

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6658051号
(P6658051)

(45) 発行日 令和2年3月4日(2020.3.4)

(24) 登録日 令和2年2月10日(2020.2.10)

| | | | | | |
|---------------|---------------|------------------|--------|--------|---|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| GO 1 N | 21/956 | (2006.01) | GO 1 N | 21/956 | A |
| HO 1 L | 21/66 | (2006.01) | HO 1 L | 21/66 | K |
| | | | HO 1 L | 21/66 | J |

請求項の数 24 (全 10 頁)

| | |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2016-26900 (P2016-26900)</p> <p>(22) 出願日 平成28年2月16日 (2016.2.16)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-146152 (P2017-146152A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年8月24日 (2017.8.24)</p> <p>審査請求日 平成30年5月28日 (2018.5.28)</p> | <p>(73) 特許権者 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号</p> <p>(74) 代理人 100082175 弁理士 高田 守</p> <p>(74) 代理人 100106150 弁理士 高橋 英樹</p> <p>(74) 代理人 100148057 弁理士 久野 淑己</p> <p>(72) 発明者 渡部 俊一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内</p> <p>審査官 蔵田 真彦</p> |
|--|---|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハの検査装置、ウエハの検査方法および半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ウエハを保持するためのウエハ保持機構と、
前記ウエハに遮断され、前記ウエハの第1面から第2面までを貫通したクラックを通過する照射光を前記第1面に照射する光源と、
前記第2面側に設けられ、前記ウエハを通過した前記照射光を受光し、受光した前記照射光に応じた信号を発する受光部と、
を備え、
前記光源が発する光は赤外光を含み、
前記受光部は前記赤外光を撮像せず、前記赤外光の周波数には感度を有しないことを特徴とするウエハの検査装置。

10

【請求項2】

前記照射光は、波長が1100nm以下であることを特徴とする請求項1に記載のウエハの検査装置。

【請求項3】

前記照射光は、非赤外光であることを特徴とする請求項1に記載のウエハの検査装置。

【請求項4】

前記受光部は、前記照射光の周波数に感度を有することを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のウエハの検査装置。

【請求項5】

20

前記信号を用いて前記クラックの有無を判定する判定部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のウエハの検査装置。

【請求項 6】

前記信号は、前記ウエハを通過した前記照射光の輝度を示す信号を含み、
前記判定部は、前記輝度を閾値と比較することを特徴とする請求項 5 に記載のウエハの検査装置。

【請求項 7】

前記光源は、前記ウエハと前記ウエハ保持機構によって遮光された空間に配置されることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載のウエハの検査装置。

【請求項 8】

前記空間の圧力を調整する圧力調整部を備え、
前記ウエハ保持機構は、前記ウエハを吸着するための吸着機構を備えることを特徴とする請求項 7 に記載のウエハの検査装置。

【請求項 9】

前記圧力調整部は、前記空間を加圧することを特徴とする請求項 8 に記載のウエハの検査装置。

【請求項 10】

前記圧力調整部は、前記空間を減圧することを特徴とする請求項 8 に記載のウエハの検査装置。

【請求項 11】

前記ウエハを加熱する温度調整部を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 10 の何れか 1 項に記載のウエハの検査装置。

【請求項 12】

前記光源、前記ウエハ保持機構および前記受光部を外部空間から遮光するための筐体を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載のウエハの検査装置。

【請求項 13】

ウエハに遮断され、前記ウエハの第 1 面から第 2 面までを貫通したクラックを通過する照射光を赤外光とともに前記第 1 面に照射した状態で、前記第 2 面側に設けられた受光部によって前記ウエハを通過した前記照射光を受光する受光工程と、

前記受光部が発する、前記ウエハを通過した前記照射光に応じた信号から前記貫通したクラックの有無を判定する判定工程と、

を備え、

前記受光部は前記赤外光を撮像せず、前記赤外光の周波数には感度を有しないことを特徴とするウエハの検査方法。

【請求項 14】

前記照射光は、波長が 1100nm 以下であることを特徴とする請求項 13 に記載のウエハの検査方法。

【請求項 15】

前記照射光は、非赤外光であることを特徴とする請求項 13 に記載のウエハの検査方法。

【請求項 16】

前記受光部は、前記照射光の周波数に感度を有することを特徴とする請求項 13 ~ 15 の何れか 1 項に記載のウエハの検査方法。

【請求項 17】

前記信号は、前記ウエハを通過した前記照射光の輝度を示す信号を含み、
前記判定工程は、前記輝度を閾値と比較する工程を含むことを特徴とする請求項 13 ~ 16 の何れか 1 項に記載のウエハの検査方法。

