

(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2014-186030

(P2014-186030A)

(43) 公開日 平成26年10月2日(2014.10.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1N 21/89 (2006.01)	GO1N 21/89 Z	2F065
GO1N 21/88 (2006.01)	GO1N 21/88 J	2G051
GO1B 11/30 (2006.01)	GO1B 11/30 A	5B057
GO6T 1/00 (2006.01)	GO6T 1/00 300	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-30302 (P2014-30302)	(71) 出願人	000003160 東洋紡株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜二丁目2番8号
(22) 出願日	平成26年2月20日 (2014.2.20)	(72) 発明者	佐々井 孝介 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号東洋紡株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2013-31700 (P2013-31700)	(72) 発明者	柿田 裕次 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号東洋紡株式会社内
(32) 優先日	平成25年2月21日 (2013.2.21)	(72) 発明者	中村 宗敦 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号東洋紡株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	前田 郷司 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号東洋紡株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 欠点検査装置

(57) 【要約】

【課題】 5 μm程度の微小欠点の凹凸欠点を判別し、欠点種別を学習する機能を有する検査装置を提供すること。

【解決手段】 平面形状の被検査物に存在する欠点を検査する欠点検査装置において、解像度が0.05 μm ~ 2 μmの範囲にある光学系を備えた1次元ないし2次元の撮像素子と、同軸落射照明機構による照明手段、及び欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段を有することを特徴とする欠点検査装置。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査物に存在する欠点を検査する欠点検査装置において、解像度が $0.05\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の範囲にある光学系を備えた1次元ないし2次元の撮像素子、同軸落射照明機構による照明手段、及び欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段を有することを特徴とする欠点検査装置。

【請求項 2】

前記欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段として、前記被検査物からの同軸落射照明光の反射光を撮像素子で受光して2次元の画像データを作成し、該画像データ中の光学的特異点を判別することによって前記被検査物の欠点を検出し、該検出された欠点を
10

- ・明部、暗部、明部の順序で検出される場合には凹欠点、
- ・暗部、明部、暗部の順序で検出される場合には凸欠点、

として欠点の凹凸形状を判定する機能を有することを特徴とする請求項1に記載の欠点検査装置。

【請求項 3】

光を透過および反射する被検査物に存在する欠点を検査する欠点検査装置において、前記被検査物の一方の側に設けられた解像度が $0.05\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の範囲にある光学系を備えた1次元ないし2次元の撮像素子、前記被検査物の他方の側に設けられた第一の照明手段、前記撮像素子と同じ側に設けられた同軸落射照明機構による第二の照明手段、及び欠点を
20

【請求項 4】

前記欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段として、下記(a)～(c)の機能を有することを特徴とする請求項3に記載の欠点検査装置。

(a)前記第一の照明手段による被検査物を透過する光を撮像素子で受光して2次元の画像データを作成し、該画像データ中の光学的特異点を判別することによって被検査物の欠点を検出すると共に、その位置座票を記録し、

(b)前記記録された欠点の位置座標近傍を第二の照明手段により観察し、欠点近傍からの反射光を撮像素子にて受光して反射光画像を得て、

(c)得られた前記欠点近傍の反射光画像の、欠点の概中央部を通る直線上の反射光強度が
30

- ・明部、暗部、明部の順序で検出される場合には凹欠点、
- ・暗部、明部、暗部の順序で検出される場合には凸欠点、

として欠点の凹凸を判定する。

【請求項 5】

被検査物が平面形状であり、該被検査物を固定保持する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を保持する機構と、被検査物を2次元に走査するためのXYステージを有し、該XYステージの繰り返し位置精度が $\pm 5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の欠点検査装置。

【請求項 6】

前記被検査物が、長さが3m以上、幅が240mm以上の平面形状の長尺状物であり、該被検査物を長手方向に搬送する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を、被検査物の搬送方向と直交する方向に走査する機構を備えたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の欠点検査装置。

【請求項 7】

前記欠点検査装置がサポートベクターマシンを有し、検出された欠点の形態種別を該サポートベクターマシンにより学習する機能を備える請求項1～6のいずれかに記載の欠点検査装置。

