

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年1月8日 (08.01.2004)

PCT

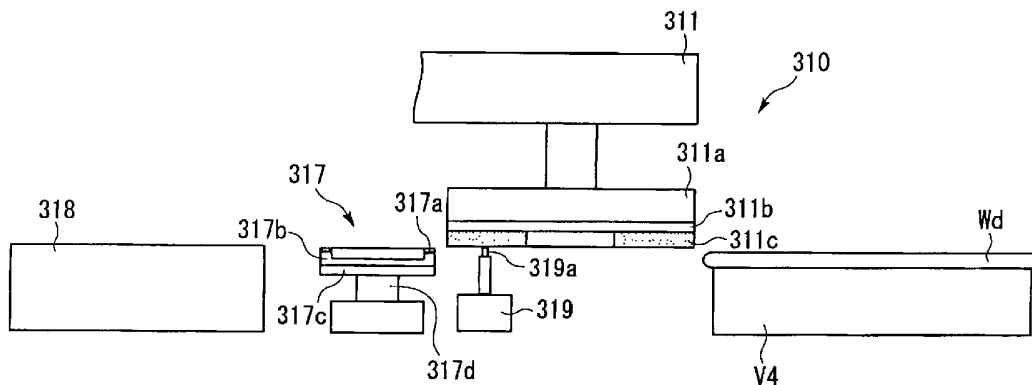
(10) 国際公開番号
WO 2004/002681 A1

- (51) 国際特許分類: B24B 53/02, 37/00, H01L 21/304
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008216
- (22) 国際出願日: 2003年6月27日 (27.06.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-189264 2002年6月28日 (28.06.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331
東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 星野 進
(HOSHINO, Susumu) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都
千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内
Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 細江 利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒221-0822 神
奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目3番6号 コー
ポフジ605 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF JUDGING LIFE AND QUALITY OF ABRASIVE PAD ETC, METHOD OF CONDITIONING ABRASIVE PAD, POLISHING DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE, AND METHOD OF PRODUCING THE SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 研磨パッド等の寿命・良否判定方法、研磨パッドのコンディショニング方法、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法



(57) Abstract: The thickness of an abrasive pad (311c) used for polishing a wafer (Wd) is measured by a pad thickness measuring device (319). When the thickness is less than a predetermined value, the abrasive pad (311c) is judged that its life is over. The abrasive pad (311c) is conditioned by a conditioner (317b) of a pad conditioning device (317). Before and after the conditioning, the thickness of the abrasive pad (311c) is measured by the pad thickness measuring device (319). An average cutting rate in the time period of conditioning of the abrasive pad (311c) is obtained based on the thickness of the abrasive pad (311c) measured before and after the conditioning. When the average cutting rate is less than a predetermined value, the conditioner (317b) is judged that its life is over. In this way, the life of the abrasive pad and the conditioner can be judged accurately.

(57) 要約: ウエハWdの研磨に用いられる研磨パッド311cの厚みを、パッド厚み計測装置319により計測する。この厚みが所定値より薄い場合に、研磨パッド311cの寿命が尽きたと判定する。研磨パッド311cを、パッドコンディショニング装置317のコンディショナ317bによりコンディショニングする。このコンディショニングの前後で、研磨パッド311cの厚みを、パッド厚み計測装置319により計測する。このコンディショニングの前後で計測された研磨パッド311cの厚みに基づいて、研磨パッド311cの前記コンディショニングのコンディショニング時間中の平均切削レートを求める。この平均切削レートが所定値より低い場合に、コンディショナ317bの寿命が尽きたと判定する。これにより、研磨パッド及びコンディショナの寿命を正確に判定することができる。

WO 2004/002681 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

研磨パッド等の寿命・良否判定方法、研磨パッドのコンディショニング方法、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法

技術分野

本発明は、研磨技術に関し、特に、研磨パッドの寿命判定方法、コンディショナの寿命判定方法、コンディショナの良否判定方法、研磨パッドのコンディショニング方法、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法に関するものである。

背景技術

従来、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置が提供されている。

このような研磨装置として、例えば、半導体デバイスウエハ等の表面のグローバル平坦化などのための化学的機械的研磨（Chemical Mechanical Polishing 又は Chemical Mechanical Planarization、以下ではCMPと称す）を行う研磨装置を、挙げることができる。CMPは、物理的研磨に、化学的な作用（研磨剤、溶液による溶かしだし）を併用して、ウエハの表面凹凸を除去していく工程で、スラリーと呼ばれる研磨剤を用い、適当な研磨パッドで、ウエハ表面を加圧し、相対運動させることにより研磨を進行させ、ウエハ面内での一様な研磨が可能になる。

このような研磨装置では、研磨パッドの研磨面は、研磨時間に応じて目詰まりが進行して劣化するため、定期的なコンディショニング（ドレッシングともいう）を行って良好な加工が継続されるようにメンテナン

スされる。

このコンディショニングは、研磨パッドの研磨面とコンディショナ(コンディショニング工具又はドレッシング工具ともいう)のコンディショニング面とを当接させて、研磨パッドとコンディショナとを相対移動させることにより行われる。前記コンディショナとしては、例えば、円環状又は円板状のコンディショニング面の全体に渡ってダイヤモンド粒子等の砥粒が分布された工具が用いられる。前記相対移動は、例えば、研磨パッド及びコンディショナを両方とも回転させることにより行われる。

研磨パッドの厚さは、ウエハ等の被研磨物の研磨に伴う消耗や、前記コンディショニングに伴う消耗(切削)により、薄くなっていき、やがて所望の研磨特性を得ることができなくなって、寿命が尽きる。このため、研磨パッドを新しい研磨パッドに交換する必要がある。そこで、従来は、当該研磨パッドによる研磨の累積時間や、コンディショニングの累積時間や、研磨した被研磨物の数や、コンディショニングの回数によって、研磨パッドの寿命を判定し、その寿命が尽きたと判定したときに、研磨パッドを新しいものに交換していた。なお、研磨パッドは、作業者が手作業で交換する場合もあるし、研磨パッドを自動的に交換する装置も提供されている(例えば、特開2001-148361号公報)。

また、前記コンディショニングを行うコンディショニング装置は、一般的に、前記コンディショナと、これを保持する保持部とを備えた構成とされている。前記コンディショナのコンディショニング面も研磨パッドのコンディショニングにより消耗等してしまい、やがて所望のコンディショニング特性が得られなくなって、寿命が尽きる。そこで、従来は、当該コンディショナによるコンディショニングの累積時間や回数によって、コンディショナの寿命を判定し、その寿命が尽きたと判定したときに、コンディショナを新しいものに交換していた。そして、新しいコン

ディショナは、常に所望のコンディショニング特性を有するものとして、特別なチェックを行うことなく、研磨パッドのコンディショニングに用いていた。

さらに、従来は、研磨パッドのコンディショニングは、当該研磨パ
5 ドにより所定数の被研磨物を研磨する毎に行われていたが、毎回同じコンディショニング条件で行われていた。

しかしながら、従来の研磨パッドの寿命判定方法では、研磨やコン
ディショニングの累積時間や回数によって研磨パッドの寿命を判定して
いたので、研磨パッドの寿命を正確に判定することができなかった。この
10 ため、実際上は、かなりの余裕を見越して、実際には未だ十分に所望の
研磨特性が得られるにも拘わらず、かなり早めに研磨パッドの寿命が尽
きたと判定し、新しい研磨パッドに交換していた。したがって、前記研
磨装置のランニングコストが増大していた。なお、十分に余裕を見越こ
して早めに研磨パッドの寿命が尽きたと判定しない場合には、研磨パ
15 ドの寿命を正確に判定することができないことから、研磨パッドが所望
の研磨特性が得られなくなっているにも拘わらず、被研磨物を研磨して
しまい、被研磨物を精度良く研磨することができず、致命的な結果を招
いてしまう。

また、前記従来のコンディショナの寿命判定方法では、コンディシ
20 ニングの累積時間や回数によってコンディショナの寿命を判定していた
ので、コンディショナの寿命を正確に判定することができなかった。こ
のため、実際上は、かなりの余裕を見越して、実際には未だ十分に所望
のコンディショニング特性が得られるにも拘わらず、かなり早めにコン
ディショナの寿命が尽きたとして判定し、新しいコンディショナに交換
25 していた。したがって、前記研磨装置のランニングコストが増大してい
た。なお、十分に余裕を見越こして早めにコンディショナの寿命が尽き

たと判定しない場合には、コンディショナの寿命を正確に判定することができないことから、コンディショナが所望のコンディショニング特性が得られなくなっているにも拘わらず、研磨パッドをコンディショニングしてしまい、その結果、研磨パッドが所望の研磨特性を発揮し得なくなり、ひいては、被研磨物を精度良く研磨することができず、致命的な結果を招いてしまう。

さらに、新しいコンディショナが常に所望のコンディショニング特性を有しているとは限らないことが、判明した。例えば、新しいコンディショナの場合、砥粒等による切削能力が高過ぎ、研磨パッドの目詰まり等を回復するという段階を越えて研磨パッドの研磨面が荒れ過ぎてしまい、これにより、コンディショニングした研磨パッドが所望の研磨特性を発揮し得なくなってしまう場合もあることが、判明した。したがって、前記従来のように、新しいコンディショナを何らチェックすることなく研磨パッドのコンディショニングに用いると、研磨パッドが所望の研磨特性を発揮し得なくなり、ひいては、被研磨物を精度良く研磨することができず、致命的な結果を招いてしまうおそれがあった。ところが、従来は、新しいコンディショナの良否を判定する有効な方法がなかった。

また、従来は、研磨パッドのコンディショニングは、前述したように、当該研磨パッドにより所定数の被研磨物を研磨する毎に行われていたが、毎回同じコンディショニング条件で行われていた。ところが、コンディショナのコンディショニング面は徐々に消耗していくため、コンディショニング後の研磨パッドの研磨面の状態は徐々に変化していく。したがって、各被研磨物毎に、研磨パッドによる被研磨物の研磨状態も変化してしまい、好ましくなかった。

25

発明の開示

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、研磨パッドの寿命を正確に判定することができる研磨パッドの寿命判定方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、コンディショナの寿命を正確に判定することができる
5 コンディショナの寿命判定方法を提供することを目的とする。

さらに、本発明は、新しいコンディショナの良否を適切に判定することができるコンディショナの良否判定方法を提供することを目的とする。

さらにまた、本発明は、各被研磨物について同じように研磨することができる研磨パッドのコンディショニング方法を提供することを目的とする。
10

また、本発明は、ランニングコストを低減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。

さらに、本発明は、各被研磨物について同じように研磨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。

さらにまた、本発明は、従来の半導体デバイス製造方法に比べて、低
15 コストで半導体デバイスを製造することができる半導体デバイス製造方法、及び低コストの半導体デバイスを提供することを目的とする。

前記目的を達成するための第1の発明は、被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドをコンディショナでコンディショニングするコンディショ
20 ニング方法であって、

前記研磨パッドを、前記コンディショナを用いて所定条件で1回以上コンディショニングし、

前記1回以上のコンディショニングの前後で、前記研磨パッドの厚みを計測し、

25 前記1回以上のコンディショニングの前後で計測された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記1回以上のコンディショニ

6

ングでの平均切削レートを求め、

前記平均切削レートに基づいて、前記1回以上のコンディショニングの次の回のコンディショニング時のコンディショニング条件を設定し、

前記次の回のコンディショニングを、前記設定したコンディショニング条件に従って行うことを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第2の発明は、前記第1の発明であって、コンディショニング条件がコンディショニング時間であることを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第3の発明は、被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドのコンディショニングに用いられるコンディショナの寿命を判定する寿命判定方法であって、

