

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6541518号  
(P6541518)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)  
B 2 9 C 59/02 (2006.01)H O 1 L 21/30 5 O 2 D  
B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2015-174407 (P2015-174407)  
 (22) 出願日 平成27年9月4日 (2015.9.4)  
 (65) 公開番号 特開2017-50482 (P2017-50482A)  
 (43) 公開日 平成29年3月9日 (2017.3.9)  
 審査請求日 平成30年8月1日 (2018.8.1)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 近藤 陽介  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
 ノン株式会社内  
 審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置、インプリント方法、および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であ  
 って、

前記基板が載置される載置部と、

前記インプリント材を撮像する撮像手段と、

前記載置部と前記基板との間の異物を検知する検知手段とを有し、

前記検知手段は、前記モールドと接触させた前記インプリント材と前記モールドとを引  
 き離す前における前記撮像手段の第1撮像結果及び、前記モールドと接触させた前記イン  
 プリント材と前記モールドとを引き離した後における前記撮像手段の第2撮像結果に基づ  
 いて、前記異物を検知すること特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記撮像手段は、前記モールドを透過させた光を用いて前記インプリント材を撮像する  
 ことを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記検知手段は、前記第1撮像結果である画像の画素情報と、前記第2撮像結果である  
 画像の画素情報との差に基づいて前記異物を検知することを特徴とする請求項1又は2に  
 記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記第2撮像結果を用いて、前記検知手段により検知された異物の位置および大きさの

10

20

うち少なくとも一方の情報を算出する算出手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記算出手段は、撮像視野に対する前記モールドのパターン形成部の位置に基づいて前記載置部を載せて移動する移動体に対する前記異物の位置を取得することを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記載置部をクリーニングするクリーニングユニットをさらに有し、

前記クリーニングユニットは、前記検知手段が前記異物を検知した場合に、前記載置部をクリーニングすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

10

【請求項 7】

前記引き離す前とは、前記インプリント材と前記モールドとを接触させた後かつ前記インプリント材と前記モールドとを引き離す動作の開始前であり、前記引き離した後とは、前記引き離す動作の完了後であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記引き離す前とは、前記インプリント材を硬化させた後かつ前記引き離し動作の開始前であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

20

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、

前記インプリント材と前記モールドとを接触させる接触工程と、

前記接触工程の後に前記インプリント材と前記モールドとを引き離す工程である引き離し工程と、

前記接触工程の後かつ前記引き離し工程の前に撮像された前記インプリント材の雑像結果と、前記引き離し工程の後に撮像された前記インプリント材の撮像結果に基づいて、前記基板が載置される載置部と前記基板との間の異物を検知する検知工程と、を有することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 10】

30

前記検知工程において前記異物を検知した場合に、前記載置部および前記基板の少なくとも一方をクリーニングする工程を有することを特徴とする請求項 9 に記載のインプリント方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上に樹脂のパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された基板を加工する工程と、を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス等の製造のために基板上に微細なパターンを形成する方法として、インプリント法が知られている。インプリント法とは、凹凸パターンが形成された部分（以下、パターン部という）を有するモールドをインプリント材に押し付けることにより、基板上にモールドの転写パターンを形成する方法である。

【0003】

基板が載置される載置部と、基板との間に異物が付着すると、基板が局所的に盛り上が

50

る。このような状態のままパターンを形成すると、パターン欠陥あるいはパターン部の破損が生じる恐れがある。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 は、基板の載置前に、載置部上の異物を検出可能なごみ検出装置を備えたりソグラフィ装置を記載している。ごみ検出装置は、載置部に接触させるオプティカルフラットと、当該オプティカルフラットおよび載置部に向けてレーザ光を照射するレーザ光源と、モニタおよび画像処理装置を有する。オプティカルフラット上で撮像される干渉縞を撮像することで、画像処理装置により載置部上の異物を検出する旨が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開平 1 0 - 7 0 0 6 9

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 のごみ検出装置は、基板を載置する前に異物検出を行う。オプティカルフラットと基板を接触させる工程を別途挿入することとなり、スループットが低下する恐れがある。そこで、本発明は異物検出に伴うスループットの低下を低減できるインプリント装置、インプリント方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 0 7 】

本発明は、モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、前記基板が載置される載置部と、前記インプリント材を撮像する撮像手段と、前記載置部と前記基板との間の異物を検知する検知手段とを有し、前記検知手段は、前記モールドと接触させた前記インプリント材と前記モールドとを引き離す前における前記撮像手段の第 1 撮像結果及び、前記モールドと接触させた前記インプリント材と前記モールドとを引き離した後における前記撮像手段の第 2 撮像結果に基づいて、前記異物を検知すること特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

30

本発明によれば、異物検出に伴うスループットの低下を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】実施形態にかかるインプリント装置の構成を示す図である。

【図 2】モールドとモールドステージの構造を示す図である。

【図 3】実施形態にかかるインプリント方法を示すフローチャートである。

【図 4】離型前後で得られる画像を示す図である。

【図 5】実施形態にかかるインプリント方法を示すフローチャートである。

【図 6】実施形態にかかる異物検出方法を示すフローチャートである。

【図 7】離型前後の画像の差を示す図である。

40

【図 8】一括インプリントを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

[ 第 1 実施形態 ]