【請求項 18】

前記照射光は、前記ウエハと、前記ウエハを保持するウエハ保持機構によって遮光された空間に配置された光源から発せられることを特徴とする請求項 13 ~ 17 の何れか 1 項

10

20

30

40

50

に記載のウエハの検査方法。

【請求項 19】

前記受光工程は、
前記ウエハ保持機構に前記ウエハを吸着する工程と、
前記空間の圧力を調整する圧力調整工程と、
を備えることを特徴とする請求項 18 に記載のウエハの検査方法。

【請求項 20】

前記圧力調整工程は、前記空間を加圧することを特徴とする請求項 19 に記載のウエハの検査方法。

【請求項 21】

前記圧力調整工程は、前記空間を減圧することを特徴とする請求項 19 に記載のウエハの検査方法。

【請求項 22】

前記受光工程は、前記ウエハを加熱する工程を備えることを特徴とする請求項 13 ~ 21 の何れか 1 項に記載のウエハの検査方法。

【請求項 23】

前記受光工程は、前記照射光を発する光源、前記ウエハおよび前記受光部を外部空間から遮光する工程を含むことを特徴とする請求項 13 ~ 22 の何れか 1 項に記載のウエハの検査方法。

【請求項 24】

請求項 13 ~ 23 の何れか 1 項に記載のウエハの検査方法を実施する工程を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はウエハの検査装置、それを利用したウエハの検査方法および半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ウエハからの散乱光を撮像し、クラックを検出する方法が開示されている。一般に、ウエハ表層においてクラック部分には応力が発生している。この応力によって散乱光の偏向方向が変化する。上記方法は、偏向方向の変化を検知することで、クラックを検出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2011/062279 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に示される方法では、ウエハ表層におけるクラックの有無が検出される。このため、検出したクラックがウエハの表面から裏面まで貫通しているかを判断することが出来ない。

【0005】

本発明は、上述の問題点を解決するためになされたもので、第 1 の目的は、ウエハの表面から裏面まで貫通したクラックを検出するウエハの検査装置を得ることである。

第 2 の目的は、ウエハの表面から裏面まで貫通したクラックを検出するウエハの検査方法を得ることである。

第 3 の目的は、ウエハの表面から裏面まで貫通したクラックを検出するウエハの検査方法を用いた半導体装置の製造方法を得ることである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係るウエハの検査装置は、ウエハを保持するためのウエハ保持機構と、前記ウエハに遮断され、前記ウエハの第1面から第2面までを貫通したクラックを通過する照射光を前記第1面に照射する光源と、前記第2面側に設けられ、前記ウエハを通過した前記照射光を受光し、受光した前記照射光に応じた信号を発する受光部と、を備え、前記光源が発する光は赤外光を含み、前記受光部は前記赤外光を撮像せず、前記赤外光の周波数には感度を有しない。

【0007】

本発明に係るウエハの検査方法は、ウエハに遮断され、前記ウエハの第1面から第2面までを貫通したクラックを通過する照射光を赤外光とともに前記第1面に照射した状態で、前記第2面側に設けられた受光部によって前記ウエハを通過した前記照射光を受光する受光工程と、前記受光部が発する、前記ウエハを通過した前記照射光に応じた信号から前記貫通したクラックの有無を判定する判定工程と、を備え、前記受光部は前記赤外光を撮像せず、前記赤外光の周波数には感度を有しない。

10

【発明の効果】

【0008】

本発明におけるウエハの検査装置では、ウエハに第1面から第2面までを貫通したクラックが発生している場合に、クラック部分を照射光が通過する。この照射光は、貫通したクラックのない場所ではウエハにより遮断される。従って、受光部には照射光のうち、貫通したクラックを通過したもののみが到達する。この結果、受光部は照射光に応じた信号を発する。この信号を用いて、表面から裏面に貫通しているクラックの有無を判断することが出来る。

20

【0009】

本発明におけるウエハの検査方法では、ウエハに第1面から第2面までを貫通したクラックが発生している場合に、クラック部分を照射光が通過する。この照射光は、貫通したクラックのない場所ではウエハにより遮断される。従って、受光部には照射光のうち、貫通したクラックを通過したもののみが到達する。この結果、受光部は照射光に応じた信号を発する。この信号を用いて、表面から裏面に貫通しているクラックの有無を判断することが出来る。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1におけるウエハの検査装置の断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるウエハの断面図および平面図である。

