

(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2006-133055

(P2006-133055A)

(43) 公開日 平成18年5月25日(2006.5.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/88 (2006.01)	GO 1 N 21/88 Z	2 F 0 6 5
GO 1 B 11/30 (2006.01)	GO 1 B 11/30 Z	2 G 0 5 1
GO 1 M 11/00 (2006.01)	GO 1 M 11/00 T	2 G 0 8 6
GO 2 F 1/13 (2006.01)	GO 2 F 1/13 I O I	2 H 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-321816 (P2004-321816)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成16年11月5日(2004.11.5)	(74) 代理人	100085198 弁理士 小林 久夫
		(74) 代理人	100098604 弁理士 安島 清
		(74) 代理人	100061273 弁理士 佐々木 宗治
		(74) 代理人	100070563 弁理士 大村 昇
		(74) 代理人	100087620 弁理士 高梨 範夫
		(74) 代理人	100125494 弁理士 山東 元希

最終頁に続く

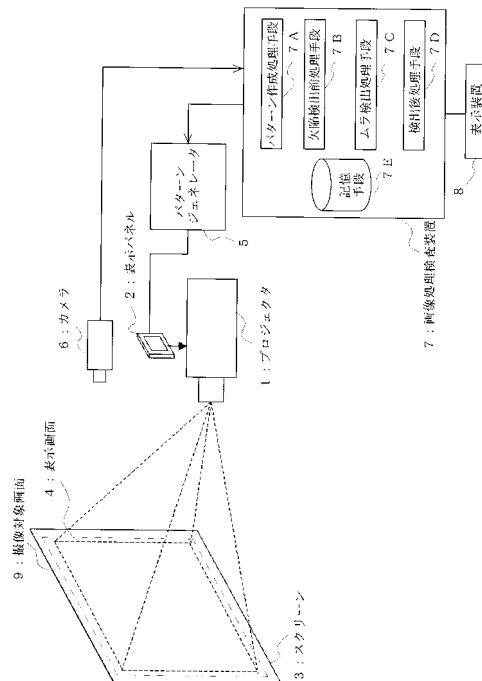
(54) 【発明の名称】 ムラ欠陥検出方法及び装置、空間フィルタ、ムラ欠陥検査システム並びにムラ欠陥検出方法のプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ムラ成分だけを強調でき、より確実なムラ検出を行うことができるようなムラ欠陥検出方法、自動的にムラ欠陥検出を行うための装置、検査システム等を得る。

【解決手段】 ムラ検出処理手段7Cが、検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、基準となる画素を中心に所定の距離を有して点対称の関係にある2つの画素との輝度差をそれぞれ求め、基準となる画素の輝度値と、点対称の関係にある2つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、2つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該2つの画素における仮の値として決め、基準となる画素と点対称の関係にある2つの画素を順次変更して、2つの画素における輝度差を求めて仮の値を決める工程を繰り返し、それぞれ決めた2つの画素における仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(A) 検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、前記基準となる画素を中心に所定の距離を有して点対称の関係にある 2 つの画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、

(B) 前記基準となる画素の輝度値と、前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、前記 2 つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該 2 つの画素における仮の値として決める工程と、

(C) 前記基準となる画素と点対称の関係にある 2 つの画素を順次変更して、上記(A)及び(B)の工程を繰り返し、それぞれ決めた前記 2 つの画素における仮の値に基づいて前記基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程と
を有することを特徴とするムラ欠陥検出方法。

10

【請求項 2】

(A) 検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、前記基準となる画素と所定の距離を有する複数の画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、

(B) 前記基準となる画素の輝度値と、前記複数の画素のうち、前記基準となる画素を中心として点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、前記 2 つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該 2 つの画素における仮の値として決める工程と、

(C) 上記(B)の工程を繰り返し、各組の前記 2 つの画素の決定された仮の値に基づいて前記基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程と
を有することを特徴とするムラ欠陥検出方法。

20

【請求項 3】

前記基準となる画素を順次変更し、前記画像データの各画素について上記(A)、(B)及び(C)の工程を繰り返してムラ成分強調処理を行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のムラ欠陥検出方法。

【請求項 4】

前記(B)の工程において、当該 2 つの画素の仮の値を、

(b1) 前記基準となる画素の輝度値が前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値よりも大きいと、前記 2 つの画素のそれぞれの画素と前記基準となる画素との前記輝度値の差のうち小さい方の値を仮の値とし、

(b2) 前記基準となる画素の輝度値が前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値よりも小さいと判断すると、前記 2 つの画素のそれぞれの画素と前記基準となる画素との前記輝度値の差のうち大きい方の値を仮の値とし、

(b3) その他の場合は所定値を仮の値として決定することを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載のムラ欠陥検出方法。

30

【請求項 5】

前記(C)の工程において、前記決定された仮の値のうち、前記所定値の個数が、

(c1) 定められた閾値以上の個数であると、前記ムラ成分強調結果の値を 0 にし、

(c2) 前記定められた閾値よりも少ない個数であると、前記ムラ成分強調結果の値を前記仮の値のうち絶対値が最も大きい値にする
ことを特徴とする請求項 4 記載のムラ欠陥検出方法。

