

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2011-507719
(P2011-507719A)

(43) 公表日 平成23年3月10日 (2011.3.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 7/17 (2006.01)	B 2 4 B 7/17	3 C 0 3 4
B 2 4 B 49/04 (2006.01)	B 2 4 B 49/04 Z	3 C 0 4 3
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304 6 2 1 A	5 F 0 5 7
	H 0 1 L 21/304 6 2 2 R	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

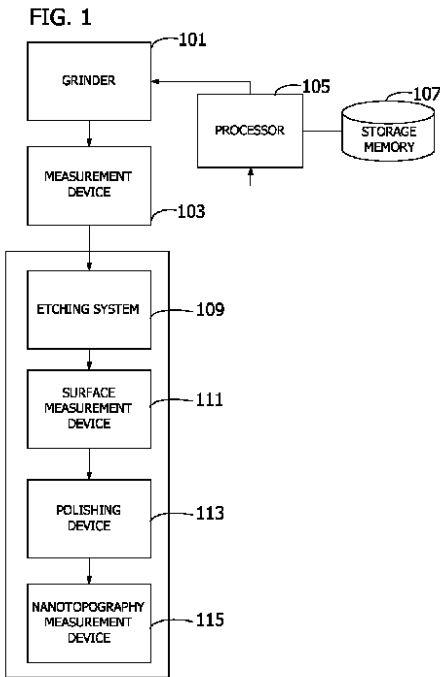
(21) 出願番号	特願2010-540928 (P2010-540928)	(71) 出願人	392026316 エムイーエムシー・エレクトロニック・マ テリアルズ・インコーポレイテッド MEMC ELECTRONIC MAT ERIALS, INCORPORATED アメリカ合衆国63376ミズーリ州 セ ント・ピーターズ、パール・ドライブ50 1 番
(86) (22) 出願日	平成20年12月29日 (2008.12.29)	(74) 代理人	100100158 弁理士 鮫島 睦
(85) 翻訳文提出日	平成22年8月30日 (2010.8.30)	(74) 代理人	100068526 弁理士 田村 恭生
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/088452	(74) 代理人	100138863 弁理士 言上 恵一
(87) 国際公開番号	W02009/088832		
(87) 国際公開日	平成21年7月16日 (2009.7.16)		
(31) 優先権主張番号	11/967, 743		
(32) 優先日	平成19年12月31日 (2007.12.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゆがみデータからのフィードバックを用いたナノトポグラフィーの制御及び最適化

(57) 【要約】

1組の研削ホイール(209)を有するダブルサイドグ
ラインダ(101)を用いてウェーハを処理する。ゆが
みデータは、ダブルサイドグラインダ(101)によ
って研削したままのウェーハのゆがみを測定する
ためのゆがみ測定装置(103)により得られる。ゆが
みデータを受信し、そして受信したゆがみデータ
に基づいて、ウェーハのナノトポグラフィーを
予測する。研削パラメータは、予測されたウェ
ーハのナノトポグラフィーに基づいて決定され
る。ダブルサイドグラインダ(101)の操作は、
決定した研削パラメータに基づいて調節される
。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ダブルサイドグラインダを用いてウェーハを加工する方法であって、前記ダブルサイドグラインダは、少なくとも 1 組の研削ホイールを有しており、

前記方法は、

前記ダブルサイドグラインダによって研削されたままのウェーハのゆがみを測定するためのゆがみ測定装置により得られたデータを受信する工程であって、受信したゆがみデータは、測定された前記ゆがみを示している、データ受信工程と、

受信した前記ゆがみデータに基づいて、前記ウェーハのナノトポグラフィーの予測する工程と、

予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、研削パラメータを決定する工程と、

決定した前記研削パラメータに基づいて、前記ダブルサイドグラインダの操作を調節する工程と、を含むことを特徴とするウェーハ加工方法。

【請求項 2】

前記ダブルサイドグラインダの操作を調節する工程は、前記ダブルサイドグラインダにフィードバックを提供する過程を含み、

前記フィードバックは、決定した前記研削パラメータを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記決定する工程は、予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、シフトパラメータを決定する過程を含み、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる大きさを示していることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記決定する工程は、予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、シフトパラメータを決定する過程を含み、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる方向を示していることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

受信した前記ゆがみデータをフィルタリングする工程をさらに含み、

前記予測する工程が、フィルタリングされた前記ゆがみデータに基づいて、前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーを予測する過程を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記決定する工程は、予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに、ファジー論理アルゴリズムを適用する過程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記予測する工程は、前記ウェーハの表面のプロファイルを計算する過程を含み、

前記決定する工程は、計算された前記プロファイルの B リング領域に基づいて、研削パラメータを決定する過程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ダブルサイドグラインダによって研削されたままの前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ウェーハを研磨する工程と、

研磨後の前記ウェーハのナノトポグラフィーを測定する工程と、をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

測定された研磨後の前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、前記ダブルサイドグラインダの操作を調節する工程をさらに含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

ダブルサイドグラインダによって研削されたウェーハのナノトポグラフィーを改善する、コンピュータで実施される方法であって、前記ダブルサイドグラインダは、少なくとも 1 組の研削ホイールを有しており、

前記方法は、

前記ダブルサイドグラインダによって研削されたままのウェーハのプロファイルを示すデータを受信する工程と、

ファジー論理アルゴリズムを実行して、受信した前記データの関数として研削パラメータを決定する工程と、

前記ダブルサイドグラインダの操作を調節するために、前記ダブルサイドグラインダに、決定した前記研削パラメータを含むフィードバックを提供する工程と、を含むことを特徴とするコンピュータで実施される方法。

10

【請求項 12】

前記決定する工程は、予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、シフトパラメータを決定する過程を含み、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる大きさを示していることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータで実施される方法。

20

【請求項 13】

前記決定する工程は、予測された前記ウェーハの前記ナノトポグラフィーに基づいて、シフトパラメータを決定する過程を含み、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる方向を示していることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータで実施される方法。

【請求項 14】

前記受信する工程は、前記ダブルサイドグラインダによって研削されたウェーハのゆがみを測定するためのゆがみ測定装置により得られたデータを受信する過程を含み、

前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータで実施される方法。

30

【請求項 15】

前記受信する工程は、前記ダブルサイドグラインダによって研削されたウェーハの厚さを測定するための測定装置により得られたデータを受信する過程を含み、

前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータで実施される方法。

【請求項 16】

前記ダブルサイドグラインダによって研削されたままの前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であることを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータで実施される方法。

40

【請求項 17】

半導体ウェーハを加工するためのシステムであって、

前記システムは、

ウェーハを研削するための 1 組のホイールを有するダブルサイドグラインダと、

研削した前記ウェーハのプロファイルを示すデータを測定するための測定装置と、

ファジー論理アルゴリズムを実行して、測定した前記データの関数として研削パラメータを決定するように構成されたプロセッサと、を含み

前記ダブルサイドグラインダの前記ホイールの少なくとも 1 つは、決定した前記研削パラメータに基づいて調節されることを特徴とするシステム。

50

【請求項 18】

前記測定装置は、研削した前記ウェーハからゆがみデータを得るためのゆがみ測定装置で、研削した前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であり、

前記プロセッサは、ファジー論理アルゴリズムを実行して、測定した前記ゆがみデータの関数として研削パラメータを決定するように構成されたプロセッサであることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記測定装置は、研削した前記ウェーハのプロファイルを示すデータを測定するための容量性センサを含み、

研削した前記ウェーハは、未エッチング及び未研磨であることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 20】

決定した前記研削パラメータに基づいて調節される少なくとも 1 つのホイールを有する前記ダブルサイドグラインダが、別のウェーハを研削することを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 21】

研削した前記ウェーハをエッチングするためのエッチング装置と、

エッチングした前記ウェーハを研磨するための研磨装置と、

研磨した前記ウェーハのナトポグラフィーを測定するためのナトポグラフィー測定装置と、をさらに含むことを特徴とする請求項 17 のシステム。

【請求項 22】

前記プロセッサは、ファジー論理アルゴリズムを実行して、測定した前記データの関数としてシフトパラメータを決定するように構成されたプロセッサであり、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる大きさを示していることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 23】

前記プロセッサは、ファジー論理アルゴリズムを実行して、測定した前記データの関数としてシフトパラメータを決定するように構成されたプロセッサであり、

前記シフトパラメータは、前記ダブルサイドグラインダによってその後に研削されるウェーハのナトポグラフィーを改善するために、前記 1 組の研削ホイールを移動させる方向を示していることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 24】

別のウェーハを研削するために、1 組のホイールを有する第 2 のダブルグラインダをさらに含み、

前記測定装置は、研削した前記ウェーハの第 1 のプロファイルを示すデータと、研削した前記別のウェーハの別のプロファイルを示すデータと、を測定するための 1 つの測定装置であり、

前記プロセッサは、ファジー論理アルゴリズムを実行して、前記第 1 のプロファイルを示している測定した前記データの関数として研削パラメータを決定するように、及び前記ファジー論理アルゴリズムを実行して、前記別のプロファイルを示している測定した前記データの関数として前記研削パラメータを決定するように、構成されていることを特徴とする請求項 17 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

