(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4147682号
(P4147682)

(45)発行日　平成20年9月10日(2008.9.10)　(24)登録日　平成20年7月4日(2008.7.4)

(51)Int.Cl.　F I
G01B 11/30 (2006.01)　G01B 11/30 A
G01N 21/88 (2006.01)　G01N 21/88

請求項の数 5　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平11-115543
(22)出願日　平成11年4月22日(1999.4.22)
(65)公開番号　特開2000-18932(P2000-18932A)
(43)公開日　平成12年1月21日(2000.1.21)
審査請求日　平成17年2月21日(2005.2.21)
(31)優先権主張番号　特願平10-132642
(32)優先日　平成10年4月27日(1998.4.27)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
(74)代理人　100103090
弁理士　岩壁　冬樹
(72)発明者　棚澤　信
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町１１５０番地　旭硝子株式会社内
(72)発明者　斜木　英樹
千葉県船橋市北本町１丁目１０番１号　旭硝子株式会社内

審査官　須中　栄治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】被検物の欠点検査方法および検査装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被検物表面を反射した反射光または被検物を透過した透過光を受光し、受光して得られた画像を用いて被検物の欠点を検査する被検物の欠点検査方法であって、
直前に画像を生成するために使用される明部と暗部とからなる明暗パターンとは明部と暗部の境界の位置がずれていることのみが異なる明暗パターン部を有する光源部からの複数の光を、前記被検物のいずれの領域でも所定期間中にいずれかの光における明部が照射される期間といずれかの光における明部が照射されない期間とが存在するように順次前記被検物に照射し、
前記複数の光の照射にもとづいて反射光または透過光を受光して複数の画像を得て、
前記複数の画像における前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または前記複数の画像各々に微分処理を施して得た前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、前記複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較して前記被検物の微小欠点を検査する
ことを特徴とする被検物の欠点検査方法。
【請求項２】
明暗パターンは、明暗ストライプパターン、または三角状の山部と谷部が繰り返す明暗パターンである

請求項１記載の被検物の欠点検査方法。
【請求項３】
光の照射にもとづいて得られた複数の画像またはそれらの画像に微分処理が施された各画像における被検物の同一位置の画素の周辺にウィンドウを設定する
請求項１記載の被検物の欠点検査方法。
【請求項４】
被検物を透過した透過光を受光し、受光して得られた画像を用いて被検物の欠点を検査する被検物の欠点検査方法であって、
直前に画像を生成するために使用される明部と暗部とからなる明暗パターンとは明部と暗部の境界の位置がずれていることのみが異なる三角状の山部と谷部が繰り返す明暗パターン部を有する光源部からの複数の光を、前記被検物のいずれの領域でも所定期間中にいずれかの光における明部が照射される期間といずれかの光における明部が照射されない期間とが存在するように順次照射するとともに、透過補助光を前記被検物に照射し、
前記複数の光の照射にもとづいて透過光を受光して複数の画像を得て、
前記複数の画像における前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または前記複数の画像各々に微分処理を施して得た前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、前記複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較して前記被検物の泡欠点を検査する
ことを特徴とする被検物の欠点検査方法。
【請求項５】
被検物表面を反射した反射光または被検物を透過した透過光を受光し、受光して得られた画像を用いて被検物の欠点を検査する被検物の欠点検査装置であって、
拡散光源とそれを覆う明暗パターン部とを有し前記被検物を照射する光源部と、
前記光源部からの明暗パターンと前記被検物との相対位置を、直前に画像を生成するために使用された明部と暗部とからなる明暗パターンと前記被検物との相対位置に対して明部と暗部の境界の位置がずれるように、かつ、前記被検物のいずれの領域でも所定期間中に明部が照射される期間と明部が照射されない期間とが存在するように移動させる駆動部と、
被検物の反射光または透過光を入力して、明暗パターンの位相が異なる複数枚の画像を生成する受光部と、
前記複数枚の画像における前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または前記複数の画像各々に微分処理を施して得た前記被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、前記複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較する演算装置と
を備えたことを特徴とする被検物の欠点検査装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ガラス等の鏡面性または光透過性を有する物体の微小凹凸等の欠点の検査や評価に用いられる被検物の欠点検査方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ガラス等の鏡面性を有する製品表面における微小凹凸等の欠点を検査する一般的な方法として、検査員の目視による方法があるが、目視による方法では、検査員の熟練が必要になるとともに、見落としや見誤りをなくすことが困難である。また、要求される品質が高くなると、目視検査で対応することが難しくなる。そこで、種々の自動検査装置が提案されている。

【０００３】
例えば、特開昭６３－２９３４４８号公報には、被検物からの透過光、透過散乱光、反射光および反射散乱光のうちの複数の光を用いて欠点を検出する方法が開示されている。また、特開平１－１０７１０３号公報には、被検物からの正反射光と乱反射光とを用いて欠点を検出する方法が開示されている。さらに、特開平４－２３８２０７号公報や特開平５－２１５６９７号公報には、複数のセンサを設け各センサの出力にもとづいて欠点を検出する方法が開示されている。そして、特開平８－１５２４１６号公報や特開平９－４９８０６号公報には、光源または光源と受光部とを被検物に対して所定の角度に設定して被検物からの透過光または反射光にもとづいて欠点を検出する方法が開示されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかし、複数の光を用いる方法または１種類の光を用いるものの複数センサを用いる方法では、検出対象が小さくなって必要な解像度が高くなるにつれて、センサ間の位置合わせが難しくなる。同様に、光源または光源と受光部とを被検物に対して所定の角度に設定する必要がある方法でも、光源や受光部の位置合わせが難しくなる。従って、位置ずれによる誤動作や検出感度の低下を招いたり、検査装置の調整や保守に多大の労力がかかるという課題がある。
【０００５】
そこで、本発明は、被検物の欠点を検出する際に複数のセンサを用いる必要がなく、また、センサ等の位置合わせをする必要もなく、かつ、被検物における微小凹凸等の欠点をほこり等の散乱性欠点と区別して検出および評価することができる被検物の欠点検査方法および検査装置を提供することを目的とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
本発明による被検物の欠点検査方法は、直前に画像を生成するために使用される明部と暗部とからなる明暗パターンとは明部と暗部の境界の位置がずれていることのみが異なる明暗パターン部を有する光源部からの複数の光を、被検物のいずれの領域でも所定期間中にいずれかの光における明部が照射される期間といずれかの光における明部が照射されない期間とが存在するように順次被検物に照射するステップと、複数の光の照射にもとづいて反射光または透過光を受光して複数の画像を得るステップと、複数の画像における被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または複数の画像各々に微分処理を施して得た被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較して被検物の微小欠点を検査するステップとを備える。
【０００７】
明暗パターンは、好ましくは、明暗ストライプパターンまたは三角状の山部と谷部が繰り返す明暗パターンである。
【０００８】
被検物の欠点検査方法は、光の照射にもとづいて得られた複数の画像またはそれらの画像に微分処理が施された各画像における被検物の同一位置の画素の周辺にウィンドウを設定するように構成されていてもよい。
【０００９】
本発明による被検物の他の態様の欠点検査方法は、被検物を透過した透過光を受光し、受光して得られた画像を用いて被検物の欠点を検査する被検物の欠点検査方法であって、直前に画像を生成するために使用される明部と暗部とからなる明暗パターンとは明部と暗部の境界の位置がずれていることのみが異なる三角状の山部と谷部が繰り返す明暗パターン部を有する光源部からの複数の光を、被検物のいずれの領域でも所定期間中にいずれかの光における明部が照射される期間といずれかの光における明部が照射されない期間とが存在するように順次照射するとともに、透過補助光を被検物に照射するステップと、複数

の光の照射にもとづいて透過光を受光して複数の画像を得るステップと、複数の画像における被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または複数の画像各々に微分処理を施して得た被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較して被検物の泡欠点を検査するステップとを備える。

【００１０】

本発明による被検物の欠点検査装置は、拡散光源とそれを覆う明暗パターン部とを有し被検物を照射する光源部と、光源部からの明暗パターンと被検物との相対位置を、直前に画像を生成するために使用された明部と暗部とからなる明暗パターンと被検物との相対位置に対して明部と暗部の境界の位置がずれるように、かつ、被検物のいずれの領域でも所定期間中に明部が照射される期間と明部が照射されない期間とが存在するように移動させる駆動部と、被検物の反射光または透過光を入力して、明暗パターンの位相が異なる複数枚の画像を生成する受光部と、複数枚の画像における被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または複数の画像各々に微分処理を施して得た被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較する演算装置とを備えたものである。なお、相対位置の移動は、光源部もしくは明暗パターン部の移動、または被検物の移動によって実現される。

