

(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2015-75339

(P2015-75339A)

(43) 公開日 平成27年4月20日(2015.4.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
GO1N 21/88 (2006.01)	GO1N 21/88 Z	2G051
GO1N 21/84 (2006.01)	GO1N 21/84 C	
GO1N 21/956 (2006.01)	GO1N 21/84 E	
GO1N 21/958 (2006.01)	GO1N 21/956 A	
GO1N 21/95 (2006.01)	GO1N 21/958	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-209745 (P2013-209745)  
 (22) 出願日 平成25年10月6日 (2013.10.6)

(71) 出願人 301032067  
 株式会社山梨技術工房  
 山梨県南アルプス市曲輪田595-2  
 (74) 代理人 100119297  
 弁理士 田中 正男  
 (72) 発明者 高石 修二  
 山梨県南アルプス市曲輪田595-2 株  
 式会社山梨技術工房  
 (72) 発明者 名倉 義信  
 山梨県南アルプス市曲輪田595-2 株  
 式会社山梨技術工房  
 (72) 発明者 吾妻 俊樹  
 山梨県南アルプス市曲輪田595-2 株  
 式会社山梨技術工房

最終頁に続く

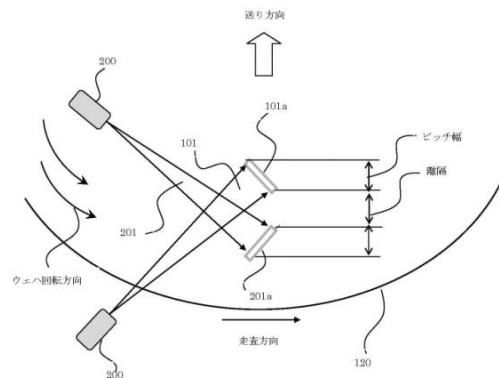
(54) 【発明の名称】 平板基板の表面状態検査方法及びそれを用いた平板基板の表面状態検査装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】従来は検出することのできなかつた極めて微細な引っ掻き傷、クラックなどを検出できる平板基板表面状態検査装置を提供する。

【解決手段】平板基板の表面側に基板法線に対して所定の入射角でレーザ光を表面に異なる方向から照射する少なくとも2つの投光系と、表面側に設けられ、レーザ光の照射点を基準として、投光系と反対側の位置に、それぞれ投光系に対向するように設けられた少なくとも2つの受光系と、各レーザ光が平板基板の表面に照射されるレーザ光照射領域が矩形となるようにレーザ光を成形するレーザ光成形手段と、矩形に成形された各レーザ光照射領域の離隔を、矩形の前査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長に、各投光系と各受光系とを調整する照射領域離隔調整手段と、軸方向に送る所定の間隔を、投影長又は前記非重複長以上、または前記投影長又は非重複長の整数倍に調整する送り間隔調整手段とを備える。

【選択図】 図17



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

X軸Y軸ステージ上に載置された平板基板の表面に、投光系により照射されたレーザ光を、前記X軸Y軸ステージによりX軸又はY軸のいずれかの方向に走査すると共に、所定間隔で前記走査方向と直交する軸方向に送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査装置において、

前記平板基板の表面側に前記平板基板の基板法線に対して所定の入射角で前記レーザ光を前記表面に異なる方向から照射する少なくとも2つの投光系と、

前記表面側に設けられ、前記レーザ光の照射点を基準として、前記投光系と反対側の位置に、それぞれ前記投光系に対向するように設けられた少なくとも2つの受光系と、

前記各レーザ光が前記平板基板の表面に照射されるレーザ光照射領域が矩形となるようにレーザ光を成形するレーザ光成形手段と、

前記矩形に成形された各レーザ光照射領域の離隔を、前記矩形の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長に、各投光系と各受光系とを調整する照射領域離隔調整手段と、

前記軸方向に送る所定の間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は非重複長の整数倍に調整する送り間隔調整手段とを備えたことを特徴とする表面状態検査装置。

## 【請求項 2】

一組の前記投光系と受光系と、他の一組の前記投光系と受光系とが、互いに直交するように設けられたことを特徴とする請求項1に記載の表面状態検査装置。

## 【請求項 3】

前記投影長が50 $\mu$ mから1000 $\mu$ mの範囲にあり、前記軸方向に送る所定の間隔が、前記投影長であることを特徴とする請求項2に記載の表面状態検査装置。

## 【請求項 4】

回転台上に載置され、前記回転台により回転する平板基板の表面に、投光系によりレーザ光を照射すると共に、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に所定間隔で前記平板基板を送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査装置において、

前記平板基板の表面側に前記平板基板の基板法線に対して所定の入射角で前記レーザ光を前記表面に異なる方向から照射する少なくとも2つの投光系と、

前記表面側に設けられ、前記レーザ光の照射点を基準として、前記投光系と反対側の位置に、それぞれ前記投光系に対向するように設けられた少なくとも2つの受光系と、

前記各レーザ光が前記平板基板の表面に照射されるレーザ光照射領域を矩形に成形するレーザ光成形手段と、

前記矩形に成形された各レーザ光照射領域離隔を、前記矩形の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整する照射領域離隔調整手段と、

前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に前記平板基板を送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整する送り間隔調整手段とを備えたことを特徴とする表面状態検査装置。

## 【請求項 5】

一組の前記投光系と受光系と、他の一組の前記投光系と受光系とが、互いに直交するように設けられたことを特徴とする請求項4に記載の表面状態検査装置。

## 【請求項 6】

前記投影長が50 $\mu$ mから1000 $\mu$ mの範囲にあり、前記所定間隔が前記投影長に対応するものであることを特徴とする請求項5に記載の表面状態検査装置。

## 【請求項 7】

X軸Y軸ステージ上に載置された平板基板の表面に、投光系により照射されたレーザ光を、前記X軸Y軸ステージによりX軸又はY軸のいずれかの方向に走査すると共に、所定間隔で前記走査方向と直交する軸方向に送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の表面状態を検査する表面状態検査方法において、