前記研磨パッドを、前記コンディショナを用いてある累積コンディショニング時間コンディショニングし、

前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で、前記研磨パッドの厚みを計測し、

前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で計測された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求め、

前記平均切削レートが所定値より低い場合に、前記コンディショナの寿命が尽きたと判定することを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第4の発明は、

被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドのコンディショニングに用いられる新しいコンディショナの良否を判定する良否判定方法であって、

前記研磨パッドを前記新しいコンディショナを用いてある累積コンディショニング時間コンディショニングし、

前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で、前

記研磨パッドの厚みを計測し、

前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で計測された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求め、

- 5 前記平均切削レートが所定範囲外である場合に、前記新しいコンディショナが不良であると判定することを特徴とするものである。

- 前記目的を達成するための第5の発明は、被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドの寿命を判定する寿命判定方法であって、前記研磨パッドの厚みを計測し、前記計測された前記研磨パッドの厚みが所定値より薄
- 10 い場合に、前記研磨パッドの寿命が尽きたと判定することを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第6の発明は、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

- 15 前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記計測部により計測された前記研磨パッドの厚みが所定値より薄い場合に、前記研磨パッドを新しい研磨パッドに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記研磨パッドを自動的に新しい研磨パッドに交換する手段と、

- 20 を備えたことを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第7の発明は、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

- 25 コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

第1のタイミング及びその後の第2のタイミングで、前記研磨パッド

の厚みを計測する計測部と、

前記第 1 のタイミングで計測された厚みと前記第 2 のタイミングで計測された厚みとに基づいて、前記第 1 のタイミングから前記第 2 のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累

5 積コンディショニング時間中の平均切削レートを演算する演算部と、

前記平均切削レートが所定値より低い場合に、前記コンディショナを新しいコンディショナに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記コンディショナを自動的に新しいコンディショナに交換する手段と、を備えたことを特徴とするものである。

10 前記目的を達成するための第 8 の発明は、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

15 前記コンディショニング部に新しいコンディショナが装着されて当該新しいコンディショナが前記研磨パッドのコンディショニングに用いられる前の第 1 のタイミング、及び、その後に前記新しいコンディショナを用いて前記研磨パッドをコンディショニングした後の第 2 のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

20 前記第 1 のタイミングで計測された厚みと前記第 2 のタイミングで計測された厚みとに基づいて、前記第 1 のタイミングから前記第 2 のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累積コンディショニング時間中の平均切削レートを演算する演算部と、

前記平均切削レートが所定範囲外である場合に、前記コンディショナ
25 を更に新しいコンディショナに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記コンディショナを自動的に新しいコンディショナに交換する手段

と、

を備えたことを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第 9 の発明は、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させ

5 ることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

第 1 のタイミング及びその後の第 2 のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

10 前記第 1 のタイミングで計測された厚みと前記第 2 のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第 1 のタイミングから前記第 2 のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求める手段と、

前記平均切削レートに基づいて、前記研磨パッドの前記期間後の次回
15 のコンディショニングのコンディショニング条件を設定するコンディショニング条件設定部と、

を備えたことを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第 10 の発明は、前記第 9 の発明であって、前記コンディショニング条件がコンディショニング時間であることを特

20 徴とするものである。

前記目的を達成するための第 11 の発明は、研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し、該コンディショナで前記研磨パッドを、前記
25 研磨パッドで所定数の前記被研磨物を研磨する毎に、コンディショニングするコンディショニング部と、

第 1 のタイミング及びその後の第 2 のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記第 1 のタイミングで計測された厚みと前記第 2 のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第 2 のタイミングの後に前記研磨パッドで研磨される前記被研磨物の数を、当該数の前記被研磨物を研磨したと仮定したときに予測される前記研磨パッドの厚みが所定値より薄くならない数以下に制限する手段と、
5 を備えたことを特徴とするものである。

前記目的を達成するための第 1 2 の発明は、前記第 6 の発明から第 1 1 の発明のいずれかの研磨装置を用いて、半導体ウエハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法である。
10

前記目的を達成するための第 1 3 の発明は、前記第 1 2 の発明である半導体デバイスの製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイスである。

15

図面の簡単な説明

図 1 は、本明の第 1 の実施の形態による研磨装置を模式的に示す概略上面図である。

図 2 は、図 1 に示す研磨装置のウエハの処理の様子を示す概略上面図
20 である。

図 3 は、図 1 に示す研磨装置における第 1 の研磨ステージに位置している主要な要素を側方から見て模式的に示す概略断面図である。

図 4 は、図 1 に示す研磨装置の動作を示す概略フローチャートである。

図 5 は、図 1 に示す研磨装置の動作を示す他の概略フローチャートで
25 ある。

図 6 は、半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明による研磨パッドの寿命判定方法、コンディショナの寿命判定方法、コンディショナの良否判定方法、研磨パッドのコンディ
5 ョニング方法、研磨装置、半導体デバイス及び半導体デバイス製造方法
について、図面を参照して説明する。

[第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1の実施の形態である研磨装置1を模式的に示す概略上面図である。図2は、図1に示す研磨装置1のウエハの処理の様
10 子を示す概略上面図である。図3は、図1に示す研磨装置1における第
1の研磨ステージに位置している主要な要素を側方から見て模式的に示
す概略断面図である。なお、図面表記の便宜上、図2では、後述する研
磨状況モニタ装置50aを省略している。

本実施の形態による研磨装置1は、被研磨物としての半導体ウエハを
15 3ステージの研磨工程で精密に平坦研磨するCMP装置の例である。

この研磨装置1は、図1及び図2に示すように、大きくカセットイン
デックス部100、ウエハ洗浄部200、研磨部300から構成されて
おり、各部はそれぞれ仕切られてクリーンチャンバが構成される。なお、
各室間には自動開閉式のシャッタを設けても良い。

20 カセットインデックス部100は、複数枚のウエハを保持したカセッ
ト（キャリアとも称する）C1～C4を載置するウエハ載置テーブル1
20と、未加工ウエハをカセットから取り出して洗浄部200の洗浄機
仮置き台211に搬入し、また研磨加工後にウエハ洗浄部200で洗浄
された加工済みウエハをカセットに収納する第1搬送ロボット150と
25 を有して構成されている。

第1搬送ロボット150は2本の多関節アーム153a, 153bを

有する多関節アーム型のロボットであり、基台151とこの基台151上に水平旋回及び昇降作動自在な旋回台152、旋回台152上に取り付けられた2本の多関節アーム153a、153b、それぞれの多関節アーム153a、153bの先端部に各アームに対して伸縮自在に取り付けられたAアーム155a及びBアーム155b（Bアーム155bはAアーム155aの下方にオフセット配置されており、図1及び図2において上下に重なって位置している）等から構成されている。Aアーム155a及びBアーム155bの先端部にはウエハを載置して吸着保持する保持部が形成されている。また、基台151には床面に配設されたリニアガイド160に沿って水平移動自在な直線移動装置が設けられている。

このため、第1搬送ロボット150は、リニアガイド160に沿って目的とするカセットの前方に移動し、旋回台152を水平旋回及び昇降作動させてAアーム155a又はBアーム155bを目的とするスロット高さに移動させ、多関節アーム153a及びAアーム155a、又は多関節アーム153b及びBアーム155bを作動させてAアーム155a又はBアーム155bの先端部の保持部で目的のスロット中の未加工ウエハを吸着保持して取り出し、あるいは目的のスロットに加工済みウエハを収納することができる。

なお、上下方向にオフセットして配置されるこれら2対のアーム155a、155bは機能上等価に構成されており、いずれを取り出し用又は収納用として用い、あるいは一方のアームのみを両方の用途に用いる構成とすることもできるが、図示する研磨装置では未加工ウエハを下側のBアーム155bでカセットから取り出し、洗浄後の加工済みウエハを上側のAアーム155aでカセットに収納するように設定している。

ウエハ洗浄部200は、第1洗浄室210、第2洗浄室220、第3

洗浄室 230 及び乾燥室 240 の 4 室構成からなり、研磨加工済みのウエハが第 1 洗浄室 210 → 第 2 洗浄室 220 → 第 3 洗浄室 230 → 乾燥室 240 のように順次送られて研磨加工部 300 で付着したスラリーや研磨加工液、研磨摩耗粉等の除去洗浄が行われる。例えば、第 1 洗浄室
5 210 では回転ブラシによる両面洗浄、第 2 洗浄室 220 では超音波加振下での表面ペンシル洗浄、第 3 洗浄室 230 では純水によるスピナー洗浄、乾燥室 240 では窒素雰囲気下における乾燥処理が行われるように構成されている。なお、研磨加工前の未加工ウエハは上記洗浄工程を
10 1 を介してウエハ洗浄部 200 を通過しウエハ研磨部 300 に搬入される。

研磨部 300 は、4 分割されてステッピングモータ等の作動により 90 度ごとに回動送りされるインデックステーブル 340 と、インデックステーブル 340 の位置決め停止位置に対応してインデックステーブル
15 340 を外周から取り囲むように設けられた第 1 研磨ステージ 310、第 2 研磨ステージ 320、第 3 研磨ステージ 330、及びインデックステーブル 340 に未加工ウエハを搬入し加工済みウエハを搬出する搬送ステージ 350 などから構成されている。なお、研磨ステージは、研磨
ゾーンあるいは研磨室と呼ぶ場合もある。

20 4 分割されたインデックステーブル 340 の各々の区画には、ウエハを裏面から吸着保持するチャック V1～V4 がテーブル上面に露出して配設されており、各チャック V1～V4 はインデックステーブル 340 に水平面（図 1 中の紙面と平行な面）内で回転自在に支持されるとともに、インデックステーブル 340 の内部に設けられた電動モータやエア
25 モータ等の駆動手段により高速回転及び停止保持が自在に取り付けられている。なお、チャック V1～V4 の直径はウエハ直径よりもわずかに

小径に形成されており、チャックV1～V4に保持されたウエハの外周端部を把持可能に構成されている。

第1研磨ステージ310、第2研磨ステージ320、第3研磨ステージ330の3つの研磨ステージには、それぞれ、インデックステーブル5 340に対して水平方向に揺動自在かつ鉛直方向に上下動自在な研磨アーム311、321、331が設けられている。

図3に示すように、研磨アーム311の先端部には、研磨アーム311から垂下して水平面内に高速回転自在な研磨ヘッド311aが取り付けられており、その下端面にウエハとの相対回転によりウエハを平坦研磨する研磨体としての研磨パッド311cを有している。本実施の形態では、研磨パッド311cは、取付板311bに取り付けられ、取付板311bが研磨ヘッド311aに真空吸着により保持されており、研磨パッド311cは、後述するパッド交換装置318により、支持部材311bごと自動交換されるようになっている。このような研磨ヘッド311a及びパッド交換装置318としては、例えば、特開2001-148361号公報に開示されたものを採用することができる。図面には示していないが、各研磨アーム321、331の先端部にも、研磨アーム321、331から垂下して水平面内に高速回転自在な研磨ヘッドが取り付けられており、その下端面にウエハとの相対回転によりウエハを20 平坦研磨する研磨体としての研磨パッドを有している。

また、図1及び図2に示すように、各研磨ステージ310、320、330には、研磨パッドの厚みを計測するパッド厚み計測装置319、329、339と、研磨パッドの表面をコンディショニングするパッドコンディショニング装置317、327、337と、研磨パッドを自動25 交換するパッド交換装置318、328、338が取り付けられている。

