

(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2009-58377

(P2009-58377A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/02 (2006.01)	GO 1 B 11/02 H	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/24 (2006.01)	GO 1 B 11/24 F	2 H 0 5 2
GO 2 B 21/00 (2006.01)	GO 2 B 21/00	
GO 1 B 11/30 (2006.01)	GO 1 B 11/30 A	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-225976 (P2007-225976)	(71) 出願人	000001122
(22) 出願日	平成19年8月31日 (2007. 8. 31)		株式会社日立国際電気
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	伊藤 哲也
			東京都小平市御幸町32番地 株式会社日
			立国際電気内
		Fターム(参考)	2F065 AA21 AA56 BB02 CC02 CC18
			CC19 CC25 DD09 FF01 FF04
			JJ03 JJ09 JJ26 LL04 MM03
			NN02 NN11 PP12 QQ03 QQ23
			QQ25 RR06 SS03 SS13 UU02
			2H052 AA13 AF02 AF21 AF25

(54) 【発明の名称】 検査装置

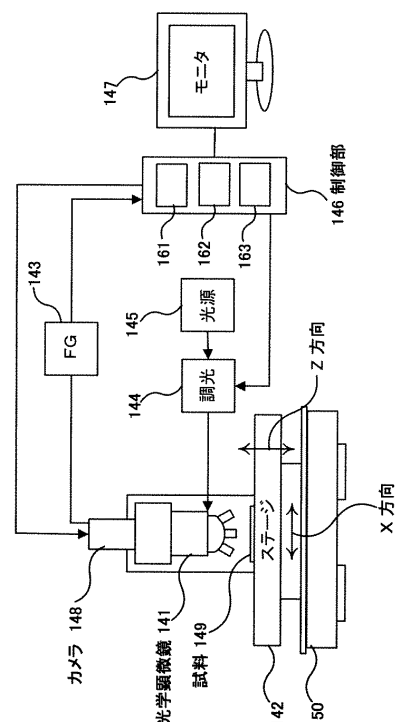
(57) 【要約】

【課題】微小線幅測定装置等の検査装置においては、カメラのブラックレベルが固定で、調光器により、光量を調整するだけのため、測定するパターンによっては、コントラストが悪い画像になってしまう。

【解決手段】画像処理部と、顕微鏡と、光源と、光源の光量を調整する調光器と、カメラと、調光器による調光を画像の輝度値から行い、測定パターンによってカメラのブラックレベルを最適な値に設定する制御部とを設け、最低輝度の数によって、カメラのブラックレベルを測定パターン毎に最適な値に設定することで、コントラストの高い画像を得る。これによって、カメラのダイナミックレンジを有効利用することが可能となり、高精度な測定を可能とした。

【選択図】 図1

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査対象物の寸法若しくは外観を検査する検査装置において、
被検査対象物の画像を拡大する光学顕微鏡と、
光学顕微鏡が拡大した画像を撮像するイメージセンサと、
イメージセンサが撮像した試料の画像データから、画像処理によって試料の微小寸法測定若しくは外観検査を行う制御部を備えた検査装置において、

上記制御部は、イメージセンサのブラックレベルを第 1 の所定の値上げ、上げた前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が上げる前より大きければ、大きい値を最低輝度の数として更新する手段と、

ブラックレベルを上げて、最低輝度の数が上がらない場合には、ブラックレベルを第 2 の所定の値下げ、下げた前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が下げる前より小さければ、小さい値を最低輝度の数として更新する手段と、

算出された最低輝度の数が下げる前より大きければ、その時のブラックレベルを、被検査対象物を検査する時のイメージセンサのブラックレベルとする手段とを備えたことを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は医療用、産業用等の測定装置に関わり、特に測定装置の画像調整に関する。