< 本発明の背景 >

本発明の態様は、概して半導体ウェーハの加工に関し、特に、加工中に、ウェーハナトポグラフィー(wafer nanotopography)を制御し、最適化することに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

半導体ウェーハは、集積回路(IC)チップの製造において、基板として一般的に用いられている。半導体メーカーは、各ウェーハから最大数のチップを確実に作成できるように、極めて平坦で平行な面を有するウェーハを要求する。インゴットからスライスされた後に、ウェーハは、典型的には、例えば平坦性及び平行性などの特定の表面特徴を改善することを目的とした研削(grinding)工程及び研磨(polishing)工程を受ける。

【 0 0 0 3 】

同時両面研削(simultaneous double side grinding)は、ウェーハの両面上に同時に作用し、高度に平坦化された表面のウェーハを製造する。両面研削を行うグラインダには、例えば、光洋機械工業株式会社によって製造されたものが含まれる。これらのグラインダは、ウェーハクランプデバイス(wafer clamping device)を用いて、研削中に半導体ウェーハを保持する。クランプデバイスは、典型的には、1組の静水圧パッド(hydrostatic pads)と1組の研削ホイール(grinding wheels)とを含む。パッドとホイールとは対向関係に方向付けられて、それらの間で垂直方向にウェーハを保持する。研削中に、ウェーハと物理的に接触する固いパッドなしにウェーハを保持するために、静水圧パッドは、パッドとウェーハ表面との間に流体バリア(fluid barrier)を有利に生じる。これにより、物理的なクランプにより生じるであろうウェーハへのダメージが低減され、ウェーハは、少ない摩擦で、パッド表面に対して接線方向に移動(回転する)することができる。この研削工程は、研削したウェーハ表面の平坦性及び/又は平行性を改善できるが、ウェーハ表面のトポロジーの低下を引き起こす可能性がある。具体的には、静水圧パッドと研削ホイールとのミスアラインメントが、そのような低下をもたらすことが知られている。研削後の研磨は、研削したウェーハ上に、高反射性で鏡面仕上げのウェーハ表面を生じるが、トポロジー低下には対処しない。

【 0 0 0 4 】

トポロジー低下の懸念を確認し対処するために、装置メーカー及び半導体材料メーカーは、ウェーハ表面のナノトポグラフィーを考慮する。例えば、半導体産業の世界的な貿易協会(SEMIドキュメント3089)である国際半導体製造装置材料協会(SEMI)は、ナノトポグラフィーを、空間波長約0.2mm~約20mmの範囲内のウェーハ表面の偏差(deviation)として定義する。この空間波長は、加工した半導体ウェーハのナノメートルスケールの表面特徴(surface features)に非常に緊密に対応している。ナノトポグラフィーは、ウェーハの1つの表面の高さ偏差(elevational deviation)を測定するものであり、従来の平坦度測定のようにウェーハの厚さの変動を考慮しない。一般に、光散乱法と干渉分光法の2つの技術を用いて、ナノトポグラフィーを測定する。これらの技術は、研磨したウェーハの表面で反射された光を用いて、非常に小さな表面変化を検出する。

【 0 0 0 5 】

ナノトポグラフィー(NT)は仕上げ研磨後まで測定されないが、両面研削は、完成したウェーハのNTに影響するプロセスの1つである。特に、CマークやBリングなどのNT欠陥は、静水圧パッドと研削ホイールとのクランプ面のミスアラインメントによって、研削工程中に形成され、実質的な歩留り損失をもたらす。静水圧パッドと研削ホイールとのクランプ面のミスアラインメントに起因するNT欠陥を低減することを目的とした現在の技術は、クランプ面を手作業で再アライメントすることを含んでいる。残念なことに、研削操作のダイナミクスと、研削ホイール上の異なる摩耗(differential wear)の影響とにより、比較的少ない回数の操作後には、アラインメントからそれてしまう。アラインメント工程は、オペレーターによって行われる場合には非常に時間がかかるが、その工程を、商業的に実用的でないグラインダの制御操作法となってしまうほどに、頻繁に繰り返さなければならない。さらに、現在の技術は、クランプ面に行くべき特定の調整について、オペレーターに通知しない。その代わりに、オペレーターは、ウェーハ表面について記述しているデータを単に提供されて、そして次に、ナノトポグラフィー低下を低減するアラインメントを探すために試行錯誤を行う。従って、手作業でのアラインメントは、オペレーターの間で一貫性がなく、ウェーハナノトポグラフィーを改善できないことが多い。

【 0 0 0 6 】

さらに、通常は、望ましくないナノトポグラフィーの特徴がダブルサイドグラインダ(double side grinder)によってウェーハに導入される時点と、それらが発見される時点との間に、いくらかの遅延がある。両面研削の後で、ナノマッパー(nanomappper)等によってNTをチェックする前に、ウェーハは、平坦度とエッジ欠陥の測定だけでなく、エッジ研磨、両側研磨、仕上げ研磨などの様々な後加工(downstream processes)を受ける。このように、ウェーハがグラインダから取り出された時点の近くでのウェーハナノトポグラフィーは知られていない。その代わりに、ナノトポグラフィーは、研削したウェーハを研磨装置で研磨した後に従来のプロセスによってのみ決定される。そのようなわけで、ダブルサイドグラインダによってウェーハに導入された望ましくないナノトポグラフィーの特徴は、研磨後まで確認することができない。さらに、ウェーハのカセットが機械加工されるまで、ウェーハは測定されない。そして、グラインダの準最適な設定(suboptimal settings)が、NT欠陥を引き起こす場合には、カセット内の全てのウェーハが、大きな歩留り損失をもたらすこの欠陥を有するだろう。従来のウェーハプロセスにおけるこのような不可避の遅延に加えて、オペレーターは、測定結果からフィードバックを得るまでに、各カセットが加工されるのを待たなければならない。このことは、相当な量のダウンタイムをもたらす。もし、フィードバックを受け取る前に次のカセットがすでに研削された場合には、不適当な研削設定によって次のカセット内でのさらなる歩留り損失のリスクがある。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

本発明の態様は、より短時間でナノトポグラフィーのフィードバックを可能にして、改善された品質制御及び/又はウェーハ歩留まりのために、ナノトポグラフィーを改善するための調整を、より短い遅延時間で認識し実施することを可能にする。発明の1つの態様により、ダブルサイドグラインダを用いて研削されたウェーハのプロファイルを示すデータは、研削したウェーハのナノトポグラフィーを予測するために用いられる。その後、切削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するための研削パラメータは、予測されたナノトポグラフィーに基づいて決定される。ダブルサイドグラインダの操作は、決定した研削パラメータに従って調節される。このようにして、本発明の態様は、ダブルサイドグラインダによってその後、研削されるウェーハに、改善されたナノトポグラフィーを提供する。別の態様では、本発明は、ゆがみデータ(warp data)を利用して、ナノトポグラフィーのフィードバックを提供する。例えば、本発明は、ウェーハ加工で一般に用いられているゆがみ測定装置から得られたゆがみデータを用いてもよい。このようにして、本発明は、ナノトポグラフィーを改善するための、コスト効率が高く便利な方法を、有利に提供する。

【 0 0 0 8 】

発明の態様を具体化するウェーハ加工方法では、少なくとも1組の研削ホイールを有するダブルサイドグラインダを用いる。本方法は、ダブルサイドグラインダによって研削されたままのウェーハのゆがみを測定するためのゆがみ測定装置により得られたデータを受信する工程を含んでいる。受信したゆがみデータは、測定されたゆがみを示す。本方法は、受信したゆがみデータに基づいて、ウェーハのナノトポグラフィーを予測する工程と、予測されたウェーハのナノトポグラフィーに基づいて、研削パラメータを決定する工程と、もまた含んでいる。本方法によれば、ダブルサイドグラインダの操作は、決定した研削パラメータに基づいて調節される。

【 0 0 0 9 】

別の態様では、コンピュータで実施される方法によって、ダブルサイドグラインダによって研削されたウェーハのナノトポグラフィーを改善する。本方法は、ダブルサイドグラインダによって研削されたままのウェーハのプロファイルを示すデータを受信する工程と、ファジー論理アルゴリズムを実行して、受信したデータの関数として研削パラメータを決定する工程と、を含んでいる。本方法は、ダブルサイドグラインダにフィードバックを提供する工程も含んでいる。フィードバックは、グラインダの操作を調節するために決定

した研削パラメータを含んでいる。

【 0 0 1 0 】

半導体ウェーハを加工するためのシステムも、本発明の態様を具体化する。システムは、ウェーハを研削するための１組のホイールを有するダブルサイドグラインダと、研削したウェーハのプロファイルを示すデータを測定するための測定装置と、ファジー論理アルゴリズムを実行して、測定したデータの関数として研削パラメータを決定するように構成されたプロセッサと、を含んでいる。このシステムでは、ダブルサイドグラインダのホイールの少なくとも１つは、決定した研削パラメータに基づいて調節される。