【００１１】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図１は、本発明による被検物の欠点検査方法を実行するための検査装置の第１の実施の形態を示す構成図である。図に示すように、ガラス等の被検物２の表面に平行な回転軸の回りを回転する光源１からの光は、被検物２の表面で反射され、ＣＣＤエリアカメラ等の撮像素子３に入力される。光源１は例えば拡散光源とそれを覆う筒状部とを備え、演算装置４に制御される回転駆動装置５によって駆動される。そして、撮像素子３で撮像された被検物２の表面の反射像は連続的に演算装置４に入力される。

【００１２】

光源１の周面は、黒白のストライプ模様のフィルムで覆われている。従って、撮像素子３で撮像された各反射像は、ストライプパターンの位相が徐々にずれていく画像となる。演算装置４は、例えば、ストライプパターン１位相分進むと１６枚の画像が取り込まれるように回転駆動装置５を制御する。なお、回転駆動装置５は、一定速度またはステップ状の速度で光源１を回転させる。また、画像取り込みの間に、［（１６×ｎ±１）／１６］位相（ｎは自然数）進むように一定速度で回転させてもよい。

【００１３】

次に、演算装置４に取り込まれる画像について図２～図４を参照して説明する。演算装置４に取り込まれる画像は、被検物２の表面における同一領域の反射像であるが、図２（Ａ）の（ａ）～（ｄ）に示すようにストライプパターンの位相がずれていく画像である。ここで、被検物２の表面に微小凹凸７，９とほこり６，８がある場合を考える。なお、図２（Ａ）では一部分にのみ符号が付されているが、（ａ）～（ｄ）における対応位置にある微小凹凸およびほこりは、それぞれ同じものを示す。

【００１４】

微小凹凸７，９の部分では反射角が微妙にずれる。そのために、背景が白である明視野では、反射角がずれて視野が黒ストライプの部分にかかることによって反射像の画像が暗くなる。逆に、背景が黒である暗視野では、光量が多い光源１の白ストライプからの光も反射することによって明るくなる。明視野での暗くなりかたの程度と、暗視野での明るくなりかたの程度とは、基本的に同じである。一方、小さなほこりは散乱要素であるから、明視野でも暗視野でも、光源１の白ストライプからくる光を広く散乱する。よって、反射像

の画像において、暗視野での明るさが微小凹凸の場合に比べて強くなり、明視野では微小凹凸の場合に比べてそれほど暗くならない。

【００１５】

図２（Ｂ）は、図２（Ａ）に示された各画像おける微小凹凸７，９を含むＩ－Ｉ断面の光量を示し、図２（Ｃ）は図２（Ａ）に示された各画像おけるほこり６，８を含むII－II断面の光量を示す説明図である。図２（Ｂ）において、微小凹凸７の部分での光量は、山又は谷部７１～７４に現れ、微小凹凸９の部分での光量は、山又は谷部９１～９４に現れている。また、図２（Ｃ）において、ほこり６の部分での光量は、山又は谷部６１～６４に現れ、ほこり８の部分での光量は、山又は谷部８１～８４に現れている。

【００１６】

図２（Ａ）の（ａ），（ｄ）における微小凹凸７および（ｃ）における微小凹凸９のように、背景が白ストライプ（明視野）である場合には、各画像における微小凹凸は黒点となるが、光量は黒ストライプ部分の光量（I_{min}）に比べると大きな値になる。逆に、図２（Ａ）の（ａ）における微小凹凸９および（ｂ），（ｃ）における微小凹凸７のように、背景が黒ストライプ（暗視野）である場合には、各画像における微小凹凸は白点となるが、光量はストライプ部分の光量（I_{max}）に比べると小さな値になる。また、図２（Ａ）の（ｂ），（ｄ）における微小凹凸９のように白黒の境界近傍にある場合には、白黒を含む点になるが、白部分も黒部分も光量はI_{max}に比べると小さくI_{min}に比べると大きな値になる。

【００１７】

一方、図２（Ａ）の（ａ），（ｂ）におけるほこり８および（ｃ）におけるほこり６のように、明視野である場合には、ほこりはわずかに黒い点になるが、その光量はI_{min}に比べるとかなり大きな値になる。逆に、図２（Ａ）の（ａ）おけるほこり６および（ｃ），（ｄ）におけるほこり８のように、暗視野である場合には強い白点となり、その光量はI_{max}に近い値になる。また、図２（Ａ）の（ｂ），（ｄ）おけるほこり６のように白黒の境界近傍にある場合には、光量がI_{max}に近い値の白点になる。

【００１８】

以上のことから、画像を構成する各画素の明視野における光量および暗視野における光量を、I_{max}およびI_{min}と比較することによって、微小凹凸とほこりとを検出できることがわかる。そして、図２（Ｂ），（Ｃ）からわかるように、各画素の光量の最大値および最小値と、I_{max}およびI_{min}と比較することによって、微小凹凸とほこりとを区別して検出できることがわかる。そこで、本発明では、白黒パターンの位相がずれるように被検物２に照射し、得られる複数（例えば１６）枚の反射像の画像を対象に、各画素について最大値および最小値を求め、得られた最大値および最小値をI_{max}およびI_{min}と比較する。

【００１９】

次に、具体的動作について説明する。図３は、演算装置４の信号処理の一例を示すフローチャートである。演算装置４は、回転駆動装置５によって光源１を回転させつつ撮像素子３からｋ枚の画像A1 ～Ak を取り込む（ステップＳ１）。そして、ｋ枚の画像A1 ～Ak に関して、（０，０）～（ｍ，ｎ）の全画素について同一の画素ごとに画像間の光量の最大値ＭＡＸ（０，０）～ＭＡＸ（ｍ，ｎ）を求める（ステップＳ２）。

【００２０】

また、（０，０）～（ｍ，ｎ）の全画素について同一の画素ごとに画像間の光量の最小値ＭＩＮ（０，０）～ＭＩＮ（ｍ，ｎ）を求める（ステップＳ３）。そして、各画素の最大値ＭＡＸ（０，０）～ＭＡＸ（ｍ，ｎ）および最小値ＭＩＮ（０，０）～ＭＩＮ（ｍ，ｎ）を用いて微小凹凸とほこりとを区別して検出する（ステップＳ４）。なお、ステップＳ２とステップＳ３の処理の順は逆でもよい。

【００２１】

図４（Ａ）の（ａ），（ｂ）は、ステップＳ２，Ｓ３の処理によって得られる最大値によって形成される画像（（ａ））と最小値によって形成される画像（（ｂ））とを示す模式

図である。また、図４（Ｂ）の（ａ），（ｂ）は、微小凹凸７，９の光量の最大値（（ａ））と最小値（（ｂ））を示す説明図であり、図４（Ｃ）の（ａ），（ｂ）は、ほこり６，８の部分の光量の最大値（図（ａ））と最小値（図（ｂ））を示す説明図である。

【００２２】

被検物２の表面において欠点のない部分では、最大値はI_{max}となり、最小値はI_{min}となる。しかし、微小凹凸の欠点のある部分では、明視野の場合には周囲の光量よりも小さくI_{min}よりも大きな値になり、暗視野の場合には周囲の光量よりも大きくI_{max}よりも小さな値になるので、最大値は欠点のない部分よりも小さな値になり、最小値は欠点のない部分よりも大きな値になる。例えば、図４（Ｂ）の（ａ）に示すように、微小凹凸７，９の最大値７１１，９１１は、周囲の光量よりも小さくI_{min}よりも大きな値になっている。また、（ｂ）に示すように、微小凹凸７，９の最小値７１２，９１２は、周囲の光量よりも大きくI_{max}よりも小さな値になっている。

【００２３】

ほこりが付着している部分では、明視野では光量はI_{max}よりも小さいがI_{max}に近い値になり、暗視野でもI_{max}よりも小さいがI_{max}に近い値になるので、最大値は欠点のない部分の値に近い値になり、最小値は欠点のない部分よりもずっと大きな値になる。例えば、図４（Ｃ）の（ａ）に示すように、ほこり６，８が付着している部分では、最大値６１１，８１１は欠点のない部分の値に近い値になっている。また、（ｂ）に示すように、ほこり６，８が付着している部分では、最小値６１２，８１２は欠点のない部分よりもずっと大きな値になっている。