【背景技術】

【0002】

本願の発明に関わる寸法検査装置若しくは線幅測定装置、又は外観検査装置は、光学顕微鏡と CCD (Charge Coupled Device) カメラ等のイメージセンサを利用して、IC (Integrated Circuit) ウエハや LCD (Liquid Crystal Device) の TFT (Thin Film Transistor) 基板等に形成された膜状のパターンの線幅やパターン間隔等の寸法の測定又はパターン欠陥の検出等を画像処理によって非接触で行う装置である。なお、本書では、上記寸法検査装置若しくは線幅測定装置、又は外観検査装置を一括して、検査装置と称する。

【0003】

上述のような検査装置には、イメージセンサ（本書では、以降カメラと称する）が取得する画像の輝度レベルが所定の値になるように照明の光量を制御する調光機能が不可欠である。

しかし、反射率の高いパターン（例えば、金属膜パターン）と反射率が低いパターン（例えば、透明膜パターン）が混在する場合には、自動調光が困難である。このため、改善案がいくつか提案されている。例えば、特許文献 1 は、反射率の高いパターンと反射率が低いパターンが混在する場合の自動調光装置を開示している。

上記のような調光装置では、画像のピーク値か平均値を画像レベルの最大値になるように光量を調整している。しかし、この時のカメラのブラックレベルは固定であるので、測定するパターンによっては、コントラストが悪い画像となる。

【0004】

従来 of 測定処理動作を図 5 を参照して説明する。図 5 は、従来の光学顕微鏡とカメラを使って撮像した画像を画像処理によって測定する手順を説明するためのフローチャートである。

この処理手順を実行するにあたって、検査装置の備える画像処理部は、予め、光学顕微鏡の各レンズ毎に最適なカメラのゲイン設定値とブラックレベル設定値を内部メモリ部若しくは外部メモリ部に登録してあるので、それらのデータを参照することができる。

図 5 において、先ず、通常、広視野の低倍率のレンズで測定位置を決定した後、高倍率のレンズで測定を行うため、変更ステップ 521 では、光学顕微鏡のレンズ変更を行う。なお、高倍率のレンズで測定する時の倍率は、測定する基板（あるいは測定プログラム）

10

20

30

40

50

の種類等で異なる。

次に、ゲイン設定ステップ 522 でカメラのゲインを初期値に設定する。そして、ブラックレベル設定ステップ 523 で今のレンズのブラックレベルを初期値設定する。

次に、自動調光ステップ 524 では、ピーク値か平均値で画像レベルの最大値になるように、光量を調整する。そして、撮像ステップ 525 では、画像を撮像し、測定ステップ 526 で測定処理を行う。

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 8 3 1 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 6 】

上述の様に従来の検査装置では、カメラのブラックレベルが固定のままで光量を調整するため、測定するパターンによってはコントラストが悪い画像となることがあった。

本発明の目的は、上記のような問題に鑑み、測定するパターンによらず、コントラストの良い画像となるような調光が可能な検査装置を提供することある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記の目的を達成するため、本発明の検査装置は、カメラのブラックレベルを測定パターン毎に最適な値に設定することで、コントラストの高い画像を得ることができる。

即ち、本発明の検査装置は、被検査対象物の寸法若しくは外観を検査する検査装置において、被検査対象物の画像を拡大する光学顕微鏡と、光学顕微鏡が拡大した画像を撮像するイメージセンサと、イメージセンサが撮像した試料の画像データから、画像処理によって試料の微小寸法測定若しくは外観検査を行う制御部を備えた検査装置において、制御部は、イメージセンサのブラックレベルを第 1 の所定の値上げ、上げた前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が上げる前より大きければ、大きい値を最低輝度の数として更新する手段と、ブラックレベルを上げて、最低輝度の数が上がらない場合には、ブラックレベルを第 2 の所定の値下げ、下げた前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が下げる前より小さければ、小さい値を最低輝度の数として更新する手段と、算出された最低輝度の数が下げる前より大きければ、その時のブラックレベルを、被検査対象物を検査する時のイメージセンサのブラックレベルとする手段を備えたものである。

