

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-185599

(P2017-185599A)

(43) 公開日 平成29年10月12日(2017.10.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 27/06 (2006.01)	B 2 4 B 27/06 M	3 C 0 3 4
B 2 4 B 49/16 (2006.01)	B 2 4 B 49/16	3 C 1 5 8
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78 F	5 F O 6 3

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-77309 (P2016-77309)
 (22) 出願日 平成28年4月7日 (2016.4.7)

(71) 出願人 000134051
 株式会社ディスコ
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 (74) 代理人 100075384
 弁理士 松本 昂
 (74) 代理人 100172281
 弁理士 岡本 知広
 (72) 発明者 官川 沙樹
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 株式会社ディスコ内
 (72) 発明者 杉山 智瑛
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 株式会社ディスコ内
 Fターム(参考) 3C034 AA19 BB73 CA15 CA17 CA18
 CA24 CA30 CB03 DD07 DD10
 最終頁に続く

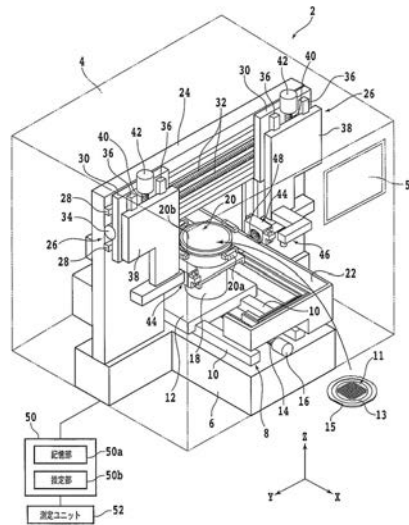
(54) 【発明の名称】 切削装置

(57) 【要約】

【課題】 切削中の被加工物の状態を判定できる切削装置を提供する。

【解決手段】 切削装置(2)であって、被加工物(11)を保持するチャックテーブル(20)と、チャックテーブルに保持された被加工物を切削ブレード(48)で切削する切削ユニット(44)と、チャックテーブルと切削ユニットとを相対的に移動させる移動機構(8, 26)と、チャックテーブル、切削ユニット、移動機構の少なくとも一つに設けられ、切削中の振動、モータの電流又は電圧、荷重、速度、トルク、圧力のいずれかを測定する測定ユニット(52)と、測定ユニットから出力される信号に基づいて、被加工物の状態を判定する状態判定ユニット(50)と、を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被加工物を保持するチャックテーブルと、
該チャックテーブルに保持された被加工物を切削ブレードで切削する切削ユニットと、
該チャックテーブルと該切削ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、
該チャックテーブル、該切削ユニット、該移動機構の少なくとも一つに設けられ、切削中の振動、モータの電流又は電圧、荷重、速度、トルク、圧力のいずれかを測定する測定ユニットと、
該測定ユニットから出力される信号に基づいて、被加工物の状態を判定する状態判定ユニットと、を備えることを特徴とする切削装置。

10

【請求項 2】

該状態判定ユニットは、
該切削ユニットによる切削の前に被加工物に施された前工程と、該前工程で発生しうる被加工物の不良の種類と、該不良が発生した被加工物を該切削ブレードで切削する際に該測定ユニットで得られるデータと、を関連付けた状態で記憶する記憶部と、
該測定ユニットで得られるデータと、該記憶部に記憶された情報と、に基づいて、被加工物に発生した不良の種類、又は該不良が発生した前工程を推定する推定部と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の切削装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、板状の被加工物を切削する切削装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体ウェーハに代表される板状の被加工物を加工する際には、例えば、環状の切削ブレード等である切削ユニットを含む切削装置が使用される。この切削装置は、通常、被加工物を保持するためのチャックテーブルと切削ユニットとを相対的に移動させることで、予め設定された切削条件等に応じて被加工物を切削する。