【００２４】

以上のことから、例えば、最小値がI_{min}よりも大きくなっている箇所では、微小凹凸やほこりが存在していると認識できる。また、最小値がI_{min}よりも大きくなっている箇所のうち最大値がI_{max}に近い値になっている箇所ではほこりが付着していると検出できる。

【００２５】

図５は、より高精度で微小凹凸とほこりとを区別して検出できる処理を示すフローチャートである。この方法では、図３に示されたステップＳ１～Ｓ３の処理によって得られた最大値と最小値との差が、ある値以下である各画素に相当する部分を微小凹凸欠点の候補とし、さらに、候補画素の最大値＋最小値がある値以下で、かつ、最大値がある値以下であれば、微小凹凸欠点の候補を微小凹凸欠点であると判定する。

【００２６】

図４（Ａ）の（ｃ）には、各画素の（最大値－最小値）で形成される画像の模式図が示され、（ｄ）には、各画素の（最大値＋最小値）で形成される画像の模式図が示されている。また、図４（Ｂ）の（ｃ）には、微小凹凸７，９の（最大値－最小値）の値７１３，９１３が示され、（ｄ）には、微小凹凸７，９の（最大値＋最小値）の値が示されている。図４（Ｃ）の（ｃ）には、ほこり６，８の（最大値－最小値）の値６１３，８１３が示され、（ｄ）には、ほこり６，８の（最大値＋最小値）の値６１４，８１４が示されている。

【００２７】

図４（Ｂ）の（ｃ）と図４（Ｃ）の（ｃ）とで示されるように、微小凹凸７，９の（最大値－最小値）の値７１３，９１３とほこり６，８の（最大値－最小値）の値６１３，８１３とは欠点のない部分の値よりもかなり小さいので、各画素の（最大値－最小値）を調べることによって、高い精度（ＳＮ比）でそれらの存在は検出される。しかし、微小凹凸７，９の（最大値－最小値）の値７１３，９１３とほこり６，８の（最大値－最小値）の値６１３，８１３とは比較的近いので、（最大値－最小値）によって微小凹凸７，９とほこり６，８を区別すると、区別の精度はあまりよくない。

【００２８】

しかし、上述したように微小凹凸欠点の明視野での暗くなりかたと暗視野での明るくなりかたはほぼ同じであるから、図４（Ｂ）の（ｄ）に示されるように微小凹凸欠点の（最大

値＋最小値）の値は、欠点のない部分の値に対してほとんど差がない。それに対して、ほこりは明視野での暗くなりかたが小さく暗視野での明るくなりかたが大きいので、（最大値＋最小値）の値は、図４（Ｃ）の（ｄ）に示されるように欠点のない部分の値よりも大きくなる。よって、（最大値＋最小値）の値を調べることによって、高いＳＮ比で微小凹凸欠点とほこりを区別することができる。

【００２９】

また、微小凹凸欠点の最大値はほこり付着部分の最大値よりもかなり小さいので、最大値も微小凹凸欠点であるか否かの評価の指標に含めれば、検出の精度はさらに上がる。

【００３０】

次に、具体的動作について説明する。図３のフローチャートに示されたステップＳ１～Ｓ３の処理によって各画素の最大値および最小値が得られたら、演算装置４は、各画素の（最大値－最小値）の値であるＤＩＦ（ｉ，ｊ）を求める（ステップＳ４１）。ここで、ｉ＝０～ｍ，ｊ＝０～ｎである。そして、各画素の（最大値－最小値）の値ＤＩＦ（ｉ，ｊ）をしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＤＩＦ）と比較し、ＤＩＦ（ｉ，ｊ）がｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＤＩＦ）よりも小さければ、その画素に相当する部分を微小凹凸欠点候補とする（ステップＳ４２）。しきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＤＩＦ）は、欠点のない部分の（最大値－最小値）の値よりも小さく、ほこりの（最大値－最小値）の値よりも大きい値である。

【００３１】

次いで、微小凹凸欠点候補とされた各画素について、（最大値＋最小値）の値であるＳＵＭ（ｉ，ｊ）を求める。そして、ＳＵＭ（ｉ，ｊ）をしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＳＵＭ）と比較し（ステップＳ４３）、ＳＵＭ（ｉ，ｊ）がｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＳＵＭ）よりも小さければ、その画素に相当する部分を微小凹凸欠点とする（ステップＳ４４）。しきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＳＵＭ）は、欠点のない部分の（最大値＋最小値）の値よりも大きく、ほこりの（最大値＋最小値）の値よりも小さい値である。

【００３２】

また、ステップＳ４３において、最大値ＭＡＸ（ｉ，ｊ）をしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＭＡＸ）と比較し、最大値ＭＡＸ（ｉ，ｊ）がしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＭＡＸ）よりも小さいことを条件に加えることによって検出の精度はさらに上がる。

【００３３】

図５に示された方法によれば、微小凹凸欠点の位置と大きさが高いＳＮ比で検出される。また、図３に示された処理によって得られた最大値もしくは最小値、またはその両者を用いても被検物２の欠点を検出できることは既に述べた。しかし、それらの方法以外でも、最大値、最小値、（最大値－最小値）および（最大値＋最小値）のうちの複数を組み合わせて、様々な欠点を区別して検出できる。

【００３４】

例えば、ほこりが付着した部分では最大値は欠点のない部分の最大値とさほど変わらないので（図４（Ｃ）の（ａ）参照）、（最大値－最小値）によって欠点候補を抽出し、最大値のみによっても、ほこりが付着している部分を特定することができる。また、ガラス粉が付着していると最小値が極端に大きくなるので、（最大値－最小値）によって欠点候補を抽出し、最小値によってガラス粉が付着している部分を特定することができる。その他、目的に応じて、種々の組み合わせを用いて欠点を抽出することができる。

【００３５】

図６は、最大値、最小値、（最大値－最小値）および（最大値＋最小値）のうちの複数を組み合わて欠点を検出する処理を示すフローチャートである。図に示すように、求めたＤＩＦ（ｉ，ｊ）がｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＤＩＦ）よりも小さければ、その画素に相当する部分を微小凹凸欠点候補とし（ステップＳ４１，Ｓ４２）、微小凹凸欠点候補についてＳＵＭ（ｉ，ｊ）を求める。そして、ＳＵＭ（ｉ，ｊ）、最大値、最小値を、それぞれのしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ１（ＳＵＭ）およびｔｈｒｅｓｈｏｌｄ２（ＳＵＭ）、ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＭＡＸ）、ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ（ＭＩＮ）と比較する（ステップＳ４５）

。その後、目的応じた比較結果を用いて、欠点の位置と大きさを決定する（ステップＳ４６）。

【００３６】

ここで、（最大値＋最小値）を下のしきい値ｔｈｒｅｓｈｏｌｄ１（ＳＵＭ）および上のｔｈｒｅｓｈｏｌｄ２（ＳＵＭ）と比較することによって、微小凹凸と、散乱性のほこりよりもやや大きい遮光性のよごれとを区別することができる。遮光性のよごれでは、暗視野で光らず明視野で暗くなるので、（最大値＋最小値）が微小凹凸での（最大値＋最小値）よりも小さくなるからである。

【００３７】

以上、被検物２の表面の微小凹凸をほこり等の散乱性欠点および遮光性の欠点と区別して検出する場合について説明した。しかし、ほこり等の影響を除去して被検物２の表面の微小凹凸欠点を検出するのに本発明を適用できるだけでなく、欠点ではない微小凹凸を有する被検物２の表面におけるきずなどの散乱性欠点を検出するために、本発明を適用することもできる。

【００３８】

また、本発明によれば、微小凹凸の位置と大きさとを検出できるので、表面に凹凸が施された被検物２の凹凸むらを、ほこり等の影響をうけずに評価することもできる。さらに、被検物２の凹凸むらの評価と、きずなどの欠点の検出とを同時に行うこともできる。

【００３９】

なお、上記の実施の形態では光学系として反射光学系を用いたが、図７に示すような透過光学系を用いても、反射光学系の場合と同様の効果を得ることができる。

【００４０】

また、上記の実施の形態では１６枚の画像を取り込む間にストライプパターンが１位相分進む一定速度またはステップ状の速度で光源１を回転させたり、画像取り込みの間に［（１６×ｎ±１）／１６］位相（ｎは自然数）進むように一定速度で回転させたが、パターンのピッチによってはそれよりも少ない枚数の画像、例えば４枚の画像を用いてもよい。また、パターンの位相がずれている複数の画像を取り込むのであれば、光源１の回転と画像の取り込みとを同期させずに、ランダムに画像を取り込んでもよい。

