 の駆動を制御する。また、制御部 7 1 は基板温度検出器 8 と接続され、基板温度検出器 8 で計測された被加熱基板 1 の下面温度データを得てフィードバック制御をする。

ホットプレート 3 に備えられたヒータ 3 1 およびプレート温度検出器 3 2 は、温調器 9 に接続されており、プレート温度検出器 3 2 で計測されたホットプレート 3 の温度データに基づいて温調器 9 で温度モニタし、温調器 9 によりヒータ 3 1 の出力を制御することにより、ホットプレート 3 は所定の設定温度に一定して保たれる。

また、温調器 9 と制御部 7 1 は、例えばシリアル通信などのデータ通信手段等を介して接続されている。そして、被加熱基板 1 の種類の変更や使用用途の変更により規定温度プロファイルを変更する際に、必要に応じて制御部 7 1 から温調器 9 へホットプレート 3 の設定温度変更を指令したり、また、温調器 9 から制御部 7 1 へホットプレート 3 の温度データの送信等を行う。

【 0 0 1 5 】

記憶部 7 2 には、例えば、図 4 (a) に示すような温度プロファイルが記憶されている。ここで、温度プロファイルとは、加熱装置 1 0 0 に載置された被加熱基板 1 をどのように温度変化させるかを示すものであり、あらかじめ設定する被加熱基板 1 の時間に対する温度変化の計画ラインである。そして図 4 (b) は、図 4 (a) に示す温度プロファイル通りに被加熱基板 1 が温度変化するような、時間に対するアクチュエータ 6 の上昇状態 (ON) および下降状態 (OFF) を示している。

ここで、上述の通り、アクチュエータ 6 の上昇は制御手段 7 に備えられた制御部 7 1 からの ON 指令により実行され、ホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面とが接触する。また、アクチュエータ 6 の下降は制御部 7 1 からの OFF 指令により実行され、ホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面とが離れる。

このような温度プロファイルに対応するアクチュエータ 6 の一定周期内の上昇状態と下降状態の継続時間比、すなわち制御部 7 1 の一定周期内の ON / OFF 比率をあらかじめ実験等により測定し、このデータも記憶部 7 2 に記憶させておく。そして、実際に被加熱基板 1 を加熱する際には、制御部 7 1 が図 4 (b) に示すような一定周期内の ON / OFF 比率を変化させる PWM 制御をすることにより、温度プロファイルに沿う温度加熱を実行する。

なお、被加熱基板の種類や、その用途、条件によって、各場合に応じた複数の温度プロファイルを準備し、各温度プロファイルに対応する一定周期内の ON / OFF 比率をあらかじめ測定して、これらのデータを制御データとして記憶部 7 2 に記憶させておけば、状況に応じて使用する温度プロファイルを選択し、制御部 7 1 が選択した温度プロファイルに対応する一定周期内の ON / OFF 比率により PWM 制御を行い、場合に応じた加熱を実施することができる。

【 0 0 1 6 】

次に被加熱基板 1 の加熱手順を説明する。本実施の形態 1 では、記憶部 7 2 に記憶されている複数の温度プロファイルから、図 4 (a) に示す温度プロファイルの規定温度プロファイルとして選択し、図 4 (a) に示す規定温度勾配 T で目標設定温度 $Max T$ まで被加熱基板 1 を加熱する場合について説明する。

まず、あらかじめホットプレート 3 の温度を図 4 (a) の規定温度プロファイルに対応する設定温度に保っておく。

そして、被加熱基板 1 を支持板 2 上の所定位置に載置して、規定温度プロファイルに基づいて加熱を開始する。すなわち、図 4 (b) に示す一定周期 T 内の ON / OFF 比率に

10

20

30

40

50

基づき、制御部 71 がアクチュエータ 6 の上下駆動を開始する。

【0017】

基板温度検出器 8 で計測された被加熱基板 1 の下面温度データは随時制御部 71 にフィードバックされ、制御部 71 でこの温度データと規定温度プロファイルとを比較することにより制御部 71 はフィードバック制御を行う。

