(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5775374号
(P5775374)
(45)発行日　平成27年9月9日(2015.9.9)　(24)登録日　平成27年7月10日(2015.7.10)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 5/20 (2006.01)　G02B 5/20 101

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21)出願番号　特願2011-136213(P2011-136213)
(22)出願日　平成23年6月20日(2011.6.20)
(65)公開番号　特開2013-3437(P2013-3437A)
(43)公開日　平成25年1月7日(2013.1.7)
審査請求日　平成26年2月24日(2014.2.24)

(73)特許権者　000102692
ＮＴＮ株式会社
大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号
(74)代理人　110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72)発明者　清水　茂夫
静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内

審査官　井亀　諭

最終頁に続く

(54)【発明の名称】欠陥修正装置および欠陥修正方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
修正針を用いて基板上の異物を除去することにより前記基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正装置であって、
前記修正針は、先端部と前記先端部に接続されている本体部とを含み、
前記修正針の前記先端部には直線状の稜線部が形成されており、
前記稜線部は、前記修正針に形成された第１の平坦面と、前記第１の平坦面に交差し、前記基板と対峙する第２の平坦面との交線により構成されており、
前記先端部は、前記本体部と接続されている部分から前記稜線部に行くにつれて、前記第１の平坦面および前記第２の平坦面の幅と、前記第１の平坦面と前記第２の平坦面との間の厚みが徐々に小さくなるように形成されており、
前記修正針は、前記第１の平坦面と前記基板との成す角度が９０度未満であって、前記稜線部が前記基板と線接触するように設けられている、欠陥修正装置。
【請求項２】
前記修正針には、前記修正針の上方から前記修正針の前記先端部と前記異物との接触状態を観察可能となるよう、前記第１の平坦面から見て前記第２の平坦面とは反対側に第３の平坦面がさらに形成されている、請求項１に記載の欠陥修正装置。
【請求項３】
複数の前記修正針を備える、請求項１または請求項２に記載の欠陥修正装置。
【請求項４】

前記基板との距離を変更可能に前記修正針を保持する保持部材をさらに備える、請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の欠陥修正装置。
【請求項５】
前記保持部材は、前記修正針に負荷されるべき外力により変形可能な弾性部材を含む、請求項４に記載の欠陥修正装置。
【請求項６】
前記保持部材は、
前記修正針に連結されたベース部材と、
前記ベース部材を支持する支持部材とをさらに含み、
前記ベース部材は、前記支持部材との間に磁力を発生させるための第１磁性部材を含み、
前記支持部材は、前記ベース部材との間に磁力を発生させるための第２磁性部材を含む、請求項４または請求項５に記載の欠陥修正装置。
【請求項７】
前記保持部材は、前記修正針を回動可能に保持することにより、前記基板の表面と前記修正針の長手方向との成す角度を任意に変更可能としている、請求項６に記載の欠陥修正装置。
【請求項８】
前記修正針と前記基板との接触を検出する検出部材をさらに備える、請求項１～請求項７のいずれか１項に記載の欠陥修正装置。
【請求項９】
前記修正針により除去された前記異物を回収する回収部材をさらに備える、請求項１～請求項８のいずれか１項に記載の欠陥修正装置。
【請求項１０】
修正針を用いて基板上の異物を除去することにより前記基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正方法であって、
前記修正針は、先端部と前記先端部に接続されている本体部とを含み、
前記修正針の前記先端部には直線状の稜線部が形成されており、
前記稜線部は、前記修正針に形成された第１の平坦面と、前記第１の平坦面に交差し、前記基板と対峙する第２の平坦面との交線により構成されており、
前記先端部は、前記本体部と接続されている部分から前記稜線部に行くにつれて、前記第１の平坦面および前記第２の平坦面の幅と、前記第１の平坦面と前記第２の平坦面との間の厚みが徐々に小さくなるように形成されており、
前記第１の平坦面と前記基板との成す角度が９０度未満となるように、前記稜線部を前記基板に線接触させて前記異物を除去する、欠陥修正方法。
【請求項１１】
前記修正針を前記基板に接触させて前記異物を除去する前に、前記基板の前記異物が含まれる局所範囲を加熱する工程を備える、請求項１０に記載の欠陥修正方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、欠陥修正装置および欠陥修正方法に関するものであり、より特定的には、修正針を用いて基板上の異物を除去することにより基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正装置および欠陥修正方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
フラットパネルディスプレイに用いられる基板は、ガラスや樹脂などの基板上にパターンや薄膜などを積層することにより作製される。図２３および図２４を参照して、たとえばフラットパネルディスプレイに用いられるカラーフィルタ基板２００は、ガラス基板２００ａ上に着色層２００ｂおよび保護層２００ｃを積層することにより作製される。