少なくとも2つの異なる方向から、照射領域が矩形で、かつ各レーザ光照射領域の離隔を、前記照射領域の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整し、

前記軸方向に送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整し、前記平板基板を送り、前記平板基板の全表面状態を検査することを特徴とする表面状態検査方法。

10

## 【請求項 8】

回転台上に載置され、回転する平板基板の表面に、投光系によりレーザ光を照射すると共に、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に所定間隔で前記平板基板を送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査方法において、

少なくとも2つの異なる方向から、照射領域が矩形で、かつ各レーザ光照射領域の離隔を、前記照射領域の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整し、

20

前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に方向に送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整し、前記平板基板の全表面状態を検査することを特徴とする表面状態検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体ウェハ、マスク、ディスク基板、液晶基板、ガラス基板、透明フィルム等のような平板基板の表面に付着した微細な塵埃等の異物や、キズ・ヒビ等の欠陥を光散乱方式で検査する、平板基板の表面状態検査技術に関し、特に、微細な細長い形状の異物や、基板に生じた微細な引っ掻き傷・こすり傷、クラックなどによる表面状態の異常を感度良く検出できる平板基板の表面状態検出方法、及びその方法を用いた平板基板の表面状態検査装置に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

集積回路の製造工程では、回路パターンが形成される基板に僅かでも異物（ゴミや欠陥）が存在すると、不良品の生成につながるおそれがあるため、基板の異物や表面状態の検査が不可欠になっている。かかる基板の表面状態の検査は、指向性の良いレーザ光を基板表面に照射し、基板表面から反射される散乱光を散乱光受光器で検出し、レーザ光の照射点を二次元走査して基板表面全体を検査する方法が一般的に用いられている。

## 【0003】

40

例えば、下記特許文献1に記載の透明平板基板の異物検査装置では、透明平板基板に投光系により検出光を照射し、前記透明平板基板に存在する異物による散乱光を、受光系により受光して前記透明平板基板に存在する異物を検出する異物検査装置において、前記透明平板基板の一方の面（以下、表面）に設けられ、前記透明平板基板の基板法線に対して所定の入射角で前記検出光を前記表面に照射する投光系と、前記表面側に設けられ、前記検出光の照射点を基準として、前記投光系と反対側の位置に設けられた前記受光系とを備え、前記受光系は、前記投光系から照射される前記検出光が、前記表面上の異物に照射された際に生じる第1の散乱光と、前記検出光が前記透明平板基板を透過し、他の一方の面（以下、裏面）に存在する異物に照射された際に生じる第2の散乱光とを集光する集光レンズと、前記集光レンズからの前記第1の散乱光と前記第2の散乱光とを、それぞれ2経

50

路に分光する光学素子と、前記第 1 の散乱光を受光する第 1 の散乱光受光センサ - と、前記第 2 の散乱光を受光する第 2 の散乱光受光センサ - とを備えたことを特徴とする透明平板基板の異物検査装置が開示されている。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 に記載の異物検査装置は、検出光であるレーザ光を照射する投光器と、レーザ光が照射された異物からの散乱光を受光する受光センサーとからなる一対の散乱光照射・受光システムを X Y 方向に走査することで、基板に付着する異物等の検査を行うものである。しかし、特許文献 1 が開示する技術では、例えば、微細な細長い傷などは、レーザ光の照射方向により光散乱の強度が大きく異なる（光散乱強度がレーザ光の照射方向に依存すると）ことがあり、レーザ光の照射方向によっては、平板基板の表面状態を正確に検出できない、という問題がある。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 には、レーザ光を複数の方向から基板に照射する技術が開示されている。特許文献 2 は、検査対象物の表面に異なる角度から複数のレーザ光を同一点に照射する複数の投光器と、同一点の異物からの散乱光を検出して散乱光強度に応じた散乱光強度信号を検出する検出器とを備えた異物検査装置に関するものである。しかし、特許文献 2 が開示する技術は、複数のレーザー光源から、レーザ光を同一点に照射し、そこに存在する異物からの散乱光を検出し、散乱光強度に応じた散乱光強度信号により、異物検査を行う異物検査装置に関するものである。また、異なる角度に設置された複数の光検出器と、複数の光検出器から出力される散乱光強度信号により異物検査を行う異物検査装置に関するものである。このため、異なる方向からレーザ光を照射しているが、その目的は同一点にレーザ光を照射することで、散乱光強度を検出器が検出できるレベルにまで上げることを目的とするものである。このため、特許文献 2 が開示する技術では、レーザ光の照射方向に依存するような、極めて微細な引っ掻き傷・こすり傷、あるいは細長いクラック等を検出できない、という問題がある。

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 2 0 1 3 - 1 4 0 0 6 1 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 1 1 - 2 5 8 1 5 7 号公報

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明の課題は、従来は検出することのできなかつた極めて微細な引っ掻き傷、クラックなど、レーザ光の照射方向に依存するような表面の異常（表面状態）を検出することのできる平板基板の表面状態検査方法、その方法を利用した表面状態検査装置を提供することにある。なお、本明細書において、表面状態の検査とは、表面欠陥や表面の傷、表面に付着した異物など、平板基板の表面状態に問題が発生するような状態を検査することを意味する。

【 課題を解決するための手段 】

40

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、X 軸 Y 軸ステージ上に載置された平板基板の表面に、投光系により照射されたレーザ光を、前記 X 軸 Y 軸ステージにより X 軸又は Y 軸のいずれかの方向に走査すると共に、所定間隔で前記走査方向と直交する軸方向に送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査装置において、

前記平板基板の表面側に前記平板基板の基板法線に対して所定の入射角で前記レーザ光を前記表面に異なる方向から照射する少なくとも 2 つの投光系と、前記表面側に設けられ、前記レーザ光の照射点を基準として、前記投光系と反対側の位置に、それぞれ前記投光系に対向するように設けられた少なくとも 2 つの受光系と、前記各レーザ光が前記平板基

