

(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2004-179221

(P2004-179221A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 21/027

G01B 11/00

G03F 7/20

G03F 9/00

F I

H01L 21/30

G01B 11/00

G03F 7/20

G03F 9/00

H01L 21/30

520C

C

521

H

525W

テーマコード (参考)

2F065

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2002-340651 (P2002-340651)

(22) 出願日 平成14年11月25日 (2002.11.25)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

(72) 発明者 阿部 啓之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 高橋 秀夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA12 BB02 BB27 CC01

CC20 CC31 DD04 FF04 HH13

JJ26 LL46 PP12 QQ24 QQ31

QQ38

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重ね合わせ検査装置および重ね合わせ検査方法

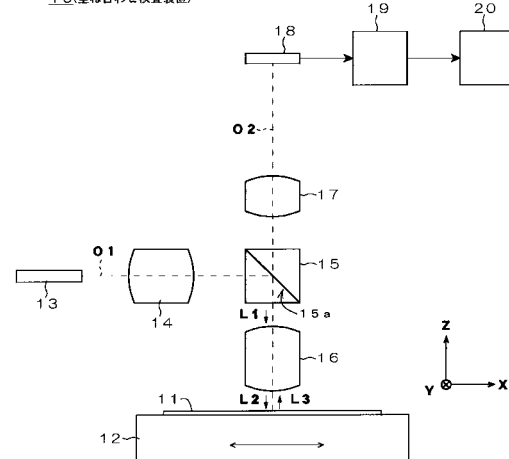
(57) 【要約】

【課題】 下地マークが材料膜で覆われた状態において、下地パターンとレジストパターンとの重ね合わせ状態を高精度に検査する。

【解決手段】 第1層に形成された第1マークと第2層に形成された第2マークが位置するマーク領域の像を撮像して、マーク領域の画像に関わる信号を出力する手段16～17と、マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、第2マークの位置、および、第1マークに対応して材料膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する手段19と、ショット領域内でのマーク領域の位置に基づいて、疑似マークと第1マークとの位置ずれ量を推定する手段19、20と、第1マークと第2マークとの重ね合わせずれ量を算出する手段20とを備える。

【選択図】 図1

1.0(重ね合わせ検査装置)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査装置において、
前記第 1 層に形成された第 1 マークと前記第 2 層に形成された第 2 マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像手段と、
前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第 2 マークの位置を検出すると共に、前記第 1 マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出手段と、
前記ショット領域内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第 1 マークとの位置ずれ量を推定する推定手段と、
前記検出手段による検出結果と前記推定手段による推定結果とに基づいて、前記第 1 マークと前記第 2 マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出手段とを備える
ことを特徴とする重ね合わせ検査装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の重ね合わせ検査装置において、
前記推定手段は、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置ごとに異なる推定式を用い、該推定式にしたがって前記位置ずれ量を推定する
ことを特徴とする重ね合わせ検査装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の重ね合わせ検査装置において、
前記推定式は、前記ショット領域を含む被検基板内での前記マーク領域の位置および／または前記疑似マークに関わる前記エッジ部分の輝度変化の非対称性を特徴づける量を変数とし、該変数と前記位置ずれ量との関係を表す式であり、
前記推定手段は、前記位置ずれ量の推定に先立って前記変数の値を求め、該値を前記推定式に代入することで、前記位置ずれ量を推定する
ことを特徴とする重ね合わせ検査装置。

【請求項 4】

第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査装置において、
前記第 1 層に形成された第 1 マークと前記第 2 層に形成された第 2 マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像手段と、
前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第 2 マークの位置を検出すると共に、前記第 1 マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出手段と、
前記ショット領域が形成された被検基板内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第 1 マークとの位置ずれ量を推定する推定手段と、
前記検出手段による検出結果と前記推定手段による推定結果とに基づいて、前記第 1 マークと前記第 2 マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出手段とを備えた
ことを特徴とする重ね合わせ検査装置。

30

40

【請求項 5】

請求項 4 に記載の重ね合わせ検査装置において、
前記推定手段は、前記位置ずれ量を推定する際、前記疑似マークに関わる前記エッジ部分の輝度変化の非対称性を特徴づける量を加味する
ことを特徴とする重ね合わせ検査装置。

【請求項 6】

第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重

50

ね合わせ検査方法において、

前記第1層に形成された第1マークと前記第2層に形成された第2マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像工程と、
前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第2マークの位置を検出すると共に、前記第1マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出工程と、
前記ショット領域内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第1マークとの位置ずれ量を推定する推定工程と、
前記検出工程における検出結果と前記推定工程における推定結果とに基づいて、前記第1マークと前記第2マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出工程とを備える
ことを特徴とする重ね合わせ検査方法。

10

【請求項7】

請求項6に記載の重ね合わせ検査方法において、

前記推定工程では、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置ごとに異なる推定式を用い、該推定式にしたがって前記位置ずれ量を推定する
ことを特徴とする重ね合わせ検査方法。

【請求項8】

第1層上に膜が形成され且つ該膜上に第2層が形成されたショット領域の、前記第1層に形成されたパターンと前記第2層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査方法において、

20

前記第1層に形成された第1マークと前記第2層に形成された第2マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像工程と、
前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第2マークの位置を検出すると共に、前記第1マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出工程と、
前記ショット領域が形成された被検基板内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第1マークとの位置ずれ量を推定する推定工程と、
前記検出工程における検出結果と前記推定工程における推定結果とに基づいて、前記第1マークと前記第2マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出工程とを備えた
ことを特徴とする重ね合わせ検査方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子や液晶表示素子の製造工程において、基板の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検査装置および重ね合わせ検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

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）。

40

【0003】

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には、同様のパターン形成工程が繰り返される。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。

【0004】

50

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、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。この検査は、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る。

【0005】

重ね合わせ検査においては、通常、下地パターンの基準位置を示す下地マークと、レジストパターンの基準位置を示すレジストマークとが用いられる。これらの下地マーク、レジストマークは、上記のパターン形成工程で下地パターン、レジストパターンと同時に形成された凹凸構造である。なお、下地マークとレジストマークの間には、下地パターンとレジストパターンの間と同様、加工対象となる材料膜が形成されている。

10

【0006】

この状態において、下地マークの位置とレジストマークの位置との差（重ね合わせずれ量）を検出し、得られた重ね合わせずれ量が許容範囲内に含まれるか否かを判断することにより、下地パターンに対するレジストパターンの重ね合わせ検査が行われる。