【０００３】
カラーフィルタ基板２００の作製においては、着色層２００ｂおよび保護層２００ｃの薄膜中に、着色層２００ｂや保護層２００ｃを形成するための材料であるレジストなどの液体材料に含まれる塊状物、あるいは大気中の埃などが異物３００として混入する場合がある。薄膜中に混入した異物３００を、洗浄やエアブローなどの方法により除去することは困難であり、異物３００は、たとえばレーザ照射や研磨などの方法により除去される。また、異物３００を除去する他の方法としては、修正針を操作して異物３００を除去する方法が提案されている（たとえば特許文献１～５参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００２－１３１５２７号公報
【特許文献２】特開２００８－２６１９９５号公報
【特許文献３】特開２００９－２７２４８４号公報
【特許文献４】特開２０１０－１５２０７８号公報
【特許文献５】特開２００５－１０７３１８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
図２５～図２７を参照して、特許文献１～５において提案されている方法では、異物３００を除去するための修正針として、円錐形状を有し、かつ先端部に平坦面あるいは球面部が形成された修正針１１０が用いられる。修正針１１０の先端部に形成された平坦面および球面部の半径は、数μｍ～数十μｍとされる。修正針１１０による異物３００の除去においては、修正針１１０の接触によりガラス基板２００ａ上に形成された着色層２００ｂおよび保護層２００ｃ、またはガラス基板２００ａに外力が負荷され、カラーフィルタ基板２００が損傷を受けるという問題点がある。
【０００６】
また、異物３００が小さい場合は、修正針１１０の操作により容易に異物３００を除去することができる。具体的には、異物３００が数μｍの大きさであれば、たとえば修正針１１０の先端部の平坦面の半径を２μｍ、修正針１１０とカラーフィルタ基板２００とのなす角度を１０度として修正針１１０を操作することにより、容易に異物３００を除去することができる。しかし、異物３００が大きい場合、たとえば数十μｍ～数百μｍの大きさである場合は、修正針１１０を繰り返し操作して異物３００を除去する必要があり、これにより、カラーフィルタ基板２００が受ける損傷がさらに大きくなる。
【０００７】
これに対して、図２８～図３０を参照して、先端部の平坦面の半径が数十μｍから数百μｍの修正針１１０によれば、修正針１１０を繰り返し操作する回数を少なくすることができる。しかし、修正針１１０とカラーフィルタ基板２００とは点接触する。そのため、修正針１１０の接触によりカラーフィルタ基板２００に負荷される圧力を低減することはできず、カラーフィルタ基板２００が受ける損傷を効果的に抑制することはできない。
【０００８】
本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、修正針の接触による基板の損傷を抑制することができる、欠陥修正装置および欠陥修正方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明に従った欠陥修正装置は、修正針を用いて基板上の異物を除去することにより基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正装置である。この欠陥修正装置の修正針は、先端部と先端部に接続されている本体部とを含む。この欠陥修正装置の修正針の先端部には、直線状の稜線部が形成されている。該稜線部は、修正針に形成された第１の平坦面

と、第１の平坦面に交差し、基板と対峙する第２の平坦面との交線により構成されている。先端部は、本体部と接続されている部分から稜線部に行くにつれて、第１の平坦面および第２の平坦面の幅と、第１の平坦面と第２の平坦面との間の厚みが徐々に小さくなるように形成されている。修正針は、第１の平坦面と基板との成す角度が９０度未満であって、稜線部が基板と線接触するように設けられている。

【００１０】

本発明に従った欠陥修正装置においては、修正針の先端部には直線状の稜線部が形成されている。そのため、修正針は、当該稜線部において基板に対して線接触することができる。したがって、本発明に従った欠陥修正装置によれば、修正針と基板とが点接触する場合に比べて修正針の接触による基板への負荷が低減され、修正針の接触による基板の損傷を抑制することができる。また、交差する任意の２つの平坦面を修正針に設けることにより、容易に稜線部を形成することができる。また、上記の欠陥修正装置において、第１の平坦面と第２の平坦面とが交差して形成される角は鋭角であってもよい。

【００１２】

上記の欠陥修正装置において、修正針には、修正針の上方から修正針の先端部と異物との接触状態を観察可能となるよう、第１の平坦面から見て第２の平坦面とは反対側に第３の平坦面がさらに形成されていてもよい。これにより、修正針の先端部と異物との接触状態を観察しつつ、修正針により異物を除去することができる。

【００１３】

上記の欠陥修正装置は、複数の修正針を備えていてもよい。これにより、当該欠陥修正装置は、先端部の形状が異なる複数の修正針を備えることができる。その結果、修正作業を効率化することができる。

【００１４】

上記の欠陥修正装置は、基板との距離を変更可能に修正針を保持する保持部材をさらに備えていてもよい。これにより、当該修正針と基板とが接触した際、当該修正針に負荷される外力が緩和される向きに修正針が移動する。その結果、修正針の接触による基板の損傷が抑制される。

【００１５】

上記の欠陥修正装置において、保持部材は、修正針に負荷されるべき外力により変形可能な弾性部材を含んでいてもよい。これにより、修正針と基板とが接触した際、修正針に負荷される外力、すなわち基板からの抗力により弾性部材が変形し、基板が修正針から受ける力が緩和される。その結果、修正針の接触による基板の損傷が抑制される。

【００１６】

上記の欠陥修正装置において、保持部材は、修正針に連結されたベース部材と、ベース部材を支持する支持部材とをさらに含んでいてもよい。また、ベース部材は、支持部材との間に磁力を発生させるための第１磁性部材を含んでいてもよい。また、支持部材は、ベース部材との間に磁力を発生させるための第２磁性部材を含んでいてもよい。これにより、支持部材は、ベース部材を磁力により支持することができる。そして、修正針と基板とが接触した際、当該修正針に負荷される外力によりベース部材と支持部材との間に微小な隙間が形成されることにより、あるいはベース部材が支持部材に対してスライドすることにより、基板が修正針から受ける力が緩和される。その結果、修正針の接触による基板の損傷が抑制される。

【００１７】

上記の欠陥修正装置において、保持部材は、修正針を回動可能に保持することにより、基板の表面と修正針の長手方向との成す角度を任意に変更可能としていてもよい。これにより、修正針を基板に接触させる角度を、異物の除去に適するように選択することができる。