20

30

【 0 0 0 8 】

また、本発明の線幅測定装置等の検査装置は、顕微鏡と、光源と、光源の光量を調整する調光器と、イメージセンサと、画像処理部調光器による調光を画像の輝度値から制御し、イメージセンサのブラックレベルを、測定位置毎に測定パターンの最低輝度の数によって設定する画像処理部とを備えたものである。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の検査装置は、顕微鏡と、光源と、光源の光量を調整する調光器と、イメージセンサと、画像処理部調光器による調光を画像の輝度値から制御し、イメージセンサのブラックレベルを、測定位置毎に測定パターンの最低輝度の数によって算出し、予めレシピに保存し、レシピ毎に設定する画像処理部とを備えたものである。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、カメラのダイナミックレンジを有効利用することが可能となり、従来より、高精度な測定を可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

本発明の検査装置は、被検査対象物の寸法若しくは外観を検査する検査装置において、検査装置の各構成要素を制御する制御部を備え、制御部は、イメージセンサのブラックレベルの設定を上げ、上げた前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が上

50

げる前より大きければ、大きい値を最低輝度の数として更新する手段を有し、更に、ブラックレベルを上げて、最低輝度の数が上がらない場合には、ブラックレベルの設定を下げ、下げる前と後の最低輝度の数を算出し、算出された最低輝度の数が下げる前より小さければ、小さい値を最低輝度の数として更新する手段と、算出された最低輝度の数が下げる前より大きければ、その時のブラックレベルの設定値を被検査対象物を検査する時のイメージセンサのブラックレベルとする手段とを備えたものである。

【 0 0 1 2 】

本発明の検査装置について、図 1 を参照しながら説明する。図 1 は、本発明の一実施例の線幅測定装置の構成を示すブロック図である。

図 1 に示すように、線幅測定装置は、主に、カメラ 148、光学顕微鏡 141、ステージ 142、フレームグラバ (FG) 143、調光器 144、光源 145、制御部 146、モニタ 147、ステージ 142 を搭載する台座 150 で構成される。また制御部 146 は、画像取込・表示部 161、画像記憶部 162、及び CPU (Central Processing Unit) 163 から成っている。更に、光学顕微鏡 141 は、複数の倍率の対物レンズ 151 を備え、レンズリボルバー機構を制御部 146 から制御することによって所望の倍率の対物レンズに切替制御し、カメラ 148 が撮像する試料 149 の拡大率を変更する。

なお、制御部 146 は、PC (Personal Computer) であっても良い。

【 0 0 1 3 】

また、ステージ 142 には、被検査物 (試料 149) が被写体として載置され、固定されている。台座 150 は、ステージ 142 を、X 方向 (図面上の左右方向) と Y 方向 (図面上の奥行き方向) に移動させる水平移動機構と Z 方向 (高さ方向) に移動させる高さ移動機構を備え、制御部 146 の制御によって試料 149 の所望の部分の画像を撮像することができる。

ステージ 142 は、制御部 146 の制御によって X 方向、Y 方向、Z 方向に対して位置制御されるが、オペレータが制御部 146 に結合された図示しない入力ユニットを操作することによって、手動で水平方向の位置制御、垂直方向の位置制御を行うこともできる。

【 0 0 1 4 】

図 1 において、制御部 146 は、CPU 163 に登録された処理プログラムに従って、検査装置の各構成要素を制御する。

光源 145 からの光は、調光器 144 を介して光学顕微鏡 148 に出力される。調光器 144 は、制御部 146 から制御されて光量を調整し、光学顕微鏡 141 に光量の調整された光を出力する。例えば、調光器 144 は、画像のピーク値か平均値を画像レベルの最大値になるように、光量を調整する。そして、調光器 144 から入力された光は、光学顕微鏡 141 を通して試料 149 に照射され、試料 149 は光を照射されたことによって反射光を出力し、出力された反射光は、光学顕微鏡 141 を通ってカメラ 148 に入射する。