【 0 0 1 1 】

他の目的及び特徴は、一部は明確になり、一部は以下に指摘されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】図 1 は、本発明の実施形態に係る、半導体ウェーハを加工するためのシステムを示すブロック図である。

【図 2】図 2 は、本発明の実施形態に係る、ウェーハクランプデバイスと静水圧パッドとを有するグラインダの概略側面図である。

【図 3】図 3 は、本発明の実施形態において使用される静水圧パッドのウェーハ側からの正面図である。

【図 4】図 4 は、図 2 に類似した概略側面図であるが、研削ホイールの典型的な横方向シフト(lateral shifting)と垂直傾斜(vertical tilting)とを示している。

【図 5 A】図 5 A は、研削ホイールの概略正面図である。

【図 5 B】図 5 B は、図 5 A の研削ホイールの水平傾斜(horizontal tilt)を示している。

【図 5 C】図 5 C は、図 5 A の研削ホイールの垂直傾斜を示している。

【図 6】図 6 は、本発明の実施形態に係る測定装置によって実行される典型的なライン走査プロセスを示す図である。

【図 7 A】図 7 A は、本発明の実施形態に係る測定装置によって実行される典型的なライン走査プロセスをさらに示す図である。

【図 7 B】図 7 B は、本発明の実施形態に係る測定装置によって実行される典型的なライン走査プロセスをさらに示す図である。

【図 8 A】図 8 A は、ウェーハのワープパラメータ(warp parameter)及びバウパラメータ(bow parameter)を説明するウェーハの側面図である。

【図 8 B】図 8 B は、ウェーハの厚さパラメータを説明するウェーハの側面図である。

【図 9 A】図 9 A は、本発明の実施形態に係るウェーハ加工方法を示す典型的なフロー図である。

【図 9 B】図 9 B は、本発明の実施形態に係るウェーハ加工方法を示す典型的なフロー図である。

【図 1 0】図 1 0 は、本発明の実施形態に係るウェーハのために取得された走査ラインを示すウェーハの上面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、ゆがみデータから得られた、予測された研削後の半径方向のナノトポグラフィーの平均プロファイルを、ナノトポグラフィー測定装置により得られた本発明の実施形態による研削後の半径方向のナノトポグラフィーと比較した典型的なグラフである。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の実施形態により予測されたナノトポグラフィーのプロファイルの B リング領域に基づいて、シフトパラメータを決定するためのアルゴリズムを示す典型的なグラフである。

【図 1 3】図 1 3 は、予測されたナノトポグラフィーの平均プロファイルと、本発明の実施形態によりウェーハの B リング用の実測されたナノトポグラフィーのプロファイルと、を比較した典型的なグラフである。

【図 1 4】図 1 4 は、予測されたナノトポグラフィーの平均プロファイルと、発明の実施

10

20

30

40

50

形態によりウェーハのＣマーク領域用を実測されたナノトポグラフィーのプロファイルと、を比較した典型的なグラフである。

【図１５】図１５は、Ｂリング及びＣマーク領域を示すウェーハ表面の典型的なトポグラフィーマップである。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

対応する引用文字は、いくつかの図面の全体を通して対応する部分を示している。

【００１４】

< 発明の詳細な説明 >

ここで図面を参照すると、本発明の態様は、より短時間でナノトポグラフィーのフィードバックを可能にして、改善された品質制御及び／又はウェーハ歩留まりのために、ナノトポグラフィーを改善するための調整を、より短い遅延時間で認識し実施することを可能にする。図１では、ブロック図は、本発明の実施形態に係る半導体ウェーハを加工するためのシステムを示している。限定ではなく例示の目的のために、システムは、グラインダ１０１と、測定装置１０３と、関連する記憶装置１０７を有するプロセッサ１０５とを含んでいる。グラインダ１０１はウェーハを研削し、測定装置１０３は、研磨したウェーハのプロファイルを示すデータを測定する。この時点での研削したウェーハは、未エッチング、未研磨である。プロセッサ１０５は、測定データに基づいた研削パラメータを調節するためのフィードバックを提供するように構成される。例えば、グラインダによって次に研削されるウェーハのナノトポグラフィーを改善するために、グラインダ１０１の１つ以上の研削ホイールを移動することができる。

10

20

【００１５】

代替の実施形態では、システムは複数のグラインダ１０１を含んでおり、各グラインダは、図１のシステムによるさらなる加工のために、ウェーハを研削する。測定装置１０３は、複数のグラインダ１０１の各々によって研削されたウェーハのプロファイルを示すデータを測定する。プロセッサ１０５は、複数のグラインダ１０１の各々にそれぞれ対応する測定データに基づいて、複数のグラインダ１０１の各々にフィードバックを提供するように構成される。

【００１６】

図１に示された実施形態では、システムは、次のような研削後の装置---研削したウェーハをエッチングするためのエッチング装置１０９、エッチングしたウェーハの表面を測定するための表面測定装置１１１（例えば、表面平坦度測定ツール）、エッチングしたウェーハを研磨するための研磨装置１１３、及び研磨したウェーハのナノトポグラフィーを測定するためのナノトポグラフィー測定装置１１５---の１つ以上を、さらに含んでいる。例えば、適したエッチング装置１０９としては、Atlas社から入手可能なXS300-0100 rev Cがある。適した表面測定装置１１１としては、Lapmaster SFT社から入手可能なWafecom 300がある。適したポリッシング装置１１３としては、ドイツのPeter Wolters社から入手可能なMICROLINER(登録商標) AC 2000-P2がある。適したナノトポグラフィー測定装置１１５は、ADE Phase Shift社から入手可能なNANOMAPPER(登録商標)がある。グラインダ１０１は、研磨したウェーハについて測定されたナノトポグラフィーに基づいて、さらに調節することができる。

30

40

【００１７】

ある実施形態では、グラインダ１０１は、ダブルサイドグラインダである。図２は、そのようなダブルサイドグラインダのウェーハクランプデバイス２０１を示す。クランプデバイス２０１は、１組の静水圧パッド２１１と、１組の研削ホイール２０９とを含んでいる。２つの研削ホイール２０９は実質的に同一であり、各ホイール２０９は通常は平坦である。研削ホイール２０９と静水圧パッド２１１とは、互いに依存することなく半導体ウェーハＷ（広義には「ワークピース」）を保持しており、それぞれがクランプ面２７１及び２７３を規定する。ウェーハＷ上での研削ホイール２０９のクランプ圧(clamping pressure)は、ホイールの回転軸２６７に集中し、その一方、ウェーハ上での静水圧パッド２

50

１１のクランプ圧は、ウェーハの中心ＷＣの近くに集中する。

【００１８】

操作中に静水圧パッド２１１は静止しているが、その一方で、符号２４１で大まかに示された駆動リングがウェーハＷを動かして、パッド及び研削ホイール２０９に対して相対的に回転させている。図３は、典型的な静水圧パッド２１１を示している。静水圧パッド２１１（１１）は、ポケット内に流体を導入するための流体注入ポート(fluid injection port)６１を各々有している静水圧ポケット(hydrostatic pockets)２１、２３、２５、２７、２９、３１を含んでいる。パッド本体１７内のチャンネル２６３（破線で図示）は、流体注入ポート６１を相互に連結して、外部の流体源（図示せず）からポケットに流体を供給する。研削中に流体（パッド面２９ではない）がウェーハＷと接触するように、流体は、操作中に、比較的一定の圧力でポケット２１、２３、２５、２７、２９、３１の中に押し入れる。このように、ポケット２１、２３、２５、２７、２９、３１にある流体は、パッドのクランプ面２７３内にウェーハＷを垂直に保持するが、潤滑されたベアリングエリア(bearing area)、又はスライドバリア(sliding barrier)も提供し、それによって、ウェーハＷは、非常に低い摩擦抵抗により、研削中にパッド２１１に対して相対的に回転できる。パッド２１１のクランプ力(clamping force)は、主としてポケット２１、２３、２５、２７、２９、３１において提供される。

10

【００１９】

図２を再び参照すると、本技術分野で知られているように、駆動リング２１４の戻り止め(detent)又はクーポン(coupon)２１５が、通常は、ウェーハの周縁に形成されたノッチＮ（図２に破線で図示されている）の位置でウェーハＷに係合して、ウェーハをその中心軸ＷＣの周りに回転運動させる。それと同時に、（２つの）研削ホイール２０９がウェーハＷに係合して、互いに反対方向に回転する。一方のホイール２０９は、ウェーハＷと同じ方向に回転し、他方のホイール２０９は、ウェーハと反対の方向に回転する。クランプ面２７１及び２７３が研削中に同じ位置に維持される限りは、ウェーハは平面のまま（つまり、曲がらない）であり、ホイール２０９によって均一に研削される。