【００１８】

上記の欠陥修正装置は、修正針と基板との接触を検出する検出部材をさらに備えてもよい。これにより、修正針と基板との接触を確認することができる。

【００１９】
上記の欠陥修正装置は、修正針により除去された異物を回収する回収部材をさらに備えていてもよい。これにより、修正針により除去された異物を基板上に残すことなく、異物の除去を完了することができる。
【００２０】
本発明に従った欠陥修正方法は、修正針を用いて基板上の異物を除去することにより基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正方法である。修正針は、先端部と先端部に接続されている本体部とを含み、修正針の先端部には直線状の稜線部が形成されており、稜線部は、修正針に形成された第１の平坦面と、第１の平坦面に交差し、基板と対峙する第２の平坦面との交線により構成されている。先端部は、本体部と接続されている部分から稜線部に行くにつれて、第１の平坦面および第２の平坦面の幅と、第１の平坦面と第２の平坦面との間の厚みが徐々に小さくなるように形成されている。当該欠陥修正方法においては、第１の平坦面と基板との成す角度が９０度未満となるように、修正針の稜線部を基板に線接触させて異物を除去する。
【００２１】
本発明に従った欠陥修正方法においては、修正針の先端部に形成された直線状の稜線部を基板に接触させつつ異物を除去する。そのため、修正針を基板に対して線接触させつつ異物を除去することができる。したがって、本発明に従った欠陥修正方法によれば、修正針の接触による基板への負荷が低減され、修正針の接触による基板の損傷を抑制することができる。
【００２２】
上記の欠陥修正方法は、修正針を基板に接触させて異物を除去する前に、基板において異物が含まれる局所範囲を加熱する工程を備えていてもよい。これにより、基板と異物との固着が弱められるため、容易に異物を除去することができる。
【発明の効果】
【００２３】
以上の説明から明らかなように、本発明の欠陥修正装置および欠陥修正方法によれば、修正針の接触による基板の損傷を抑制することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２４】
【図１】実施の形態１に係る欠陥修正装置の構成を示す概略斜視図である。
【図２】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の構成を示す概略図である。
【図３】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の変形例を示す概略図である。
【図４】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の変形例を示す概略図である。
【図５】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の変形例を示す概略図である。
【図６】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の変形例を示す概略図である。
【図７】実施の形態１に係る修正針を用いた異物の除去方法を説明するための概略図である。
【図８】実施の形態１に係る修正針を用いた異物の除去方法を説明するための概略図である。
【図９】図８中の矢印Ａに示す向きから見た実施の形態１に係る修正針の構造を示す概略端面図である。
【図１０】実施の形態１に係る修正針の変形例の構造を示す概略図である。
【図１１】実施の形態１に係る修正針の変形例の構造を示す概略図である。
【図１２】図１１中の矢印Ｂに示す向きから見た実施の形態１に係る修正針の変形例の構

造を示す概略図である。
【図１３】実施の形態１に係る異物回収装置の構造を示す概略図である。
【図１４】実施の形態１に係る異物回収装置の他の構造を示す概略図である。
【図１５】実施の形態１に係る異物回収装置の他の構造を示す概略図である。
【図１６】実施の形態１に係る異物回収装置のさらに他の構造を示す概略図である。
【図１７】実施の形態１に係る修正針の変位をレーザ変位計により確認する態様を示す概略図である。
【図１８】実施の形態１に係る欠陥修正装置に備えられた焼成装置により基板に含まれる異物を加熱処理する態様を示す概略図である。
【図１９】実施の形態１に係る異物除去装置に含まれる修正針を斜め観察光学系により観察する態様を示す概略図である。
【図２０】実施の形態２に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の構成を示す概略図である。
【図２１】図２０中の矢印Ｃに示す向きより見た実施の形態２に係る欠陥修正装置に備えられた異物除去装置の構成を示す概略図である。
【図２２】実施の形態２に係る異物除去装置による異物の回収方法を説明するための概略図である。
【図２３】従来技術におけるカラーフィルタ基板の構造と当該カラーフィルタ基板に含まれる異物を示す概略図である。
【図２４】従来技術におけるカラーフィルタ基板の構造と当該カラーフィルタ基板に含まれる異物を示す概略図である。
【図２５】従来技術における修正針を用いた異物の除去方法を説明するための概略図である。
【図２６】従来技術における修正針を用いた異物の除去方法を説明するための概略図である。
【図２７】図２６中の矢印Ｄの向きから見た従来技術における修正針の構造を示す概略端面図である。
【図２８】従来技術における他の修正針の構造を示す概略図である。
【図２９】従来技術における他の修正針の構造を示す概略図である。
【図３０】図２９中の矢印Ｅの向きから見た従来技術における他の修正針の構造を示す概略端面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において、同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰り返さない。
【００２６】
（実施の形態１）
以下、本発明の実施の形態１について説明する。はじめに、図１を参照して、実施の形態１に係る欠陥修正装置１の構成について説明する。実施の形態１に係る欠陥修正装置１は、修正針を用いて基板上の異物を除去することにより基板上の微細パターンの欠陥を修正する欠陥修正装置である。欠陥修正装置１は、チャック３０Ａと、ＸＹステージ３０Ｂと、観察光学系４０と、画像処理部５０と、モニタ５１と、異物除去装置１０と、塗布装置６０と、Ｚステージ７０と、レーザ部８０と、制御用コンピュータ９０Ａと、ホストコンピュータ９０Ｂとを備えている。
【００２７】
チャック３０Ａは、除去すべき異物を含む基板２を保持する。ＸＹステージ３０Ｂは、基板２を保持するチャック３０Ａを図１中ＸＹ平面内において移動可能に保持する。観察光学系４０は、上方より基板２を観察可能な位置に配置されている。モニタ５１は、観察光学系４０により観察された基板２の画像を映し出す。画像処理部５０は、基板２の欠陥を認識する。