( 装置構成 )

図 1 ( a ) は本実施形態のインプリント装置 1 0 0 の構成を示す図である。図 1 において、光源 1 0 1 から出射され、モールド 1 0 2 を透過して基板 1 0 3 に入射する紫外線 1 0 4 の光の光軸に平行な軸を Z 軸 ( 本実施形態では鉛直方向 ) とする。Z 軸に垂直な平面内において直交する 2 軸を X 軸、Y 軸とする。

【 0 0 1 1 】

50

基板ステージ（移動体）１０５は基板１０３を保持する基板保持部（載置部）１０６を有する。基板保持部１０６は真空ポンプ（不図示）と接続されており、真空ポンプを制御することで、基板保持部１０６が基板１０３を保持する力が制御される。基板ステージ１０５上の、基板１０３から離れた位置には、基準マークが形成されたマーク台１０７が設けられている。

【００１２】

図１（ｂ）は、矩形のモールド１０２および、モールドステージ１０８の構成を示す図である。モールドステージ１０８は、モールド１０２を保持するモールド保持部１１０とモールド１０２とをＺ軸方向に移動させる駆動機構１２５を有する。

【００１３】

駆動機構１２５を用いて、未硬化状態の樹脂（インプリント材）１１４（図１（ａ）に図示）に対するモールド１０２の押し付け動作（接触動作）、および、硬化した樹脂１１４からのモールド１０２の引き離し動作を行う。モールドステージ１０８の中央部には円筒形状の空間１０９が形成されている。モールド保持部１１０は、真空吸着力によりモールド１０２を吸着保持する。

【００１４】

樹脂１１４とモールド１０２との接触動作および引き離し動作は、基板ステージ５のみの移動、あるいはモールドステージ１０８と基板ステージ５の移動の組み合わせにより行ってもよい。

【００１５】

圧力制御部１１２は配管１１１を介して気体の送り込み、および排気を行い、空間１１３内の圧力を制御する。空間１１３は、ガラス板１１２およびモールド１０２のくぼみ部１０２ｂで囲われた空間である。圧力制御部１１２により空間１１３の気圧をインプリント装置１００内の気圧より上昇させることで、後述のパターン部（パターン形成部）１０２ａを基板１０３の方向に凸形状へ変形させる。なお、基板保持部１０６およびモールド保持部１１０は、真空吸着力ではなく静電気力を利用してそれぞれの保持対象物を保持してもよい。

【００１６】

モールド１０２は、中央部に、凹凸パターンの形成された矩形のパターン部１０２ａを備えている。また、モールド１０２の、パターン部１０２ａとは反対側の面にはパターン部１０２ａより広い断面積に掘り込まれたくぼみ部１０２ｂが形成されている。くぼみ部１０２ｂの掘り込み深さは約１ｍｍである。

【００１７】

図２（ａ）はモールド１０２の正面図、図２（ｂ）モールド１０２を＋Ｚ方向から見た図である。パターン部１０２ａは、基部２０１と凹部２０２と凸部２０３とを有する。基部２０１の厚さ（Ｚ軸方向の長さ）は約３０μｍである。凹凸パターンのサイズは、例えば、凹部２０２と凸部２０３の掘り込み深さが数十ｎｍ～数百ｎｍ、凹部２０２と凸部２０３の幅が数ｎｍ～十数ｎｍ程度である。

【００１８】

パターン部１０２ａの四隅には、パターン部１０２ａの位置や大きさの計測に用いるマーク２０４が形成されている。マーク２０４を後述の検出部１１５で検出する。

【００１９】

インプリントに使用する樹脂１１４が光硬化性の場合には、モールド１０２の材料として、硬化させるための紫外線１０４が透過可能な材料が用いられる。例えば、石英ガラス、珪酸系ガラス、フッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、アクリルガラス等のガラス類、サファイアや窒化ガリウム、さらにはポリカーボネート、ポリスチレン、アクリル、ポリプロピレンなどの樹脂等である。あるいは、これらの材質の任意の積層材でもよい。さらに、モールド１０２の屈折率と樹脂１１４の屈折率が同程度の材料となるように、モールド１０２の材料を選択する。

【００２０】

図１の説明に戻る。検出部１１６は、基板１０３上に形成されたアライメントマーク（不図示）と、基板ステージ１０５に対する位置が既知の基準マークとを検出する。検出結果に基づいて、制御部１０６が基板ステージ１０５に対する基板１０３の位置を求める。さらに、制御部１０６は、基板１０３に形成された下地パターンのパターン領域１１７の形状や位置ずれ等も求める。

【００２１】

検出部１１５は、モールド１０２に形成されたマーク２０４（詳細は後述する）とアライメントマークとを検出する。検出部１１５は、マーク２０４とアライメントマークにより生じるモアレ信号（干渉縞）に基づいて、基板１０３上のパターン形成の対象となるショット領域１１７とパターン部１０２ａとの位置ずれや形状差を求める。

10

【００２２】

検出部１１５は複数のスコープを有している。それぞれのスコープは、１ショット領域１１７あたり複数個設けたアライメントマーク、およびパターン部１０２ａに複数個設けられたマーク２０４を１組ずつ検出する。例えばショット領域１１７の四隅のマークを同時に計測する。モアレ信号は高精度な光学系無しに検出できる。そのため、検出部１１５を解像力が小さい（ＮＡが小さい）複数のスコープで構成している。