20

【００２０】

クランプ面２７１、２７３のミスアラインメントは、両面研削操作中に発生することがあり、それは一般的に、静水圧パッド２１１に対する研削ホイール２０９の移動に起因する。図４及び図５を参照すると、ミスアラインメントの３つのモード又はそれらの組合せを用いて、クランプ面２７１、２７３のミスアラインメントを特徴づけている。第１のモードでは、研削ホイールの回転軸２６７に沿った移動の中に、静水圧パッド２１１に対する研削ホイール２０９の横方向シフトＳが存在する（図４）。第２のモードでは、それぞれの研削ホイールの中心を通る水平軸Ｘの周りでの、ホイール２０９の垂直傾斜ＶＴが特徴である（図４及び図５）。図４は、第１のモードと第２のモードとを示している。第３のモードでは、それぞれの研削ホイール２０９の中心を通る縦軸Ｙの周りでの、ホイール２０９の水平傾斜ＨＴが存在する（図５）。概念を説明するために、これらのモードは、図面中では誇張されているが、当然のことながら、実際のミスアラインメントは比較的小さいであろう。さらに、左のホイールの水平傾斜ＨＴを右のホイールの水平傾斜と異ならせることができるように、そして、２つのホイール２０９の垂直傾斜ＶＴについても同様にできるように、各ホイール２０９を、他方に依存せずに動かすことができる。

30

40

【００２１】

既に記述したように、クランプ面２７１、２７３のミスアラインメントは、ナノトポグラフィ測定装置１１５で測定されたときに、望ましくないナノトポグラフィの特徴をもたらす。望ましくないナノトポグラフィの特徴は、ウェーハの不均一な研削及び／又はウェーハの屈曲によって生じるだろう。さらに、クランプ面２７１、２７３のミスアラインメントは、研削ホイール２０９を不均一に摩耗させる可能性があり、そのことがさらに、ウェーハＷの研削中に生じる望ましくないナノトポグラフィ特徴の発生に寄与する可能性がある。場合によっては、ウェーハは、その後の加工（例えば研磨）によって除去することのできない、望ましくない特徴を生じる可能性がある。有利なことに、本発明は

50

、クランプ面のミスアラインメントを最小化する。特に、研削ホイール 209 は、ナノトポグラフィー測定装置 115 によって望ましくないナノトポグラフィーの特徴が検出されるまで待つのではなく、測定装置 103 によって研削したウェーハから得られたデータに基づいて、プロセッサ 105 で調節される。

【0022】

ある実施形態では、測定装置 103 は、プロセッサ 105 と連動するように構成されたゆがみ測定装置 103 である。半導体ウェーハメーカーに用いられているように、ゆがみ測定装置 103 は、ウェーハのゆがみデータを取得し（例えば、検知し）、そのゆがみデータに基づいてウェーハのゆがみを測定する。ある実施形態では、ゆがみ測定装置 103 は、ゆがみデータを得るための 1 つ以上の容量性センサを含んでいる。得られたゆがみデータは、支持されたウェーハのプロファイル（例えばウェーハ形状）を示す。

10

【0023】

例えば、ゆがみ測定装置 103 は、図 6 に示されるようなライン走査プロセスを実行してもよい。このライン走査プロセスでは、ウェーハ W は、ウェーハの第 1 の表面 605 に接触する 1 つ以上の支持ピン 603 に支持される。無重力状態のウェーハの形状（符号 607 で示されている）と、支持された状態のウェーハの形状（符号 609 で示されている）との間の比較によって示されているように、支持されたウェーハの形状 609 は、重力の関数及びウェーハ W の質量により反らされる。ゆがみ測定装置 103 は、第 1 のセンサ 621 A と第 1 の表面 605 A（例えば前面）との間の複数の距離（例えば「距離 B」）を、支持されたウェーハ 609 の直径に沿って測定するための第 1 の静電容量センサ 621 A を含んでいる。同様に、ゆがみ測定装置 103 は、第 2 のセンサ 621 B と第 2 の表面 605 B（例えば裏面）との間の複数の距離（例えば「距離 F」）を、支持されたウェーハ 609 の直径に沿って測定するための第 2 の静電容量センサ 621 B を含んでいる。得られたゆがみデータは、直径に対応するライン走査データセットを含んでいる。ライン走査データセットは、第 1 のセンサ 621 A で、支持されたウェーハ 609 の直径に沿って測定された複数の距離と、第 2 のセンサ 621 B で、支持されたウェーハ 609 の直径に沿って測定された複数の距離と、を含む。ライン走査データセットは、直径に沿ったウェーハプロファイルを示す。

20

【0024】

図 7 A 及び図 7 B は、複数のライン走査データセットを得るためのゆがみ測定装置 103 によって実行されたライン走査プロセスを示しており、各データセットは、特定の直径に沿ったウェーハプロファイルを示す。図 7 A に示されているように、第 1 のライン走査（矢印 701 で示す）は、ウェーハの第 1 の直径に沿って実行される。特に、第 1 のセンサ 621 A は、第 1 の表面 605 A の上側の面内を、ウェーハの第 1 の直径に沿った第 1 の方向に移動する。第 1 のセンサ 621 A は、第 1 のセンサ 621 A とウェーハの第 1 の表面 605 A との間の距離を、所定の間隔（つまり、ピッチ R、測定周波数）で測定する。あらかじめ規定された距離は、図 7 A のウェーハ W の表面にマークを有しているものとして示されている。例えば、第 1 のセンサ 621 A は、ウェーハの第 1 の直径に沿って 1 mm 又は 2 mm の間隔で距離を測定してもよい。同様に、第 2 のセンサ 621 B は、第 2 の表面 605 B の下側の面内を第 1 の方向に移動して、第 2 のセンサ 621 B と第 2 の表面 605 B との間の距離を、ウェーハの第 1 の直径に沿って測定する。ウェーハの第 1 の直径は、基準点の関数として規定されてもよい。例えば、図示されたプロセスでは、第 1 の直径は、ウェーハの周縁に設けられたノッチ N を通過する。

30

40

【0025】

図 7 B に示されているように、第 1 のライン走査 701 の完了後にウェーハ W を回転する（矢印 709 で示す）。特に、支持ピン 603 の下側に位置した回転ステージ 705 を上昇して、ウェーハ W を支持ピン 603 より上側の位置（符号 707 で示す）までリフトする。回転ステージは、ウェーハをリフト位置 707 に支持しながら回転する。その結果、ウェーハはいくらかの角度（ ）だけ回転する。回転ステージ 705 が下降して、回転したウェーハは、支持ピン 603 の上に再度置かれる。ウェーハの第 2 の表面に対する支

50

持ピン 6 0 3 の位置は、図 7 A 及び図 7 B に破線で示されている。次には、ウェーハの第 2 の直径に沿ったライン走査（矢印 7 1 5 で示す）が実行される。図示したプロセスによれば、第 1 のセンサ 6 2 1 A 及び第 2 のセンサ 6 2 1 B は、第 1 の表面 6 0 5 A 及び第 2 表面 6 0 5 B のそれぞれと対応する面中を、ウェーハの第 2 の直径に沿った第 2 の方向（例えば、第 1 の方向と反対の方向）に移動する。第 1 のライン走査 7 0 1 に関連して上に説明したように、第 1 のセンサ 6 2 1 A 及び第 2 のセンサ 6 2 1 B は、第 1 のセンサ 6 2 1 A、第 2 のセンサ 6 2 1 B と、ウェーハの第 1 の表面 6 0 5 A、第 2 表面 6 0 5 B との間の距離を、ウェーハの第 2 の直径に沿って、あらかじめ規定された間隔で、それぞれ測定する。複数のライン走査データセットの各々を得るために、回転 7 0 9 とライン走査の作業 7 0 1、7 0 5 とが繰り返される。

10

【0026】

ある実施形態では、ゆがみ測定装置 1 0 3 は、自己質量補償アルゴリズム (self mass compensation algorithm) を用いて、無重力状態 6 0 7 でのウェーハ形状を決定する。自己質量補償は、（複数の）ライン走査データセット、ウェーハ密度、弾性定数、ウェーハの直径及び支持ピン 6 0 3 の位置の関数として、ウェーハの形状を決定する。ある実施形態では、ゆがみ測定装置 1 0 3 は、ウェーハ形状に基づいて 1 つ以上のウェーハパラメータを測定する。ウェーハパラメータには、ワープ (warp)、バウ (bow)、TTV (total thickness variation: 全厚み変化量) 及び / 又は G B I R (global back surface ideal range: グローバル裏面理想範囲) のうちの 1 つ以上を含むことができる。図 8 A を参照すると、ワープ及びバウは、通常は基準面に対して決定される。基準面は、（複数の）支持ピン 6 0 3 とウェーハの表面 6 0 5 A との間の（複数の）接点の関数として規定される。具体的には、ワープは、基準面からの平均領域 (median area) の最大偏差 (maximum deviation) と最少偏差 (minimum deviation) との間の差の絶対値として規定される。平均領域は、ウェーハの前面 6 0 5 B とウェーハの裏面 6 0 5 A とから等距離にある点の軌跡 (locus) である。バウは、ウェーハ中心での基準面からの偏差の量として定義される。図 8 B を参照すると、G B I R 及び T T V は、ウェーハの線形の厚さ変化量 (linear thickness variation) を反映しており、ウェーハの裏面から基準面までの最大距離と最小距離との間の差に基づいて計算することができる。

