

明 細 書

発明の名称： 基板支持台の温度調整方法及び検査装置

技術分野

[0001] 本開示は、基板支持台の温度調整方法及び検査装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、処理対象のデバイスを上面に載置する載置台であって、デバイスのウェハ載置面を備えるトッププレートと、トッププレートを加熱する加熱ユニットと、平面視における所望の測定位置において、トッププレートの温度を取得する複数の温度センサと、を有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2022-71468号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示にかかる技術は、基板に形成された複数のデバイス間で共通の温度調整機構を用いフィードバック制御により温度センサで測定される温度を調整しながら、一部のデバイスを検査する場合において、検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサで測定される温度を、早期に整定させる。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様は、基板に形成された複数のデバイスを検査する際に、前記基板を支持する基板支持台の温度を調整する方法であって、前記基板支持台は、前記基板が載置されるウェハ載置面と、前記ウェハ載置面に沿って複数設けられた温度センサと、を有し、前記ウェハ載置面の温度を調整する温度調整機構が、前記複数のデバイス間で共通に設けられ、当該方法は、検査対象のデバイスの切り替えの際に、（A）検査対象であったデバイスに対応する前記温度センサである前の温度センサで測定された温度と、目標温度と

、に基づいて、フィードバック制御演算により、第1操作量を算出する工程と、(B) 次の検査対象のデバイスに対応する前記温度センサである次の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第2操作量を算出する工程と、(C) 1以下である変数 α を前記第1操作量に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を前記第2操作量に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を算出する工程と、(D) 前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を出力する工程と、を含み、前記変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板に形成された複数のデバイス間で共通の温度調整機構を用いフィードバック制御により温度センサで測定される温度を調整しながら、一部のデバイスを検査する場合において、検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサで測定される温度を、早期に整定させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本実施形態にかかる検査装置の構成の概略を示す斜視図である。
[図2]本実施形態にかかる検査装置の構成の概略を示す正面図である。
[図3]ステージの構成を概略的に示す断面図である。
[図4]ステージの上面図である。
[図5]制御部の温度調整機構の制御にかかる構成の一例を示すブロック図である。
[図6]制御部の温度調整機構の制御にかかる構成の他の例1を示すブロック図である。
[図7]制御部の温度調整機構の制御にかかる構成の他の例2を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] 半導体デバイス等の製造プロセスでは、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」

という。)等の基板上に、所定の回路パターンを持つデバイスが形成される。形成されたデバイスは、電気的特性等の検査が行われ、良品と不良品とに選別される。上記検査は、例えば、各デバイスに分割される前の基板の状態で、検査装置を用いて行われる。

[0009] プローバ等と称される検査装置には、デバイスが形成された基板が載置されるウェハ載置面を有する基板支持台が設けられ、また、多数のプロブを有するプロブカードが取り付けられる。検査の際、検査装置では、デバイスとプロブとを接触させた状態で、テストからプロブを介してデバイスに電気信号が供給される。そして、プロブを介してデバイスからテストが受信した電気信号に基づいて、当該デバイスが不良品か否か判別される。

[0010] この種の検査装置では、デバイスの電気的特性を検査する際、デバイスの実装環境を模擬すること等を目的として、加熱機構や冷却機構等の温度調整機構と温度センサとを設けておき、例えば、温度センサによる測定結果に基づいて、温度調整機構によって、基板上に形成されたデバイスの温度を調整すなわち制御することがある。

[0011] 温度調整機構は具体的には基板のウェハ載置面の温度を調整する。また、上記ウェハ載置面を複数の領域に区画し、領域毎に個別に温度調節可能に温度調整機構を設ける場合がある。すなわち、温度調整機構を複数設ける場合がある。

温度センサについても、基板のウェハ載置面に沿って複数設ける場合がある。

温度調整機構及び温度センサの両方を複数設ける場合、検査の際は、例えば、各温度センサの測定結果に基づいて、各温度調整機構が動作し、ウェハ載置面の温度が目標温度で面内均一になるよう調整される。

[0012] 温度センサの数や温度調整機構の数は多い程、温度調整精度が向上して、デバイスの検査の精度等が向上する。しかし、温度調整機構の数を増やすと、コストが大幅に増加してしまう。それでだけでなく、ウェハ載置面内の隣接する領域間で熱影響が及ぶため、制御対象の温度制御の難易度も高くなり

、その結果、温度コントローラが高コストとなってしまう。

一方、複数の温度センサは、チップセンサを採用すること等により、僅かなコスト増で実現することができる。

[0013] そのため、基板支持台に温度センサが複数設けられ、且つ、単一の温度調整機構で温度調節を行う構成が採用されることがある。すなわち、温度センサが複数設けられ、且つ、基板のウェハ載置面に対し単一の温度調整領域が設定された基板支持台が採用されることがある。

[0014] ところで、近年、デバイスとしてのロジック系集積回路の検査では、デバイスの高集積化及び高速化が進み発熱量が多くなっているため、基板に形成されたデバイスを一括して検査することができなくなっている。そのため、デバイス1個毎または数個毎に検査を行うことが主流となってきた。

[0015] このように検査をする際に、基板支持台に温度センサが複数設けられ、且つ、単一の温度調整機構で温度調節されるときは、検査対象のデバイスに対応する温度センサで測定された温度と目標温度とに基づいて、PID制御演算等のフィードバック制御演算により、温度調整機構の操作量が算出される。そして、算出結果に基づいて、温度調整機構が動作し、温度センサで測定される温度が目標温度に調整される。温度調整機構による温度調整は、発熱している検査対象のデバイスだけでなく、発熱していない非検査対象のデバイスにも作用する。そのため、検査中、非検査対象のデバイスは目標温度より低温となっている。

[0016] したがって、前の検査対象のデバイスへの通電を停止してから、次の検査対象のデバイスへの通電を開始するまでの間に、温度調整機構の操作量を、前の検査対象のデバイスに対応する温度センサの測温結果に基づくものから、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサの測温結果に基づくものへ、急激に切り替えると、以下のような現象が生じる。すなわち、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサ（以下、「次の温度センサ」という。）で測定される温度が短時間で整定せずにオーバーシュートやアンダーシュ-

トが生じてしまう。特にデバイスの発熱量が大きいと、次の温度センサで測定される温度が整定するまでの時間が長くなってしまう。次の温度センサで測定される温度が整定しなければ、次の検査対象のデバイスの検査が行われないため、スループットが悪化してしまう。フィードバック制御演算のゲインを弱くすれば、オーバーシュートやアンダーシュートを抑えることができるが、弱くすると、次の温度センサで測定される温度が目標温度になるまで長時間を要してしまい、結局スループットが悪化してしまう。これらの点は、発熱量が多いデバイスにおいて顕著である。