本実施の形態では、図3に示すように、パッド厚み計測装置319と

して、市販の接触触針式変位計が用いられ、触針 3 1 9 a が研磨パッド 3 1 1 c の研磨面に接触してその高さに応じて上下し、触針 3 1 9 a を研磨パッド 3 1 1 c の半径方向にスライドさせることにより、研磨パッド 3 1 1 c の半径方向の厚さ分布を測定できるようになっている。本実施の形態では、研磨パッド 3 1 1 c の厚さとして、半径方向の厚さ分布の平均値（最大値又は最小値等でもよい。）を採用するので、研磨パッド 3 1 1 c の半径方向の厚さ分布を測定するが、例えば、研磨パッド 3 1 1 c の研磨面の一点のみの厚さを計測するだけでもよい。なお、パッド厚み計測装置 3 1 9 として、接触触針式変位計に代えて、例えば、光学式変位計を用いてもよい。パッド厚み計測装置 3 2 9, 3 3 9 は、パッド厚み計測装置 3 1 9 と同様の構成を有している。

また、本実施の形態では、パッドコンディショニング装置 3 1 7 は、図 3 に示すように、リング状のダイヤモンド砥粒等が分布されたリング状のコンディショニング面 3 1 7 a を有するコンディショナ 3 1 7 b と、コンディショナ 3 1 7 b を保持するコンディショナ保持部材 3 1 7 c と、コンディショナ保持部材 3 1 7 c を回転させる回転機構 3 1 7 d と、を有している。研磨パッド 3 1 1 c の研磨面とコンディショナ 3 1 7 b のコンディショニング面 3 1 7 a とを当接させて加重をかけ、それぞれ回転させることにより、研磨パッド 3 1 1 c の研磨面がコンディショニングされるようになっている。パッドコンディショニング装置 3 2 7, 3 3 7 は、パッドコンディショニング装置 3 1 7 と同様に構成されている。本実施の形態では、パッドコンディショニング装置 3 1 7, 3 2 7, 3 3 7 のコンディショナは、作業者が手作業で交換し得るようになっているが、研磨パッドの場合と同様に、コンディショナを自動交換するコンディショナ交換装置を設けてもよい。

各研磨ステージ 3 1 0, 3 2 0, 3 3 0 における研磨アームとチャッ

ク、パッド厚み計測装置、パッドコンディショニング装置、パッド交換装置とは、研磨アーム先端の研磨ヘッドの揺動円周上に位置するように相対位置が規定されている。このため、例えば、第1研磨ステージ310において研磨加工を行うときには、研磨アーム311を揺動させて研
5 磨ヘッドをチャックV4上に移動させ、研磨ヘッド及びチャックV4を相対回転させるとともに研磨アーム311を降下させることにより研磨パッドをウエハ上に押圧させて研磨加工を行う。なお、研磨加工の際に、研磨剤（スラリー）が研磨パッドとウエハとの間に介在されることは、
10 言うまでもない。そして、研磨加工の最終段階には、不図示の水供給装置によって被研磨物上の研磨剤を洗い流した後、例えばチャックを回転することで水切りを行う。

研磨加工をすべて終了して研磨アーム311をわずかに上昇させるとインデックステーブル340を回動させることができる。このとき、後述する所定タイミングで研磨アーム311を揺動させてパッド厚み計測
15 装置319で研磨パッドの厚みを計測し、所定の研磨回数ごと（すなわち、ウエハの枚数ごと）に研磨アーム311を更に揺動させてパッドコンディショニング装置317で研磨パッド311cの目詰まりや目の不揃いを修正する目立て（コンディショニング）を行い、また後述するタイミングで研磨アーム311を更に揺動させて研磨パッド311cをパ
20 ッド交換装置318上方に移動させ、この装置により研磨パッド311cの自動交換を行う。

研磨アーム311にはアームの揺動角度位置を検出するアーム位置検出器（図示せず）が取り付けられており、研磨アーム311の研磨加工位置やパッド厚み計測位置やコンディショニング位置やパッド交換位置
25 を検出している。

また、各研磨ステージには、図1に示すように、研磨加工中のウエハ

- の研磨状況を光学的にモニタする研磨状況モニタ装置50aが取り付けられ、研磨加工中の膜厚減少などがリアルタイムで検出可能となっている。この研磨状況モニタ装置50aとしては、例えば、特開2000-40680号公報に開示されている装置を用いることができる。本実施
- 5 の形態では、研磨状況モニタ装置50aは、各研磨ステージの研磨アームとおおよそ平行に延び水平方向に揺動自在のアーム61を有している。このアーム61には光ファイバ等が内蔵され、アーム61の先端部から、チャックに保持されて研磨加工中のウエハ上にプローブ光を局所的に照射するとともにウエハからの反射光を受光して所定箇所に導かれるよう
- 10 になっている。アーム61は、研磨アームとの機械的な干渉を避けるために研磨加工中に研磨アームと同期して揺動されるようになっている。本実施の形態では、研磨状況モニタ装置50aは、アーム61の先端部がウエハ上に位置しているときに得られるウエハからの反射光に基づいて、研磨状況がモニタされる。
- 15 以上の構成及び作動は、第2研磨ステージ320、第3研磨ステージ330においても同様である。
- 搬送ステージ350には、第2搬送ロボット360と第3搬送ロボット370とが配設されている。第2搬送ロボット360は、前述した第1搬送ロボット150と同様の多関節アーム型のロボットであり、水平
- 20 旋回及び昇降作動自在な旋回台362上に揺動自在に取り付けられた2本の多関節アーム363a、363b及び各多関節アーム363a、363bの先端部に伸縮自在に取り付けられたAアーム365a及びBアーム365bから構成されている。Aアーム365aとBアーム365bとは上下にオフセットして配置されるとともに、両アーム365a、
- 25 365bの先端部にはウエハを載置して吸着保持する保持部が形成されている。

第3搬送ロボット370は、インデックステーブル340に対して水平方向に揺動自在かつ鉛直方向に上下動自在な揺動アーム371と、この揺動アーム371の先端部に揺動アーム371に対して水平旋回自在に取り付けられた回動アーム372、回動アーム372の両端部に懸吊
5 されてウエハの外周端部を把持するAクランプ375a及びBクランプ375bなどから構成されている。Aクランプ375aとBクランプ375bとは回動アーム372の回動中心から同一距離の回動アーム端部に配設されている。また、図1に示す状態は第3搬送ロボット370の待機姿勢を示しており、図におけるAクランプ375aとBクランプ
10 375bとの下方には、それぞれ未加工のウエハを載置するA仮置き台381と、研磨加工済みのウエハを載置するB仮置き台382とが設けられている。

このため、第3搬送ロボット370の揺動アーム371を揺動作動させ、さらに回動アーム372を旋回作動させることによりAクランプ3
15 75a又はBクランプ375bをインデックステーブル340のチャックV1上に移動させることができ、当該位置で揺動アーム371を下降させてAクランプ375a又はBクランプ375bでチャック上のウエハを外周クランプして受け取り、あるいはチャック上に新たなウエハを載置保持させることができる。

20 なお、研磨加工後のウエハにはスラリーを含んだ研磨加工液が付着していることから、研磨加工前のウエハを搬入するアーム及びクランプと、研磨加工後のウエハを搬出するアーム及びクランプとを区別し、上下にオフセットされたA、Bアーム365a、365bのうち上方に位置するAアーム365aを未加工ウエハの搬入用アーム、下方に位置するB
25 アーム365bを搬出用アームに、また、Aクランプ375aを搬入用クランプ、Bクランプ375bを搬出用クランプとして規定している。

次に、以上のように構成される研磨装置 1 の動作について、説明する。まず、ウエハの流れに着目し、パッド厚み計測、パッド交換、コンディショニング及びコンディショナ交換に関する動作については省略して、研磨装置 1 の動作について説明する。パッド厚み計測、パッド交換、コンディショニング及びコンディショナ交換に関する動作については、1つの研磨ステージに着目して、後にフローチャートを参照して詳述する。

以下の説明では、研磨装置 1 による研磨加工前のウエハ（本明細書では未加工ウエハという）を、第 1 次研磨加工 P 1、第 2 次研磨加工 P 2、第 3 次研磨加工 P 3 の 3 段階の CMP による研磨加工で平坦に研磨する場合を例にして、説明する。以下の例では、第 1 次研磨加工 P 1、第 2 次研磨加工 P 2 及び第 3 次研磨加工 P 3 は、第 1 研磨ステージ 3 1 0、第 2 研磨ステージ 3 2 0、第 3 研磨ステージ 3 3 0 でそれぞれ行われるようになっている。

なお、第 2 次研磨加工 P 2 及び第 3 次研磨加工 P 3 では、研磨状況モニタ装置 5 0 a による研磨終点の検出で、一旦研磨加工を終了させる。一方、本例では、第 1 次研磨加工 P 1 は第 2 次研磨加工 P 2 の前段的研磨加工であり、終点検出を行うまでもないので、第 1 次研磨加工 P 1 は、時間管理で研磨加工を終了させることとし、所定の研磨加工時間 t_{p1} で終了させる。

図 2 には、カセットインデックス部 1 0 0 のカセット C 1 にセットされた未加工ウエハ W d が、研磨部 3 0 0 で順次研磨処理されて加工済みウエハ W p となり、ウエハ洗浄部 2 0 0 で洗浄処理されてカセットインデックス部 1 0 0 のカセット C 4 に収納されるまでのウエハの流れを、点線と矢印を付して示している。なお、各搬送ロボット 1 5 0、3 6 0、3 7 0 やインデックステーブル 3 4 0、チャック V 1 ~ V 4、研磨アーム 3 1 1、3 2 1、3 3 1、研磨ヘッド等の作動は図示しないパーソナ

ルコンピュータ等からなる制御部によって制御され、この制御部は予め設定された制御プログラムに基づいてこれらの作動制御を行う。なお、図面には示していないが、研磨装置 1 は、後述する警報を発する警報部、及び、オペレータが各種の指令等を与える入力装置も備えている。この

5 警報部としては、視覚的な警報及び聴覚的な警報のいずれか一方を発生するものでもよいし、両方を発生するものでもよい。

まず、研磨装置 1 が起動され研磨加工が開始されると、第 1 搬送ロボット 150 がカセット C 1 の位置に移動し、旋回台 152 を水平旋回及び昇降作動させて B アーム 155 b を目的とするウエハのロット高さに移動させ、多関節アーム 153 b 及び B アーム 155 b を伸長作動させて B アーム 155 b 先端の保持部でロット内の未加工ウエハ W d を吸着保持し、両アームを縮長作動させて引き出す。そして、旋回台 152 を 180 度旋回作動させてウエハ洗浄部 200 に向かい、この洗浄部 200 に設けられた洗浄機仮置き台 211 上に未加工ウエハ W d を載置

10

15 する。

ウエハ洗浄室 200 を挟んで対峙する搬入ステージ 350 の第 2 搬送ロボット 360 は、未加工ウエハ W d が仮置き台 211 に載置されると、旋回台 362 を作動させて A アーム 365 a 先端部が洗浄機仮置き台 211 に向かうように旋回し、多関節アーム 363 a 及び A アーム 365 a を伸長作動させて A アーム先端の保持部で洗浄機仮置き台 211 上の未加工ウエハ W d を吸着保持する。そして、未加工ウエハ W d を保持すると多関節アーム 363 a 及び A アーム 365 a を縮長作動させるとともに旋回台 362 を旋回作動させて反転し、再び多関節アーム 363 a 及び A アーム 365 a を伸長作動させて未加工ウエハ W d を A 仮置き台