例えば、図 4 (a) に示す時間 t_1 において、規定温度プロファイル通りに加熱が進行していれば、被加熱基板 1 の下面温度は T_1 となるが、時間 t_1 に計測された実際の被加熱基板 1 の温度データが $T_1 + (\quad > 0)$ であった場合には、予定より早く、すなわち、温度 だけ被加熱基板 1 の温度が早く上昇していることがわかる。

このように、制御部 71 は基板温度検出器 8 で計測された被加熱基板 1 の下面温度データと規定温度プロファイルとを比較して、被加熱基板 1 が予定より早く加熱されていることを検出した場合には、温度上昇を抑えるため、図 4 (b) に示す一定周期内の ON / OFF 比率を変化させる。すなわち、制御部 71 は図 4 (b) に示す現状の ON / OFF 比率よりも OFF の比率が高くなるように ON / OFF 比率を変化させて指令をし、図 4 (a) の規定温度プロファイルを満たすような加熱制御を行う。また逆に、基板温度検出器 8 で計測された温度データが T_1 よりも低い場合には、予定より被加熱基板 1 の温度上昇が遅いことを示すため、図 4 (b) に示す現状の ON / OFF 比率よりも ON の比率が高くなるように、制御部 71 は比率を変化させて制御を行う。

なお、図 4 (b) に示す周期 T は、支持板 2 の剛性、アクチュエータ 6 の仕様が許す限り短く設定し、周期 T を短く設定することでより綿密な温度制御をすることができる。

また、規定温度プロファイルと、基板温度検出器 8 で計測された温度データが大きく異なる場合には、被加熱基板 1 と支持板 2 との接触不良等による異常であることが考えられ、このような異常検出も制御部 71 にて行われる。

【0018】

基板温度検出器 8 には、赤外線を検知する等により温度を検出するような非接触タイプの温度検出器や、スプリング構造を有したバヨネット型熱電対等により温度を検出するような接触タイプの温度検出器を使用することができる。例えば、非接触タイプの温度検出器を基板温度検出器 8 として使用する場合には、あらかじめ測定等により求められた被加熱基板 1 の放射率データを記憶部 72 に記憶させておく。制御部 71 は、記憶部 72 に記憶された放射率データに基づいて基板温度検出器 8 の温度データを温度補正し、被加熱基板 1 の正確な温度判断を行っている。なお、放射率データは被加熱基板の種類によって異なるため、各種被加熱基板の放射率データを記憶部 72 に記憶させておくことにより、制御部 71 は必要な被加熱基板の放射率データを選択し温度補正を行うことができる。

【0019】

上記の加熱手順により制御部 71 は被加熱基板 1 の加熱制御を行う一方、温調器 9 からのデータを受信し、ヒータ 31 の接続不良など設備の異常の検出を行っている。

【0020】

以上のように、本実施の形態 1 によれば、制御手段 7 の制御部 71 が、一定周期内の ON / OFF 比率を変えてアクチュエータ 6 を上下駆動させホットプレート 3 と支持板 2 との面接触時間を変化させることにより、被加熱基板 1 の温度制御を行うため、熱容量の大きなホットプレート 3 の温度を一定に固定したまま、ホットプレート 3 から被加熱基板 1 へ供給する熱エネルギー量を制御できる。従って、ホットプレート 3 に使用されるヒータ 31 の出力を高速で変化する必要がなく、ヒータ 31 の劣化を防ぐとともに、ヒータ 31 の出力制御では実現困難な時定数の小さい温度制御、すなわち、規定温度プロファイルの温度変化ラインに沿った高精度な温度制御を行うことができる。

【0021】

また、アクチュエータ 6 を上下し、ホットプレート 3 が支持板 2 に接触する位置（上昇状態）および接触しない位置（下降状態）のいずれかにセットされることにより温度制御ができるため、ホットプレート 3 の位置の微妙な調整が不要であり、ホットプレート 3 の昇降位置決めが容易である。そして、微妙な位置決めが不要であるため、例えばエアシリ