また、重ね合わせずれ量の検出に当たっては、基板上の下地マークとレジストマークとを含む観察領域が装置の視野内に位置決めされ、CCDカメラなどの撮像素子を用いて下地マーク、レジストマークの画像が取り込まれる。そして、このマーク画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて重ね合わせずれ量が検出される。エッジ部分とは、マーク画像の中で輝度値が急変する部分である。

20

【0007】

【特許文献1】

特開2002-124458号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、下地マークとレジストマークの間には加工対象の材料膜が形成され、下地マークが材料膜で覆われているため、重ね合わせ検査時に取り込まれるマーク画像には、下地マーク自体の画像ではなく、下地マークに対応して材料膜の表面に浮き出た凹凸構造（本明細書では「疑似マーク」という）の画像が含まれることになる。

【0009】

そして、疑似マークの画像からエッジ部分を検出しても、そのエッジ部分の位置は、下地マークのエッジ位置からずれている場合がある。このような場合、マーク画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて重ね合わせずれ量を検出しても、正確な検出結果を得ることができなかった。その結果、下地パターンに対するレジストパターンの重ね合わせ検査を精度良く行うこともできなかった。

30

【0010】

本発明の目的は、下地マークが材料膜で覆われた状態において、下地パターンとレジストパターンとの重ね合わせ状態を高精度に検査できる重ね合わせ検査装置および重ね合わせ検査方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、第1層上に膜が形成され且つ該膜上に第2層が形成されたショット領域の、前記第1層に形成されたパターンと前記第2層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査装置であって、前記第1層に形成された第1マークと前記第2層に形成された第2マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像手段と、前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第2マークの位置を検出すると共に、前記第1マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出手段と、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第1マークとの位置ずれ量を推定する推定手段と、前記検出手段による検出結果と前記推定手段による推定結果と

40

50

に基づいて、前記第 1 マークと前記第 2 マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出手段とを備えるものである。

【0012】

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の重ね合わせ検査装置において、前記推定手段は、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置ごとに異なる推定式を用い、該推定式にしたがって前記位置ずれ量を推定するものである。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の重ね合わせ検査装置において、前記推定式は、前記ショット領域を含む被検基板内での前記マーク領域の位置および／または前記疑似マークに関わる前記エッジ部分の輝度変化の非対称性を特徴づける量を変数とし、該変数と前記位置ずれ量との関係を表す式であり、前記推定手段は、前記位置ずれ量の推定に先立って前記変数の値を求め、該値を前記推定式に代入することで、前記位置ずれ量を推定するものである。

10

【0013】

請求項 4 に記載の発明は、第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査装置であって、前記第 1 層に形成された第 1 マークと前記第 2 層に形成された第 2 マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像手段と、前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第 2 マークの位置を検出すると共に、前記第 1 マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出手段と、前記ショット領域が形成された被検基板内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第 1 マークとの位置ずれ量を推定する推定手段と、前記検出手段による検出結果と前記推定手段による推定結果とに基づいて、前記第 1 マークと前記第 2 マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出手段とを備えたものである。

20

【0014】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 に記載の重ね合わせ検査装置において、前記推定手段は、前記位置ずれ量を推定する際、前記疑似マークに関わる前記エッジ部分の輝度変化の非対称性を特徴づける量を加味するものである。

請求項 6 に記載の発明は、第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査方法であって、前記第 1 層に形成された第 1 マークと前記第 2 層に形成された第 2 マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像工程と、前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第 2 マークの位置を検出すると共に、前記第 1 マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出工程と、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第 1 マークとの位置ずれ量を推定する推定工程と、前記検出工程における検出結果と前記推定工程における推定結果とに基づいて、前記第 1 マークと前記第 2 マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出工程とを備えるものである。

30

【0015】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の重ね合わせ検査方法において、前記推定工程では、前記ショット領域内での前記マーク領域の位置ごとに異なる推定式を用い、該推定式にしたがって前記位置ずれ量を推定するものである。

40

請求項 8 に記載の発明は、第 1 層上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 層が形成されたショット領域の、前記第 1 層に形成されたパターンと前記第 2 層に形成されたパターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査方法であって、前記第 1 層に形成された第 1 マークと前記第 2 層に形成された第 2 マークが位置するマーク領域の像を撮像して、前記マーク領域の画像に関わる信号を出力する撮像工程と、前記マーク領域の画像に現れたエッジ部分の位置に基づいて、前記第 2 マークの位置を検出すると共に、前記第 1 マークに対応して前記膜の表面に浮き出た疑似マークの位置を検出する検出工程と、前記ショット領域

50

が形成された被検基板内での前記マーク領域の位置に基づいて、前記疑似マークと前記第1マークとの位置ずれ量を推定する推定工程と、前記検出工程における検出結果と前記推定工程における推定結果とに基づいて、前記第1マークと前記第2マークとの重ね合わせずれ量を算出する算出工程とを備えたものである。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。

本発明の実施形態は、請求項1～請求項8に対応する。

本実施形態の重ね合わせ検査装置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、制御コンピュータ20とで構成されている。 10

【0017】

この重ね合わせ検査装置10について具体的に説明する前に、ウエハ11(被検基板)の説明を行う。

ウエハ11には、図2(a)に示すように、複数のショット領域21がx-y方向に沿って2次元配列されている。また、各々のショット領域21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。

【0018】

つまり、ウエハ11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。上記の下地パターンは請求項の「第1層に形成されたパターン」に対応し、レジストパターンは「第2層に形成されたパターン」に対応する。 20

【0019】

そして、ウエハ11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検査装置10によって検査される。このため、ウエハ11の各ショット領域21内には、図2(b)に示すように、重ね合わせ状態の検査に用いられる重ね合わせマーク30が形成されている(図中、符号を30A～30Dとした)。本実施形態では、各ショット領域21の四隅に重ね合わせマーク30が形成されているものとする。 30

【0020】

また、各々の重ね合わせマーク30は、図3(a), (b)に示すように、外側の下地マーク41と内側のレジストマーク44とで構成されている。図3(a)は、重ね合わせマーク30の平面図であり、図3(b)は、図3(a)のX方向に沿ったC-C断面を示す図である。

下地マーク41, レジストマーク44は、各々、下地パターン, レジストパターン(不図示)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している。下地マーク41は請求項の「第1層に形成されたマーク」に対応し、レジストマーク44は「第2層に形成されたマーク」に対応する。 40

【0021】

さらに、レジストマーク44およびレジストパターンと、下地マーク41および下地パターンとの間には、図3(b)に示すように、加工対象となる材料膜42が形成されている。この材料膜42は、重ね合わせ検査装置10での検査後、レジストマーク44が下地マーク41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、レジストマーク44, レジストパターンを介して実際に加工される膜である。