【0003】

近年では、切削ユニットを構成する切削ブレードの切削能力を維持するために、切削ブレードを回転させるためのモータの電流値をモニタする方法等が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この方法では、モータの電流値が所定の閾値を超えた場合に、プリカットを実施して切削ブレードの切削能力を回復させる。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2015 - 205372 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、切削ブレードを回転させるモータの電流値は、必ずしも切削ブレードの状態のみによって変動するわけではない。例えば、モータの電流値は、被加工物の異常や不良等によっても変動するので、上述の方法では、常に最適なタイミングでプリカットを実施できなかった。

40

【0006】

また、上述の方法で問題となる被加工物の異常や不良の種類、発生のタイミング等を適切に推定できれば、装置や工程等の改善にも役立つと考えられる。本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、切削中の被加工物の状態を判定できる切削装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様によれば、被加工物を保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された被加工物を切削ブレードで切削する切削ユニットと、該チャックテーブルと該切削ユニットとを相対的に移動させる移動機構と、該チャックテーブル、該切削ユニット、該移動機構の少なくとも一つに設けられ、切削中の振動、モータの電流又は電圧、荷重、速度、トルク、圧力のいずれかを測定する測定ユニットと、該測定ユニットから出力される信号に基づいて、被加工物の状態を判定する状態判定ユニットと、を備える切削装置が提供される。

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様において、該状態判定ユニットは、該切削ユニットによる切削の前に被加工物に施された前工程と、該前工程で発生しうる被加工物の不良の種類と、該不良が発生した被加工物を該切削ブレードで切削する際に該測定ユニットで得られるデータと、を関連付けた状態で記憶する記憶部と、該測定ユニットで得られるデータと、該記憶部に記憶された情報と、に基づいて、被加工物に発生した不良の種類、又は該不良が発生した前工程を推定する推定部と、を備えることが好ましい。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様に係る切削装置は、切削中の振動、モータの電流又は電圧、荷重、速度、トルク、圧力のいずれかを測定する測定ユニットと、この測定ユニットから出力される信号に基づいて、被加工物の状態を判定する状態判定ユニットと、を備えるので、切削中の被加工物の状態を適切に判定できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 切削装置の構成例を模式的に示す斜視図である。

【 図 2 】 被加工物が切削される様子を模式的に示す平面図である。

【 図 3 】 図 3 (A) は、測定ユニットで測定される電流の時間変化を示すグラフであり、図 3 (B) は、図 3 (A) の領域 A を拡大したグラフである。

【 図 4 】 被加工物が切削される様子を模式的に示す一部断面側面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

30

添付図面を参照して、本発明の一態様に係る実施形態について説明する。図 1 は、本実施形態に係る切削装置の構成例を模式的に示す斜視図である。図 1 に示すように、切削装置（加工装置）2 は、各構成要素を収容するための筐体 4 を備えている。筐体 4 の内部には、基台 6 が収容されている。

【 0 0 1 2 】

基台 6 の上面には、X 軸移動機構（移動機構）8 が設けられている。X 軸移動機構 8 は、X 軸方向（加工送り方向、前後方向）に平行な一対の X 軸ガイドレール 1 0 を備えており、X 軸ガイドレール 1 0 には、X 軸移動テーブル 1 2 がスライド可能に取り付けられている。

【 0 0 1 3 】

40

X 軸移動テーブル 1 2 の下面（裏面）側には、ナット（不図示）が設けられており、このナットには、X 軸ガイドレール 1 0 に平行な X 軸ボールねじ 1 4 が螺合されている。X 軸ボールねじ 1 4 の一端部には、X 軸パルスモータ 1 6 が連結されている。X 軸パルスモータ 1 6 で X 軸ボールねじ 1 4 を回転させることで、X 軸移動テーブル 1 2 は、X 軸ガイドレール 1 0 に沿って X 軸方向に移動する。この X 軸移動機構 8 には、X 軸移動テーブル 1 2 の X 軸方向の位置を測定する X 軸測定ユニット（不図示）が設けられている。