50

板の表面に照射されるレーザ光照射領域が矩形となるようにレーザ光を成形するレーザ光成形手段と、前記矩形に成形された各レーザ光照射領域の離隔を、前記矩形の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長に、各投光系と各受光系とを調整する照射領域離隔調整手段と、前記軸方向に送る所定の間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整する送り間隔調整手段とを備えたことを特徴とする表面状態検査装置である。

【0009】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の表面状態検査装置であって、一組の前記投光系と受光系と、他の一組の前記投光系と受光系とが、互いに直交するように設けられたことを特徴とする。

10

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の表面状態検査装置であって、前記投影長が $50\mu\text{m}$ から $1000\mu\text{m}$ の範囲にあり、前記軸方向に送る所定の間隔が、前記投影長であることを特徴とする。

【0011】

請求項4に記載の発明は、回転台上に載置され、前記回転台により回転する平板基板の表面に、投光系によりレーザ光を照射すると共に、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に所定間隔で前記平板基板を送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査装置において、前記平板基板の表面側に前記平板基板の基板法線に対して所定の入射角で前記レーザ光を前記表面に異なる方向から照射する少なくとも2つの投光系と、前記表面側に設けられ、前記レーザ光の照射点を基準として、前記投光系と反対側の位置に、それぞれ前記投光系に対向するように設けられた少なくとも2つの受光系と、前記各レーザ光が前記平板基板の表面に照射されるレーザ光照射領域を矩形に成形するレーザ光成形手段と、前記矩形に成形された各レーザ光照射領域離隔を、前記矩形の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整する照射領域離隔調整手段と、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に前記平板基板を送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整する送り間隔調整手段とを備えたことを特徴とする表面状態検査装置である。

20

30

【0012】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の表面状態検査装置であって、一組の前記投光系と受光系と、他の一組の前記投光系と受光系とが、互いに直交するように設けられたことを特徴とする。

【0013】

請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の表面状態検査装置であって、前記投影長が $50\mu\text{m}$ から $1000\mu\text{m}$ の範囲にあり、前記所定間隔が前記投影長に対応するものであることを特徴とする。

【0014】

請求項7に記載の発明は、X軸Y軸ステージ上に載置された平板基板の表面に、投光系により照射されたレーザ光を、前記X軸Y軸ステージによりX軸又はY軸のいずれかの方向に走査すると共に、所定間隔で前記走査方向と直交する軸方向に送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査方法において、

40

少なくとも2つの異なる方向から、照射領域が矩形で、かつ各レーザ光照射領域の離隔を、前記照射領域の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整し、

前記軸方向に送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は前記非重複長の整数倍に調整し、前記平板基板を送り、前記平板基板の全表面状態を検査することを特徴とする表面状態検査方法である。

50

## 【 0 0 1 5 】

請求項 8 に記載の発明は、回転台上に載置され、回転する平板基板の表面に、投光系によりレーザ光を照射すると共に、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に所定間隔で前記平板基板を送りながら、表面からの散乱光を受光系により受光し、この受光強度に応じた検出信号により、前記平板基板の全表面状態を検査する平板基板の表面状態検査方法において、

少なくとも 2 つの異なる方向から、照射領域が矩形で、かつ各レーザ光照射領域の離隔を、前記照射領域の前記走査方向の投影長又は各レーザ光照射領域が重ならない長さである非重複長以上に、各投光系と各受光系とを調整し、前記平板基板の外側から中心方向又は中心から外側方向に方向に送る所定間隔を、前記投影長又は前記非重複長以上、あるいは前記投影長又は非重複長の整数倍に調整し、前記平板基板の全表面状態を検査することを特徴とする表面状態検査方法である。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 6 】

本発明により、従来は検出することのできなかつた極めて微細な引っ掻き傷、クラックなど、レーザ光の照射方向に依存するため検出できなかった基板表面の異常（表面状態）を検査可能な平板基板の表面状態検査方法、その方法を利用した表面状態検査装置を提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 7 】

20

【図 1】本発明の一実施形態である、平板基板 120 を X 軸 Y 軸に動かしながら、投光器 100 によりレーザ光 101 を照射し、受光器 110 により散乱光 102 を受光し、平板基板 120 の表面状態を検査する様子を示した側面図である。

【図 2】本発明の一実施形態であるオリフラ 130 と並行、又は直角方向にレーザ光 101 を基板表面に照射して、平板基板 120 の表面状態を検査する様子を示した図である。

【図 3】平板基板 120 のオリフラ 130 と並行にレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

【図 4】図 3 に示す投光系・受光系による平板基板 120 の表面状態を検査した結果を示した図である。

【図 5】平板基板 120 のオリフラ 130 に対して 30 度の角度でレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

30

【図 6】図 5 に示す投光系・受光系による平板基板 120 の表面状態を検査した結果を示した図である。

【図 7】平板基板 120 のオリフラ 130 に対して 60 度の角度でレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

【図 8】図 7 に示す投光系・受光系による平板基板 120 の表面状態を検査した結果を示した図である。

【図 9】平板基板 120 のオリフラ 130 に対して 90 度の角度でレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

【図 10】図 9 に示す投光系・受光系による平板基板 120 の表面状態を検査した結果を示した図である。

40

【図 11】平板基板 120 のオリフラ 130 に対して 120 度の角度でレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