【００４１】

上記の実施の形態では、黒白のストライプ模様のフィルムで覆われた筒状部が回転する光源１を例示したが、黒白のストライプパターンの位相がずれていくものであればよく、例えば、黒白のストライプが配された平面状の光源を往復運動させてもよい。または、ベルト状の黒白のストライプ模様のフィルムを回転駆動してもよい。さらに、白黒パターンの位相がずれる光を被検物２に照射できれば、チェッカーパターンや斜めストライプパターン等の他のパターンを用いてもよい。光源１の構成としては、光源１全体を運動させる構成でもよいし、拡散光源を固定してパターンの部分のみを運動させる構成でもよい。

【００４２】

また、検査装置を、光源１と撮像素子３とがひとまとまりになった構成にすることもできる。そして、光源１および撮像素子３と被検面との角度を一定に保ちつつ被検物２の形状に沿って検査装置を移動させることによって、撮像素子３の視野を越える広い範囲の検査を容易に行うことができる。

【００４３】

以下、本発明の具体的適用例を説明する。

ブラウン管用ガラスの外面を検査対象とし、反射光学系を用い、被検面の法線と撮像素子３の光軸とを１０°傾けた。そして、ガラス面上で１画素が０．０３３ｍｍ×０．０３３ｍｍとなるように撮像素子３を設定した。また、光源１のパターンとして、白黒が等ピッチで白＋黒の幅が３ｍｍのストライプパターンを用い、画像上で１ピッチが４０画素に相当するように設定した。

【００４４】

図８は、上記のような条件での、通常の微小凹凸欠点（Ａ）、弱い微小凹凸欠点（Ｂ）、

ほこり（Ｃ）およびガラス粉（Ｄ）の検出状況を示す説明図である。図８におけるＡ～Ｄのそれぞれにおいて、左から、最大値（ＭＡＸ）、最小値（ＭＩＮ）、差（ＭＡＸ－ＭＩＮ）、和（ＭＡＸ＋ＭＩＮ）が示されている。縦軸のＳ／Ｎは、その画素における信号と欠点のない通常部分での信号の差を、通常部分の信号のばらつきで割った値を示し、通常部分では０となる。

【００４５】

Ａ，Ｂの微小凹凸欠点では、差（ＭＡＸ－ＭＩＮ）は低い値になっている。また、和（ＭＡＸ＋ＭＩＮ）は通常部分の値とほぼ同じになっている。ほこり（Ｃ）に関しては、差（ＭＡＸ－ＭＩＮ）は微小凹凸欠点の場合と同程度の低い値であるが、和（ＭＡＸ＋ＭＩＮ）が通常部分よりも高い値になっている。よって、和（ＭＡＸ＋ＭＩＮ）によって微小凹凸欠点と区別することができる。ガラス粉（Ｄ）に関しては、差（ＭＡＸ－ＭＩＮ）は微小凹凸欠点の場合と同程度の低い値であり、和（ＭＡＸ＋ＭＩＮ）は通常部分の値とほぼ同じになっている。しかし、最小値（ＭＩＮ）は微小凹凸に比べて大きい値になっているので、最小値（ＭＩＮ）によって微小凹凸欠点と区別することができる。

【００４６】

なお、図８では結果を通常部分との差をＳ／Ｎという形で表示したが、実際の検査では、単純に、得られた値としきい値とを比較すればよい。

【００４７】

図９は、本発明による被検物の欠点検査方法を実行するための検査装置の第２の実施の形態を示す構成図である。図に示すように、ストライプ模様のフィルムによって光源部が覆われた光源１Ａからの光は、被検物２の表面で反射され、ＣＣＤエリアカメラ等の撮像素子３に入力される。この実施の形態では、光源１は静止している。また、被検物２は、駆動装置（図示せず）によって、図９における矢印方向に等速で移動する。そして、撮像素子３で撮像された被検物２の表面の反射像は連続的に演算装置４に入力される。

【００４８】

演算装置４に入力される各反射像は、図１０（Ａ）に示すように、それぞれ同じパターンで被検物２の位置がずれた画像となる。この実施の形態では、演算装置４は、被検物２がストライプパターンの１位相相当分進む間に８枚の画像を取り込む。

【００４９】

次に、演算装置４に取り込まれる画像について図１０，１１を参照して説明する。演算装置４に取り込まれる画像は図１０（Ａ）に示すようにストライプ上を被検物が移動していくような画像であるが、演算装置４は、画像を被検物２の移動量に相当する量だけずらし、全ての画像における被検物２の反射点の位置を一致させる。よって、例えば、図１１（Ａ）に示すような各画像が得られる。図１０（Ａ）に示された各画像において欠点の位置はずれているが、図１１（Ａ）に示された各画像では同一位置になる。なお、図１０（Ｂ）は、図１０（Ａ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量を示し、図１１（Ｂ）は図１１（Ａ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量を示す説明図である。

【００５０】

このような処理によって得られた各画像は、両端部を除けば、第１の実施の形態で得られた各画像と同じものになる。よって、第１の実施の形態の処理と同様の処理によって、被検物２の表面の微小凹凸を精度よく検出することができる。

【００５１】

ここで、被検物２の表面に、遮光性の汚れ２７、微小凹凸２８および散乱性のほこり２９がある場合を考える。なお、図１０（Ａ），図１１（Ａ）では一部分にのみ符号が付されているが、（ａ）～（ｄ）における対応位置にある微小凹凸およびほこりは、それぞれ同じものを示す。

【００５２】

微小凹凸２８は、図１０（Ａ）（ｂ）に示すように、背景がストライプの白（以下、明視野という。）である場合には黒点となるが、ストライプの黒部分（I_{min}）に比べると大きな値となる。逆に、図１０（Ａ）（ｄ）に示すように、背景がストライプの黒（以下、

暗視野という。）である場合は白点となるが、ストライプの白部分（I_{max}）に比べると小さな値となる。

【００５３】

図１０（Ａ）（ａ），（ｃ）に示すように、白黒の境界にある場合は、白と黒を含む点となるが、白も黒もI_{max}に比べると小さく、I_{min}に比べると大きな値となる。

【００５４】

また、遮光性の汚れ２７に関しては、明視野の場合には黒い点となってI_{max}に比べるとかなり大きな値となる。暗視野の場合にはわずかに白点となるが、I_{max}に近い値となる。そして、散乱性のほこり２９に関しては、明視野ではほとんど背景と変わらず、暗視野では強い白点となる。

【００５５】

従って、各画像間の（最大値－最小値）によって、高い感度で遮光性の汚れ２７、微小凹凸２８および散乱性のほこり２９を検出することができ、（最大値＋最小値）によって、遮光性の汚れ２７、微小凹凸２８および散乱性のほこり２９を弁別することが可能になる。

【００５６】

以上のように、被検物２の方を移動させても、第１の実施の形態の場合と同様に精度よく欠点を検出することができる。そして、この実施の形態では、より簡略化された装置で検査を行うことができる。

【００５７】

なお、第２の実施の形態では光学系として反射光学系を用いたが、図１２に示すような透過光学系を用いても、反射光学系の場合と同様の効果を得ることができる。

【００５８】

以下、本発明による検査装置のさらに他の実施の形態について説明する。図１３は、平坦な被検物２に対する本発明の実施の形態の一例の構成を示す構成図である。図１３において、３１，３２はラインカメラ、１１２は暗視野に挟まれたストライプの半ピッチ相当の線状の明視野光源、１３は明視野に挟まれたストライプの半ピッチ相当の線状の暗視野光源を示す。

【００５９】

被検物２は、図１３における矢印方向に、ラインカメラ３１，３２の視野を横切る方向に進む。演算装置４は、被検物２を移動させる駆動装置（図示せず）を駆動する。ラインカメラ３１，３２で得られた被検物２の同一位置に対する信号は、第２の実施の形態におけるストライプの白部分および黒部分の中心で得られる信号に相当する。すなわち、位相の異なる複数画像間の最小値および最大値に相当する信号が得られる。演算装置４は、例えば駆動装置の駆動量から、ラインカメラ３１が撮像した位置と同位置のラインカメラ３２の出力信号を決定することができる。

【００６０】

よって、演算装置４は、ラインカメラ３１，３２で得られた被検物２の同一位置に対する信号の差および和をとることによって、（最大値＋最小値）および（最大値－最小値）を得ることができる。上述した各実施の形態の場合と同様に、得られた（最大値＋最小値）および（最大値－最小値）から、欠点を検出したり弁別したりすることができる。