カメラ 148 は、入射された光を電気信号に変換して、変換した画像信号データを FG 143 に出力する。FG 143 は、カメラ 148 の画像信号データを受信し、受信した画像信号データを制御部 146 の画像記憶部 162 に転送するための画像入力ボードである。

【 0 0 1 5 】

上述のように、カメラ 148 が撮影した被検査対象物 (試料 149) の検査対象エリアの拡大画像は、画像信号として制御部 146 に供給され、制御部 146 内の画像取込・表示部 161 に入力される。この制御部 146 には、更に、画像記憶部 162 と、所定のプログラムが格納された CPU 163 がある。

画像記憶部 162 は、画像、及び計算用のデータを記憶するのに使用され、システム全体の動作に必要な制御は、CPU 163 により実行される。

制御部 146 のプログラムは、この画像信号に画像処理を施すことにより、半導体基板のパターン線幅などを測定し、その結果をモニタ 147 に出力する。

【 0 0 1 6 】

本発明の検査装置の調光処理動作の一実施例を図 2 を用いて説明する。図 2 は、本発明の検査装置の測定手順を説明するためのフローチャートである。

10

20

30

40

50

この処理手順を実行するにあたって、検査装置の備える画像処理部（図 1、制御部 146 参照）は、予め、光学顕微鏡の各レンズ毎に最適なカメラのゲイン設定値とブラックレベル設定値を内部メモリ部若しくは外部メモリ部に登録してあるので、それらのデータを参照することができる。

図 2 において、先ず、通常、広視野の低倍率のレンズで測定位置を決定した後、高倍率のレンズで測定を行うため、変更ステップ 521 では、光学顕微鏡のレンズ変更を行う。なお、高倍率のレンズで測定する時の倍率は、測定する基板（あるいは測定プログラム）の種類等で異なる。

次に、ゲイン設定ステップ 522 では、以降の処理ステップを実行するために最適な値を、カメラのゲインの初期値として設定する。そして、ブラックレベル設定ステップ 523 で現在設定されたレンズの倍率に対応するブラックレベルを設定する。なお、ブラックレベルの初期値は、倍率の異なる各レンズ毎に設定される。このため、レンズの倍率変更に対応して、必ずブラックレベルが設定される。

次に、自動調光ステップ 524 では、ピーク値か平均値で画像レベルの最大値になるように、光学顕微鏡に入力される光の光量を調整する。

【 0 0 1 7 】

最低輝度数（LVL1）算出ステップ 105 では、被検査対象物の種類等によって異なる検査プログラム毎に、指定された領域の最低輝度の数 LVL1 を算出する。

ブラックレベル UP ステップ 106 では、カメラのブラックレベルを現在のブラックレベル設定値よりも所定値 C 上げる。

最低輝度数（LVL2）算出ステップ 107 では、検査プログラム毎に指定された領域の最低輝度の数 LVL2 を算出する。

最低輝度数比較 A ステップ 108 では、ステップ 105 で算出した最低輝度の数 LVL1 と、ステップ 107 で算出した最低輝度の数 LVL2 との大きさを比較する。LVL1 < LVL2 ならば、LVL1 更新ステップ 109 に進み、LVL1 > LVL2 ならば、ブラックレベル戻しステップ 110 に進む。

LVL1 更新 A ステップ 109 では、最低輝度の数 LVL1 の値を最低輝度の数 LVL2 の値に入替え（更新し）て、ブラックレベル UP ステップ 106 に戻り、更に、カメラのブラックレベルを現在のブラックレベル設定値よりも所定値 C 上げ、処理を継続する。

【 0 0 1 8 】

ブラックレベル戻しステップ 110 では、カメラのブラックレベルをブラックレベル UP ステップ 106 で上げる前のブラックレベルに戻し、ブラックレベル DOWN ステップ 111 に進む。