【図 12】図 11 に示す投光系・受光系による平板基板 120 の表面状態を検査した結果を示した図である。

【図 13】平板基板 120 のオリフラ 130 に対して 150 度の角度でレーザ光 101 を照射するように投光系・受光系を配置した様子を示した図である。

【図 14】図 13 に示す投光系・受光系による平板基板 150 の表面状態を検査した結果を示した図である。

【図 15】レーザ光の照射方向が直交する投光系・受光系を設け、平板基板 120 の表面

50

状態を検査する様子を示した図である。

【図16】本発明の一実施形態である、平板基板120を回転させながら表面状態を検査する様子を示した図である。

【図17】レーザ光の照射方向が直交するレーザ光照射領域101a、201aの離隔(位置)関係の詳細を示した図である

【図18】図17に示す実施形態で、平板基板120の表面の状態を検査した結果を示した図である。

【図19】本発明の一実施形態である表面状態検査装置の平面図である。

【図20】本発明の一実施形態である表面状態検査装置の側面図である。

【図21】本発明の一実施形態である表面状態検査装置の他の側面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。図1は、本発明の一実施形態である、平板基板120をX軸又はY軸方向に動かしながら、投光系を構成する投光器100、受光系を構成する受光器110により、平板基板120の表面状態を検査する様子を示した側面図である。投光器100から平板基板120の表面にレーザ光101を照射し、異物50からの散乱光102を受光器110で受光し、平板基板120の表面状態の検査を行う。ここで、レーザ光101の平板基板120に対する入射角度は、真上を0度としたとき、50度~70度の範囲の範囲であることは好ましい。また、散乱光102を受光する受光器110の受光センサーは、平板基板120に対して、30度~60度の範囲で散乱光102を受光できるように設置することが好ましい。

20

【0019】

図2は、本発明の一実施形態であるOrientation Flat(以下、オリフラ)130の方向と並行、又は直交する方向にレーザ光101を基板表面に照射して、平板基板120の表面状態を検査する様子を示した図である。図2(a)は、投光器100からレーザ光101をオリフラ130と並行に照射して平板基板120の表面状態を検査する様子を示した図である。図2(b)は、投光器100からレーザ光101をオリフラ130と直交する方向に照射して平板基板120の表面状態を検査する様子を示した図である。

【0020】

図2(a)において、投光器100から基板120の表面に対して、レーザ光101を照射する。レーザ光101が平板基板120に照射されたときのレーザ光101の照射領域が照射領域101aである。レーザ光成形光手段(図示されていない)により、照射領域101aは矩形に成形される。照射領域101aから生じる散乱光102を受光するのが受光器110である。ここで、レーザ光101の走査方向はオリフラ130と並行である。平板基板120は図の上から下に送られ(送り方向)、この送り方向は走査方向と直交する。なお、オリフラ130は、平板基板120の向きを特定する役割を果たす。

30

【0021】

ここで、照射領域101aの長手方向の幅は50 $\mu$ mから1000 $\mu$ mが好ましい。その幅を広げることで検査スピードが上がるが、精度が落ちるという問題がある。一方、幅を狭めることにより検査精度を向上できるが、検査スピードが落ちるという問題がある。平板基板120を送る間隔は、平板基板120の表面状態や、検査する精度により適宜調整できるような手段である、送り間隔調整手段を備えることが好ましい。

40

【0022】

図2(b)は、図2(a)の状態から平板基板120を時計回りに90度回転させ、オリフラ130と直角の方向にレーザ光101を走査させ、平板基板120を図の上から下に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。

【0023】

図2(a)のようにして平板基板120の表面状態を検査した後、図2(b)のようにして平板基板120の表面状態を検査することにより、レーザ光の照射方向に依存するよ

50

うな極めて微細な引っ掻き傷、微細な細長い形状のクラック状態などに起因する表面の異常（表面状態）を検査することができる。

【0024】

即ち、平板基板120を回転させる回転手段と、X軸Y軸方向へ移動させる二次元移動手段と、上述した投光系・受光系とにより、例えば、図2(a)の検査では検出されない微細な引っ掻き傷、クラックなど、レーザ光の照射方向に依存するような表面の異常（表面状態）が、図2(b)のようにして検査することで検出できる。これは、レーザ光101の照射方向と同一方向にできたような細長い傷からは、受光器110が感知できる強度の散乱光が発生しないが、図2(b)のように平板基板120を回転させてレーザ光101を照射することにより、そのような表面の異常であっても、受光器110が感知可能な強度の散乱光を発生させることができるからである。

10

【実施例】

【0025】

発明者は、次のような実証により、かかる知見を確認した。図3は、オリフラ130と並行にレーザ光101を走査し、平板基板120を図の上から下に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。このようにして平板基板120の表面状態を検査した結果を示したのが図4である。なお、この実証に用いた平板基板120はSiCであり、レーザ入射角は68度、測定ピッチは0.1mm、スキャンスピードは100mm/sec、測定領域は70.2mm、標準粒子0.3μm散乱光換算電圧の条件で行った。

20

【0026】

その結果を図4に示す。図に示すように、オリフラ130と並行にレーザ光101を走査させた場合には、平板基板120の表面状態の異常は検出されなかった。

【0027】

図5は、オリフラ130に対して、反時計回りに30度平板基板120を回転させ、レーザ光101を走査させ、平板基板120を上から下に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。その結果を図6に示す。平板基板120の左上方に図4では見られなかった微細な細長い傷が検出された。

【0028】

図7は、オリフラ130に対して、反時計回りに60度平板基板120を回転させ、レーザ光101を走査させ、平板基板120をその上から下に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。その結果を図8に示すが、図6とほぼ同様に、図4では見られなかった平板基板120に微細な細長い傷が検出された。

30

【0029】

図9は、オリフラ130に対して、反時計回りに90度平板基板120を回転させ、レーザ光101を走査させ、平板基板120をその上部方向から下部方向に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。その結果を図10に示す。図6、図8とほぼ同様に、図4では見られなかった微細な細長い傷が検出された。

【0030】

図11は、オリフラ130に対して、反時計回りに120度平板基板120を回転させ、レーザ光101を走査させ、平板基板120をその上部方向から下部方向に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。その結果を図12に示すが、図6、図8、図10で検出された微細な細長い傷は検出されず、その1/4程度の長さの微細な細長い傷が検出された。