【0022】

このように、重ね合わせ検査の対象となるウエハ11には、各ショット領域21の四隅において、下地マーク41上に材料膜42が形成され且つ材料膜42上にレジストマーク4 50

4 が形成され、材料膜 4 2 の表面 4 2 a に、下地マーク 4 1 の凹凸構造による疑似マーク 4 7 が浮き出ている。

X 方向に関して言うと（図 3（b））、レジストマーク 4 4 は対をなす 2 つの凸部 4 4 a、4 4 b からなる。また、下地マーク 4 1 は対をなす 2 つの凹部 4 1 a、4 1 b からなり、疑似マーク 4 7 も対をなす 2 つの凹部 4 7 a、4 7 b からなる。この疑似マーク 4 7 の凹部 4 7 a、凹部 4 7 b それぞれの形状は、材料膜 4 2 が化学的機械的研磨法やスパッタリング法を用いて形成された場合に、左右非対称な形状（図 4（b）参照）になりやすい。

【0023】

さて次に、重ね合わせ検査装置 1 0（図 1）の具体的な構成説明を行う。

10

重ね合わせ検査装置 1 0 の検査ステージ 1 2 は、ウエハ 1 1 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 1 2 の法線方向を Z 方向、ウエハ 1 1 の載置面を X Y 面とする。

検査ステージ 1 2 を移動させることにより、ウエハ 1 1 のショット領域 2 1 のうち、重ね合わせマーク 3 0（レジストマーク 4 4、下地マーク 4 1、疑似マーク 4 7）が形成された観察領域 4 5（図 3（a）、（b））を、結像光学系（1 6、1 7）の視野内に位置決めできる。観察領域 4 5 は、請求項の「マーク領域」に対応する。

【0024】

照明光学系（1 3～1 5）は、光源 1 3 と照明レンズ 1 4 とプリズム 1 5 とで構成され、プリズム 1 5 が結像光学系（1 6、1 7）の光軸 O 2 上に配置される。結像光学系（1 6、1 7）の光軸 O 2 は Z 方向に平行である。プリズム 1 5 の反射透過面 1 5 a は、光軸 O 2 に対して略 4 5° 傾けられている。照明光学系（1 3～1 5）の光軸 O 1 は、結像光学系（1 6、1 7）の光軸 O 2 に垂直である。

20

【0025】

結像光学系（1 6、1 7）は、対物レンズ 1 6 と結像レンズ 1 7 とで構成された光学顕微鏡部であり、対物レンズ 1 6 が検査ステージ 1 2 とプリズム 1 5 との間に配置される。結像レンズ 1 7 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 1 5 を挟んで対物レンズ 1 6 とは反対側に配置される。

【0026】

上記の照明光学系（1 3～1 5）および結像光学系（1 6、1 7）において、光源 1 3 から射出された光は、照明レンズ 1 4 を介してプリズム 1 5 に導かれ、その反射透過面 1 5 a で反射した後（照明光 L 1）、対物レンズ 1 6 側に導かれる。そして、対物レンズ 1 6 を通過した後（照明光 L 2）、検査ステージ 1 2 上のウエハ 1 1 に入射する。このとき、ウエハ 1 1 のショット領域 2 1 内の観察領域 4 5（図 3）は、照明光 L 2 により略垂直に照明される。

30

【0027】

そして、照明光 L 2 が照射されたウエハ 1 1 の観察領域 4 5 からは、そこでの凹凸構造（重ね合わせマーク 3 0）に応じて反射光 L 3 が発生する。この反射光 L 3 は、対物レンズ 1 6 とプリズム 1 5 とを介して結像レンズ 1 7 に導かれ、対物レンズ 1 6 と結像レンズ 1 7 の作用によって C C D 撮像素子 1 8 の撮像面上に結像される。このとき、C C D 撮像素子 1 8 の撮像面上には、反射光 L 3 に基づく拡大像（反射像）が形成される。

40

【0028】

C C D 撮像素子 1 8 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、ウエハ 1 1 の観察領域 4 5（図 3）の画像に関わる信号を画像処理装置 1 9 に出力する。観察領域 4 5 の画像は、C C D 撮像素子 1 8 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、上記の結像光学系（1 6、1 7）および C C D 撮像素子 1 8 は、請求項の「撮像手段」に対応する。画像処理装置 1 9 は、請求項の「検出手段」、「推定手段」に対応する。制御コンピュータ 2 0 は「推定手段」、「算出手段」に対応する。

【0029】

50

画像処理装置 19 は、CCD 撮像素子 18 からの出力信号に基づいて、ウエハ 11 の観察領域 45（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、ウエハ 11 の観察領域 45 の画像には、下地マーク 41 自体の凹凸構造によるエッジ部分ではなく、下地マーク 41 の形状の影響を受けて材料膜 42 の表面 42a に浮き出た凹凸構造（X 方向については凹部 47a, 47b）による疑似マーク 47 のエッジ部分と、レジストマーク 44 の凹凸構造（X 方向については凸部 44a, 44b）によるエッジ部分とが現れる。エッジ部分とは、画像のうち輝度値の急変部分である。

【0030】

画像処理装置 19 は、ウエハ 11 の観察領域 45 の画像に現れた複数のエッジ部分のうち、レジストマーク 44 に関わるエッジ部分の位置（ここでは図 3 の C, D）に基づいて、
10 レジストマーク 44 の位置（ここでは図 3 における凸部 44a, 44b の中心位置 W_r ）を検出する。また、疑似マーク 47 に関わるエッジ部分の位置（ここでは図 3 の E, F）に基づいて、疑似マーク 47 の位置（ここでは図 3 における凹部 47a, 47b の中心位置 W_g ）を検出する。

【0031】

なお、下地マーク 41 の位置は、エッジ部分 41a, 41b の位置（図 3 の S1, S2）の中心位置 W_s となる。しかし、ウエハ 11 の重ね合わせ検査は、下地マーク 41 が材料膜 42 で覆われた状態のときに行われるため、下地マーク 41 の位置 S を直接検出することはできない。

図 4 は、疑似マーク 47 が対称であることと非対称であることを説明するための図である
20 疑似マーク 47 のエッジ部分 47a と 47b の双方の形状が図 4（a）に示すような対称性を有しておれば、結果として疑似マーク 47 の位置 W_g は、下地マークの位置 W_s に一致する。

