(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3741523号
(P3741523)
(45)発行日　平成18年2月1日(2006.2.1)　(24)登録日　平成17年11月18日(2005.11.18)

(51)Int.Cl.　F I
B24B 37/00 (2006.01)　B24B 37/00 J

請求項の数 4　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平9-219148
(22)出願日　平成9年7月30日(1997.7.30)
(65)公開番号　特開平11-42551
(43)公開日　平成11年2月16日(1999.2.16)
審査請求日　平成15年2月5日(2003.2.5)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100091498
弁理士　渡邊　勇
(74)代理人　100092406
弁理士　堀田　信太郎
(74)代理人　100102967
弁理士　大畑　進
(72)発明者　川本　孝善
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　木村　憲雄
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】研磨装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

被研磨材の被研磨面を、研磨面を有する研磨テーブルに対して押圧し、両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、

前記研磨装置を収容する空間の温度を、直接又は間接に測定する空間温度センサと、

前記被研磨面と前記研磨面との接触面における研磨温度についての研磨目標温度を入力する制御装置とを有し、

前記研磨テーブル内には保温媒体が流通する保温媒体空間が形成され、

前記制御装置は、前記研磨装置を収容する空間の温度と前記研磨目標温度をもとに、前記保温媒体の温度を調整することを特徴とする研磨装置。

【請求項２】

被研磨材の被研磨面を、研磨面を有する研磨テーブルに対して押圧し、両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、

前記研磨装置を収容する空間の温度を、直接又は間接に測定する空間温度センサと、

前記研磨面に研磨砥液を供給する砥液ノズルと、

前記被研磨面と前記研磨面との接触面における研磨温度についての研磨目標温度を入力する制御装置とを有し、

前記制御装置は、前記研磨装置を収容する空間の温度と前記研磨目標温度をもとに、前記研磨砥液の温度を調整することを特徴とする研磨装置。

【請求項３】

前記研磨温度を検出する検出手段を設けたことを特徴とする請求項１または２に記載の研磨装置。
【請求項４】
空気を、前記空間内に上方から下方に向けて下降する流れとして供給する空調装置を設けたことを特徴とする請求項１または２に記載の研磨装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、研磨装置に係り、特に、半導体ウエハ等の被研磨材を平坦かつ鏡面状に研磨する研磨装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。これに伴い、光リソグラフィなどで回路形成を行なう場合に焦点深度が浅くなるので、ステッパの結像面のより高い平坦度を必要とする。
【０００３】
半導体ウエハの表面を平坦化する手段として、研磨工具（例えば、研磨クロスを有する研磨テーブル）と、該研磨テーブルに対して被研磨材を把持してその研磨面を押圧する把持部材とを有し、これらの接触面間に研磨液を供給しながら工具と研磨面を相対的に摺動させることにより研磨を行なう研磨装置が知られている。このような装置は、研磨液として砥液を用いて機械的な研磨を行なうだけでなく、場合によりアルカリ性や酸性の研磨液を用いて化学的作用を伴う研磨を行なう。
【０００４】
このような研磨装置において、被研磨材の表層の除去速度（研磨速度）を支配する要因としては、ウエハの研磨工具（研磨クロス）への押し付け圧力、摺動速度等の他、研磨面の温度（研磨温度）も影響することが指摘されている。このような研磨速度を一定に制御することは、平坦度を向上させるだけでなく、研磨の終了時点を確認する終点検出のためにも重要なことである。
【０００５】
従って、一枚のウエハの中での平坦度を向上させること、ウエハとウエハの間での平坦度のバラツキを小さくすること、研磨の終点検出を的確に行うためには、研磨面の温度を意図した温度に制御することが必要である。ウエハとウエハの間での平坦度のバラツキを小さくすることは、複数のウエハを順次研磨する場合に再現性を良くすることができるので、特に意味のあることである。
【０００６】
さらに、この研磨温度は、例えば、酸化膜と窒化膜、あるいは、タングステン膜、チタン膜、チタンナイトライドと酸化膜等のメタル膜とバリヤメタル膜のように素材の異なる成膜を同時に研磨する場合にその選択比を規定する要因ともなる。
【０００７】
研磨温度は、研磨に伴い発生する摩擦熱と、研磨面に供給されるスラリーによってもたらされあるいは除去される熱と、ウエハ保持部及び研磨工具を介して除去される熱等のバランスで決まることが予想される。従って、供給スラリー温度を一定に制御したり、研磨テーブルを一定温度に維持するための冷却流路を設けたりすることが行われている。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上述のように供給スラリー温度や研磨テーブルの温度を制御しても、これらの手段のみで研磨面そのものの温度を、目標とする温度に維持することは困難であった。これにより、複数の被研磨材間の厚さのバラツキ、あるいは１つの被研磨材における面内不均一性が発生した。このようなバラツキは、予定厚さにおいて研磨を終了する終点制御を難しくする。