ブラックレベル DOWN ステップ 111 では、カメラのブラックレベルを現在のブラックレベル設定値よりも所定値 D 下げる。

最低輝度数（LYL3）算出ステップ 112 では、指定された領域の最低輝度の数 LYL3 を算出する。

最低輝度数比較 B ステップ 113 では、ステップ 108 処理時点での最低輝度の数 LVL1 と、ステップ 112 で算出した最低輝度の数 LYL3 との大きさを比較する。LYL1 < LYL3 ならば、LVL1 更新 B ステップ 112 に進み、LYL1 > LYL3 ならば、ブラックレベル決定ステップ 114 に進む。

LVL1 更新 B ステップ 112 では、最低輝度の数 LVL1 の値を最低輝度の数 LYL3 の値に入替え（更新し）て、ブラックレベル DOWN ステップ 111 に戻り、更に、カメラのブラックレベルを現在のブラックレベル設定値よりも所定値 D 下げ、処理を継続する。

【 0 0 1 9 】

ブラックレベル決定ステップ 114 では、現在のカメラのブラックレベルを最終のブラックレベル、即ち、検査時に適用するブラックレベルとして決定する。

そして、画像撮像ステップ 525 では、画像を撮像し、測定ステップ 526 で測定処理を行う。

なお、上記実施例において、ステップ 106 でブラックレベルを所定値 C 上げ、ステッ

10

20

30

40

50

ブ 111 でブラックレベルを所定値 D 下げている。この所定値 C と所定値 D は、同じ値でも良く、異なった値でも良い。また、一定値ではなく、ブラックレベルの値に応じて、変化しても良い。また、これら所定値は、検査プログラム毎に異なっても良いし、同じでも良い。

【 0 0 2 0 】

次に、図 3 と図 4 によって、図 2 のフローチャートで説明した処理手順によってカメラのブラックレベルを検査するパターン毎に最適な値に設定する処理動作を実行した場合と、従来のブラックレベルを固定して調光した場合とを比較して説明する。図 3 は、カメラのブラックレベルの変化と最低輝度の画素数 (LVL1 、等) との関係を説明するための図である。また、図 4 は、同じパターンについて、従来技術によって調光した場合と、図 2

10

のフローチャートの手順で調光した場合の画像及び輝度波形を示す図である。

図 3 (a) は、カメラのブラックレベルを徐々に上げていった時の経過時間毎のブラックレベルの設定値の変化を示している。図 3 (b) は、カメラのブラックレベルを上げていった場合の指定領域内の最低輝度の画素数を示したものである。

図 3 (a) では、ブラックレベルが時間経過と共に所定の傾きを持った線形特性で上がっている。従って、図 3 (b) は、横軸がカメラのブラックレベルの設定値と考えても良い。

【 0 0 2 1 】

図 3 (b) の Pa 点から Pb 点までは、ブラックレベルを上げていっても、最低輝度の画素数が LVL0 よりも上がってこない (一定値)。Pb 点から Pc 点においては、図 3 (a) と比例関係にある。ブラックレベルが、Pa 点から Pb 点にある場合は、図 2 のブラック

20

レベル UP ステップ 106 から LVL1 更新 A ステップ 109 を経由するフローにより、ブラックレベルが Pb 点に近づく。

ブラックレベルが、Pb 点を過ぎ、Pb 点から Pc 点の場合には、ブラックレベル DOWN

ステップ 111 から LVL1 更新 B ステップ 112 を経由するフローにより、ブラックレベルが Pb 点に近づく。

【 0 0 2 2 】

図 4 において、図 4 (a) は、従来技術でのカメラのブラックレベル固定による調光 (例えば、図 5 参照) によって取得した画像と輝度波形、図 4 (b) は、図 2 のフローチャートでのカメラのブラックレベルを適正な値に設定する調光によって取得した画像と輝度波形を示す図である。図 4 においては、そのエリア中に、パターン 1 と、パターン 1 に一部重なってパターン 2 が存在する検査対象エリアを拡大して撮像した場合について説明する。