【0032】

そして、疑似マーク 47 の位置 W_g が下地マーク 41 の位置 W_s からずれている場合は、レジストマーク 44 の位置 W_r と疑似マーク 47 の位置 W_g との差に基づいて、ウエハ 11 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ずれ量 Δ を検出しようとしても、正確な結果は得られない。

そこで、本実施形態の重ね合わせ検査装置 10 では、制御コンピュータ 20 が疑似マーク 47 と下地マーク 41 との位置ずれ量（ δ ）を推定し、推定した位置ずれ量（ δ ）を用い
30 て補正することにより、ウエハ 11 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ずれ量 Δ を正確に検出する（詳細は後述する）。

【0033】

重ね合わせずれ量 Δ の検出のため、上記したレジストマーク 44 の位置 W_r および疑似マーク 47 の位置 W_g に関する検出結果は、画像処理装置 19 から制御コンピュータ 20 に出力される。

また、画像処理装置 19 は、制御コンピュータ 20 が疑似マーク 47 と下地マーク 41 との位置ずれ量（ δ ）を推定するに備えて、疑似マーク 47 のエッジ部分の形状がどの程度非対称であるかを示す特徴量（以下「非対称性特徴量」という）を検出し、制御コンピュータ 20 に出力する。
40

【0034】

さらに、上記の非対称性特徴量に加えて、ウエハ 11 内での観察領域 45 の位置（ X_w , Y_w ）、および、ショット領域 21 内での観察領域 45 の位置（ X_s , Y_s ）も、制御コンピュータ 20 に出力する。本実施形態において、ショット領域 21 内での位置（ X_s , Y_s ）とは、図 2（b）の 4 つの重ね合わせマーク 30A～30D のうち何れか 1 つを特定するための情報である。

【0035】

なお、疑似マーク 47 のエッジ部分の形状の非対称性特徴量を検出するに当たって、画像処理装置 19 は、ウエハ 11 の観察領域 45 の画像に現れたエッジ部分のうち、疑似マーク 47 に関わるエッジ部分の所定方向に沿った輝度変化を参照する。そして、この輝度変
50

化の非対称性を特徴づける量を非対称性特徴量として検出する。

【0036】

ちなみに、X方向に沿った輝度変化には、図5に示すように、疑似マーク47の2つの凹部47a、47bに対応する波形部分57a、57bと、レジストマーク44の2つの凸部44a、44bに対応する波形部分54a、54bとが現れている。このうち波形部分57a、57bの輝度変化に基づいて、疑似マーク47のエッジ部分の形状の非対称性特徴量が検出される。

【0037】

疑似マーク47のエッジ部分の形状の非対称性特徴量としては、例えば、(1) 波形部分57aの外側の変曲点aと極小点bとを結ぶ線分abの傾き $S(ab)$ と、(2) 波形部分57aの外側の極小点bと内側の極小点cとを結ぶ線分bcの傾き $S(bc)$ と、(3) 波形部分57aの内側の極小点cと変曲点dとを結ぶ線分cdの傾き $S(cd)$ と、(4) 波形部分57bの内側の変曲点eと極小点fとを結ぶ線分efの傾き $S(ef)$ と、(5) 波形部分57bの内側の極小点fと外側の極小点gとを結ぶ線分fgの傾き $S(fg)$ と、(6) 波形部分57bの外側の極小点gと変曲点hとを結ぶ線分ghの傾き $S(gh)$ との6つが考えられる。

【0038】

Y方向に沿った輝度変化についても同様であり、疑似マーク47の凹凸構造に対応する2つの波形部分の輝度変化に基づいて、Y方向に関する非対称な形状を示す特徴量(傾き)が検出される。傾きとは、2点間の輝度差と所定方向(X方向またはY方向)に沿った距離との比で表される。以下、X方向を例に説明を行う。Y方向についてはX方向と同じであるため、説明を省略する。

【0039】

本実施形態の画像処理装置19では、上記した6つの傾き $S(ab)$ 、 $S(bc)$ 、 $S(cd)$ 、 $S(ef)$ 、 $S(fg)$ 、 $S(gh)$ のうち、対をなす任意の2つ(例えば $S(bc)$ 、 $S(fg)$)を検出し、非対称性特徴量として制御コンピュータ20に出力する。 $S(bc)$ 、 $S(fg)$ に代えて、 $S(ab)$ 、 $S(gh)$ を用いても、 $S(cd)$ 、 $S(ef)$ を用いてもよい。

さらに、本実施形態の画像処理装置19では、上記の非対称性特徴量(2つの傾き $S(bc)$ 、 $S(fg)$)に加え、ウエハ11内での観察領域45の位置(X_w 、 Y_w)、および、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s 、 Y_s)も、制御コンピュータ20に出力する。

【0040】

そして、制御コンピュータ20では、疑似マーク47のエッジ部分の非対称性特徴量(2つの傾き $S(bc)$ 、 $S(fg)$)と、観察領域45の位置(X_w 、 Y_w)および位置(X_s 、 Y_s)とに基づいて、次の方法により、疑似マーク47と下地マーク41との位置ずれ量(δ)を推定する。

位置ずれ量(δ)の推定のため、制御コンピュータ20内のメモリには、4つの推定式が予め記憶されている。4つの推定式は何れも、次の式(1)のように、ウエハ11内での観察領域45の位置(X_w 、 Y_w)、および、疑似マーク47のエッジ部分の非対称性特徴量(2つの傾き $S(bc)$ 、 $S(fg)$)を変数とし、これらの変数と位置ずれ量(δ)との関係を表したものである。式(1)の k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 は、予め決定された係数である。

【0041】

$$\delta = k_0 + k_1 \cdot X_w + k_2 \cdot Y_w + k_3 \cdot S(bc) + k_4 \cdot S(fg) \quad \cdots (1)$$

また、4つの推定式の各々は、通常、係数 k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 の値が互いに異なっている。そして、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s 、 Y_s)、つまり、4つの重ね合わせマーク30A~30D(図2(b))の各々に対応づけられて、制御コンピュータ20内のメモリに記憶されている。

【0042】

したがって、制御コンピュータ20では、まず、画像処理装置19から取得した観察領域45の位置(X_s , Y_s)に基づいて、メモリ内の4つの推定式のうち1つを選択する。そして次に、選択した推定式の変数に、画像処理装置19から取得した観察領域45の位置(X_w , Y_w)と非対称性特徴量(2つの傾き $S(b_c)$, $S(f_g)$)を代入することで、位置ずれ量(δ)を推定する。

【0043】

すなわち、制御コンピュータ20では、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s , Y_s)、つまり、4つの重ね合わせマーク30A~30D(図2(b))ごとに異なる推定式を用いて、位置ずれ量(δ)の推定を行う。

