

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 4 日 (04.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/019389 A1

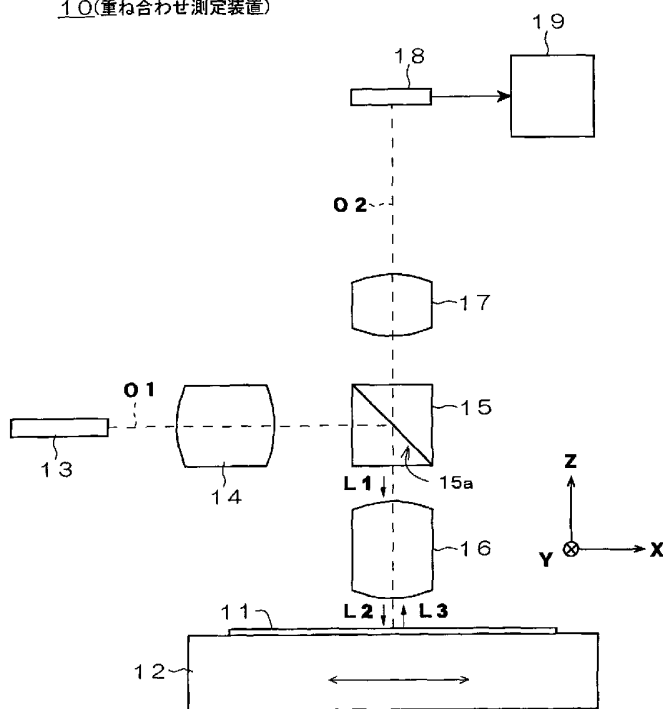
- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 9/00, G01B 11/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010582
- (22) 国際出願日: 2003 年 8 月 21 日 (21.08.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-242049 2002 年 8 月 22 日 (22.08.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 青木 洋(AOKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 古谷 史旺(FURUYA, Fumio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿1丁目19番5号第2明宝ビル9階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

/続葉有/

(54) Title: MARK POSITION DETECTION DEVICE, MARK POSITION DETECTION METHOD, SUPERIMPOSING MEASUREMENT DEVICE, AND SUPERIMPOSING MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: マーク位置検出装置、マーク位置検出方法、重ね合わせ測定装置、および、重ね合わせ測定方法

1. Q(重ね合わせ測定装置)



(57) Abstract: When detecting a mark position on a substrate, it is possible to accurately detect the mark position even if a waveform of an edge signal associated with the edge pair of the mark is asymmetric. In an image processing device (19), one or more sample points contained in the edge signal are removed so as to correct the edge signal asymmetry. According to the edge signal after correction, a waveform for calculating correlation is decided, this waveform is folded, and the maximum correlation value in the correlation function with respect to the folded waveform is calculated, thereby calculating the center position of the mark.

(57) 要約: 本発明は、基板上の被検マークの位置を検出する際、被検マークのエッジ対に関わるエッジ信号の波形が非対称であっても精度良く被検マークの位置を検出できるようにすることを目的とする。そのため、画像処理装置19において、エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、エッジ信号の非対称性を補正する。そして、補正後のエッジ信号に基づいて相関演算用の波形を決定し、この波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出することにより、被検マークの中心位置を算出する。



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

マーク位置検出装置、マーク位置検出方法、重ね合わせ測定装置、および、重ね合わせ測定方法

5

技術分野

本発明は、基板上の被検マークの位置を検出するマーク位置検出装置、マーク位置検出方法、重ね合わせ測定装置、および、重ね合わせ測定方法に関し、特に、半導体素子などの製造工程における高精度な位置検出に好適なマーク位置検出装置などに関する。

10

背景技術

周知のように、半導体素子や液晶表示素子の製造工程では、マスク(レチクル)に形成された回路パターンをレジスト膜に焼き付ける露光工程と、レジスト膜の露光部分または未露光部分を溶解する現像工程とを経て、レジスト膜に回路パターン(レジストパターン)が転写され、このレジストパターンをマスクとしてエッチングや蒸着などを行うことにより(加工工程)、レジスト膜の直下に隣接している所定の材料膜に回路パターンが転写される(パターン形成工程)。

15

次いで、上記所定の材料膜に形成された回路パターンの上に別の回路パターンを形成するためには、同様のパターン形成工程が繰り返される。このように、パターン形成工程を何回も繰り返し実行することにより、様々な材料膜の回路パターンが基板(半導体ウエハや液晶基板)の上に積層され、半導体素子や液晶表示素子の回路が形成される。

20

ところで、上記の製造工程では、様々な材料膜の回路パターンを精度よく重ね合わせるため、各々のパターン形成工程のうち露光工程の前に、マスクと基板とのアライメントを行い、さらに、現像工程の後でかつ加工工程の前に、基板上のレジストパターンの重ね合わせ状態の検査を行い、製品の歩留まり向上を図っている。

25

ちなみに、マスクと基板とのアライメント(露光工程の前)は、マスク上の回

路パターンと、1つ前のパターン形成工程で基板上に形成された回路パターンとのアライメントであり、各々の回路パターンの基準位置を示すアライメントマークを用いて行われる。

- また、基板上のレジストパターンの重ね合わせ状態の検査（加工工程の前）は、
- 5 1つ前のパターン形成工程で形成された回路パターン（以下「下地パターン」という）に対するレジストパターンの重ね合わせ検査であり、下地パターンとレジストパターンの各々の基準位置を示す重ね合わせマークを用いて行われる。

- そして、これらのアライメントマークや重ね合わせマーク（総じて「被検マーク」という）の位置検出は、この被検マークを装置の視野領域内に位置決めし、
- 10 CCDカメラなどの撮像素子を用いて被検マークの像を撮像し、得られた画像信号のうちエッジ信号に基づいて行われる。なお、画像信号は、撮像素子の撮像面における各画素ごとの輝度値に関する分布を表している。エッジ信号は、画像信号のうち輝度値の急変部分である。

- また、このエッジ信号から被検マークの位置を算出するに当たっては、周知の
- 15 相関法というアルゴリズムが用いられる。相関法では、エッジ信号の波形の全体を使って相関演算を行うため、信号ノイズの影響を受け難く、被検マークの位置を再現性よく算出できる。

- しかしながら、相関法は、エッジ信号の波形が左右対称であることを前提としたアルゴリズムである。このため、エッジ信号の波形の対称性が低下していると、
- 20 被検マークの位置を算出する際に誤差が増大してしまう。つまり、被検マークの位置を精度良く検出できない。なお、エッジ信号の波形の対称性が低下する事態は、被検マークのエッジ対の形状が左右対称な場合でも起こりうる。

発明の開示

- 25 本発明の目的は、被検マークのエッジ対に関わるエッジ信号の波形が非対称であっても精度良く被検マークの位置を検出できるマーク位置検出装置、マーク位置検出方法、重ね合わせ測定装置、および、重ね合わせ測定方法を提供することにある。

本発明のマーク位置検出装置は、基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含

む被検マークを照明する照明手段と、前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像手段と、前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出手段と、前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出手段とを備えたものであり、前記検出手段が、前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号の非対称性を補正する補正手段と、前記補正手段による補正後のエッジ信号に基づいた波形と、該波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出することにより、前記中心位置を算出する算出手段とを有するものである。

- 10 このマーク位置検出装置では、補正手段によって非対称性が補正された後のエッジ信号の波形（つまり対称な波形）を用いるため、被検マークの位置を精度良く検出することができる。

- 本発明の他のマーク位置検出装置は、基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明手段と、前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像手段と、前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出手段と、前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出手段とを備えたものであり、前記検出手段が、前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号を補正する補正手段と、前記補正手段による補正前のエッジ信号または補正後のエッジ信号に基づいた演算用波形と該演算用波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出する第1の算出手段と、複数の異なる前記演算用波形の各々を用いて前記第1の算出手段が算出した複数の前記最大相関値のうち最も大きい1つを選択する選択手段と、前記選択手段が選択した1つの最大相関値に基づいて、前記中心位置を算出する第2の算出手段とを有するものである。

このマーク位置検出装置では、複数の異なる演算用波形のうち、相関関数の最大相関値が最も大きい演算用波形（つまり対称な波形）を用いるため、被検マークの位置を精度良く検出することができる。

好ましくは、本発明のマーク位置検出装置は、前記検出手段が、前記補正前の

エッジ信号に基づく前記演算用波形を用いて前記第 1 の算出手段が算出した前記最大相関値と予め定めた閾値とを比較する比較手段をさらに有し、前記補正手段が、前記比較手段による比較の結果、前記補正前のエッジ信号に基づく前記最大相関値の方が前記閾値よりも小さいときに、前記エッジ信号に対する補正を行うものである。

本発明のマーク位置検出方法は、基板上に形成された 1 つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明工程と、前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像工程と、前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出工程と、前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出工程とを備えたものであり、前記検出工程が、前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち 1 つ以上を除去することにより、前記エッジ信号の非対称性を補正する補正工程と、前記補正工程における補正後のエッジ信号に基づいた波形と、該波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出することにより、前記中心位置を算出する算出工程とを有するものである。

このマーク位置検出方法では、補正工程において非対称性が補正された後のエッジ信号の波形（つまり対称な波形）を用いるため、被検マークの位置を精度良く検出することができる。

