

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7630880号
(P7630880)

(45)発行日 令和7年2月18日(2025.2.18)

(24)登録日 令和7年2月7日(2025.2.7)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00			B
G 0 1 C 3/06 (2006.01)	G 0 1 C 3/06			1 2 0 P
H 0 1 L 21/304 (2006.01)	H 0 1 L 21/304			6 2 2 S
B 2 3 Q 17/20 (2006.01)	B 2 3 Q 17/20			A
G 0 1 B 11/06 (2006.01)	G 0 1 B 11/06			Z

請求項の数 2 (全17頁)

(21)出願番号	特願2021-47253(P2021-47253)	(73)特許権者	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
(22)出願日	令和3年3月22日(2021.3.22)	(74)代理人	100172281 弁理士 岡本 知広
(65)公開番号	特開2022-146346(P2022-146346 A)	(74)代理人	100075384 弁理士 松本 昂
(43)公開日	令和4年10月5日(2022.10.5)	(74)代理人	100206553 弁理士 笠原 崇廣
審査請求日	令和6年2月19日(2024.2.19)	(74)代理人	100189773 弁理士 岡本 英哲
		(74)代理人	100184055 弁理士 岡野 貴之
		(74)代理人	100185959 弁理士 今藤 敏和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 計測装置及び加工装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定物を保持する保持ユニットと、該保持ユニットで保持された該被測定物の高さ又は厚さを計測可能な計測ユニットと、を有する計測装置であって、

該計測ユニットは、

所定の波長帯域の光を発する光源部と、

該光源部が発した光を伝送する第1の光ファイバーと、

該第1の光ファイバーによって伝送された光を少なくとも2つの測定用光ファイバーへと分岐する分岐部と、

該分岐部で分岐された光を該被測定物に集光させる集光器をそれぞれ含む複数のヘッド部を有するヘッドユニットと、

該第1の光ファイバーに対して該分岐部で分岐されており、該被測定物で反射された各該測定用光ファイバーからの戻り光を伝送する第2の光ファイバーと、

該第2の光ファイバーによって伝送された各測定用光ファイバーからの戻り光を分光する分光器と、該分光器で分光された光を受光する受光部と、を有する分光ユニットと、を有し、

該計測装置は、

該受光部で受光された各ヘッド部からの戻り光の波長の差異が反映された、波長及び受光信号の強度のグラフにおける戻り光の重なりに基づいて、各集光器から該被測定物に照射された光の集光点における該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する評価

部を更に備えることを特徴とする計測装置。

【請求項 2】

被測定物を保持する保持ユニットと、該保持ユニットで保持された該被測定物の高さ又は厚さを計測可能な計測ユニットと、を有する計測装置と、

スピンドルを有し、該スピンドルの下端部に装着され該被測定物を加工する加工工具を有する加工ユニットと、

プロセッサを有し、該計測装置及び該加工ユニットの動作を制御する制御部と、を備え、

該計測ユニットは、

所定の波長帯域の光を発する光源部と、

該光源部が発した光を伝送する第 1 の光ファイバーと、

該第 1 の光ファイバーによって伝送された光を少なくとも 2 つの測定用光ファイバーへと分岐する分岐部と、

該分岐部で分岐された光を該被測定物に集光させる集光器をそれぞれ含む複数のヘッド部を有するヘッドユニットと、

該第 1 の光ファイバーに対して該分岐部で分岐されており、該被測定物で反射された各該測定用光ファイバーからの戻り光を伝送する第 2 の光ファイバーと、

該第 2 の光ファイバーによって伝送された各測定用光ファイバーからの戻り光を分光する分光器と、該分光器で分光された光を受光する受光部と、を有する分光ユニットと、

該制御部は、該受光部で受光された各ヘッド部からの戻り光の波長の差異が反映された、波長及び受光信号の強度のグラフにおける戻り光の重なりの程度に基づいて、各集光器から該被測定物に照射された光の集光点における該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する評価部を有し、

該制御部は、該被測定物を該加工工具で加工しながら該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価することを特徴とする加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被測定物の高さ又は厚さを計測可能な計測装置と、当該計測装置を備える加工装置と、に関する。

【背景技術】

【0002】

表面側にデバイスが形成された半導体ウェーハは、切削装置、レーザー加工装置等の加工装置によって個々のデバイスチップに分割される前に、半導体ウェーハの裏面側が研削装置によって研削され、所定の厚さに薄化される。

【0003】

薄化された半導体ウェーハの厚さは、例えば、分光干渉式の計測装置によって測定される（例えば、特許文献 1 参照）。半導体ウェーハの厚さを計測する計測装置としては、この他にも、1×2 型の光ファイバーケーブルを用いて光源からの光を被測定物の上面へ集光させ、当該上面からの反射光を分光する装置も存在する（例えば、特許文献 2 参照）。

【0004】

しかし、1×2 型の光ファイバーケーブルを用いると、光ファイバーの終端部で戻り光の略半分が失われてしまう。そこで、戻り光のロスを低減するために、2×2 型の光ファイバーケーブルを用いて、被測定物の厚さを測定する計測装置が提案されている（例えば、特許文献 3 参照）。

【0005】

特許文献 3 に記載の計測装置では、2×2 型の光ファイバーケーブルを用いて光源からの光を 2 つのヘッド部に分岐させると共に、各ヘッド部からの戻り光を、1 つの分光器で分光した後に 1 つの撮像素子で受光する。

10

20

30

40

50

【0006】

但し、戻り光とヘッド部との対応関係を特定するために、第1のヘッド部には所定の波長帯域の光を透過させる第1の光学フィルタが配置され、第2のヘッド部には所定の波長帯域とは異なる波長帯域の光を透過させる第2の光学フィルタが配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2011-122894号公報

【文献】国際公開第2015/199054号

【文献】特開2014-178287号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

この様に、ヘッド部毎に異なる透過波長帯域の光学フィルタを配置すると、ヘッド部の数が増えるにつれて、各ヘッド部における波長の測定レンジが狭くなるという問題がある。

【0009】

本発明は係る問題点に鑑みてなされたものであり、1つのヘッド部当たりの測定波長帯域を狭めることなく、且つ、2つ以上のヘッド部を用いて二点以上の多点で、被測定物の上面の高さ等を計測することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0010】

本発明の一態様によれば、被測定物を保持する保持ユニットと、該保持ユニットで保持された該被測定物の高さ又は厚さを計測可能な計測ユニットと、を有する計測装置であって、該計測ユニットは、所定の波長帯域の光を発する光源部と、該光源部が発した光を伝送する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーによって伝送された光を少なくとも2つの測定用光ファイバーへと分岐する分岐部と、該分岐部で分岐された光を該被測定物に集光させる集光器をそれぞれ含む複数のヘッド部を有するヘッドユニットと、該第1の光ファイバーに対して該分岐部で分岐されており、該被測定物で反射された各該測定用光ファイバーからの戻り光を伝送する第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーによって伝送された各測定用光ファイバーからの戻り光を分光する分光器と、該分光器で分光された光を受光する受光部と、を有する分光ユニットと、を有し、該計測装置は、該受光部で受光された各ヘッド部からの戻り光の波長の差異が反映された、波長及び受光信号の強度のグラフにおける戻り光の重なりの程度に基づいて、各集光器から該被測定物に照射された光の集光点における該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する評価部を更に備える計測装置が提供される。