ここで、異なるショット領域21に各々形成された重ね合わせマーク30どうしは、ショット領域21内での位置(X_s , Y_s)が同じであれば、下地マーク41を覆っている材料膜42の形成状態に共通する傾向があると考えられる。このため、材料膜42の表面42aに浮き出た疑似マーク47のエッジ部分の形状(非対称性)にも、疑似マーク47の位置ずれ量(δ)にも、共通する傾向があると考えられる。

【0044】

逆に、異なるショット領域21に各々形成された重ね合わせマーク30どうしは、ショット領域21内での位置(X_s , Y_s)が異なれば、下地マーク41を覆っている材料膜42の形成状態にも、材料膜42の表面42aに浮き出た疑似マーク47のエッジ部分の形状(非対称性)にも、疑似マーク47の位置ずれ量(δ)にも、共通する傾向がないと考えられる。

【0045】

したがって、本実施形態では、疑似マーク47の位置ずれ量(δ)がショット領域21内での位置(X_s , Y_s)に依存すると考え、上記のように、その位置(X_s , Y_s)ごとに異なる推定式を用いて位置ずれ量(δ)を推定する。その結果、位置ずれ量(δ)の推定精度を確実に向上させることができる。

さて次に、ショット領域21内での位置(X_s , Y_s)ごとに異なる4つの推定式(式(1)参照)について、その作成手順を説明する。推定式の作成に当たっては、テストウエハが重ね合わせ検査装置10の検査ステージ12に載置される。テストウエハには、ウエハ11の重ね合わせマーク30A~30D(図2(b))と同様の重ね合わせマークがn個のショット領域21の四隅に各々形成されているとする。

【0046】

また、テストウエハの各重ね合わせマークも、図3(b)に示すように、下地マークが材料膜で覆われた状態にある。この状態で、各々の重ね合わせマークを含む観察領域は、順次、重ね合わせ検査装置10の視野内に位置決めされ、画像として画像処理装置19に取り込まれる。

そして、画像処理装置19は、上記のウエハ11に対する重ね合わせ検査時と同様に、テストウエハの各重ね合わせマークにおけるレジストマークの位置 T_{ri} と、疑似マークの位置 T_{gi} と、疑似マークのエッジ形状の非対称性特徴量(2つの傾き $S(b_c)_i$, $S(f_g)_i$)とを検出する($i=1, 2, \dots, n$)。これらの検出結果は、テストウエハ内での観察領域の位置(X_{wi} , Y_{wi})とショット領域内での位置(X_{si} , Y_{si})とに対応づけられ、制御コンピュータ20内のメモリに記憶される。

【0047】

次いで、テストウエハの各重ね合わせマークにおける下地マークの位置 T_{si} を直接検出するために、テストウエハの材料膜が実際にエッチングされる(図6の状態)。そして、エッチング後のテストウエハが改めて検査ステージ12に載置され、同様に、各重ね合わせマークの画像が取り込まれる。

このとき取り込まれた画像には、下地マーク自体の凹凸構造に関わるエッジ部分が現れる。したがって、画像処理装置19では、各々の重ね合わせマークにおける下地マークの位置 T_{si} を直接検出することができる($i=1, 2, \dots, n$)。また、レジストマークの位置 T_{ri} も同様に検出する。これらの検出結果も、観察領域のテストウエハ内での位置

10

20

30

40

50

(X_{wi} , Y_{wi})とショット領域内での位置(X_{si} , Y_{si})とに対応づけられ、制御コンピュータ20内のメモリに記憶される。

【0048】

そして、制御コンピュータ20では、テストウエハを用いて検出した疑似マークの位置 T_{gi} と下地マークの位置 T_{si} との差に基づいて、テストウエハ内での位置(X_{wi} , Y_{wi})ごとに、位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)を算出する。

この位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)は、ウエハ11の表面内での2次元ベクトル量であり、例えば図7(a)に示すような分布となる。図7(a)において、各ベクトルの始点は、観察領域の位置に対応している。図7(a)は、15個のショット領域について、各ショット領域の四隅に形成された重ね合わせマーク30A~30Dそれぞれの位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)を示している。図7(a)の横軸は各ベクトルのX方向の長さ(nm)を表し、縦軸はY方向の長さ(nm)を表している。 10

【0049】

また、上記の位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)は、エッチング前の重ね合わせずれ量 ΔB_i とエッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA_i との差に相当している。エッチング前の重ね合わせずれ量 ΔB_i とは、図3(b)の状態で検出したレジストマークの位置 T_{ri} と疑似マークの位置 T_{gi} との差である。エッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA_i とは、図6の状態で検出したレジストマークの位置 T_{ri} と下地マークの位置 T_{si} との差である。

【0050】

図7(a)に示す位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)のベクトル分布を、エッチング前後の重ね合わせずれ量 ΔB_i , ΔA_i を用いて表すと、例えば図7(b), (c)のようになる。図7(b), (c)の横軸はエッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA_i の大きさ(x, y)を表し、縦軸はエッチング前の重ね合わせずれ量 ΔB_i の大きさ(x, y)を表している。 20

【0051】

図7(b), (c)の各々において、中央の45°ラインは、エッチング前後の重ね合わせずれ量 ΔB_i , ΔA_i の大きさ(x, y)が一致する理想的な場合を表している。既に説明したように、疑似マークのエッジ部分の形状が非対称な場合(図4(b))には、エッチング前後の重ね合わせずれ量 ΔB_i , ΔA_i が一致せず、図7(b), (c)に示すように測定点が理想的な45°ラインから大きく外れることになる。 30

【0052】

そして、図7(b)における45°ラインからの外れ量は、図7(a)の位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)のX方向の長さに対応する。同様に、図7(c)における45°ラインからの外れ量は、図7(a)の位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)のY方向の長さに対応する。これらの外れ量を補正して、各々の測定点を45°ライン上に乗せるために、制御コンピュータ20は、位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)が、疑似マークのエッジ部分の形状の非対称性特徴量(2つの傾き $S(b c)_i$, $S(f g)_i$)と、テストウエハ内での位置(X_{wi} , Y_{wi})との線形結合で表されると仮定して、次の関係式(2)を作成する($i = 1, 2, \dots, n$)。k0, k1, k2, k3, k4は、未知の係数である。

【0053】

$$T_{gi} - T_{si} = k_0 + k_1 \cdot X_{wi} + k_2 \cdot Y_{wi} + k_3 \cdot S(b c)_i + k_4 \cdot S(f g)_i \quad \dots (2)$$