[0017] そこで、本開示にかかる技術は、基板支持台に温度センサが複数設けられ且つ単一の温度調整機構で温度調節される場合において、検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の温度センサで測定される温度を、早期に整定させる。

[0018] 以下、本実施形態にかかる基板支持台の温度調整方法及び検査装置について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0019] <検査装置1>

図1及び図2はそれぞれ、本実施形態にかかる検査装置1の構成の概略を示す斜視図及び正面図である。図2では、図1の検査装置1の後述の収容室とローダが内蔵する構成要素を示すため、その一部が断面で示されている。

[0020] 検査装置1は、基板としてのウェハWに形成されたデバイス（図示せず）の電気的特性の検査を行うものである。ウェハWにはデバイスが n 個（ n は2以上の自然数）すなわち複数形成されており、検査装置1は、一度の検査で m 個（ m は n 未満の自然数）のデバイスを同時に検査する。なお、以下では、一度の検査で検査対象となるデバイスの数は1個であるものとする。検査装置1は、図1及び図2に示すように、検査時にウェハWを収容する収容室2と、収容室2に隣接して配置されるローダ3と、収容室の上方を覆うように配置されるテスト4と、を備える。

- [0021] 収容室2は、図2に示すように、内部が空洞の筐体であり、ウェハWを支持する基板支持台としてのステージ10を有する。ステージ10は、該ステージ10に対するウェハWの位置がずれないようにウェハWを吸着保持する。また、ステージ10は、水平方向及び鉛直方向に移動自在に構成されており、この構成により、後述のプロブカード11とウェハWの相対位置を調整してウェハWの表面の電極をプロブカード11のプロブ11aと接触させることができる。
- [0022] 収容室2におけるステージ10の上方には、ステージ10に対向するようにプロブカード11が配置される。プロブカード11は、ウェハWに形成されたデバイスの電極等に電氣的に接触するプロブ11aを有する。
- また、プロブカード11は、インターフェース12を介してテスト4へ接続されている。各プロブ11aは、電氣的特性検査時に、ウェハWに形成された各デバイスの電極に接触し、テスト4からの電力をインターフェース12を介してデバイスへ供給し、且つ、デバイスからの信号をインターフェース12を介してテスト4へ伝達する。
- [0023] ロード3は、搬送容器であるFOUP（図示せず）に収容されているウェハWを取り出して収容室2のステージ10へ搬送する。また、ロード3は、デバイスの電氣的特性の検査が終了したウェハWをステージ10から受け取り、FOUPへ収容する。
- [0024] さらに、ロード3は制御部13を有する。制御部13は、本開示において述べられる種々の工程を検査装置1に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御部13は、ここで述べられる種々の工程を実行するように検査装置1の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御部13の一部又は全てが検査装置1に含まれてもよい。制御部13は、処理部、記憶部及び通信インターフェースを含んでもよい。制御部13は、例えばコンピュータにより実現される。処理部は、記憶部から種々の制御動作を行うことを可能にするロジック又はルーチンを提供するプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を

行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部に格納されていて
もよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラ
ムは、記憶部に格納され、処理部によって記憶部から読み出されて実行さ
れる。媒体は、コンピュータに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよ
く、通信インターフェースに接続されている通信回線であってもよい。記憶
媒体は、一時的なものであっても非一時的なものであってもよい。処理部は
、CPU (Central Processing Unit) であっても
よい。記憶部は、RAM (Random Access Memory)、
ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Dis
k Drive)、SSD (Solid State Drive)、又は
これらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェースは、LAN (L
ocal Area Network) 等の通信回線を介して検査装置 1 と
の間で通信してもよい。

なお、制御部 13 は収容室 2 に設けられてもよい。

[0025] テスタ 4 は、デバイスが搭載されるマザーボードの回路構成の一部を再現
するテストボード（図示せず）を有する。テストボードは、ウェハ W に形成
されたデバイスからの信号に基づいて、該デバイスの良否を判断するテスタ
コンピュータ 15 に接続される。テスタ 4 では、上記テストボードを取り替
えることにより、複数種のマザーボードの回路構成を再現することができる
。

[0026] さらに、検査装置 1 は、ユーザ向けに情報を表示したりユーザが指示を入
力したりするためのユーザインターフェース部 16 を備える。ユーザインタ
ーフェース部 16 は、例えば、タッチパネルやキーボード等の入力部と液晶
ディスプレイ等の表示部とからなる。

[0027] 上述の各構成要素を有する検査装置 1 では、ウェハ W に形成されたデバイ
スの電気的特性の検査の際、テスタコンピュータ 15 が、デバイスと各プロ
ーブ 11 a を介して接続されたテストボードへデータを送信する。そして、
テスタコンピュータ 15 が、送信されたデータが当該テストボードによって

正しく処理されたか否かを当該テストボードからの電気信号に基づいて判定する。

[0028] <ステージ10>

次に、ステージ10の構成について図3及び図4を用いて説明する。図3は、ステージ10の構成を概略的に示す断面図である。図4は、ステージ10の上面図である。

[0029] ステージ10は、当該ステージ10を水平方向及び鉛直方向に移動させる移動機構（図示せず）上に、熱絶縁部20を介して載置される。熱絶縁部20は、例えば樹脂やグラファイト、熱伝導率の低いセラミック等から成る。

[0030] ステージ10は、上方から順に、トッププレート110、温度調整板120を有する。

[0031] トッププレート110は、その上面110aが、ウェハWが載置される基板ウェハ載置面としてのウェハ載置面となる部材である。なお、以下では、ステージ10の上面でもあるトッププレート110の上面110aをウェハ載置面110aと記載することがある。トッププレート110は例えば円板状に形成されている。また、トッププレート110は、熱伝導率及びヤング率が高い材料を用いて、熱容量が小さくなるよう薄く形成されている。トッププレート110の熱容量を小さくすることで、例えば後述の加熱板121による加熱によりトッププレート110の温度を高速に変化させることができる。なお、トッププレート110の材料としては、例えばSiCや、AlN等のセラミックが用いられ、より作製コストを抑える必要がある場合には、銅、アルミニウム等の金属が用いられる。

[0032] また、トッププレート110のウェハ載置面110aに沿って、図4に示すように、複数の温度センサ111が設けられている。具体的には、例えば、ウェハ載置面110aの中央部には、温度センサ111が1つ設けられ、ウェハ載置面110aの外周部には、複数の温度センサ111が、ウェハ載置面110aの中心を中心とした同一円周上に等間隔で設けられている。