40

【請求項 6】

前記画像データ及び/又は前記画像データに基づく画像を縮小した画像データに対して、前記ムラ成分強調結果の値をそれぞれ決定することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れかに記載のムラ欠陥検出方法。

【請求項 7】

前記画像データ及び/又は前記画像データに基づく画像を縮小した画像データに対してそれぞれ決定した前記ムラ成分強調結果の値に基づいて、各画像データの同位置の画素においてそれぞれ決定した前記ムラ成分強調結果の値の中で最も絶対値が大きい値を、その

50

画素における新たなムラ成分強調結果の値として決定することを特徴とする請求項 6 記載のムラ欠陥検出方法。

【請求項 8】

撮像手段の撮像による画像の画像データに対して、前記検出対象に基づいた各画素の輝度値による画像データを得るための背景差分処理、幾何学的な形状補正処理及び平滑化処理を行って、矩形画像の画像データを作成することを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載のムラ欠陥検出方法。

【請求項 9】

複数の前記距離における画素に基づいて、前記距離毎に、それぞれ前記基準となる画素における前記ムラ成分強調結果の値を決定することを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載のムラ欠陥検出方法。

10

【請求項 10】

前記ムラ成分強調結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及びノ又は黒ムラの欠陥候補をそれぞれ選出することを特徴とする請求項 3～9 のいずれかに記載のムラ欠陥検出方法。

【請求項 11】

前記選出した欠陥候補における前記ムラ成分強調結果の値及びその前記検出対象の画像における位置に基づいて判断した、選出した前記欠陥候補の特性に基づいて、あらかじめ定めたランクに前記検出対象を分けることを特徴とする請求項 10 記載のムラ欠陥検出方法。

20

【請求項 12】

画像において任意の基準となる画素から所定の距離にある画素に対し、前記基準となる画素を対称の中心として点対称の関係にある 2 つの画素を組とし、前記画像の画像データに含まれる画素の座標のデータ及び輝度値のデータに基づいて、前記基準となる画素と前記所定の距離にある各画素との輝度値の差により、各組に対して

(A) 前記基準となる画素の輝度値が前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値よりも大きい場合は前記基準となる画素と前記 2 つの画素のそれぞれの画素との前記輝度値の差のうち小さい方を仮の値とし、

(B) 前記基準となる画素の輝度値が前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値よりも小さい場合は前記基準となる画素と前記 2 つの画素のそれぞれの画素との前記輝度値の差のうち大きい方を仮の値とし、

30

(C) その他の場合は所定値を仮の値として決定し、前記各組の仮の値に基づいて、

(a) 前記所定値の個数が定められた閾値以上の個数の場合は 0 を、

(b) 定められた閾値よりも少ない個数の場合は前記各組における値のうち絶対値が最も大きい値を、

前記基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値とする処理を行うために用いることを特徴とする空間フィルタ。

【請求項 13】

請求項 12 記載の空間フィルタに基づいて、検出対象による画像の画像データに含まれる各画素を基準となる画素とし、該基準となる画素における値を、ムラ成分を強調するためのムラ成分強調結果の値として検出するムラ検出処理手段を少なくとも備えることを特徴とするムラ欠陥検出装置。

40

【請求項 14】

前記ムラ検出処理手段は、前記画像データ及びノ又は前記画像データに基づく画像を縮小した画像データに対してそれぞれ決定した前記ムラ成分強調結果の値に基づいて、各画像データの同位置の画素においてそれぞれ決定した前記ムラ成分強調結果の値の中で最も絶対値が大きい値を、その画素における新たなムラ成分強調結果の値として決定することを特徴とする請求項 13 記載のムラ欠陥検出装置。

【請求項 15】

50

前記ムラ検出処理手段は、前記ムラ成分強調結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及び／又は黒ムラのそれぞれの欠陥候補の選出をさらに行うことを特徴とする請求項 13 又は 14 記載のムラ欠陥検出装置。

【請求項 16】

前記ムラ検出処理手段が選出した前記欠陥候補における前記ムラ成分強調結果の値及びその前記検出対象の画像における位置に基づいて判断した、選出した前記欠陥候補の特性に基づいて、あらかじめ定められたランクに前記検出対象を分ける後処理手段をさらに備えることを特徴とする請求項 15 記載のムラ欠陥検出装置。

【請求項 17】

撮像手段から送信される信号に含まれる前記検出対象の画像を含む画像データに対し、前記検出対象の部分だけを抽出し、形状補正処理を行って矩形にし、平滑化処理を行った画像データを作成し、その画像データを前記ムラ検出処理手段に処理させる前処理手段をさらに備えることを特徴とする請求項 13 又は 14 記載のムラ欠陥検出装置。

10

【請求項 18】

請求項 13 ~ 17 のいずれかに記載のムラ欠陥検出装置と、検出対象を撮像し、前記ムラ欠陥検出装置に前記画像データを含む信号を送信する撮像手段とを少なくとも備えることを特徴とするムラ欠陥検査システム。