40

【0031】

図13は、オリフラ130に対して、反時計回りに150度平板基板120を回転させ、レーザ光101を走査させ、平板基板120をその上から下に送りながら、平板基板120の表面全体を検査する様子を示した図である。その結果を図14に示す。図6、図8、図19、図12で検出された微細な細長い傷は検出されず、図4に示すような結果と同様に、平板基板120の表面状態の異常は検出されなかった。

50



## 【0032】

これらのことから、異なる方向からレーザー光を照射することで、従来検出することのできなかつた表面状態の異常を検出できることが明らかになった。また、様々な方向からレーザー光を照射することで高精度に平板基板の表面状態を検査できるが、少なくともレーザー光の走査を互いに直交する2方向から行えば、平板基板の表面状態の異常を高精度に検査できることが明らかになった。

## 【0033】

図15は、上述した知見、実証結果から得られた発明の一実施形態を示した図である。図15に示す平板基板120の表面状態を検査する表面状態検査装置1は、投光器100からレーザー光101を照射し、照射領域101aから生じる散乱光101を受光器110により受光する一組の投光系・受光系と、その投光系・受光系のレーザー照射方向と直交する方向にレーザー光201を照射する投光器200と、照射領域201aから生じる散乱光202、散乱光202を受光する受光器210とから構成される他の一組の投光系・受光系とを備える。レーザー光の走査方向と直交する方向に送りながら、平板基板120の全表面状態を検査する。ここで、レーザー照射領域101a、201aの走査方向の投影領域が重ならない離隔（非重複長）とすることは好ましい。また、送る間隔（ピッチ）は非重複長又はその整数倍とすることは好ましい。

10

## 【0034】

図16は、本発明の他の一実施の形態である。図15に示す実施形態との違いは、平板基板120を回転させてレーザー光101、201を走査させながら、平板基板120の外側から中心点方向、又は中心点から外側方向に送りながら平板基板120の全表面状態を検査するところにある。

20

## 【0035】

図16に示すような実施形態による検査は、図15に示すような、X軸又はY軸方向に平板基板120を送りながら表面状態を検査するのに比較して、より連続的に平板基板120の表面状態を検査することができるため、検査時間を短縮できるメリットがある。この実施形態では、螺旋状あるいはレーコード盤が回るようにして表面状態の検査を行うことになる。その送り方は平板基板120を動かしても良く、投光系・受光系を動かしても良い。また、レーザー照射領域101a、201aの走査方向の投影領域が重ならない離隔（非重複長）とすることは好ましい。また、送る間隔（ピッチ）は非重複長又はその整数倍とすることは好ましい。

30

## 【0036】

図17は、レーザー光成形手段により、平板基板120の表面に照射されるレーザー照射領域101a、201aの位置関係の詳細を示した図である。照射領域101a、201aは矩形となるように成形している。図17は、平板基板120を回転させながらレーザー光101、201を照射しながら、中心点の方向に平板基板120を送り、平板基板120の全表面状態を検査する場合である。

## 【0037】

ここで、平板基板120を中心方向に送るときの送り間隔（ピッチ）であるが、送り間隔（ピッチ）は、照射領域101a又は201aの長手幅を、例えば2×0.5mmとした場合、レーザー光の走査方向の投影長は0.5mmとなり、送りピッチ幅を0.5mmとしている。レーザー成形光101a、201aの離隔を送り間隔（ピッチ幅）と同じにすることで、レーザー成形光101aとレーザー成形光201aとが重ならない。

40

## 【0038】

レーザー光の走査方向の投影長は0.5mmであるから、送り間隔（ピッチ幅）を0.5mmとすることで漏れなく平板基板120の全表面状態を検査することができる。なお、送り間隔（ピッチ幅）を投影長の整数倍としてもよい。この場合は、例えば、送り方向を往復させること等により全表面状態を検査する。また、照射領域101a、102aの離隔を重ならないように設定しても良い。

## 【0039】

50

なお、図 17 は平板基板 120 を回転させる場合であるが、例えば X 軸 Y 軸ステージにより、X 軸方向にレーザ光を走査させ、Y 軸方向に送る場合についても、ピッチ幅、離隔に対する考え方は同様である。

【0040】

図 15、図 16 に示す実施形態により、先に使用した平板基板と同じものである平板基板 120 の表面状態を検査した結果が、図 18 である。図 18 に示すとおり、図 15、図 16 に示すどちらの実施形態によっても、平板基板の表面状態を高精度に検査できることが明らかになった。

【0041】

図 19 は、本発明の一実施形態である平板基板の表面状態検査装置 1 の平面図であり、図 20 は、その側面図であり、図 21 は、他の側面図である。この実施形態である平板基板の表面状態検査装置 1 は、平板基板 120 載置するホルダー 700、ホルダー 700 を X Y 方向に動かすための X 軸 400、X 軸ガイド 401、Y 軸 410、Y 軸ガイド 411、そして Z 軸方向に動かすための Z 軸 600 を備える。また、高さ方向を調整するための高さセンサー 300、平板基板 120 を回転させる回転軸 800、通信制御ケーブル 900、910 を備えている。さらに、この表面状態検査装置は、照射領域 101a、201a の形状を調節するレーザ光成形手段と、平板基板を送る間隔（ピッチ）を任意に調整する送り間隔調整手段を備えている。

10

【符号の説明】

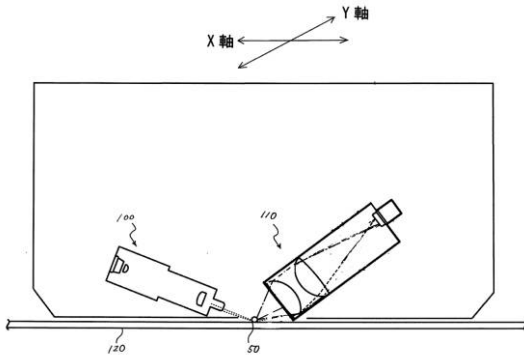
【0042】

1 本発明の一実施例である表面状態検査装置  
 100 200 投光器  
 101 201 レーザ光  
 101a 201a レーザ成形光  
 110 210 散乱光受光器  
 120 平板基板  
 130 オリフラ  
 300 高さセンサー  
 400 X 軸  
 401 X 軸ガイド  
 410 Y 軸  
 411 Y 軸ガイド  
 500 固定板  
 600 Z 軸  
 700 ホルダー  
 800 回転軸  
 900 910 ケーブル