各温度センサ111は、ウェハ載置面110aにおける当該温度センサ1

11が設けられた部分の温度を測定する。

[0033] 図3の温度調整板120は、ウェハ載置面110aの温度を調整する温度調整機構TMの少なくとも一部を構成する。

温度調整板120は、加熱機構としての加熱板121と、冷却板122と、を有する。

[0034] 加熱板121は、トッププレート110を加熱する部材すなわちウェハ載置面110aを加熱する部材である。加熱板121は例えば円板状に形成されている。加熱板121は、例えば、トッププレート110と冷却板122との間に設けられ、言い換えると、冷却板122よりウェハ載置面110aに近い位置に設けられている。この加熱板121は発熱体（図示せず）が内蔵されている。発熱体は例えば給電により発熱する抵抗発熱体であり、抵抗発熱体は例えばタングステンから形成される。

[0035] また、発熱体は、例えば、加熱板121の中央部には埋設されず、加熱板121の外周部にのみ埋設されている。

[0036] 冷却板122は、加熱板121の下方に設けられている。この冷却板122は、トッププレート110を冷却する部材である。冷却板122は例えば円板状に形成されている。冷却板122の内部には冷媒が流れる流路122aが形成されている。冷却板122の側部にはポート123が接続されている。ポート123は、図4に示すように、流路122aへ冷媒を供給するための供給ポート123aと、流路122aから冷媒を排出するための排出ポート123bを有する。

なお、冷媒には、例えばフッ素系液体、エチレングリコール等の液体、窒素等の気体を用いることができる。

[0037] ポート123はチラーユニット（図示せず）に接続されている。チラーユニットにより温度調整された冷媒はポート123を介して流路122aに供給される。

チラーユニットと冷却板122等により、ウェハ載置面110aを冷却する冷却機構CMが構成される。

[0038] <制御部 1 3>

図 5 は、制御部 1 3 の、温度調整機構 T M の制御にかかる構成の一例を示すブロック図である。

制御部 1 3 は、図 5 に示すように、温度取得部 2 0 1 と、操作量算出部 2 0 2 と、温調制御部 2 0 3 と、を有する。上述の各部のうち、例えば、温度取得部 2 0 1 及び操作量算出部 2 0 2 は C P U 等のプロセッサが記憶部（図示せず）に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより実現される。

[0039] 温度取得部 2 0 1 は、デバイスの温度に略等しい、ウェハ載置面 1 1 0 a におけるデバイスが位置する部分の温度を、取得する。温度取得部 2 0 1 は、具体的には、温度取得対象のデバイスに対応する温度センサ 1 1 1 で測定された温度を取得する。温度取得対象のデバイスに対応する温度センサ 1 1 1 は、例えば、温度取得対象のデバイスに最も近い温度センサである。

[0040] 例えば、温度取得部 2 0 1 は、電気的特性の検査中、温度取得対象である検査対象のデバイスに対応する温度センサ 1 1 1 で測定された温度を取得する。

[0041] また、温度取得部 2 0 1 は、検査対象のデバイスの切り替えの際、検査対象であったデバイスに対応する温度センサ 1 1 1 （以下、「前の温度センサ 1 1 1 p」ということがある。）で測定された温度を取得する。

さらに、温度取得部 2 0 1 は、検査対象のデバイスの切り替えの際、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサ 1 1 1 （以下、「次の温度センサ 1 1 1 n」ということがある。）で測定された温度を取得する。

[0042] 操作量算出部 2 0 2 は、温度センサ 1 1 1 で測定された温度に基づいて、フィードバック制御演算により、温度調整機構 T M の操作量を算出する。具体的には、操作量算出部 2 0 2 は、温度センサ 1 1 1 で測定された温度に基づいて、P I D 制御演算により、加熱板 1 2 1 の操作量及び冷却機構 C M の操作量を算出する。加熱板 1 2 1 の操作量は例えば抵抗発熱体へ供給する電力である。また、冷却機構 C M の操作量は、例えば、冷媒の流量及び冷媒の

温度の少なくともいずれか一方に関するものであり、具体的には、例えば、流量調整弁の開度等である。

[0043] なお、フィードバック制御演算におけるゲイン（具体的にはP I Dゲイン）は、加熱板121の操作量算出用のものと、冷却機構CMの操作量算出用のものと、で異なる。また、フィードバック制御演算におけるゲイン（具体的にはP I Dゲイン）は、温度センサ111間で共通であってもよいし、温度センサ111間で異なってもよい。

[0044] 例えば、操作量算出部202は、電気的特性の検査中、検査対象のデバイスに対応する温度センサ111で測定された温度と、目標温度すなわち設定温度と、に基づいて、フィードバック制御演算（具体的にはP I D制御演算等）により、検査中の温度調整機構TMの操作量PVtを算出し、温調制御部203に出力する。

具体的には、操作量算出部202は、電気的特性の検査中、検査対象のデバイスに対応する温度センサ111で測定された温度と、目標温度と、に基づいて、P I D制御演算により、検査中の加熱板121の操作量PVhを算出し、温調制御部203に出力する。

同様に、操作量算出部202は、検査中の冷却機構CMの操作量PVcを算出する。

[0045] また、操作量算出部202は、第1操作量算出部211と、第2操作量算出部212と、出力用操作量算出部213と、を有する。

[0046] 第1操作量算出部211は、検査対象のデバイスの切り替えの際、前の温度センサ111pで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算（具体的にはP I D制御演算等）により、温度調整機構TMの第1操作量PV1を算出する。

具体的には、第1操作量算出部211は、検査対象のデバイスの切り替えの際、前の温度センサ111pで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、P I D制御演算により、加熱板121の第1操作量PVh1を算出する。

同様に、第1操作量算出部211は、検査対象のデバイスの切り替えの際、冷却機構CMの第1操作量PVc1を算出する。

[0047] 第2操作量算出部212は、検査対象のデバイスの切り替えの際、次の温度センサ111nで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算（具体的にはPID制御演算等）により、温度調整機構TMの第2操作量PV2を算出する。

具体的には、第2操作量算出部212は、検査対象のデバイスの切り替えの際、次の温度センサ111nで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、PID制御演算により、加熱板121の第2操作量PVh2を算出する。

同様に、第2操作量算出部212は、検査対象のデバイスの切り替えの際、冷却機構CMの第2操作量PVc2を算出する。

[0048] 出力用操作量算出部213は、検査対象のデバイスの切り替えの際、1以下である変数 α を温度調整機構TMの第1操作量PV1に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を温度調整機構TMの第2操作量PV2に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の温度調整機構TMの操作量PVsを算出する。