【請求項 19】

スクリーンと、表示体に光を照射し、前記検出対象となる該表示体の画面を前記スクリーンに投影する投影手段とをさらに備えることを特徴とする請求項 18 記載のムラ欠陥検査システム。

20

【請求項 20】

(A) 検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、前記基準となる画素を中心に所定の距離を有して点対称の関係にある 2 つの画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、

(B) 前記基準となる画素の輝度値と、前記点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、前記 2 つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該 2 つの画素における仮の値として決める工程と、

30

(C) 前記基準となる画素と点対称の関係にある 2 つの画素を順次変更して、上記 (A) 及び (B) の工程を繰り返し、それぞれ決めた前記 2 つの画素における仮の値に基づいて前記基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とをコンピュータに行わせることを特徴とするムラ欠陥検出方法のプログラム。

【請求項 21】

(A) 検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、前記基準となる画素と所定の距離を有する複数の画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、

(B) 前記基準となる画素の輝度値と、前記複数の画素のうち、前記基準となる画素を中心として点対称の関係にある 2 つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、前記 2 つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該 2 つの画素における仮の値として決める工程と、

40

(C) 上記 (B) の工程を繰り返し、各組の前記 2 つの画素の決定された仮の値に基づいて前記基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とをコンピュータに行わせることを特徴とするムラ欠陥検出方法のプログラム。

【請求項 22】

前記基準となる画素を順次変更し、前記画像データの各画素について上記 (A)、(B) 及び (C) の工程を繰り返してムラ成分強調処理をコンピュータに行わせることを特徴とする請求項 20 又は 21 記載のムラ欠陥検出方法のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、例えば画像に発生するムラを検出するための方法、それを用いた装置、システム、ムラ検出に用いるフィルタ、プログラムに関するものである。特に液晶パネル等、表示体に生じるムラ欠陥を検出するのに適したものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、表示装置の画面表示部分、印刷された画像においては、様々な原因によって欠陥が生じる場合がある。欠陥は、基本的に点欠陥と面系欠陥とに分類され、面系欠陥は、特徴から大まかに分類すると、シミ、スジ、ムラ、線の4つの欠陥にさらに分類される。

【0003】

ここで、TFT液晶パネル等の表示体（以下、表示パネルという）を例にして説明する。表示パネルにおいては、画面表示を行うための最小の要素となる画素単位で、輝度等の特性を制御できる。ただ、例えば、制御を行うために、複数の画素（が有する素子）に対して同じ電圧を印加しても、それぞれ同じ輝度で表示が行われるとは限らない等、各画素を一律に制御するのが困難である。このような各画素に対する制御のばらつきが、例えばシミ、ムラ等として現れる。

【0004】

そして、面系欠陥は、点欠陥とは異なり、形状が不定であり、コントラスト（面における周辺との輝度差）も低いことが多く、特徴を捉えるのが困難である。そのため、欠陥の発生パターンが異なる不特定の表示パネルに対し、面系欠陥を自動的に検出するような検査装置を実現することはたいへん困難であり、面系欠陥を検出するための検査は未だに目視で行われているのが現状である。ただ、製造コスト削減、時間短縮等を考えると、自動化できるようにすることが急務となっている。

【0005】

このような要求に基づいて、従来からムラを検出するための方法が開示されている（例えば、特許文献1、2、3又は4参照）。これらのムラの検出方法は、いずれも、表示された画面、印刷された画像等に基づいて得られた画像データに対し、画像処理のための2次微分のデジタル空間フィルタ（以下、単にフィルタという）を用いてムラを強調させるための画像処理を行って検出しようとするものである。

【0006】

【特許文献1】特開2004-53277号公報

【特許文献2】特開2003-14580号公報

【特許文献3】特開2000-111492号公報

【特許文献4】特開平8-101139号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述したムラの検出方法では、例えば、検出に際して、2次微分フィルタにおいて考慮する成分が限られている。また、エッジ成分にも反応してムラではない成分も同時に検出してしまったり、人がムラと判断しそうな部分を条件外として検出しなかったりと、ムラ成分を精度よく検出するまでには至っていなかった。

【0008】

そこで、本発明では、ムラ成分だけを強調でき、より確実なムラ（欠陥）検出を行うことができるような検出方法、その方法を用いて自動的にムラ検出を行うための装置、システム等を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るムラ欠陥検出方法は、（A）検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、基準となる画素を中心に所定の距離を有して点対称の関係にある2つの画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、（B）基準となる画素の輝度値と、点対

10

20

30

40

50

称の関係にある2つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、2つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該2つの画素における仮の値として決める工程と、(C)基準となる画素と点対称の関係にある2つの画素を順次変更して、上記(A)及び(B)の工程を繰り返し、それぞれ決めた2つの画素における仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とを有するものである。

本発明によれば、任意に定めた基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有して点対称の関係にある2つの画素との輝度差の相対関係に基づいて、2つの画素における仮の値を決め、それを点対称の関係にある2つの画素を順次変更して決定した複数の仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、複数の方向における画素を考慮してムラとなる成分を強調させることができ、より精度の高いムラ強調、検出を行うことができる。