【０００９】
この発明は、前記の課題に鑑みてなされたもので、被研磨材間あるいは１つの被研磨材における厚さの不均一性を改善し、かつ研磨の終点制御を容易にすることができる研磨装置を提供することを目的とする。
【００１０】
【課題を解決するための手段】
本発明の研磨装置は、被研磨材の被研磨面を、研磨面を有する研磨テーブルに対して押圧し、両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を、直接又は間接に測定する空間温度センサと、前記被研磨面と前記研磨面との接触面における研磨温度についての研磨目標温度を入力する制御装置とを有し、前記研磨テーブル内には保温媒体が流通する保温媒体空間が形成され、前記制御装置は、前記研磨装置を収容する空間の温度と前記研磨目標温度をもとに、前記保温媒体の温度を調整することを特徴とするものである。
【００１１】
これにより、空間の温度を、例えば、研磨目標温度に合わせて制御して正確な研磨温度制御を行なうことができ、研磨厚さのバラツキのない、良好な品質の研磨を行なうことができる。なお、ここでいう「研磨装置を収容する空間」とは、研磨装置を、半導体製造工程が行われるクリーンルームや清浄な被研磨材が収容される空間から壁体等で仕切る程度の小さい空間、あるいはそのように区画していない研磨装置を収容する任意の空間を言う。通常、空間に給気手段と排気手段とを設け、給気手段に温度制御手段を設けて空間の温度を制御する。
【００１２】
また、本発明の研磨装置は、被研磨材の被研磨面を、研磨面を有する研磨テーブルに対して押圧し、両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を、直接又は間接に測定する空間温度センサと、前記研磨面に研磨砥液を供給する砥液ノズルと、前記被研磨面と前記研磨面との接触面における研磨温度についての研磨目標温度を入力する制御装置とを有し、前記制御装置は、前記研磨装置を収容する空間の温度と前記研磨目標温度をもとに、前記研磨砥液の温度を調整することを特徴とするものである。
【００１３】
前記研磨液の温度を所定温度に制御する研磨液温度制御装置と、前記研磨工具内に設けた流路内の流体温度を制御するための研磨工具温度制御装置を設けてもよい。これらは、研磨温度に大きな影響を与える重要なパラメータかつ制御因子であり、これらと空間温度を制御することにより、正確な研磨温度制御が行われる。
【００１４】
また、前記研磨面の温度を検出する検出手段を設けてもよい。制御対象の温度を直接又は間接に検出することにより、より正確な制御が行われる。
【００１５】
また、前記空間温度制御装置は、前記空間内に上方からに下方に向けて下降する流れとして供給する空気の温度を制御してもよい。これにより、塵埃の巻き上がりがなく、かつ、空気の流れが一方向になり、温度の制御と清浄度の維持が容易になる。
【００１６】
また、被研磨材の研磨面を研磨工具面に押圧し、両者を相対的に摺動させて研磨を行なう研磨装置において、前記研磨装置を収容する空間の温度を直接又は間接に測定する空間温度センサと、この測定温度を前記接触面における研磨温度の制御用のデータとして用いる研磨温度制御装置を設けてもよい。
【００１７】
研磨装置は、通常、被研磨材の保持手段と、被研磨材の研磨面に押圧される研磨工具面を有する研磨工具と、これらの接触面間に研磨液を供給する研磨液供給手段とを有する。研磨装置を収容する空間は、通常、壁体で仕切り、被研磨材を出し入れする開口部（ドア）

を設ける。

【００１８】

研磨温度制御装置は、前記空間温度センサの測定温度に基づいて、例えば、研磨工具の温度や研磨液の温度を制御することにより、接触面における研磨温度を制御する。ここで、さらに空間の温度自体を制御してもよく、また、接触面における温度計測手段を設けて、この測定温度を基に研磨温度を制御してもよい。接触面の温度計測手段としては、研磨工具面の表面温度を測るものでも、被研磨材の表面温度を直接測るものでもよい。