本発明の他のマーク位置検出方法は、基板上に形成された 1 つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明工程と、前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像工程と、前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出工程と、前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出工程とを備えたものであり、前記検出工程が、前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち 1 つ以上を除去することにより、前記エッジ信号を補正する補正工程と、前記補正工程における補正前のエッジ信号または補正後のエッジ信号に基づいた演算用波形と該演算用波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出する第 1 の算出工程と、複数の異なる前記演算用波形の各々を用いて前記第 1 の算出工程で算出された複数の前記最大相関値のうち最も大き

い1つを選択する選択工程と、前記選択工程で選択した1つの最大相関値に基づいて、前記中心位置を算出する第2の算出工程とを有するものである。

このマーク位置検出方法では、複数の異なる演算用波形のうち、相関関数の最大相関値が最も大きい演算用波形（つまり対称な波形）を用いるため、被検マークの位置を精度良く検出することができる。

好ましくは、本発明のマーク位置検出方法は、前記検出工程が、前記補正前のエッジ信号に基づく前記演算用波形を用いて前記第1の算出工程で算出された前記最大相関値と予め定めた閾値とを比較する比較工程をさらに有し、前記補正工程では、前記比較工程における比較の結果、前記補正前のエッジ信号に基づく前記最大相関値の方が前記閾値よりも小さいときに、前記エッジ信号に対する補正を行うものである。

本発明の重ね合わせ測定装置は、基板上に形成された複数のパターンの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ測定装置において、前記複数のパターンの各々の基準位置を示す被検マークの中心位置を各々検出する上記のマーク位置検出装置と、前記マーク位置検出装置が検出した前記各々の中心位置の差に基づいて、前記複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量を測定する測定手段とを備えたものである。

この重ね合わせ測定装置では、各々の被検マークの位置を精度良く検出できるため、複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量の測定結果として高精度なものを得ることができる。

本発明の重ね合わせ測定方法は、上記のマーク位置検出方法を用い、基板上に形成された複数のパターンの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ測定方法において、前記検出工程は、前記複数のパターンの各々の基準位置を示す被検マークの中心位置を各々検出する工程であり、前記検出工程で検出された前記各々の中心位置の差に基づいて、前記複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量を測定する測定工程をさらに備えたものである。

この重ね合わせ測定方法では、各々の被検マークの位置を精度良く検出できるため、複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量の測定結果として高精度なものを得ることができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、重ね合わせ測定装置 10 の全体構成を示す図である。

図 2 は、ウエハ 11 に形成された重ね合わせマーク 30 の平面図(a)、観察領域の画像を説明する図(b)~(d)である。

図 3 は、標準的な重ね合わせマーク 30 における代表波形(a)およびエッジ信号の波形(b)の例を示す図である。

図 4 は、標準的な重ね合わせマーク 30 における代表波形(a)およびエッジ信号の波形(b)の例を示す図である。

10 図 5 は、近接状態の重ね合わせマーク 30 における代表波形(a)およびエッジ信号の波形(b)の例を示す図である。

図 6 は、近接状態の重ね合わせマーク 30 における代表波形(a)およびエッジ信号の波形(b)の例を示す図である。

15 図 7 は、重ね合わせ測定装置 10 における位置検出の手順を示すフローチャートである。

図 8 は、対称性を向上させた後のエッジ信号の波形例を示す図である。

図 9 は、対称性の向上および検出精度の向上を説明する図である。

図 10 は、フレームマークとボックスマークのサイズ差が大きい重ね合わせマーク(a)と小さい重ね合わせマーク(b)を示す図である。

20

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

ここでは、本実施形態のマーク位置検出装置について、図 1 に示す重ね合わせ測定装置 10 を例に説明する。

25 重ね合わせ測定装置 10 は、図 1 に示すように、ウエハ 11 を支持する検査ステージ 12 と、ウエハ 11 側に向けて照明光 L1 を射出する照明光学系(13~15)と、ウエハ 11 の像を形成する結像光学系(16, 17)と、CCD 撮像素子 18 と、画像処理装置 19 とで構成されている。

この重ね合わせ測定装置 10 について具体的に説明する前に、ウエハ 11 (基

板)の説明を行う。

ウエハ 1 1 には、複数の回路パターン（何れも不図示）が表面上に積層されている。最上層の回路パターンは、レジスト膜に転写されたレジストパターンである。つまり、ウエハ 1 1 は、1 つ前のパターン形成工程で形成された下地パターンの上に別の回路パターンを形成する工程の途中（レジスト膜に対する露光・現像後で且つ材料膜に対するエッチング加工前）の状態にある。

そして、ウエハ 1 1 の下地パターンに対するレジストパターンの重ね合わせ状態が重ね合わせ測定装置 1 0 によって検査される。このため、ウエハ 1 1 の表面には、重ね合わせ状態の検査に用いられる重ね合わせマーク 3 0（図 2(a)）が形成されている。図 2(a)は重ね合わせマーク 3 0 の平面図である。

重ね合わせマーク 3 0 は、外側のフレームマーク 3 1 と内側のボックスマーク 3 2 とからなり、フレームマーク 3 1、ボックスマーク 3 2 のうち一方が下地マーク、他方がレジストマークである。下地マーク、レジストマークは、各々、下地パターン、レジストパターンと同時に形成され、下地パターン、レジストパターンの基準位置を示す。

また、フレームマーク 3 1 は、X 方向に関して、2 つのエッジ対 E 1、E 2 を含んでいる。一方のエッジ対 E 1 は、左側のエッジ E 1 (L)と右側のエッジ E 1 (R)とで構成され、他方のエッジ対 E 2 は、左側のエッジ E 2 (L)と右側のエッジ E 2 (R)とで構成されている。つまり、フレームマーク 3 1 は、左側に 2 本のエッジ E 1 (L)、E 2 (L)、右側に 2 本のエッジ E 1 (R)、E 2 (R)を持つ。フレームマーク 3 1 の Y 方向に関しても同様である。

ボックスマーク 3 2 は、X 方向に関して、1 つのエッジ対 E 3 を含んでいる。このエッジ対 E 3 は、左側のエッジ E 3 (L)と右側のエッジ E 3 (R)とで構成されている。つまり、ボックスマーク 3 2 は、左側に 1 本のエッジ E 3 (L)、右側に 1 本のエッジ E 3 (R)を持つ。ボックスマーク 3 2 の Y 方向に関しても同様である。フレームマーク 3 1、ボックスマーク 3 2 は、各々、請求項の「被検マーク」に対応する。

なお、図示省略したが、レジストマークおよびレジストパターンと、下地マークおよび下地パターンとの間には、加工対象となる材料膜が形成されている。

この材料膜は、重ね合わせ測定装置 10 による重ね合わせ状態の検査後、レジストマークが下地マークに対して正確に重ね合わされ、レジストパターンが下地パターンに対して正確に重ね合わされている場合に、レジストパターンを介して実際に加工される。

5 さて次に、重ね合わせ測定装置 10（図 1）の具体的な構成説明を行う。

重ね合わせ測定装置 10 の検査ステージ 12 は、ウエハ 11 を水平状態に保持すると共に、水平面内で任意の位置に移動可能である。検査ステージ 12 を移動させることにより、ウエハ 11 の重ね合わせマーク 30（図 2(a)）を含む観察領域が結像光学系(16, 17)の視野内に位置決めされる。検査ステージ 12 の法
10 線方向を Z 方向、ウエハ 11 の載置面を XY 面とする。

照明光学系(13～15)は、光源 13 と照明レンズ 14 とプリズム 15 とで構成され、プリズム 15 が結像光学系(16, 17)の光軸 O2 上に配置される。結像光学系(16, 17)の光軸 O2 は Z 方向に平行である。プリズム 15 の反射透過面 15a は、光軸 O2 に対して略 45° 傾けられている。照明光学系(13～15)
15 の光軸 O1 は、結像光学系(16, 17)の光軸 O2 に垂直である。

結像光学系(16, 17)は、対物レンズ 16 と結像レンズ 17 とで構成された光学顕微鏡部であり、対物レンズ 16 が検査ステージ 12 とプリズム 15 との間に配置される。結像レンズ 17 は、第 2 対物レンズとして機能する光学素子であり、プリズム 15 を挟んで対物レンズ 16 とは反対側に配置される。

20 上記の照明光学系(13～15)および結像光学系(16, 17)において、光源 13 から射出された光は、照明レンズ 14 を介してプリズム 15 に導かれ、その反射透過面 15a で反射した後（照明光 L1）、対物レンズ 16 側に導かれる。そして、対物レンズ 16 を通過した後（照明光 L2）、検査ステージ 12 上のウエハ 11 に入射する。このとき、ウエハ 11 の観察領域は、照明光 L2 により略垂
25 直に照明される。

そして、照明光 L2 が照射されたウエハ 11 の観察領域からは、そこでの凹凸構造（重ね合わせマーク 30）に応じて反射光 L3 が発生する。この反射光 L3 は、対物レンズ 16 とプリズム 15 とを介して結像レンズ 17 に導かれ、対物レンズ 16 と結像レンズ 17 の作用によって CCD 撮像素子 18 の撮像面上に結像

される。このとき、CCD撮像素子18の撮像面上には、反射光L3に基づく拡大像（反射像）が形成される。

CCD撮像素子18は、複数の画素が2次元配列されたエリアセンサであり、撮像面上の反射像を撮像し、画像信号を画像処理装置19に出力する。画像信号は、複数のサンプル点からなり、CCD撮像素子18の撮像面における各画素ごとの輝度値に関する分布（輝度分布）を表している。