【請求項 8】

前記欠点検査装置がサポートベクターマシンを有し、該サポートベクターマシンがバター
50

ン認識に用いる2次元ベクトルが、画像の特徴量として画像輝度と面積、輝度平均と輝度偏差、輝度微分と輝度偏差を用いることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の欠点検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はフィルム、紙、織布、不織布といったシート状物、ガラスや金属の板状物などの平面形状を有する被検査物の表面の欠点を検出する欠点検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、被検査対象物の表面の欠点を検出する場合、被検査対象物に光を照射し、その透過光または反射光の画像を参照することで、被検査対象物の表面の欠点を検出する装置や方法が広く用いられている。

【0003】

従来、被検査対象物の表面の欠点を検出する欠点検査装置・方法においては、欠点の有無、大きさ、単位面積当たりの欠点個数によって区別されたレベルによる管理を行うことで十分であったが、近年は品質への要求が厳しく、欠点種別の特定まで必要となってきた。

【0004】

すなわち、検査装置が検出した欠点の幅、長さ、大きさまたは面積、輝度濃淡といった画像特徴量に留まらず、検出欠点の種類、例えば、凹凸、キズ、異物、付着物といった種類を特定し、この情報を用いて品質を保証すると同時に、発生する欠点種別に対応した工程改善を行うことにより歩留まりを向上させる傾向にある。特に光学用途や電子材料用途に使われるフィルムシートでは、5 μ m程度の微小欠点が品質上問題となるために、物理的に厚さ方向に厚さの変化がある凹欠点や凸欠点は区別をして、その欠点に対応した工程改善を行って欠点低減を図っている。

【0005】

これら欠点を分類する方法として、検査対象物の表面に対して斜め方向から光照射するとともに該検査対象物の上方に配置した画像センサにて反射光を受光し、画像処理にてその輝度が平均輝度よりも一定以上高い輝度の明部と一定以上低い輝度の暗部とを検出するとともにそれら明部と暗部との各位値及び位置関係を求め、それら明部と暗部とが対の関係で予め設定した所定距離範囲内の近傍位置に位置していることをもって明部、暗部の発生個所により凹凸欠点を判定する方法が提案されている。(例えば、特許文献1)。

【0006】

しかしながら、このような欠点画像の明部と暗部とが対の関係で、その発生箇所によって凹凸欠点を区別する方法は、欠点サイズが100 μ m程度以上の大きさの欠点の場合にのみ有効である。5 μ m程度の微小な凹凸欠点を区別しようと検査対象物の表面に対して斜め方向から光照射すると、欠点画像は凹凸欠点とともに明部欠点(明欠点)となって区別できない。これは光の屈折や乱反射が発生し、欠点端部で光ってCCDカメラには画像全体が明欠点として撮像されるためである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平6-229929号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

以上に鑑みて、本発明の目的は、5 μ m程度の微小欠点の凹凸欠点を判別できる検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

すなわち本発明は、以下の構成からなる。

(1) 被検査物に存在する欠点を検査する欠点検査装置において、解像度が $0.05\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の範囲にある光学系を備えた1次元ないし2次元の撮像素子、同軸落射照明機構による照明手段、及び欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段を有することを特徴とする欠点検査装置。

(2) 前記欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段として、前記被検査物からの同軸落射照明光の反射光を撮像素子で受光して2次元の画像データを作成し、該画像データ中の光学的特異点を判別することによって前記被検査物の欠点を検出し、該検出された欠点を含む近傍画像の欠点の概中央部を通る直線上の反射光強度が、

- ・明部、暗部、明部の順序で検出される場合には凹欠点、
- ・暗部、明部、暗部の順序で検出される場合には凸欠点、

として欠点の凹凸形状を判定する機能を有することを特徴とする(1)に記載の欠点検査装置。

(3) 光を透過および反射する被検査物に存在する欠点を検査する欠点検査装置において、前記被検査物の一方の側に設けられた解像度が $0.05\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ の範囲にある光学系を備えた1次元ないし2次元の撮像素子、前記被検査物の他方の側に設けられた第一の照明手段、前記撮像素子と同じ側に設けられた同軸落射照明機構による第二の照明手段、及び欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段を有することを特徴とする欠点検査装置。

(4) 前記欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段として、下記(a)~(c)の機能を有することを特徴とする(3)に記載の欠点検査装置。

(a)前記第一の照明手段による被検査物を透過する光を撮像素子で受光して2次元の画像データを作成し、該画像データ中の光学的特異点を判別することによって被検査物の欠点を検出すると共に、その位置座票を記録し、