【 0 0 1 4 】

X 軸移動テーブル 1 2 の上面側（表面側）には、テーブルベース 1 8 が設けられている。テーブルベース 1 8 の上部には、被加工物 1 1 を保持するためのチャックテーブル 2 0 が配置されている。チャックテーブル 2 0 の周囲には、被加工物 1 1 を支持する環状のフ

50

レーム 15 を四方から固定する 4 個のクランプ 20 a が設置されている。

【0015】

被加工物 11 は、例えば、シリコン等の半導体でなる円形のウェーハであり、その上面（表面）側は、中央のデバイス領域と、デバイス領域を囲む外周余剰領域とに分けられている。デバイス領域は、格子状に配列された分割予定ライン（ストリート）でさらに複数の領域に区画されており、各領域には、IC、LSI等のデバイスが形成されている。

【0016】

被加工物 11 の下面（裏面）側には、被加工物 11 より径の大きいテープ 13 が貼り付けられている。テープ 13 の外周部分は、環状のフレーム 15 に固定されている。すなわち、被加工物 11 は、テープ 13 を介してフレーム 15 に支持されている。なお、本実施形態では、シリコン等の半導体でなる円形のウェーハを被加工物 11 としているが、被加工物 11 の材質、形状等に制限はない。例えば、セラミックス、樹脂、金属等の材料でなる任意の形状の基板を被加工物 11 として用いることもできる。

【0017】

チャックテーブル 20 は、モータ（回転駆動源）（不図示）等に連結されており、Z 軸方向（鉛直方向、高さ方向）に概ね平行な回転軸の周りに回転する。また、上述した X 軸移動機構 8 で X 軸移動テーブル 12 を X 軸方向に移動させれば、チャックテーブル 20 は X 軸方向に加工送りされる。

【0018】

チャックテーブル 20 の上面は、被加工物 11 を保持する保持面 20 b となっている。この保持面 20 b は、X 軸方向及び Y 軸方向（割り出し送り方向、左右方向）に対して概ね平行に形成されており、チャックテーブル 20 やテーブルベース 18 の内部に形成された流路（不図示）等を通じて吸引源（不図示）に接続されている。なお、この吸引源の負圧は、テーブルベース 18 に対してチャックテーブル 20 を固定する際にも利用される。

【0019】

チャックテーブル 20 に近接する位置には、被加工物 11 をチャックテーブル 20 へと搬送する搬送機構（不図示）が設けられている。また、X 軸移動テーブル 12 の近傍には、切削時（加工時）に使用された純水等の切削液（加工液）の廃液を一時的に貯留するウォーターケース 22 が設けられている。ウォーターケース 22 内に貯留された廃液は、ドレーン（不図示）等を通じて切削装置 2 の外部に排出される。

【0020】

基台 6 の上面には、X 軸移動機構 8 を跨ぐ門型の支持構造 24 が配置されている。支持構造 24 の前面上部には、2 組の切削ユニット移動機構（移動機構）26 が設けられている。各切削ユニット移動機構 26 は、支持構造 24 の前面に配置され Y 軸方向に概ね平行な一対の Y 軸ガイドレール 28 を共通に備えている。Y 軸ガイドレール 28 には、各切削ユニット移動機構 26 を構成する Y 軸移動プレート 30 がスライド可能に取り付けられている。

【0021】

各 Y 軸移動プレート 30 の後面（裏面）側には、ナット（不図示）が設けられており、このナットには、Y 軸ガイドレール 28 に平行な Y 軸ボールねじ 32 がそれぞれ螺合されている。各 Y 軸ボールねじ 32 の一端部には、Y 軸パルスモータ 34 が連結されている。Y 軸パルスモータ 34 で Y 軸ボールねじ 32 を回転させれば、Y 軸移動プレート 30 は、Y 軸ガイドレール 28 に沿って Y 軸方向に移動する。