30

【0011】

本発明の他の態様によれば、被測定物を保持する保持ユニットと、該保持ユニットで保持された該被測定物の高さ又は厚さを計測可能な計測ユニットと、を有する計測装置と、スピンドルを有し、該スピンドルの下端部に装着され該被測定物を加工する加工工具を有する加工ユニットと、プロセッサを有し、該計測装置及び該加工ユニットの動作を制御する制御部と、を備え、該計測ユニットは、所定の波長帯域の光を発する光源部と、該光源部が発した光を伝送する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーによって伝送された光を少なくとも2つの測定用光ファイバーへと分岐する分岐部と、該分岐部で分岐された光を該被測定物に集光させる集光器をそれぞれ含む複数のヘッド部を有するヘッドユニットと、該第1の光ファイバーに対して該分岐部で分岐されており、該被測定物で反射された各該測定用光ファイバーからの戻り光を伝送する第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーによって伝送された各測定用光ファイバーからの戻り光を分光する分光器と、該分光器で分光された光を受光する受光部と、を有する分光ユニットと、を有し、該制御部は、該受光部で受光された各ヘッド部からの戻り光の波長の差異が反映された、波長及び受光信号の強度のグラフにおける戻り光の重なりの程度に基づいて、各集光器から該被

40

50

測定物に照射された光の集光点における該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する評価部を有し、該制御部は、該被測定物を該加工工具で加工しながら該被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する加工装置が提供される。

【発明の効果】

【0012】

本発明の一態様に係る計測装置では、各測定用光ファイバーからの戻り光を分光ユニットで分光する。各戻り光のピーク波長が互いに離れている場合は、受光信号に複数の山が形成されるが、ピーク波長が互いに接近するにつれて受光信号の山は1つになる。

【0013】

計測装置の評価部は、各ヘッド部からの戻り光の波長（ピーク波長）の差異に基づいて形成される受光信号から、被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価する。それゆえ、各ヘッド部に異なる透過波長帯域の光学フィルタを設けることなく、二点以上の多点で、被測定物の高さ又は厚さのばらつきを評価できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】計測装置の概要図である。

【図2】分光ユニットの概要図である。

【図3】図3（A）は受光信号の一例を示す図であり、図3（B）は受光信号の他の例を示す図である。

【図4】補助記憶装置に予め記憶された複数の信号波形を示す図である。

20

【図5】研磨装置の斜視図である。

【図6】図6（A）はチャックテーブル及び研磨パッドの一部断面側面図であり、図6（B）は集光点と研磨パッドとの位置関係の一例を示す図である。

【図7】図7（A）は研磨前の受光信号の一例を示す図であり、図7（B）は研磨後の受光信号の一例を示す図である。

【図8】研磨領域の調整前後での被測定物と集光点の各位置とを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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、第1の実施形態に係る計測装置2の概要図である。図1では、計測装置2の構成要素のいくつかを機能ブロックで示す。なお、図1に示すZ軸方向は、鉛直方向であり、それぞれZ軸方向に直交するX軸方向及びY軸方向は、水平方向を構成する。

30

【0016】

計測装置2は、被測定物11の上面11aの高さや、被測定物11の厚さ11cを計測する。計測装置2は、例えば、加工装置（研磨装置、研削装置等）に搭載される。但し、本実施形態の計測装置2は、加工装置の付属物ではなく、加工装置とは別個独立の装置である。

【0017】

計測装置2は、チャックテーブル（保持ユニット）4を有する。チャックテーブル4の下部には、チャックテーブル4を所定方向に回転させるモーター等の回転駆動源（不図示）が連結されている。チャックテーブル4は、円板状の枠体を有する。

40

【0018】

枠体の下部には、エジェクタ等の吸引源（不図示）で発生させた負圧をポラス板に作用させるための流路（不図示）が形成されている。枠体の上部には、円板状の凹部が形成されており、この凹部には円板状のポラス板（不図示）が固定されている。

【0019】

ポラス板の上面と、枠体の上面とは、略面一であり、略平坦な保持面4aを構成している。保持面4aは、被測定物11の下面11b側を吸引保持する。被測定物11は、例えばシリコンウェーハである。

【0020】

50

被測定物 1 1 の下面 1 1 b 側が保持面 4 a で吸引保持されると、下面 1 1 b とは反対側に位置する上面 1 1 a が、上方に露出する。上面 1 1 a には、計測ユニット 6 の各ヘッド部 1 8 a、1 8 b (詳しくは後述する) から測定光 1 3 が照射される。

【 0 0 2 1 】

計測ユニット 6 は、光源部 8 を有する。本実施形態の光源部 8 は、励起光源 (不図示) を含む。励起光源は、例えば、青色 (例えば、波長 = 4 5 0 n m) の光を発するレーザーダイオード (Laser Diode : L D) を有する。

【 0 0 2 2 】

励起光は、レンズ、プリズム等の所定の光学系を経て、蛍光体へ照射される。蛍光体は、例えば、Y A G : C e 系蛍光体 (一例において、 $(Y, G d)_3 A l_5 O_{12} : C e$) であり、励起光を吸収し、緑、黄色、赤色等の光を含む所定の波長帯域 (例えば、5 0 0 n m から 7 0 0 n m) の光を発する。

10

【 0 0 2 3 】

蛍光体から生じた光は、光源部 8 の集光レンズ (不図示) を経て、2 × 2 型の光ファイバーケーブル 1 0 の第 1 のポートに対応する第 1 の光ファイバー 1 2 の一端部へ集光され、測定光 1 3 として第 1 の光ファイバー 1 2 によって分岐部 1 4 へ伝送される。

【 0 0 2 4 】

光ファイバーケーブル 1 0 は、例えば、2 本の光ファイバーの一部を融着延伸することで形成されている。分岐部 1 4 に対して第 1 の光ファイバー 1 2 の反対側には、光ファイバーケーブル 1 0 の第 3 のポート、第 4 のポートを構成する 2 つの測定用光ファイバー 1 6 a、1 6 b が設けられている。

20

【 0 0 2 5 】

光源部 8 からの所定の波長帯域の光は、分岐部 1 4 から 2 つの測定用光ファイバー 1 6 a、1 6 b へ、例えば、5 0 : 5 0 の比率で、分岐される。測定用光ファイバー 1 6 a は、ヘッド部 1 8 a に接続されている。

