

(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 1        | テーマコード (参考) |       |
|----------------------|------------|-------------|-------|
| GO1B 11/02 (2006.01) | GO1B 11/02 | H           | 2FO65 |
| GO1B 11/24 (2006.01) | GO1B 11/24 | F           | 2HO52 |
| GO2B 21/00 (2006.01) | GO2B 21/00 |             |       |
| GO1B 11/30 (2006.01) | GO1B 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<br>株式会社日立国際電気<br>東京都千代田区外神田四丁目14番1号   |
| (22) 出願日  | 平成19年8月31日 (2007.8.31)       | (74) 代理人   | 110000350<br>ポレール特許業務法人   |
|           |                              | (72) 発明者   | 伊藤 哲也<br>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<br>CC19 CC25 DD09 FF01 FF04<br>JJ03 JJ09 JJ26 LL04 MM03<br>NN02 NN11 PP12 QQ03 QQ23<br>QQ25 RR06 SS03 SS13 UU02<br>2H052 AA13 AF02 AF21 AF25 |
|           |                              |            |   |

(54) 【発明の名称】 検査装置

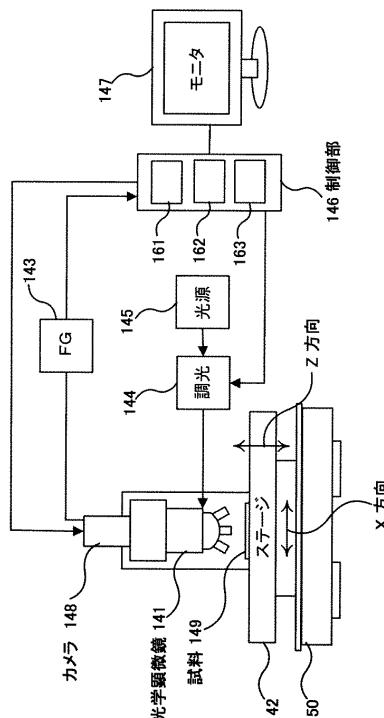
## (57) 【要約】

【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となってしまう。

【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も、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。

20

## 【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】

従来の測定処理動作を図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。

#### 【0005】

【特許文献1】特開2000-28319号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

#### 【0006】

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】

#### 【0007】

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、画像処理によつ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も、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

#### 【0008】

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。

30

#### 【0009】

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】

#### 【0010】

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】

#### 【0011】

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も、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。

【0012】

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。

【0013】

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。

【0014】

図1において、制御部146は、CPU163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141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FG143に出力する。FG143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。

【0015】

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CPU163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、CPU163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。

【0016】

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。

#### 【0017】

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の値に入れ替え（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。

#### 【0018】

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LVL3との大きさを比較する。LYL1 > LVL3ならば、LVL1更新Bステップ112に進み、LYL1 < LVL3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LVL3の値に入れ替え（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。