(b) 前記記録された欠点の位置座標近傍を第二の照明手段により観察し、欠点近傍からの反射光を撮像素子にて受光して反射光画像を得て、

(c)得られた前記欠点近傍の反射光画像の、欠点の概中央部を通る直線上の反射光強度が

- ・明部、暗部、明部の順序で検出される場合には凹欠点、
- ・暗部、明部、暗部の順序で検出される場合には凸欠点、

として欠点の凹凸を判定する。

(5) 被検査物が平面形状であり、該被検査物を固定保持する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を保持する機構と、被検査物を2次元に走査するためのXYステージを有し、該XYステージの繰り返し位置精度が $\pm 5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする(1)~(4)のいずれかに記載の欠点検査装置。

(6) 前記被検査物が、長さが3m以上、幅が240mm以上の平面形状の長尺状物であり、該被検査物を長手方向に搬送する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を、被検査物の搬送方向と直交する方向に走査する機構を備えたことを特徴とする(1)~(4)のいずれかに記載の欠点検査装置。

(7) 前記欠点検査装置がサポートベクターマシンを有し、検出された欠点の形態種別を該サポートベクターマシンにより学習する機能を備える(1)~(6)のいずれかに記載の欠点検査装置。

(8) 前記欠点検査装置がサポートベクターマシンを有し、該サポートベクターマシンがパターン認識に用いる2次元ベクトルが、画像の特徴量として

画像輝度と面積、
輝度平均と輝度偏差、
輝度微分と輝度偏差

を用いることを特徴とする(1)~(7)のいずれかに記載の欠点検査装置。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

本発明によれば、画像センサで受光した欠点画像の輝度の明部と暗部を明瞭に撮像することができ、その位置関係をもって明部と暗部の表われ方の順序によって5 μm程度の微小な凹凸欠点でも、凹欠点と凸欠点を区別することが可能となる。本発明で得られる凹凸情報を含む欠点情報は、2次元の形状および大きさからなる欠点情報に比較して遙かに多くの示唆を含む内容となる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態の装置の光学系の構成を示す図である。

【図2】本実施例において得られた凹欠点の画像と濃淡輝度分布を示す図である。

【図3】本実施例において得られた凸欠点の画像と濃淡輝度分布を示す図である。

【図4】本発明の実施形態における装置の別の光学系の概略図である。

【図5】比較例として特許文献1に記載された光学系と濃淡輝度分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明に於ける被検査物は、高分子フィルム、紙、不織布、織布、金属箔、ガラスなどの平面形状を有する物であることが好ましい。本発明に於ける被検査物は長尺を有する場合にはロール状に巻かれた形態でも良い。

【0013】

本発明に於ける撮像素子は特にその方式を限定するものではないが、好ましくは1次元ないし2次元の固体撮像素子を用いることができる。本発明の撮像素子は、好ましくは拡大光学系を含み、0.05 μm ~ 2 μmの解像度を有する物を用いることができる。撮像素子の解像度は好ましくは0.1 μm ~ 1.5 μm、さらに好ましくは0.2 μm ~ 1.2 μmである。

【0014】

本発明の欠点検査装置には、同軸落射照明機構が必須である。同軸落射照明機構は被検査物に対し撮像素子と同じ側に設置する。同軸落射照明機構とは、本発明においては撮像素子の観察軸と同じ方向から照明を行う機構であり、ハーフミラーを用いて観察軸の側面からの照明光を観察軸と同じ方向に曲げ、被検査物からの反射光を観察軸の方向に返す光学系を例示することができる。

【0015】

本発明の欠点検査装置は、欠点を検出し該欠点の凹凸形状を判別する手段を有する。被検査物の欠点を検出し、同軸落射照明光の反射光による欠点近傍の画像の欠点概中央部を通る直線上の反射光強度のカーブから、欠点が凹であるか凸であるかを判定する。ここに欠点の検出は、被検査物から得られた1次元画像情報ないし2次元画像情報を、適宜設定されるしきい値をもって二値化し、特異点を求めることによって行う。本発明ではこのようにして得られた欠点近傍の、同軸落射照明光の反射光による画像の欠点の概中央部を通る直線上の反射光強度が、