20

【0027】

図 1 に図示されたシステムを再び参照すると、グラインダ 1 0 1 によって研削されたままのウェーハのゆがみを測定するためのゆがみ測定装置 1 0 3 により得られたデータは、プロセッサ 1 0 5 に伝達される。例えば、ライン走査データセット及び / 又は決定したウェーハ形状が、プロセッサ 1 0 5 に伝達されてもよい。プロセッサ 1 0 5 は、ゆがみデータを受信し、そして、受信したゆがみデータ処理のために複数の作業を行うコンピュータ実行可能命令 (computer-executable instructions) を実行する。特に、プロセッサ 1 0 5 は、受信したゆがみデータに基づいてウェーハのナノトポグラフィーを予測し、そして予測されたウェーハのナノトポグラフィーに基づいて研削パラメータを決定する。グラインダ 1 0 1 の操作は、適宜調節される。ある実施例では、プロセッサ 1 0 5 は、1 つ以上のソフトウェアアプリケーション、アプリケーション又はソフトウェア内のコンポーネント、実行可能ライブラリファイル (executable library file)、実行可能アプレット (executable applets) 等によって具体化されたコンピュータ実行可能命令を実行するだろう。プロセッサ 1 0 5 に付随した (associated with) 記憶装置 1 0 7 は、プロセッサ 1 0 5 がアクセスするための情報とデータと記憶する。例えば、記憶装置 1 0 7 は、例えばソフトウェア、アプリケーション、データ等のプロセッサ 1 0 5 が使用するデータ又はプロセッサ 1 0 5 がアクセスするデータを記憶してもよい。

30

40

【0028】

ある実施形態では、記憶装置 1 0 7 は、揮発性メディア又は不揮発性メディア (volatile or nonvolatile media)、リムーバブルメディア又はリムーバブルでないメディア (removable and non-removable media) 及び / 又は、コンピュータ又はコンピュータの集合体（図示せず）がアクセスできる入手可能なメディア (any available medium) であろう。限定

50

ではなく例示として、コンピュータ読取り可能メディアは、コンピュータ記憶メディアを含んでいる。情報を記憶するための方法又は技術におけるコンピュータ記憶メディアは、例えばコンピュータ読取り可能命令、データ構造、プログラムモジュール又は他のデータなどである。例えば、コンピュータ記憶装置メディアは、RAM、ROM、EEPROM、フラッシュメモリ若しくは他のメモリ技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク(DVD)若しくは他の光学ディスク記憶、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶若しくは他の磁気記憶装置、又は所望の情報を記憶するために用いられてコンピュータにアクセスされるその他の媒体を含んでいる。

【0029】

ある実施形態では、プロセッサ105と記憶装置107は、1つ以上のコンピュータデバイスに組み入れられてもよい。当業者に知られているように、コンピュータデバイスは、プロセッサ105、1つ以上のコンピュータ読取り可能メディア、コンピュータデバイス内の様々な構成部品と接続した内部バスシステム(internal bus system)、入出力装置、ネットワークデバイス及びその他の装置の組合せを含んでいる。典型的なコンピュータデバイスは、パーソナルコンピュータ(PC)、ワークステーション、デジタルメディアプレイヤー及びその他のデジタルデバイスのうちの1つ又はそれらの組合せを含んでいる。別の実施形態では、プロセッサ105は、ネットワークを経由して、記憶装置107に記憶されたデータにアクセスする。

【0030】

ある実施形態では、プロセッサ105は、受信したゆがみデータを処理するために、フィードバックプログラムにアクセスする。受信したゆがみデータが、研削したウェーハのライン走査データセット及び/又は決定したウェーハ形状を含んでいてもよい。特に、プロセッサ105は、受信したゆがみデータに基づいて、ウェーハのナノトポグラフィーを予測する。測定装置103でウェーハを測定するときに、ウェーハはまだ研磨が行われていないことから、ウェーハのナノトポグラフィーは、実際に測定されるというよりは、むしろ予測される、といえる。上述のように、現在のナノトポグラフィー測定装置は、研磨状態にされるべきの測定されたウェーハを頼りにする技術を利用している。プロセッサ105は、予測されたウェーハのナノトポグラフィーに基づいて、1つ以上の研削パラメータを決定する。ある実施形態では、プロセッサ105は、シフトパラメータを決定する。シフトパラメータは、研削ホイール209のミスアラインメントに起因するナノトポグラフィー低下を低減するために、1組の研削ホイール209を移動させる大きさ及び方向を示している。別の実施形態では、プロセッサ105は、追加で又はその代わりに、傾斜パラメータ(tilt parameters)を決定する。傾斜パラメータは、研削ホイール209のミスアラインメントに起因するナノトポグラフィー低下を低減するために、ウェーハに対して1組の研削ホイールを位置決めする角度を示す。

【0031】

グラインダ101の操作は、決定した研削パラメータに基づいて調節される。例えば、研削ホイールは、決定した移動及び/又は傾斜パラメータで特定されているように調節されてもよい。ある実施形態では、研削ホイール209は、決定したシフト及び/又は傾斜パラメータの関数として、及びあらかじめ規定された補償量の関数として、調節される。ある実施形態では、グラインダ101は、決定した研削パラメータを受信し、決定した研削パラメータの関数としてグラインダ101の1つ以上の構成部品を調節するように、構成される。別の実施形態では、決定した研削パラメータがオペレーターに提供され、オペレーターは、決定した研削パラメータの関数としてグラインダ101の1つ以上の構成部品を調節するように、グラインダ101を構成する。

【0032】

図9Aと図9Bは、本発明の実施形態に係る典型的なウェーハ加工方法を示している。符号903において、グラインダ101はウェーハを研削する。符号905において、研削したウェーハが第1のウェーハであるかどうか、が判断される。研削したウェーハが第1のウェーハであることが確定した場合、符号907において、測定装置103は、第1

10

20

30

40

50

のウェーハのゆがみ及び／又は厚さを測定するためのデータを取得する。例えば、測定装置 103 は、図 10 に図示されるような 4 つのライン走査データセットを取得してもよい。各ライン走査データセットは、ウェーハの直径のプロファイルを示す。

【0033】

図 9 A に示された符号 909 ~ 915 を参照すると、プロセッサ 105 は、第 1 のウェーハについて予測されたナノトポグラフィーのプロファイルを計算する作業を行う。具体的には、符号 909 において、プロセッサ 105 は、測定装置 103 で測定されたゆがみデータ（例えばライン走査データセット）をレベリング(level)する。ある実施形態では、測定されたゆがみデータは、規定された移動窓(defined moving window)内で最小二乗フィットを用いてレベリングされる。符号 911 において、プロセッサ 105 は、レベリングされたデータの関数として第 1 のプロファイルを計算するように、構成される。具体的には、レベリングされたデータは、規定された窓寸法を備えた第 1 のフィルタ（例えばローパスフィルタ）を用いてスムージング(smoothed)される。符号 913 において、第 2 のプロファイルは、レベリングされたデータの関数として計算される。具体的には、レベリングされたデータは、規定された窓寸法を備えた第 2 のフィルタを用いてフィルタリングされる。第 2 のフィルタは、ナノトポグラフィーではない波長(non-nanotopography wavelengths)を実質的に除去するために機能する。符号 915 において、ウェーハについて予測されたナノトポグラフィーのプロファイルは、計算された第 1 及び第 2 のプロファイルの関数として計算される。ある実施形態では、予測された NT プロファイルは、第 1 のプロファイルから第 2 のプロファイルを減算することにより計算される。

10

20

【0034】

本発明の態様によれば、プロセッサ 105 は、符号 909 ~ 915 の作業を繰り返して、測定装置 103 により得られたライン走査データセットごとに、予測された直径のナノトポグラフィーのプロファイルを計算する。図 10 に示した実施例では、4 つの予測された直径の NT プロファイルが計算される。4 つの予測された直径の NT プロファイルの各々は、4 つのライン走査データセットのうちの 1 つから計算される。8 つの予測された半径方向の NT プロファイルが、4 つの予測された直径の NT プロファイルから決定される。8 つの予測された半径方向のプロファイルの各々は、ウェーハの半径（例えば、0 ~ 150 mm の範囲）に沿った複数の位置における、予測された NT 高さデータを表わしている。予測された半径方向の平均 NT プロファイルは、8 つの予測された半径方向のプロファイルごとの予測された NT 高さデータを、半径の関数として平均することによって、計算される。図 11 は、ゆがみデータから得られた、予測された研削後の半径方向の平均 NT プロファイルと、ナノトポグラフィー測定装置により得られた研磨後の NT プロファイルと、を比較したグラフである。