20

25 381 上に載置する。

未加工ウエハ W d が A 仮置き台 381 上に載置されると、第 3 搬送口

インデックステーブル 340 が位置決め停止すると、研磨ヘッドとチャック V1 とを例えば反対方向に高速回転させるとともに研磨アーム 311 を下降させて研磨ヘッド下端の研磨パッドをウエハ上に押圧させ、第 1 次研磨加工 P1 を行う。研磨加工中には研磨ヘッドの軸心からスラリーを供給しながら研磨パッドがウエハの回転中心と外周端部との間を往復動するように微小範囲で研磨アーム 311 を揺動作動させてウエハを均一に平坦研磨する。搬送ステージ 350 では、第 1 次研磨加工中に、新たな未加工ウエハが第 3 搬送ロボット 370 によりチャック V2 上に搬入される。

- 10 第 1 研磨ステージ 310 での第 1 次研磨加工 P1 は前述したように時間制御であり、所定の研磨加工時間 t_{p1} が経過すると、研磨アーム 311 を上昇させて第 1 研磨ステージ 310 での研磨加工を停止する。その後、制御部は、インデックステーブル 340 の作動が可能であるか否か（すなわち、第 1 研磨ステージ 310 以外のステージでの動作が完了したか否か）を判定し、可能でなければ可能となるのを待つ。

- 15 インデックステーブル 340 の作動が可能であれば、インデックステーブル 340 を再び右回りに 90 度回動作動させ、第 1 次研磨加工 P1 が終了したウエハを第 2 研磨ステージ 320（図 1 及び図 2 における V3 位置）に位置決めする。このとき、同時に、研磨アーム 321 を揺動作動させて研磨ヘッドをウエハ上に移動させる。そして、研磨アーム 321 を下降させ、上記第 1 次研磨加工 P1 と同様の作動により、第 2 研磨ステージ 320 での研磨加工（第 2 次研磨加工 P2）を行う。

- 25 第 2 研磨ステージ 320 での第 2 次研磨加工 P2 は、いわゆる終点検出加工である。第 2 研磨ステージ 320 の研磨状況モニタ装置 50a で検出される加工膜厚が予め設定された所定の膜厚まで減少したと判断されるときに、研磨アーム 321 を上昇させ第 2 研磨ステージ 320 での

研磨加工を停止すると共に、被研磨物上の研磨剤（スラリー）を洗い流すための洗浄、水切りを行う。

次に、制御部は、インデックステーブル 3 4 0 の作動が可能であるか否か（すなわち、第 2 研磨ステージ 3 2 0 以外のステージでの動作が完了したか否か）を判定し、可能でなければ可能となるのを待つ。

インデックステーブル 3 4 0 の作動が可能であれば、インデックステーブル 3 4 0 を再び右回りに 9 0 度回動作動させ、第 2 次研磨加工 P 2 が終了したウエハを第 3 研磨ステージ 3 3 0（図における V 2 位置）に位置決めする。そして、研磨アーム 3 3 1 を下降させて上述したと同様の作動により第 3 研磨ステージ 3 3 0 での研磨加工（第 3 次研磨加工 P 3）を行う。

第 3 研磨ステージ 3 3 0 での第 3 次研磨加工 P 3 も、第 2 次研磨加工 P 2 と同様に、いわゆる終点検出加工である。制御部は、第 3 研磨ステージ 3 3 0 の研磨状況モニタ装置 5 0 a で検出される加工膜厚が予め設定された所定の膜厚まで減少したと判断されるときに、研磨アーム 3 3 1 を上昇させて第 3 研磨ステージ 3 3 0 での研磨加工を停止する。

次に、制御部は、インデックステーブル 3 4 0 の作動が可能であるか否か（すなわち、第 3 研磨ステージ 3 3 0 以外のステージでの動作が完了したか否か）を判定し、可能でなければ可能となるのを待つ。

インデックステーブル 3 4 0 の作動が可能であれば、インデックステーブル 3 4 0 を再び右回りに 9 0 度回動作動させ、第 3 次研磨加工 P 3 が終了したウエハを搬送ステージ 3 5 0（図 1 及び図 2 における V 1 位置）に位置決めする。インデックステーブル 3 4 0 が位置決め停止すると、第 3 搬送ロボット 3 7 0 が揺動アーム 3 7 1 及び回動アーム 3 7 2 を揺動作動及び回動作動させて研磨加工が終了した加工済みウエハ W p を搬出するとともに、次の未加工ウエハ W d をチャック V 1 上に搬入して

チャックV 1に吸着保持させ、以上の動作を繰り返す。

加工済みウエハW pがB仮置き台3 8 2に載置され第3搬送ロボット3 7 0が待機位置で停止すると、第2搬送ロボット3 6 0は旋回台3 6 2、多関節アーム3 6 3 b及びBアーム3 6 5 bを作動させてBアーム
5 先端の保持部でB仮置き台3 8 2上の加工済みウエハW pを吸着保持し、旋回台3 6 2を旋回作動、多関節アーム3 6 3 b及びBアーム3 6 5 bを伸長作動させてさせて洗浄部2 0 0の洗浄機入口2 1 6に加工済みウエハW pを載置する。

洗浄部2 0 0では、第1洗浄室2 1 0で回転ブラシによる両面洗浄、
10 第2洗浄室2 2 0で超音波加振下での表面ペンシル洗浄、第3洗浄室2 3 0で純水によるスピナー洗浄、乾燥室2 4 0で窒素雰囲気下における乾燥処理が行われる。そして、このようにして洗浄された完成品ウエハは、カセットインデックス部1 0 0における第1搬送ロボット1 5 0のAアーム1 5 5 aにより洗浄部2 0 0から取り出され、カセットC 4の
15 指定スロットに収納される。

以上、カセットインデックス部1 0 0のカセットC 1にセットされた未加工ウエハW dが、研磨部3 0 0で順次研磨処理されて加工済みウエハW pとなり、ウエハ洗浄部2 0 0で洗浄処理されてカセットインデックス部1 0 0のカセットC 4に収納されるまでのウエハの流れを、説明
20 した。

本実施の形態による研磨装置1では、制御部が、図示しない入力装置を介してオペレータから、複数枚のウエハ（例えば、カセットC 1に収容されている複数枚のウエハ）についての自動的な連続した研磨（ここでは、「一連研磨」という。）を開始させる旨の指令を受けると、基本的
25 には、これらのウエハの各々について、各ステージでは異なるウエハに関する動作が同時に並行して行われつつ、前述したウエハの流れに従っ

た処理が行われる。

次に、本実施の形態の特徴的な動作であるパッド厚み計測、パッド交換、コンディショニング及びコンディショナ交換に関する動作を中心に、1つの研磨ステージ310に着目し、図4及び図5に示すフローチャートを参照して研磨装置1の動作について説明する。なお、図1乃至図3も参照されたい。

なお、以下の説明では、理解を容易にするため、研磨ステージは第1研磨ステージ310のみしか存在しないものとして説明する。第2研磨ステージ320及び第3研磨ステージ330を考慮した実際の動作については、後述する。

制御部は、まず、前記入力装置から、前記一連研磨の開始指令が得られたか否かを判定し（ステップS1）、この開始指令が得られなければ、得られるまで待つ。この指令により、何枚のウエハを連続して研磨するかが指定されるようになっている。ここでは、N枚のウエハが連続して研磨するように指定されたものとする。

一連研磨の開始指令が得られると、制御部は、研磨アーム311を揺動させて研磨ヘッド311aをパッド厚み計測装置319上方に移動させ、パッド厚み計測装置319に、研磨パッド311cの厚みを計測させる（ステップS2）。この厚みの値は、前述したように、半径方向の厚み分布の平均値、最大値、最小値、ある一点の値の、いずれでもよいが、平均値が好ましい。

次に、制御部は、ステップS2で計測されたパッド厚みが、研磨パッド311cの寿命を定める所定の最小管理値d1以上の厚さであるか否かを判定することによって、研磨パッド311cの寿命が尽きたか否かを判定する（ステップS3）。

ステップS2で最小管理値d1以上である（すなわち、研磨パッド3

1 1 c の寿命が尽きていない) と判定されると、後述するステップ S 1 1 へ移行する。一方、ステップ S 2 で最小管理値 d 1 より薄い (すなわち、研磨パッド 3 1 1 c の寿命が尽きた) と判定されると、ステップ S 4 へ移行する。この場合には、実際にウエハが研磨されることはない。

5 ステップ S 4 において、制御部は、研磨アーム 3 1 1 を揺動させて研磨ヘッド 3 1 1 a をパッド交換装置 3 1 8 上方に移動させ、この装置 3 1 8 により研磨パッド 3 1 1 c を新しい研磨パッドに交換させる。その後、制御部は、ステップ S 2 と同様に、パッド厚み計測装置 3 1 9 に、研磨パッド 3 1 1 c の厚みを計測させる (ステップ S 5)。

10 次に、制御部は、研磨アーム 3 1 1 を揺動させて研磨ヘッド 3 1 1 a をパッドコンディショニング装置 3 1 7 上方に移動させ、研磨ヘッド 3 1 1 a を降下させるとともに研磨ヘッド 3 1 1 a 及びコンディショナ保持部材 3 1 7 c をそれぞれ回転させて相対回転させ、研磨パッド 3 1 1 c をブレークインコンディショニングする (ステップ S 6)。ブレークインコンディショニングは、通常は新しい研磨パッドに対して行われるコンディショニングであり、通常のコンディショニング (ステップ S 1 2, S 1 4 で行われるコンディショニング) の場合に比べて例えばコンディショニング時間が長い一定時間とされ、コンディショナ 3 1 7 b による研磨パッド 3 1 1 c の切削量は比較的大きい。

20 次いで、制御部は、ステップ S 2 と同様に、パッド厚み計測装置 3 1 9 に、研磨パッド 3 1 1 c の厚みを計測させる (ステップ S 7)。その後、制御部は、ステップ S 7 で計測されたパッド厚みとステップ S 5 で計測されたパッド厚みとの差をステップ S 6 のブレークインコンディショニングのコンディショニング時間で除算することにより、ステップ S 6 で
25 の研磨パッド 3 1 1 c の平均切削レートを算出する (ステップ S 8)。

その後、制御部は、ステップ S 8 で算出した平均切削レートが、コン

ディショナ 3 1 7 b の寿命を定める最小管理値 R 1 以上であるか否かを判定することによって、コンディショナ 3 1 7 b の寿命が尽きたか否かを判定する（ステップ S 9）。

5 ステップ S 9 で最小管理値 R 1 以上である（すなわち、コンディショナ 3 1 7 b の寿命が尽きていない）と判定されると、次回の一連研磨（後述するステップ S 1 2, S 1 4）で行われる研磨パッド 3 1 1 c の各 1 回のコンディショニングによる研磨パッド 3 1 1 c の切削量が所定値となるようなコンディショニング時間（1 回の時間）を、ステップ S 8 で算出した平均切削レートから求め、このコンディショニング時間を、次回の一連研磨時のコンディショニング時におけるコンディショニング時間として、制御部の内部メモリに再設定する（ステップ S 1 0）。その後、ステップ S 1 へ戻る。

15 ステップ S 1 1 において、制御部は、ステップ S 1 で指定された枚数（N 枚）のウエハを研磨した後の研磨パッド 3 1 1 c の厚さを、予測する。後述するステップ S 1 2, S 1 4 では、例えば、2 枚のウエハの研磨について 1 回コンディショニングを行うなど、ウエハの何枚あたりにコンディショニングを 1 回行うかが予め定められている。したがって、N 枚のウエハを研磨した後には何回コンディショニングを行ったかを算出できる。そして、このコンディショニング回数と、現在設定されているコンディショニング時間（ステップ S 1 0, S 1 9, S 3 0 により最新に設定されたコンディショニング時間）と、最新に得られた平均切削レート（ステップ S 8, S 1 8, S 2 8 で得られた平均切削レートのうちの最新のもの）とを、乗算することにより、ステップ S 1 で N 枚のウエハを研磨した後の研磨パッド 3 1 1 c の厚さの予測値を得ることができ
25