【図3】本発明の実施の形態1におけるウエハの断面図およびウエハを撮像したイメージ図である。

【図4】本発明の実施の形態2におけるウエハの検査装置の断面図である。

【図5】本発明の実施の形態3におけるウエハの検査装置の断面図である。

【図6】本発明の実施の形態3における半導体装置の製造方法を説明するフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施の形態に係るウエハの検査装置、ウエハの検査方法および半導体装置の製造方法について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

【0012】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1におけるウエハの検査装置100の断面図である。ウエハの検査装置100は、ステージ14を備える。ステージ14は、上面が開放された筐体

50

である。ステージ14の上面には、ウエハ10を保持するためのウエハ保持ステージ12が配置される。ここで、ウエハ10には検査対象である半導体装置が形成されている。ステージ14およびウエハ保持ステージ12は、ウエハ保持機構16を構成する。

【0013】

ウエハ保持ステージ12には切欠き部13が設けられる。検査時には、切欠き部13の底面にウエハ10が配置される。この結果、ウエハ10はウエハ保持ステージ12によって外周部を保持される。

【0014】

ウエハ保持機構16およびウエハ10によって囲まれた空間18において、ステージ14の底面には光源20が配置される。光源20は、照射光を含む光をウエハ10の裏面102に照射する。ここで、照射光はウエハ10に遮断される。また、照射光はウエハ10の裏面102から表面104までを貫通したクラックを通過する。従って、ウエハ10が裏面102から表面104までを貫通したクラックを有する場合に、クラック部分を照射光が通過する。

10

【0015】

本実施の形態では、光源20が発する光は白色光である。また、光源20が発する光には、波長が360～830nmの可視光である照射光が含まれる。この変形例として、光源20は波長が360～830nmの単色光を発するものとしても良い。また、照射光として、シリコンを透過しない1100nm以下の波長の光を使用することが出来る。また、照射光はシリコンを透過しない非赤外光であるとしても良い。

20

【0016】

ウエハの検査装置100は、ウエハ10の表面104側に受光部22を備える。受光部22は、照射光の周波数に対して感度を有する受光素子を備える。また、受光素子は、照射光以外の周波数には感度を有しない。この結果、光源20が発する光のうち、ウエハ10を通過した照射光が受光部22によって受光される。さらに、受光部22は、撮像素子を備える。以上から、受光部22によって、ウエハ10の裏面102から表面104までを貫通したクラックを通過した照射光が撮像される。本実施の形態において、以上が、受光工程となる。

【0017】

また、光源20は、ウエハ保持機構16およびウエハ10によって、外部空間から遮光されている。これにより、クラック部分以外からの照射光の漏れが抑制される。また、光源20、ウエハ保持機構16、ウエハ10および受光部22は、筐体28に収められ、外部空間から遮光される。以上から、受光工程において、受光部22の受光感度を向上することが出来る。

30

【0018】

受光部22は、受光した照射光に応じた信号を発する。本実施の形態では、受光部22は、照射光を撮像することによって得られた受光像を、画像信号として受光像解析部24に通知する。受光像解析部24では、受光像から雑音を除去する画像処理が実施される。受光像解析部24で画像処理された受光像は、判定部26に通知される。判定部26では、裏面102から表面104までを貫通したクラックの有無を判定する。

40

【0019】

図2は、本実施の形態における検査対象であるウエハ10の断面図および平面図である。ウエハ10は、クラック106および108を有する。クラック106は、ウエハ10の表面104に発生し、裏面102までは進展していない。これに対し、クラック108は、ウエハ10の表面104から裏面102まで進展し、貫通している。なお、図2において、便宜上、断面図を水平方向に拡大している。

【0020】

図3は、本実施の形態におけるウエハ10の断面図およびウエハ10の受光像のイメージ図である。ウエハ10の表面104から裏面102まで貫通したクラック108では、クラック部分を照射光が通過する。従って、受光像にクラック108に対応した輝点11