すなわち、出力用操作量算出部213は、以下の式に基づいて、検査対象切り替え時の温度調整機構TMの操作量PVsを算出する。

$$PVs = \alpha * PV1 + (1 - \alpha) * PV2 \quad (= (PV1 - PV2) * \alpha + PV2)$$

[0049] 変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少するものである。具体的には、変数 α は、指数関数的に減少する。より具体的には、変数 α は、以下の式(X)で表される。

$$\alpha = e^{-t/T} \quad \dots (X)$$

[0050] 式(X)において、Tは、予め定められた時定数である。時定数Tは、具体的には、検査対象のデバイスの切り替え時に許容される時間に基づいて予め定められ、より具体的には、例えば許容されるインデックスタイムに基づいて予め定められる。

また、式（X）において、 t は、前の検査が終了してからの経過時間であり、具体的には、検査対象のデバイスの切り替え時における、前の検査対象のデバイスに対する検査用の通電が終了してからの経過時間である。

[0051] 変数 α は、温度センサ 111 間で共通であってもよいし、温度センサ 111 間で異なってもよい。

[0052] 出力用操作量算出部 213 は、検査対象のデバイスの切り替えの際、具体的には、1 以下である変数 α を加熱板 121 の第 1 操作量 $PVh1$ に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を加熱板 121 の第 2 操作量 $PVh2$ に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の加熱板 121 の操作量 $PVhs$ を算出する。

同様に、出力用操作量算出部 213 は、検査対象のデバイスの切り替えの際、検査対象切り替え時の冷却機構 CM の操作量 $PVcs$ を算出する。

[0053] また、出力用操作量算出部 213 は、検査対象切り替え時の温度調整機構 TM の操作量 PVs を、具体的には、検査対象切り替え時の加熱板 121 の操作量 $PVhs$ 及び検査対象切り替え時の冷却機構 CM の操作量 $PVcs$ を、温調制御部 203 に出力する。

すなわち、本実施形態において、出力用操作量算出部 213 は、検査対象のデバイスの切り替え時における温度調整機構 TM の操作量 PVs を出力する出力部を兼ねる。

[0054] 温調制御部 203 は、入力された検査対象切り替え時の温度調整機構 TM の操作量 PVs に基づいて、温度調整機構 TM を制御する。

具体的には、温調制御部 203 は、入力された検査対象切り替え時の加熱板 121 の操作量 $PVhs$ に基づいて、加熱板 121 を制御する。また、温調制御部 203 は、入力された検査対象切り替え時の冷却機構 CM の操作量 $PVcs$ に基づいて、冷却機構 CM を制御する。

[0055] <検査フロー>

次に、検査装置 1 による検査フローの一例について説明する。

まず、ロード 3 の F O U P からウェハ W が取り出されてステージ 10 に搬送され載置される。次いで、ステージ 10 が移動され、ステージ 10 の上方

に設けられているプローブ11aと、ウェハWに形成されている複数のデバイスのうち検査対象のデバイスの電極とが接触する。

そして、プローブ11aへの検査用の信号の入力が開始される。すなわち、検査対象のデバイスへの通電が開始される。これにより、検査対象のデバイスの電気的特性の検査が開始される。電気的特性の検査の終了の際は、検査対象であったデバイスへの通電が停止されると共に、同デバイスの電極からプローブ11aが離隔される。そして、ウェハWの次の検査対象のデバイスについて同様な工程が行われる。

以後、全てのデバイスについて電気的特性の検査が完了するまで上述の各工程が繰り返される。

[0056] <検査中の温度制御>

上述の電気的特性の検査中において、検査対象のデバイスの温度が、所望の温度となることが求められる。そのため、例えば、電気的特性の検査中、温度取得部201が、検査対象のデバイスの温度に略等しい、ウェハ載置面110aにおける検査対象のデバイスが位置する部分の温度を、取得する。具体的には、温度取得部201が、検査対象のデバイスに対応する温度センサ111で測定された温度を取得する。

また、操作量算出部202が、温度取得部201で取得された温度と所望の温度すなわち目標温度との偏差 δ を算出し、偏差 δ に基づいて、PID制御演算により、検査中の加熱板121及び冷却機構CMの操作量PVh、PVcを算出し、温調制御部203に出力する。

そして、温調制御部203が、検査中の加熱板121及び冷却機構CMの操作量PVh、PVcに基づいて、加熱板121及び冷却機構CMを制御する。

これにより、検査対象のデバイスの温度が目標温度で一定となるようにしている。

[0057] <検査対象切り替え時の温度制御>

検査対象のデバイスの切り替えの際は、検査中とは異なる温度制御が行わ

れる。

[0058] 具体的には、検査対象のデバイスの切り替えの際は、まず、検査対象であったデバイスへ通電が停止されると共に、温度取得部201が、検査対象であったデバイスに対応する温度センサ111すなわち前の温度センサ111pで測定された温度を取得する。それに加えて、温度取得部201が、次の検査対象のデバイスに対応する温度センサ111すなわち次の温度センサ111nで測定された温度を取得する。

[0059] さらに、第1操作量算出部211が、前の温度センサ111pで測定された温度と目標温度との偏差 δp を算出すると共に、第2操作量算出部212が、次の温度センサ111nで測定された温度と目標温度との偏差 δn を算出する。

また、第1操作量算出部211が、上記偏差 δp に基づいて、PID制御演算により、加熱板121及び冷却機構CMの第1操作量 $PVh1$ 、 $PVc1$ を算出する。それと共に、第2操作量算出部212が、上記偏差 δn に基づいて、PID制御演算により、加熱板121及び冷却機構CMの第2操作量 $PVh2$ 、 $PVc2$ を算出する。

[0060] さらに、出力用操作量算出部213が、加熱板121の第1操作量 $PVh1$ に変数 α を乗算した値と、加熱板121の第2操作量 $PVh2$ に $1-\alpha$ を乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の加熱板121の操作量 $PVhs$ を算出し、温調制御部203に出力する。また、出力用操作量算出部213が、冷却機構CMの第1操作量 $PVc1$ に変数 α を乗算した値と、冷却機構CMの第2操作量 $PVc2$ に $1-\alpha$ を乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の冷却機構CMの操作量 $PVcs$ を算出し、温調制御部203に出力する。

[0061] そして、温調制御部203が、検査対象切り替え時の加熱板121及び冷却機構CMの操作量 $PVhs$ 、 $PVcs$ に基づいて、加熱板121及び冷却機構CMを制御する。