次に、制御部は、ステップ S 1 1 で予測された研磨パッド 3 1 1 c の

厚みが、前記最小管理値 d_1 以上であるか否かを判定する。ステップ S 1 1 で予測された研磨パッド 3 1 1 c の厚みが最小管理値 d_1 以上であれば、N 枚のウエハを研磨しても研磨パッド 3 1 1 c の寿命が尽きることなく、ステップ S 1 2 へ移行する。

- 5 一方、ステップ S 1 1 で予測された研磨パッド 3 1 1 c の厚みが最小管理値 d_1 より薄ければ、N 枚のウエハを研磨してしまうと途中で研磨パッド 3 1 1 c の寿命が尽きることから、ステップ S 1 3 へ移行する。ステップ S 1 3 において、制御部は、ある枚数のウエハを研磨したと仮定したときに予測される研磨パッド 3 1 1 c の厚みが前記最小管理値 d_1 より薄くならない当該枚数の最大値 M を求める。この最大値 M は、M < N の条件下で、ステップ S 1 1 の N 枚のウエハの場合の算出と同様に、各枚数について研磨パッド 3 1 1 c の予測値を算出し、最小管理値 d_1 と比較することで、求めることができる。そして、制御部は、実際の一連研磨で研磨すべきウエハの枚数を、ステップ S 1 で指定された N 枚から、M 枚に設定し直し（ステップ S 1 3）、ステップ S 1 4 へ移行する。

- 15 ステップ S 1 2 において、制御部は、前述したウエハの流れで説明した動作を各部に行わせることにより、N 枚のウエハを一連研磨し（すなわち、N 枚のウエハを自動的に連続的に研磨し）、この一連研磨が終了すると、ステップ S 1 5 へ移行する。本例では、この一連研磨が終了すると、カセット C 1 にセットされていた N 枚の未加工ウエハ W_d が、それぞれ N 枚の加工済みウエハ W_p となってカセット C 4 に収納される。

- 25 ステップ S 1 4 において、制御部は、ステップ S 1 3 による M 枚の設定に従い、前述したウエハの流れで説明した動作を各部に行わせることにより、M 枚のウエハを一連研磨し（すなわち、M 枚のウエハを自動的に連続的に研磨し）、この一連研磨が終了すると、ステップ S 1 5 へ移行する。本例では、この一連研磨が終了すると、カセット C 1 にセットさ

れていたM枚の未加工ウエハW dが、それぞれM枚の加工済みウエハW pとなってカセットC 4に収納される。

なお、制御部は、ステップS 1 2， S 1 4の一連研磨中に、研磨パッド3 1 1 cによりウエハを研磨させるだけでなく、研磨パッド3 1 1 cが予め定められた枚数（例えば、2枚など。勿論、1枚でもよいし、3枚以上でもよい）のウエハを研磨するごとに、制御部は、研磨アーム3 1 1を揺動させて研磨ヘッド3 1 1 aをパッドコンディショニング装置3 1 7上方に移動させ、研磨ヘッド3 1 1 aを降下させるとともに研磨ヘッド3 1 1 a及びコンディショナ保持部材3 1 7 cをそれぞれ回転させて相対回転させ、研磨パッド3 1 1 cをコンディショニングする。このステップS 1 2， S 1 4でのコンディショニングは、現在設定されているコンディショニング時間（ステップS 1 0， S 1 9， S 3 0により最新に設定されたコンディショニング時間）に従って行われる。本実施の形態では、ステップS 1 2， S 1 4のコンディショニング条件は、コンディショニング時間を除き、ステップS 6， S 2 6のコンディショニング条件と同一にされている。もっとも、本発明ではこれに限定されるものではない。

ステップS 1 5において、制御部は、ステップS 2と同様に、パッド厚み計測装置3 1 9に、研磨パッド3 1 1 cの厚みを計測させる。次に、制御部は、ステップS 3と同様に、ステップS 1 5で計測されたパッド厚みが、研磨パッド3 1 1 cの寿命を定める所定の最小管理値d 1以上の厚さであるか否かを判定することによって、研磨パッド3 1 1 cの寿命が尽きたか否かを判定する（ステップS 1 6）。最小管理値d 1より薄ければステップS 4へ移行する一方、最小管理値d 1以上であればステップS 1 7へ移行する。

ステップS 1 7において、制御部は、ステップS 1 5で計測されたパ

からの信号によってコンディショナ 3 1 7 b の交換を知ってもよいし、そのようなセンサがない場合には、オペレータによる前記入力装置の所定の操作等によって知るようにしてもよい。

次に、制御部は、ステップ S 3 と同様に、ステップ S 2 2 で計測されたパッド厚みが、研磨パッド 3 1 1 c の寿命を定める所定の最小管理値 d 1 以上の厚さであるか否かを判定することによって、研磨パッド 3 1 1 c の寿命が尽きたか否かを判定する (ステップ S 2 3)。最小管理値 d 1 より薄ければステップ S 2 4 へ移行する一方、最小管理値 d 1 以上であればステップ S 2 6 へ移行する。

10 ステップ S 2 4 において、制御部は、ステップ S 4 と同様に、パッド交換装置 3 1 8 により研磨パッド 3 1 1 c を新しい研磨パッドに交換させる。次いで、制御部は、研磨パッド 3 1 1 c の厚みを計測させ (ステップ S 2 5)、その後ステップ S 2 6 へ移行する。

15 ステップ S 2 6 において、制御部は、ステップ S 6 と同様に、コンディショニング装置 3 1 7 に研磨パッド 3 1 1 c をブレイクインコンディショニングさせる。ステップ S 2 6 の処理は、ステップ S 2 5 からステップ S 2 6 へ移行した場合には本来のブレイクインコンディショニングと言えるが、ステップ S 2 3 で YES からステップ S 2 6 へ移行した場合には、動作的には全く同じであるが、本来的なブレイクインコンディ
20 ショニング (研磨パッド 3 1 1 c の初期のコンディショニング) ではなく、新しいコンディショナ 3 1 7 b の良否の判定等を行うための事前動作である。

次に、制御部は、研磨パッド 3 1 1 c の厚みを計測させる (ステップ S 2 7)。次いで、制御部は、ステップ S 2 5 又はステップ S 2 2 で計測
25 されたパッド厚み (これはステップ S 2 4, 2 5 を経由してステップ S 2 5 に到達したか否かによる) とステップ S 2 7 で計測されたパッド厚

みとの差をステップ 26 で行われたブレークインコンディショニングのコンディショニング時間で除算することにより、ステップ S 26 での研磨パッド 311c の平均切削レートを算出する (ステップ S 28)。

その後、制御部は、ステップ S 28 でした平均切削レートが、前記最小管理値 R 1 以上でかつ所定の最大管理値 R 2 以下の範囲内であるか否かを判定することによって、コンディショナ 317b の良否を判定する (ステップ S 29)。範囲内でなければ (コンディショナ 317b が不良であれば)、ステップ S 20 へ戻る。一方、範囲内であれば (コンディショナ 317b が良であれば)、ステップ S 30 へ移行する。

10 ステップ S 30 において、制御部は、次回の一連研磨 (ステップ S 12, S 14) で行われる研磨パッド 311c の各 1 回のコンディショニングによる研磨パッド 311c の切削量が所定値となるようなコンディショニング時間を、ステップ S 28 で算出した平均切削レートから求め、このコンディショニング時間 (1 回の時間) を、次回の一連研磨時のコンディショニング時におけるコンディショニング時間として、制御部の内部メモリに再設定する。その後、ステップ S 1 へ戻る。

15 以上の動作説明では、研磨ステージは第 1 研磨ステージ 310 のみしか存在しないものとして説明した。しかし、第 2 研磨ステージ 320 及び第 3 研磨ステージ 330 を考慮した実際の動作では、第 1 研磨ステージ 310 についての動作と同様の動作が各研磨ステージ 320, 330 についても行われ、それらの各ステージに関する判断や処理が連係して動作が行われる。例えば、ステップ S 3 の判断は各研磨ヘッドの研磨パッドの厚みについて個々に行われた後、全ての研磨ヘッドについてその研磨パッドの厚みが最小管理値 (各研磨ヘッドごとに異なってもよい) 以上である場合にのみ、ステップ S 11 へ移行し、その他の場合には一連研磨が行われることはない。また、実際に一連研磨されるウエハ

の枚数は、各研磨ステージの研磨ヘッドに関するステップ S 1 1, S 1 3 の判断結果に応じて決定される。

本実施の形態によれば、ステップ S 2, S 1 5, S 2 2 で研磨パッド 3 1 1 c の厚みが計測され、ステップ S 3, S 1 6, S 2 3 で、その計測された厚みが所定値 d 1 より薄い場合に、研磨パッド 3 1 1 c の寿命が尽きたと判定され、その場合に研磨パッド 3 1 1 c が新しい研磨パッドに交換される。したがって、本実施の形態によれば、研磨パッドの寿命を正確に判定することができ、適正に研磨パッドを交換することができる。したがって、ウエハを精度良く研磨することができ、しかも、かなり早めに研磨パッドの寿命が尽きたと判定するような事態を防止することができ、研磨パッドの交換頻度が少なくてすむので、ランニングコストが低減する。

また、本実施の形態によれば、ステップ S 1 7, S 8 で研磨パッド 3 1 1 c の平均切削レートが算出され、ステップ S 1 8, S 9 でその平均切削レートが所定値 R 1 より低い場合に、コンディショナ 3 1 7 b の寿命が尽きたと判定され、コンディショナ 3 1 7 b が新しいコンディショナに交換される。したがって、本実施の形態によれば、コンディショナの寿命を正確に判定することができ、適正にコンディショナを交換することができる。したがって、研磨パッドを適切にコンディショニングしひいてはウエハを精度良く研磨することができ、しかも、かなり早めにコンディショナの寿命が尽きたと判定するような事態を防止することができ、コンディショナの交換頻度が少なくてすむので、ランニングコストが低減する。

さらに、本実施の形態によれば、新しいコンディショナがパッドコンディショニング装置に装着された場合に、ステップ S 2 6 で所定のコンディショニングが行われ、その前後のステップ S 2 2, S 2 7 でパッド

厚みが計測され、その計測結果に基づいて、ステップS 2 8で研磨パッドの平均切削レートが算出され、ステップS 2 9でその平均切削レートが所定範囲外である場合に当該新しいコンディショナが不良であると判定し、ステップS 2 0が行われる。したがって、本実施の形態によれば、

5 適切な切削能力を有するコンディショナで研磨パッドをコンディショニング（研磨用のコンディショニング）することができるので、研磨パッドに所望の研磨特性を発揮させることができ、ひいては、ウエハを精度良く研磨することができる。

さらにまた、本実施の形態によれば、ステップS 1 8，S 9，S 2 9
10 で算出された研磨パッドの平均切削レートが、ステップS 1 9，S 9，S 2 9によって、次回の一連研磨におけるコンディショニング時のコンディショニング条件（本実施の形態では、コンディショニング時間であるが、必ずしもこれに限定されるものではない）にフィードバックされるので、コンディショナのコンディショニング面は徐々に消耗していっ
15 ても、その影響が大幅に低減され、コンディショニング後の研磨パッドの研磨面の状態は各ウエハに対してほぼ一定の状態となり、ひいては、多数のウエハを安定して精度良く研磨することができる。