【００１９】

被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行うにあたり、研磨液の温度及び研磨工具の流路内の流体温度及び研磨装置を収容する研磨室の温度を制御し、研磨面の温度を研磨目標温度としてもよい。

【００２０】

前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度がほぼ同一温度としてもよい。これらは研磨温度に影響する大きな因子であり、これらを全て一致させることで研磨温度の制御が正確かつ簡単に行える。

【００２１】

前記研磨液温度及び前記流体温度及び前記研磨室の温度を研磨面の検出温度に基づいて制御するようにしてもよい。

【００２２】

被研磨材の研磨面を研磨工具に押圧して、これらの接触面間に研磨液を供給しながら両者を相対的に摺動させて研磨を行なうにあたり、前記研磨液の温度を、研磨装置を収容する空間の温度と、研磨目標温度とに基づいて制御するようにしてもよい。

【００２３】

研磨工具を所定温度に保温する保温流路に対して供給する保温媒体の温度を制御してもよい。

【００２４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る研磨装置の実施の形態を図１に基づいて説明する。この研磨装置は、上面にクロス（研磨布）１０を取り付けた研磨テーブル１２と、下面に半導体ウエハＷを保持しつつクロス１０に押しつけるトップリング１４と、研磨布１０に研磨砥液Ｑを供給する砥液ノズル１６とを具備している。

【００２５】

図示されていないが、研磨テーブル１２とトップリング１４にはそれぞれを独立に回転させる駆動装置が設けられ、また、トップリング１４を研磨テーブル１２に対して押し付ける押圧手段（例えば、エアシリンダ）が設けられている。また、研磨液ノズル１６に配管１８を介して研磨液Ｑを供給する研磨液供給系が設けられ、これの所定位置には、供給研磨液の温度を検出する温度センサ２０と、研磨液を加熱又は冷却する研磨液温度調整手段２２が設けられている。

【００２６】

さらに研磨テーブル１２には、内部に冷却媒体（保温媒体）Ｃを流通させる保温媒体空間２４が形成され、これは研磨テーブル１２を支持する回転軸２６を介して外部の保温媒体供給配管２８に接続されている。この保温媒体供給系にも供給保温媒体Ｃの温度を検出する温度センサ３０と、研磨液Ｑを加熱又は冷却する保温媒体温度調整手段３２が設けられている。これらの温度センサ２０，３０の出力は制御装置３４に入力され、また、温度調整手段２２，３２には制御装置３４からの制御信号が出力されるようになっている。

【００２７】

この研磨装置は、仕切壁３６により周囲空間から区画して構成された研磨室（研磨空間）３８に収容され、この空間には、外部から空気を取り入れて、フィルタにより塵埃を除去し、さらに温度、湿度を調整して研磨室３８の上部から複数の噴き出し口４０より均一に

分散して供給する空調装置４２が設けられている。また、下部の排気口４４からミストや研磨粒子を含む空気を排気する排気ポンプ４６が設けられている。

【００２８】

このような構成により、研磨室３８内に均一な清浄空気の下降流が形成され、砥液や研磨により発生した粒子がこの下降流に沿って流れるので、これらを巻き上げて被研磨材を汚染することが防止される。なお、ここでは、下部からの排気を外部系に排出しているが、排気の一部あるいは全部を循環して使用したり、場合により給気と排気の熱交換を行って熱の効率利用を図ってもよい。

【００２９】

この例では、この研磨室３８の圧力を、研磨装置に隣接するユニット、例えば、研磨済みの被研磨材Ｗを洗浄する洗浄ユニットや、未研磨又は研磨済みの被研磨材を収容する収容ユニットが配置された研磨室３８の圧力よりも小さく設定している。これは、これらの部屋のうちでこの研磨装置を含む研磨室３８が最も清浄度が低い空間であるからで、前記の構成により、研磨装置に隣接するこれらの空間等に研磨装置から粒子等を含む空気が流出しないようになっている。

【００３０】

研磨室３８には、所定の箇所に室温を検知する温度センサ４８が取り付けられ、その出力も制御装置３４に入力されている。制御装置３４はこの検出温度と、予め入力した設定研磨温度Ｔoの値に基づいて空調装置４２に制御信号を送り、空調装置４２の給気の温度制御を行なう。温度センサ４８は、研磨室３８内の雰囲気温度の代表値を測定するものが好ましく、必要に応じて複数を配置して平均値を採用するのがよい。