50

0が生じる。これに対し、裏面102まで進展していないクラック106では、クラック部分を照射光が透過しない。このため、受光像に輝点は生じない。

【0021】

判定部26において、輝点110の輝度と閾値との比較演算が実施される。この結果、閾値よりも輝度が高い場合に、ウエハ10に表面104から裏面102まで進展したクラックが発生していると判定される。本実施の形態において、以上が判定工程となる。従って、受光工程および判定工程を備えた検査方法によって、ウエハ10の表面104から裏面102まで進展したクラックを検出することができる。

【0022】

表面から裏面まで進展したクラックが発生しているウエハに、成膜工程を実施すると、クラックを通して成膜装置のステージに膜が堆積する。また、洗浄工程では、クラックから薬液漏れが発生する。従って、製造装置が汚染される。さらに、製造装置内でウエハ割れが発生する可能性がある。従って、表面から裏面まで進展したクラックが発生したウエハを検出することで、製造装置の汚染および工程内でのウエハ割れを防止することが可能になる。

10

【0023】

光源20が発する光がシリコンを透過する赤外光を含む場合、赤外光によって、ウエハ10内部の欠陥およびパーティクルが検出される。この場合、受光像からウエハ10の裏面102から表面104までを貫通したクラック108を識別することが困難になる。これに対し、本実施の形態では、受光部22は照射光以外の周波数には感度を有しない。このため、光源20が照射光とともに赤外光を発する場合も、受光部22は赤外光に反応しない。従って、クラック108を通過する照射光のみを撮像することが可能になる。

20

【0024】

本実施の形態の変形例として、光源20は、ウエハ10に遮断され、ウエハ10の裏面102から表面104までを貫通したクラックを通過する照射光のみを発するものとしてもよい。本変形例では、受光部22において赤外光を遮断する必要がなくなる。また、別の変形例として、光源20と受光部22との間に照射光以外の周波数を遮断するフィルターを設けても良い。

【0025】

また、本実施の形態では、判定部26において、ウエハ10の裏面102から表面104までを貫通したクラックの有無を判定するものとした。これに対し、受光像を使用者が目視で確認し、クラックの有無を判定するものとしても良い。

30

【0026】

本実施の形態ではウエハの第1面が裏面102に対応し、第2面が表面104に対応する。これに対し、第1面が表面104に対応し、第2面が裏面102に対応するものとしてもよい。

【0027】

実施の形態2

図4は、実施の形態2におけるウエハの検査装置200の断面図である。本実施の形態では、ウエハの検査装置200は、圧力調整部230を備える。圧力調整部230は、ウエハ保持機構216およびウエハ10によって囲まれた空間18を加圧する。本実施の形態では、圧力調整部230は、空間18にガスを入れることで加圧を行う。この時、空間18の圧力はウエハ10の厚さに応じて調整する。本実施の形態では、加圧前との差圧を0.5kPa以下に設定する。

40

【0028】

ウエハ保持ステージ212は、真空吸着穴231を備える。真空吸着穴231には図示しない真空ポンプが接続される。真空ポンプによって、真空吸着穴231は減圧される。この結果、ウエハ10の外周部はウエハ保持機構216に吸着される。従って、空間18は密閉される。真空吸着穴231および真空ポンプは、吸着機構を構成する。

【0029】

50

空間 18 を密閉した状態で加圧すると、ウエハ 10 に応力が加わる。この結果、ウエハ 10 は空間 18 を広げる方向に凸型に変形する。本実施の形態において、受光工程は、ウエハ 10 をウエハ保持機構 216 に吸着する工程と、加圧によりウエハ 10 を凸型に変形させる圧力調整工程とを備える。

【0030】

ウエハ 10 が凸型に変形した状態では、クラックの隙間が広がる。ここで、ウエハ 10 の表面 104 から裏面 102 まで貫通したクラックにおいて、亀裂が接合し、照射光が通過しない状態となる場合がある。ウエハ 10 を凸型に変形させることで、このようなクラックの隙間を広げ、照射光が通過する状態にすることが出来る。従って、空間 18 を加圧することで、潜在したクラックを検出することが可能になる。

10

【0031】

本実施の形態の変形例として、圧力調整部 230 は、空間 18 を減圧するものとしてもよい。この場合、ウエハ 10 は、加圧の場合と逆方向に凸型に変形する。本変形例においても、ウエハを凸型に変形させることで、潜在したクラックを検出することが可能になる。

【0032】

実施の形態 3 .