【００２３】

塗布部１１８は、ショット領域１１７に未硬化状態の光硬化性の樹脂１１４を供給する。

【００２４】

20

撮像ユニット１１９は、モールドステージ１０８によるモールド１０２の下降開始後、パターン領域１１７にパターン部１０２ａの転写パターンを形成して再びもとの位置まで上昇するまでの間、樹脂１１４を撮像する。

【００２５】

撮像ユニット１１９は、ＬＥＤの光源１１９ａと撮像素子１１９ｂとを有し、モールド１０２のくぼみ部１０２ｂの形成されている側から、樹脂１１４を撮像する。すなわち、モールド１０２を透過させ、基板１０３で反射された光を用いて樹脂１１４を撮像する。光源１１９ａは、紫外線１０４とは異なる波長帯であって、かつ樹脂１１４が感光しない波長の光（例えば４００～５００ｎｍ程度）を出射する。撮像素子１１９ｂは、ＣＣＤセンサで構成されている。撮像素子１１９ｂの撮像視野は、パターン部１０２ａの面積よりも少し大きな領域である。

30

【００２６】

樹脂１１４にパターン部１０２ａを接触させると、接触している部分を中心に干渉縞が観察される。干渉縞の変化を観察することで、充填工程（接触工程）の完了を判断できる。充填工程とは、樹脂１１４とパターン部１０２ａの接触領域が基板１０３と平行方向に延伸し、かつパターン部１０２ａの凹部２０２に樹脂１１４が充填されていく工程である。

【００２７】

樹脂１１４とモールド１０２の屈折率がほぼ等しいため、樹脂１１４の充填後は、撮像視野内で、ほぼ同じ階調数（画素情報）の画像が観察される。階調数とは、グレースケール画像における色の濃淡を示す値である。ほぼ同じ階調数とは、例えば、グレースケール画像の各画素の階調数を２値化処理した場合に同一の階調数となる階調数をいう。基板１０３の被処理面（モールド１０２側の面）、および被処理面とは反対側の面（基板保持部１０６側の面）に異物が存在する場合は、異物に起因して干渉縞などの像が観察される。

40

【００２８】

撮像ユニット１１９による撮像結果は、制御部１２０によって記憶部１２１へ保存される。記憶部１２１が記憶する撮像結果には、個々の瞬間における静止画像が含まれている。

【００２９】

制御部（検知手段、算出手段）１２０は、光源１０１、モールドステージ１０８、検出

50

部 1 1 6、塗布部 1 1 8、撮像ユニット 1 1 9、記憶部 1 2 1、クリーニングユニット 1 2 2 と接続されている。これらの部材を制御して基板 1 0 3 上にモールド 1 0 2 の転写パターンを形成し、かつ基板 1 0 3 の表裏の異物を検知する。

【 0 0 3 0 】

記憶部 1 2 1 は、図 3 および図 6 のフローチャートに示すプログラムが記憶されている。制御部 1 2 0 が記憶部 1 2 1 に記憶されているプログラムを読み出し、制御部 1 2 0 と接続されている機器を制御してプログラムを実行させる。

【 0 0 3 1 】

クリーニングユニット 1 2 2 は、制御部 1 2 0 による、後述の異物 5 0 3 a の検知結果に基づいて基板保持部 1 0 6 をクリーニングする。クリーニングユニット 1 2 2 は、制御部 1 2 0 による研磨面を有するプレート 1 2 4 と、プレート 1 2 4 を保持するプレート保持部 1 2 3 とを有し、Z 軸方向に可動である。基板 1 0 3 を取り外した状態で基板保持部 1 0 6 の表面にプレート 1 2 4 を接触させ、XY 平面内でプレート 1 2 4 と基板保持部を 1 0 6 を相対的に移動させることでクリーニングを行い、異物 5 0 3 a をこすり取る。

【 0 0 3 2 】

( 異物の検出方法 )

インプリント装置 1 0 0 は、パターン部 1 0 2 a と樹脂 1 1 4 とが接触している状態で取得される画像 ( 第 1 撮像結果 ) と、硬化した樹脂 1 1 4 からパターン部 1 0 2 a を引き離した状態で取得される画像 ( 第 2 撮像結果 ) とを比較して、異物を検出する。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すフローチャートを用いて、1つのショット領域 1 1 7 に対するパターンの形成工程内で行われる異物の検出方法について説明する。

【 0 0 3 4 】

基板ステージ 1 0 5 の移動により、ショット領域 1 1 7 を塗布部 1 1 8 の下に位置決めする。塗布部 1 1 8 は、ショット領域 1 1 7 に対して未硬化状態の樹脂 1 1 4 を塗布する ( S 1 0 1 ) 。

【 0 0 3 5 】

基板ステージ 1 0 5 の移動により、ショット領域 1 1 7 をモールド保持部 1 1 0 の下に位置決めする。モールドステージ 1 0 8 はモールド 1 0 2 およびモールド保持部 1 0 を下降させる。下降中、圧力制御部 1 1 2 は、空間 1 1 3 に気体を送り込む。空間 1 1 3 をインプリント装置 1 0 0 設置空間に対して高圧にすることで、パターン部 1 0 2 a を下側 ( 基板 1 0 3 側 ) に凸形状となるように変形させる。下降時の移動量は、計測部 ( 不図示 ) で予め計測した、パターン部 1 0 2 a と基板 1 0 3 との距離により定められている。