【００２８】
異物除去装置１０は、異物除去装置１０に含まれる修正針により、基板２に含まれる異物を除去する。また、欠陥修正装置１は、修正針と基板２との接触を検出する検出部材と、修正針により除去された異物を回収する回収部材としての異物回収装置と、基板２を加熱処理するための加熱装置とをさらに含んでいてもよい。検出部材、異物回収装置および加熱装置については後述する。
【００２９】
レーザ部８０は、修正針により異物が除去された後、レーザ光を照射することにより、基板２の異物が除去された部分を整形する。塗布装置６０は、修正針により異物が除去された後、基板２に適当な補修剤を塗布して、薄膜またはパターンが剥離した部分を修正する。
【００３０】
Ｚステージ７０は、観察光学系４０と、塗布装置６０と、レーザ部８０とを図１中Ｚ軸方向へ移動可能に保持する。制御用コンピュータ９０Ａは、欠陥修正装置１の動作を制御する。ホストコンピュータ９０Ｂは、欠陥修正装置１の全体を制御する。
【００３１】
次に、異物除去装置１０の構成について説明する。図２を参照して、異物除去装置１０は、異物を除去するための修正針１１と、修正針１１を保持する保持部材としての修正針ホルダ１２、Ｚテーブル１３、スライダ１５およびＸＹＺステージ１６と、検出部材としてのＺテーブル変位計１３ｂとを含んでいる。修正針ホルダ１２は、修正針１１を固定する。修正針ホルダ１２は、Ｚテーブル１３に固定される。Ｚテーブル１３は、スライダ１５に形成されたスライダ軸部１５ａに沿って移動可能に保持される。Ｚテーブル１３は、その自重により、スライダ軸部１５ａの下端部に形成されたストッパ１５ｂに当接した状態となっている。スライダ１５は、ＸＹＺステージ１６に固定される。ＸＹＺステージ１６は、図１中Ｚ軸方向に移動可能とされ、また図１中ＸＹ平面内において移動可能とされていてもよい。
【００３２】
修正針１１は、保持部材としての修正針ホルダ１２、Ｚテーブル１３およびスライダ１５により、基板２との距離を変更可能に保持されている。具体的には、Ｚテーブル１３は、スライダ軸部１５ａに沿って、図１中Ｚ軸方向へ移動可能とされている。そのため、Ｚテーブル１３は、修正針１１と基板２とが接触した際、修正針１１に負荷される外力により、基板２から退避する向きに移動することができる。これにより、修正針１１により基板２に負荷される力は緩和され、修正針１１の接触による基板２の損傷を抑制することができる。また、Ｚテーブル１３のスライダ軸部１５ａに沿った移動は、Ｚテーブル変位計１３ｂにより検出される。これにより、修正針１１と基板２との接触や、基板２への修正針１１の押し込み量を把握することができる。
【００３３】
また、図３を参照して、ＸＹＺステージ１６は、ＸＹＺステージ１６の図１中Ｚ軸方向の移動を検出するためのＸＹＺステージ変位計１６ａを含んでいてもよい。これにより、ＸＹＺステージ変位計１６ａからの出力を監視することで、修正針１１と基板２との接触や、基板２への修正針１１の押し込み量を把握することができる。その結果、修正針１１の接触による基板２の損傷を抑制することができる。
【００３４】
図４を参照して、異物除去装置１０において、修正針１１に連結されたベース部材としての修正針ホルダ１２は、支持部材としてのＺテーブル１３との間に磁力を発生させるための第１磁性部材１２ａを含んでもよい。また、Ｚテーブル１３は、修正針ホルダ１２との間に磁力を発生させるための第２磁性部材１３ａを含んでもよい。
【００３５】
修正針ホルダ１２は、第１磁性部材１２ａと第２磁性部材１３ａとの間に発生する磁力により、Ｚテーブル１３に対して上方より着脱可能とされている。そのため、修正針１１

と基板２とが接触する際、修正針１１に負荷される外力により、修正針ホルダ１２とＺテーブル１３との間に微小な隙間が形成され、あるいは修正針ホルダ１２がＺテーブル１３に対してわずかにスライドする。これにより、修正針１１が基板２に負荷する力が緩和され、基板２の損傷を抑制することができる。

【００３６】

図５を参照して、異物除去装置１０は、保持部材として、修正針１１に負荷されるべき外力により変形可能な弾性部材１８を含んでいてもよい。具体的には、異物除去装置１０において、スライダ１５およびＺテーブル１３が省略され、修正針ホルダ１２を固定する固定台１７と、弾性部材１８とが含まれてもよい。弾性部材１８は、たとえば板ばねであってもよいし、ゴム製の部材であってもよい。

【００３７】

弾性部材１８は、修正針１１と基板とが接触した際、修正針１１に負荷される外力により撓み、修正針１１が基板に負荷する力を緩和する。これにより、修正針１１の接触による基板の損傷を抑制することができる。なお、図５では、スライダ１５およびＺテーブル１３を省略した異物除去装置１０について説明したが、図２および図４に示した異物除去装置１０のＺテーブル１３に、弾性部材１８が含まれてもよい。

【００３８】

図６を参照して、異物除去装置１０に含まれる保持部材は、修正針１１を回動可能に保持することにより、基板の表面と修正針１１の長手方向との成す角度を任意に変更可能としてもよい。具体的には、異物除去装置１０は、支持点１９ａにおいてＺテーブル１３に固定され、支持点１９ａを中心として修正針１１を図中Ｒ方向に回動可能に保持する回転部材１９を含んでいてもよい。これにより、修正針１１を基板に接触させる角度を異物の除去に適するように選択することができる。

【００３９】

次に、異物除去装置１０に含まれる修正針１１の構造について、図７～図１２に基づいて説明する。図７～図９を参照して、実施の形態１に係る修正針１１は、修正針１１の長手方向に垂直な第１の平坦面１１ａと、第１の平坦面１１ａと交差し、基板２と対峙する第２の平坦面１１ｂと、第１の平坦面１１ａから見て第２の平坦面１１ｂとは反対側に形成された第３の平坦面とを含んでいる。第１の平坦面１１ａは、四角形状であってもよいが、他の多角形状であってもよい。

【００４０】

修正針１１の先端部には、直線状の稜線部１１ｄが形成されている。より具体的には、稜線部１１ｄは、修正針１１の先端面である第１の平坦面１１ａと、第１の平坦面１１ａに交差し、基板２と対峙する第２の平坦面１１ｂとの交線により構成されている。このように、稜線部１１ｄは、交差する任意の２つの平坦面（ここでは、第１の平坦面１１ａと第２の平坦面１１ｂ）を修正針１１に設けることにより容易に形成することができる。なお、２つの平坦面が交差する状態とは、２つの平坦面が１の線分を共有するように隣り合う状態をいうものとする。

【００４１】

上記のように、修正針１１の先端部には、直線状の稜線部１１ｄが形成されている。そのため、修正針１１は、稜線部１１ｄによって、基板２に線接触することができる。したがって、修正針１１が基板２に点接触する場合に比べて、修正針１１と基板２との接触する領域が広くなる。これにより、修正針１１の接触による基板２への負荷が低減され、基板２の損傷を抑制することができる。修正針１１と基板２との接触する領域は、稜線部１１ｄの長さにより決定される。稜線部１１ｄの長さは、たとえば数μｍ～数十μｍとされてもよい。また、大きな異物の除去を目的とする場合には、数百μｍ～数ｍｍとされてもよい。

【００４２】

また、修正針１１において、第３の平坦面１１ｃは、修正針１１の上方から修正針１１の先端部と異物３との接触状態を観察可能となるように形成されていてもよい。具体的に

は、修正針１１は、先端部に向かうに従って細くなるテーパ形状（円錐台形状）を有していてもよい。これにより、基板２の上方から見た第１の平坦面１１ａの陰が小さくなる。そのため、修正針１１の上方から修正針１１の先端部と異物３との接触状態を観察しつつ、修正針１１により異物３を除去することができる。