【 0 0 2 6 】

ヘッド部 1 8 a は、その内部に集光器 2 0 a を有する。本実施形態の集光器 2 0 a は、色収差レンズを有する。集光器 2 0 a の軸上色収差により、集光器 2 0 a を通過した光の集光点 1 3 a の高さ位置は、光の波長に応じて変化する。

【 0 0 2 7 】

具体的には、長波長成分ほど、集光器 2 0 a から離れた位置で集光し、短波長成分ほど、集光器 2 0 a に近い位置で集光する。なお、集光器 2 0 a は、色収差レンズに代えて、回折光学素子及び集光レンズを有してもよい。この場合、長波長成分ほど、集光器 2 0 a に近い位置で集光し、短波長成分ほど、集光器 2 0 a から離れた位置で集光する。

30

【 0 0 2 8 】

集光器 2 0 a から被測定物 1 1 へ照射された測定光 1 3 の一部は、上面 1 1 a で反射された後、戻り光 1 5 として、再度、集光器 2 0 a を経て測定用光ファイバー 1 6 a へ戻る。戻り光 1 5 の波長は、集光器 2 0 a から被測定物 1 1 の上面 1 1 a までの距離に対応する。

【 0 0 2 9 】

なお、測定用光ファイバー 1 6 a には、上面 1 1 a で集光した波長成分が主として通過し、上面 1 1 a で集光しなかった波長成分は、測定用光ファイバー 1 6 a によりほぼ遮られる。この様に、ヘッド部 1 8 a では、共焦点光学系が構成されている。

40

【 0 0 3 0 】

但し、共焦点光学系が構成されていれば、ヘッド部 1 8 a の構成は、図 1 に示す形態に限定されない。例えば、集光器 2 0 a と測定用光ファイバー 1 6 a との間に、追加の集光レンズを設けてもよい。

【 0 0 3 1 】

測定用光ファイバー 1 6 b は、ヘッド部 1 8 b に接続されている。なお、本明細書では、ヘッド部 1 8 a 及びヘッド部 1 8 b を合わせて、ヘッドユニット 1 8 と称する。ヘッド

50

部 1 8 b も、同様に、色収差レンズを含む集光器 2 0 b を有し、測定用光ファイバー 1 6 b と共に、共焦点光学系を構成している。

【 0 0 3 2 】

集光器 2 0 b の軸上色収差により、集光器 2 0 b を通過した光の集光点 1 3 b の高さ位置は、波長に応じて変化する。集光器 2 0 b から被測定物 1 1 へ照射された測定光 1 3 の一部も、同様に、上面 1 1 a で反射された後、戻り光 1 5 として、集光器 2 0 b を経て測定用光ファイバー 1 6 b へ戻る。

【 0 0 3 3 】

戻り光 1 5 の波長は、集光器 2 0 b から被測定物 1 1 の上面 1 1 a までの距離に対応している。なお、集光器 2 0 b は、集光器 2 0 a と略同じ高さ位置に配置されており、その光軸は、集光器 2 0 a と同様に、Z 軸方向に略平行に配置されている。

10

【 0 0 3 4 】

測定用光ファイバー 1 6 a 又は 1 6 b を通過する戻り光 1 5 は、分岐部 1 4 を経て、光ファイバーケーブル 1 0 の第 2 のポートを構成する第 2 の光ファイバー 2 2 へ伝送される。第 2 の光ファイバー 2 2 は、第 1 の光ファイバー 1 2 に対して分岐部 1 4 で分岐されている。

【 0 0 3 5 】

第 2 の光ファイバー 2 2 の一端部には、分光ユニット 2 4 が接続されている。図 2 は、分光ユニット 2 4 の概要図である。分光ユニット 2 4 は、戻り光 1 5 を略平行光にするコリメートレンズ 2 6 を有する。

20

【 0 0 3 6 】

コリメートレンズ 2 6 を通過した戻り光 1 5 は、回折格子 2 8 により反射され、集光レンズ 3 0 を経て、受光部 3 2 の受光領域 3 2 a で受光される。受光部 3 2 は、複数の光電変換素子を有する、C M O S (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)、C C D (Charge-Coupled Device) 等のイメージセンサを有する。

【 0 0 3 7 】

図 2 に示す様に、本実施形態の受光部 3 2 は、二次元イメージセンサを有するが、受光部 3 2 は、一次元イメージセンサ (リニアイメージセンサ、ラインセンサ等とも呼ばれる) を有してもよい。また、回折格子 2 8 に代えて、プリズム等の分散型分光器を用いてもよい。

30

【 0 0 3 8 】

受光部 3 2 で生成された受光信号は、計測装置 2 を制御する制御部 3 4 へ入力される。制御部 3 4 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) に代表されるプロセッサ (処理装置) と、D R A M (Dynamic Random Access Memory) 等の主記憶装置と、フラッシュメモリ等の補助記憶装置と、を含むコンピュータによって構成されている。

【 0 0 3 9 】

補助記憶装置に記憶されたソフトウェアに従い処理装置等を動作させることによって、制御部 3 4 の機能が実現される。制御部 3 4 は、分光ユニット 2 4 から出力される受光信号に対して所定の評価を行う評価部 3 6 を有する。

【 0 0 4 0 】

評価部 3 6 の機能は、例えば、補助記憶装置に記憶されたプログラムにより実現される。但し、評価部 3 6 の機能は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) や、F P G A (Field-Programmable Gate Array) により実現されてもよい。

40

【 0 0 4 1 】

ここで、受光信号及びその評価方法について説明する。図 3 (A) は、各ヘッド部 1 8 a、1 8 b からの受光信号の一例を示す図であり、図 3 (B) は、各ヘッド部 1 8 a、1 8 b からの受光信号の他の例を示す図である。図 3 (A) 及び図 3 (B) において、横軸は光の波長 (n m) の大きさを示し、縦軸は受光信号の強度を示す。

【 0 0 4 2 】

図 3 (A) に示す様に、ヘッド部 1 8 a からの戻り光 1 5 A₁ のピーク波長 λ₁ と、へ

50

ヘッド部 18 b からの戻り光 15 A₂ のピーク波長 λ_2 と、の波長の差異 d_1 が十分に大きい場合、各戻り光 15 A₁、15 A₂ はほぼ個別に測定される。

【0043】

この場合、上面 11 a で集光する測定光 13 の波長が、各ヘッド部 18 a、18 b において異なっている。つまり、ヘッド部 18 a 直下の上面 11 a の高さ、ヘッド部 18 b 直下の上面 11 a の高さ、の差異が、比較的大きいことを意味している。

【0044】

これに対して、図 3 (B) に示す様に、ヘッド部 18 a からの戻り光 15 A₃ (破線) のピーク波長 λ_3 と、ヘッド部 18 b からの戻り光 15 A₄ (破線) のピーク波長 λ_4 との波長の差異 d_2 が差異 d_1 に比べて小さい場合、各戻り光 15 A₃、15 A₄ は、重ね合わされた戻り光 15 A₅ (ピーク波長 λ_5) として測定される。