[0062] 検査対象であったデバイスへ通電が停止されてから第1の所定の時間が経

過すると、検査対象切り替え時の加熱板 1 2 1 及び冷却機構 C M の操作量 P V h s、P V c s に基づく、温調制御部 2 0 3 による加熱板 1 2 1 及び冷却機構 C M の制御が停止される。代わりに、加熱板 1 2 1 及び冷却機構 C M の第 2 操作量 P V h 2、P V c 2 に基づく、温調制御部 2 0 3 による加熱板 1 2 1 及び冷却機構 C M の制御が開始される。この加熱板 1 2 1 及び冷却機構 C M の制御に用いる操作量の変更の際、第 2 操作量 P V h 2、P V c 2 の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値が、リセットされずに保持されるようにしてもよい。すなわち、上述の操作量の変更の際、第 2 操作量 P V h 2、P V c 2 の算出に用いる積分器（図示せず）が保持する積分値がリセットされないようにしてもよい。

[0063] また、検査対象であったデバイスへの通電が停止されてから第 1 の所定の時間が経過し、且つ、次の温度センサ 1 1 1 n で測定された温度が目標温度に近い範囲（例えば目標温度 $\pm 1^{\circ}$ ）内に第 2 の所定の時間に亘って入り続けると、次の検査対象のデバイスへの通電が開始され得る状態となる。すなわち、次の検査対象のデバイスの電気的特性検査が開始され得る状態となる。

[0064] なお、検査対象のデバイスの切り替えの際と検査中とで、P I D 制御演算におけるゲインは同じである。

[0065] <主な作用効果>

以上のように、本実施形態では、ステージ 1 0 のウェハ載置面 1 1 0 a の温度を調整する温度調整機構 T M が複数のデバイス間で共通に設けられ、ウェハ載置面 1 1 0 a に沿って温度センサ 1 1 1 が複数設けられている。また、本実施形態では、検査対象のデバイスの切り替えの際に、第 1 操作量算出部 2 1 1 が、前の温度センサ 1 1 1 p で測定された温度と目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、温度調整機構 T M の第 1 操作量 P V 1 を算出する。それと共に、第 2 操作量算出部 2 1 2 が、次の温度センサ 1 1 1 n で測定された温度と目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、温度調整機構 T M の第 2 操作量 P V 2 を算出する。そして、出

力用操作量算出部 213 が、 α (α は、1 以下の変数であり、経時的に減少し、また、減少率が経時的に減少する。) を温度調整機構 TM の第 1 操作量 PV1 に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を温度調整機構 TM の第 2 操作量 PV2 に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の温度調整機構 TM の操作量 PVs を算出する。算出された操作量 PVs は、温調制御部 203 に出力され、温度調整機構 TM の制御に用いられる。

[0066] 前の温度センサ 111n に対応する検査対象であったデバイスは、前の検査において、通電により発熱するものの、温度調整されるので、前の温度センサ 111p で測定される温度と目標温度との偏差 δp は小さく略零である。そのため、温度調整機構 TM の第 1 操作量 PV1 も小さい。

一方、次の温度センサ 111n に対応する次の検査対象のデバイスは、前の検査において、非検査対象であるため通電されず発熱しないが、通電により発熱する検査対象のデバイスと同じ温度調整が施されるので、次の温度センサ 111n で測定される温度と目標温度との偏差 δn は、比較的大きい。そのため、温度調整機構 TM の第 2 操作量 PV2 も大きくなる。特に、検査対象の切り替え直後（具体的には切り替えの際の温度制御を開始した直後）において、上記偏差 δn は大きく、温度調整機構 TM の第 2 操作量 PV2 も大きくなる。

[0067] したがって、本実施形態と異なり、検査対象のデバイスの切り替えの際に、温度調整機構 TM の第 2 操作量 PV2 が、切り替え当初から続けて温度調整機構 TM の制御に用いられる場合、切り替え初期において、温度調整機構 TM の操作量が大きくなり、次の温度センサ 111n で測定される温度の変化も大きくなってしまう。その結果、次の温度センサ 111n で測定される温度にオーバーシュートやアンダーシュートが生じてしまう。すなわち、次の温度センサ 111n で測定される温度の整定時間が長くなってしまう。

[0068] それに対し、本実施形態では、検査対象のデバイスの切り替えの際に、温度調整機構 TM の第 2 操作量 PV2 ではなく、検査対象切り替え時の温度調整機構 TM の操作量 PVs が、温度調整機構 TM の制御に用いられる。検査

対象切り替え時の温度調整機構 T M の操作量 P V s は、切り替え初期において、温度調整機構 T M の第 1 操作量 P V 1 に等しく、または、略等しい。また、温度調整機構 T M の第 1 操作量 P V 1 は前述のように小さい。すなわち、本実施形態では、検査対象の切り替えの際の初期において、温度調整機構 T M の操作量が小さい。したがって、本実施形態によれば、検査対象の切り替えの際の初期において、次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度の変化も小さい。その結果、次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度にオーバーシュートやアンダーシュートが生じにくい。また、次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度が早期に目標温度に到達するようにフィードバック制御演算におけるゲインを強くしても、上述の検査対象切り替え時の温度調整機構 T M の操作量 P V s は、検査対象の切り替えの際の初期において小さい。そのため、本実施形態ではフィードバック制御演算におけるゲインを強くすることができる。したがって、本実施形態によれば、検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度を、オーバーシュートやアンダーシュートを抑制しながら、早期に目標温度に到達させることができる。

よって、本実施形態によれば、ステージ 1 0 のウェハ載置面 1 1 0 a の温度を調整する温度調整機構 T M が複数のデバイス間で共通に設けられ、ウェハ載置面 1 1 0 a に沿って温度センサ 1 1 1 が複数設けられる場合において、次の温度センサ 1 1 1 p で測定される温度を、早期に整定させることができる。

[0069] フィードバック制御演算におけるゲインは、上述のように、温度センサ 1 1 1 間で共通であってもよい。本実施形態では、フィードバック制御演算におけるゲインとして、温度センサ 1 1 1 間で共通の強いものを採用しても、複数の温度センサ 1 1 1 のうちのいずれが次の温度センサ 1 1 1 n であるかによらず、次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度に、オーバーシュートやアンダーシュートが生じるのを抑制することができる。フィードバック制御演算におけるゲインが温度センサ 1 1 1 間で共通であると、上記ゲインの

設定が容易である。

[0070] また、検査対象のデバイスの切り替え時に許容される時間（具体的には例えば許容されるインデックスタイム）に基づいて、適切な変数 α （具体的には時定数 T ）を設定すれば、次の温度センサ111pで測定される温度を、上記許容される時間内で、整定させることができる。

[0071] さらに、前述のように、加熱板121及び冷却機構CMの制御に用いる操作量を、検査対象切り替え時の操作量PVhs、PVcsから第2操作量PVh2、PVc2に変更する際、第2操作量PVh2、PVc2の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値が、リセットされずに保持されるようにしてもよい。