【００４３】

また、修正針１１において、第１の平坦面１１ａと第２の平坦面１１ｂとが交差して形成される角は鋭角であってもよい。具体的には、図１０～図１２を参照して、修正針１１は、ノミのような形状を有していてもよい。すなわち、修正針１１の先端部は、先端に向かうに従って細くなる四角柱状あるいは四角錐状の形状を有し、その先端に第１の平坦面１１ａが形成されていてもよい。ノミ形状を有する修正針１１は、上記テーパ形状を有する修正針１１に比べてより容易に作製することができる。また、修正針１１にノミ形状を採用する場合には、上記図７～図９のようなテーパ形状を採用する場合に比べて修正針１１の厚みが増し、そのため修正針１１の強度を向上させることができる。

【００４４】

次に、異物回収装置について、図１３～図１６を参照して説明する。異物回収装置としては、触針型異物回収装置２２、ローラ型異物回収装置２３、テープ型異物回収装置２４などを採用することができる。図１３を参照して、触針型異物回収装置２２は、基本的には異物除去装置１０の構成と同様の構成を有しているが、修正針１１および修正針ホルダ１２に代えて、棒状粘着部材２２ａおよび棒状粘着部材ホルダ２２ｂを含む点で異物除去装置１０の構成とは異なっている。棒状粘着部材２２ａは、たとえばシリコンよりなっていてもよいが、これに限定されるものではない。

【００４５】

触針型異物回収装置２２によれば、修正針により基板から剥離されて基板上に残った異物を、棒状粘着部材２２ａの粘着性を利用して棒状粘着部材２２ａに付着させることにより回収することができる。なお、棒状粘着部材２２ａに付着させた当該異物は、棒状粘着部材２２ａよりもさらに強い粘着性を有する他の粘着部材（図示しない）に転写される。また、棒状粘着部材２２ａに付着した異物は、吸引またはエアブローにより、あるいはこれらを併用することより除去されてもよい。

【００４６】

図１４および図１５を参照して、ローラ型異物回収装置２３は、支持部２３ａと、ローラ軸部２３ｂと、ローラ軸部２３ｂを軸として回転可能に保持されたローラ状粘着部材２３ｃとを含んでいる。ローラ型異物回収装置２３によれば、基板の表面においてローラ軸部２３ｂを軸としてローラ状粘着部材２３ｃを回転させ、ローラ状粘着部材２３ｃに異物を付着させることにより、当該異物を回収することができる。ローラ状粘着部材２３ｃに付着させた当該異物は、ローラ状粘着部材２３ｃが１回転したときに、あるいは任意の時間が経過したときに上記の触針型異物回収装置２２と同様にして除去される。

【００４７】

図１６を参照して、テープ型異物回収装置２４は、供給用リール２４ｂと、巻き取り用リール２４ｃと、供給用リール２４ｂおよび巻き取り用リール２４ｃに巻き付けられたテープ状粘着部材２４ａと、押圧部材２４ｄとを含んでいる。テープ型異物回収装置２４によれば、押圧部材２４ｄによりテープ状粘着部材２４ａを回収すべき異物に接触させて、供給用リール２４ｂより供給されたテープ状粘着部材２４ａに異物を付着させることにより、当該異物を回収することができる。異物を付着させたテープ状粘着部材２４ａは、巻き取り用リール２４ｃにより巻き取られて回収される。

【００４８】

次に、実施の形態１に係る欠陥修正装置１の動作について説明する。図１を参照して、はじめに、除去すべき異物を含む基板２が欠陥修正装置１へ搬入される。次に、基板２が、チャック３０Ａ上に載置される。基板２は、たとえば真空吸着などにより、チャック３０Ａ上に固定される。

【００４９】

次に、あらかじめ取得された異物の発生位置の情報に基づいて、ＸＹステージ３０Ｂを動作させて、観察光学系４０により当該異物を観察可能な位置へ基板２を移動させる。また、Ｚステージ７０を動作させて、観察光学系４０の焦点を基板２に合わせる。

【００５０】

図２を参照して、次に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、修正針１１を異物の上方に位置させる。次に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、モニタに映し出された画像を確認しつつ、修正針１１を基板に接近させる。

【００５１】

図３を参照して、ＸＹＺステージ１６の変位は、ＸＹＺステージ変位計１６ａにより確認されてもよい。また、図１７を参照して、修正針１１の変位は、欠陥修正装置１に備えられたレーザ変位計２０により修正針１１に図中の破線２０ａで示すレーザ光を照射することにより確認されてもよい。

【００５２】

次に、修正針１１が基板２に接触し、あるいは近接した後に、ＸＹＺステージ１６の動作を停止させる。その後、さらに修正針１１を基板２へ接近、あるいは基板２より退避させて、修正針１１の押し込み量を調整してもよい。修正針１１による接触荷重は、基板２に形成された薄膜やパターンの強度を考慮して調整され、たとえば十数ｇ程度とされる。

【００５３】

また、修正針１１が基板２に接触する場合には、スライダ１５が有効に機能することにより、基板２の損傷を回避することができる。すなわち、上記のように、Ｚテーブル１３がスライダ軸部１５ａに沿って基板２より退避する向きに移動することにより、基板２の損傷が抑制される。

【００５４】

図７～図１２を参照して、次に、修正針１１を操作することにより異物３の除去を行なう。修正針１１の操作は、修正針１１の先端部に形成された直線状の稜線部１１ｄを基板２に接触させつつ行なわれ、異物３が完全に除去されるまで繰り返し行なわれる。

【００５５】

また、修正針１１を基板２に接触させて異物３を除去する前に、基板２において異物３が含まれる局所範囲を加熱する工程が行われてもよい。具体的には、図１８を参照して、加熱装置２１により図中の破線２１ａで示す光を異物３の付近に照射してもよい。加熱装置２１としては、半導体レーザ、ハロゲンランプ、ヒートエアを吐出する装置などを用いることができる。半導体レーザは、観察光学系を介して照射することもできる。また、加熱する温度は、基板２に用いられる材質などにより調整され、たとえば数十℃～数百℃とされる。これにより、修正針１１の操作により異物３を完全に除去することができない場合においても、上記の加熱処理により基板２と異物３との固着が弱められるため、容易に異物３を除去することができる。