さらに、前述した通り、異なるショット領域に各々形成された重ね合わせマークどうしは、ショット領域内での位置(X_{si} , Y_{si})が同じであれば、疑似マークのエッジ部分の形状(非対称性)および位置ずれ量($T_{gi} - T_{si}$)に、共通の傾向(規則性)があると考えられる。

【0054】

したがって、制御コンピュータ20は、上記の関係式(2)のうち、ショット領域内での位置(X_{si} , Y_{si})が同じもののどうしを選択し、選択した関係式(2)に含まれる実測値「 T_{gi} , T_{si} , X_{wi} , Y_{wi} , $S(b c)_i$, $S(f g)_i$ 」の組み合わせか 50

ら ($i \in [1, 2, \dots, n]$)、重回帰分析によって、未知の係数 k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 を計算する。

【0055】

本実施形態では、ショット領域内の重ね合わせマーク 30A~30D (図 2 (b)) ごとに、上記の関係式 (2) から重回帰分析によって係数 k_0, k_1, k_2, k_3, k_4 の値を計算し、上記した位置ずれ量 (δ) の推定式 (式 (1)) を決定する。このため、制御コンピュータ 20 内のメモリには、4 つの推定式がショット領域内の重ね合わせマーク 30A~30D に対応づけられて記憶される。

【0056】

このように、本実施形態の重ね合わせ検査装置 10 では、位置ずれ量 (δ) の推定式 (式 (1)) がウエハ 11 に対する重ね合わせ検査に先立って決定され、メモリ内に記憶されているため、制御コンピュータ 20 では、まず、画像処理装置 19 から取得した観察領域 45 の位置 (X_s, Y_s) に基づいて、メモリ内の 4 つの推定式のうち 1 つを選択する。 10

【0057】

そして次に、選択した推定式の変数に、画像処理装置 19 から取得した観察領域 45 の位置 (X_w, Y_w) と非対称性特徴量 (2 つの傾き $S(b, c), S(f, g)$) を代入する。その結果、疑似マーク 47 と下地マーク 41 との位置ずれ量 (δ) を精度良く推定することができる。

さらに、制御コンピュータ 20 では、画像処理装置 19 によって既に検出されていたレジストマーク 44 の位置 W_r と疑似マーク 47 の位置 W_g との差を計算する。この差 ($W_r - W_g$) は、材料膜 42 に対するエッチング前 (図 3 (b)) の状態) での重ね合わせずれ量 ΔB に相当する。 20

【0058】

そして、このエッチング前の重ね合わせずれ量 ΔB を上記の高精度な推定結果 (位置ずれ量 δ) に基づいて補正することにより、下地マーク 41 に対するレジストマーク 44 の重ね合わせずれ量 $\Delta B (= W_r - W_g + \delta)$ を検出する。その結果、重ね合わせずれ量 ΔB の正確な検出結果を得ることができる。

ここで、高精度な推定結果 (位置ずれ量 δ) による補正後の重ね合わせずれ量 ΔB 、つまり、本実施形態の重ね合わせ検査装置 10 による検出結果について、その正確性を検討しておく。この検討のため、上記したテストウエハの場合と同様に、ウエハ 11 の材料膜 42 を実際にエッチングする (図 6 の状態)。そして、エッチング後のウエハ 11 における各重ね合わせマーク 30 の画像を取り込む。 30

【0059】

取り込まれた画像には、下地マーク 41 自体の凹凸構造に関わるエッジ部分が現れている。したがって、画像処理装置 19 は、各々の重ね合わせマーク 30 における下地マーク 41 の位置 T_s を直接検出すると共に、レジストマークの位置 T_r を検出し、検出結果を制御コンピュータ 20 に出力する。さらに、制御コンピュータ 20 は、レジストマークの位置 T_r と下地マーク 41 の位置 T_s との差に基づいて、エッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA を計算する。

【0060】

このようにして得られたエッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA に対して、本実施形態の重ね合わせ検査装置 10 による検出結果 (エッチング前でかつ補正後の重ね合わせずれ量 ΔB) が一致しているか否かは、図 8 (a) ~ (c) に示される通りである。図 8 (a) における観察領域の各位置は、図 7 (a) と同じである。また、図 8 (a) ~ (c) の縦軸、横軸は、図 7 (a) ~ (c) と同じである。 40

【0061】

図 8 (b), (c) と図 7 (b), (c) を比較すると分かるように、図 8 (b), (c) の方が、各々の測定点の理想的な 45° ラインからの外れ量が小さい。これは、エッチング前の重ね合わせずれ量 ΔB を上記の高精度な推定結果 (位置ずれ量 δ) に基づいて補正することにより、エッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA に近い値の正確な検出結果が得 50

られたことを意味する。

【0062】

このことは、図8(a)と図7(a)を比較しても分かる。図8(a)は、エッチング前にかつ補正後の重ね合わせずれ量 ΔB とエッチング後の重ね合わせずれ量 ΔA との差を、ウェハ11の表面内でのベクトル分布として表したものである。各々のベクトルは、図8(a)の方が短い。これは、上記の高精度な推定結果(位置ずれ量 δ)に基づく補正によって正確な検出結果が得られることを表している。

【0063】

なお、図8(b), (c)において、各測定点の45°ラインからの外れ量は、最大値が51.88(nm), 45.43(nm)であり、標準偏差が24.21(nm), 14.03(nm)であった。これに対して、図7(b), (c)では、最大値が149.14(nm), 105.02(nm)であり、標準偏差が60.67(nm), 48.78(nm)である。これらの数値からも、上記の高精度な推定結果(位置ずれ量 δ)に基づく補正によって正確な検出結果が得られることが分かる。

【0064】

このように、本実施形態では、下地マーク41とレジストマーク44との重ね合わせずれ量 ΔB を正確に検出できるため、下地マーク41が材料膜42で覆われた状態のときに疑似マーク47のエッジ部分の形状が非対称でも、下地パターンとレジストパターンとの重ね合わせ状態を高精度に検査することができる。

また、重ね合わせ検査の精度が向上するので、製品の歩留まりを実質的に向上させることができる。さらに、半導体素子や液晶表示素子の高集積化にも対応できる。なお、位置ずれ量 δ に基づく補正に際して、取り込む画像数は変わらないので、演算時間に要する分だけ処理時間が増える程度であり、従来までの重ね合わせ検査装置と比べて検査速度が殆ど変わらないという利点もある。