なお、上記の照明光学系(13～15)および対物レンズ16は、請求項の「照明手段」に対応する。結像光学系(16,17)およびCCD撮像素子18は、請求項の「撮像手段」に対応する。画像処理装置19は、請求項の「抽出手段」、「検出手段」に対応する。

画像処理装置19は、CCD撮像素子18からの画像信号に基づいて、ウェハ11の観察領域(重ね合わせマーク30を含む)の反射像を画像として取り込む。ここで、ウェハ11の観察領域の画像には、図2(b)に示すように、X方向に関して、左側に3本のエッジ像F1(L),F2(L),F3(L)が現れ、右側に3本のエッジ像F1(R),F2(R),F3(R)が現れている。

このうち、内側の2本のエッジ像F3(L),F3(R)は、図2(a)に示すボックスマーク32の凹凸構造のエッジE3(L),E3(R)に対応する像である。残りの4本のエッジ像F1(L),F2(L),F1(R),F2(R)は、フレームマーク31の凹凸構造のエッジE1(L),E2(L),E1(R),E2(R)に対応する像である。

このため、画像処理装置19は、ウェハ11の観察領域の画像に現れた6本のエッジ像F1(L),F2(L),…(図2(b))のうち、ボックスマーク32に関わるエッジ像F3(L),F3(R)に基づいて、ボックスマーク32のX方向の中心位置C2を検出し、フレームマーク31に関わるエッジ像F1(L),F2(L),F1(R),F2(R)に基づいて、フレームマーク31のX方向の中心位置C1を検出する。

X方向の中心位置C1,C2を検出する手順については、後で詳細に説明する。なお、ウェハ11の観察領域の画像には、Y方向に関して、フレームマーク31,ボックスマーク32のエッジ像が同様に現れる。フレームマーク31,ボックスマーク32 Y方向の中心位置も、X方向と同じ手順で検出可能である。このため、以下では、「X方向」に関する説明のみを行い、「Y方向」に関する説明を省略

する。

ここで、中心位置C 1,C 2を検出する際の前処理について説明しておく。中心位置C 1,C 2の検出に先立ち、画像処理装置1 9は、CCD撮像素子1 8から取り込んだ画像信号を積算する（プロジェクション処理）。つまり、中心位置C 1,
5 C 2の検出方向（X方向）とは垂直な方向（Y方向）に沿って、画像信号を積算していく。これは、信号ノイズを低減させるための処理である。プロジェクション処理によって生成される積算後の画像信号の波形を「代表波形」という。

例えば、図2(b)に点線で示すように、観察領域の画像内に現れた全てのエッジ像F 1(L),F 2(L),F 3(L),F 1(R),F 2(R),F 3(R)を含むような範囲3 3を設定し、この範囲3 3内で画像信号をY方向に積算した場合、得られる画像信号の
10 代表波形は、図3～図6の(a)に示すような形状となる。

図3～図6の横軸は、代表波形の各々のサンプル点（画素）の位置を表し、縦軸は輝度値を表している。図3～図6の(a)において、代表波形の輝度値が極小となるボトム付近は、各々、エッジ像F 1(L),F 2(L),F 3(L),F 1(R),F 2(R),F
15 3(R)に対応する。

また、図3,図4の(a)は、共に、図10(a)に示すようなフレームマーク3 1とボックスマーク3 2とのサイズ差が大きい標準的な重ね合わせマーク3 0における代表波形の例であり、図3(a)は、フレームマーク3 1,ボックスマーク3 2の中心位置C 1,C 2のずれが小さい場合、図4(a)は、中心位置C 1,C 2のずれ
20 が大きい場合に関する。

図5,図6の(a)は、共に、図10(b)に示すようなフレームマーク3 1とボックスマーク3 2とのサイズ差が小さい重ね合わせマーク3 0における代表波形の例であり、図5(a)は、フレームマーク3 1,ボックスマーク3 2の中心位置C 1,C 2のずれが小さい場合、図6(a)は、中心位置C 1,C 2のずれが大きい場合に
25 関する。

図3～図6の(a)を比較すると分かるように、図3～図5の(a)では、フレームマーク3 1に起因するエッジ像F 2(L),F 2(R)と、ボックスマーク3 2に起因するエッジ像F 3(L),F 3(R)とが十分離れているため、代表波形のうちフレームマーク3 1,ボックスマーク3 2の間に対応する境界部分4 0(L),(R)の輝度値は、一

定の値Aに保たれている。

これに対し、図6の(a)では、フレームマーク31に起因するエッジ像F2(L), F2(R)と、ボックスマーク32に起因するエッジ像F3(L), F3(R)とが、図中左側においてある程度離れているものの、図中右側において非常に近接している。

- 5 したがって、代表波形のうちフレームマーク31, ボックスマーク32の間に対応する左側の境界部分41(L)は、輝度値が一定の値Aに保たれ、右側の境界部分41(R)は、輝度値が一定の値Aより小さい値Bとなっている。つまり、左右のバランス（対称性）が崩れている。これは、フレームマーク31, ボックスマーク32どうしの近接の影響である。

- 10 なお、実際の位置検出はフレームマーク31とボックスマーク32とで別々に行われるため、上記のような代表波形（図3～図6の(a)参照）を生成するためのプロジェクション処理は、図2(c),(d)に点線で示す範囲34, 35を各々設定して実施される。

- 15 図2(c)の範囲34は、観察領域の画像内に現れたボックスマーク32に関わる2本のエッジ像F3(L), F3(R)を含むような範囲であり、ボックスマーク32の中心位置C2を検出する際に設定される。そして、この範囲34内での画像信号の積算により代表波形(不図示)が生成され、得られた代表波形が中心位置C2の検出に用いられる。

- 20 図2(d)の範囲35は、フレームマーク31に関わる4本のエッジ像F1(L), F2(L), F1(R), F2(R)を含むような範囲であり、フレームマーク31の中心位置C1を検出する際に設定される。そして、この範囲35内での画像信号の積算により代表波形(不図示)が生成され、得られた代表波形が中心位置C1の検出に用いられる。

- 25 次に、重ね合わせ測定装置10におけるフレームマーク31, ボックスマーク32の中心位置C1, C2の検出手順について、図7のフローチャートを用いて具体的に説明する。ここでは、ボックスマーク32の中心位置C2の検出を例に説明する。

この位置検出時、重ね合わせ測定装置10の視野内には、ウエハ11の重ね合わせマーク30(図2(a))を含む観察領域が位置決めされる。そして、CCD撮像

素子 18 の撮像面上には、重ね合わせマーク 30 の反射像が形成される。このため、画像処理装置 19 では、CCD 撮像素子 18 からの画像信号に基づいて、重ね合わせマーク 30 の反射像を画像（図 2(c)参照）として取り込むことができる。

- 5 次に、画像処理装置 19 は、図 2(c)に点線で示すように、ボックスマーク 32 に関わる 2 本のエッジ像 F 3(L), F 3(R)を含むような範囲 34 を設定し、この範囲 34 内で画像信号を Y 方向に積算することにより、代表波形（不図示、図 3～図 6 の(a)参照）を生成する（図 7 のステップ S 1）。範囲 34 の設定は、手動または自動で行われる。
- 10 そして次に、画像処理装置 19 は、ステップ S 1 で生成した代表波形に基づいて、画像信号のうち輝度値の急変部分をエッジ信号として抽出する（ステップ S 2）。エッジ信号とは、ボックスマーク 32 のエッジ対 E 3（図 2(a)）に関わる信号である。エッジ信号の抽出は、例えば次の(1)～(6)の手順にしたがって自動的に行われる。
- 15 (1) ボックスマーク 32 に関わる代表波形の輝度値が極小となる 2 つのボトムポイントを見つける。
 (2) 左側のボトムポイントから左方へ輝度値の変化を追跡し、輝度値が最大となるサンプル点 S 1（図 3～図 6 の(a)参照）を見つける。サンプル点 S 1 の輝度値は、図 3～図 6 の(a)の何れにおいても、一定の値 A となっている。
- 20 (3) 左側のボトムポイントから右方へ輝度値の変化を追跡し、輝度値が最大となるサンプル点 S 3（図 3～図 6 の(a)参照）を見つける。
 (4) 右側のボトムポイントから右方へ輝度値の変化を追跡し、輝度値が最大となるサンプル点 S 2（図 3～図 6 の(a)参照）を見つける。サンプル点 S 2 の輝度値は、図 3～図 5 の(a)では一定の値 A となるが、図 6(a)では、上記した近接
25 の影響で値 A より小さい値 B となる。
 (5) 右側のボトムポイントから左方へ輝度値の変化を追跡し、輝度値が最大となるサンプル点 S 3（図 3～図 6 の(a)参照）を見つける。本実施形態では、サンプル点 S 3 は、(3) で求めたサンプル点と同一点となっている。
 (6) サンプル点 S 1 からサンプル点 S 2 まで（つまり輝度値の急変部分）をエ

ッジ信号として抽出する。

その結果、抽出されたエッジ信号の波形 4 2 は、図 3～図 6 の(b)に示すような形状となる。図 3～図 6 の(b)を比較すると分かるように、図 3～図 5 の(b)では、波形 4 2 の左端と右端の輝度値が、共に同じ値 A となる。このため、図 3
5 ～図 5 の(b)の波形 4 2 は、左右対称である。これに対し、図 6 の(b)では、波形 4 2 の左端と右端の輝度値が、フレームマーク 3 1、ボックスマーク 3 2 どちらの近接の影響で、異なる値 A、B となる。このため、図 6 の(b)の波形 4 2 は、左右非対称である。