【 0 0 3 6 】

パターン部 1 0 2 a を変形させていることにより、パターン領域 1 0 2 a の中央部が樹脂 1 1 4 に接触する ( S 1 0 2 ) 。接触後は、圧力制御部 1 1 2 が空間 1 1 3 を排気して、空間 1 1 3 の圧力をインプリント装置 1 0 0 の設置空間の圧力に徐々に近づける。これにより、パターン部 1 0 2 a の中央部から端部に向けて、凹部 2 0 2 に樹脂 1 1 4 が充填されながら、パターン部 1 0 2 a と樹脂 1 1 4 との接触領域が徐々に広がっていく ( S 1 0 3 ) 。

【 0 0 3 7 】

充填完了後 ( インプリント材とモールドとを接触させた後 ) 、光源 1 0 1 は樹脂 1 1 4 に紫外線 1 0 4 を照射して、樹脂 1 1 4 を硬化させる ( S 1 0 4 ) 。充填完了のタイミングは、撮像ユニット 1 1 9 による撮像結果に基づいて制御部 1 2 0 が判断する。あるいは、所定時間を事前に定めておいてもよい。

【 0 0 3 8 】

前述のように、撮像ユニット 1 1 9 は、モールドステージ 1 0 8 によるモールド 1 0 2 の下降開始後、パターン領域 1 1 7 にパターン部 1 0 2 a の転写パターンを形成して再びもとの位置まで上昇するまでの間、樹脂 1 1 4 の方向を撮像している。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

S 1 0 2以降は、基板 1 0 3上の異物 5 0 1 a、5 0 2 a、に起因して生じる像が撮像される。撮像ユニット 1 1 9は、樹脂 1 1 4を硬化後かつモールド 1 0 2を樹脂 1 1 4から離型工程（引き離し工程）の開始前までの間で取得した撮像結果を、制御部 1 2 0は記憶部 1 2 1に記憶する（S 1 0 5）。

【 0 0 4 0 】

モールドステージ 1 0 8は、離型工程として、モールド 1 0 2およびモールド保持部 1 1 0を+ Z方向に上昇させる（S 1 0 4）。上昇中、圧力制御部 1 1 2は空間 1 1 3に気体を送り込み、パターン部 1 0 2 aと樹脂 1 1 4の接触領域がなくなったときに離型工程の終了時とする。なお、パターン部 1 0 2 aに樹脂 1 1 4の一部が付着する場合であっても、当該付着分は無視をするものとする。

10

【 0 0 4 1 】

離型工程後も、撮像ユニット 1 1 9は、樹脂 1 1 4の状態を撮像している。制御部 1 2 0は、離型工程の完了後（引き離す動作の完了後）に取得した撮像素子 1 1 4での撮像結果を記憶部 1 2 1に記憶させる（S 1 0 7）。S 1 0 5で記憶部 1 2 1に記憶した撮像結果を画像 5 0 4（図 4（b）に図示）とし、S 1 0 7で記憶部に記憶した撮像結果を画像 5 0 5（図 4（c）に図示）とする。画像 5 0 4および画像 5 0 5はグレースケールで表される。

【 0 0 4 2 】

制御部 1 2 0は、画像 5 0 4および画像 5 0 5に基づいて、撮像素子 1 1 9 bが基板保持部 1 0 6と基板 1 0 3との間の異物 5 0 3 aを検知したかどうかを判断する（S 1 0 8）。異物 5 0 3 aが無いと判断した（検知されなかった）場合は、次のショット領域 1 1 7に対してS 1 0 1～S 1 0 9の工程を繰り返す。異物 5 0 3 aがあると判断した場合（検知した場合）は、制御部 1 2 0は異物情報を算出する（S 1 0 9）。異物情報とは、異物 5 0 3 aの位置および大きさの情報をいう。

20

【 0 0 4 3 】

異物 5 0 3 aの検出をした場合、基板保持部 1 0 6をクリーニングユニット 1 2 2まで搬送して基板保持部 1 0 6の基板保持面をクリーニングする（S 1 1 0）。この際、クリーニングユニット 1 2 2は、制御部 1 2 0より受信したS 1 0 9で取得した異物情報に基づいてクリーニングを実行する。インプリント装置 1 0 0は、クリーニング後の基板 1 0 3に対してパターンの形成処理を再開する。

30

【 0 0 4 4 】

制御部 1 2 0は、異物 5 0 3 aが所定の数、あるいは所定面積だけ検出された段階でエラーをユーザーに通知する。ユーザーへのエラー通知とともに、あるいは通知を受けたユーザーからのクリーニング指示をまって、クリーニングユニット 1 2 2が基板保持部 1 0 6のクリーニングをしてもよい。あるいは、クリーニングは行わず、異物 5 0 3 aの検知によって、基板 1 0 3に対するパターンの形成処理を中止してもよい。