- ・明部、暗部、明部の順序で検出される場合には凹欠点、
- ・暗部、明部、暗部の順序で検出できる場合には凸欠点、

として欠点の凹凸形状を判定する。

この明部、暗部は、欠点のエッジ部分で生じる光の回折、欠点近傍の変形によるレンズ効果等が複合的に関係して生じるものと考えられる。

【0016】

ここに、欠点位置の検出手段としては、凹凸形状判定に用いる同軸落射照明機構を用いて得たる画像情報を用いても良いが、好ましい形態として、同軸落射照明機構とは別の独立した光源を用いた検出を行い、欠点位置検出と欠点の凹凸判定とを別々に行っても良い。このように欠点位置の検出と欠点の凹凸形状判定とを分けるのは、欠点数が多く、凹凸形状判定を行う欠点の絶対数を絞りたい場合に有用である。すなわち、欠点位置検出の場合には撮像素子を比較的low解像度となるように扱うか、ないしは検出時に二値化を行うことにより処理するデータ量を減じることにより、演算負荷を軽くし、検査時間を短くする

10

20

30

40

50

ことが可能となる。なお、このように欠点位置の検出と欠点の凹凸形状判定とを分ける場合においても位置検出と凹凸形状判定に用いる撮像素子は共通にすることが光学設計上好ましい。

【0017】

欠点位置の検出と欠点の凹凸形状判定とを分ける態様において、被検査物が透明ないし半透明の場合には、被検査物に対し撮像素子と同じ側に置かれた同軸落射照明機構とは別に、被検査物の撮像素子とは反対側に透過照明用の照明手段を設け、被検査物の透過光を撮像素子で受光することによって得られる透過光画像から欠点位置を検出する手段を例示することが出来る。透過光画像は、反射光画像と比較して二値化による欠点位置検出が容易であり、欠点位置検出を短時間で行うことが可能である。また、しきい値の選択、画像サイズの判定レベルの選択により、特定の範囲の大きさを有する欠点だけを抽出することも比較的容易に行う事が出来る。

10

【0018】

かかる手法は、被検査物が黄色ないし褐色を帯びた透明ないし半透明の物質の場合に特に有用であり、芳香族ポリアミド、芳香族ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリエステルイミド、ポリベンゾオキサゾール、ポリボンゾイミダゾール、ポリベンゾチアゾール、ポリイミドベンゾオキサゾール、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトンなどの耐熱性高分子素材のフィルムないしシートの検査装置として好ましく用いることが出来る。

【0019】

本発明における光学系においては、画像検出用の画像センサ（撮像素子）の種類は問わないが、好ましくは高分解能CCDラインセンサカメラが良い。被検査物と撮像素子との間の許容できる離隔距離に応じて倍率レンズを挿入してもよい。好ましくは倍率は2.5倍が良い。

20

【0020】

光学系に被検査物の色、屈折率、位相特性などの形態に応じてNDフィルター、偏向フィルター他フィルターを挿入したり、プリズムレンズやコーティングレンズを用いて光の波長や屈折に変化を与えて欠点画像をより検出しやすくすることができる。

【0021】

本発明における欠点検査装置の好ましい態様として、平面形状の被検査物を固定保持する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を保持する機構と、被検査物を2次元に走査するためのXYステージを有する形態を例示することが出来る。かかる構成を採る場合においてはXYステージの繰り返し位置精度が $\pm 5 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $\pm 3 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。繰り返し精度がこれより大なる場合には、欠点位置検出と凹凸形状判定のための欠点近傍画像取得位置がずれるために、凹凸形状判定を誤る可能性が高くなる。

30

【0022】

本発明における欠点検査装置の好ましい態様として、特に被検査物が長尺のロール状物として供される場合においては、被検査物を長手方向に搬送する機構と、撮像素子、照明機構を含む光学系を、被検査物の搬送方向と直行する方向に走査する機構を備えた形態を例示することが出来る。この形態は、被検査物の長さが3m以上、好ましくは10m以上、さらに好ましくは50m以上の場合に適用出来る。また被検査物の幅が240mm以上、好ましくは420mm以上、さらに好ましくは760mm以上の場合に適用出来る。

40

【0023】

本発明によれば、欠点の凹凸形状の情報が得られるために、従来の凹凸形状の情報が欠けた2次元形状と大きさのみからなる欠点分類と比較して、さらに多様な欠点の分類が可能となる。本発明の好ましい態様として、このようにして得られる欠点分類を、コンピュータに学習させて自動判別出来るようにした機構を欠点検査部と組み合わせることを例示出来る。かかる学習機能としてはパーセプトロンによるものが知られているが、本発明においてはサポートベクターマシンにより学習する機能を備えることが好ましい。