これにより、上記積分値をリセットすることによって次の温度センサ111nで測定される温度にオーバーシュートやアンダーシュートが生じるのを、防止することができる。すなわち、これにより、次の温度センサ111pで測定される温度が整定するまでの時間が上記積分値をリセットすることによって長期化するのを、防止することができる。

[0072] <制御部の他の例1>

図6は、制御部の温度調整機構TMの制御にかかる構成の他の例1を示すブロック図である。

図5の制御部13の操作量算出部202は、出力用操作量算出部213が出力部を兼ねていた。それに対し、図6の制御部13Aの操作量算出部202Aは、出力用操作量算出部213Aとは別に、出力部221を有する。

[0073] 出力用操作量算出部213Aは、算出した検査対象切り替え時の温度調整機構の操作量PVsを出力部221に出力する点でのみ、図5の出力用操作量算出部213と異なる。

出力部221は、検査対象切り替え時の温度調整機構TMの操作量PVsを、不感帯内とならないようにベースクリップ処理し、ベースクリップ処理された操作量PVs'を、温調制御部203に出力する。具体的には、出力部221は、当該出力部221が出力する操作量PVs'が、予め定められ

た不感帯内とならないよう、検査対象切り替え時の温度調整機構 T M の操作量 P V s をベースクリップ処理する。ベースクリップ処理は、操作量が不感帯内のときに、操作量を不感帯の上限値とする処理である。

[0074] これにより、出力部 2 2 1 から出力され温調制御部 2 0 3 に入力される操作量に、温度調整対象の温度変化を伴わない不感帯がある場合でも、温度調整対象の温度を適切に調整することができる。具体的には、以下の通りである。すなわち、例えば、温度調整機構の操作量としての冷却機構 C M の操作量が冷却機構 C M に設けられた流量調整弁の開度に関するものであるときに、操作量が変化しても上記開度が変化しない不感帯がある場合がある。この場合、上述のようにベースクリップ処理することで、上記開度が急激に大きくなり次の温度センサ 1 1 1 n で測定される温度が急激に変化するのを抑制することができる。

[0075] また、出力部 2 2 1 がベースクリップ処理した操作量 P V s ' がヒステリシスを有していてもよい。すなわち、出力部 2 2 1 から出力される操作量がヒステリシスを有するよう、出力部 2 2 1 が、検査対象切り替え時の温度調整機構 T M の操作量 P V s をベースクリップ処理してもよい。また、出力部 2 2 1 から出力される操作量がヒステリシスを有するよう、出力部 2 2 1 が、ベースクリップ処理後の操作量に対しさらに演算を行うようにしてもよい。

[0076] これにより、出力部 2 2 1 から出力され温調制御部 2 0 3 に入力される操作量が増加していくときと減少していくときとで、同じ操作量であっても温度調整対象に生じる温度変化が異なる場合に、これを補償することができる。具体的には、例えば、温度調整機構の操作量としての冷却機構 C M の操作量が冷却機構 C M に設けられた流量調整弁の開度に関するものであるときに、同じ操作量であっても流量調整弁の開度を開いていくときと閉じていくときとで上記開度が異なる場合に、これを補償することができる。

その結果、余計なハンチングを抑制することができる。

[0077] <制御部の他の例 2 >

図 7 は、制御部の温度調整機構 T M の制御にかかる構成の他の例 2 を示すブロック図である。

図 7 の制御部 1 3 B の操作量算出部 2 0 2 B は、図 5 の制御部 1 3 の操作量算出部 2 0 2 の各部に加えて、むだ時間補償部 2 3 1 を有する。

[0078] むだ時間補償部 2 3 1 は、温度調整機構 T M に対する当該温度調整機構 T M の操作量の入力から温度センサ 1 1 1 による測温結果の出力までの伝達系に含まれるむだ時間 T w に対応した補償量をスミス法により算出する。

[0079] 具体的には、むだ時間補償部 2 3 1 は、むだ時間を考慮しない加熱板 1 2 1 の伝達モデルにおける操作量に対応する温度 T 1 1 と、むだ時間を考慮した加熱板 1 2 1 の伝達モデルにおける操作量に対応する温度 T 1 2 との差 ($T 1 1 - T 1 2$) を、加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間補償量 δh として算出する。

また、むだ時間補償部 2 3 1 は、むだ時間を考慮しない冷却機構 C M の伝達モデルにおける操作量に対応する温度 T 2 1 と、むだ時間を考慮した冷却機構 C M の伝達モデルにおける操作量に対応する温度 T 2 2 との差 ($T 2 1 - T 2 2$) を、冷却機構 C M にかかるむだ時間補償量 δc として算出する。

[0080] 例えば、加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間及び伝達モデルは、温度センサ 1 1 1 間で異なる。具体的には、加熱板 1 2 1 において発熱体が外周部のみに埋設されている場合、加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間及び伝達モデルは、ウェハ載置面 1 1 0 a の中央部に設けられた温度センサ 1 1 1 と、外周部に設けられた温度センサ 1 1 1 と、の間で異なる。

また、例えば、冷却機構 C M にかかるむだ時間及びむだ時間補償量 δc は、温度センサ 1 1 1 間で共通である。具体的には、冷却機構 C M の操作量が、冷媒の温度に関するものの場合、冷却機構 C M にかかるむだ時間が存在し、当該むだ時間及びむだ時間補償量 δc は、温度センサ 1 1 1 間で共通となる。

[0081] 本例において、第 1 操作量算出部 2 1 1 A 及び第 2 操作量算出部 2 1 2 A はそれぞれ、むだ時間補償部 2 3 1 が算出した補償量に基づいて、温度調整

機構 T M の第 1 操作量 P V 1 及び第 2 操作量 P V 2 を算出する。

[0082] 第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、具体的には、前の温度センサ 1 1 1 p についてのむだ時間に対応した加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間補償量 δh に基づいて、加熱板 1 2 1 の第 1 操作量 P V h 1 を算出する。

より具体的には、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、前の温度センサ 1 1 1 p で測定された温度と目標温度との偏差 δp に、前の温度センサ 1 1 1 p についてのむだ時間に対応した加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間補償量 δh を加算し、補正後の偏差 $\delta p'$ を算出する。そして、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、補正後の偏差 $\delta p'$ に基づいて、P I D 制御演算により、加熱板 1 2 1 の第 1 操作量 P V h 1 を算出する。

[0083] 第 2 操作量算出部 2 1 2 A は、具体的には、後の温度センサ 1 1 1 n についてのむだ時間に対応した加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間補償量 δh に基づいて、加熱板 1 2 1 の第 2 操作量 P V h 2 を算出する。