【 0 0 4 5 】

画像 5 0 4、画像 5 0 5、および異物情報の取得方法について説明する。

【 0 0 4 6 】

図 4（a）は、モールド 1 0 2と樹脂 1 1 4とを接触させた状態の模式図である。基板 1 0 3上に異物 5 0 1 a、5 0 2 aが存在し、基板保持部 1 0 6と基板 1 0 3との間に異物 5 0 3 aがある様子を示している。異物 5 0 1 a、5 0 2 aに起因してモールド 1 0 2と樹脂 1 1 4が接触できず隙間 3 0 1が存在する。ここで、樹脂 1 1 4の厚みは約 5 0 μm、異物 5 0 1 a、5 0 2 a 5 0 3 aの大きさは数 μm～十数 μm、以下である。

40

【 0 0 4 7 】

図 4（b）（c）は撮像ユニット 1 1 9で取得された画像を示す図である。

【 0 0 4 8 】

図 4（b）は、離型前（引き離す前）に樹脂 1 1 4の方向を撮像した結果を示す画像 5 0 4である。矩形 4 0 1は、パターン部 1 0 2 aの外周に相当し、パターン部 1 0 2 aとその周囲の空間との境界を示している。矩形 4 0 1の内部には、領域 5 0 1 b、5 0 2 b

50

の像が表れている。

【 0 0 4 9 】

パターン部 1 0 2 a は、異物 5 0 1 a、5 0 2 a との接触点を中心に面外方向（Z 軸方向）に凸に変形する。空隙 3 0 1 は、異物 5 0 1 a に起因して、パターン部 1 0 2 a と樹脂 1 1 4 との間にできる隙間である。空隙 3 0 2 は、異物 5 0 2 a に起因して、パターン部 1 0 2 a と樹脂 1 1 4 との間にできる隙間である。空隙 3 0 1、3 0 2 に存在する気体がもつ屈折率が、モールド 1 0 2 と樹脂 1 1 4 の屈折率とは異なることに起因して、領域 5 0 1 b、5 0 2 b の像が表れている。

【 0 0 5 0 】

基板 1 0 3 は、異物 5 0 3 a との接触点を中心に緩やかな凸形状となる。基板 1 0 3 の剛性によって、基板 1 0 3 の変形は、面外方向に広範囲かつ傾斜も緩やかとなる。基板 1 0 3 がこのように変形するため、パターン部 1 0 2 a と樹脂 1 1 4 との間に空隙は生じにくく、異物 5 0 3 a に起因する像は撮像されない。

【 0 0 5 1 】

図 4（c）は離型後（引き離した後）に樹脂 1 1 4 の方向を撮像した結果を示す画像 5 0 5 である。画像 5 0 5 では、領域 5 0 1 b とほぼ同じ位置に領域 5 0 1 c が、領域 5 0 2 b 同じ位置に領域 5 0 2 c の像が表れている。さらに、領域 5 0 3 c の像も表れている。

【 0 0 5 2 】

領域 5 0 1 c、5 0 2 c は、領域 5 0 1 b、領域 5 0 2 b とほぼ同じ階調数の像である。異物 5 0 1 a、5 0 2 a が存在する領域における樹脂 1 1 4 の膜厚が、異物 5 0 1 a、5 0 2 a が存在しない領域における樹脂 1 1 4 の膜厚に比べて不均一な状態（膜厚偏差が大きい状態）となる。樹脂 1 1 4 の膜厚の違いにより、光の干渉作用に違いが生じることによって領域 5 0 1 c、領域 5 0 2 c の像が表れている。

【 0 0 5 3 】

また、異物 5 0 3 a に起因して、異物 5 0 3 a の上方の領域 3 0 7 では、その他の領域 4 0 8 に比べて樹脂 1 1 4 が厚くなる。厚さの違いにより光の干渉作用に違いが生じることによって 5 0 3 c の像が表れている。

【 0 0 5 4 】

離型後の樹脂 1 1 4 の形状（膜厚の分布）と離型前の樹脂 1 1 4 の形状と同じであるが、離型前には樹脂 1 1 4 の形状に起因する像は観察されない。

【 0 0 5 5 】

モールド 1 0 2 と樹脂 1 1 4 の屈折率が同程度であり、モールド 1 0 2 と樹脂 1 1 4 の境界において光の反射は生じにくい。また、モールド 1 0 2 の厚さのほうが樹脂 1 1 4 の厚さに比べて十分に厚いため、モールド 1 0 2 と樹脂 1 1 4 とを足し合わせた厚みはモールド 1 0 2 の厚みとほぼ等価である。よって、樹脂 1 1 4 の微小な厚みの違いにより生じる干渉作用はほとんどなく、撮像ユニット 1 1 9 によって干渉縞は観察されにくくなる。

【 0 0 5 6 】

一方、離型後では、モールド 1 0 2 と樹脂 1 1 4 との間に、モールド 1 0 2 および樹脂 1 1 4 とは屈折率の異なる気体 3 0 9 が存在する。離型前の場合とは異なり、気体 3 0 9 と樹脂 1 1 4 との境界において光が反射するため、樹脂 1 1 4 の厚み分布に起因して離型前には現れなかった干渉縞が現れるようになる。

【 0 0 5 7 】

図 6 は、画像 5 0 4 と画像 5 0 5 を用いて、異物 5 0 3 a の有無や異物 5 0 3 a の位置や大きさ等の異物情報の取得方法を示すフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