画像処理装置 1 9 では、ステップ S 2 で抽出したエッジ信号の波形 4 2 (図 3
10 ～図 6 の(b)参照)に基づいて、図 7 のステップ S 3 以降の手順にしたがい、ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 2 を検出する。この手順は、エッジ信号の波形 4 2 が図 3～図 5 の(b)のように左右対称であっても、図 6 (b)のように左右非対称であっても、同じように精度良く位置検出を行えるものである。

さて、図 7 のステップ S 3 以降の手順について説明する。画像処理装置 1 9 は、
15 まず初めに演算用波形を決定する(ステップ S 3)。今回(1回目)の処理では、ステップ S 2 で抽出したエッジ信号の波形 4 2 が演算用波形となる。そして、画像処理装置 1 9 は、波形 4 2 の仮中心位置を設定する(ステップ S 4)。

次に、画像処理装置 1 9 は、波形 4 2 を仮中心位置で折り返し、得られた折り返し波形と元々の波形 4 2 との相関関数を演算する(ステップ S 5)。つまり、
20 周知の相関法というアルゴリズムを用いて、折り返し波形と元々の波形 4 2 とを相対的にオフセットさせながら、相関関数を演算する。相関関数とは、折り返し波形と元々の波形 4 2 とのオフセット量と、そのときの相関値との関係を表したものである。相関値は「0～1」の値をとる。

そして、画像処理装置 1 9 は、ステップ S 5 で計算した相関関数における最大
25 相関値を求め、この最大相関値に対応するオフセット量 Δ を選択する(ステップ S 6)。今回の処理は 1 回目であるため(ステップ S 7 が Yes)、次にステップ S 8 の処理を行う。つまり、ステップ S 6 で求めた最大相関値と予め定めた閾値(例えば 0.95)との大小比較を行う。最大相関値は、演算用波形の左右の対称性を示す指標である。

比較の結果、ステップ S 6 で求めた最大相関値が閾値（例えば 0.95）より大きい場合（ステップ S 8 が No）、画像処理装置 19 は、元々の波形 42 が左右対称（図 3～図 5 の (b) 参照）であると判断して、ステップ S 14 の処理を行う。つまり、ステップ S 6 で選択したオフセット量 Δ と、ステップ S 4 で設定した仮

5 中心位置とに基づいて、ボックスマーク 32 の中心位置 C2（＝仮中心位置 + $\Delta / 2$ ）を算出する。

一方、ステップ S 8 における比較の結果、ステップ S 6 で求めた最大相関値の方が閾値（例えば 0.95）よりも小さい場合（ステップ S 8 が Yes）、画像処理装置 19 は、元々の波形 42 が左右非対称（図 6 (b) 参照）であると判断して、

10 ステップ S 9 の処理を行う。つまり、ステップ S 6 で選択したオフセット量 Δ と、ステップ S 4 で設定した仮中心位置とに基づいて、ボックスマーク 32 の中心位置 C2 の候補（＝仮中心位置 + $\Delta / 2$ ）を算出する。

そして、ステップ S 9 で算出した中心位置 C2 の候補とステップ S 6 で求めた最大相関値との関係を示すデータテーブルを作成する（ステップ S 10）。画像

15 処理装置 19 は、上記のような中心位置 C2 の候補の算出を繰り返して実行する場合（ステップ S 11 が No）、次のステップ S 12 の処理を経てから、ステップ S 3 に戻る。

ステップ S 12 では、ステップ S 2 で抽出したエッジ信号（図 6 (b) の左右非対称な波形 42）から 1 つ以上のサンプル点が除去され、エッジ信号に対する補

20 正処理が行われる。このとき、サンプル点の除去位置や除去数は任意である。例えば、エッジ信号（図 6 (b) の左右非対称な波形 42）の左端や右端に位置するサンプル点を 1 つ除去することなどが考えられる。

ステップ S 12 におけるエッジ信号の補正処理が終わると、画像処理装置 19 は、ステップ S 3 の処理に戻って、2 回目の処理（S 3～S 11）を実行する。

25 今回（2 回目）、ステップ S 3 の処理では、ステップ S 12 における補正後のエッジ信号の波形が演算用波形となる。

そして、この演算用波形（補正後のエッジ信号の波形）を用いてステップ S 4～S 6 を実行し、相関関数における最大相関値を求めると共に、この最大相関値に対応するオフセット量 Δ を選択する。今回の処理は 2 回目であるため（ステッ

プ S 7 が No) 、ステップ S 8 の処理を実行せずにステップ S 9 に進み、ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 2 の新たな候補を算出する。そして、この新たな候補とステップ S 6 で求めた最大相関値との関係をデータテーブルに加える (ステップ S 1 0) 。

5 このようにして、ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 2 の候補を繰り返し算出する際、ステップ S 1 2 の処理 (エッジ信号の補正処理) を行う毎に、サンプル点の除去位置や除去数を変更すれば、複数の異なる演算用波形による中心位置 C 2 の候補を次々に算出することができる。なお、除去するサンプル点の指定は、オペレータによる指定でも、装置の自動設定でもよい。

10 画像処理装置 1 9 は、中心位置 C 2 の候補の算出を終了すると (ステップ S 1 1 が Yes) 、次のステップ S 1 3 に進む。このとき、画像処理装置 1 9 内には、複数の中心位置 C 2 の候補と最大相関値との関係を示すデータテーブルが完成している。

15 このため、画像処理装置 1 9 は、そのデータテーブルを参照して、複数の中心位置 C 2 の候補のうち 1 つを選択する (ステップ S 1 3) 。すなわち、複数の最大相関値の中で最も値が大きい 1 つ (最大相関値の最大値) に対応する候補を探し、この候補を “中心位置 C 2” として選択する。最大相関値が大きいほど、演算用波形の左右の対称性が高く、高精度な検出結果が得られるからである。

20 例えば、上記ステップ S 2 で抽出されたエッジ信号 (補正前のエッジ信号) の波形が、図 6 (b) に示す波形 4 2 のような左右非対称性をもつ場合、ステップ S 1 3 で “中心位置 C 2” として選択される候補は、図 8 に示す波形 4 3 を演算用波形にした場合である。

25 この波形 4 3 は、波形 4 2 (図 6 (b)) のサンプル点のうち、左端側の 4 つのサンプル点と右端側の 1 つのサンプル点とを除去したものであり、図 8 から分かるように左右対称な波形となっている。この波形 4 3 における最大相関値は、図 9 に示すように「0.97」であり、補正前のエッジ信号の波形 4 2 における最大相関値「0.65」と比較して、「0.32」だけ向上したことが分かる。

これは、ステップ S 2 で抽出されたエッジ信号 (補正前のエッジ信号) の波形 4 2 (図 6 (b)) が左右非対称であっても、サンプル点を除去することで相関演

算に用いる波形の対称性を向上させ、左右対称な波形 4 3 (図 8) を用いて精度良く中心位置 C 2 を算出できることを意味する。

このため、補正後の左右対称な波形 4 3 を用いて算出した中心位置 C 2 と、補正前の左右非対称な波形 4 2 を用いて算出した中心位置 C 2 の候補とのずれ (図 9 では約 19 nm) は、検出精度が向上した分を表している。つまり、サンプル点の除去により、内マーク中心位置の測定誤差を約 19 nm 低減することができた。

また同様に、フレームマーク 3 1 の中心位置 C 1 も精度良く検出することができる。例えば、上記ステップ S 2 で抽出されたエッジ信号 (補正前のエッジ信号) の波形が、図 6 (b) に示す波形 4 4, 4 5 のような左右非対称性をもつ場合、ステップ S 1 3 で “中心位置 C 2” として選択される候補は、図 8 に示す波形 4 6, 4 7 を演算用波形にした場合となる。

このうち、波形 4 6 は、波形 4 4 (図 6 (b)) のサンプル点のうち、右端側の 4 つのサンプル点を除去したものであり、波形 4 7 は、波形 4 5 (図 6 (b)) のサンプル点のうち、左端側の 1 つのサンプル点を除去したものである。その結果、波形 4 6, 4 7 は、図 8 から分かるように左右対称な波形となっている。この波形 4 6, 4 7 における最大相関値は、図 9 に示すように「0.98」であり、補正前のエッジ信号の波形 4 4, 4 5 における最大相関値「0.82」と比較して、「0.16」だけ向上したことが分かる。

これは、ステップ S 2 で抽出されたエッジ信号 (補正前のエッジ信号) の波形 4 4, 4 5 (図 6 (b)) が左右非対称であっても、サンプル点を除去することで波形の対称性を向上させ、左右対称な波形 4 6, 4 7 (図 8) を用いて精度良く中心位置 C 1 を算出できることを意味する。

このため、補正後の左右対称な波形 4 6, 4 7 を用いて算出した中心位置 C 1 と、補正前の左右非対称な波形 4 4, 4 5 を用いて算出した中心位置 C 1 の候補とのずれ (図 9 では約 13 nm) は、検出精度が向上した分を表している。つまり、サンプル点の除去により、測定誤差を約 13 nm 低減することができた。