【００６１】

この実施の形態では、ストライプ光源を使った形態に比べて、視野部分と視野外とのコントラストが高まるので、暗視野部および明視野部での欠点信号がともに大きくなり、高いＳ／Ｎでの検出が可能になる。

【００６２】

図１３ではカメラ対応に別の光源を設け、演算装置４が被検物２の同一位置となる信号を識別して処理する例を示したが、図１４に示すように、白黒エッジを有する光源１１７を用い、ラインカメラ３１，３２が被検物２の同一位置での光源１１７からの光の反射光を受光し、かつ、それらの位置および角度をずらすことによって、一方の反射後の視野が白

部分で他方の反射後の視野が黒部分となるように２つのラインカメラ３１，３２を設置してもよい。

【００６３】

図１４に示す形態における演算装置４の演算処理は、図１３に示された場合と同じである。ただし、この場合には、演算装置４は、ラインカメラ３１，３２からの信号を被検物２の同一位置となるようにメモリ等を介在させて位置合わせする処理を行わなくてよい。

【００６４】

図１５はさらに他の実施の形態を示す。撮像素子３３は、平行に配された複数の線状センサを有している。図１５には、ラインセンサ４列を並べた撮像素子３３が例示されている。そして、撮像素子３３は、ストライプ１ピッチ相当の反射像を撮像できるように設置されている。演算装置４は、被検物２を移動させる駆動装置（図示せず）の駆動量から、被検物２上の同一位置における各ラインセンサからの信号を識別し、反射像信号における最大値および最小値を算出する。

【００６５】

このような構成によっても、上記した各実施の形態の場合と同様に、（最大値＋最小値）および（最大値－最小値）から、欠点を検出したり弁別したりすることができる。なお、撮像素子３３におけるラインセンサの列数は２列以上であれば何列でもよいが、数が増えれば被検物２が平坦でなくても欠点を検出することができる。また、この場合には、図１３および図１４に示された実施の形態とは異なり、カメラ３３の視野が面になっているので、被検物２の表面が曲面であっても、視野内に明視野と暗視野とが含まれる。よって、被検物２の表面が曲面であっても、精度よく欠点を検出することができる。

【００６６】

なお、複数列のラインセンサを有する撮像素子３３に代えて、複数台のラインカメラを用いてもよい。また、ストライプ１ピッチ相当分を撮像するのではなく図１４に示されたような白黒エッジの光源を用いてエッジ部分を撮像するようにしてもよい。

【００６７】

図１５に示された実施の形態では複数のラインセンサが平行に並べられ各ラインセンサの出力信号の位置合わせが行われたが、図１６に示すように、光路を曲げるための光学素子を介して、または、ラインセンサの向きを調整して、同一位置の反射像が同時に取得できるような構成としてもよい。その場合には、演算装置４の演算処理は図１５に示された場合と同じであるが、演算装置４は、各ラインセンサからの信号を被検物２の同一位置となるようにメモリ等を介在させて位置合わせする処理を行わなくてよい。

【００６８】

なお、図１３～図１６に示された各実施の形態では光学系として反射光学系を用いたが、透過光学系を用いても、反射光学系の場合と同様の効果を得ることができる。透過光学系を用いた場合には、さらに、被検物中の泡部分や異物等の欠点も検出可能である。

【００６９】

図１７は、特に被検物中の泡を検出することを主目的とした実施の形態である泡検査機の一例を示す説明図である。また、ここでは、被検物２として管球パネルを例にする。よって、以下、被検物２をパネル２と呼ぶ。そして、この実施の形態では、位相が異なる明暗パターンとして、図１８（Ａ）に示す三角状の山部と谷部が繰り返すパターン（以下、ギザギザパターンという。）を用いる。そのようなパターンを用いた場合には、図１８（Ｂ）に示すストライプパターンを用いた場合に比べて、管球パネル固有の細長い泡の方向性の影響を低減することができる。

【００７０】

そして、演算装置４は、ギザギザパターン１２１が形成されたフィルム等を、拡散面光源１２０上で定速で往復運動させる。また、パネル２をステップ送りさせる。そして、ＣＣＤカメラ５１～５５は、拡散面光源１２０およびギザギザパターン１２１を透過光源として、パネル２を透過した透過像を連続的に撮像する。なお、一般にはＣＣＤカメラ１台の視野ではパネル全面の検査はできないので、パネル２の短軸方向に例えば５台のＣＣＤカ

メラ５１～５５が並べて設置される。

【００７１】

パネル２は、長軸方向に対して定ピッチでステップ送りされる。各ＣＣＤカメラ５１～５５が画素分解能０．１６ｍｍ、約５００＊５００画素を有しているとすると、視野は８０ｍｍ角相当となる。分解能を上げると感度は高くなるが、カメラの必要台数が増える。現状の検査対象泡の大きさ（＞０．２ｍｍ程度）を考えると、この程度の分解能が適当である。

【００７２】

ＣＣＤカメラ５１～５５の絞りＦ１６、パネル－パターン距離１５０ｍｍ、ギザギザパターンのピッチ７ｍｍであれば、取り込み回数８回で１ピッチの位相変化に相当する。取り込み回数を増やすとノイズが減るが、検査時間が長くかかるので、取り込み回数は８回が適当である。

【００７３】

そして、演算装置４は、上記の各実施の形態の場合と同様に、（最大値＋最小値）および（最大値－最小値）から、欠点を検出したり弁別したりする。

【００７４】

パネル２はプレス成型等の処理が施されるので、細長く伸びた泡（長泡）が存在することがある。これらは長短径方向に種々の曲率を有するので、光源のパターンの方向性の影響を受ける。例えば、光源として図１８（Ｂ）に示すようなストライプパターンを用いた場合には、長泡について、ストライプと直交する方向には白黒境界のエッジが存在するので高い信号（Ｓ）が得られるのに対し、平行方向ではエッジが存在しないので信号は低くなる。この場合、長泡がストライプのエッジ方向と平行方向にあれば検出されるが、直交方向にあると検出されない。

【００７５】

しかし、図１８（Ａ）に示すギザギザパターンを用いると、どの方向にも白黒境界のエッジが存在するため、方向性の影響は少なくなる。図１９は、ギザギザパターンを用いた場合の、長泡（1：０．０８㎜）が、９０度を５分割したそれぞれの向きにある場合のＳＮ比を示す説明図である。

【００７６】

図１９を見ると、長泡がどの方向を向いていても信号はあまり変わらず、最大値：最小値は１：０．７９となり、長泡の方向性に起因するＳＮ比の変化の程度は２０％程度しかないことがわかる。すなわち、長泡の向きに依存しない長泡検出を行うことができる。なお、同様のサンプルに対してストライプパターンを用いた場合は、１：０．４７となり、ＳＮ比が最大値の半分以下になってしまう長泡の向きが存在する。

【００７７】

複数方向にエッジが存在するパターンとして、チェッカーパターンや白黒の正三角形が連続するパターンがあるが、それらを移動させて撮像した場合には、エッジ部分が連続すること、および、場所によって白黒の幅が変わるということのために、移動方向と平行に感度差が生じる。ギザギザパターンを用いた場合には、そのような影響も小さい。

【００７８】

ところで、反射光学系を用いた場合には、図４に示されたように、ＭＡＸ，ＭＩＮの信号とも同程度になる。しかし、透過光学系を用いた場合には、図２０（ａ），（ｂ）に示すように、泡の輪郭部に暗い部分（どの様な透過光を入れても光らない部分）が生ずるために、明視野のＭＡＸ信号における泡と周辺の信号差に比べて、暗視野のＭＩＮ信号における信号差が小さくなる。その結果、遮光性の汚れとの弁別ができないことがある。なお、図２０において、斜線は、光量が落ちていることを示す。

【００７９】

この問題を解消するために、図２１に示すように、背景の動くギザギザパターン１２１による光源とは別の透過補助光源を用いることが考えられる。図２１において、符号１００は泡を示す。透過補助光源を用いると、図２２に示すように、泡１００の一部を強く光ら

せることによってＭＩＮにおける信号差を大きくすることができる。その結果、泡１００と遮光性の汚れと弁別することができる。

【００８０】

図２３は、図２１に示された形態を別の方向から見た図である。図２３に示すように、４つの透過光源１３１～１３３が設けられ、方向性による影響と死角をなくすように４方向から透過補助光が照射される。このような方向性のない透過補助光源を、例えば、向かい合う２本の蛍光灯と、光線がそれらと直交する２つのスポットライトとで実現した。そのような透過補助光源を用いた場合には、遮光性の汚れによる誤検出をなくすことができた。