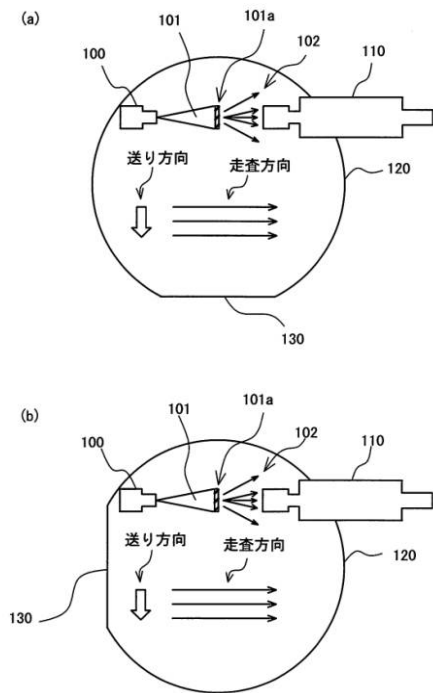
20

30

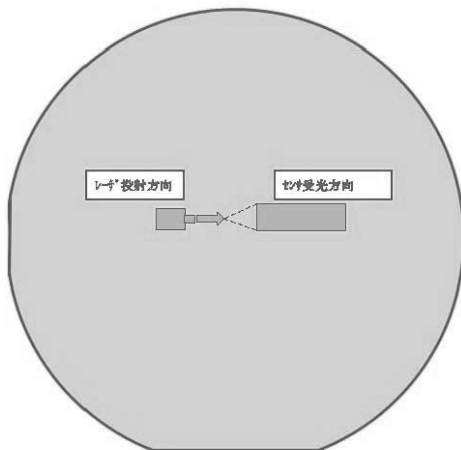
【 図 1 】



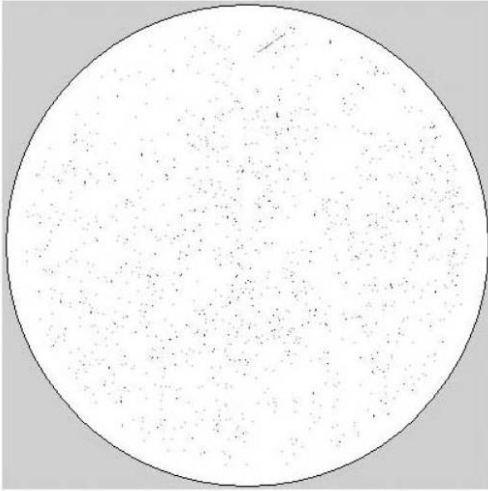
【 図 2 】



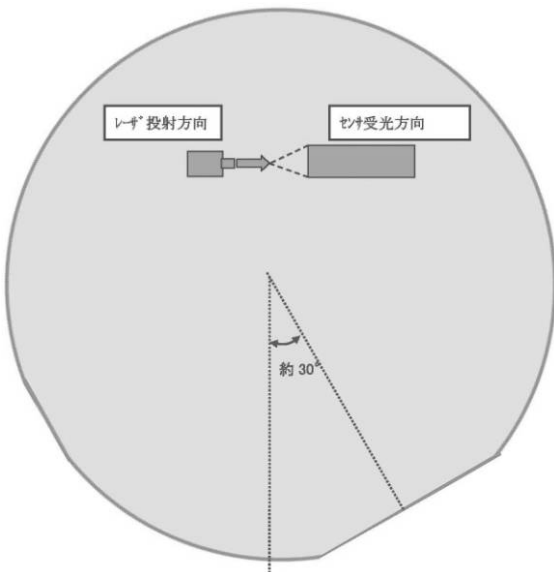
【 図 3 】



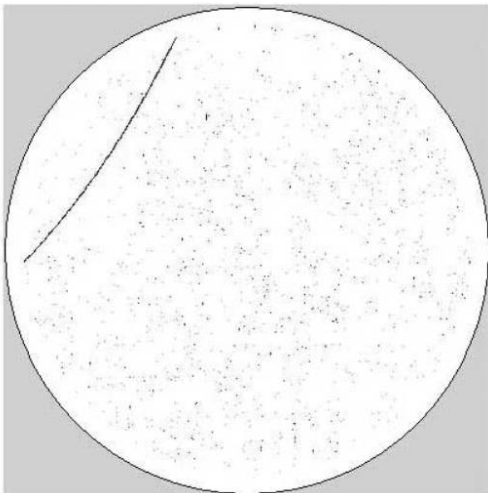
【 図 4 】



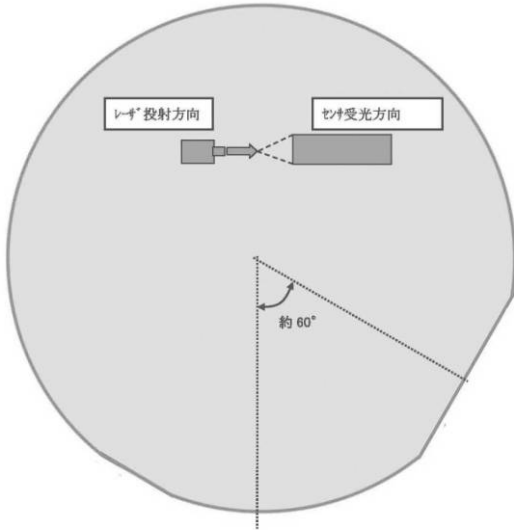
【 図 5 】



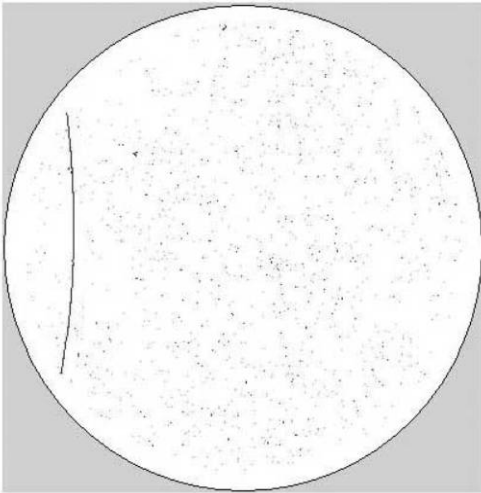
【 図 6 】



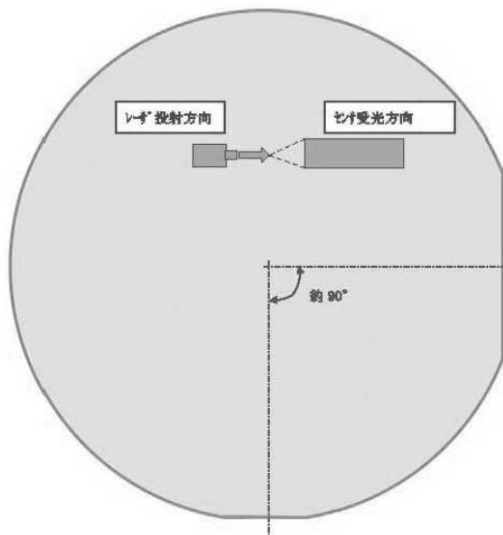
【 図 7 】