続いて、画像処理装置 19 は、ウエハ 11 の重ね合わせ検査 (下地パターンに対するレジストパターンの重ね合わせ状態の検査) を実行する。つまり、フレー

ムマーク 3 1, ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 1, C 2 の差に基づいて、重ね合わせずれ量 R (図 2 (a)) を算出する。重ね合わせずれ量 R は、ウエハ 1 1 の表面の 2 次元ベクトルとして表される。

5 本実施形態では、前述したようにフレームマーク 3 1, ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 1, C 2 が共に精度良く検出されているため、重ね合わせずれ量 R も精度良く検出することができる。図 9 の例では、サンプル点の除去により、重ね合わせずれ量 R が約 3 2 n m だけ向上した。つまり、測定誤差を約 3 2 n m 低減することができた。

10 また、本実施形態では、ステップ S 3 で決定した演算用波形の全体を使って相関演算 (演算用波形と折り返し波形との相関関数の演算) を行うため、信号ノイズの影響を受け難く、フレームマーク 3 1, ボックスマーク 3 2 の中心位置 C 1, C 2 を再現性よく算出できる。また、重ね合わせずれ量 R を再現性よく算出することもできる。

15 なお、エッジ信号の補正処理 (S 1 2) におけるサンプル点の除去数は、最小限に抑えることが好ましい。サンプル点の除去数が多くなると、それだけ演算用波形の範囲が狭く (サンプル点の数が少なく) なり、信号ノイズの影響を受けやすくなるからである。

20 上記した実施形態では、1 回目の相関演算の後にステップ S 8 で、最大相関値と予め定めた閾値 (例えば 0.9 5) との大小比較を行い、最大相関値の方が小さいときのみサンプル点を除去したが、1 回目の相関演算で求めた最大相関値に拘わらず、全ての場合にサンプル点を除去してもよい。これは、図 7 のフローチャートにおいてステップ S 7, S 8, S 1 4 の処理を省略することに相当する。

25 さらに、上記した実施形態では、重ね合わせ測定装置 1 0 内の画像処理装置 1 9 によって、エッジ信号のサンプル点の除去や中心位置 C 1, C 2 の検出などを行ったが、重ね合わせ測定装置 1 0 に接続された外部のコンピュータを用いた場合でも、同様の効果を得ることができる。

また、上記した実施形態では、重ね合わせ測定装置 1 0 を例に説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、マスクに形成された回路パターンをレジスト膜に焼き付ける露光工程の前に、マスクとウエハ 1 1 とのアライメントを行う

装置（露光装置のアライメント系）にも適用できる。この場合には、ウエハ 1 1 上に形成されたアライメントマークの位置を精度よく検出することができる。また、単一の被検マークとカメラの基準位置との光学的位置ずれを検出する装置にも、本発明は適用できる。

5

産業上の利用の可能性

本発明によれば、被検マークのエッジ対に関わるエッジ信号の波形が非対称であっても精度良く被検マークの位置を検出できる。

10

15

20

25

請求の範囲

(1) 基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明手段と、

- 5 前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像手段と、

前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出手段と、

- 10 前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出手段とを備え、

前記検出手段は、

前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号の非対称性を補正する補正手段と、

- 15 前記補正手段による補正後のエッジ信号に基づいた波形と、該波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出することにより、前記中心位置を算出する算出手段とを有する

ことを特徴とするマーク位置検出装置。

(2) 基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明手段と、

- 20 前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像手段と、

前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出手段と、

- 25 前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出手段とを備え、

前記検出手段は、

前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号を補正する補正手段と、

前記補正手段による補正前のエッジ信号または補正後のエッジ信号に基づいた

演算用波形と該演算用波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出する第1の算出手段と、

複数の異なる前記演算用波形の各々を用いて前記第1の算出手段が算出した複数の前記最大相関値のうち最も大きい1つを選択する選択手段と、

- 5 前記選択手段が選択した1つの最大相関値に基づいて、前記中心位置を算出する第2の算出手段とを有する

ことを特徴とするマーク位置検出装置。

(3) 請求項2に記載のマーク位置検出装置において、

- 10 前記検出手段は、前記補正前のエッジ信号に基づく前記演算用波形を用いて前記第1の算出手段が算出した前記最大相関値と予め定めた閾値とを比較する比較手段をさらに有し、

前記補正手段は、前記比較手段による比較の結果、前記補正前のエッジ信号に基づく前記最大相関値の方が前記閾値よりも小さいときに、前記エッジ信号に対する補正を行う

- 15 ことを特徴とするマーク位置検出装置。

(4) 基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明工程と、

前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像信号を出力する撮像工程と、

- 20 前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出工程と、

前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出工程とを備え、

前記検出工程は、

- 25 前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号の非対称性を補正する補正工程と、

前記補正工程における補正後のエッジ信号に基づいた波形と、該波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出することにより、前記中心位置を算出する算出工程とを有する

ことを特徴とするマーク位置検出方法。

(5) 基板上に形成された1つ以上のエッジ対を含む被検マークを照明する照明工程と、

前記被検マークからの光に基づく像を撮像し、複数のサンプル点からなる画像
5 信号を出力する撮像工程と、

前記画像信号のうち輝度値の急変部分を前記エッジ対に関わるエッジ信号として抽出する抽出工程と、

前記エッジ信号に基づいて、前記被検マークの中心位置を検出する検出工程とを備え、

10 前記検出工程は、

前記エッジ信号に含まれるサンプル点のうち1つ以上を除去することにより、前記エッジ信号を補正する補正工程と、

前記補正工程における補正前のエッジ信号または補正後のエッジ信号に基づいた演算用波形と該演算用波形を折り返して得られる波形との相関関数における最大相関値を算出する第1の算出工程と、
15

複数の異なる前記演算用波形の各々を用いて前記第1の算出工程で算出された複数の前記最大相関値のうち最も大きい1つを選択する選択工程と、

前記選択工程で選択された1つの最大相関値に基づいて、前記中心位置を算出する第2の算出工程とを有する

20 ことを特徴とするマーク位置検出方法。

(6) 請求項5に記載のマーク位置検出方法において、

前記検出工程は、前記補正前のエッジ信号に基づく前記演算用波形を用いて前記第1の算出工程で算出された前記最大相関値と予め定めた閾値とを比較する比較工程をさらに有し、

25 前記補正工程では、前記比較工程における比較の結果、前記補正前のエッジ信号に基づく前記最大相関値の方が前記閾値よりも小さいときに、前記エッジ信号に対する補正を行う

ことを特徴とするマーク位置検出方法。

(7) 基板上に形成された複数のパターンの重ね合わせ状態を検査する重ね合

わせ測定装置において、

前記複数のパターンの各々の基準位置を示す被検マークの中心位置を各々検出する請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 に記載のマーク位置検出装置と、

- 前記マーク位置検出装置が検出した前記各々の中心位置の差に基づいて、前記
5 複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量を測定する測定手段とを備えた
ことを特徴とする重ね合わせ測定装置。

(8) 請求項 4 または請求項 5 または請求項 6 に記載のマーク位置検出方法を用い、基板上に形成された複数のパターンの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ測定方法において、