また、本実施の形態によれば、ステップS 1 1，S 1 3が行われ、一連研磨において、途中で研磨パッドの寿命が尽きてしまうような事態が
20 防止される。したがって、この点からも、多数のウエハを安定して精度良く研磨することができる。

なお、前記実施の形態では、パッド交換装置3 1 8，3 2 8，3 3 8が設けられているが、本発明では、これらは必ずしも必要ではない。パッド交換装置3 1 8，3 2 8，3 3 8がない場合には、例えば、ステップS 4でオペレータに研磨パッドを交換すべき旨の警報を発生すればよい。
25 25 また、前記実施の形態では、コンディショナは手作業で交換するよ

うになっていたが、コンディショナの交換を自動的に行うコンディショナ交換装置を設けてもよい。この場合、ステップS 20で警報を発生する代わりに、当該コンディショナ交換装置でコンディショナを交換すればよい。

- 5 また、本発明では、Cu-CMPプロセスにおける精密な研磨コントロールを行う場合の他、例えば、層間絶縁膜の加工プロセスやSTIプロセス等のようなウエハ加工の他、石英基板やガラス基板、セラミック基板等の加工プロセスについても同様に適用可能である。

さらにまた、本実施の形態による研磨装置1は、4分割されたインデックステーブル340を用い、3段階の研磨ステージ310, 320, 330で研磨加工を行う研磨装置の例であった。しかし、本発明は、これに限定ものではなく、例えば、2段階の研磨ステージで研磨加工を行う構成や、4段階以上の研磨ステージを設ける構成としてもよい。

[第2の実施の形態]

- 15 次に、本発明に係る半導体デバイスの製造方法の実施の形態について説明する。図6は、半導体デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。半導体デバイス製造プロセスをスタートして、まずステップS 200で、次に挙げるステップS 201~S 204の中から適切な処理工程を選択する。選択に従って、ステップS 201~S 204のいずれかに進む。

ステップS 201はシリコンウエハの表面を酸化させる酸化工程である。ステップS 202はCVD等によりシリコンウエハ表面に絶縁膜を形成するCVD工程である。ステップS 203はシリコンウエハ上に電極膜を蒸着等の工程で形成する電極形成工程である。ステップS 204

25 はシリコンウエハにイオンを打ち込むイオン打ち込み工程である。

CVD工程(S 202)もしくは電極形成工程(S 203)の後で、

ステップS209に進み、CMP工程を行うかどうかを判断する。行わない場合はステップS206に進むが、行う場合はステップS205に進む。ステップS205はCMP工程であり、この工程では、本発明に係る研磨装置を用いて、層間絶縁膜の平坦化や、半導体デバイスの表面

5 の金属膜の研磨によるダマシン（damascene）の形成等が行われる。

CMP工程（S205）または酸化工程（S201）の後でステップS206に進む。ステップS206はフォトリソグラフィ工程である。この工程では、シリコンウエハへのレジストの塗布、露光装置を用いた露光によるシリコンウエハへの回路パターンの焼き付け、露光したシリ

10 コンウエハの現像が行われる。さらに次のステップS207は、現像したレジスト像以外の部分をエッチングにより削り、その後レジスト剥離を行い、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くエッチング工程である。

次にステップS208で必要な全工程が完了したかを判断し、完了していなければステップS200に戻り、先のステップを繰り返して、シリコンウエハ上に回路パターンが形成される。ステップS208で全工程が完了したと判断されればエンドとなる。

15

本発明に係る半導体デバイス製造方法では、CMP工程において本発明に係る研磨装置を用いているため、寿命が尽きた研磨パッドやコンディショナを使用することがなくCMP工程の加工精度が向上するとともに、ランニングコストを低減することができる。これにより、従来の半導体デバイス製造方法に比べて製造ばらつきの少ない半導体デバイスを、低コストで製造することができる。また、本発明による半導体デバイス製造方法により製造された半導体デバイスでは、歩留りが高く、かつ、

20

25 安価な半導体デバイスとなる。なお、上記半導体デバイス製造プロセス以外の半導体デバイス製造プロセスのCMP工程に本発明による研磨装

置を用いても良い。

以上、本発明の各実施の形態及びその変形例について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

請求の範囲

1. 被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドをコンディショナでコンディショニングするコンディショニング方法であって、
 - 5 前記研磨パッドを前記コンディショナを用いて所定条件で1回以上コンディショニングし、
前記1回以上のコンディショニングの前後で、前記研磨パッドの厚みを計測し、
前記1回以上のコンディショニングの前後で計測された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記1回以上のコンディショニングでの平均切削レートを求め、
前記平均切削レートに基づいて、前記1回以上のコンディショニングの次の回のコンディショニング時のコンディショニング条件を設定し、
前記次の回のコンディショニングを、前記設定したコンディショニング条件に従って行うことを特徴とする研磨パッドのコンディショニング方法。
15
2. 前記コンディショニング条件がコンディショニング時間であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の研磨パッドのコンディショニング方法。
20
3. 被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドのコンディショニングに用いられるコンディショナの寿命を判定する寿命判定方法であって、
前記研磨パッドを前記コンディショナを用いてある累積コンディショニング時間コンディショニングし、
前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で、前記研磨パッドの厚みを計測し、
25 前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で計測

された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求め、

前記平均切削レートが所定値より低い場合に、前記コンディショナの寿命が尽きたと判定することを特徴とするコンディショナの寿命判定方法。

5

4. 被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドのコンディショニングに用いられる新しいコンディショナの良否を判定する良否判定方法であって、前記研磨パッドを前記新しいコンディショナを用いてある累積コンディショニング時間コンディショニングし、

10 前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で、前記研磨パッドの厚みを計測し、

前記累積コンディショニング時間のコンディショニングの前後で計測された前記研磨パッドの厚みに基づいて、前記研磨パッドの前記累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求め、

15 前記平均切削レートが所定範囲外である場合に、前記新しいコンディショナが不良であると判定することを特徴とするコンディショナの良否判定方法。

5. 被研磨物の研磨に用いられる研磨パッドの寿命を判定する寿命判定方法であって、前記研磨パッドの厚みを計測し、前記計測された前記

20 研磨パッドの厚みが所定値より薄い場合に、前記研磨パッドの寿命が尽きたと判定することを特徴とする研磨パッドの寿命判定方法。

6. 研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

25 前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記計測部により計測された前記研磨パッドの厚みが所定値より薄い

場合に、前記研磨パッドを新しい研磨パッドに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記研磨パッドを自動的に新しい研磨パッドに交換する手段と、

を備えたことを特徴とする研磨装置。

- 5 7. 研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

- 10 第1のタイミング及びその後の第2のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記第1のタイミングで計測された厚みと前記第2のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第1のタイミングから前記第2のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累

- 15 積コンディショニング時間中の平均切削レートを演算する演算部と、

前記平均切削レートが所定値より低い場合に、前記コンディショナを新しいコンディショナに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記コンディショナを自動的に新しいコンディショナに交換する手段と、
を備えたことを特徴とする研磨装置。

- 20 8. 研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

- 25 前記コンディショニング部に新しいコンディショナが装着されて当該新しいコンディショナが前記研磨パッドのコンディショニングに用いら

れる前の第1のタイミング、及び、その後前記新しいコンディショナを用いて前記研磨パッドをコンディショニングした後の第2のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記第1のタイミングで計測された厚みと前記第2のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第1のタイミングから前記第2のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累積コンディショニング時間中の平均切削レートを演算する演算部と、

前記平均切削レートが所定範囲外である場合に、前記コンディショナを更に新しいコンディショナに交換すべき旨の警報を発生するかあるいは前記コンディショナを自動的に新しいコンディショナに交換する手段と、
を備えたことを特徴とする研磨装置。

9. 研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し該コンディショナで前記研磨パッドをコンディショニングするコンディショニング部と、

第1のタイミング及びその後の第2のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

前記第1のタイミングで計測された厚みと前記第2のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第1のタイミングから前記第2のタイミングまでの期間内の、前記コンディショナによる前記研磨パッドの累積コンディショニング時間中の平均切削レートを求める手段と、

前記平均切削レートに基づいて、前記研磨パッドの前記期間後の次のコンディショニングのコンディショニング条件を設定するコンディショニング条件設定部と、

を備えたことを特徴とする研磨装置。

10. 前記コンディショニング条件がコンディショニング時間であることを特徴とする請求の範囲第9項に記載の研磨装置。

11. 研磨パッドと被研磨物との間に荷重を加えつつ、前記研磨パッドと前記被研磨物とを相対移動させることにより、前記被研磨物を研磨する研磨装置であって、

コンディショナを有し、該コンディショナで前記研磨パッドを、前記研磨パッドで所定数の前記被研磨物を研磨する毎に、コンディショニングするコンディショニング部と、

10 第1のタイミング及びその後の第2のタイミングで、前記研磨パッドの厚みを計測する計測部と、

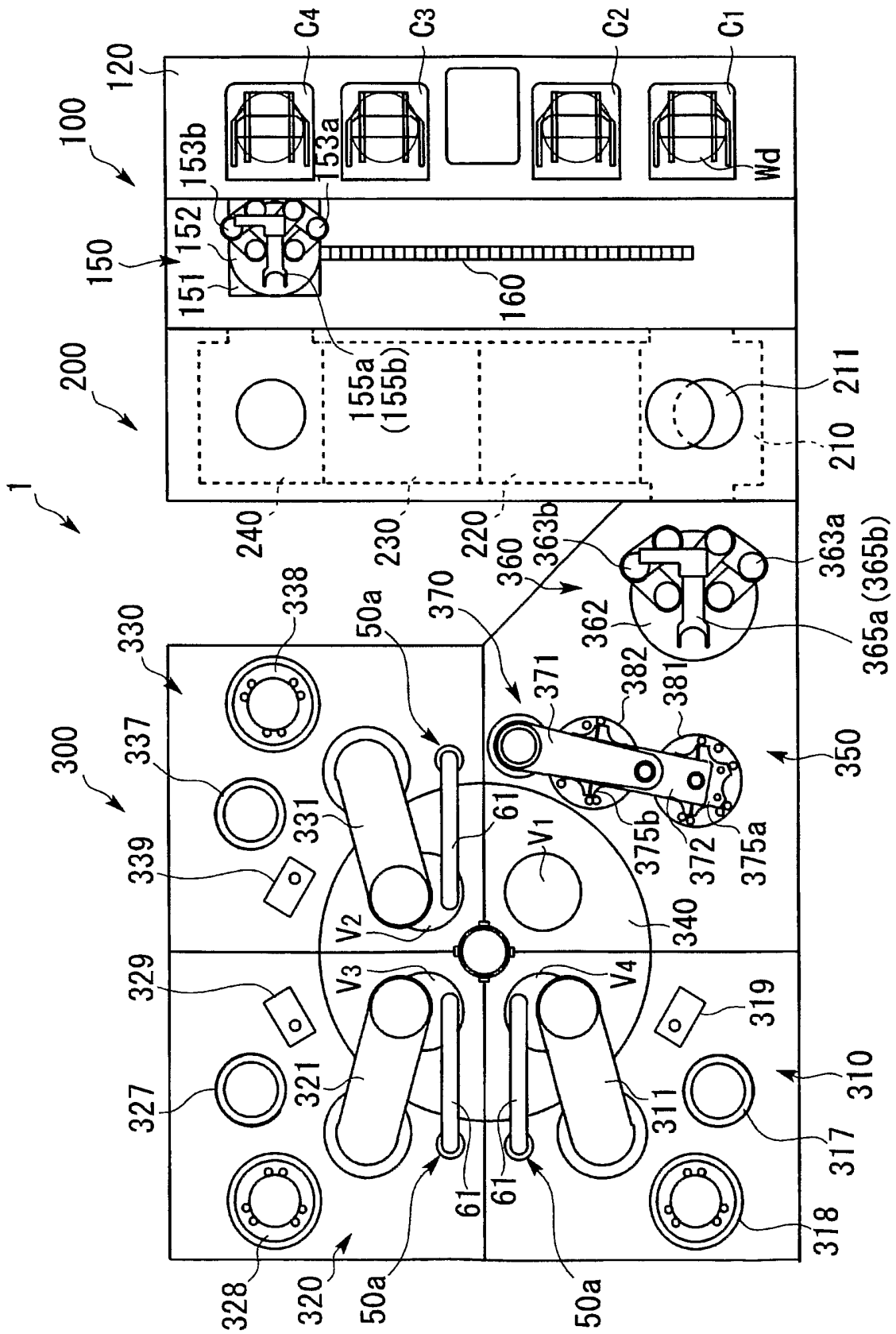
前記第1のタイミングで計測された厚みと前記第2のタイミングで計測された厚みに基づいて、前記第2のタイミングの後に前記研磨パッドで研磨される前記被研磨物の数を、当該数の前記被研磨物を研磨したと仮定したときに予測される前記研磨パッドの厚みが所定値より薄くならない数以下に制限する手段と、