【００５６】

また、図１を参照して、異物と基板２との固着を弱めるために、塗布装置６０を用いて溶剤を塗布してもよい。溶剤としては、たとえば薄膜やパターンを形成する液体材料に含まれる主溶剤や、異物を軟化させる溶剤などが用いられる。塗布装置６０により異物の付近に溶剤を塗布し、一定時間放置した後に修正針を操作することにより、容易に異物を除去することができる。

【００５７】

図１９を参照して、次に、欠陥修正装置１に備えられた斜め観察光学系４０Ａにより、修正針１１を観察して、修正針１１の先端に付着した異物の有無、あるいは修正針１１の状態（磨耗の具合や破損など）を確認する。

【００５８】

図１を参照して、次に、観察光学系４０により基板２を観察し、基板２上に修正針により除去した異物が残っているか否かを確認する。基板２上に残った異物が確認された場合は、異物回収装置により回収する。

【００５９】
次に、レーザ部８０によりレーザ光を照射して、異物を除去した部分の薄膜およびパターンを整形する。次に、塗布装置６０により、薄膜またはパターンが剥離した部分に適当な補修剤を塗布する。
【００６０】
図１９を参照して、最後に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、修正針１１を基板２より退避させる。基板２が他の除去すべき異物を含む場合は、当該異物を除去するために上記の工程が繰り返して実施される。基板２に含まれる全ての除去すべき異物の除去が完了した後、基板２が欠陥修正装置１より排出され、基板２の欠陥の修正が完了する。
【００６１】
（実施の形態２）
以下、実施の形態２に係る欠陥修正装置について説明する。実施の形態２に係る欠陥修正装置は、基本的には実施の形態１に係る欠陥修正装置１と同様の構成を備えている。しかし、実施の形態２に係る欠陥修正装置は、異物除去装置１０が複数の修正針を含むという点で、実施の形態１に係る欠陥修正装置１とは異なっている。
【００６２】
図２０～図２２を参照して、異物除去装置１０は、複数の修正針１１、修正針ホルダ１２、Ｚテーブル１３、スライダ１５および直動アクチュエータ２５と、ＸＹＺステージ１６とを含んでいる。各修正針ホルダ１２は、それぞれ一つの修正針１１を固定する。各々の修正針ホルダ１２は、対応するＺテーブル１３に固定される。各々のＺテーブル１３は、対応するスライダ１５に形成されたスライダ軸部１５ａに沿って移動可能に保持される。各々のスライダ１５は、対応する直動アクチュエータ２５により、それぞれ図１中Ｚ軸方向へ移動可能に保持される。直動アクチュエータ２５としては、たとえばエアシリンダが用いられる。また、各々のスライダ１５は、一のＸＹＺステージ１６に固定される。ＸＹＺステージ１６は、図１中Ｚ軸方向に移動可能とされ、図１中ＸＹ平面内において移動可能とされていてもよい。
【００６３】
複数の修正針１１としては、先端部の形状が互いに異なるものが用いられてもよい。これにより、種々の形状あるいは大きさを有する異物の除去に際して、各々の異物の除去に適した先端部の形状を有する修正針１１を適宜選択することができる。その結果、修正作業を効率化することができる。また、複数の修正針１１のうちの一つの修正針１１に代えて、棒状粘着部材２２ａが用いられてもよい。
【００６４】
次に、実施の形態２に係る欠陥修正装置の動作について説明する。まず、実施の形態１の場合と同様に、基板２が搬入され、異物が観察可能な状態とされる。図２０および図２１を参照して、次に、観察光学系により観察された異物３の形状あるいは大きさなどを考慮して、複数の修正針１１より、異物３の除去に適した一つの修正針１１を選択する。次に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、選択された一つの修正針１１を異物３の上方に位置させる。次に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、一つの修正針１１を基板２に接近させる。次に、一つの修正針１１が基板２に近接した後に、ＸＹＺステージ１６の動作を停止させる。
【００６５】
次に、一つの修正針１１を保持する直動アクチュエータ２５を動作させて、一つの修正針１１を基板２にさらに接近させる。次に、一つの修正針１１が基板２に接触し、あるいはさらに近接した後に、直動アクチュエータ２５の動作を停止させる。次に、一つの修正針１１を操作することにより異物３の除去を行なう。なお、実施の形態１と同様に、加熱装置２１による加熱処理など、異物３と基板２との固着を弱めるための処理をあらかじめ施してもよい。
【００６６】
次に、図１９を参照して、実施の形態１と同様に、斜め観察光学系４０Ａにより、一つ

の修正針１１を観察する。次に、図１を参照して、観察光学系４０により基板２を観察し、基板２上に一つの修正針１１により除去された異物３が残っているか否かを確認する。

【００６７】

図２２を参照して、基板２上に残った異物３が確認された場合は、以下に示すように異物３を回収する。まず、一つの修正針１１を保持する直動アクチュエータ２５を動作させて、一つの修正針１１を基板２より退避させる。次に、ＸＹＺステージ１６を動作させて、棒状粘着部材２２ａを異物３の上方に位置させる。次に、棒状粘着部材２２ａを保持する直動アクチュエータ２５を動作させて、棒状粘着部材２２ａを異物３に接近させる。異物３を棒状粘着部材２２ａに付着させた後、棒状粘着部材２２ａを基板２より退避させる。以上のようにして、異物３の回収が完了する。なお、基板２上に残った異物３が確認されない場合は、上記の工程は省略される。

【００６８】

その後、実施の形態１の場合と同様に、レーザ光照射による薄膜およびパターンの整形、補修剤の塗布が実施される。図２０および図２１を参照して、次に、直動アクチュエータ２５およびＸＹＺステージ１６を動作させて、一つの修正針１１を基板２より退避させる。基板２が異物３とは他に除去すべき異物を含む場合は、当該異物を除去するために上記の工程が繰り返して実施される。基板２に含まれる全ての除去すべき異物の除去が完了した後、基板２が欠陥修正装置より排出され、基板２の欠陥の修正が完了する。