【0022】

各 Y 軸移動プレート 30 の前面（表面）には、Z 軸方向に概ね平行な一対の Z 軸ガイドレール 36 が設けられている。Z 軸ガイドレール 36 には、Z 軸移動プレート 38 がスライド可能に取り付けられている。

【0023】

各 Z 軸移動プレート 38 の後面（裏面）側には、ナット（不図示）が設けられており、このナットには、Z 軸ガイドレール 36 に平行な Z 軸ボールねじ 40 がそれぞれ螺合され

10

20

30

40

50

ている。各 Z 軸ボールねじ 4 0 の一端部には、Z 軸パルスモータ 4 2 が連結されている。Z 軸パルスモータ 4 2 で Z 軸ボールねじ 4 0 を回転させれば、Z 軸移動プレート 3 8 は、Z 軸ガイドレール 3 6 に沿って Z 軸方向に移動する。

【 0 0 2 4 】

各切削ユニット移動機構 2 6 には、Y 軸移動プレート 3 0 の Y 軸方向の位置を測定する Y 軸測定ユニット（不図示）が設けられている。また、各切削ユニット移動機構 2 6 には、Z 軸移動プレート 3 8 の Z 軸方向の位置を測定する Z 軸測定ユニット（不図示）が設けられている。

【 0 0 2 5 】

各 Z 軸移動プレート 3 8 の下部には、被加工物 1 1 を切削するための切削ユニット（加工ユニット）4 4 が設けられている。また、切削ユニット 4 4 に隣接する位置には、被加工物 1 1 を撮像するためのカメラ（撮像ユニット）4 6 が設置されている。各切削ユニット移動機構 2 6 で、Y 軸移動プレート 3 0 を Y 軸方向に移動させれば、切削ユニット 4 4 及びカメラ 4 6 は割り出し送りされ、Z 軸移動プレート 3 8 を Z 軸方向に移動させれば、切削ユニット 4 4 及びカメラ 4 6 は昇降する。

10

【 0 0 2 6 】

なお、チャックテーブル 2 0 に対する切削ユニット 4 4 及びカメラ 4 6 の X 軸方向の位置は、上述した X 軸測定ユニットで測定される。また、チャックテーブル 2 0 に対する切削ユニット 4 4 及びカメラ 4 6 の Y 軸方向の位置は、上述した Y 軸測定ユニットで測定される。さらに、チャックテーブル 2 0 に対する切削ユニット 4 4 及びカメラ 4 6 の Z 軸方向の位置は、上述した Z 軸測定ユニットで測定される。

20

【 0 0 2 7 】

切削ユニット 4 4 は、Y 軸方向に概ね平行な回転軸となるスピンドル（不図示）を備えている。スピンドルの一端側には、環状の切削ブレード 4 8 が装着されている。スピンドルの他端側にはモータ（回転駆動源）（不図示）等が連結されており、切削ブレード 4 8 は、スピンドルを介して伝達されるモータのトルクによって回転する。

【 0 0 2 8 】

X 軸移動機構 8、チャックテーブル 2 0、搬送機構、切削ユニット移動機構 2 6、切削ユニット 4 4、カメラ 4 6 等の構成要素は、それぞれ、制御ユニット（状態判定ユニット）5 0 に接続されている。この制御ユニット 5 0 は、被加工物 1 1 の加工条件等に合わせ

30

【 0 0 2 9 】

また、この制御ユニット 5 0 には、切削中に発生するチャックテーブル 2 0 や切削ブレード 4 8 等の振動、スピンドルを介して切削ブレード 4 8 に連結されたモータ等の電流又は電圧、被加工物 1 1 に切削ブレード 4 8 を切り込ませる際の荷重、チャックテーブル 2 0 に対する切削ユニット 4 4 等の速度、X 軸パルスモータ 1 6 等が出力するトルク、チャックテーブル 2 0 の内部に形成された流路の圧力、等を測定するための測定ユニット 5 2 が接続されている。