10

【0010】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、(A)検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有する複数の画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、(B)基準となる画素の輝度値と、複数の画素のうち、基準となる画素を中心として点対称の関係にある2つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、2つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該2つの画素における仮の値として決める工程と、(C)上記(B)の工程を繰り返し、各組の2つの画素の決定された仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とを有するものである。

20

本発明によれば、任意に定めた基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有すると画素の輝度差を算出し、点対称の関係にある2つの画素における輝度差の相対関係に基づいて、2つの画素における仮の値を複数決め、それらの仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、複数の方向における画素を考慮してムラとなる成分を強調させることができ、より精度の高いムラ強調、検出を行うことができる。

【0011】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、基準となる画素を順次変更し、画像データの各画素について上記(A)、(B)及び(C)の工程を繰り返してムラ成分強調処理を行うものである。

30

本発明によれば、基準となる画素を順次変更して各画素についてムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、画像全体におけるムラ成分強調処理を行うことができる。

【0012】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、上記の(B)の工程において、当該2つの画素の仮の値を、(b1)基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも大きいと、2つの画素のそれぞれの画素と基準となる画素との輝度値の差のうち小さい方の値を仮の値とし、(b2)基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも小さいと判断すると、2つの画素のそれぞれの画素と基準となる画素との輝度値の差のうち大きい方の値を仮の値とし、(b3)その他の場合は所定値を仮の値として決定するものである。

40

本発明によれば、基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも大きい又は小さい場合のみムラ検出の対象として扱うようにしたので、画像においてエッジの部分、場合によってはムラ成分以外の部分を強調してしまうことなく、ムラ成分だけを強調し、検出することができる。また、その際、絶対値の小さい方を仮の値に決めることにより、輝度差が小さくムラとして薄い部分も考慮したムラ成分の検出を行うことができる。

【0013】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、上記の(C)の工程において、決定された仮の値のうち、所定値の個数が、(c1)定められた閾値以上の個数であると、ムラ成分強調結果の値を0にし、(c2)定められた閾値よりも少ない個数であると、ムラ成分強調

50

結果の値を仮の値のうち絶対値が最も大きい値にするものである。

本発明によれば、ムラ成分強調結果の値を決定する際に、基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を任意の閾値に基づいて判断するようにしたので、状況に合わせたムラ成分の強調、検出を行うことができる。

【0014】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、画像データ及び/又は画像データに基づく画像を縮小した画像データに対して、ムラ成分強調結果の値をそれぞれ決定するものである。

本発明によれば、特に画像を縮小した画像のデータに対しても、ムラ欠陥強調結果の値を決定するようにしたので、設定距離を一定にしながら、大きさ、形状不定の様々なムラを強調、検出することができる。

10

【0015】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、画像データ及び/又は画像データに基づく画像を縮小した画像データに対してそれぞれ決定したムラ成分強調結果の値に基づいて、各画像データの同位置の画素においてそれぞれ決定したムラ成分強調結果の値の中で最も絶対値が大きい値を、その画素における新たなムラ成分強調結果の値として決定するものである。

本発明によれば、画像のデータ及び/又は画像のデータに基づく画像を縮小した画像のデータに対してそれぞれ決定したムラ欠陥強調結果の値のうち、最も絶対値が大きい値を選択することにより、複数の画像データにおけるムラ成分強調結果の値を合成するようにしたので、例えばある画像のデータを処理しただけだと別れて検出されてしまうムラを1つに合成できる等、より現実に近い検出を行うことができる。

20

【0016】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、撮像手段の撮像による画像の画像データに対して、検出対象に基づいた各画素の輝度値による画像データを得るための背景差分処理、幾何学的な形状補正処理及び平滑化処理を行って、矩形状画像の画像データを作成するものである。

本発明に係るムラ欠陥検出方法は、撮像による画像のデータに対して、背景差分処理、形状補正処理及び平滑化処理を行って矩形状画像の画像データを作成するようにしたので、照明の影響、ノイズ等を除去し、例えば画面等の画像の形状歪み等を補正することで本来の検出対象から得られる画像に近づけた上でムラ強調処理を行うことができる。

30

【0017】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、複数の距離における画素に基づいて、距離毎に、それぞれ基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定するものである。

本発明によれば、複数の距離の各距離の画素との関係において、ムラ欠陥強調結果の値をそれぞれ決定するようにしたので、それぞれの距離に基づく大きさ、形状不定の様々なムラを強調、検出することができる。

【0018】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、ムラ欠陥強調結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及び/又は黒ムラの欠陥候補をそれぞれ選出するものである。

40

本発明によれば、ムラ欠陥強調結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及び/又は黒ムラのそれぞれの欠陥候補の選出を行うようにしたので、強調したムラの中からさらに欠陥判断の基礎となる候補の選出を行うことができる。

【0019】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法は、選出した欠陥候補におけるムラ欠陥強調結果の値及びその検出対象の画像における位置に基づいて判断した、選出した欠陥候補の特性に基づいて、あらかじめ定めたランクに検出対象を分けるものである。