【００３１】

なお、この例では、１つの制御装置３４が温度調整装置２２，３２及び空調装置４２を制御するようにしているが、それぞれの温度調整装置、空調装置に制御装置及びセンサを設け、それらを統括して制御する機能を別のあるいはこれらの一部の制御装置に持たせるようにしてもよい。

【００３２】

以下に、この研磨装置における研磨温度の制御方法を具体的に説明する。この発明では、研磨液Ｑ、研磨工具温度調整用の保温媒体Ｃのそれぞれの温度の他、さらに研磨空間３８の温度を考慮して研磨温度を調整する。ここで「研磨温度」とは、研磨されているウエハの表面（被研磨面）と、研磨する側のテーブルの表面又はテーブル上に設けられた研磨クロスの表面が接触している接触面の温度のことである。制御方法としては、測定するパラメータ及び制御する対象を選択し、これらを組み合わせることで種々の方式が考えられる。ここでは、代表的な例をいくつか示す。

【００３３】

図２は、この発明の研磨温度の制御の第１の方式を示すもので、ここでは、研磨室３８、研磨液Ｑ、研磨工具保温媒体Ｃの温度が目標温度にほぼ到達したことを確認してから、研磨を開始するように制御するものである。まず、ステップ１において、コンピュータ（制御装置）３４に研磨目標温度Ｔoを入力する。この研磨目標温度Ｔoは、研磨対象や、研磨工具、研磨液、研磨速度等の条件に合わせて予め試験等を行い、最適な値Ｔoを求めておく。

【００３４】

予め、研磨液Ｑや保温媒体Ｃの温度がそれぞれ目標値に近くなるように予熱しておいてもよい。次に、ステップ２においてそれぞれの温度センサ４８，３０，２０が、室温Ｔr、研磨液温度Ｔq、テーブル保温媒体温度Ｔcを測定する。ステップ３においてコンピュータ３４がそれぞれの測定温度が目標値に対して許容範囲内であるか否かを判断する。

【００３５】

少なくとも１つの測定温度が目標値に対して許容範囲外である場合には、ステップ４においてその該当する温度調整装置２２，３２又は空調装置４２を動作させて温度を調整し、ステップ２に戻って再度測定を行なう。これらの温度が全て許容範囲内である場合、ある

いはなった場合には、ステップ５において研磨を開始する。研磨開始後、さらにステップ２に戻って再度測定を行ない、ステップ２，３，４→２、又はステップ２，３，５→２のループでそれぞれの温度が全て許容範囲内となるように制御を行なう。

【００３６】

この方式では、研磨目標温度Ｔｏを例えば１６℃、許容範囲ｔを２℃と設定すれば、供給する研磨液Ｑの温度、研磨テーブル１２の冷却保温媒体Ｃの温度、及び研磨室３８内の温度自体が全て１６±２℃に維持される。これにより、研磨液Ｑや研磨テーブル１２と空間の温度は基本的に同じ温度となるので、これらから空間に熱が移動することがないから、温度が正確に制御され、従って、それぞれの研磨対象に適合した均一な研磨速度と適正な面内均一性が得られる。

【００３７】

以下に、この発明の効果を示すために行った研磨温度測定の結果を示す。ここでは、研磨液Ｑの温度、研磨テーブル保温媒体Ｃの温度及び研磨室３８温度を全て制御した場合（本発明）と、前二者のみを制御した場合（従来）における研磨温度つまり研磨クロス１０の表面温度を示す。

【００３８】

	本発明①	本発明②	従来
研磨液温度	１５	４０	１５
テーブル保温媒体温度	１５	４０	１５
研磨室温度	１６	３９	２３
研磨温度	１７	３９	２３
研磨目標温度	１６	４０	１６

【００３９】

このように、研磨液Ｑや研磨テーブル１２の温度のみでなく、研磨室３８の温度を制御することによって研磨温度を正確に制御することが分かった。研磨室３８自体の温度の制御は、これに供給する空気の温度を制御すればよく、これは図１に示すような通常の空調装置４２で行なうことが可能である。

【００４０】

この第１の方法は、研磨液Ｑ、研磨テーブル保温媒体Ｃ及び研磨室３８の温度を個々に設定して制御すればよいので、制御の方式としては簡単であり、実用性が高い。なお、上記の例では、いずれかの温度が過度に低下したときに、研磨の中止や警報の発生等の措置を用意していないが、そのような工程を組み込んでも良い。