30

図 4 (a) において、上部には画像 501a 、下部には、画像 501a の走査線 SL 上での輝度レベル波形を示す。また、図 4 (b) においても、上部には画像 501b 、下部には、画像 501b の走査線 SL 上での輝度レベル波形を示す。画像 502a と画像 502b はパターン 1 の画像、画像 503a と画像 503b はパターン 2 の画像である。また、504a と 504b は輝度波形、505a と 505b はブラックレベルである。

【 0 0 2 3 】

図 2 のフローチャートを使用すると、図 4 (a) のパターン 1 の画像 502a やパターン 2 の画像 503a のように、ブラックレベルが浮いた画像も、図 5 (b) のパターン 1 の画像 502b やパターン 2 の画像 503b に示すように、適正なブラックレベルとなる。そのため、レンジ b がレンジ a よりも広くなり、カメラのダイナミックレンジを有効利用していることがわかる。

40

線幅測定などの検査装置での画像処理による測定は、輝度波形の高さ (最低輝度レベルと最高輝度レベルの差の大きさ) で測定をしているため、これらのレンジの広さが測定精度に影響する。従って本発明によれば、高精度な測定処理が可能になる。

【 0 0 2 4 】

また、上述したような、自動的にカメラのブラックレベルを決定するフローではなく、レシピの作成を行う時に図 2 のようなフローチャートを実行してブラックレベルを製品検査プログラム毎に予め定め、予め測定する位置の最適なブラックレベルを保存しておきこともできる。このように予め作成したレシピを用い、測定若しくは検査の時に、カメラ

50

をその設定で行うことで、微小線幅測定等の検査を行うことが本発明の構成から可能であることも言うまでもない。

また、図4の実施例では、最低輝度の画素数を走査線上で算出したが、走査線上ではなく、所定のエリア内でも良い。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の一実施例の線幅測定装置の構成を示すブロック図。

【図2】本発明の検査装置の測定手順の一実施例を説明するためのフローチャート。

【図3】カメラのブラックレベルの変化と最低輝度の画素数との関係を説明するための図

。

【図4】従来技術と本発明による画像と輝度波形の違いを説明するための図。

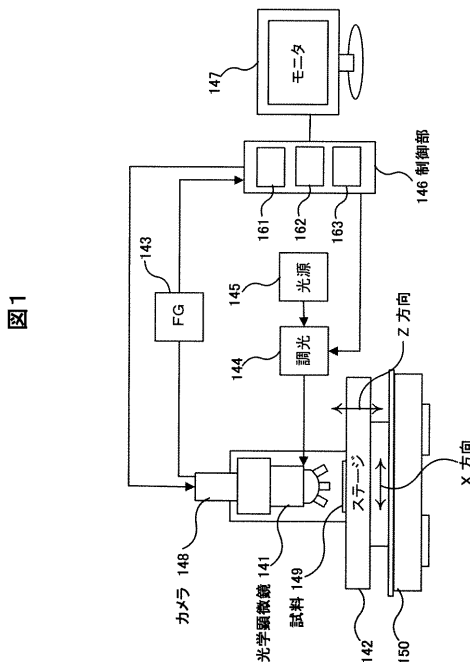
【図5】従来の光学顕微鏡とカメラを使って撮像した画像を画像処理によって測定する手順を説明するためのフローチャート。