30

【0035】

図 9 B は、予測された NT プロファイル（例えば、予測した半径方向の平均 NT プロファイル）に基づいて研削パラメータを決定するために、プロセッサ 105 によって実行される作業を図示する。具体的には、図示された作業は、シフトパラメータを決定するために予測された NT プロファイルに適用されるファジー論理アルゴリズムを表わしている。シフトパラメータは、研削ホイール 209 のシフトを示す方向成分と大きさ成分とを有している。以下にさらに詳細に説明する作業によれば、研削パラメータは、予測された NT プロファイルの B リング領域に基づいて決定される。B リング領域とは、半径が 100 mm ~ 150 mm の間にあるウェーハの領域を指している。B リング値(B-Ring value)とは、予測された半径方向の平均 NT プロファイルにおける、B リング領域内の最大ピークバレー値(maximum peak-to-valley value)を指している。一般に、より低い B リング値（例えば 5 nm 未満）が、より望ましいナノトポグラフィーに対応する。図 12 は、予測された平均 NT プロファイルの B リング領域に基づいてシフトパラメータを決定するために用いられる典型的なアルゴリズムを示している。図 13 は、予測された平均 NT プロファイルを、ウェーハの B リング用に実測された NT プロファイルと比較したグラフである。別の実施形態では、E マークを最適化するために、同様の方法が行われる（図示せず）。

40

50

Eマーク領域とは、Bリング領域と同様に、半径が100mm～150mmの間にあるウェーハの領域を指している。Eマーク値(E-Mark value)とは、(予測された半径方向の平均NTプロファイルというよりは)予測されたNTプロファイルの各々から決定した最大ピークバレー値を指している。さらに別の実施形態では、Cマークを最適化するために、同様の方法が行われる(図示せず)。Cマーク領域とは、半径が0mm～50mmの間にあるウェーハの領域を指している。Cマーク値(C-Mark value)とは、予測された半径方向の平均NTプロファイルにおける、Cマーク領域内での最大ピークバレー値を指している。図14は、予測された平均NTプロファイルを、Cマーク領域用の実測されたNTプロファイルと比較したグラフである。図15は、Bリング及びCマークの領域を示すウェーハ表面の典型的なトポグラフィーマップである。

10

【0036】

図9Bを再び参照すると、符号921において、プロセッサ105は、予測されたNTプロファイルのBリング値を決定する。符号923において、プロセッサ105は、Bリング値が、低く(つまり5nm)規定されたBリング値未満であるかどうかを判断する。Bリング値が低い場合、プロセッサ105は、符号925において、調整が不要である(つまり、研削パラメータの値がゼロである)、と決定する。あるいは、Bリング値が低い(つまり5nm以上)場合、最適化サイクルが開始され、そしてこのウェーハは、最適化サイクルにおける第1のウェーハになる。最適化サイクルは、このウェーハのために、図の方法のうち後述する残りの作業を実行し、そして、その後のウェーハのために、前述の作業を繰り返す。研削パラメータに従ってグラインダで研削されたその後のウェーハが、規定された低い値(つまり5nm)より低くなったと判断されたBリング値を有するようになるまで、最適化サイクルが繰り返される。

20

【0037】

最適化サイクルによれば、プロセッサ105は、Bリング領域内の予測されたNTプロファイルに基づいて予備的なシフト方向を決定する。符号931を参照すると、プロセッサ105は、予測されたNTプロファイルが、Bリング領域内においてバレー(谷)に続いてピーク(山)(「VPプロファイル」と呼ばれる)を有する(have a valley followed by a peak)かどうか、を判断する。予測されたNTプロファイルが、Bリング領域内においてバレーに続いてピークを有すると判断された場合、研削ホイール209の予備的なシフト方向は右になる。符号933を参照すると、プロセッサ105は、予測されたNTプロファイルが、Bリング領域内においてピークに続いてバレー(「PVプロファイル」と呼ばれる)を有するかどうか、を同様に判断する。予測されたNTプロファイルが、Bリング領域内においてピークに続いてバレーを有すると判断された場合、研削ホイール209の予備的なシフト方向は左になる。

30

【0038】

予備的なシフト方向を決定した後、プロセッサ105は、Bリング値に基づいてシフト量(shift magnitude)を決定する。符号941において、プロセッサ105は、ウェーハが最適化サイクルにおける第1のウェーハであるかどうか判断する。このウェーハが、最適化サイクルにおける第1のウェーハであると判断された場合、プロセッサ105は、所定のガイドラインに基づいて、グラインダで研削されたその後のウェーハ(つまり第2のウェーハ)の研削に用いるためのシフト量を決定する。ある実施形態では、所定のガイドラインは複数のBリング値の範囲を含んでおり、その各々は、特定のシフト量の値に関連している。グラインダ101でその後に研削されるウェーハのナトポグラフィを改善するために、特定のシフト量の値が選択される。図の方法によれば、符号943において、プロセッサ105は、Bリング値が18nm以上であるかどうかを判断する。Bリング値が18nm以上であると判断された場合、シフト量は15μmであり、そしてシフト方向は、決定した予備的なシフト方向になる。符号945において、プロセッサ105は、Bリング値が8nmより大きく18nm以下であるかどうかを判断する。Bリング値が8nmより大きく18nm以下であると判断された場合、シフト量は10μmであり、そしてシフト方向は、決定した予備的なシフト方向になる。符号947において、プロセッサ

40

50

105は、Bリング値が5nmより大きく8nm以下であるかどうかを判断する。Bリング値が5nmより大きく8nm以下であると判断された場合、シフト量は1μmであり、そしてシフト方向は、決定した予備的なシフト方向になる。

【0039】

プロセッサ105が、符号941において、このウェーハは最適化サイクルにおける第1のウェーハではないと判断した場合、プロセッサ105は、符号951において、最適化プログラムを実行して、次のウェーハを研削するのに用いられるシフトパラメータを決定する。特に、最適化サイクルにおける第(n)番目のウェーハを確認し、そして、次の第(n+1)番目のウェーハ用のシフトパラメータを、第n番目のウェーハに対するBリング値と対応するシフトパラメータ値との関数として決定する。ある実施形態では、第n番目のウェーハに対するBリング値と対応するシフトパラメータとは、(n-1)次の多項式フィッティングを用いてフィッティングされる。第n番目のウェーハを用いて決定したシフトパラメータは、Bリング値がゼロ(0)のときの多項式の値に対応する。

10

【0040】

図に示されているように、本発明の態様を具体化する典型的な方法によるプロセスは、符号943、945、947又は951でシフトパラメータを決定した後に、符号903に戻る。同様に、符号925において、グラインダ101の調整が不要であるとプロセッサ105が判断した場合、最適化サイクルが終了し、方法は903に戻る。符号903において、グラインダ101は、決定した研削パラメータ(例えば、決定したシフトパラメータ)に従って、次のウェーハを研削する。符号905において、プロセッサ105は、次のウェーハが第1のウェーハであるかどうかを判断する。次のウェーハは第1のウェーハではないので、プロセッサ105は、符号961において、下記の1つ以上の条件が正しいかどうかを判断する。

20

- ・前のウェーハのBリングは、所定の値(例えば8nm)より大きい。

- ・カセット番号は、測定装置103によって最後に測定されたウェーハ用のカセットよりも2つ大きい。1つ以上の条件が正しい場合、測定装置103は、上述した実施方法の符号907において、ウェーハのゆがみデータを取得する。いずれの条件も正しくない場合、そのウェーハに対して図示した方法のウェーハの次の工程(wafer subsequent steps)は行われず、そして本方法は、その後のウェーハを研削するための工程903に戻る。

30

【0041】

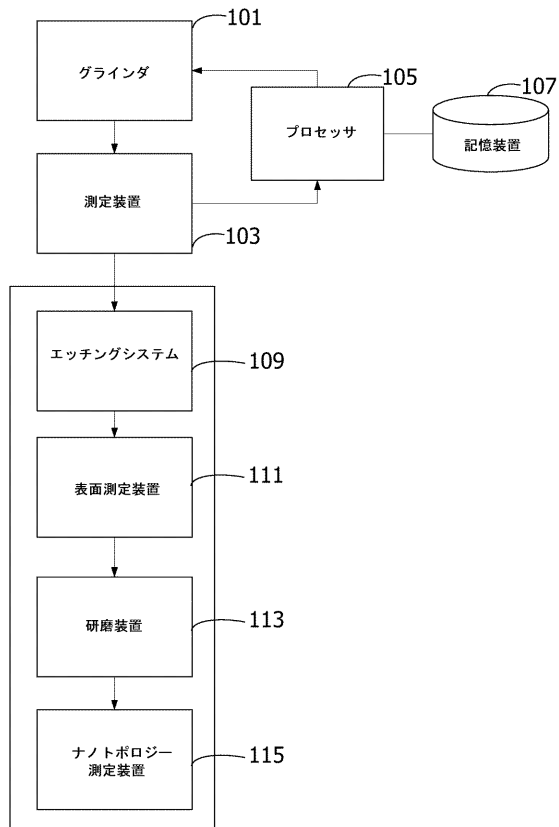
本発明又はその好ましい実施形態の要素を導入するときに、冠詞の「ある("a", "an)」、「前記("the", "said)」は、1つ以上の要素が存在することを意味するように意図している。用語の「含む("comprising)」、「含む("including)」、「有する("having)」は、記載された要素以外の追加の要素が存在しうることを含み且つ意味するように意図している。