10

20

30

40

50

ンダーなどの簡単で安価な昇降機構をアクチュエータ 6 として使用することができ、安定した温度制御を行うことができる。

【 0 0 2 2 】

また安価で温度安定性の良いホットプレート 3 と、安価で簡単な構成のアクチュエータ 6 を使用することにより、高精度な温度制御が可能な加熱装置 1 0 0 を安価に提供することができる。

【 0 0 2 3 】

また、スプリング 4 を介してホットプレート 3 を支持する構成とすれば、スプリング 4 が上下方向に弾性変形することにより、ホットプレート 3 の上面と支持板 2 の下面をより簡単に密着させることができ、支持板 2 とホットプレート 3 とを接触させるための位置決めがさらに容易となる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 4 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 における加熱装置（下降状態）を示す断面図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 における加熱装置（上昇状態）を示す断面図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 における加熱装置の制御ブロック図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 における、温度プロファイルとこの温度プロファイルに対応するアクチュエータの駆動状態を示す図である。

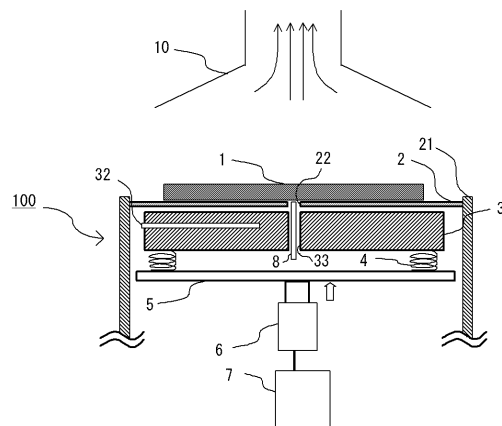
【符号の説明】

【 0 0 2 5 】

20

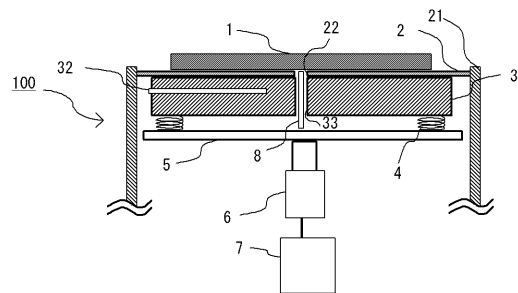
1 被加熱基板、2 支持板、3 ホットプレート、4 スプリング（弾性部材）、5 受け板、6 アクチュエータ、7 制御手段。

【図 1】

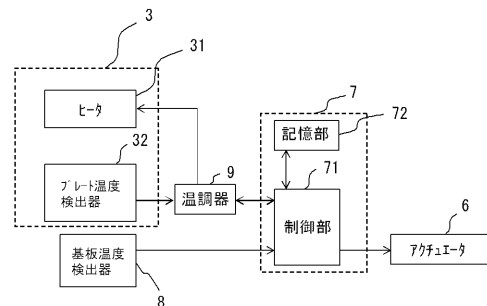


- 1: 被加熱基板
- 2: 支持板
- 3: ホットプレート
- 4: スプリング（弾性部材）
- 5: 受け板
- 6: アクチュエータ
- 7: 制御手段

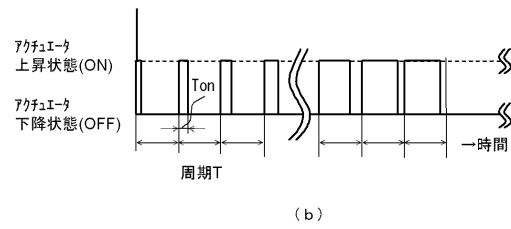
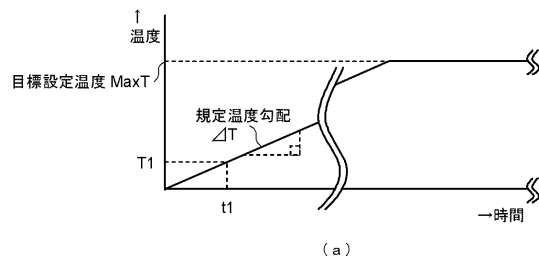
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 今川 剛

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 土屋 正志

(56)参考文献 特開平06-181173(JP,A)

特開2002-026112(JP,A)

特開2002-043399(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 3/00