本発明によれば、例えば白ムラ又は黒ムラの領域面積及び領域面積の輝度値等、欠陥候補の特性に応じてランク付けを行うことにより、例えば製品としての価値の区分けをすることができる。

50

【0020】

また、本発明に係る空間フィルタは、画像において任意の基準となる画素から所定の距離にある画素に対し、基準となる画素を対称の中心として点対称の関係にある2つの画素を組とし、画像の画像データに含まれる画素の座標のデータ及び輝度値のデータに基づいて、基準となる画素と所定の距離にある各画素との輝度値の差により、各組に対して(A)基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも大きい場合は基準となる画素と2つの画素のそれぞれの画素との輝度値の差のうち小さい方を仮の値とし、(B)基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも小さい場合は基準となる画素と2つの画素のそれぞれの画素との輝度値の差のうち大きい方を仮の値とし、(C)その他の場合は所定値を仮の値として決定し、各組の仮の値に基づいて、(a)所定値の個数が定められた閾値以上の個数の場合は0を、(b)定められた閾値よりも少ない個数の場合は各組における値のうち絶対値が最も大きい値を、基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値とする処理を行うために用いる。

10

本発明によれば、所定の距離(又は所定の距離にあるとみなせる)画素に対して画素の組を設定することにより、基準となる画素に対して、所定の方向の画素をムラ強調のために考慮するフィルタが得られ、より精度の高いムラ成分の強調を行うことができる。また、基準となる画素の輝度値が点対称の関係にある2つの画素の輝度値よりも大きい又は小さい場合のみムラ強調の対象として扱うようにしたので、画像においてエッジの部分強調してしまうことなく、ムラ成分だけを強調するフィルタを得ることができる。

【0021】

20

また、本発明に係るムラ欠陥検出装置は、上記の空間フィルタに基づいて、検出対象による画像の画像データに含まれる各画素を基準となる画素とし、基準となる画素における値を、ムラ成分を強調するためのムラ成分強調結果の値として検出するムラ検出処理手段を少なくとも備えるものである。

本発明によれば、空間フィルタに基づいて、検査対象による画像の画像データに含まれる各画素を基準となる画素として、ムラ成分を強調するためのムラ欠陥強調結果の値を各画素において決定するムラ検出処理手段を少なくとも備えるので、より精度の高いムラ成分の検出を行うことができる。また、絶対値の小さい方を画素の組の値として採用することにより、輝度差が小さくムラとして薄い部分も考慮したムラ成分の検出を行うことができる。

30

【0022】

また、本発明に係るムラ欠陥検出装置のムラ検出処理手段は、画像データ及び/又は画像データに基づく画像を縮小した画像データに対してそれぞれ決定したムラ成分強調結果の値に基づいて、各画像データの同位置の画素においてそれぞれ決定したムラ成分強調結果の値の中で最も絶対値が大きい値を、その画素における新たなムラ成分強調結果の値として決定するものである。

本発明によれば、画像のデータ及び/又は画像のデータに基づく画像を縮小した画像のデータに対してそれぞれ決定したムラ欠陥強調結果の値のうち、最も絶対値が大きい値を選択することにより、複数の画像データにおけるムラ成分強調結果の値を合成するようにしたので、例えばある画像のデータを処理しただけだと別れて検出されてしまうムラを1つに合成できる等、より現実に近い検出を行うことができる。

40

【0023】

また、本発明に係るムラ欠陥検出装置のムラ検出処理手段は、ムラ欠陥強調結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及び/又は黒ムラのそれぞれの欠陥候補の選出をさらに行うものである。

本発明によれば、ムラ検出処理手段が欠陥候補の選出をさらに行うようにしたので、検出したムラの中からさらに欠陥判断の基礎となる候補の選出を行うことができる。

【0024】

また、本発明に係るムラ欠陥検出装置は、ムラ検出処理手段が選出した欠陥候補におけるムラ欠陥強調結果の値及びその検出対象の画像における位置に基づいて判断した、選出

50

した欠陥候補の特性に基づいて、あらかじめ定めたランクに検出対象を分ける後処理手段をさらに備えるものである。

本発明によれば、後処理手段が、例えば白ムラ又は黒ムラの領域面積及び領域面積の輝度値等、欠陥候補の特性に基づいてランク付けを行うことにより、例えば製品としての価値の区分けをすることができる。

【0025】

また、本発明に係るムラ欠陥検出装置は、撮像手段から送信される信号に含まれる検出対象となる画面の画像を含む画像データに対し、検出対象の画面部分だけを抽出し、形状補正処理を行って矩形にし、平滑化処理を行った画像データを作成し、その画像データをムラ検出処理手段に処理させる前処理手段をさらに備えるものである。

10

本発明によれば、前処理手段が、撮像手段が撮像した画面の画像のデータに対して、背景差分処理、形状補正処理及び平滑化処理を行った矩形状の画像の画像データをムラ検出手段が処理するようにしたので、検出対象の画面に近づけた上で処理を行うことができる。