10

【0045】

戻り光 15 A₅ は、ヘッド部 18 a 直下の上面 11 a の高さ、ヘッド部 18 b 直下の上面 11 a の高さ、とが、若干異なるが、上面 11 a における高さの差異が、図 3 (A) に比べて小さいことを意味している。

【0046】

この様に、分光ユニット 24 において測定される受光信号では、各集光点 13 a、13 b における上面 11 a の高さばらつきが、各戻り光 15 のピーク波長の差異を反映した各戻り光 15 の重なり程度として測定される。

【0047】

上述の評価部 36 は、受光信号と、補助記憶装置に予め記憶された複数の信号波形とを、比較することで、受光信号を評価する。図 4 は、補助記憶装置に予め記憶された 5 つの信号波形 B₁ から B₅ を示す図である。図 4 において、横軸は、信号波形 B₁ のピーク波長を基準とした相対的な波長を示し、縦軸は、信号の強度を示す。

20

【0048】

信号波形 B₁ は、ピーク波長が互いに一致する 2 つの戻り光 15 の重ね合わせで構成されている。信号波形 B₁ は、所定のピーク強度 C、及び、所定の半値全幅 (FWHM : Full Width at Half Maximum) を有する。

【0049】

信号波形 B₂ は、ピーク波長の差異が 0.25 である 2 つの戻り光 15 の重ね合わせで構成されており、信号波形 B₁ に比べて小さいピーク強度を有する。

30

【0050】

信号波形 B₃ は、ピーク波長の差異が 0.5 である 2 つの戻り光 15 の重ね合わせで構成されており、信号波形 B₂ に比べて小さいピーク強度を有する。

【0051】

信号波形 B₄ は、ピーク波長の差異が 1.0 である 2 つの戻り光 15 の重ね合わせで構成されており、信号波形 B₃ に比べて小さいピーク強度を有する。なお、信号波形 B₄ のピークの頂部は、信号波形 B₁ から信号波形 B₃ と比較して、広い範囲で略平坦である。

【0052】

信号波形 B₅ は、ピーク波長の差異が 1.5 である 2 つの戻り光 15 の重ね合わせで構成されており、信号波形 B₄ に比べて小さいピーク強度を有する。なお、ピーク波長の差異が比較的大きいので、信号波形 B₅ では、2 つの山と、その間に位置する谷とが、形成されている。

40

【0053】

評価部 36 は、5 つの信号波形 B₁ から B₅ と、受光信号との、形状及び強度を比較することで、各ヘッド部 18 a、18 b からの戻り光 15 の波長の差異 (即ち、重なり程度) を評価する。これにより、各集光点 13 a、13 b における上面 11 a の高さばらつきを評価する。

【0054】

例えば、受光信号が、信号波形 B₅ に示す二つの山のピーク間隔以上のピーク間隔を有

50

する場合、各ヘッド部 18 a、18 b からの戻り光 15 のピーク波長の差異は比較的大きい（即ち、戻り光 15 の重なりは比較的小さい）。この場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、比較的大きなレベル 6 と評価する。

【0055】

また、受光信号が、信号波形 B₅ に示す二つの山のピーク間隔よりは小さいが、信号波形 B₄ に示すような略平坦なピーク強度を有しない場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、レベル 6 よりもばらつきが小さいレベル 5 と評価する。

【0056】

受光信号が、信号波形 B₄ に示す様な略平坦なピーク強度を有する場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、レベル 5 よりもばらつきが小さいレベル 4 と評価する。

10

【0057】

受光信号が、信号波形 B₄ に示す様な略平坦なピーク強度を有せず、1つの山を有するが、信号波形 B₄ より大きく信号波形 B₃ よりも小さいピーク強度を有する場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、レベル 4 よりもばらつきが小さいレベル 3 と評価する。

【0058】

受光信号が、信号波形 B₃ 以上、且つ、信号波形 B₂ よりも小さいピーク強度を有する場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、レベル 3 よりもばらつきが小さいレベル 2 と評価する。

【0059】

受光信号が、信号波形 B₂ 以上、且つ、信号波形 B₁ よりも小さいピーク強度を有する場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、レベル 2 よりもばらつきが小さいレベル 1 と評価する。

20

【0060】

受光信号が、信号波形 B₁ に示すピーク強度に一致する場合、評価部 36 は、上面 11 a の高さばらつきを、最もばらつきが小さいレベル 0 と評価する。上述の評価方法を表 1 に記載する。

【0061】

【表 1】

30

レベル	受光信号の形状	受光信号のピーク強度
6	信号波形 B ₅ のピーク間隔以上離れた 2 つのピークを有する。	信号波形 B ₅ 以下
5	信号波形 B ₅ のピーク間隔よりも小さい間隔の 2 つのピークを有するが、平坦な頂部を有しない。	信号波形 B ₅ より大、且つ、信号波形 B ₄ 以下
4	平坦な頂部を有する。	信号波形 B ₄ と同じ
3	1 つのピークを有する。	信号波形 B ₄ より大、且つ、信号波形 B ₃ より小
2	1 つのピークを有する。	信号波形 B ₃ 以上、且つ、信号波形 B ₂ より小
1	1 つのピークを有する。	信号波形 B ₂ 以上、且つ、信号波形 B ₁ より小
0	1 つのピークを有する。	信号波形 B ₁ と同じ

40

【0062】

この様に、本実施形態では、評価部 36 が、各ヘッド部 18 a、18 b からの戻り光 15 のピーク波長の差異に基づいて形成される受光信号から、被測定物 11 の高さのばらつきを評価できる。それゆえ、各ヘッド部 18 a、18 b に異なる透過波長帯域の光学フィ

50

ルタを設けることなく、二点以上の多点で、被測定物 1 1 の上面 1 1 a の高さのばらつきを評価できる。

【 0 0 6 3 】

計測装置 2 を用いて、上面 1 1 a の高さのばらつきを評価する場合、ヘッド部 1 8 a、1 8 b の各集光点 1 3 a、1 3 b を、上面視で保持面 4 a の半径上に配置する。そして、被測定物 1 1 の下面 1 1 b 側を保持したチャックテーブル 4 を所定の回転軸の周りに、所定の速度（例えば、3 0 0 r p m）で回転させる。

【 0 0 6 4 】

制御部 3 4 は、分光ユニット 2 4 から受光信号を所定の時間間隔で受信すると共に、受信したデータを補助記憶装置に記憶させる。評価部 3 6 は、補助記憶装置に記憶されたデータに基づいて、上面 1 1 a の高さのばらつきを評価する。

10

【 0 0 6 5 】

なお、本実施形態では、ヘッド部 1 8 a、1 8 b から上面 1 1 a までの距離を、保持面 4 a を基準とする上面 1 1 a の高さとしているが、上面 1 1 a の高さ、保持面 4 a（即ち、下面 1 1 b）の高さと、の差分を計算すれば、被測定物 1 1 の厚さ 1 1 c を測定できる。