【００４１】

次に、この発明の研磨温度の制御の第２の方式を説明する。これは、研磨空間の温度自体を制御するのではなく、これを測定パラメータとしてこれをもとに他のパラメータである研磨液Ｑの温度や研磨テーブル１２温度を制御するものである。すなわち、研磨室３８の温度が研磨目標温度Ｔｏより高い場合には、研磨温度は研磨液Ｑや研磨テーブル保温媒体温度よりも高くなる。従って、この場合は研磨空間温度の影響で昇温する部分を見込んで研磨液Ｑや研磨テーブル保温媒体Ｃの温度を低く設定する。

【００４２】

この方式は、研磨装置が図１のように仕切壁に区画された小さい研磨空間ではなく、通常のクリーンルームやその他のより広い部屋に配置されており、研磨装置の都合だけで空間の温度を変えるのが好ましくないような場合、あるいは、研磨空間の気密度が低く、研磨空間の温度制御が困難であるような場合に採用される。

【００４３】

図３は、第２の方式の制御を示すもので、まず、ステップ１において、コンピュータ（制御装置）３４に研磨目標温度Ｔｏを入力し、ステップ２においてそれぞれの温度センサ４

８，３０，２０が、室温Ｔr、研磨液温度Ｔq、テーブル保温媒体温度Ｔcを測定し、ステップ３においてコンピュータ３４がこの測定値をもとに、研磨液温度Ｔq、テーブル保温媒体温度Ｔcの目標値である、 Ｔqo，Ｔcoを、例えば、

$Tqo = To - k_1 \Delta T$，$Tco = To - k_2 \Delta T$

の式に基づいて算出する。但し、$\Delta T = Tr - To$であり、k_1，k_2は実験的に求める定数である。

【００４４】

ステップ４において、測定された研磨液温度Ｔq、テーブル保温媒体温度Ｔcと、それらの目標値Ｔqo，Ｔcoを比較し、許容範囲内でなければ、ステップ５においてその該当する温度調整装置２２，３２を動作させて温度を調整し、ステップ２に戻って再度測定を行なう。これらの温度が全て許容範囲内である場合、あるいはなった場合には、ステップ６において研磨を開始する。研磨開始後、さらにステップ２に戻って再度測定を行ない、ステップ２，３，４，５→２又はステップ２，３，４，６→２のループでそれぞれの温度が許容範囲内となるように制御を行なう。

【００４５】

この方式では、研磨目標温度Ｔoを例えば１６℃、許容範囲ｔを２℃と設定すれば、供給する研磨液Ｑの温度、研磨テーブル１２の保温媒体Ｃの温度は、研磨空間と目標温度Ｔoの差を補うような値に維持される。これにより、研磨温度は目標温度Ｔoとなり、温度が正確に制御され、従って、それぞれの研磨対象に適合した均一な研磨速度と適正な面内均一性が得られる。以下に、この第２の方式の場合の発明の効果を示すために行った研磨温度測定の結果を示す。

【００４６】

	本発明③	本発明④	従来
研磨液温度	１０	４８	１５
テーブル保温媒体温度	１０	４７	１５
研磨室温度	２３	２３	２３
研磨温度	１７	３９	２３
研磨目標温度	１６	４０	１６

【００４７】

なお、この実施例では、研磨室３８の温度を１つの測定パラメータとしてのみ用い、これを制御しなかったが、他の条件が許す範囲で研磨空間温度を調整するようにしてもよいことは勿論である。

【００４８】

また、研磨温度つまり研磨中の研磨クロス１０又は被研磨材Ｗの温度を適宜の方法で測定してこれをもとに研磨空間の温度を含む制御パラメータを制御するようにしていもよい。このようなセンサとしては、ターンテーブル１２やトップリング１４に温度計を埋め込むもの、あるいは赤外線センサのように外部から非接触で研磨クロスの面の温度を測定する放射温度計タイプを用いるもの等がある。

【００４９】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明の研磨装置によれば、研磨温度をより正確に制御して、研磨温度のバラツキに起因する被研磨材間の研磨厚さのバラツキ、あるいは同一被研磨材の面内厚さのバラツキを減少させることができ、製品の歩留まりの向上及び高品質の研磨を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】この発明の研磨装置の全体の構成を模式的に示す断面図である。