制御部 1 2 0 が、記憶部 1 2 1 に記憶された画像 5 0 4 と画像 5 0 5 とを読み出す（S 2 0 1）。制御部 1 2 0 は、画像 5 0 5 の画素情報から第 1 画像 5 0 1 の画素情報を減算する（S 2 0 2）。すなわち、画像 5 0 5 の各画素の階調数から、画像 5 0 5 の各画素に対応する画像 5 0 4 の画素の階調数を減算していく。なお、制御部 1 2 0 は、減算によ

10

20

30

40

50



て得られた画像を２値化しておく。

【００５９】

図７は、Ｓ２０２取得された、離型前の樹脂１１４の画像の画素情報と離型後の樹脂１１４の画像の画素情報の差を示す画像５０６である。２値化によって、画像５０４と画像５０５に共通する矩形４０１の画像が消え、領域５０３ｃの画像のみが残る。

【００６０】

次に、制御部１２０は、隣り合う画素同士の値を比較していき、所定の閾値以下の画素から当該閾値以上の画素に切り替わる部分の境界線を抽出する。ここで抽出される境界線は、異物５０３ａの輪郭を示す領域５０３ｃの輪郭と同じになる。２値化処理をおこなったため、本実施形態では低い方の値から高い方の値に切り替わる境界が異物５０３ａの輪郭に相当する。

10

【００６１】

制御部１２０は、撮像素子１１９ｂの撮像視野に対するパターン部１０２ａの頂点の位置（パターン形成部の位置）を求める（Ｓ２０３）。ここで、制御部１２０は、画像５０４における矩形４０１の４つの頂点の位置と、画像５０５における矩形４０１の４つの頂点の位置とを抽出し、各頂点の位置の平均値を求める。

【００６２】

制御部１２０は、閉じられた境界線に含まれる画素をグループ化し、１グループを１つの異物として特定する（Ｓ２０４）。Ｓ２０４で得られた結果に基づいて、制御部１２０は異物５０３ａを検知したどうか、すなわち異物５０３ａが有るかどかを判断する。

20

【００６３】

制御部１２０は、領域５０３ｃの重心位置を求めることにより、異物５０３ａの重心位置を求める（Ｓ２０５）。Ｓ２０５で求まる位置とは、撮像素子１１９ｂの撮像視野に対する異物の位置である。Ｓ２０４で検出された異物５０３ａが複数ある場合も、同様にして重心位置を求める。

【００６４】

制御部１２０は、Ｓ２０４とＳ２０５の結果を用いて、パターン部１０２ａに対する異物５０３ｃの重心位置を求める（Ｓ２０６）。すなわち、Ｓ２０３で求めたパターン部１０２ａの４頂点のうちの１つを原点としたＸＹ軸座標系に対する異物５０３ａの位置を求める。

30

【００６５】

次に、制御部１２０は、基板ステージ１０５に対する異物５０３ａの位置を求める（Ｓ２０７）。

【００６６】

検出部１１５、１１６を用いることで、基板ステージ１０５に対する基板１０３の位置、基板１０３に対するショット領域１１７の位置、ショット領域１１７に対するパターン部１０２ａの位置は既知である。

【００６７】

これらの既知の情報と、Ｓ２０６で求めたパターン部１０２ａに対する異物５０３ａの重心位置を用いて、基板ステージ１０５に対する異物５０３ａの位置を求めることができる。以上で、異物５０３ａの検出方法および異物５０３ａの異物情報を求める方法に関する説明を終了する。

40

【００６８】

本実施形態にかかるインプリント装置１００であれば、樹脂１１４とモールド１０２とを引き離す前後の撮像結果を用いて基板保持部１０６と基板１０３との間にある異物５０３ａを検出することができる。パターンの形成処理と並行しながら異物５０３ａの検出することができるため、本実施形態を適用しない場合に比べてスループットの低下を低減することができる。

【００６９】

特に、本実施形態に係る異物５０３ａの検出方法は、基板ステージ１０５に載置される

50

基板が交換される毎に異物 5 0 3 a 検出工程を行う場合であってもスループットが低下しない点で優れている。さらに、基板 1 0 3 を基板保持部 1 0 6 に載置後であっても、基板 1 0 3 の表面側の異物 5 0 1 a、5 0 2 a と、基板 1 0 3 の裏面側の異物 5 0 3 a とを区別できる点で優れている。

【 0 0 7 0 】

なお、S 2 0 4 で複数の異物 5 0 3 a が検出された場合は、S 2 0 5 ~ S 2 0 7 のそれぞれの工程において異物 5 0 3 a の数だけ処理を繰り返す。あるいは、S 2 0 5 ~ S 2 0 7 の処理を一度終えてから、再度別の異物 5 0 3 a について S 2 0 5 ~ S 2 0 7 の処理を繰り返してもよい。

【 0 0 7 1 】

基板 1 0 3 からモールド 1 0 2 を引き離す前に異物 5 0 1 a や異物 5 0 2 a に起因する領域 5 0 1 b や 5 0 1 b が現れた時点で、制御部 1 2 0 が異常発生と判断し、インプリント処理を中止してもよい。あるいは、制御部 1 2 0 が基板 1 0 3 の表面側の異物の大きさや数を求めて、その結果に基づいてインプリント処理を継続するか中止するかを判断してもよい。