【 0 0 6 6 】

また、第 1 の実施形態では、2 つのヘッド部 1 8 a、1 8 b を有する例を説明したが、計測ユニット 6 は、3 つ以上のヘッド部を有してもよい。この場合、補助記憶装置には、それぞれ 3 つの戻り光 1 5 が重ね合わされた複数の信号波形が予め記憶される。

20

【 0 0 6 7 】

ところで、上述の説明では、複数の信号波形が補助記憶装置に予め記憶されている例を説明したが、複数の信号波形に代えて、シミュレーションにより算出された予測値や、実測値に基づいて決定された、ピーク波長、半値全幅 等の所定のパラメータの数値が、補助記憶装置に予め記憶されてもよい。

【 0 0 6 8 】

この場合、評価部 3 6 は、受光信号のピーク波長や半値全幅 等の所定のパラメータを、予め記憶されたパラメータの数値と比較することで、各ヘッド部 1 8 a、1 8 b からの戻り光 1 5 の波長の差異（即ち、重なり程度）を評価する。これにより、各集光点 1 3 a、1 3 b における上面 1 1 a の高さばらつきを評価する。

30

【 0 0 6 9 】

なお、制御部 3 4 には、モニター等の表示装置（不図示）が接続されてもよい。例えば、モニターには、上面 1 1 a のアウトラインと、上面 1 1 a の各測定点の高さを示す情報とが、表示される。各測定点の高さを示す情報を色分けして表示すれば、上面 1 1 a の凹凸を視覚的に把握することもできる。

【 0 0 7 0 】

次に、第 2 の実施形態について説明する。第 2 の実施形態では、計測ユニット 6 を有する計測装置 2 が搭載された研磨装置（加工装置）4 0 により、被測定物 1 1 を研磨（加工）する。図 5 は、研磨装置 4 0 の斜視図である。

【 0 0 7 1 】

研磨装置 4 0 は、各構成要素を支持する基台 4 2 を備える。基台 4 2 の前方（X 軸方向の一方）の上部には、被測定物（被加工物）1 1 を収容するカセット 4 4 が配置されている。基台 4 2 の前方の上部に配置された搬送口ポット 4 6 は、カセット 4 4 から被測定物 1 1 を取り出し、カセット 4 4 の後方に配置された位置決めユニット 4 8 に搬送する。

40

【 0 0 7 2 】

位置決めユニット 4 8 の後方には X 軸方向に長手部を有する開口 4 2 a が形成されている。開口 4 2 a には、X 軸方向に沿って移動可能な移動テーブル 5 0 が配置されている。移動テーブル 5 0 上には、チャックテーブル（保持ユニット）5 2 が設けられている。

【 0 0 7 3 】

チャックテーブル 5 2 の構造は、上述のチャックテーブル 4 と略同じであるが、チャッ

50

クテーブル 5 2 の保持面 5 2 a は、中心部が外周部に対して僅かに突出した円錐形状を有する（図 6（A）参照）。

【 0 0 7 4 】

チャックテーブル 5 2 は、保持面 5 2 a の一部が X - Y 平面と略平行になる様に、その回転軸が Z 軸方向に対して所定角度だけ傾いている。チャックテーブル 5 2 の下部には、モーター等の回転駆動源（不図示）が連結されている。

【 0 0 7 5 】

回転駆動源の下部には、チャックテーブル 5 2、回転駆動源、移動テーブル 5 0 等を X 軸方向に沿って移動させるボールねじ式の X 軸移動機構（不図示）が設けられている。チャックテーブル 5 2 は、X 軸移動機構により、前方側の搬入搬出位置 5 4 a と、後方側の加工位置 5 4 b と、の間で移動する。

10

【 0 0 7 6 】

位置決めユニット 4 8 の Y 軸方向の一方側には、第 1 搬送アーム 5 6 が配置されている。位置決めユニット 4 8 により位置が調整された被測定物 1 1 は、位置決めユニット 4 8 から第 1 搬送アーム 5 6 によりチャックテーブル 5 2 へ搬送される。

【 0 0 7 7 】

被測定物 1 1 の一面（下面 1 1 b）側には IC（Integrated Circuit）等のデバイスが形成されている。当該一面には、樹脂製の保護テープ（不図示）が貼り付けられる。一面側が保護テープを介して保持面 4 a で吸引保持されると、被測定物 1 1 は、保持面 5 2 a の形状に倣って変形する。

20

【 0 0 7 8 】

被測定物 1 1 を吸引保持したチャックテーブル 5 2 は、X 軸移動機構により、加工位置 5 4 b へ移動する。基台 4 2 の後方側の端部には、Z 軸方向に延伸する態様で四角柱状の支持部 6 0 が設けられている。支持部 6 0 の前方側面には、Z 軸方向に略平行に配置された一対のガイドレール 6 2 が固定されている。

【 0 0 7 9 】

一対のガイドレール 6 2 には、移動板 6 4 が Z 軸方向にスライド可能に固定されている。移動板 6 4 の後方側面にはナット部（不図示）が設けられており、このナット部には、Z 軸方向に略平行に配置されたボールねじ 6 6 が回転可能に連結されている。

【 0 0 8 0 】

ボールねじ 6 6 の上端部には、パルスモーター等の駆動源 6 8 が連結されている。駆動源 6 8 を動作させれば、移動板 6 4 は Z 軸方向に略平行な研磨送り方向に沿って移動する。移動板 6 4 の前方側面には、研磨ユニット（加工ユニット）7 0 が固定されている。

30

【 0 0 8 1 】

研磨ユニット 7 0 は、高さ方向が Z 軸方向と略平行に配置された円筒状のスピンデルハウジング 7 2 を有する。スピンデルハウジング 7 2 には、円柱状のスピンデル 7 4 が回転可能に収容されている。スピンデル 7 4 の上部側には、スピンデル 7 4 を回転させるモーター（不図示）が設けられている。

【 0 0 8 2 】

スピンデル 7 4 の下端部には、円板状のマウント 7 6 の上面側の中心部が固定されている。また、マウント 7 6 の下面側には、研磨パッド（加工工具）7 8 が装着されている。研磨パッド 7 8 は、金属で形成された円板状の基部 7 8 a を有する。

40

【 0 0 8 3 】

基部 7 8 a の下面側には、基部 7 8 a と略同径のパッド部 7 8 b が固定されている。パッド部 7 8 b は、保持面 5 2 a よりも小さい径（例えば、保持面 4 a の径の 1 / 1 0 から 1 / 2 程度の径）を有する。図 6（A）は、チャックテーブル 5 2 及び研磨パッド 7 8 の一部断面側面図である。