【0026】

また、本発明に係るムラ欠陥検査システムは、上記のムラ欠陥検出装置と、検査対象を撮像し、ムラ欠陥検出装置に画像データを含む信号を送信する撮像手段とを少なくとも備えるものである。

本発明によれば、ムラ欠陥検出装置と、撮像手段とで検査システムを構成するようにしたので、画面を撮像して得られる画像データに基づいて、ムラ欠陥検出装置による精度の高いムラ欠陥の検出を行うことができる。

20

【0027】

また、本発明に係るムラ欠陥検査システムは、スクリーンと、表示体に光を照射し、検査対象となる表示体の画面をスクリーンに投影する投影手段とをさらに備えるものである。

本発明によれば、スクリーンと、投影手段とを加えてシステムを構成するようにしたので、例えば液晶表示パネル、反射制御素子（ミラー素子）を用いた表示パネル等を透過、反射した光を投影して得られる画面の画像データに基づいた検査を行うことができる。

【0028】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法のプログラムは、（A）検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、基準となる画素を中心に所定の距離を有して点対称の関係にある2つの画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、（B）基準となる画素の輝度値と、点対称の関係にある2つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、2つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該2つの画素における仮の値として決める工程と、（C）基準となる画素と点対称の関係にある2つの画素を順次変更して、上記（A）及び（B）の工程を繰り返し、それぞれ決めた2つの画素における仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とをコンピュータに行わせるものである。

30

本発明によれば、任意に定めた基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有して点対称の関係にある2つの画素との輝度差の相対関係に基づいて、2つの画素における仮の値を決め、それを点対称の関係にある2つの画素を順次変更して決定した複数の仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、複数の方向における画素を考慮してムラとなる成分を強調させることができ、より精度の高いムラ強調、検出を行うことができる。

40

【0029】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法のプログラムは、（A）検出対象の画像に基づく画像データから、任意の基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有する複数の画素との輝度差をそれぞれ求める工程と、（B）基準となる画素の輝度値と、複数の画素のうち、基準となる画素を中心として点対称の関係にある2つの画素の輝度値との相対関係に基づいて、2つの画素との輝度差の何れか一方又は所定値を当該2つの画素における

50

仮の値として決める工程と、(C)上記(B)の工程を繰り返し、各組の2つの画素の決定された仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定する工程とをコンピュータに行わせるものである。

本発明によれば、任意に定めた基準となる画素と、基準となる画素と所定の距離を有すると画素の輝度差を算出し、点対称の関係にある2つの画素における輝度差の相対関係に基づいて、2つの画素における仮の値を複数決め、それらの仮の値に基づいて基準となる画素におけるムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、複数の方向における画素を考慮してムラとなる成分を強調させることができ、より精度の高いムラ強調、検出を行うことができる。

【0030】

また、本発明に係るムラ欠陥検出方法のプログラムは、基準となる画素を順次変更し、画像データの各画素について上記(A)、(B)及び(C)の工程を繰り返してムラ成分強調処理をコンピュータに行わせるものである。

本発明によれば、基準となる画素を順次変更して各画素についてムラ成分強調結果の値を決定するようにしたので、画像全体におけるムラ成分強調処理を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

実施の形態1.

図1は本発明の第1の実施の形態に係るムラ検出方法を実現し、ムラ欠陥検出するためのシステムの構成図である。図1において、プロジェクタ1は、光源、投影レンズ等を有し、検査対象となる表示パネル2に光源から光を入射し、表示パネル2が透過した光を投影レンズで拡大してスクリーン3に表示画面4として投影する(ここで表示画面4が表示された領域を表示エリアという)。スクリーン3に投影する表示画面4の表示内容については、パターンジェネレータ5が、画像処理検査装置7から送信される表示パターン信号に基づいて印加する電圧を制御し、表示パネル2を構成する画素(エレメント)毎に光の透過を制御することで、所望のパターンに変化させることができる(本実施の形態ではムラ(欠陥)の検出が主目的であるため、基本的にはベタパターンの表示画面4を表示することになる)。ここで、本実施の形態では、検査対象は光透過型の表示パネル2(ライトバルブともいう。以下、表示パネル2という)であるとし、例えば、光透過型のTF T液晶パネルとして説明する。

【0032】

本実施の形態では、スクリーン3に投影された表示画面4を、撮像手段であるカメラ6が撮像する(実際には、カメラ6は表示画面4を含む検査対象画面9の画像を撮像する)。このカメラ6は例えば複数の受光素子が、縦横(マトリクス状)に等間隔で配されたCCDカメラ等で構成される。各受光素子は受けた光の量(受光量)を例えば電気信号に変換し、映像信号として送信する。これにより、各受光素子の受光量は、その受光量に応じて例えば0~4095までの値として表され、その値はデータ(ここでは12ビットのデータ量)として映像信号に含まれて送信される。ここで、受光素子を単位としてカメラ6における画素が構成される。以下、本実施の形態において、画素とはカメラ6における画素のことをいい、受光量に応じて得られた値が画素の特性である輝度の値(輝度値)となる。本実施の形態では、画素毎の輝度値のデータが画像処理における最小の要素となる(画素毎の位置(座標値)のデータと輝度値のデータとを含んだデータが画像データとなる)。なお、ここでは、12ビットのデータ量を用いて0~4095までの値で輝度値を表すようにしているがこれに限定されるものではない。12ビットより小さくてもよいが、検出(検査)精度を高めるためには12ビット以上の方が望ましい。