図 5 は、実施の形態 3 におけるウエハの検査装置 300 の断面図である。ウエハの検査装置 300 は、圧力調整部 230 が温度調整部 332 に置き換わった以外は、ウエハの検査装置 200 と同様である。温度調整部 332 は、ウエハ 10 の温度を調整する。本実施の形態ではウエハ 10 を加熱することで、ウエハ 10 に応力を与える。これにより、クラックの隙間が広がる。従って、ウエハ 10 を加熱した状態で受光工程を実施することで、実施の形態 2 と同様に、潜在したクラックを検出することが出来る。

20

【0033】

温度調整部 332 は、空間 18 にヒーターを備える。ヒーターによって空間 18 を加熱することで、ウエハ 10 の温度を上昇させる。また、温度調整部 332 は、予め温度調整したガスを空間 18 に送風するものとしてもよい。本実施の形態において、ウエハ 10 の温度は常温 ~ 200 である。

【0034】

本実施の形態では、ウエハ 10 を加熱することでウエハ 10 に応力を与える。本実施の形態の変形例として、密閉された空間 18 の温度を温度調整部 332 によって上昇させることで、空間 18 の圧力を上昇させるものとしてもよい。本変形例では、空間 18 の圧力が上昇することで、実施の形態 2 と同様にウエハ 10 が凸型に変形する。従って、潜在したクラックを検出することができる。

30

【0035】

図 6 は、本実施の形態における半導体装置の製造方法を説明するフローチャートである。本実施の形態における半導体装置の製造方法は、上述したウエハの検査方法を実施する工程を備える。まず、検査 1 において、ウエハに対して実施の形態 1 で示した受光工程を実施する (ステップ 1)。検査 1 において、空間 18 の加熱は実施しない。次に損傷判定を実施する (ステップ 2)。この損傷判定では、実施の形態 1 で示した判定工程を実施する。判定工程において、受光像に生じた輝点 110 の輝度と、閾値を比較する。この結果、輝度が閾値よりも高い場合に、次工程への流動不可と判定される。

40

【0036】

次に、ステップ 2 において流動可能と判定されたウエハについて、検査 2 を実施する (ステップ 3)。検査 2 では、温度調整部 332 によってウエハ 10 を加熱する。加熱によりウエハ 10 に応力を加えた状態で、受光工程を実施する。次に、損傷判定を実施する (ステップ 4)。この損傷判定では、応力によりクラックの隙間が広がった状態の受光像について判定工程が実施される。従って、ステップ 2 では検出されない潜在したクラックを検出することが出来る。ステップ 4 において、受光像に生じた輝点 110 の輝度が閾値よりも高い場合に、次工程への流動不可と判定される。ステップ 4 において、流動可能と判

50

定されたウエハは、次工程に進む。

【 0 0 3 7 】

以上の工程を含む製造方法によれば、潜在したクラックも含めて、ウエハ 1 0 の表面 1 0 4 から裏面 1 0 2 まで進展したクラックを検出することが出来る。従って、製造装置の汚染および工程内でのウエハ割れを抑制することができる。この結果、製造装置の稼働率低下を防止することが可能になる。なお、ステップ 1 ~ 4 は、半導体装置の製造工程のうち、ウエハ工程の任意の工程で実施するものとして良い。また、ステップ 2 およびステップ 3 の間に、別の工程を実施するものとしても良い。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態では、工程を常温の工程（ステップ 1、2）および高温の工程（ステップ 3、4）に分けている。常温の工程では、ウエハ 1 0 に応力を加えない状態においても照射光が通過する損傷の大きなクラックが検出される。高温の工程では、潜在したクラックが検出される。以上から、検査時間の長い高温の工程を全てのウエハについて実施する必要がなくなる。従って、製造工程が効率化される。

10

【 0 0 3 9 】

本実施の形態における半導体装置の製造方法では、ステップ 3 において加熱によりウエハ 1 0 に応力を加えた。この変形例として、ステップ 3 において、実施の形態 2 で示したように、空間 1 8 を加圧することでウエハ 1 0 に応力を加えても良い。本変形例では、ステップ 3 は、加圧によりウエハ 1 0 が凸型に変形した状態で実施される。本変形例においても、ステップ 3 および 4 において潜在したクラックを検出することが出来る。また、ステップ 3 において、ウエハ 1 0 に対して加熱と共に加圧を実施するものとしても良い。

20

【 0 0 4 0 】

本実施の形態の別の変形例として、半導体装置の製造方法はステップ 3 および 4 のみを実施するものとしても良い。本変形例では、全てのウエハに対して、加熱により応力を加えた状態で検査方法が実施される。本変形例では、常温の工程が省かれるため、製造方法が単純化される。