【 0 0 3 0 】

測定ユニット 5 2 は、例えば、チャックテーブル 2 0 や切削ユニット 4 4、X 軸移動機構 8、切削ユニット移動機構 2 6 等に設けられており、測定した振動、電流、電圧、荷重、速度、トルク、圧力等の情報（データ）を制御ユニット 5 0 へと送る。制御ユニット 5 0 は、例えば、記憶部 5 0 a と、推定部 5 0 b とを備えている。

40

【 0 0 3 1 】

記憶部 5 0 a には、予め（切削の前に）被加工物 1 1 に施される前工程と、前工程で発生しうる被加工物 1 1 の異常や不良等の種類と、異常や不良等が発生した被加工物 1 1 を切削する際に測定ユニット 5 2 で得られる情報と、が互いに関連付けられた状態で記憶されている。

【 0 0 3 2 】

推定部 5 0 b は、測定ユニット 5 2 で得られる情報と、記憶部 5 0 a に記憶されている

50

情報と、に基づいて、前工程において被加工物 1 1 に発生した異常や不良等の種類、及び被加工物 1 1 に異常や不良等が発生させた前工程を推定する。制御ユニット 5 0 は、推定部 5 0 b による推定の結果を、例えば、筐体 4 の前面に設置されている表示パネル 5 4 に表示させる。なお、制御ユニット 5 0 は、この推定の結果に基づいて、X 軸移動機構 8 や切削ユニット移動機構 2 6、切削ユニット 4 4 等の動作を制御（例えば、停止）しても良い。

【 0 0 3 3 】

切削の前に被加工物 1 1 に施される前工程の種類としては、例えば、被加工物 1 1 にテープ 1 3 を貼り付けてフレーム 1 5 を固定するための工程や、被加工物 1 1 を研削、研磨して薄くするための工程、被加工物 1 1 を樹脂で被覆するための工程等がある。また、前工程で発生しうる異常や不良等の種類としては、例えば、被加工物 1 1 の仕上がり厚さの不一致や、被加工物 1 1 へのテープ 1 3 の貼り付け不良、被加工物 1 1 の割れ、欠け等がある。

10

【 0 0 3 4 】

次に、上述した切削装置 2 の使用方法の一例について説明する。図 2 は、被加工物 1 1 が切削される様子を模式的に示す平面図である。なお、図 2 では、切削装置 2 の構成要素の一部のみを示している。図 2 に示すように、本実施形態に係る切削装置 2 で被加工物 1 1 を切削する際には、2 組の切削ユニット 4 4 を互いに干渉しないように割り出し送りする。

20

【 0 0 3 5 】

具体的には、例えば、被加工物 1 1 は、一方の切削ユニット 4 4 によって分割予定ライン（ストリート）L 1 , L 2 , L 3 , L 4 , L 5 , L 6 , L 7 の順に切削される。同時に、被加工物 1 1 は、別の切削ユニット 4 4 によって分割予定ライン（ストリート）L 1 4 , L 1 3 , L 1 2 , L 8 , L 9 , L 1 0 , L 1 1 の順に切削される。ただし、切削の順序は、各切削ユニット 4 4 が互いに干渉しない範囲で任意に変更できる。

30

【 0 0 3 6 】

本実施形態に係る切削装置 2 では、例えば、このような手順で被加工物を切削する際に、切削ブレード 4 8 を回転させるためのモータ（切削ユニット 4 4 内のモータ）の電流を測定ユニット 5 2 で測定する。そして、この電流に関する情報を含む信号が測定ユニット 5 2 から出力され、制御ユニット 5 0 内の推定部 5 0 b へと送られる。