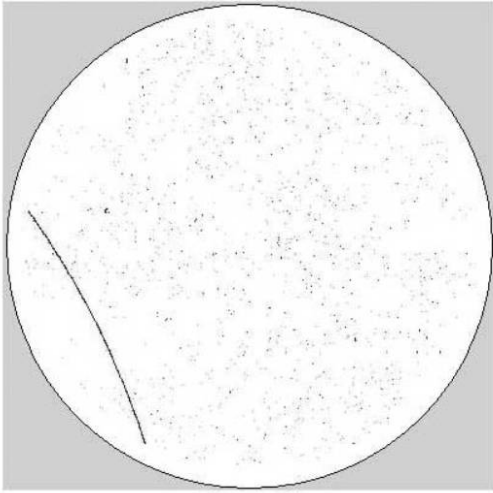
【 図 8 】



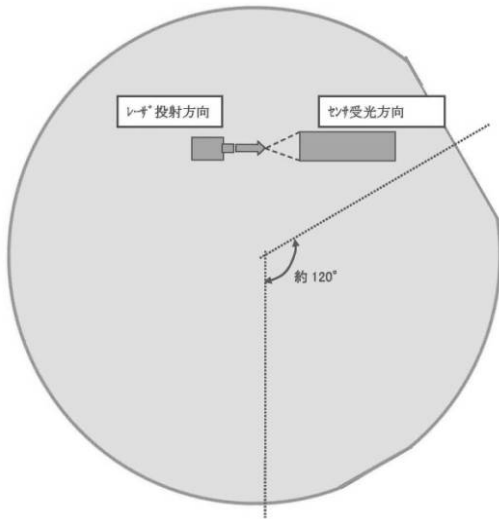
【 図 9 】



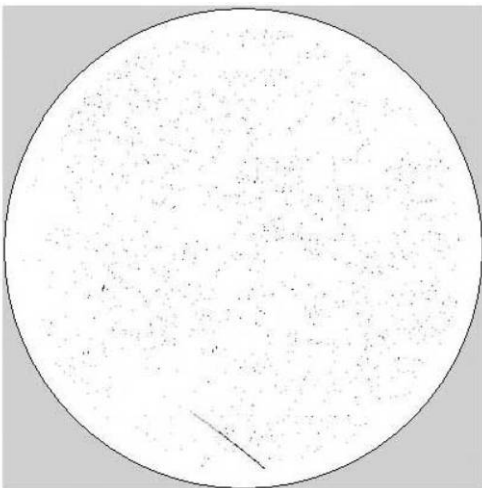
【 図 1 0 】



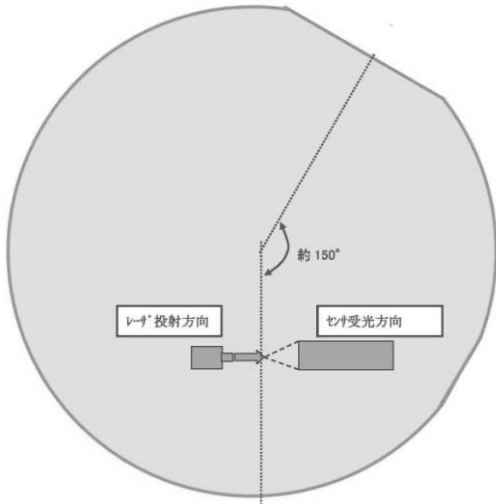
【 図 1 1 】



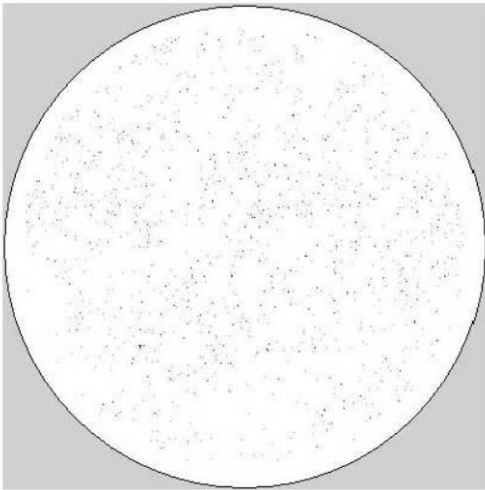
【 図 1 2 】



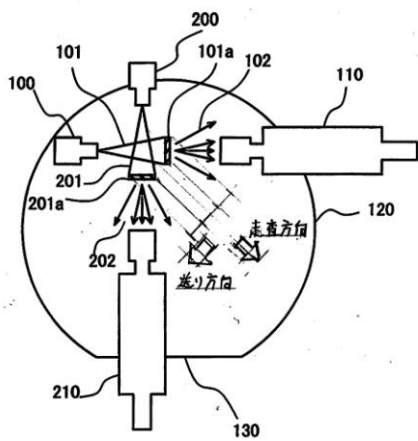
【 図 1 3 】



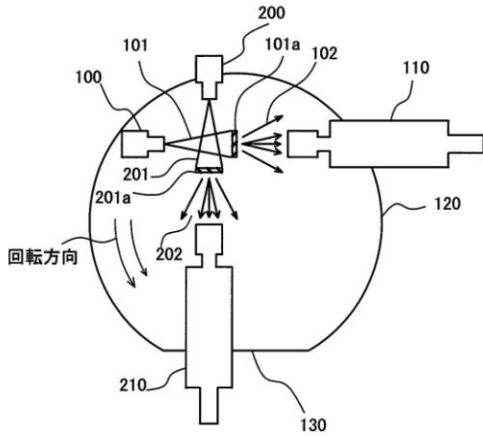
【 図 1 4 】



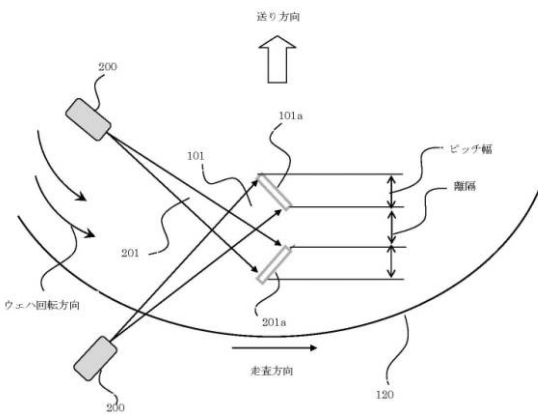
【 図 1 5 】