【0065】

上記した実施形態では、式(1)のように、位置ずれ量の推定式の変数として、ウェハ11内での観察領域45の位置(X_w, Y_w)と、疑似マーク47のエッジ部分の形状の非対称性特徴量(2つの傾き $S(bc), S(fg)$)とを用いたが、本発明はこの例に限定されない。非対称性特徴量は、傾き $S(bc), S(fg)$ に代えて、傾き $S(ab), S(gh)$ を用いても、傾き $S(cd), S(ef)$ を用いてもよい。これらの傾き $S(ab), S(bc), S(cd), S(ef), S(fg), S(gh)$ を任意に組み合わせても良い。

【0066】

また、位置ずれ量の推定式の変数として、ウェハ11内での観察領域45の位置(X_w, Y_w)のみを用いても、非対称性特徴量のみを用いてもよい。その他に、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s, Y_s)を、位置ずれ量の推定式の変数として用いることもできる。

また、上記した実施形態では、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s, Y_s)ごとに異なる推定式を用いて位置ずれ量(δ)の推定を行ったが、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s, Y_s)に拘わらず同じ推定式を用いて位置ずれ量(δ)を推定してもよい。この場合、推定式の変数としては、ウェハ11内での観察領域45の位置(X_w, Y_w)を用いることが好ましく、この位置(X_w, Y_w)と非対称性特徴量とを組み合わせても良い。

【0067】

図9(a)は、図7(a)の場合とは、別のテストウェハを用いて、図7(a)の場合と同様の観察領域の位置における位置ずれ量($Tgi - Tsi$)の分布を示したものである。図9(a)~(c)の縦軸、横軸は、図7(a)~(c)と同じである。

図10(a)は、上述のように、ショット領域21内での観察領域45の位置(X_s, Y_s)に拘わらず同じ推定式を用いて位置ずれ量(δ)を推定した例である。すなわち、ウェハ11内での観察領域45の位置(X_w, Y_w)、および、疑似マーク47のエッジ部

分の形状の非対称性特徴量（４つの傾き）を変数とし、これらの変数と位置ずれ量（ δ ）との関係を表した１つの推定式を用いた場合である。図１０（ａ）における観察領域の各位置は、図９（ａ）と同じである。また、図１０（ａ）～（ｃ）の縦軸、横軸は、図９（ａ）～（ｃ）と同じである。

【００６８】

この場合でも、図９，図１０に示す通り、ウエハ１１の全面において疑似マーク４７と下地マーク４１との位置ずれ量（ δ ）を精度良く推定することができ、重ね合わせずれ量 ΔB の正確な検出結果を得ることができる。これは、図９（ａ）のように、位置ずれ量がウエハの中心から外周方向へ放射状に分布している場合には、その位置ずれ量は、ショット領域２１内での観察領域４５の位置（ X_s ， Y_s ）よりも、ウエハ１１内での観察領域４５の位置（ X_w ， Y_w ）に大きく影響されるからである。 10

【００６９】

さらに、上記した実施形態では、重ね合わせ検査装置１０内の画像処理装置１９，制御コンピュータによって、疑似マーク４７と下地マーク４１との位置ずれ量（ δ ）の推定や重ね合わせずれ量 ΔB の検出などを行ったが、重ね合わせ検査装置１０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。

【００７０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、下地マークが材料膜で覆われた状態において、下地パターンとレジストパターンとの重ね合わせ状態を高精度に検査できる。 20

【図面の簡単な説明】

【図１】本実施形態の重ね合わせ検査装置１０の全体構成図である。

【図２】ウエハ１１のショット領域２１を説明する図である。

【図３】ショット領域２１内の重ね合わせマーク３０を説明する図である。

【図４】疑似マーク４７の凹部４７ａ，４７ｂの形状が対称な場合（ａ）と非対称な場合（ｂ）とを説明する図である。

【図５】重ね合わせマーク３０の画像の輝度変化を説明する図である。

【図６】材料膜４２に対するエッチング後の状態を説明する図である。

【図７】材料膜４２に対するエッチング前後のウエハ１１において各々検出した重ね合わせずれ量（補正前）を説明する図である。 30

【図８】材料膜４２に対するエッチング前後のウエハ１１において各々検出した重ね合わせずれ量（補正後）を説明する図である。

【図９】材料膜４２に対するエッチング前後のウエハ１１において各々検出した重ね合わせずれ量（補正前）を説明する図である。

【図１０】材料膜４２に対するエッチング前後のウエハ１１において各々検出した重ね合わせずれ量（補正後）を説明する図である。

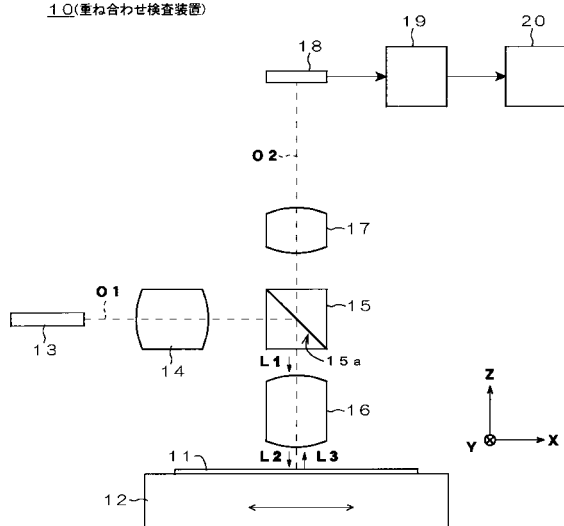
【符号の説明】

- １０ 重ね合わせ検査装置
- １１ ウエハ
- １２ 検査ステージ
- １３ 光源
- １４ 照明レンズ
- １５ プリズム
- １６ 対物レンズ
- １７ 結像レンズ
- １８ ＣＣＤ撮像素子
- １９ 画像処理装置
- ２０ 制御コンピュータ
- ２１ ショット領域
- ３０ 重ね合わせマーク

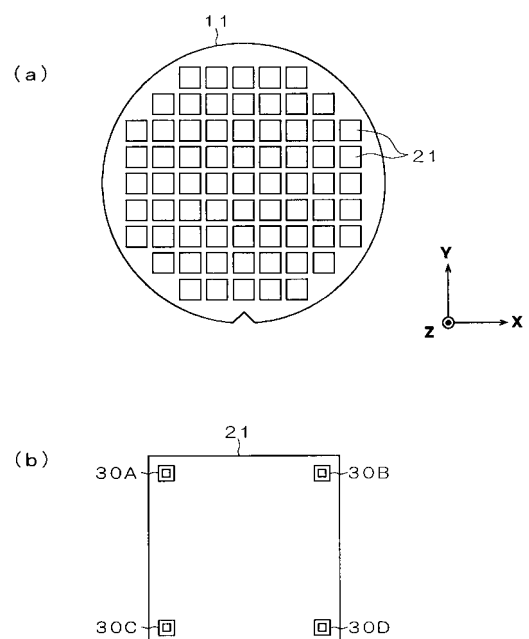
- 4 1 下地マーク
- 4 2 材料膜
- 4 4 レジストマーク
- 4 5 観察領域
- 4 7 疑似マーク