【００８１】

図２４は、泡検出のための演算装置４の処理を示すフローチャートである。図２４に示すように、まず、ＭＡＸ画像、ＭＩＮ画像および（ＭＡＸ－ＭＩＮ）画像を算出する（ステップＳ５１，Ｓ５２）。ステップＳ５１，Ｓ５２の処理は、既に説明したステップＳ１～Ｓ３およびＳ４１（図３および図５参照）の処理と同様である。

【００８２】

ここでは、得られた（ＭＡＸ－ＭＩＮ）画像に対して微分系の例えばＳｏｂｅｌフィルタをかけ、しきい値以上となる点を検出する（ステップＳ５３，Ｓ５４）。そして、検出した点の周辺にウィンドウを設定する（ステップＳ５５）。ウィンドウは、例えば、検出した点の大きさに対して、縦横それぞれ２倍となるような大きさの長方形である。

【００８３】

そして、ＭＡＸ画像、ＭＩＮ画像および（ＭＡＸ－ＭＩＮ）画像に対して、ウィンドウ内のヒストグラムを算出し、各パラメータ（特徴量）から泡か否かを判定する（ステップＳ５６，Ｓ５７）。

【００８４】

泡であると判定する具体的な条件は以下の３条件であり、３条件をすべて満たす場合に泡であると判定されたとする。

（１）（ＭＡＸ－ＭＩＮ）画像の判別分析によるしきい値と平均値の差がある値以上であること。

（２）ＭＡＸ画像の平均値と最小値の差、ＭＩＮ画像の最大値と平均値の差がそれぞれ指定する値以上であること。

（３）ＭＡＸ画像の平均値と最小値の差と、ＭＩＮ画像の最大値と平均値の差の比がある範囲に入ること。

【００８５】

（１）の条件によって、表面の微少な凹凸等に起因するノイズによる誤検出を防ぐ。また、（２），（３）の条件によって、遮光性または散乱性の付着物による誤検出を防ぐ。

【００８６】

泡であると判定されたもののうち、（ＭＡＸ－ＭＩＮ）の微分値が、上記の判別分析のためのしきい値より高い所定のしきい値を越えるものを泡として検出する。それ以下のものについては、判別分析のためのしきい値でウィンドウ内を２値化し（ステップＳ５８）、しきい値以上の箇所を検出し評価する（ステップＳ５９，Ｓ６０）。すなわち、検出された箇所のうち最大径と最小径の比がある値以上であるもののみ泡として検出する。そして、そのような評価条件に合うものを泡欠点とする（ステップＳ６１）。

【００８７】

以上のような処理によって、細長い泡の見逃しが防止される。これにより、１×０．１ｍｍというような細長い泡の見逃しがなくなった。

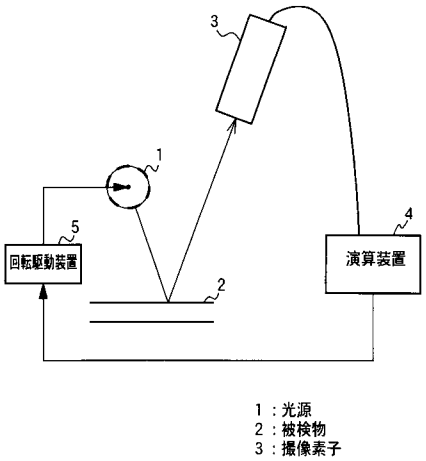
【００８８】

上述したような位相のみが異なる明暗パターンを有する複数の光を被検物に照射し、複数の光の照射にもとづく反射光または透過光を受光して複数の画像を得、得られた画像にもとづいて被検物の微小凹凸等の欠点を検出する場合に、得られた各画像に空間微分を施してもよい。

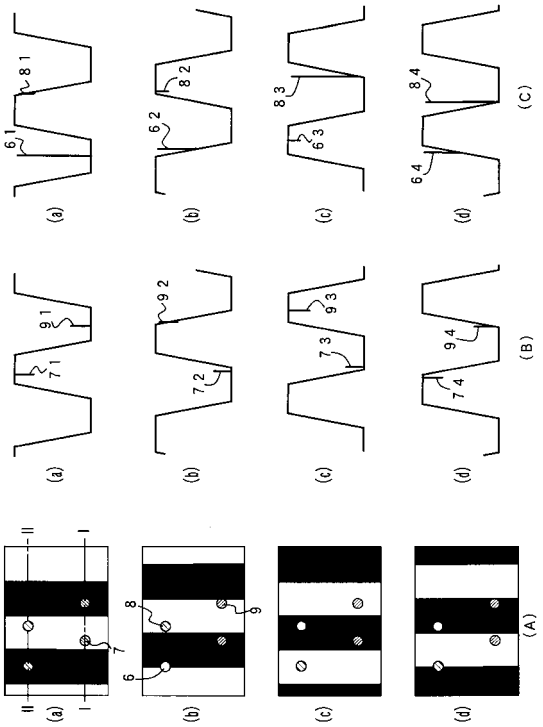
【００８９】
例えば、図２５（Ａ）に示す各画像が得られらとすると、それぞれに微分フィルタ処理を施されたものは図２５（Ｂ）に示すようになる。図２５（Ｃ）は、図２５（Ｂ）に示された微分画像のＩ－Ｉ断面における光量を示す。各微分画像では、欠点、ほこり、パターンのエッジ部分で大きな信号となる。図２５において、符号７は欠点を示し符号８はほこりを示す。
【００９０】
欠点７はどの画像においても常に大きな値となる。パターンのエッジによる大きな信号は画像により位置が異なり、ほこり８は背景が黒い場合は大きな値となるが、背景が白い場合には信号として現れない。また、各微分画像の同一画素における最小値を取ると、欠点７はどの画像でも大きな信号となるので、最小値にも信号が現れる。しかし、エッジおよびほこり８による信号は最小値とならないので消えてしまう。従って、欠点７のみを選択的に検出することが可能になる。
【００９１】
【発明の効果】
以上のように、本発明によれば、被検物の欠点検査方法を、直前に画像を生成するために使用される明部と暗部とからなる明暗パターンとは明部と暗部の境界の位置がずれていることのみが異なる明暗パターン部を有する光源部からの複数の光を、被検物のいずれの領域でも所定期間中にいずれかの光における明部が照射される期間といずれかの光における明部が照射されない期間とが存在するように順次被検物に照射するステップと、複数の光の照射にもとづいて反射光または透過光を受光して複数の画像を得るステップと、複数の画像における被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または複数の画像各々に微分処理を施して得た被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較して被検物の微小凹凸や内部の泡・異物等の欠点を検査するステップとを備えた構成にしたので、被検物の欠点を、ほこりなどの他の欠点や誤検出要因と区別して検査することができ、精度のよい確実な検査または評価を行うことができる効果がある。
【００９２】
また、被検物の欠点検査装置を、拡散光源とそれを覆う明暗パターン部とを有し被検物を照射する光源部と、光源部からの明暗パターンと被検物との相対位置を、直前に画像を生成するために使用された明部と暗部とからなる明暗パターンと被検物との相対位置に対して明部と暗部の境界の位置がずれるように、かつ、被検物のいずれの領域でも所定期間中に明部が照射される期間と明部が照射されない期間とが存在するように移動させる駆動部と、被検物の反射光または透過光を入力して、明暗パターンの位相が異なる複数枚の画像を生成する受光部と、複数枚の画像における被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの光量データ、または複数の画像各々に微分処理を施して得た被検物の同一位置の画素に関するそれぞれの微分値にもとづいて、複数の画像における同一位置の画素の光量データまたは微分値の最大値および最小値の一方もしくは双方、または最大値と最小値との差もしくは和である評価値を決め、位置が異なる各画素について評価値を比較する演算装置とを備えた構成にしたので、複数センサや光源および受光部の位置合わせを行う必要はなく、検査装置の調整や保守が容易化される効果がある。
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明による被検物の欠点検査装置の第１の実施の形態を示す構成図である。
【図２】　（Ａ）はストライプパターンの位相がずれていく画像、（Ｂ）は（Ａ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量、（Ｃ）は（Ａ）に示された各画像のII－II断面の光量を示す説明図である。
【図３】　演算装置の信号処理の一例を示すフローチャートである。
【図４】　（Ａ）は最大値、最小値、差および和による画像を模式的に示し、（Ｂ）は微