50

【0024】

従来のコンピュータによる欠点分類の手段は、予め取得した既知の画像の画像特徴量で判別したパターン認識を用いるものである。画像特徴量を予め定義するが、未知の画像においては画像特徴量の境界近傍にある欠点の判別を誤る恐れがある。

これに対してサポートベクターマシンは、パターン識別平面から最も近い既知パターンとの距離（マージン）を最大となるように境界を引き、既知の画像パターンのちょうど真ん中を通る境界を取る機構を有するので、未知の画像パターンに対しても正しく識別する確率が最も高くなる。サポートベクターマシンを有することで未知の画像パターン認識の精度（欠点判別率）を飛躍的に向上できる。

【0025】

サポートベクターマシンは2次元ベクトルを用い、この時に採用する画像特徴量の2次元は限定しないが、好ましくは

画像輝度と面積、
輝度平均と輝度偏差、
輝度微分と輝度偏差

であり、さらに好ましくはこれらの画像特徴量の異なった2次元ベクトルを複数並列処理する機構を有することである。複数並列処理を行うために画像処理用コンピュータは高速CPU搭載（動作クロック2.66GHz以上、メモリ16GB）が望ましい。

【実施例】

【0026】

以下、本発明における最良の実施形態を、フィルムに生じる凹凸欠点を検出して区別する場合を例にとって、図面を参照しながら説明する。

【0027】

（実施例1）

図1は本発明の実施形態における装置の光学系の概略図である。

【0028】

ここでは被検査物としてポリイミドフィルムを用いるが、被検査対象物1としては限定されず、その他のフィルムや紙といったシート状物、ガラスや金属の板状物などが挙げられる。フィルムの場合は多層・単層、透明・不透明、コーティング有・無を問わない。また、延伸方向（長手方向/M D方向、幅方向/T D方向）はどちらでも良い。

【0029】

2は光源であり、被検査対象物1に光を照射している。光源2は、蛍光灯、LED光源、ハロゲン光源、メタルハライド光源といった画像検査装置に使われる一般的な光源であってよいが、好ましくは被検査対象物に適した波長特性を有する光源を用いる。図1では高輝度LED光源を用いて平行光を使用している。

【0030】

3は画像センサであり、被検査対象物1からの反射光を撮像する。画像センサとしては光電子増倍管（フォトマル）やCCDカメラなど種類は問わない。CCDカメラはラインセンサでもエリアセンサでも良い。好ましくはCCDラインセンサで、感度が良くノイズに強い画像センサが良い。図1ではCCDラインセンサカメラ（8192画素、分解能2.8μm/画素、80MHzクロック）を用いた。

【0031】

4はハーフミラーであり、光源2からの光を反射して被検査対象物1へ照射する一方で、被検査対象物1からの反射光を透過させてCCDラインセンサカメラへ受光させる。ハーフミラー4は光を半分反射して半分透過させる機能があり、鏡面や反射率の高い被検査対象物表面を均一に照射でき、明暗のコントラストを明瞭にできる。この光学系はいわゆる同軸落射照明と言われる。

【0032】

図2は本実施例において得られた、凹欠点の画像と濃淡輝度分布を示す図である。濃淡輝度分布とは、CCDラインセンサカメラの位置に対する画像の濃淡輝度を分割（本例で

10

20

30

40

50

は256分割)してグラフ表示したものである。図から明らかなように被検査対象物に凹欠点があると、欠点端部(先ず左端)で輝度明部が表われ、その次に欠点中央の窪み部分に応じた輝度暗部が出て、さらに欠点端部(最後に右端)で輝度明部が表われる。この輝度明暗が明部、暗部、明部の順序になることをもって凹欠点と判定する。

【0033】

図3は本実施例において得られた凸欠点の画像と濃淡輝度分布を示す図である。濃淡輝度分布の定義は図2と同じである。図から明らかなように被検査対象物に凸欠点があると、欠点端部(先ず左端)で輝度暗部が表われ、その次に欠点中央の突起部分に応じた輝度明部が出て、さらに欠点端部(最後に右端)で輝度暗部が表われる。この輝度明暗が暗部、明部、暗部の順序になることをもって凸欠点と判定する。