【図 1】

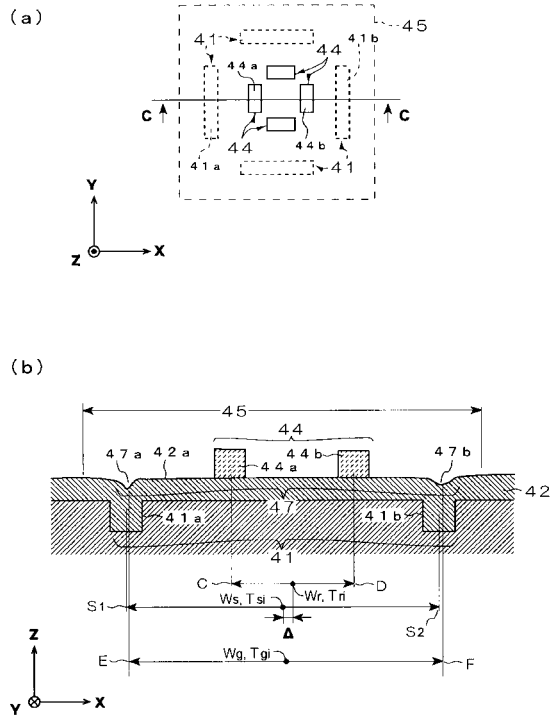
1.0(重ね合わせ検査装置)



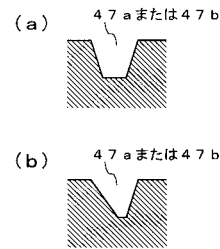
【図 2】



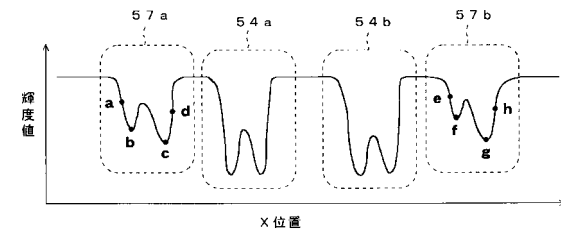
【図 3】



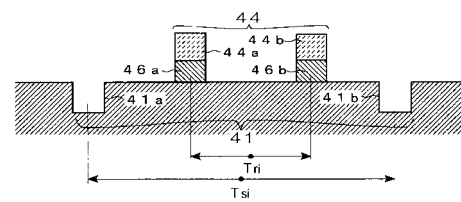
【図 4】



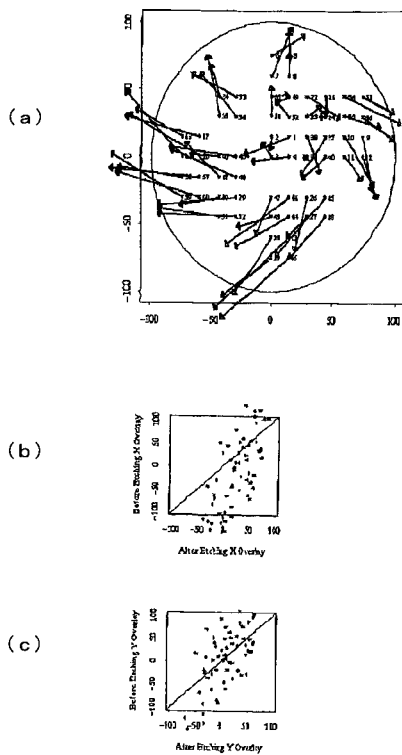
【図 5】



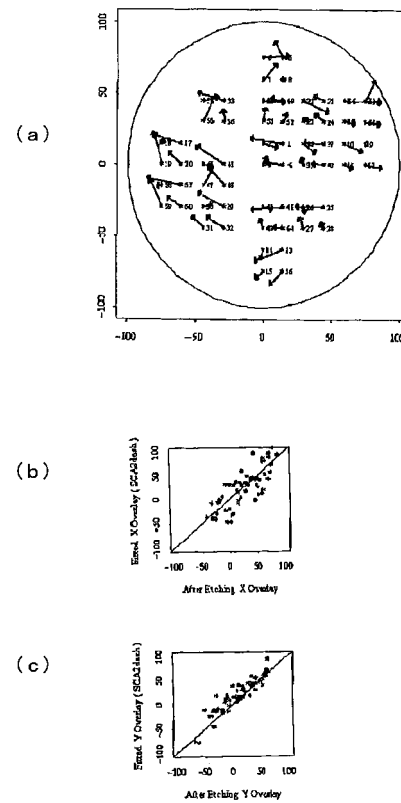
【図 6】



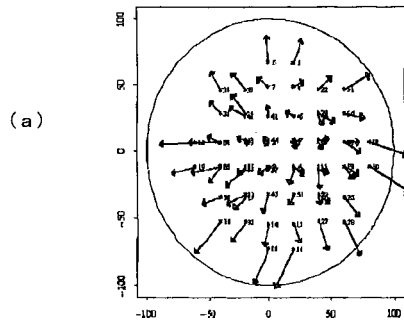
【図 7】



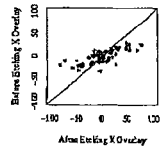
【図 8】



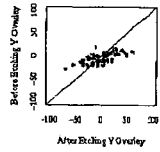
【図 9】



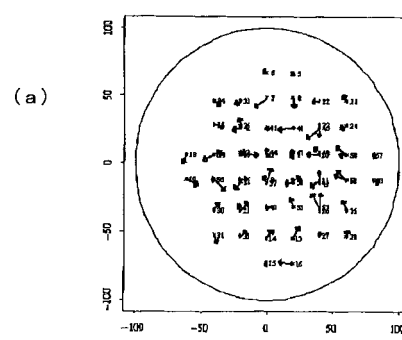
(b)



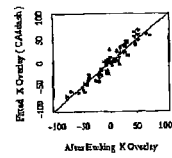
(c)



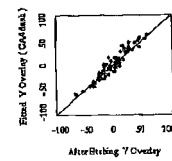
【図 10】



(b)



(c)



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F046 EA03 EA04 EA12 EA13 EA14 EA17 EA19 EB01 EC05 FA10
FC03 FC04