小凹凸の最大値、最小値、差および和を示し、（Ｃ）はほこりの最大値、最小値、差および和を示す説明図である。
【図５】　より高精度で微小凹凸欠点とほこりとを区別して検出できる処理を示すフローチャートである。
【図６】　最大値、最小値、（最大値－最小値）および（最大値＋最小値）のうちの複数を組み合わて欠点を検出する処理を示すフローチャートである。
【図７】　本発明による被検物の欠点検査装置の他の実施の形態を示す構成図である。
【図８】　本発明による被検物の欠点検査方法を用いた検出結果例を示す説明図である。
【図９】　本発明による被検物の欠点検査装置の第２の実施の形態を示す構成図である。
【図１０】　（Ａ）はストライプ上を被検物が移動していく各画像、（Ｂ）は（Ａ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量を示す説明図である。
【図１１】　（Ａ）は被検物の反射点の位置を一致させた各画像、（Ｂ）は（Ａ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量を示す説明図である。
【図１２】　第２の実施の形態で反射光学系を用いた場合の形態を示す構成図である。
【図１３】　本発明のさらに他の実施の形態示す構成図である。
【図１４】　本発明のさらに他の実施の形態示す構成図である。
【図１５】　本発明のさらに他の実施の形態示す構成図である。
【図１６】　本発明のさらに他の実施の形態示す構成図である。
【図１７】　被検物中の泡を検出することを主目的とした実施の形態を示す説明図である。
【図１８】　ギザギザパターンとストライプパターンを示す説明図である。
【図１９】　ギザギザパターンを用いた場合の長泡の向きに応じたＳＮ比を示す説明図である。
【図２０】　透過光を用いた場合の泡の光り方を説明するための説明図である。
【図２１】　補助光源を用いた泡検出器の構成例を示す説明図である。
【図２２】　補助光源による効果を説明するための説明図である。
【図２３】　図２１に示された泡検出器を別の方向から見た説明図である。
【図２４】　泡検出の処理を示すフローチャートである。
【図２５】　（Ａ）はストライプパターンの位相がずれていく画像、（Ｂ）は微分フィルタ処理を施された画像、（Ｃ）は（Ｂ）に示された各画像のＩ－Ｉ断面の光量を示す説明図である。
【符号の説明】
１　光源
２　被検物
３　撮像素子
４　演算装置
５　回転駆動装置
３１，３２　ラインカメラ
３３　撮像素子
５１～５５　ＣＣＤカメラ

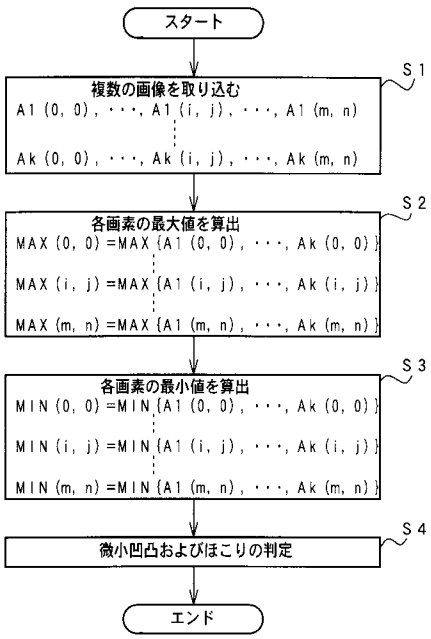
【図１】


3
1
5
回転駆動装置
2
演算装置
4
1：光源
2：被検物
3：撮像素子

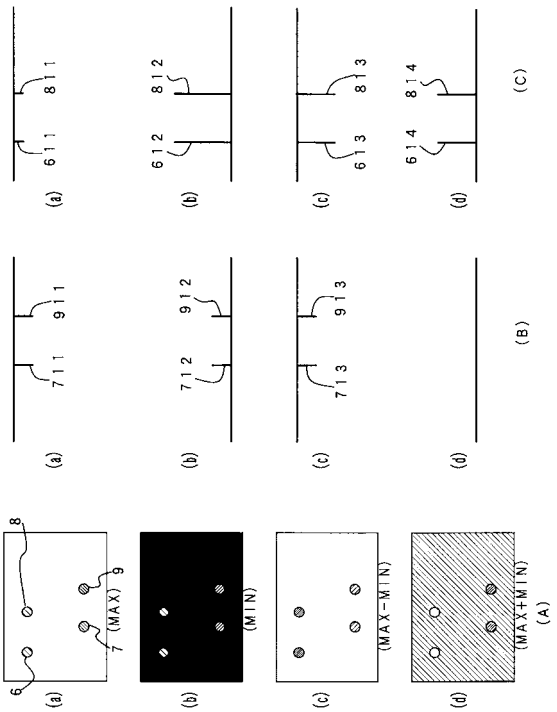
【図２】


(a)
(b)
(c)
(d)
(C)
(B)
(A)

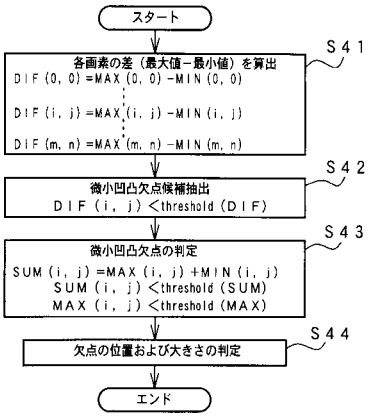
【図３】


スタート
S1
複数の画像を取り込む
A1 (0, 0), ・・・, A1 (i, j), ・・・, A1 (m, n)
Ak (0, 0), ・・・, Ak (i, j), ・・・, Ak (m, n)
S2
各画素の最大値を算出
MAX (0, 0) =MAX {A1 (0, 0), ・・・, Ak (0, 0)}
MAX (i, j) =MAX {A1 (i, j), ・・・, Ak (i, j)}
MAX (m, n) =MAX {A1 (m, n), ・・・, Ak (m, n)}
S3
各画素の最小値を算出
MIN (0, 0) =MIN {A1 (0, 0), ・・・, Ak (0, 0)}
MIN (i, j) =MIN {A1 (i, j), ・・・, Ak (i, j)}
MIN (m, n) =MIN {A1 (m, n), ・・・, Ak (m, n)}
S4
微小凹凸およびほこりの判定
エンド

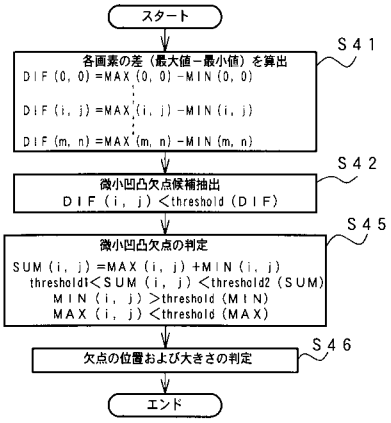
【図４】


(a)
(b)
(c)
(d)
(C)
(B)
(MAX)
(MIN)
(MAX−MIN)
(MAX+MIN)
(A)