より具体的には、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、後の温度センサ 1 1 1 n で測定された温度と目標温度との偏差 δn に、後の温度センサ 1 1 1 n についてのむだ時間に対応した加熱板 1 2 1 にかかるむだ時間補償量 δh を加算し、補正後の偏差 $\delta n'$ を算出する。そして、第 2 操作量算出部 2 1 2 A は、補正後の偏差 $\delta n'$ に基づいて、P I D 制御演算により、加熱板 1 2 1 の第 2 操作量 P V h 2 を算出する。

[0084] また、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、温度センサ 1 1 1 間で共通のむだ時間に対応した冷却機構 C M にかかるむだ時間補償量 δc に基づいて、冷却機構 C M の第 1 操作量 P V c 1 を算出する。

具体的には、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、前の温度センサ 1 1 1 p で測定された温度と目標温度との偏差 δp に、温度センサ 1 1 1 間で共通のむだ時間に対応した冷却機構 C M にかかるむだ時間補償量 δc を加算し、補正後の偏差 $\delta p'$ を算出する。そして、第 1 操作量算出部 2 1 1 A は、補正後の偏差 $\delta p'$ に基づいて、P I D 制御演算により、冷却機構 C M の第 1 操作量 P V c 1 を算出する。

[0085] さらに、第2操作量算出部212Aは、温度センサ111間で共通のむだ時間に対応した冷却機構CMにかかるむだ時間補償量 δc に基づいて、冷却機構CMの第2操作量PVc2を算出する。

具体的には、第2操作量算出部212Aは、後の温度センサ111nで測定された温度と目標温度との偏差 δn に、温度センサ111間で共通のむだ時間に対応した冷却機構CMにかかるむだ時間補償量 δc を加算し、補正後の偏差 $\delta n'$ を算出する。そして、第2操作量算出部212Aは、補正後の偏差 $\delta n'$ に基づいて、PID制御演算により、冷却機構CMの第2操作量PVh2を算出する。

[0086] 上述のように、第1操作量算出部211A及び第2操作量算出部212Aがそれぞれ、むだ時間補償部231が算出した補償量に基づいて、温度調整機構TMの第1操作量PV1及び第2操作量PV2を算出することで、時間的な不感帯について補正をすることができる。

[0087] 具体的には、加熱板121の操作量を温調制御部203に入力してから温度センサ111による測温結果の出力までのむだ時間が存在する場合でも、次の温度センサ111nにより測定される温度をより確実に整定させることができる。また、温度センサ111間で上記むだ時間が異なる場合でも、次の温度センサ111nの位置によらず、当該次の温度センサ111nにより測定される温度を整定させることができる。

[0088] また、冷却機構CMの操作量を温調制御部203に入力してから温度センサ111による測温結果の出力までのむだ時間が存在する場合でも、次の温度センサ111nにより測定される温度をより確実に整定させることができる。

[0089] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。例えば、上記実施形態の構成要件は任意に組み合わせることができる。当該任意の組み合わせからは、組み合わせにかかるそれぞれの構成要件についての作

用及び効果が当然に得られるとともに、本明細書の記載から当業者には明らかな他の作用及び他の効果が得られる。

[0090] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、又は、上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0091] なお、以下のような構成例も本開示の技術的範囲に属する。

(1) 基板に形成された複数のデバイスを検査する際に、前記基板を支持する基板支持台の温度を調整する方法であって、
前記基板支持台は、前記基板が載置されるウェハ載置面と、前記ウェハ載置面に沿って複数設けられた温度センサと、を有し、
前記ウェハ載置面の温度を調整する温度調整機構が、前記複数のデバイス間で共通に設けられ、

当該方法は、

検査対象のデバイスの切り替えの際に、

(A) 検査対象であったデバイスに対応する前記温度センサである前の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第1操作量を算出する工程と、

(B) 次の検査対象のデバイスに対応する前記温度センサである次の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第2操作量を算出する工程と、

(C) 1以下である変数 α を前記第1操作量に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を前記第2操作量に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を算出する工程と、

(D) 前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を出力する工程と、を含み、

前記変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少する、基板支持台の温度調整方法。

(2) 前記変数 α は、指数関数的に減少する、前記(1)に記載の基板支持台の温度調整方法。

(3) 前記変数 α は、以下の式(X)に基づいて表される、前記(1)に記載の基板支持台の温度調整方法。

$$\alpha = e^{-t/T} \dots (X)$$

T: 予め定められた時定数

t: 前の検査が終了してからの経過時間

(4) 前記(D)工程は、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を、不感帯内とならないようにベースクリップ処理し、ベースクリップ処理された操作量を出力する、前記(1)～(3)のいずれか1に記載の基板支持台の温度調整方法。

(5) 前記ベースクリップ処理された操作量は、ヒステリシスを有する、前記(4)に記載の基板支持台の温度調整方法。

(6) (E) 前記温度調整機構に対する操作量の入力から前記温度センサによる測温結果の出力までの伝達系に含まれるむだ時間に対応した補償量をスミス法により算出する工程をさらに含み、

前記(A)工程及び前記(B)工程はそれぞれ、前記補償量に基づいて、前記第1操作量及び前記第2操作量を算出する、前記(1)～(5)のいずれか1に記載の基板支持台の温度調整方法。

(7) 前記(E)工程は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、を算出し、

前記(A)工程は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第1操作量を算出し、

前記(B)工程は、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第2操作量を算出する、前記(6)に記載の基板支持台の温度調整方法。

(8) 前記温度調整機構の制御に用いられる操作量を、前記検査対象切り替

え時の前記温度調整機構の操作量から前記第2操作量に切り替える際、前記第2操作量の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値をリセットせずに保持する、前記(1)～(7)のいずれか1に記載の基板支持台の温度調整方法。

(9) 基板に形成された複数のデバイスを検査する検査装置であって、前記基板が載置されるウェハ載置面と、前記ウェハ載置面に沿って複数設けられた温度センサと、を有する基板支持台を備え、前記ウェハ載置面の温度を調整する温度調整機構を、前記複数のデバイス間で共通に備え、

検査対象のデバイスの切り替えの際に、検査対象であったデバイスに対応する前記温度センサである前の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第1操作量を算出する第1操作量算出部と、

検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の検査対象のデバイスに対応する前記温度センサである次の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第2操作量を算出する第2操作量算出部と、

1以下である変数 α を前記第1操作量に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を前記第2操作量に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を算出する出力用操作量算出部と、

前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を出力する出力部と、をさらに備え、

前記変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少する、検査装置。

(10) 前記変数 α は、指数関数的に減少する、前記(9)に記載の検査装置。

(11) 前記変数 α は、以下の式(X)に基づいて表される、前記(9)に記載の検査装置。

$$\alpha = e^{-t/T} \dots (X)$$

T：予め定められた時定数

t：前の検査が終了してからの経過時間

(12) 前記出力部は、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を、不感帯内とならないようにベースクリップ処理し、ベースクリップ処理された操作量を出力する、前記(9)～(11)のいずれか1に記載の検査装置。