- 10 前記検出工程は、前記複数のパターン各々の基準位置を示す被検マークの中心位置を各々検出する工程であり、

前記検出工程で検出された前記各々の中心位置の差に基づいて、前記複数のパターンどうしの重ね合わせずれ量を測定する測定工程をさらに備えた

ことを特徴とする重ね合わせ測定方法。

15

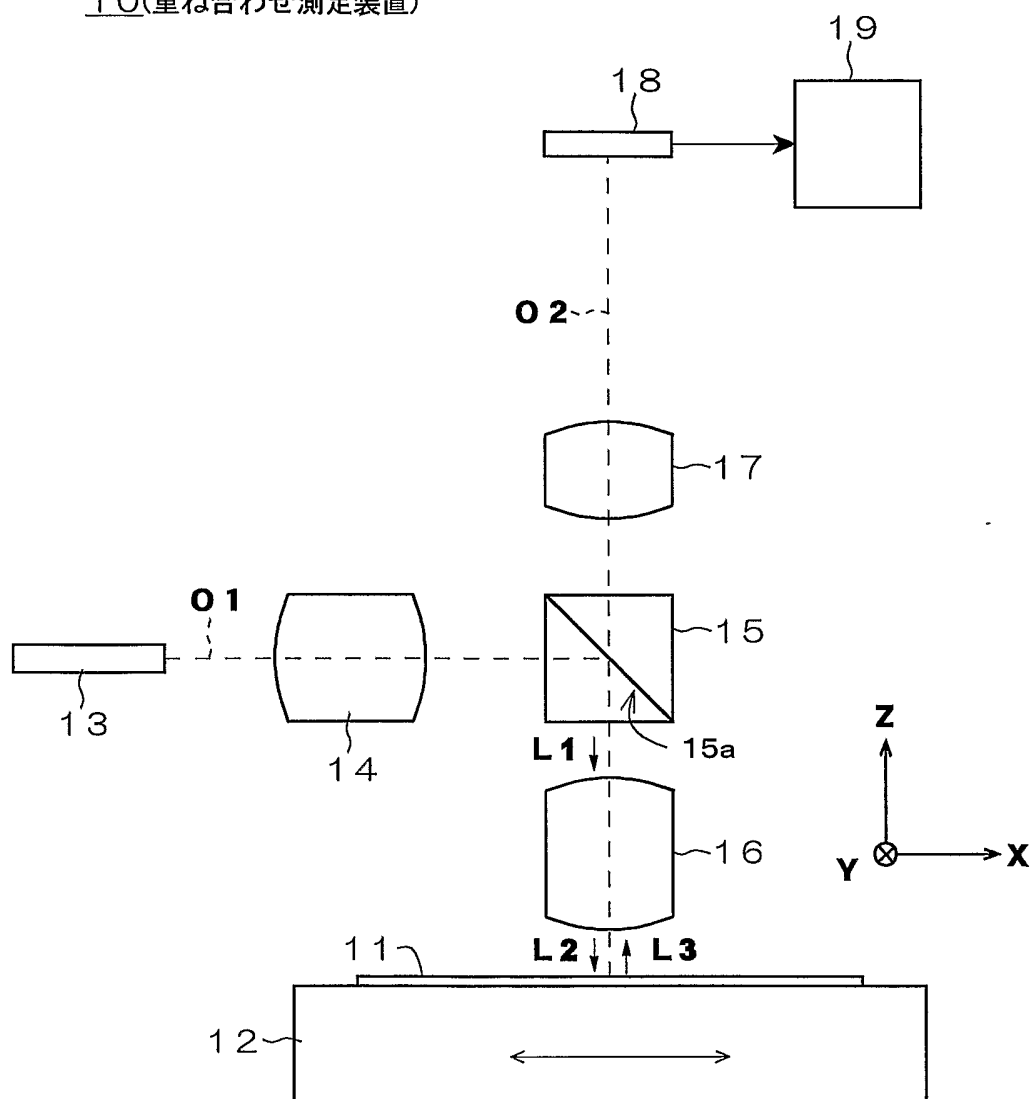
20

25

1/9

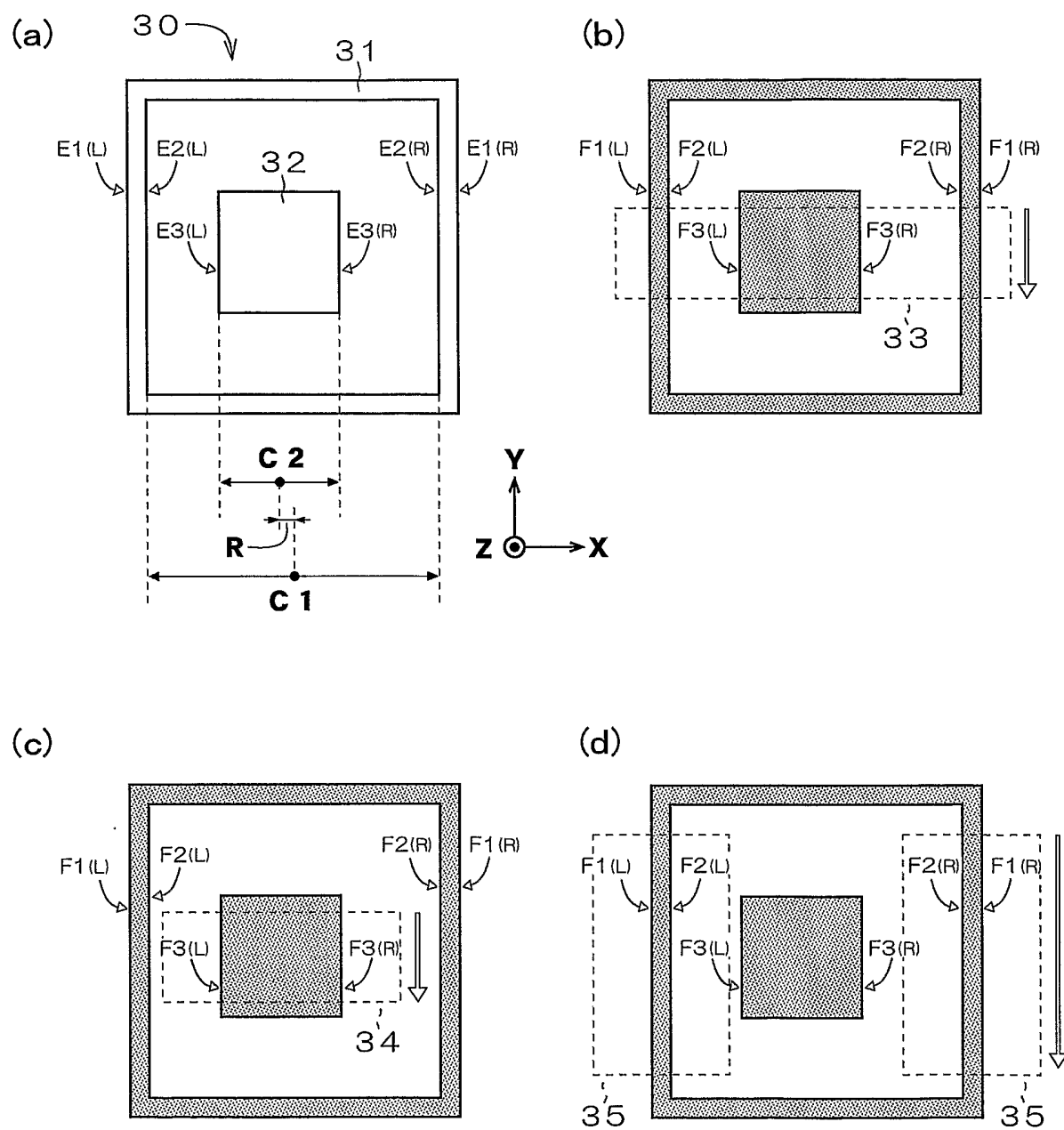
图 1

10(重ね合わせ測定装置)



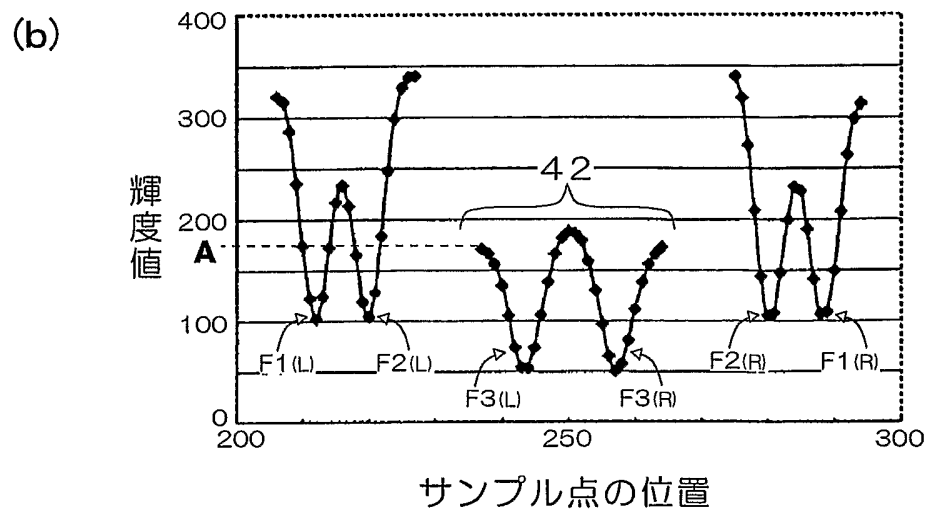
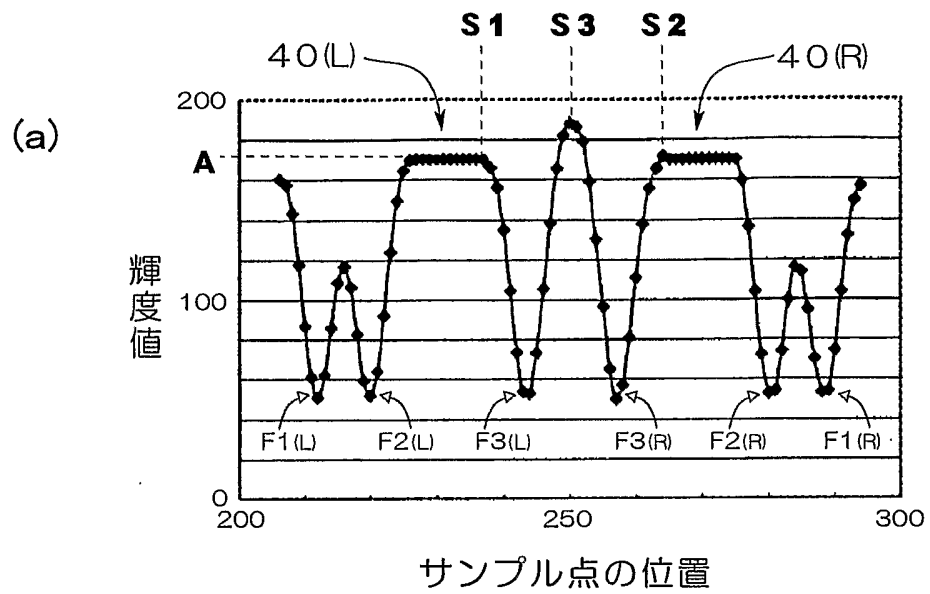
2/9