【0033】

画像処理検査装置7は、パターン作成処理手段7A、欠陥検出前処理手段7B、ムラ検出処理手段7C、検出後処理手段7D及び記憶手段7Eで構成される。パターン作成処理手段7Aは、表示パネル2に表示させる画像パターン制御をパターンジェネレータ5に行わせるためのパターン作成処理を行い、表示パターン信号を送信する。欠陥検出前処理手

10

20

30

40

50

段 7 B は、後述する背景差分処理、画像形状補正処理、画像平滑処理及び縮小画像作成処理を行う、ムラ（欠陥）検出のための前処理を行うための手段である。また、ムラ検出処理手段 7 C は、ムラ成分強調処理、ムラ欠陥候補抽出処理を行う。ムラ検出処理手段 7 C が強調し、検出したムラを一律に欠陥として扱ってもよいが、本実施の形態ではムラ欠陥の判断は検出後処理手段 7 D が行うものとする。検出後処理手段 7 D は、抽出したムラ欠陥候補に対して B l o b 処理、ランク分類処理を行う手段である。欠陥検出前処理手段 7 B、ムラ検出処理手段 7 C 及び検出後処理手段 7 D の処理の詳細については後述する。記憶手段 7 E には、例えば、欠陥検出前処理手段 7 B、ムラ検出処理手段 7 C 及び検出後処理手段 7 D が処理を行う又は処理を行って作成した画像データ、基準画素における処理結果の値を算出する過程において算出される各組の値、各手段が判断をするために必要となる、あらかじめ定められた又は演算により算出した閾値のデータ等、後述する処理を行うために必要となるデータを一時的又は長期的に記憶する。以下、パターン作成処理手段 7 A、欠陥検出前処理手段 7 B、ムラ検出処理手段 7 C 及び検出後処理手段 7 D は、各処理を行う際、その処理内の演算、判断等に必要な各種データを記憶手段から参照し、また、処理により生成したデータを記憶手段に記憶させる動作を伴って行うものとする。

10

【 0 0 3 4 】

一般的には、画像処理検査装置 7 は、例えば C P U (Central Processing Unit) を中心とする演算処理手段に記憶手段等を備えたコンピュータ等で構成する。そして、記憶手段に記憶され、各手段の処理手順が示されたプログラムを演算処理手段が実行することで、検査装置としての機能（本実施の形態では、パターン作成処理手段 7 A、欠陥検出前処理手段 7 B、ムラ検出処理手段 7 C 及び検出後処理手段 7 D が行う機能）を実現する。このような実現方法とは別に、画像処理検査装置 7 については、上記の構成手段をそれぞれ物理的に別個の手段（ハードウェア）とし、信号の送受信（特にリアルタイムで処理を行わなくてもよい場合があるので、記憶媒体によるデータの受け渡しを行うこともできる）により、連携しながらそれぞれの手段がデータ（信号）の処理を行い、装置全体としての機能を実現するようにしてもよい。また、パターン作成処理手段 7 A、欠陥検出前処理手段 7 B、ムラ検出処理手段 7 C 及び検出後処理手段 7 D と分けているが、各手段を処理毎に分けるようにしてもよい。また、処理毎に演算処理手段を分け、各演算処理手段にその処理のプログラムを実行させるようにしてもよい。以上のように、画像処理検査装置 7 は、ハードウェア的、ソフトウェア的に様々な形態で構成することができる。

20

30

【 0 0 3 5 】

表示装置 8 は、画像処理検査装置 7 から送信される表示信号に基づいて、カメラ 6 が撮像した検査対象画面 9 の画像、検出結果等の表示を行う。

【 0 0 3 6 】

図 2 は欠陥検出検査の処理の流れを表す図である。次に本実施の形態における欠陥検出検査処理について説明する。パターン作成処理手段 7 A から送信される表示パターン信号に基づいて、パターンジェネレータ 5 が表示パネル 2 の各画素における光の透過を制御することで、例えばある階調のベタパターンの表示画面 4 がスクリーン 3 に投影表示される。カメラ 6 は、表示画面 4 を含む撮像対象画面 9 を撮像し、各画素の位置、輝度値のデータを有する画像データを含んだ映像信号を送信する。