(13) 前記ベースクリップ処理された操作量は、ヒステリシスを有する、前記(12)に記載の検査装置。

(14) 前記温度調整機構に対する操作量の入力から前記温度センサによる測温結果の出力までの伝達系に含まれるむだ時間に対応した補償量をスミス法により算出するむだ時間補償部をさらに備え、
前記第1操作量算出部及び前記第2操作量算出部はそれぞれ、前記補償量に基づいて、前記第1操作量及び前記第2操作量を算出する、前記(9)～(13)のいずれか1に記載の検査装置。

(15) 前記むだ時間補償部は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、を算出し、

前記第1操作量算出部は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第1操作量を算出し、

前記第2操作量算出部は、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第2操作量を算出する、前記(14)に記載の検査装置。

(16) 前記温度調整機構の制御に用いられる操作量が、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量から前記第2操作量に切り替えられる際、前記第2操作量の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値がリセットされずに保持される、前記(9)～(15)のいずれか1に記載の検査装置。

符号の説明

[0092] 1 検査装置

1 0 ステージ

1 1 0 a 上面（ウェハ載置面）

1 1 1 温度センサ

2 1 1、2 1 1 A 第1操作量算出部

2 1 2、2 1 2 A 第2操作量算出部

2 1 3、2 1 3 A 出力用操作量算出部

2 2 1 出力部

T M 温度調整機構

W ウェハ

請求の範囲

- [請求項1] 基板に形成された複数のデバイスを検査する際に、前記基板を支持する基板支持台の温度を調整する方法であって、
前記基板支持台は、前記基板が載置されるウェハ載置面と、前記ウェハ載置面に沿って複数設けられた温度センサと、を有し、
前記ウェハ載置面の温度を調整する温度調整機構が、前記複数のデバイス間で共通に設けられ、
当該方法は、
検査対象のデバイスの切り替えの際に、
(A) 検査対象であったデバイスに対応する前記温度センサである前の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第1操作量を算出する工程と、
(B) 次の検査対象のデバイスに対応する前記温度センサである次の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第2操作量を算出する工程と、
(C) 1以下である変数 α を前記第1操作量に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を前記第2操作量に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を算出する工程と、
(D) 前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を出力する工程と、を含み、
前記変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少する、
基板支持台の温度調整方法。
- [請求項2] 前記変数 α は、指数関数的に減少する、請求項1に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項3] 前記変数 α は、以下の式(X)に基づいて表される、請求項1に記載の基板支持台の温度調整方法。
$$\alpha = e^{-t/T} \dots (X)$$

T：予め定められた時定数

t : 前の検査が終了してからの経過時間

- [請求項4] 前記（D）工程は、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を、不感帯内とならないようにベースクリップ処理し、ベースクリップ処理された操作量を出力する、請求項1～3のいずれか1項に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項5] 前記ベースクリップ処理された操作量は、ヒステリシスを有する、請求項4に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項6] （E）前記温度調整機構に対する操作量の入力から前記温度センサによる測温結果の出力までの伝達系に含まれるむだ時間に対応した補償量をスミス法により算出する工程をさらに含み、
前記（A）工程及び前記（B）工程はそれぞれ、前記補償量に基づいて、前記第1操作量及び前記第2操作量を算出する、請求項1～3のいずれか1項に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項7] 前記（E）工程は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、を算出し、
前記（A）工程は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第1操作量を算出し、
前記（B）工程は、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第2操作量を算出する、請求項6に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項8] 前記温度調整機構の制御に用いられる操作量を、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量から前記第2操作量に切り替える際、前記第2操作量の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値をリセットせずに保持する、請求項1～3のいずれか1項に記載の基板支持台の温度調整方法。
- [請求項9] 基板に形成された複数のデバイスを検査する検査装置であって、
前記基板が載置されるウェハ載置面と、前記ウェハ載置面に沿って複

数設けられた温度センサと、を有する基板支持台を備え、
前記ウェハ載置面の温度を調整する温度調整機構を、前記複数のデバイス間で共通に備え、
検査対象のデバイスの切り替えの際に、検査対象であったデバイスに対応する前記温度センサである前の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第1操作量を算出する第1操作量算出部と、
検査対象のデバイスの切り替えの際に、次の検査対象のデバイスに対応する前記温度センサである次の温度センサで測定された温度と、目標温度と、に基づいて、フィードバック制御演算により、第2操作量を算出する第2操作量算出部と、
1以下である変数 α を前記第1操作量に乗算した値と、 $1 - \alpha$ を前記第2操作量に乗算した値と、を加算して、検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を算出する出力用操作量算出部と、
前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を出力する出力部と、をさらに備え、
前記変数 α は、経時的に減少し、且つ、減少率が経時的に減少する、検査装置。

[請求項10] 前記変数 α は、指数関数的に減少する、請求項9に記載の検査装置。

[請求項11] 前記変数 α は、以下の式(X)に基づいて表される、請求項9に記載の検査装置。

$$\alpha = e^{-t/T} \dots (X)$$

T：予め定められた時定数

t：前の検査が終了してからの経過時間

[請求項12] 前記出力部は、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量を、不感帯に入らないようにベースクリップ処理し、ベースクリップ処理された操作量を出力する、請求項9～11のいずれか1項に記載の検査装置。

- [請求項13] 前記ベースクリップ処理された操作量は、ヒステリシスを有する、請求項12に記載の検査装置。
- [請求項14] 前記温度調整機構に対する操作量の入力から前記温度センサによる測温結果の出力までの伝達系に含まれるむだ時間に対応した補償量をスミス法により算出するむだ時間補償部をさらに備え、
前記第1操作量算出部及び前記第2操作量算出部はそれぞれ、前記補償量に基づいて、前記第1操作量及び前記第2操作量を算出する、請求項9～11のいずれか1項に記載の検査装置。
- [請求項15] 前記むだ時間補償部は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量と、を算出し、
前記第1操作量算出部は、前記前の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第1操作量を算出し、
前記第2操作量算出部は、前記次の温度センサについての前記むだ時間に対応した補償量に基づいて、前記第2操作量を算出する、請求項14に記載の検査装置。
- [請求項16] 前記温度調整機構の制御に用いられる操作量が、前記検査対象切り替え時の前記温度調整機構の操作量から前記第2操作量に切り替えられる際、前記第2操作量の算出に用いる積分制御演算にかかる積分値がリセットされずに保持される、請求項9～11のいずれか1項に記載の検査装置。