図2



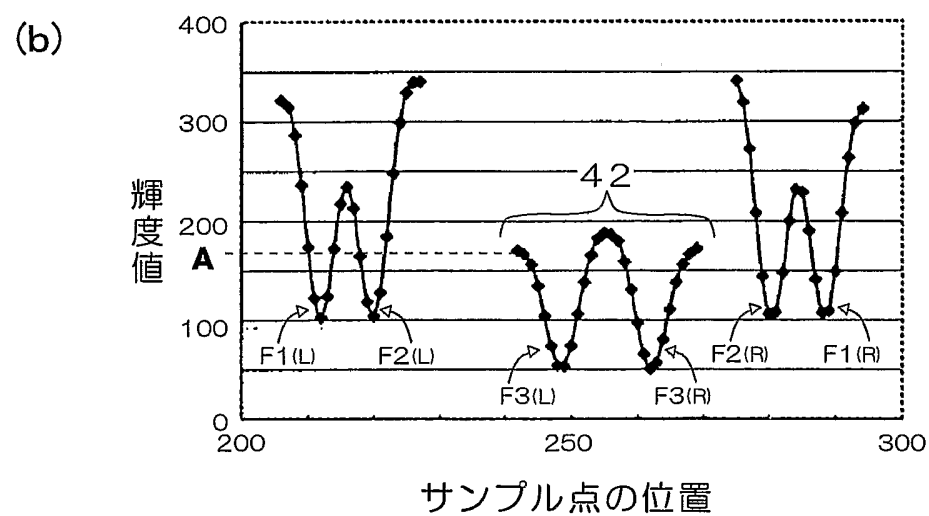
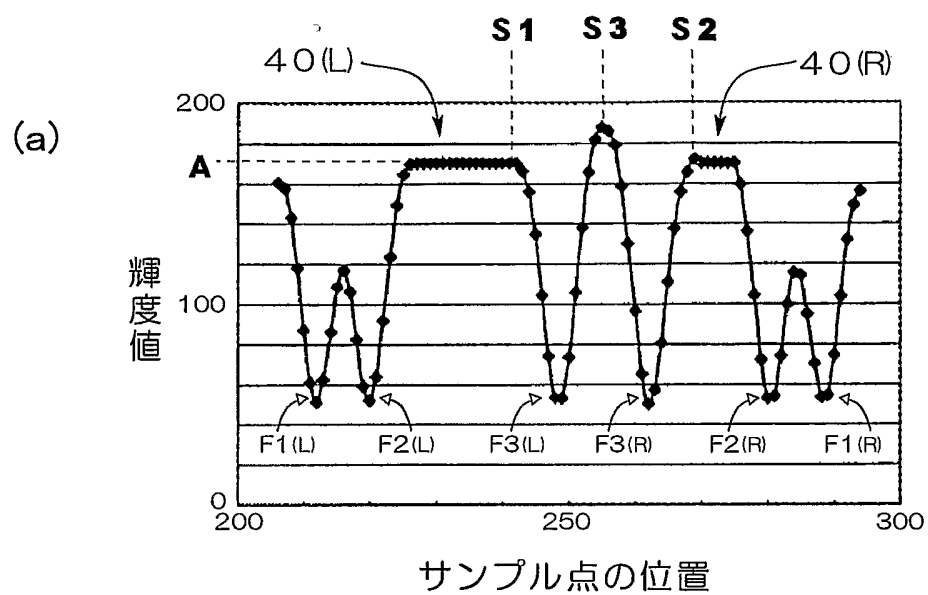
3/9

図3



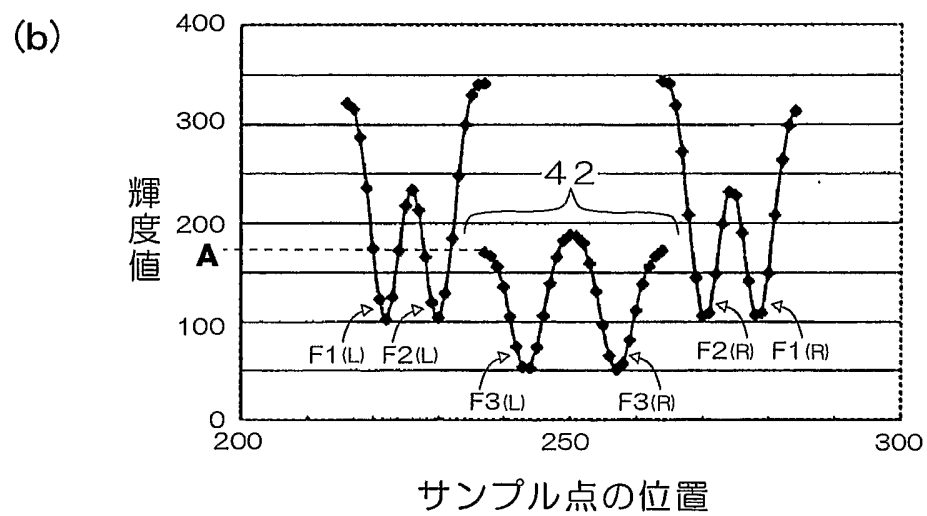
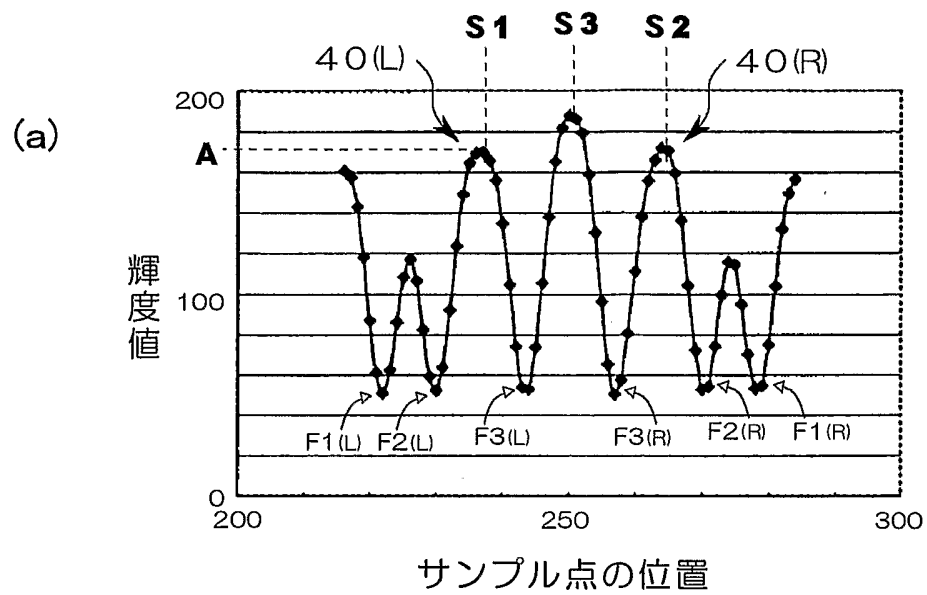
4/9

図4



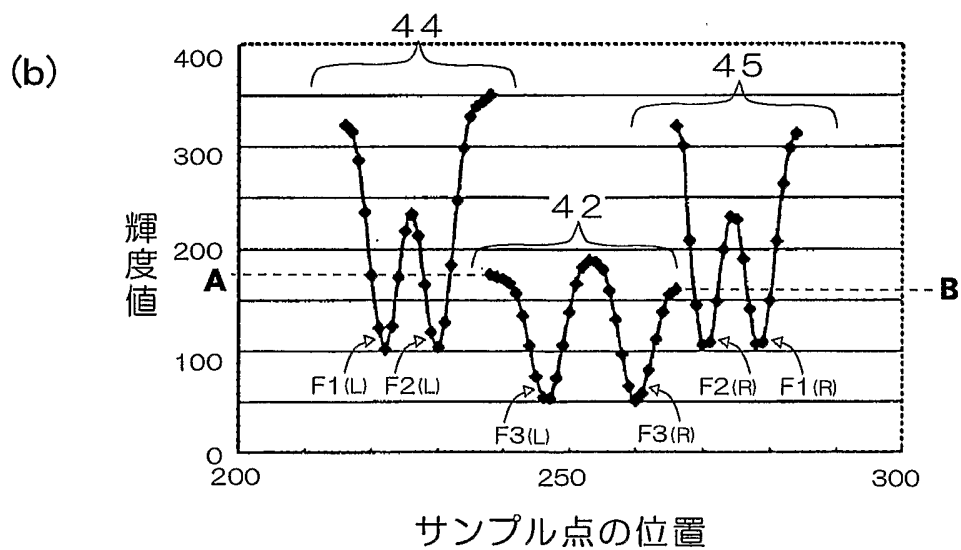
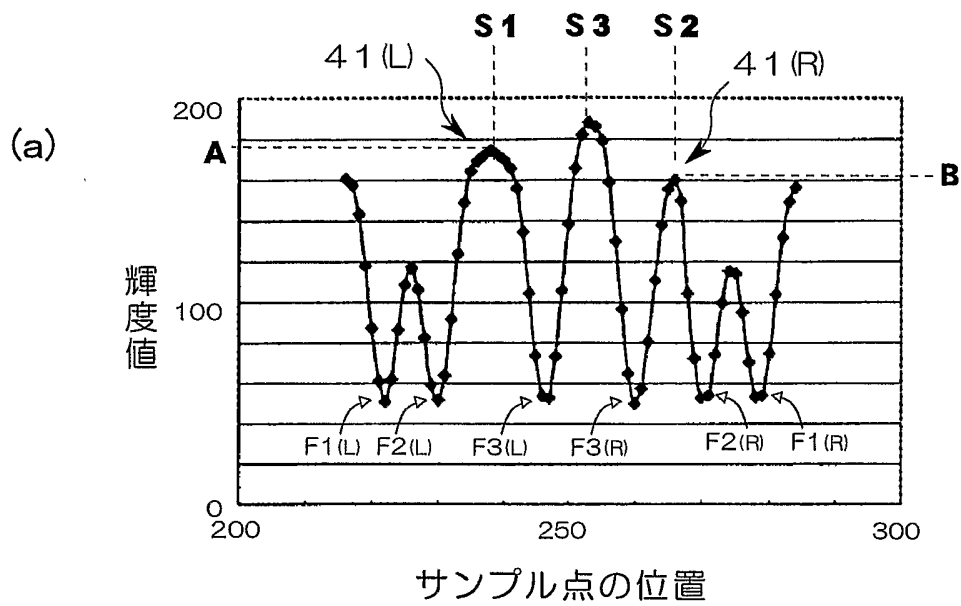
5/9