【００６９】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【００７０】

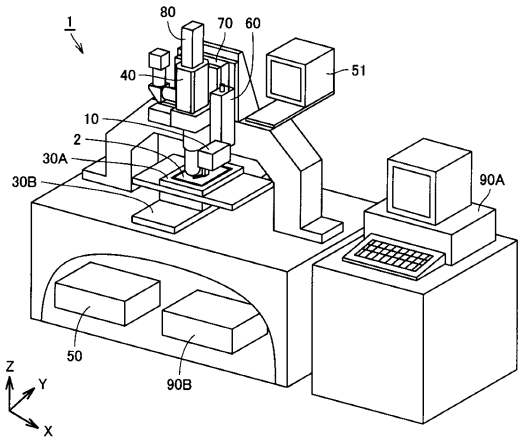
本発明の欠陥修正装置および欠陥修正方法は、修正針の接触による基板の損傷の抑制が求められる欠陥修正装置および欠陥修正方法において、特に有利に適用され得る。

【符号の説明】

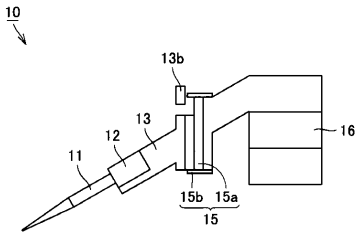
【００７１】

１　欠陥修正装置、２　基板、３　異物、１０　異物除去装置、１１　修正針、１１ａ　第１の平坦面、１１ｂ　第２の平坦面、１１ｃ　第３の平坦面、１２　修正針ホルダ、１２ａ　第１磁性部材、１３　Ｚテーブル、１３ａ　第２磁性部材、１３ｂ　Ｚテーブル変位計、１５　スライダ、１５ａ　スライダ軸部、１５ｂ　ストッパ、１６　ＸＹＺステージ、１６ａ　ＸＹＺステージ変位計、１７　固定台、１８　弾性部材、１９　回転部材、１９ａ　支持点、２０　レーザ変位計、２０ａ，２１ａ　破線、２１　加熱装置、２２　触針型異物回収装置、２２ａ　棒状粘着部材、２２ｂ　棒状粘着部材ホルダ、２３　ローラ型異物回収装置、２３ａ　支持部、２３ｂ　ローラ軸部、２３ｃ　ローラ状粘着部材、２４　テープ型異物回収装置、２４ａ　テープ状粘着部材、２４ｂ　供給用リール、２４ｃ　巻き取り用リール、２４ｄ　押圧部材、２５　直動アクチュエータ、３０Ａ　チャック、３０Ｂ　ＸＹステージ、４０　観察光学系、４０Ａ　斜め観察光学系、５０　画像処理部、５１　モニタ、６０　塗布装置、７０　Ｚステージ、８０　レーザ部、９０Ａ　制御用コンピュータ、９０Ｂ　ホストコンピュータ。