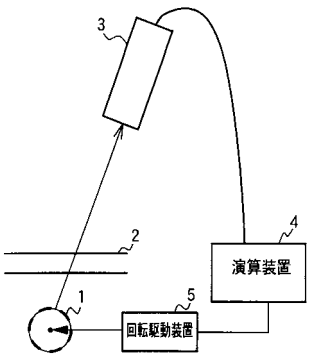
【図５】



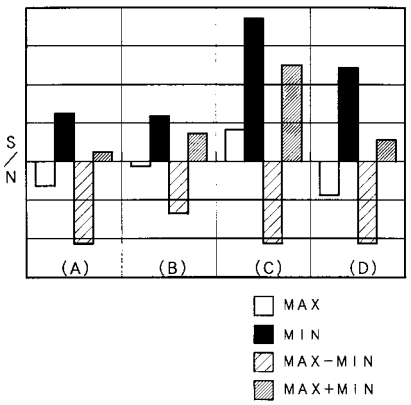
【図６】



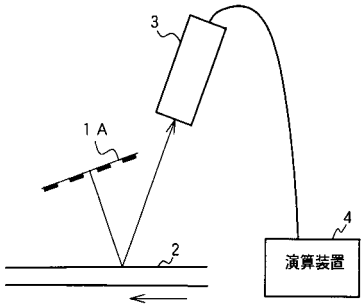
【図７】



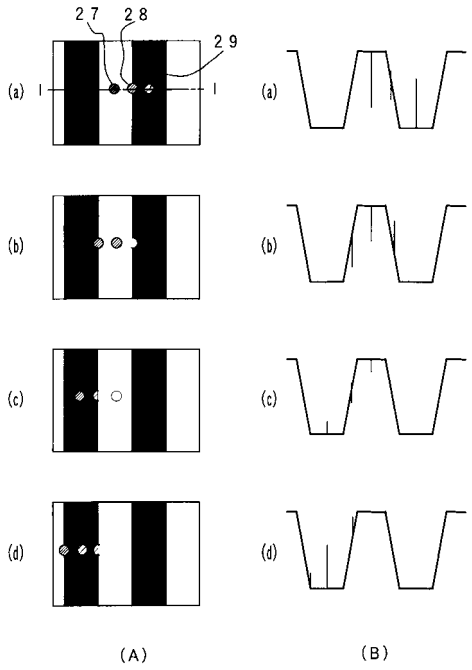
【図８】



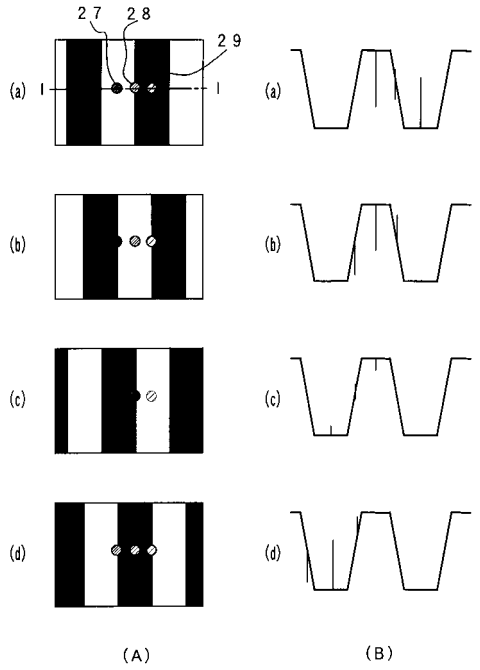
【図９】



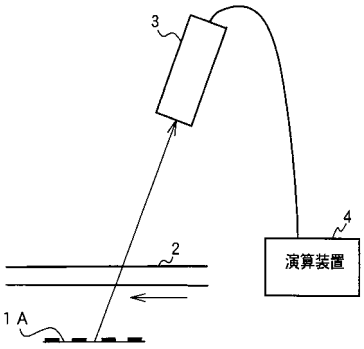
【図１０】



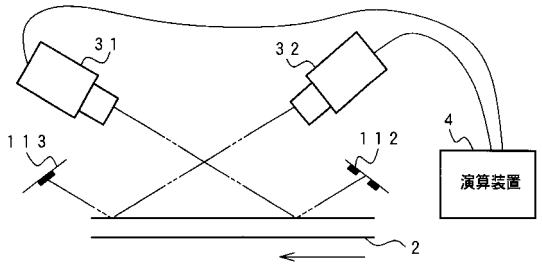
【図１１】



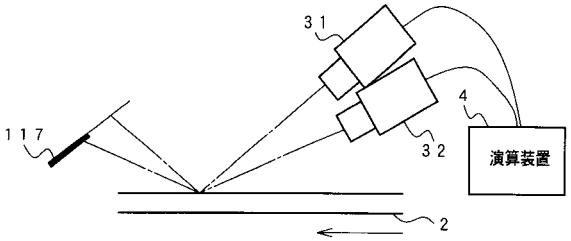
【図１２】



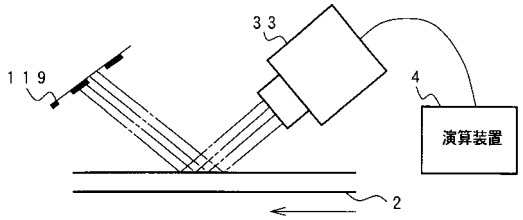
【図１３】



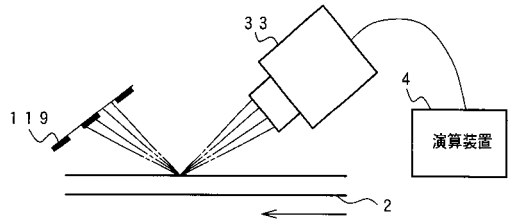
【図１４】



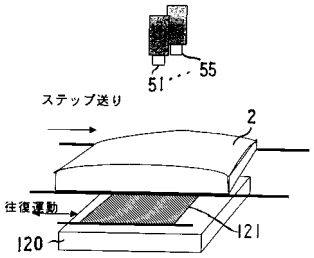
【図１５】



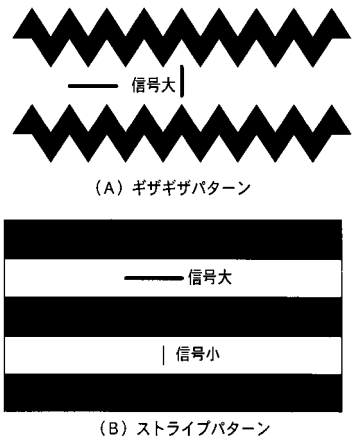
【図１６】



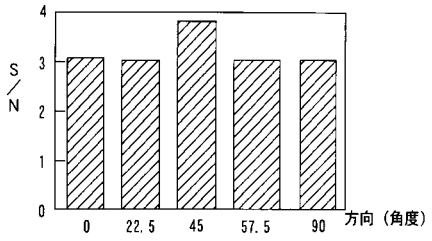
【図１７】



【図１８】



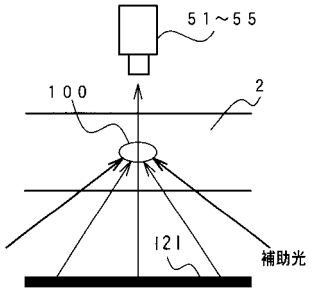
【図１９】



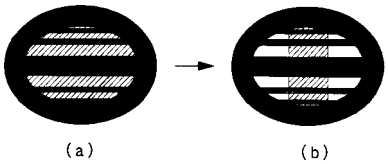
【図２０】



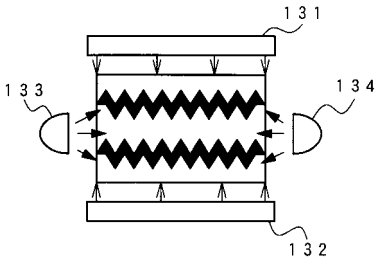
【図２１】



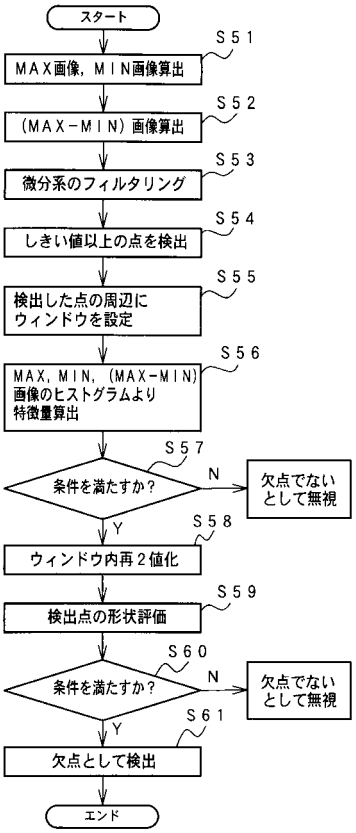
【図２２】



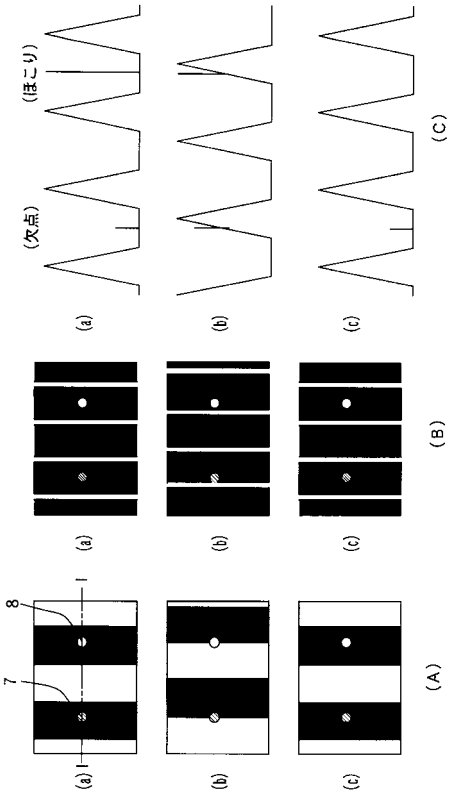
【図２３】



【図２４】



【図２５】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－００９８３６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２４７９５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２２０５５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１２０４０２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２７０３２３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１４５９０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01B11/00-11/30
G01N21/84-21/958