40

【 0 0 3 7 】

図 3 (A) は、測定ユニット 5 2 で測定される電流の時間変化を示すグラフであり、図 3 (B) は、図 3 (A) の領域 A を拡大したグラフである。なお、切削ブレード 4 8 を回転させるモータの電流を測定ユニット 5 2 で検出する際には、同時に、X 軸測定ユニット及び Y 軸測定ユニットで加工点の位置（X 軸方向及び Y 軸方向に平行な X Y 平面内での座標（X Y 座標））を測定しておく。

【 0 0 3 8 】

これにより、図 3 (A) 及び図 3 (B) に示すように、時間及び X Y 座標に対するモータの電流に関する情報（データ）を取得できる。なお、取得された電流の情報から、後述する判定に不要な部分（例えば、図 3 (B) に示す切削を実施していない期間 t 1 等）を除去しても良い。

40

【 0 0 3 9 】

図 4 は、被加工物 1 1 が切削される様子を模式的に示す一部断面側面図である。図 4 では、テープ 1 3 と被加工物 1 1 との間に加工屑等の異物 1 7 が挟まっている例を示している。この場合には、例えば、異物 1 7 の近傍で切削ブレード 4 8 の負荷が増大し、それに合わせてモータの電流も増加する。よって、制御ユニット 5 0 の推定部 5 0 b は、この電流の増加から異物 1 7 の存在を推定できる。

【 0 0 4 0 】

具体的には、制御ユニット 5 0 の推定部 5 0 b は、測定ユニット 5 2 で測定された電流との相関が高い情報を、記憶部 5 0 a に記憶されている情報から選び出す。例えば、上述

50

のように、異物 17 の近傍で増加する電流が測定された場合には、この電流の増加に近い態様の情報を記憶部 50 a の情報から選択する。

【0041】

上述のように、記憶部 50 a には、切削の前に被加工物 11 に施される前工程と、前工程で発生しうる被加工物 11 の異常や不良等の種類と、異常や不良等が発生した被加工物 11 を切削する際に測定ユニット 52 で得られる情報と、が互いに関連付けられた状態で記憶されている。

【0042】

よって、例えば、測定ユニット 52 で測定された電流の増加との相関が高い情報を、記憶部 50 a に記憶されている情報から選び出すことで、テープ 13 と被加工物 11 との間 10 に異物 17 が存在すること（異常や不良）、及び異物 17 の付着がテープ 13 を貼り付ける工程（前工程）で発生したことを推定できる。

【0043】

なお、このモータの電流を測定する方法では、異物 17 の存在（付着）以外にも、被加工物 11 の仕上がり厚さの不一致や、被加工物 11 の割れ、欠け、テープ 13 と被加工物 11 との間への空気の混入等を推定できる。具体的に、例えば、被加工物 11 の仕上がり厚さが薄い場合には、モータの電流が小さくなり、被加工物 11 の仕上がり厚さが厚い場合には、モータの電流が大きくなる。

【0044】

一方、被加工物 11 に割れ、欠けが存在する場合や、テープ 13 と被加工物 11 との間 20 に空気が混入した場合には、モータの電流が不安定になる。また、本実施形態では、時間及び X Y 座標に対するモータの電流の情報を取得しているので、上述のような異常や不良等が発生した位置（X Y 座標）を併せて推定できる。

【0045】

以上のように、本実施形態に係る切削装置 2 は、振動、電流又は電圧、荷重、速度、トルク、圧力等を測定する測定ユニット 52 と、この測定ユニット 52 から出力される信号に基づいて、被加工物 11 の状態を判定する制御ユニット（状態判定ユニット）50 と、を備えるので、切削中の被加工物 11 の状態を適切に判定できる。

【0046】

なお、本発明は上記実施形態の記載に限定されず、種々変更して実施可能である。例えば、上記実施形態では、切削ブレード 48 に連結されたモータの電流を測定ユニット 52 によって測定することで、切削中の被加工物 11 の状態を判定する例について説明しているが、振動、電圧、荷重、速度、トルク、圧力等を測定することで、切削中の被加工物 11 の状態を判定しても良い。 30