15 を備えたことを特徴とする研磨装置。

12. 請求の範囲第6項から第11項のうちいずれか1項に記載の研磨装置を用いて、半導体ウエハの表面を平坦化する工程を有することを特徴とする半導体デバイスの製造方法。

13. 請求の範囲第12項に記載の半導体デバイスの製造方法により製造されることを特徴とする半導体デバイス。

図 1



2

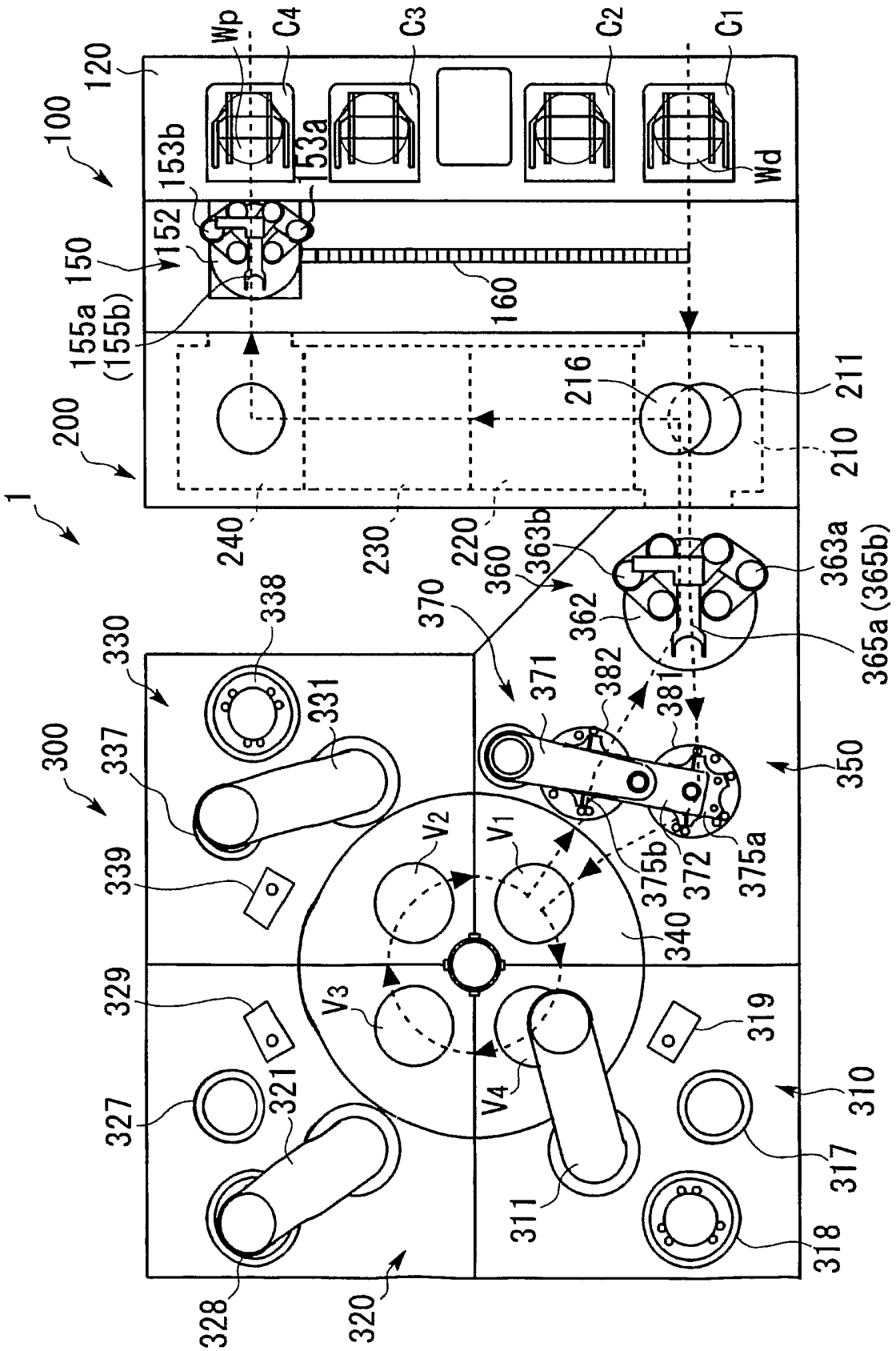


図 3

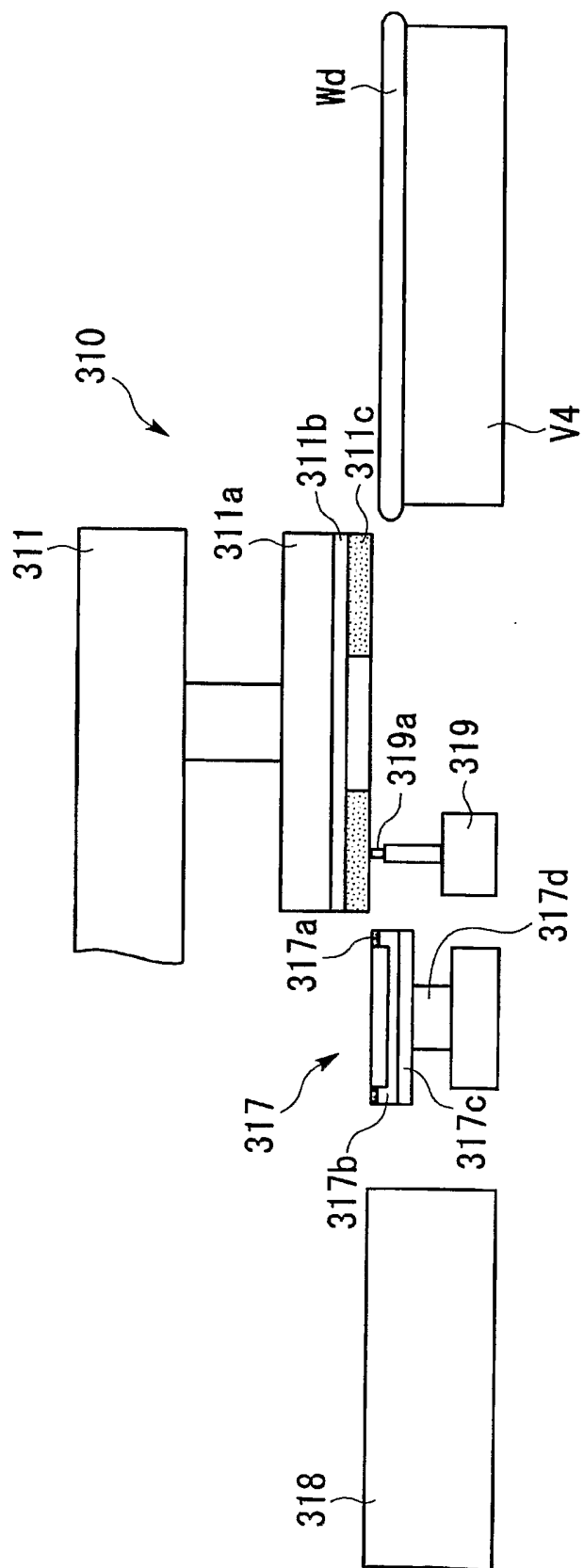


図 4

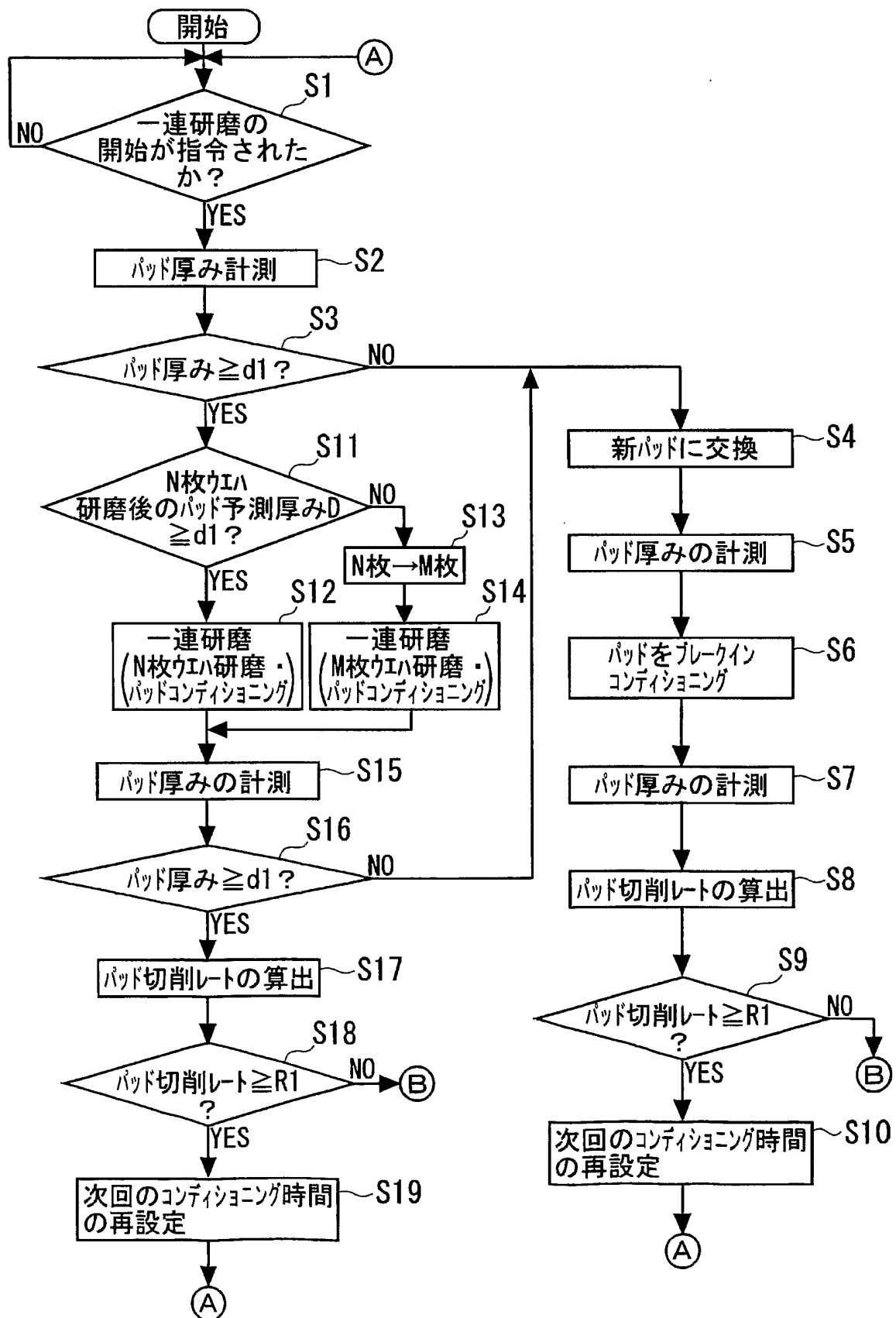


図 5

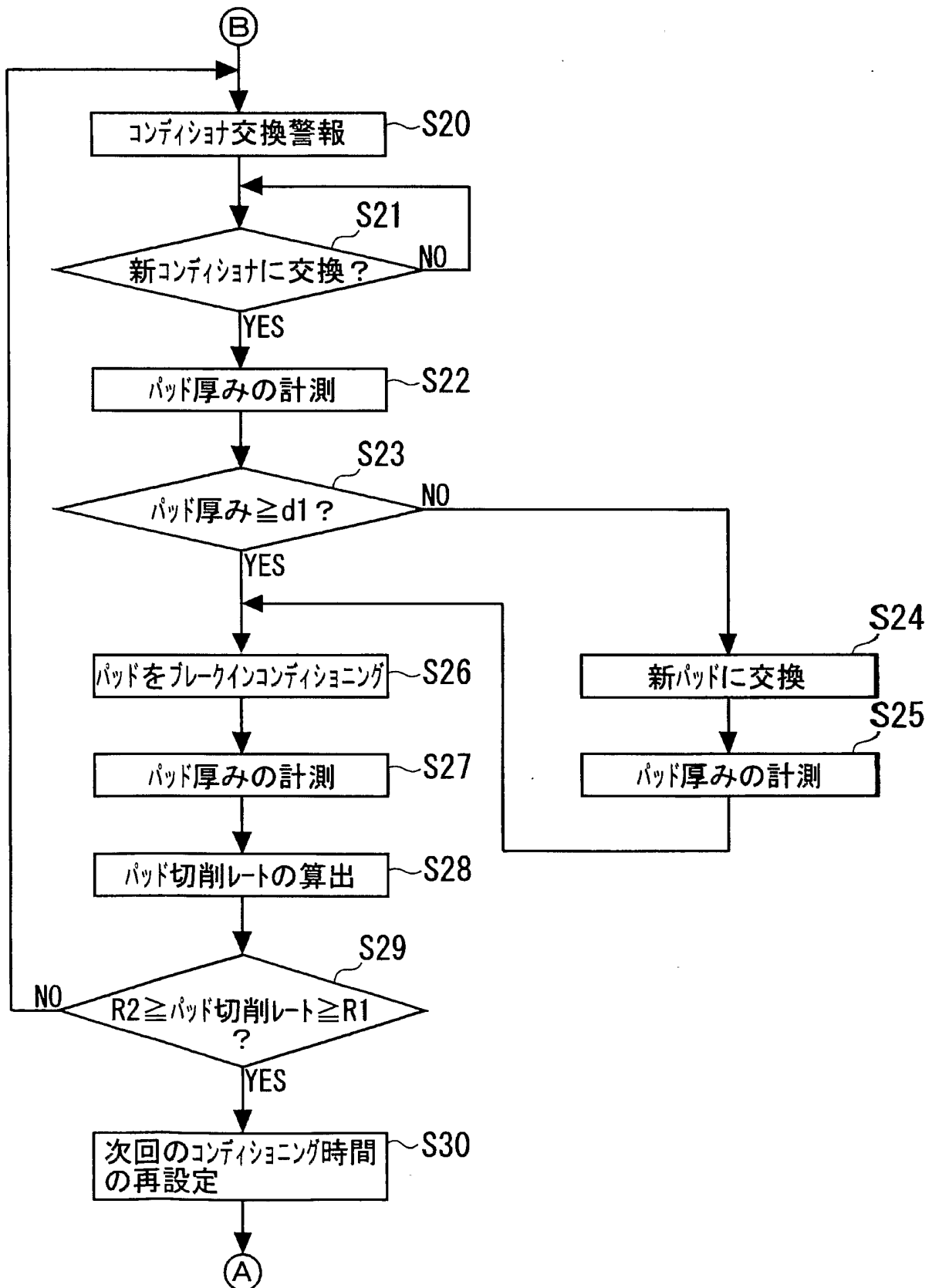
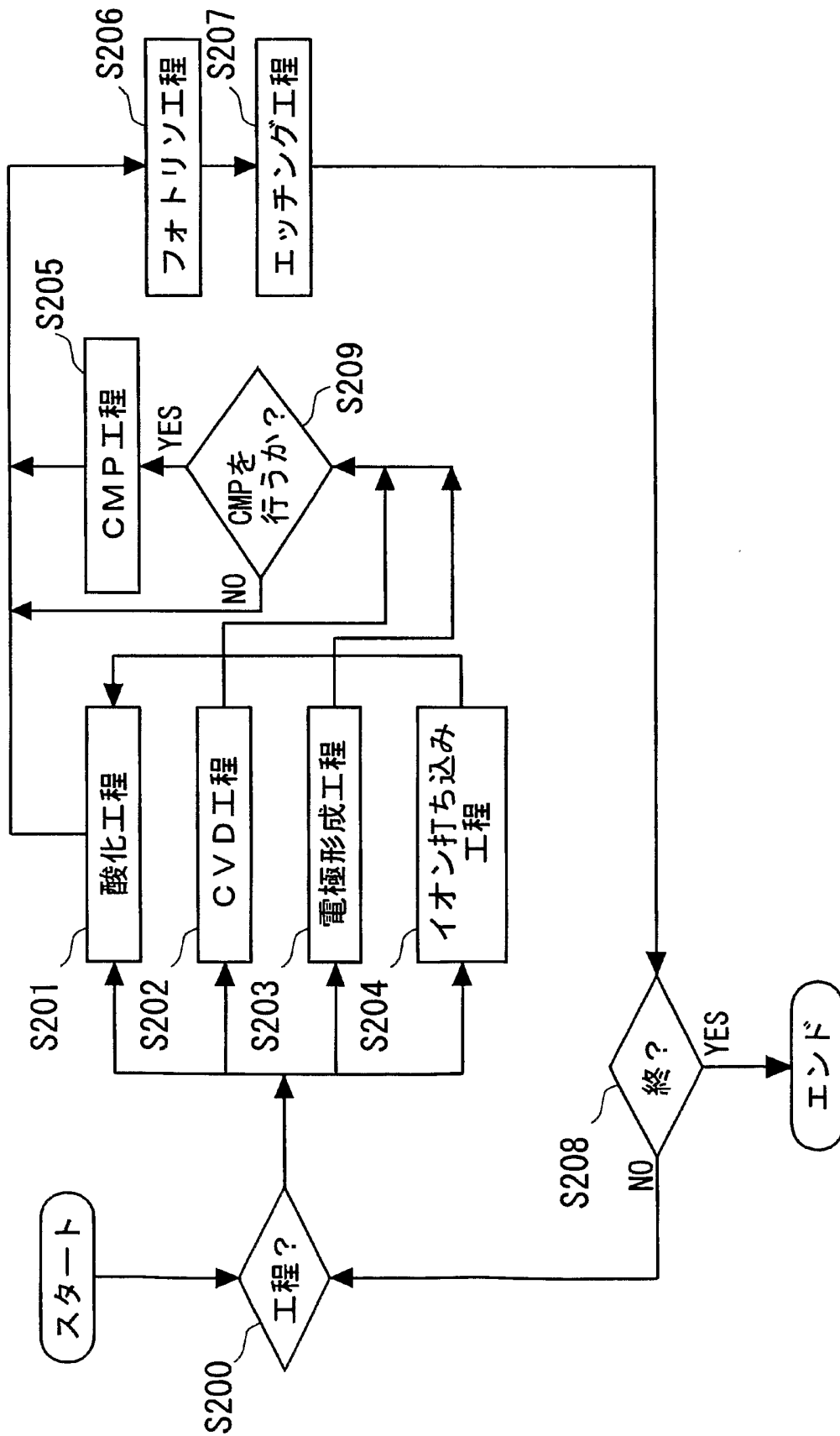


図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/08216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ B24B53/02, 37/00, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ B24B53/02, 37/00, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 5609718 A (MICRON TECHNOLOGY, INC.), 11 May, 1997 (11.05.97), Column 5, lines 53 to 64 (Family: none)	1, 9, 12-13 2, 10
Y	JP 2000-117615 A (NEC Corp.), 25 April, 2000 (25.04.00), Claim 4 & GB 2347885 A Claim 4 & US 6364742 B1 & US 6469170 B1 & CN 1251791 A & KR 2000029110 A	2, 10
X	JP 2001-150337 A (Hitachi, Ltd.), 05 June, 2001 (05.06.01), Abstract; Par. Nos. [0017] to [0022] (Family: none)	3-4, 7-8, 12-13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 October, 2003 (08.10.03)	Date of mailing of the international search report 21 October, 2003 (21.10.03)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08216

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-86056 A (Speed Fam Kabushiki Kaisha), 07 April, 1998 (07.04.98), Abstract; Claim 1 & EP 829327 A1 & US 6040244 A & SG 60114 A1 & KR 98024472 A & TW 457169 A	5-6,12-13