【 0 0 8 4 】

パッド部 7 8 b は、例えば、パッド中に砥粒が固定された固定砥粒研磨パッドである。パッド部 7 8 b は、例えば、 μm オーダーのサイズの砥粒が分散されたウレタン溶液を、

50

ポリエステル製の不織布に含侵させた後、乾燥させることで製造できる。

【 0 0 8 5 】

砥粒は、酸化シリコン、炭化ケイ素、c B N (cubic boron nitride)、ダイヤモンド、金属酸化物微粒子等の材料で形成されている。砥粒に使用される金属酸化物微粒子としては、酸化セリウム、酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム等が挙げられる。

【 0 0 8 6 】

図 5 に戻り、研磨パッド 7 8 には、スラリー供給ユニット 8 0 からスピンドル 7 4 に形成されている所定の流路を介して、例えば、遊離砥粒を含まないアルカリ性のスラリー（研磨液）が供給される。

【 0 0 8 7 】

加工位置 5 4 b に配置されたチャックテーブル 5 2 の Y 軸方向の一方側には、上述の計測ユニット 6 が配置されている。計測ユニット 6 は、Y 軸方向に略平行な態様で開口 4 2 a の上方に配置されたアーム 8 2 を有する。

【 0 0 8 8 】

アーム 8 2 の下部には、上述のヘッド部 1 8 a、1 8 b の各々が、Y 軸方向に独立にスライド可能に固定されている。ヘッド部 1 8 a、1 8 b の各々は、例えば、アクチュエータ等の駆動源（不図示）により、Y 軸方向に沿って移動する。

【 0 0 8 9 】

図 6 (B) は、集光点 1 3 a、1 3 b と、研磨パッド 7 8 との位置関係の一例を示す図である。図 6 (B) に示す様に、集光点 1 3 a、1 3 b は、保持面 5 2 a の回転中心 5 2 b よりも外側であって、研磨パッド 7 8 と重ならない位置に配置される。

【 0 0 9 0 】

各ヘッド部 1 8 a、1 8 b で上面 1 1 a の高さを測定しながら、被測定物 1 1 を研磨した後、チャックテーブル 5 2 は、搬入搬出位置 5 4 a に戻される。そして、第 1 搬送アーム 5 6 の Y 軸方向の一方側に配置された第 2 搬送アーム 8 4 が、チャックテーブル 5 2 からスピナ洗浄ユニット 8 6 (図 5 参照) へ被測定物 1 1 を搬送する。

【 0 0 9 1 】

図 5 に示す様に、スピナ洗浄ユニット 8 6 で洗浄された被測定物 1 1 は、搬送ロボット 4 6 により、基台 4 2 の前方に配置されたカセット 8 8 へ搬送される。研磨装置 4 0 は、計測装置（チャックテーブル 5 2 及び計測ユニット 6）、研磨ユニット 7 0 等の各構成要素の動作を制御する制御部 9 0 を有する。

【 0 0 9 2 】

制御部 9 0 は、例えば、C P U (Central Processing Unit) に代表されるプロセッサ（処理装置）と、D R A M (Dynamic Random Access Memory) 等の主記憶装置と、フラッシュメモリー等の補助記憶装置と、を含むコンピュータによって構成されている。

【 0 0 9 3 】

補助記憶装置に記憶されるソフトウェアに従い処理装置等を動作させることによって、制御部 9 0 の機能が実現される。制御部 9 0 は、上述の評価部 3 6 を有する。評価部 3 6 の機能は、例えば、補助記憶装置に記憶されたプログラムにより実現されるが、A S I C や、F P G A により実現されてもよい。

【 0 0 9 4 】

制御部 9 0 は、研磨パッド 7 8 で被測定物 1 1 を研磨しながら、評価部 3 6 で上面 1 1 a の高さのばらつき（即ち、上面 1 1 a の凹凸）を評価する。図 7 (A) は、研磨前の受光信号の一例を示す図であり、図 7 (B) は、研磨後の受光信号の一例を示す図である。

【 0 0 9 5 】

なお、図 7 (A) 及び図 7 (B) において、横軸は光の波長（nm）の大きさを示し、縦軸は受光信号の強度を示す。また、図 7 (A) 及び図 7 (B) において、横軸のスケールは互いに同じであり、縦軸の各スケールは互いに同じである。

【 0 0 9 6 】

研磨前において、集光点 1 3 a での上面 1 1 a の高さ、集光点 1 3 b での上面 1 1 a

10

20

30

40

50

の高さと、の差異が比較的大きい場合、集光点13aでの戻り光15A₆のピーク波長₆と、集光点13bでの戻り光15A₇のピーク波長₇との波長の差異d₃は十分に大きい。それゆえ、各戻り光15A₆、15A₇は略個別に測定される(図7(A)参照)。

【0097】

研磨時には、保持面52aで被測定物11を吸引保持した状態で、チャックテーブル52及び研磨パッド78をそれぞれ回転させると共に、スラリーを供給しながら研磨パッド78を下方に所定の送り速度で研磨送りする。

【0098】

パッド部78bが上面11aに接すると、上面11aはパッド部78bにより研磨される。所定時間、上面11a側が研磨されると、被測定物11が薄くなるので、集光器20a、20bから上面11aまでの距離は長くなる。

10

【0099】

上述の様に、本実施形態の集光器20a、20bは、色収差レンズを有するので、集光器20a、20bから上面11aまでの距離は長くなると、戻り光15のピーク波長は大きくなる(図7(A)及び図7(B)の矢印参照)。

【0100】

また、研磨により、上面11aの凹凸が小さくなると、各受光信号のピーク波長の差異は小さくなる。それゆえ、集光点13aでの戻り光15A₈(ピーク波長₈)と、集光点13bでの戻り光15A₉(ピーク波長₉)とが、重なり合った戻り光15A₁₀(ピーク波長₁₀)が測定される(図7(B)参照)。戻り光15A₁₀は、例えば、レベル3以下(つまり、レベル3、2、1及び0のいずれか)の受光信号である。

20

【0101】

本実施形態の研磨装置40は、評価部36が、各ヘッド部18a、18bからの戻り光15のピーク波長の差異に基づいて形成される受光信号から、被測定物11の高さのばらつきを評価する。それゆえ、各ヘッド部18a、18bに異なる透過波長帯域の光学フィルタを設けることなく、二点以上の多点で、被測定物11の高さのばらつきを評価できる。

【0102】

ところで、研磨装置40は、受光信号(即ち、各ヘッド部18a、18bからの戻り光15のピーク波長の差異)に応じて被測定物11の研磨領域を変更することにより、上面11aの凹凸を低減する(即ち、ピーク波長の差異を小さくする)こともできる。

30

【0103】

例えば、集光点13bでの上面11aに比べて、集光点13aでの上面11aが高い場合、図7(A)の様に、ピーク波長の差異が生じる。そこで、制御部90は、集光点13bに対応する上面11aは研磨せずに、集光点13aに対応する上面11aを研磨する様に、研磨領域を調整する。