【0047】

その他、上記実施形態に係る構造、方法等は、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施できる。

【符号の説明】

【0048】

- 2 切削装置（加工装置）
- 4 筐体
- 6 基台
- 8 X 軸移動機構（移動機構）
- 10 X 軸ガイドレール
- 12 X 軸移動テーブル
- 14 X 軸ボールねじ
- 16 X 軸パルスモータ
- 18 テーブルベース
- 20 チャックテーブル
- 20 a クランプ

40

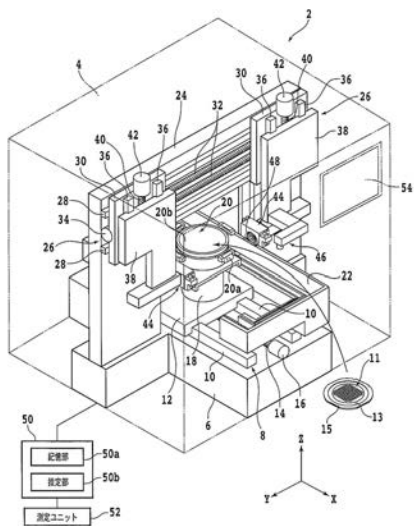
50

- 2 0 b 保持面
- 2 2 ウォーターケース
- 2 4 支持構造
- 2 6 切削ユニット移動機構（移動機構）
- 2 8 Y軸ガイドレール
- 3 0 Y軸移動プレート
- 3 2 Y軸ボールねじ
- 3 4 Y軸パルスモータ
- 3 6 Z軸ガイドレール
- 3 8 Z軸移動プレート
- 4 0 Z軸ボールねじ
- 4 2 Z軸パルスモータ
- 4 4 切削ユニット（加工ユニット）
- 4 6 カメラ（撮像ユニット）
- 4 8 切削ブレード
- 5 0 制御ユニット（状態判定ユニット）
- 5 0 a 記憶部
- 5 0 b 推定部
- 5 2 測定ユニット
- 5 4 表示パネル
- 1 1 被加工物
- 1 3 テープ
- 1 5 フレーム
- 1 7 異物

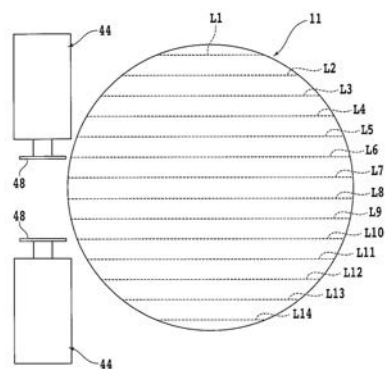
10

20

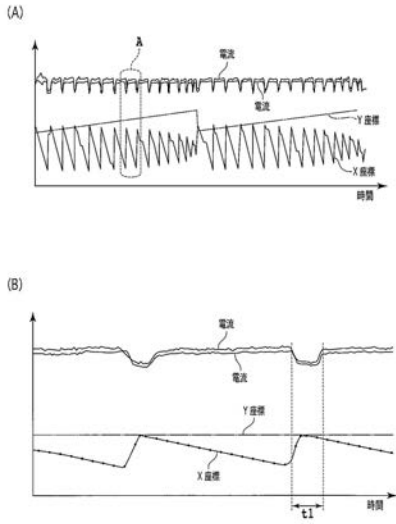
【 図 1 】



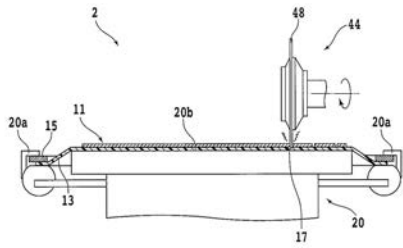
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C158 AA03 AC03 BA04 BA05 BA06 BA09 CB06 DA17
5F063 AA48 BA48 CA04 DD17