X	US 6194231 B1 (NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY), 27 February, 2001 (27.02.01), Column 3, line 46 to column 4, line 44 (Family: none)	5-6,12-13
A	JP 2001-260001 A (Hitachi, Ltd.), 25 September, 2001 (25.09.01), Claim 1; Par. Nos. [0025], [0040] (Family: none)	1,9,12-13
A	JP 2000-263418 A (Hitachi, Ltd.), 26 September, 2000 (26.09.00), Claim 1; Par. No. [0036] (Family: none)	1,9,12-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B24B53/02, 37/00, H01L21/304

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ B24B53/02, 37/00, H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 5609718 A (MICRON TECHNOLOGY, INC.) 1997.05.11 、第5欄第53行~第64行 (ファミリーなし)	1, 9, 12-13
Y		2, 10
Y	JP 2000-117615 A (日本電気株式会社) 2000.04. 25、請求項4 & GB 2347885 A、請求項4 & US 63647 42 B1 & US 6469170 B1 & CN 125 1791 A & KR 2000029110 A	2, 10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08.10.03

国際調査報告の発送日 21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 筑波 茂樹



3C 9525

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-150337 A (株式会社日立製作所) 2001.06.05、要約、段落【0017】～【0022】 (ファミリーなし)	3-4, 7-8, 12-13
X	JP 10-86056 A (スピードファム株式会社) 1998.04.07、要約、請求項1 & EP 829327 A1 & US 6040244 A & SG 60114 A1 & KR 98024472 A & TW 457169 A	5-6, 12-13
X	US 6194231 B1 (NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY) 2001.02.27、第3欄第46行～第4欄第44行 (ファミリーなし)	5-6, 12-13
A	JP 2001-260001 A (株式会社日立製作所) 2001.09.25、請求項1、段落【0025】、段落【0040】 (ファミリーなし)	1, 9, 12-13
A	JP 2000-263418 A (株式会社日立製作所) 2000.09.26、請求項1、段落【0036】 (ファミリーなし)	1, 9, 12-13