10

さらにこれら画像情報から、画像輝度と面積、輝度平均と輝度偏差、輝度微分と輝度偏差を画像の特徴量として取り出し、各々の組み合わせからなる2次元ベクトルをサポートベクターマシンの入力として欠点種類を学習させる。

【0034】

(実施例2)

図4は本発明の実施形態における装置の別の光学系の概略図である。図1の同軸落射照明の光学系に加えて、被検査物の反対側に透過照明の照明手段(光源)を配する。6はライトガイドであり光源5からの光を幅方向均一な光とする。7は平行レンズであり、ここで透過光を平行光とする。この光学系は一般にテレセントリック系と言われ、検出画像の輪郭部(境界部)が明確になる特徴があり、欠点検出において欠点種別の特定や画像計測に特に有効な光学系である。本実施例では同軸落射照明の反射光と透過光を切替・併用して一つの撮像素子を用いて画像を取り込む。透過光画像から欠点位置を検出したり、被検査物表面に付着した異物などを区別する。反射光画像から欠点の凹凸の種別を特定する。

20

さらにこれら画像情報から、画像輝度と面積、輝度平均と輝度偏差、輝度微分と輝度偏差を画像の特徴量として取り出し、各々の組み合わせからなる2次元ベクトルをサポートベクターマシンの入力として欠点種類を学習させる。

【0035】

(比較例1)

比較例として、特許文献1に記載された光学系と濃淡輝度分布を図5に示す。本比較例における光学系の分解能は、1画素0.1mm(100 μ m)程度と記述されており、斜め方向からの反射光を受光して撮像している。しかしながら、5 μ m程度の微小な凹凸欠点では、凸欠点においては、照明側のほぼ半分が光を多く受けてこれを反射する結果先ず上向きのピークが現われた後、続いて下向きのピークが現われ、また逆に凹欠点においては、照明側に影ができる結果先ず下向きのピークが現われ、次いで上向きのピークが現われるといった輝度分布とならない。すなわち、微小な凹凸欠点では斜め方向からの反射光を受光する方法では、凹凸欠点のどちらも明部欠点(明欠点)となってしまう、凹凸欠点の区別ができない。

30

【0036】

以上の説明から明らかなように、本例の方法によれば凹凸欠点の発生個所および凹欠点と凸欠点の判別を正確に行うことができ、さらに画像分類の学習機能を有する装置となる。

40

【0037】

更に本発明はフィルム表面の凹凸欠点検査への実施例を示したが、フィルムや紙といったシート状物、ガラスや金属の板状物などの被検査対象物の表面の欠点の検査に適用することも可能である。

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明によれば、画像センサで受光した欠点画像の輝度の明部と暗部を明瞭に撮像するこ

50

とができ、その位置関係をもって明部と暗部の表われ方の順序によって5 μm 程度の微小な凹凸欠点でも、凹欠点と凸欠点を区別することが可能となる。本発明で得られる凹凸情報を含む欠点情報は、二次元の形状および大きさからなる欠点情報に比較して遙かに多くの示唆を含む内容となる。同じような形状で、同程度の大きさの欠点であっても、その欠点が凹形状か凸形状かによって、その製品の使用上問題となる欠点の影響、欠点発生の原因、欠点を解消のための対策は、全く異なるものとなる。よって凹凸情報を含む欠点情報を検出できる本発明の欠点検査装置は産業上極めて有用なものとなる。