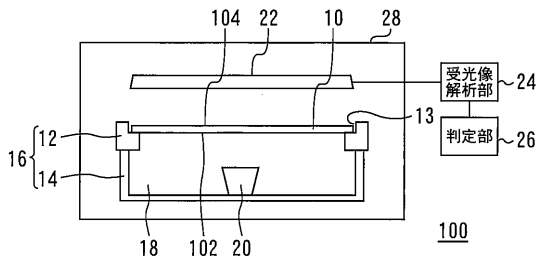
【 符号の説明 】

【 0 0 4 1 】

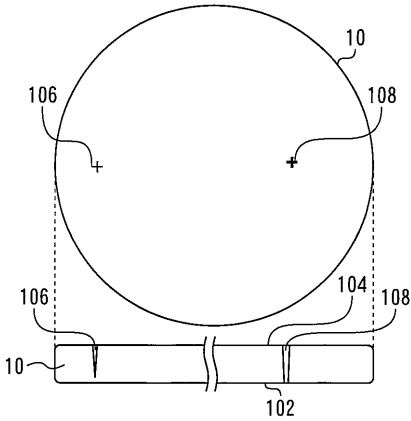
1 0 0、2 0 0、3 0 0 検査装置、1 0 ウエハ、1 6 ウエハ保持機構、1 8 空間、2 0 光源、2 2 受光部、2 6 判定部、2 8 筐体、1 0 8 クラック、2 3 0 圧力調整部、3 3 2 温度調整部

30

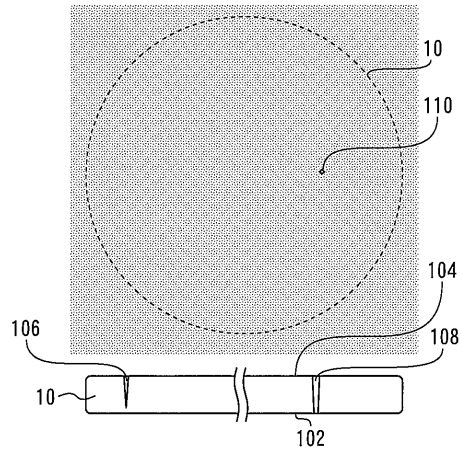
【図1】



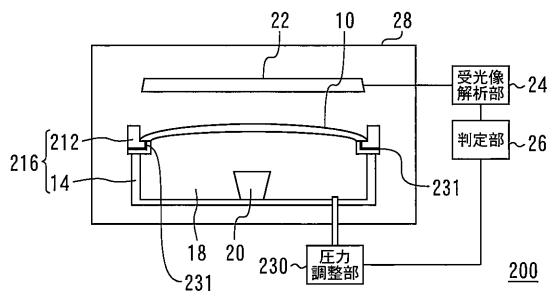
【図2】



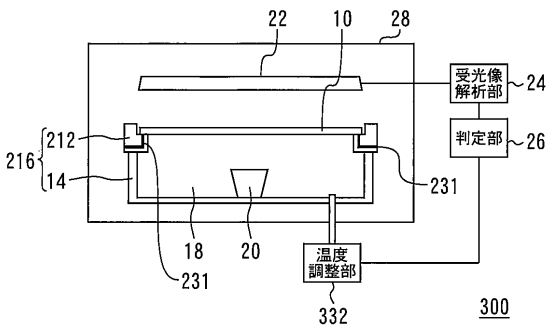
【図3】



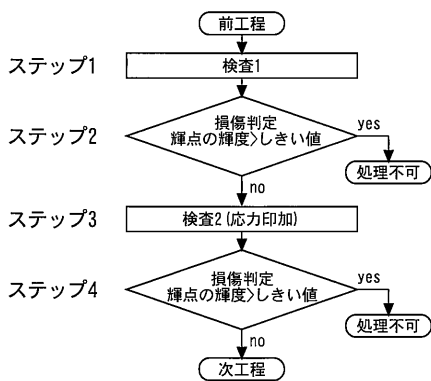
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-154708(JP,A)
特開2012-242089(JP,A)
特開2001-021490(JP,A)
特開2006-038775(JP,A)
特開2013-127383(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0102771(US,A1)
米国特許出願公開第2014/0152976(US,A1)
特開2005-283582(JP,A)
特開2012-2648(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958

H01L 21/66