【符号の説明】

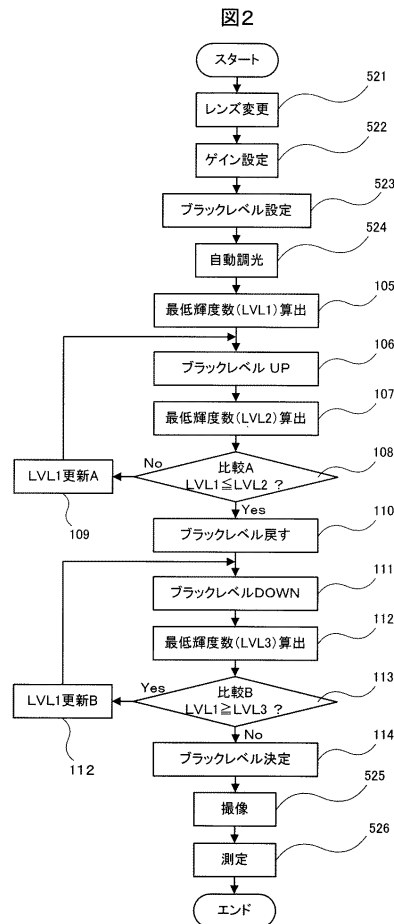
【0026】

141：光学顕微鏡、 142：ステージ、 143：FG、 144：調光器、 145：光源、 146：制御部、 147：モニタ、 148：カメラ、 149：試料、 150：台座、 151：対物レンズ、 161：画像取込・表示部、 162：画像記憶部、 163：CPU、 501a, 501b：検査対象エリアの画像、 502a, 502b：パターン1の画像、 503a, 503b：パターン2の画像、 504a, 504b：輝度波形、 505a, 505b：ブラックレベル。

【図1】

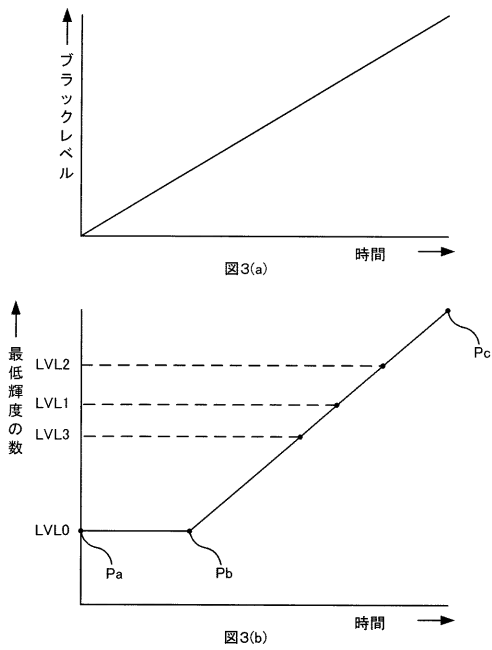


【図2】



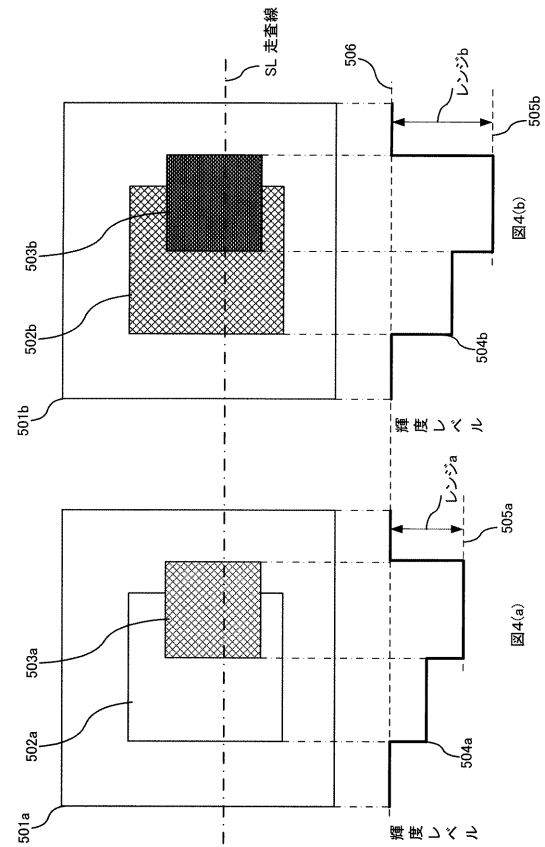
【図3】

図3



【図4】

図4



【図5】

図5