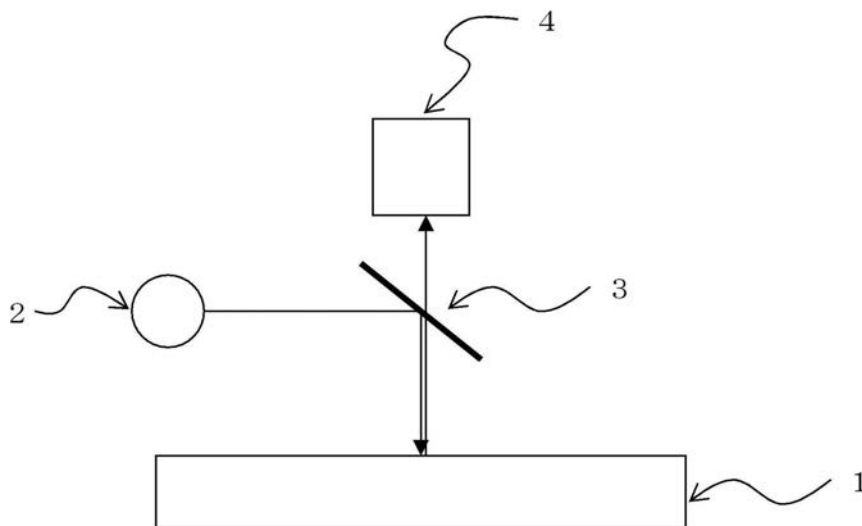
【符号の説明】

【0039】

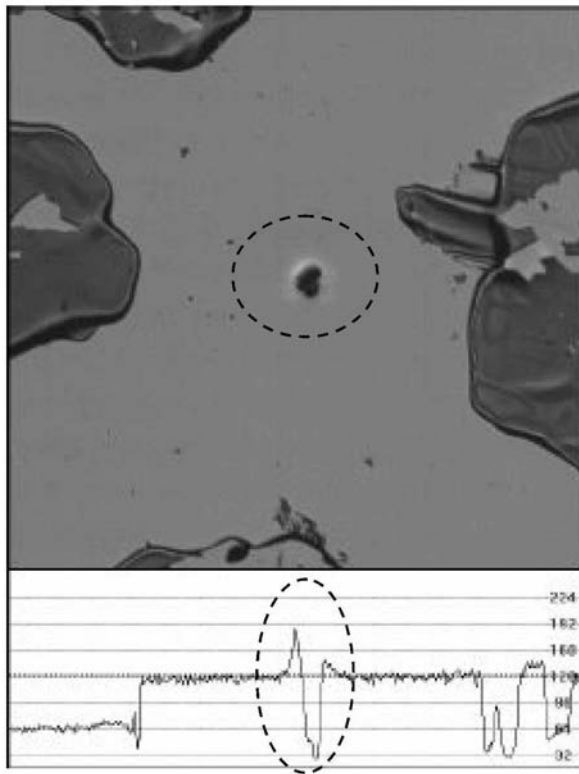
- 1 被検査対象物
- 2 光源（反射光用）
- 3 ハーフミラー
- 4 画像センサ
- 5 光源（透過光用）
- 6 ライトガイド
- 7 平行レンズ