【0104】

具体的には、まず、研磨ユニット70を一旦上昇させて被測定物11から離す。次いで、チャックテーブル52を搬入搬出位置54a側へ移動させることで、被測定物11を長さLだけ移動させる(図8参照)。

【0105】

図8は、研磨領域の調整前後での被測定物11と、集光点13a、13bの各位置とを示す図である。図8では、移動前の被測定物11を破線で示し、移動後の被測定物11を実線で示す。

40

【0106】

チャックテーブル52の移動により、集光点13bが当たっていた上面11aの領域(円90-1)は、円90-2へ移動する。同様に、集光点13aが当たっていた上面11aの領域(円90-3)は、円90-4へ移動する。

【0107】

更に、制御部90は、矢印92に示す様に、アクチュエータ等の駆動源を動作させて、集光点13aを円90-4上に配置する。なお、このとき、上面11aに対する集光点1

50

3 bの相対的な位置は変化するが、本実施形態では、当該変化を相殺する様に集光点1 3 bを移動させない。

【0 1 0 8】

その後、研磨ユニット7 0を再び下降させて、被測定物1 1を研磨しつつ、戻り光1 5を測定することで集光点1 3 a、1 3 bでの高さばらつきを評価する。なお、移動前の被測定物1 1の集光点1 3 bでの戻り光1 5のピーク波長を記録しておき、このピーク波長と、移動後の被測定物1 1の集光点1 3 aでの戻り光1 5のピーク波長と、を比較することで、高さばらつきを評価してもよい。

【0 1 0 9】

上面1 1 aの中央部と外周部とで研磨レートが異なる場合には、この様に、ピーク波長の差異に基づいて平坦化が必要な領域を適宜研磨することで、一律に上面1 1 aの全体を研磨する場合に比べて、上面1 1 aのより高い平坦性を実現できる。

10

【0 1 1 0】

勿論、第2の実施形態においても、評価部3 6は、受光信号のピーク波長や半値全幅等の所定のパラメータを、予め記憶されたパラメータの数値と比較することで、各ヘッド部1 8 a、1 8 bからの戻り光1 5の波長の差異（即ち、重なるの程度）を評価してもよい。

【0 1 1 1】

また、チャックテーブル5 2を移動させて研磨領域を調整する場合に、集光点1 3 a、1 3 bの両方とも移動させずに固定してもよい。これにより、チャックテーブル5 2の移動の前後において、上面1 1 aに対する集光点1 3 a、1 3 bの相対的な位置は変化するが、各ヘッド部1 8 a、1 8 bの移動に伴う集光点1 3 a、1 3 bの高さ位置のずれを無くすることができる。

20

【0 1 1 2】

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。第1及び第2の実施形態において、上面1 1 aの高さばらつきに代えて、又はこれと共に、被測定物1 1の厚さ1 1 cを評価してもよい。

【0 1 1 3】

また、研磨ユニット7 0に代えて、マウント7 6の下面側に研削ホイール（不図示）を装着してもよい。研削ホイールは、金属で形成された円環状のホイール基台を有する。ホイール基台の底面側には、ホイール基台の周方向に沿って、複数の研削砥石が所定の間隔で配置されている。

30

【0 1 1 4】

各研削砥石は、ダイヤモンド、c B N（cubic boron nitride）等の砥粒と、金属、セラミックス、樹脂等の砥粒を固定する結合材と、を有する。ホイール基台には、純水等の研削水を供給するための研削水供給口が形成されている。それゆえ、スラリー供給ユニット8 0に代えて、研削水供給ユニット（不図示）が配置される。

【0 1 1 5】

研削時には、スピンドル7 4を回転中心として研削ホイールを回転させながら、研削ユニットを下方に研削送りする。保持面5 2 aで被測定物1 1の下面1 1 b側を吸引保持し、チャックテーブル5 2を回転させる（図6（A）参照）。

40

【0 1 1 6】

保持面5 2 aで保持された被測定物1 1の上面1 1 aが研削砥石の下面に接触すると、上面1 1 aは研削される。研削前や研削後は勿論、研削中であっても、計測ユニット6を用いて、上面1 1 aの高さを計測できる。

【符号の説明】

【0 1 1 7】

2：計測装置、4：チャックテーブル、4 a：保持面

6：計測ユニット、8：光源部、1 0：光ファイバーケーブル

1 1：被測定物、1 1 a：上面、1 1 b：下面、1 1 c：厚さ

50

- 12 : 第1の光ファイバー、14 : 分岐部、16a, 16b : 測定用光ファイバー
- 13 : 測定光、13a, 13b : 集光点
- 15, 15A₁, 15A₂, 15A₃, 15A₄, 15A₅, 15A₆, 15A₇, 15A₈, 15A₉, 15A₁₀ : 戻り光
- 18 : ヘッドユニット、18a, 18b : ヘッド部、20a, 20b : 集光器
- 22 : 第2の光ファイバー
- 24 : 分光ユニット、26 : コリメートレンズ、28 : 回折格子、30 : 集光レンズ
- 32 : 受光部、32a : 受光領域、34 : 制御部、36 : 評価部
- 40 : 研磨装置、42 : 基台、42a : 開口
- 44 : カセット、46 : 搬送口ポット、48 : 位置決めユニット
- 50 : 移動テーブル、52 : チャックテーブル、52a : 保持面、52b : 回転中心
- 54a : 搬入搬出位置、54b : 加工位置、56 : 第1搬送アーム
- 60 : 支持部、62 : ガイドレール、64 : 移動板、66 : ボールねじ、68 : 駆動源
- 70 : 研磨ユニット、72 : スピンドルハウジング、74 : スピンドル、76 : マウント
- 78 : 研磨パッド、78a : 基部、78b : パッド部、80 : スラリー供給ユニット
- 82 : アーム、84 : 第2搬送アーム
- 86 : スピナ洗浄ユニット、88 : カセット、90 : 制御部
- 90-1, 90-2, 90-3, 90-4 : 円、92 : 矢印
- B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ : 信号波形、C : ピーク強度
- d₁, d₂, d₃ : 差異、L : 長さ
- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 : ピーク波長、 : 半値全幅