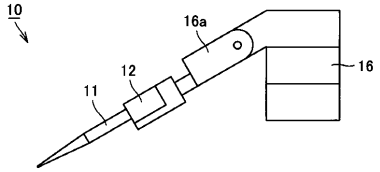
【図１】



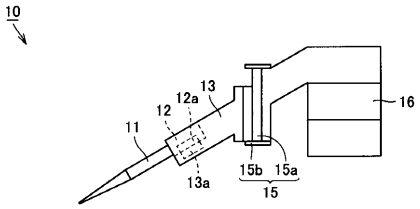
【図２】



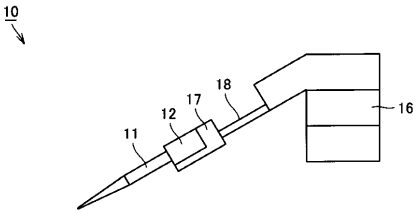
【図３】



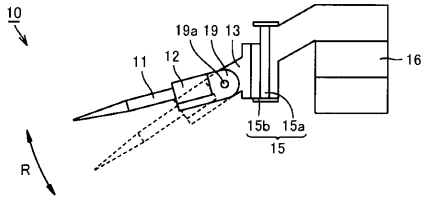
【図４】



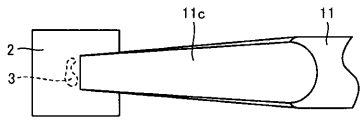
【図５】



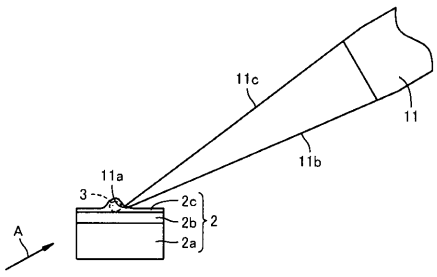
【図６】



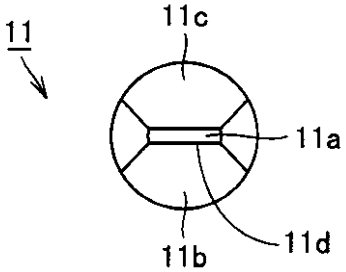
【図７】



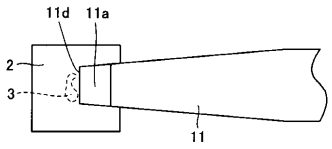
【図８】



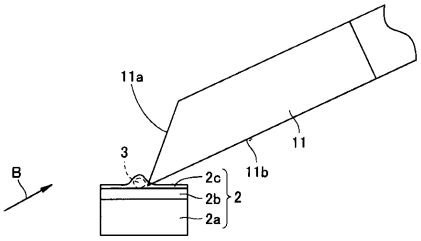
【図９】



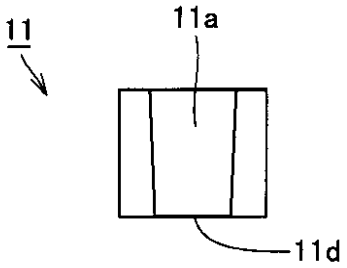
【図１０】



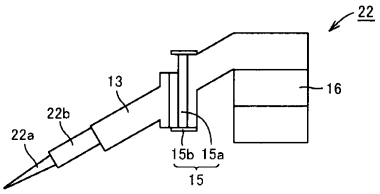
【図１１】



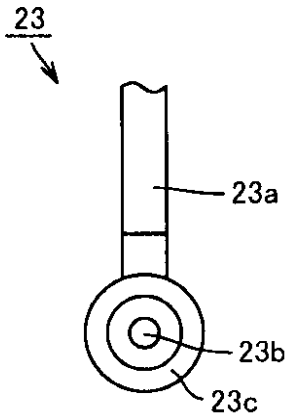
【図１２】



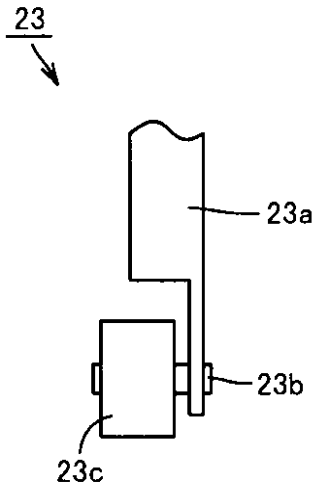
【図１３】



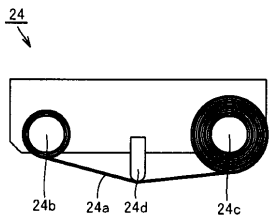
【図１４】



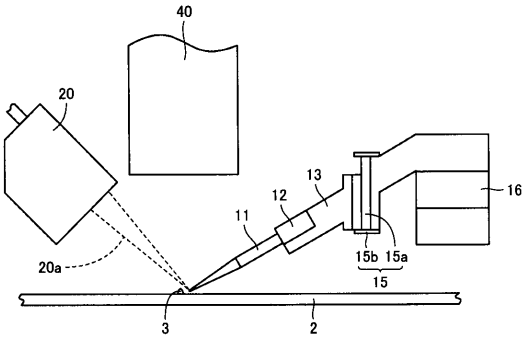
【図１５】



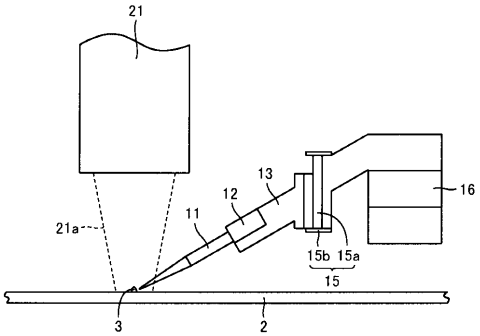
【図１６】



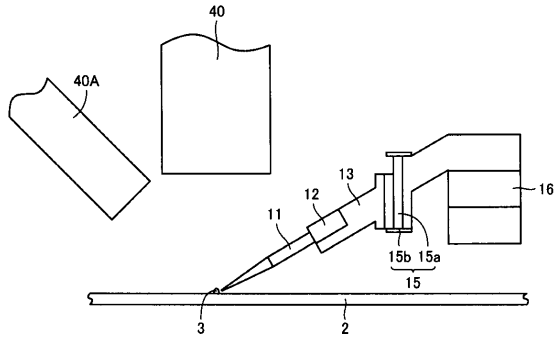
【図１７】



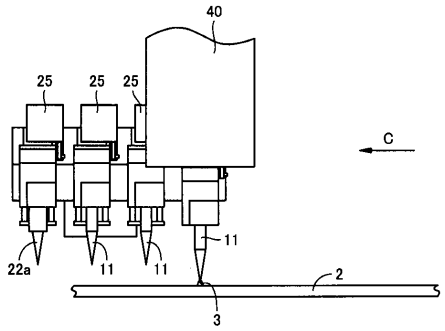
【図１８】



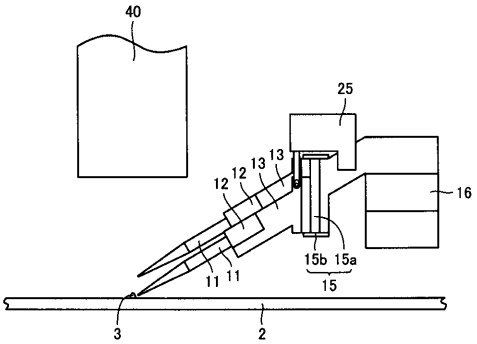
【図１９】



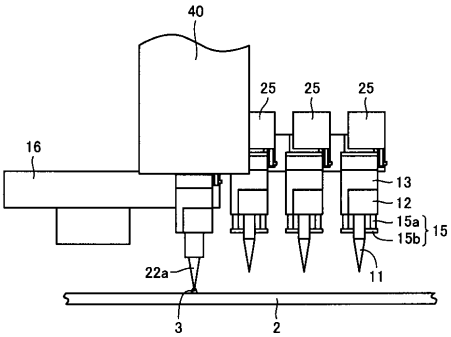
【図２０】



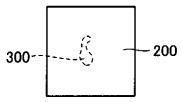
【図２１】



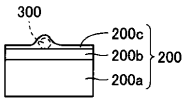
【図２２】



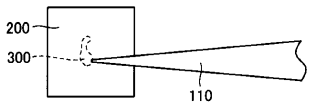
【図２３】



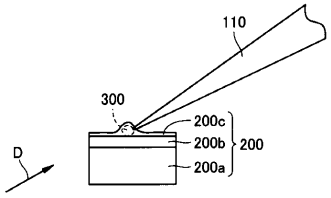
【図２４】



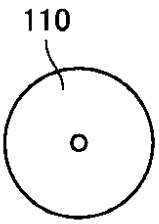
【図２５】



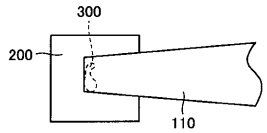
【図２６】



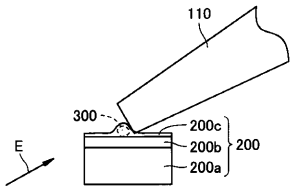
【図２７】



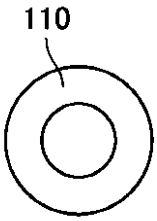
【図２８】



【図２９】



【図３０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭６３－２６６８３２（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２５１７３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１０７３１８（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１７５５８４（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１９２９０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－２７２４８４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　　５／２０