【0042】

発明の範囲から逸脱することなく上記の方法に様々な変更を行なうことができるとともに、上記の説明に含まれそして添付の図面に図示された全ての事項は、例示として解釈されるべきであり、制限する意味ではないことを意図している。

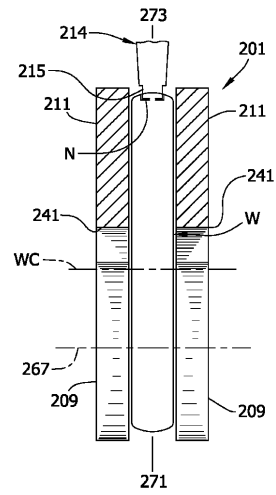
【 図 1 】

FIG. 1



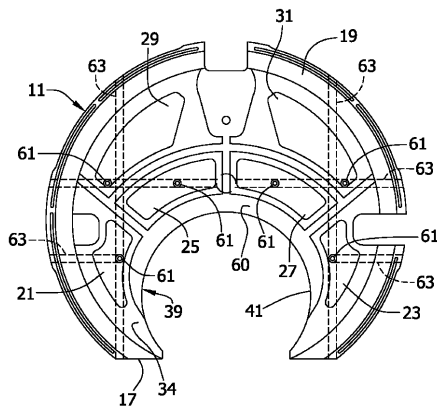
【 図 2 】

FIG. 2



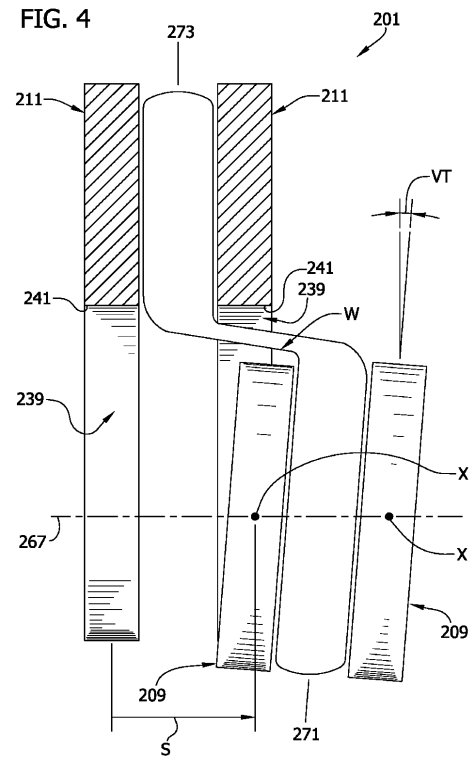
【 図 3 】

FIG. 3



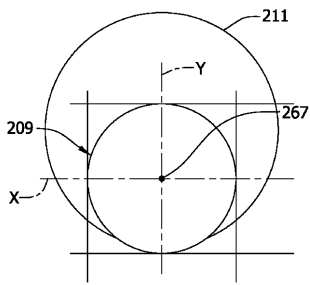
【 図 4 】

FIG. 4



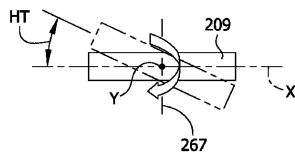
【図 5 A】

FIG. 5A



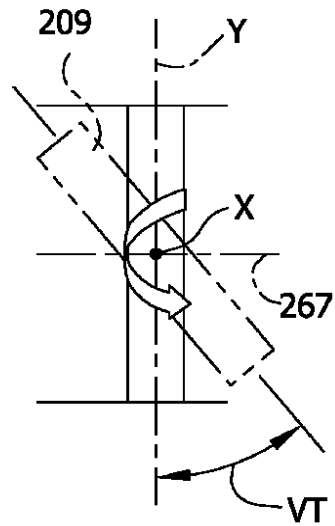
【図 5 B】

FIG. 5B



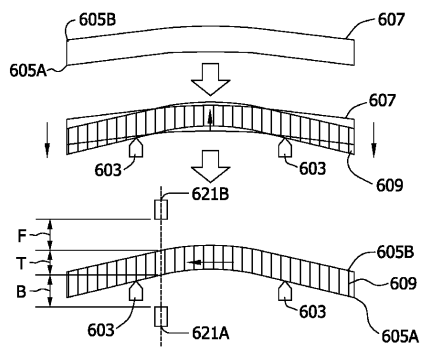
【図 5 C】

FIG. 5C



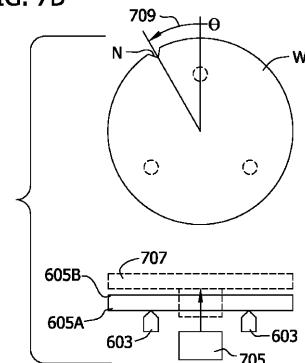
【図 6】

FIG. 6



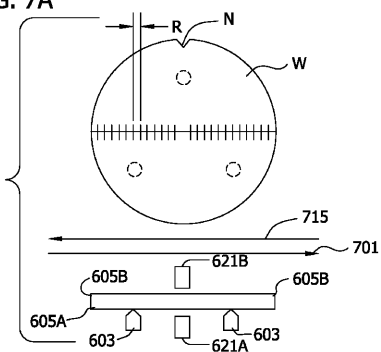
【図 7 B】

FIG. 7B



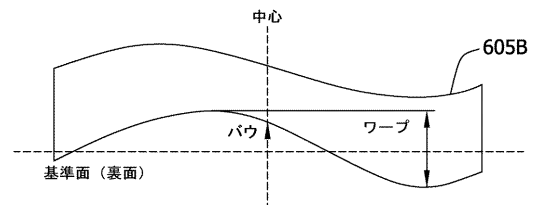
【図 7 A】

FIG. 7A



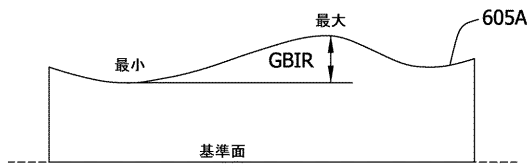
【図 8 A】

FIG. 8A



【図 8 B】

FIG. 8B



【図 9 A】

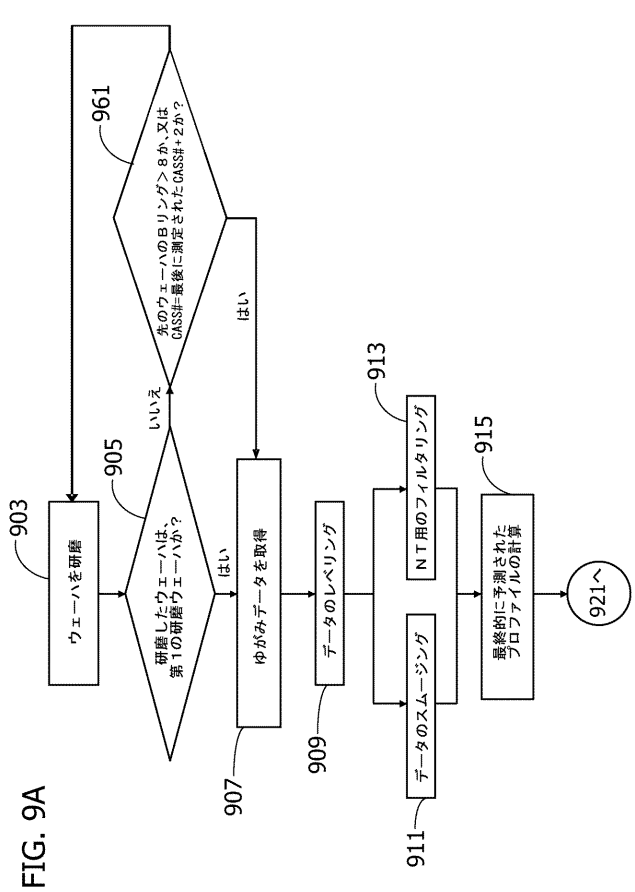


FIG. 9A

【図 9 B】

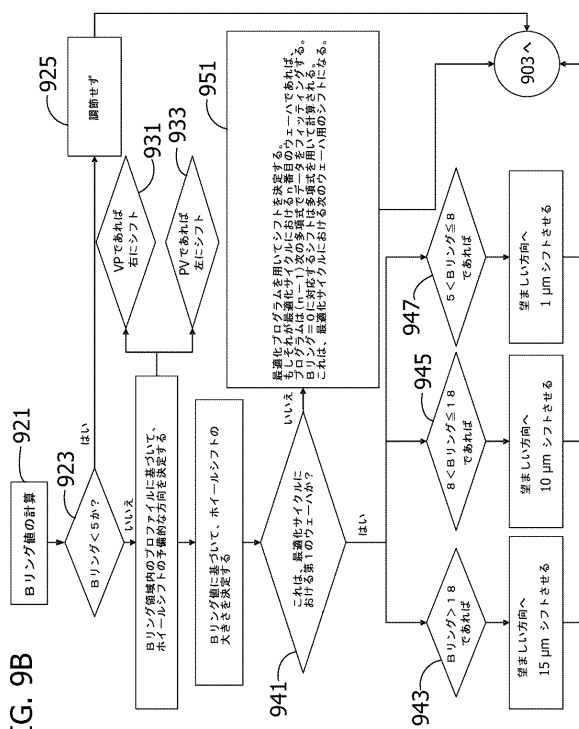
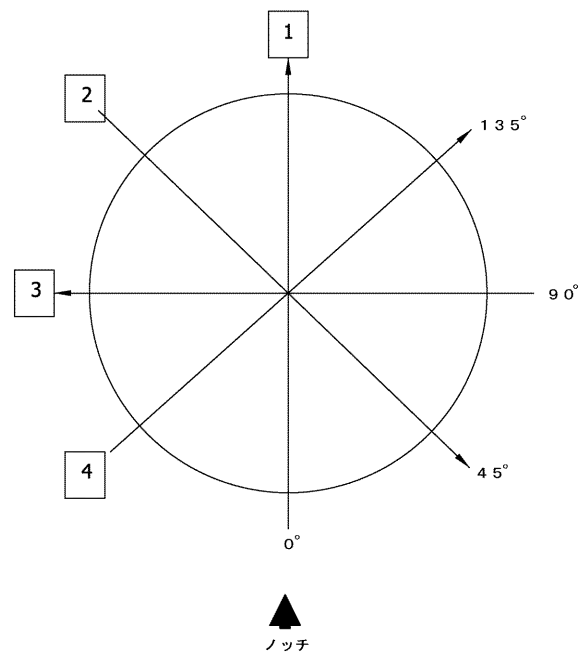


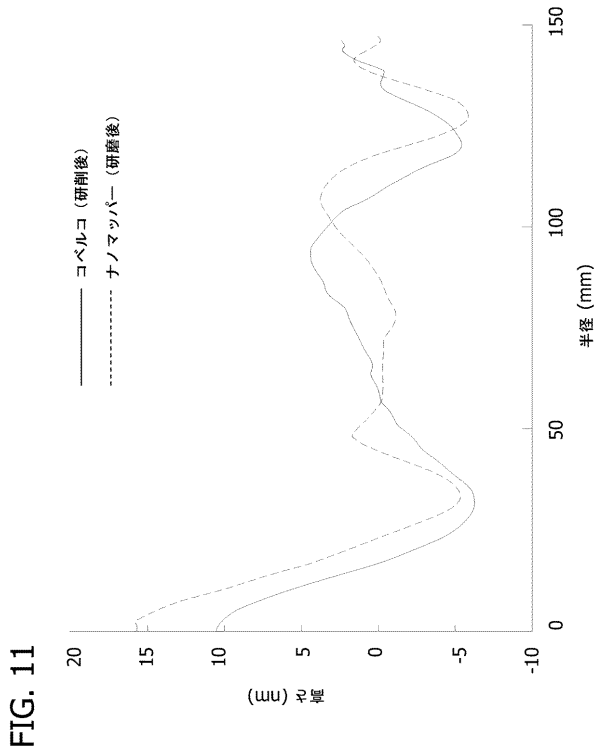
FIG. 9B

【図 10】

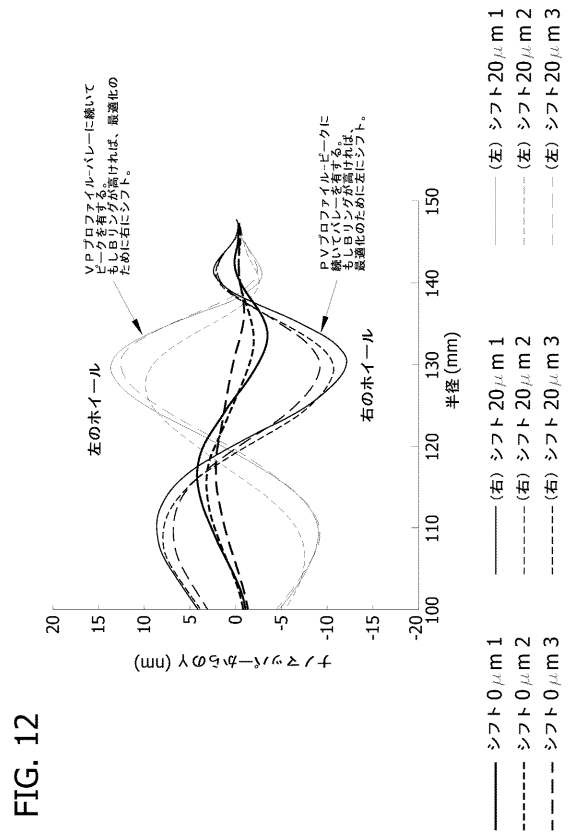
FIG. 10



【図 1 1】

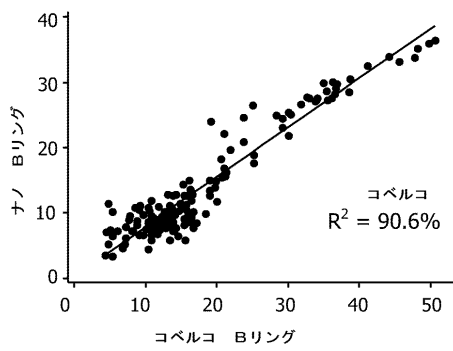


【図 1 2】



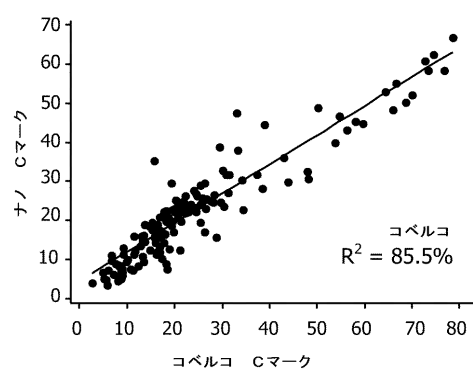
【図 1 3】

FIG. 13



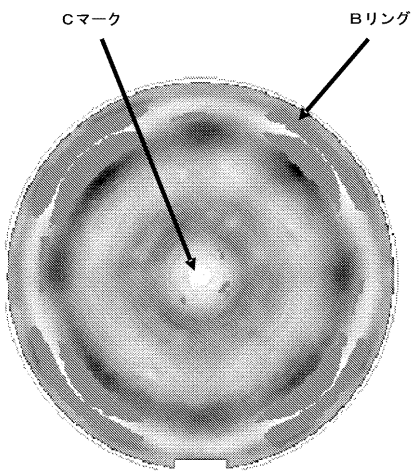
【図 1 4】

FIG. 14



【図 15】

FIG. 15



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2008/088452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B24B37/04 B24B49/03 B24B51/00		
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) B24B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/130708 A (MEMC ELECTRONIC MATERIALS [US]; BHAGAVAT SUMEET S [US]; BHAGAVAT MILIN) 15 November 2007 (2007-11-15)	1-10
Y	paragraph [0097] - paragraph [0101]	11-25
Y	US 2007/100489 A1 (HUANDRA SUGENTO [US]) 3 May 2007 (2007-05-03) abstract paragraph [0011] - paragraph [0013]	11-25
Y	US 2003/186546 A1 (WOLLSTEIN DIRK [DE] ET AL) 2 October 2003 (2003-10-02) paragraph [0062]; claims	11-25
A	US 2006/009125 A1 (OKURA KENJI [JP]) 12 January 2006 (2006-01-12) claims	1, 11, 18