【 0 0 7 2 】

[ その他の実施形態 ]

前述のように、離型前の撮像工程は樹脂 1 1 4 を硬化させた後の方が好ましい。硬化する前後における樹脂 1 1 4 の光学特性の変化によって、撮像素子 1 1 9 b に入射する光の強度が変化する場合であっても、離型前後の画像の異物 5 0 1 a、5 0 2 a、5 0 3 a のない領域における画素値を一定にできる。よって画像 5 0 4 と画像 5 0 5 を比較しやすくなる。

【 0 0 7 3 】

インプリント装置 1 0 0 は、1 度のインプリント処理によって複数のショット領域 1 1 7 にパターンを形成できるパターン部 8 0 1 を備えたモールド 8 0 2 ( 図 8 に図示 ) を用いてインプリント処理をする装置であってもよい。撮像ユニット 1 1 9 が 1 度にインプリント処理する領域と同程度の撮像視野によって樹脂 1 1 4 の方向を撮像することによって、前述の実施形態よりも広い面積におけるショット領域 1 1 7 と基板保持部 1 0 6 との間の異物を検出することができる。

【 0 0 7 4 】

クリーニングユニット 1 2 2 は、基板保持部 1 0 6 と基板 1 0 3 の裏面側との少なくとも一方をクリーニングできればよい。また、クリーニングユニット 1 2 2 は、異物情報に基づいてクリーニングを行わなくてもよい。この場合は、異物 5 0 3 a の検知を受けて、クリーニングの対象領域を全面的にクリーニングすればよい。異物情報は、異物 5 0 3 a の位置と大きさの少なくとも一方でもよい。

【 0 0 7 5 】

制御部 1 2 0 が異物 5 0 3 a を検知する検知手段としての機能と異物情報を取得する算出手段としての機能とを両方有する例を示したが、それぞれの機能を別々の制御基板上に備えていても構わない。インプリント装置 1 0 0 は、光硬化法ではなく、熱硬化法を採用するインプリント装置 1 0 0 であってもよい。また、本発明にかかるインプリント材は、光を含む各種電磁放射線により硬化する樹脂、あるいは加熱により硬化する樹脂である。インプリント装置 1 0 0 が採用している硬化方法に対応するインプリント材を選択する。

【 0 0 7 6 】

本明細書において、「硬化」とは、樹脂 1 1 4 に対して所定波長の光が照射することにより、樹脂 1 1 4 を構成する分子の少なくとも一部の分子間の結合が変化することという。

【 0 0 7 7 】

本明細書において、「異物」とは、パターン形成に関与することを目的としていない物質である。例えば、塗布部 1 1 8 により吐出された樹脂 1 1 4 がミストとして漂い乾燥し

10

20

30

40

50

た固形物、インプリント装置 100 を構成する部材から生じる微粒子、外部空間から進入してインプリント装置 100 内に存在する塵などである。

【0078】

本明細書において、「インプリント材」とは、インプリント装置 100 が採用している硬化方法に対応する、硬化性樹脂である。例えば、光を含む各種電磁放射線により硬化する樹脂、あるいは加熱により硬化する樹脂等である。

【0079】

[ 物品の製造方法 ]

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、インプリント装置を用いて基板（ウエハやガラス板等）上にパターンを形成する工程と、パターンの形成露光された基板に対して加工処理を施す工程とを含む。物品とは、例えば、半導体集積回路素子、液晶表示素子、撮像素子、磁気ヘッド、CD-RW、光学素子、フォトマスク等である。加工処理とは、例えば、エッチング処理、あるいはイオン注入処理である。さらに、他の周知の処理工程（現像、酸化、成膜、蒸着、平坦化、インプリント材剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含んでも良い。