10

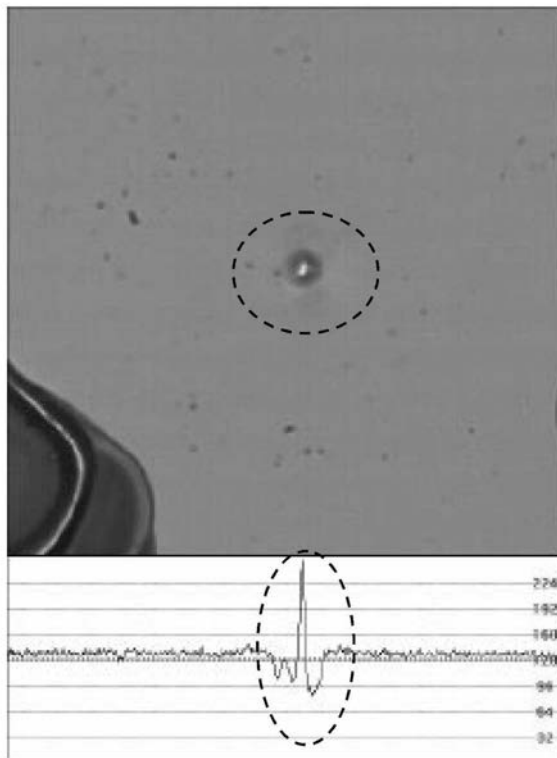
【図1】



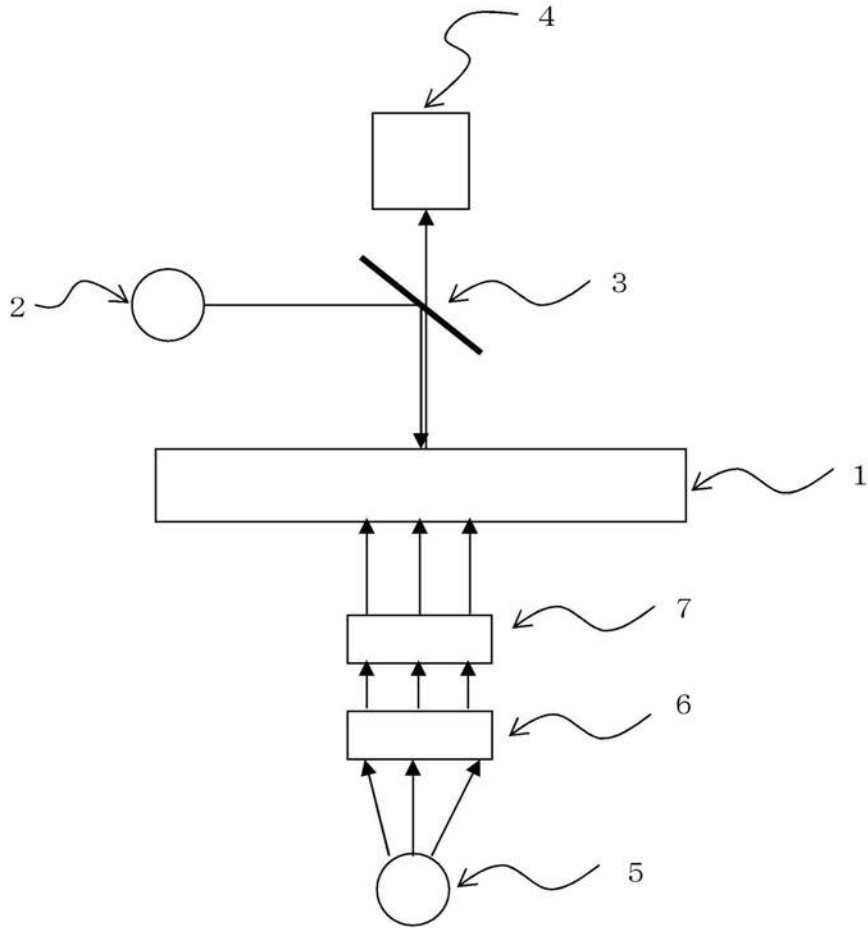
【 図 2 】



【 図 3 】



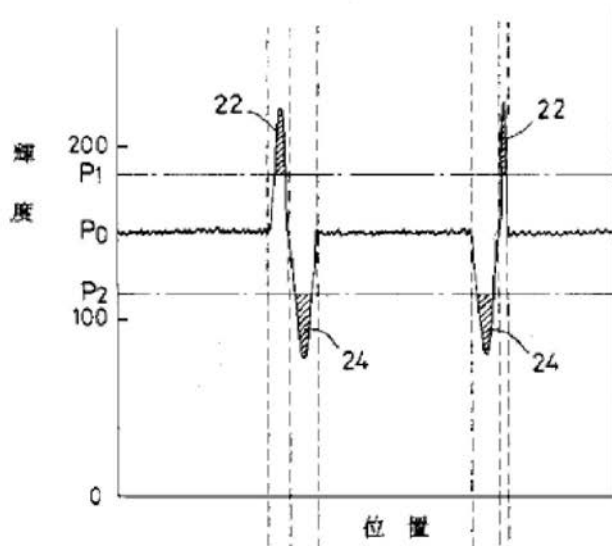
【 図 4 】



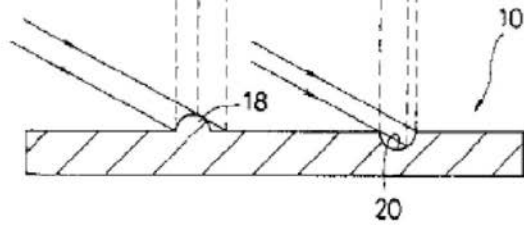
【図5】

(A)

画像における断面濃度分布曲線



(B)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA45 AA49 BB01 BB13 CC02 DD03 FF04 GG02 GG03 GG07
HH13 JJ02 JJ03 JJ09 JJ25 JJ26 LL21 LL46 LL59 PP12
QQ24 QQ25 QQ31 RR05
2G051 AA32 AA34 AA37 AA41 AA42 AB02 AB07 BA20 BB01 CA02
CA03 CA12 CB01 CB03 CC07 CC09 CC11 DA06 EA08 EA11
EA12 EA14 EA17 EA19 EB01 EC01 ED21 GD01 GD02 GD03
GD06
5B057 AA01 BA02 BA11 CA02 CA08 CA12 CA16 DA03