----- -/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *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) *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 *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 *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 *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. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 April 2009		Date of mailing of the international search report 27/04/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Eschbach, Dominique

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2008/088452

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002 307303 A (KOYO MACHINE IND CO LTD) 23 October 2002 (2002-10-23) abstract	1,11,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2008/088452

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007130708 A	15-11-2007	EP 1981685 A1 KR 20080090558 A	22-10-2008 08-10-2008
US 2007100489 A1	03-05-2007	KR 20070045904 A	02-05-2007
US 2003186546 A1	02-10-2003	DE 10208165 C1	02-10-2003
US 2006009125 A1	12-01-2006	EP 1616662 A1 WO 2004033148 A1 JP 4072788 B2	18-01-2006 22-04-2004 09-04-2008
JP 2002307303 A	23-10-2002	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100145403

弁理士 山尾 憲人

(72)発明者 スメート・エス・バガバト

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー
エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ロナルド・アール・バンダム

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー
エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 小村 朋美

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー
エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 金子 智彦

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー
エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

(72)発明者 風間 沢登

アメリカ合衆国 6 3 3 7 6 ミズーリ州セント・ピーターズ、パール・ドライブ 5 0 1 番、エムイー
エムシー・エレクトロニック・マテリアルズ・インコーポレイテッド内

F ターム(参考) 3C034 AA08 BB75 BB93 CA02 CA05 CA13 CA22 CB01 DD07 DD10

3C043 BA09 BC06 CC04 DD05 DD06 EE04

5F057 AA02 AA20 BA12 CA19 DA11 FA12 GA01 GA13 GB02 GB12

GB19