10

【0080】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

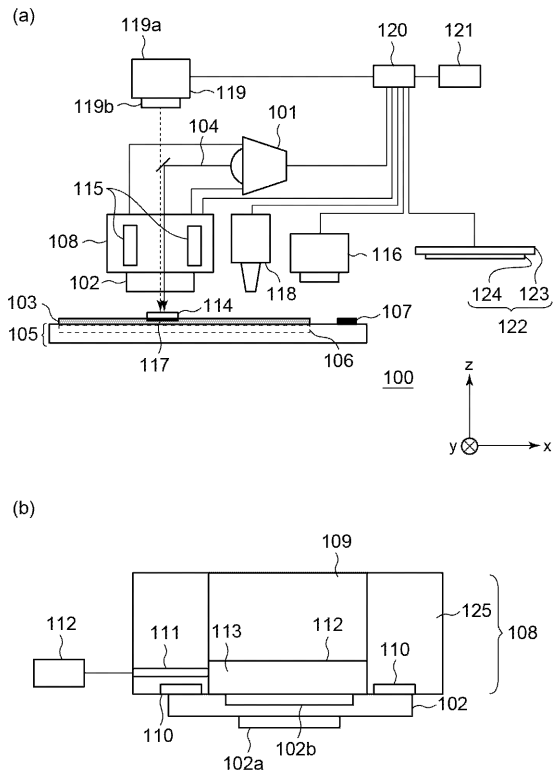
20

【0081】

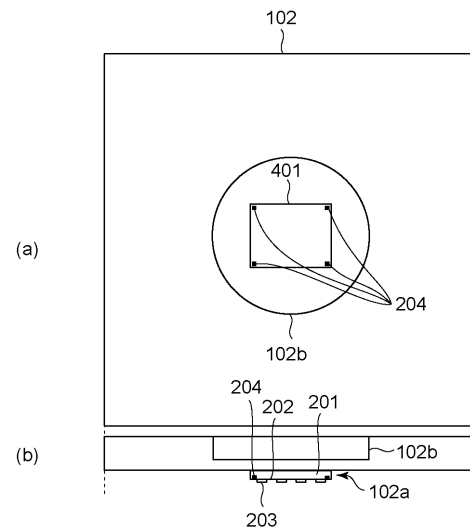
- 100 インプリント装置
- 102 モールド
- 103 基板
- 105 移動体
- 106 基板保持部（載置部）
- 114 樹脂（インプリント材）
- 119 撮像ユニット
- 119b 撮像素子（撮像手段）
- 503a 異物（載置部と基板との間の異物）
- 120 制御部（検知手段、算出手段）

30

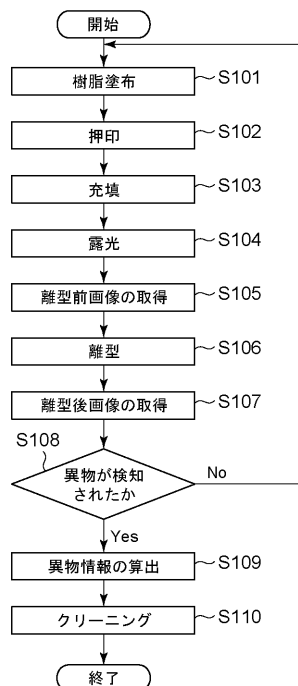
【図 1】



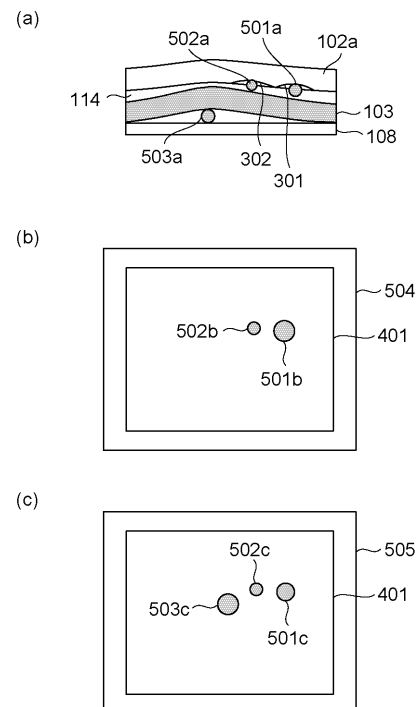
【図 2】



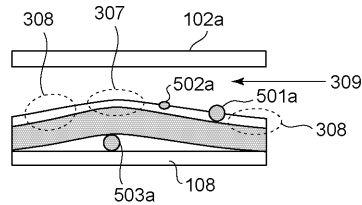
【図 3】



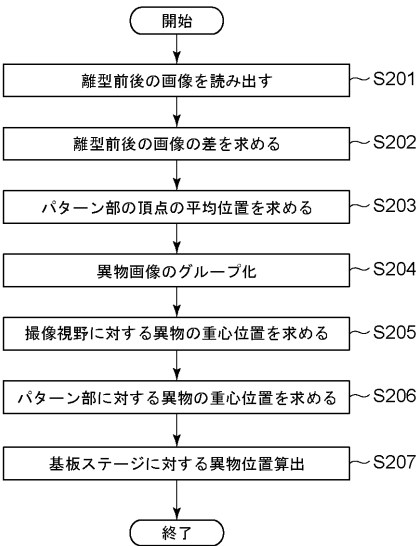
【図 4】



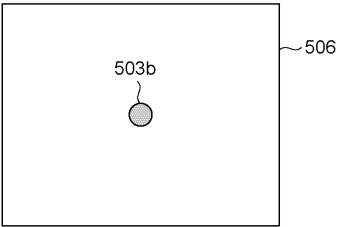
【図 5】



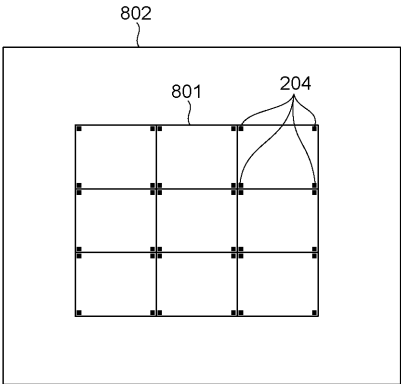
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2015 - 56589 (JP, A)  
特開 2010 - 149469 (JP, A)  
特開 2011 - 3616 (JP, A)  
特開 2015 - 50217 (JP, A)  
特開 2015 - 115414 (JP, A)  
特開平 10 - 70069 (JP, A)  
特開 2009 - 212382 (JP, A)  
米国特許出願公開第 2014 / 0072720 (US, A1)  
特開 2016 - 111335 (JP, A)  
特開 2016 - 25230 (JP, A)  
特開 2016 - 201522 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C53/00 - 53/84  
57/00 - 59/18  
H01L21/027  
21/30