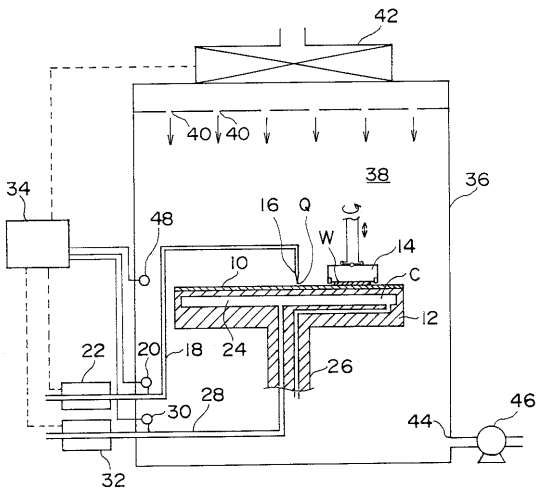
【図２】この発明の研磨装置における制御方法を示すフロー図である。

【図３】この発明の研磨装置における他の制御方法を示すフロー図である。

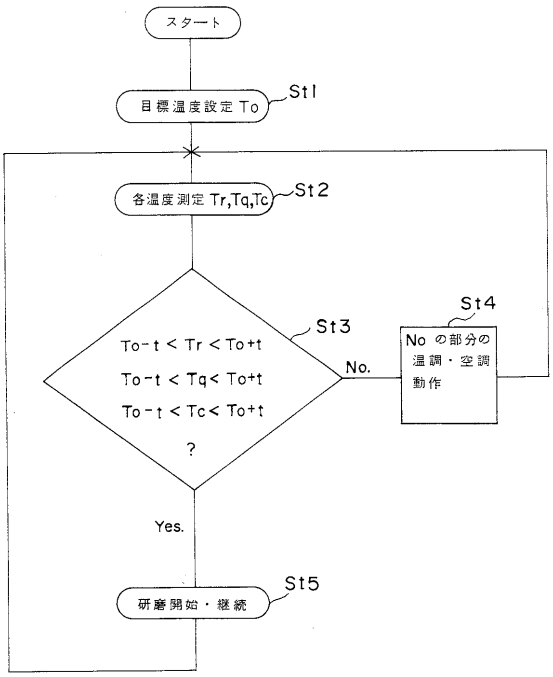
【符号の説明】

１０　研磨クロス
１２　研磨テーブル
１４　トップリング
１６　研磨液ノズル
１８　保温媒体配管
２０，３０，４８　温度センサ
２２，３２　温度調整装置
３４　制御装置
３８　研磨空間
４２　空調装置
Ｃ　保温媒体
Ｑ　研磨液
Ｗ　被研磨材

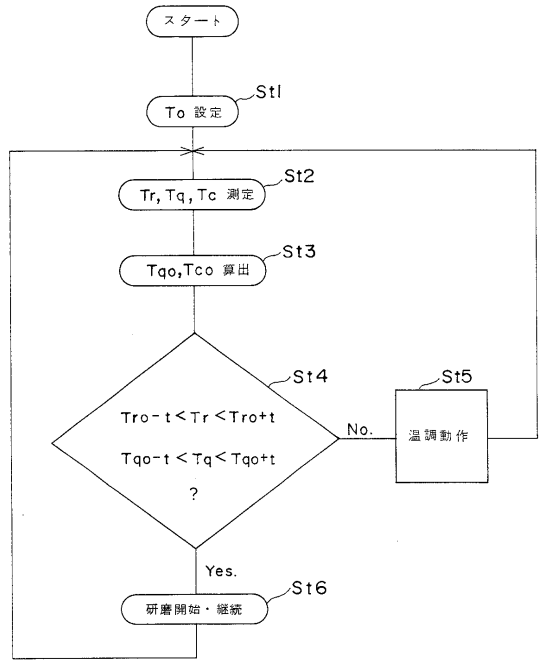
【図１】



【図２】



【図３】


スタート
St1
To 設定
St2
Tr, Tq, Tc 測定
St3
Tqo,Tco 算出
St4
Tro-t<Tr<Tro+t
Tqo-t<Tq<Tqo+t
?
No.
St5
温調動作
Yes.
St6
研磨開始・継続

フロントページの続き

(72)発明者　吉田　博
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　安田　穂積
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

審査官　中島　成

(56)参考文献　特開平０８－２４３９１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２３１４２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０３３８９７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B24B 37/00
H01L 21/304