#### 【0019】

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

プ 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いても良いし、同じでも良い。

#### 【0020】

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。10

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。

#### 【0021】

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。20

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。

#### 【0022】

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。

#### 【0023】

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。

#### 【0024】

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。

10

【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】

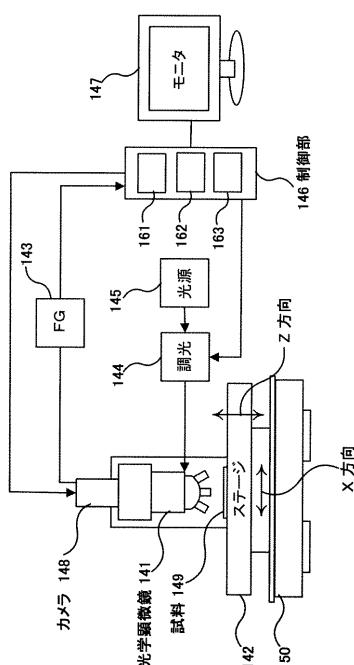
【0026】

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。

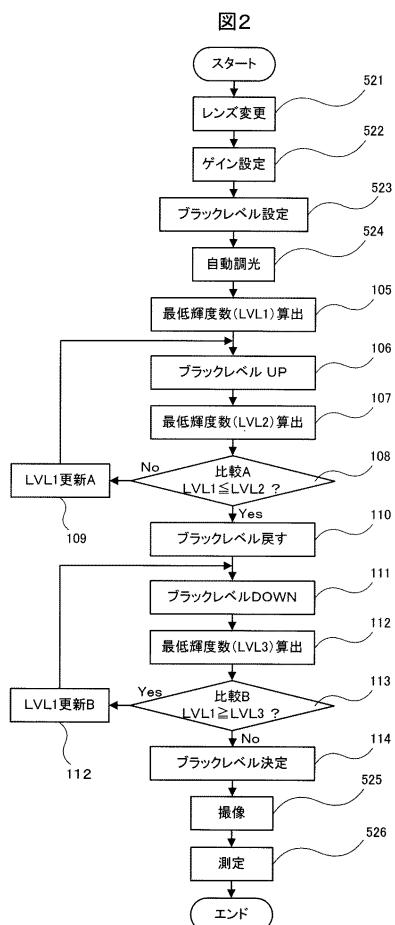
20

【図1】

図1

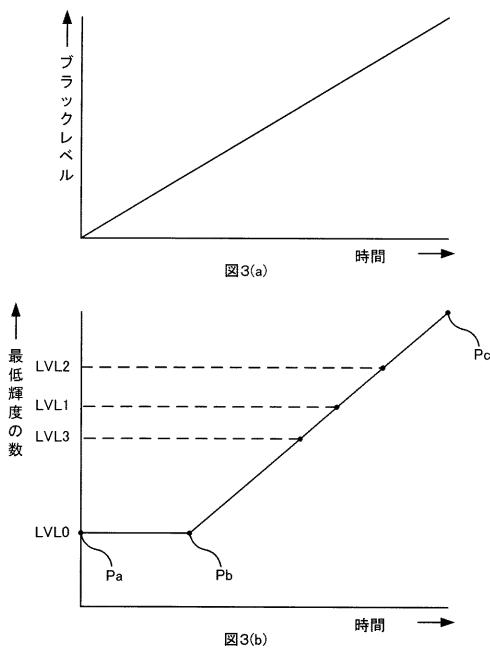


【図2】

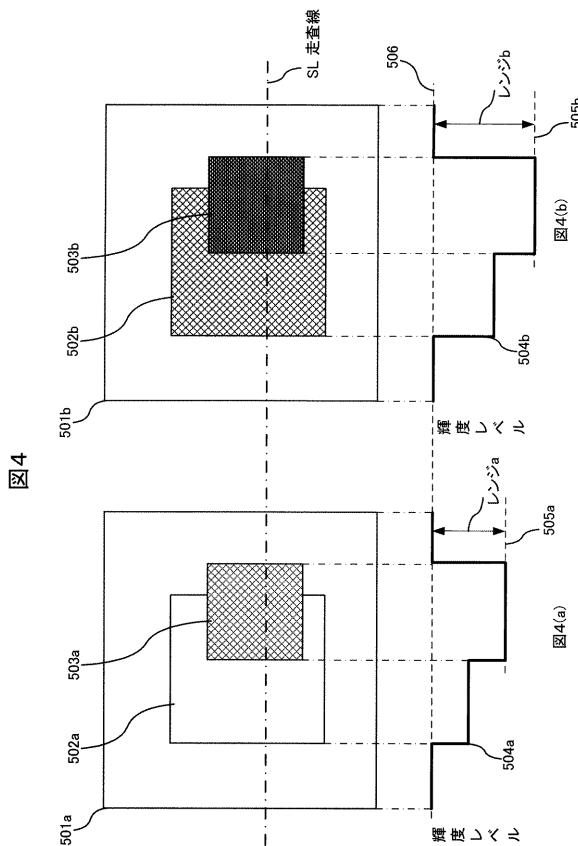


【図3】

図3



【図4】



【図5】

図5