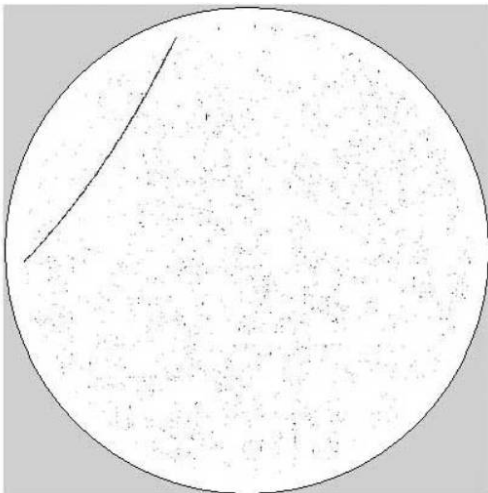
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

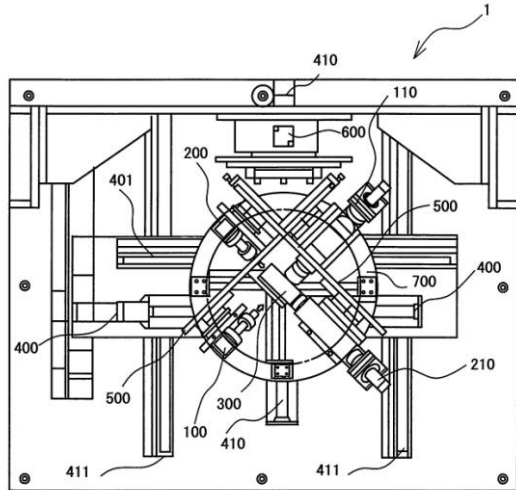


【 図 1 8 】

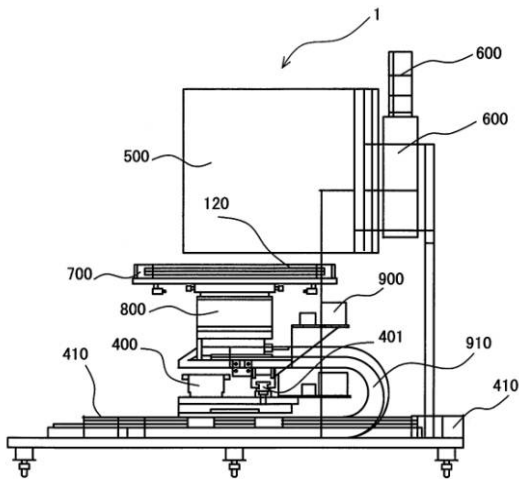




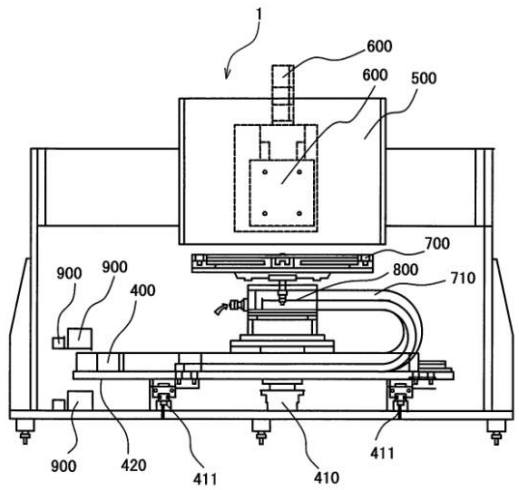
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 1 N 21/95 A

(72)発明者 浅川 和宣

山梨県南アルプス市曲輪田 5 9 5 - 2 株式会社山梨技術工房

Fターム(参考) 2G051 AA41 AA42 AA51 AA56 AA71 AB02 BA10 BB01 BB02 BC05  
CA01 CA06 CA07 CB05 DA07 DA08