図5



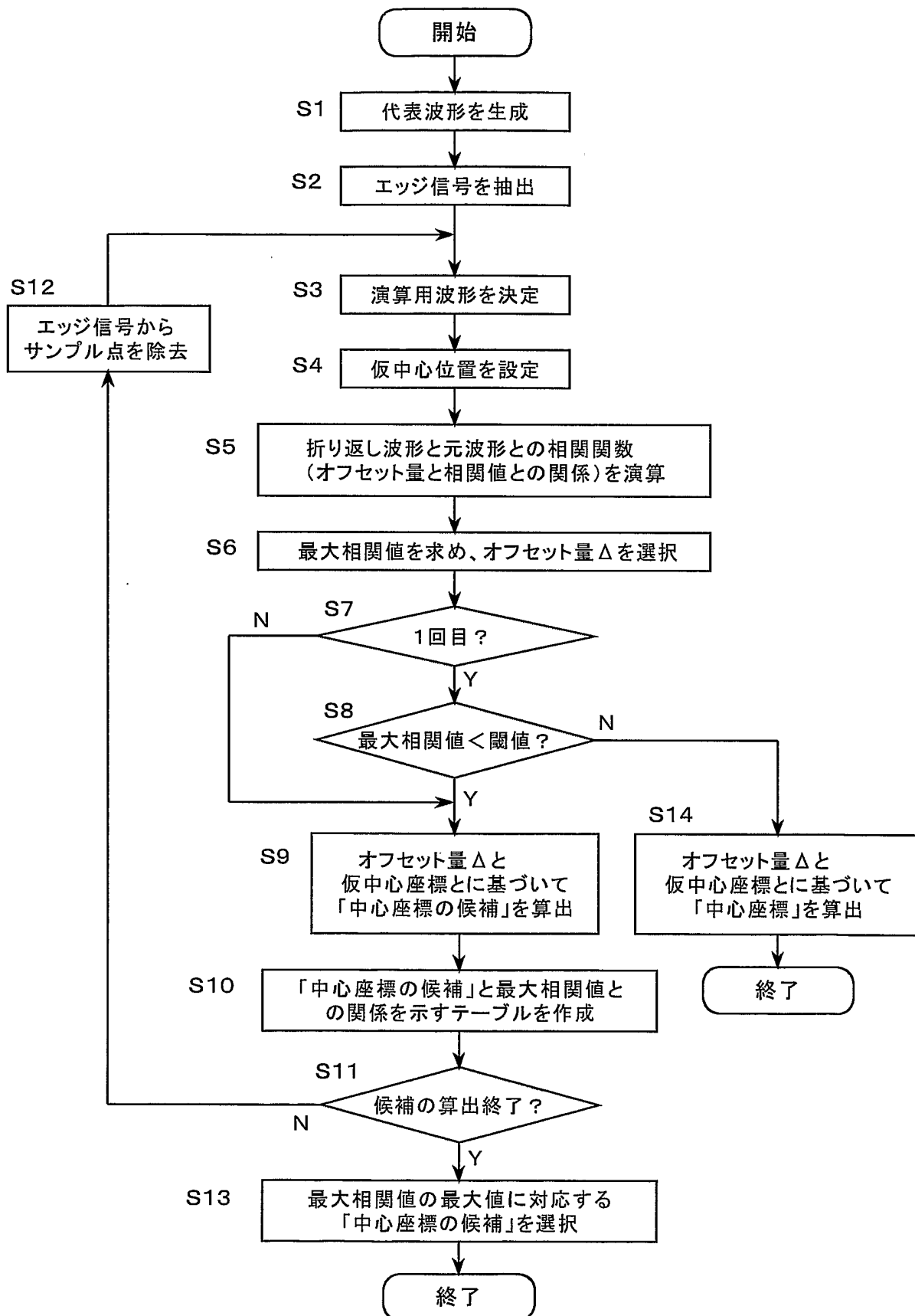
6/9

図6



7/9

図7



8/9

図8

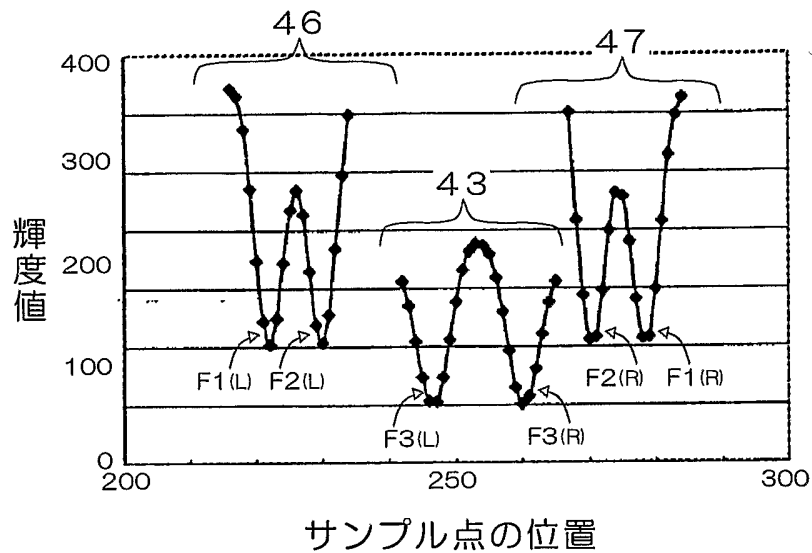
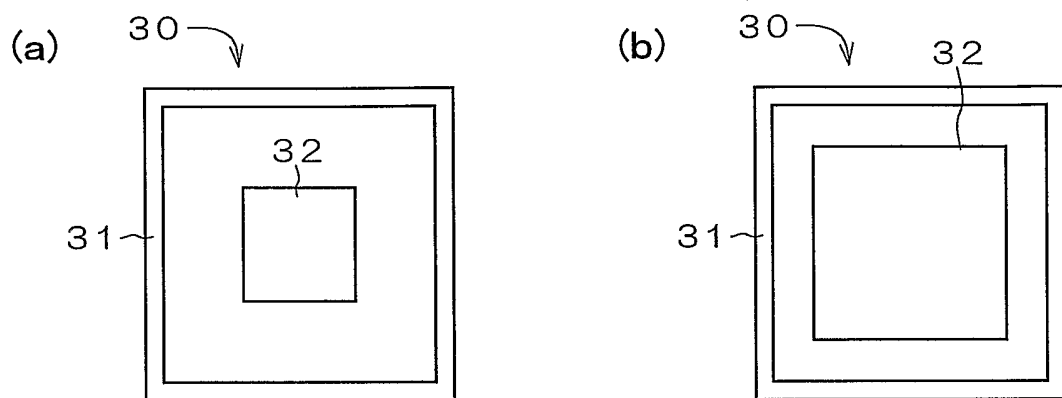


図9

	外マーク 中心値 nm	外マーク 相関値	内マーク 中心値 nm	内マーク 相関値	ずれ量 nm
サンプル点除去無	18361.48	0.82	18554.13	0.65	192.65
サンプル点除去有	18348.28	0.98	18572.9	0.97	224.62
除去有無の差	-13.197	0.16	18.771	0.32	31.97

9/9

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10582

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F9/00, G01B11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F9/00, G01B11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-94315 A (Canon Inc.), 12 April, 1996 (12.04.96), Claim 1; Par. Nos. [0030] to [0050]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-8
A	WO 00/57126 A1 (NIKON CORP.), 28 September, 2000 (28.09.00), Page 1 & US 2002/0062204 A1	1-8
A	JP 2000-275010 A (Canon Inc.), 06 October, 2000 (06.10.00), Page 1 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 November, 2003 (25.11.03)	Date of mailing of the international search report 09 December, 2003 (09.12.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10582

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-4044 A (Hitachi, Ltd.), 06 January, 1998 (06.01.98), Page 1 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H01L21/027, G03F9/00, G01B11/00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ H01L21/027, G03F9/00, G01B11/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-94315 A (キヤノン株式会社)、1996.04.12 請求項1、【0030】-【0050】、図1-3 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 00/57126 A1 (NIKON CORPORATION)、2000.09.28 第1ページ & US 2002/0062204 A1	1-8
A	JP 2000-275010 A (キヤノン株式会社)、2000.10.06 第1ページ (ファミリーなし)	1-8
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	25.11.03	国際調査報告の発送日
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2M 9355
日本国特許庁 (ISA/JP)	岩本 勉	
郵便番号100-8915		
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101	内線 3274

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-4044 A (株式会社日立製作所) 1998.01.06 第1ページ (ファミリーなし)	1-8