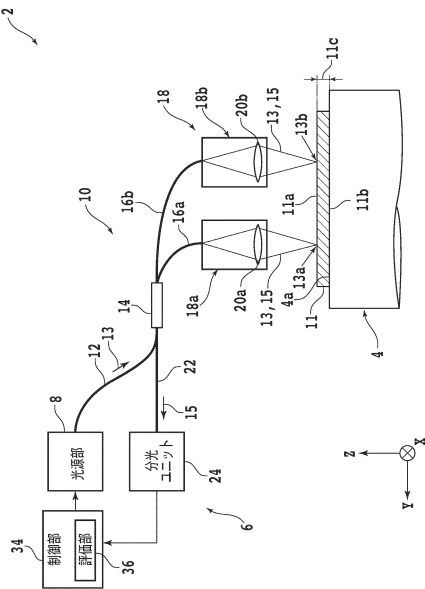
10

20

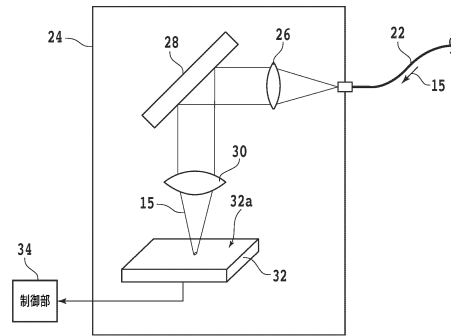
幅

【図面】

【図1】



【図2】

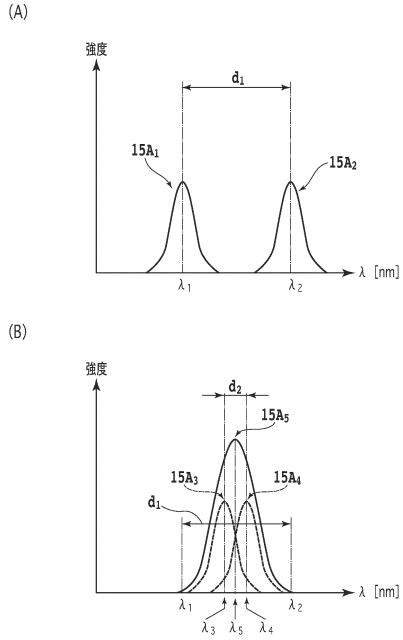


30

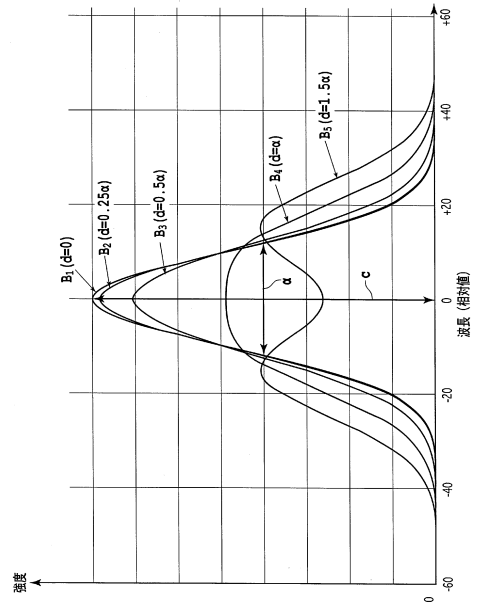
40

50

【図3】



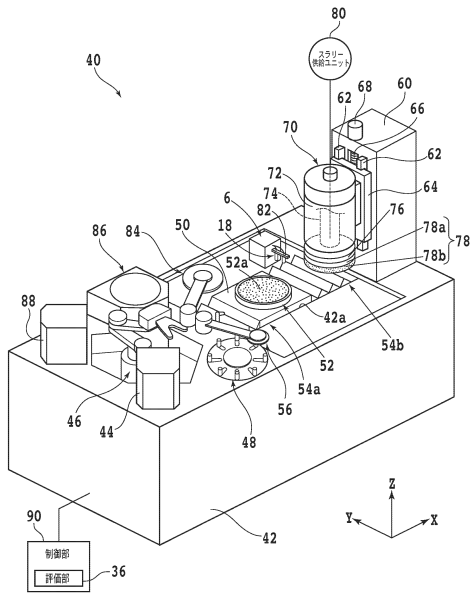
【図4】



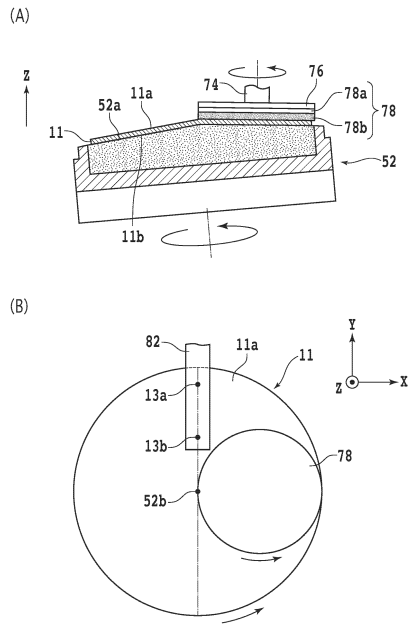
10

20

【図5】



【図6】

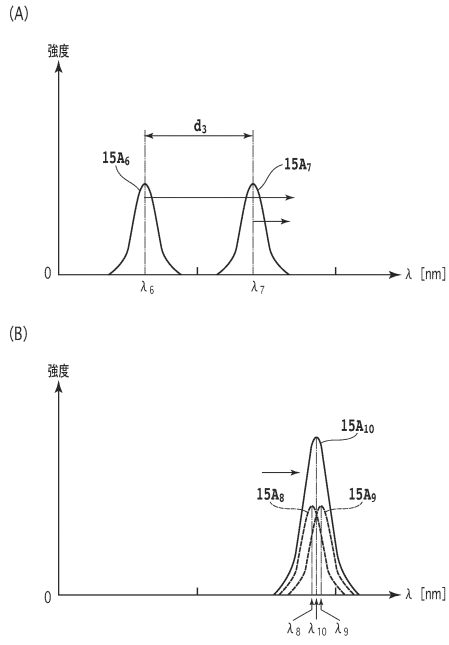


30

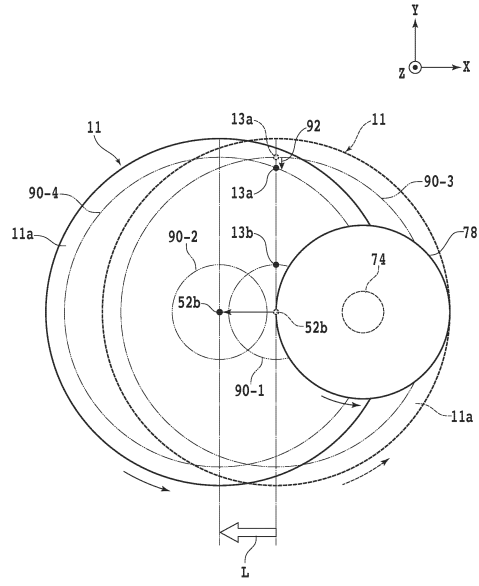
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 川澄 健人
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 木村 展之
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

審査官 國田 正久

(56)参考文献 特開2011-017552(JP,A)
特表2016-521854(JP,A)
国際公開第2017/110837(WO,A1)
特開2018-066693(JP,A)
特開2001-021324(JP,A)
特開2008-268121(JP,A)
特開2014-178287(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01B 11/00
G01C 3/06
H01L 21/304
B23Q 17/20