40

【 0 0 3 7 】

図 3 は背景差分処理を説明するための画面を表した図である。図 3 (a) は撮像対象画面 9、図 3 (b) は背景画像、図 3 (c) は差分画像を表す。まず、欠陥検出前処理手段 7 B による欠陥検出前に行う処理について説明する。欠陥検出前処理手段 7 B では、カメラ 6 から送信される映像信号に含まれる画像データに基づいて背景差分処理を行う。スクリーン 3 に投影される表示画面 4 をカメラ 6 で撮像した際、プロジェクタ 1、カメラ 6 の光学系によるムラ、スクリーン 3 等に投影された際のムラ等の影響が含まれる場合がある。そこで、表示パネル 2 をセットする前に同一の光学系装置（プロジェクタ 1、スクリーン 3 等）、同一の撮像系装置（カメラ 6）により撮像した検査対象画面に関する背景画像データをあらかじめ作成しておき、記憶手段 7 E に記憶しておく。そして、背景画像デー

50

タと表示パネル2をセットした後の撮像対象画面9の画像データとに基づいて、輝度値の差分を算出し、表示パネル2以外の原因による影響を排除した、輝度値の差分による画像（差分画像）を生成する。なお、以下、画像を作成したり、抽出したりする場合には、その画像の元になる画像データの生成等の処理も含むものとする。

【0038】

ここで、差分を算出する負の値が算出されることがあるが、画像処理検査装置7の処理において、負の値をデータとして扱うことができない場合には、4096の半分である2048をオフセット値として加え、負の値にならないようにする（この場合、黒い又は白いとの判断をするための基準値は2048となる）。なお、以下において、提示される条件、数値等は基本的にオフセット値を考慮したものではないため、オフセット値を加える場合は、オフセット値を基準にして考える。また、値（白黒）を反転させて処理することがあれば、それも考慮する。

10

【0039】

図4は差分画像と抽出した表示エリアの画像を表す図である。図4(a)は図3(c)と同じ差分画像であり、図4(b)は表示画面4の表示エリアを抽出し、形状補正処理を行った画像である。撮像対象画面9を撮像すると、本来必要な表示パネル2による表示画面4以外の部分も含まれている。そこで、差分画像から表示パネル2の表示エリアである表示画面4の部分の画像（これが検査をする際の実質的な元画像となる）だけを抽出する。また、プロジェクタ1の投影角度、カメラ6の撮像角度等により、必ずしも矩形になっていない表示画面4の部分を矩形にするための形状補正処理を行った画像を作成する。

20

【0040】

まず、表示エリアを抽出する処理については、表示画面4の表示エリアとその他の部分の輝度値が大きく異なるので、輝度値の変化を算出し、表示エリアを判断する。形状補正処理については、エリアの切り取りを行うことで矩形の画像データを作成することもできるが、表示エリアの端部を切り取ってしまうと、端部における欠陥検出ができなくなるおそれがある。そこで、本実施の形態では、抽出した画像データから、表示エリアの四隅を決定し、その四隅が矩形の頂点となるように例えばアフィン変換処理（拡大・縮小処理、回転処理）、補間処理等を行い、表示エリアを矩形にした画像データを作成する。ここで本実施の形態では、後述するように1/8縮小画像等を作成するので、矩形の表示エリアについて、縦横の画素数がそれぞれ8の倍数になるようにあらかじめ調整しておいてもよい。

30

【0041】

さらに、表示エリア画像に含まれるノイズ成分を除去するために平滑化処理を行う。平滑化処理を行う方法としては、例えばガウシアンフィルタ、メディアンフィルタ等を用いた方法、移動平均法、選択的局所平均法等、既存の処理方法があり、これらの方法を用いて行えばよい。また、処理を複数回行ってよい。

【0042】

平滑化処理を行った画像（データ）に対して縮小画像の作成処理を行う。本実施の形態では、大小様々な大きさのムラに対応できるように画像を縮小処理する。画像を縮小すると、欠陥検出に用いるフィルタ（後述する）が、表示画面4（画像）に対して相対的に大きくなるので、画像を縮小すると大きなムラを検出しやすくなる。

40

【0043】

図5は縮小画像の作成処理を表す図である。縮小画像は、例えば2×2画素を1組として、画素の輝度の平均値を1組の画素の輝度値とする。これにより、1/2の縮小画像を作成することができる。そして、2×2の1組の画素の平均値をさらに1組の画素の輝度値とすることで、1/4の縮小画像を作成することができる。このようにして、1/8, 1/16, ...の縮小画像を作成することができる。本実施の形態では、長さの比が1/8（面積比1/64）、1/16（面積比約1/250）から1/32（面積比約1/1000）のサイズの縮小画像を作成し、ムラ検出に用いる。

【0044】

50

以上、欠陥検出前処理手段 7 B が行う処理について説明したが、例えば、カメラの撮像画像状態、ムラ検出処理手段 7 C の欠陥検出処理手順等によっては、欠陥検出前処理手段 7 B が上述したような前処理の一部又はすべてを行わなくても、映像信号に含まれる画像データをそのままムラ検出処理手段 7 C が処理することもできる。

【 0 0 4 5 】

図 6 は疑似的に作成したムラ欠陥を有する画像を表す図である。この図 6 は欠陥検出前処理手段 7 B による前処理までを終了した画像であるものとする。

【 0 0 4 6 】

図 7 は本実施の形態で用いるフィルタを表す図である。図 7 (a) は基準画素と差分対象画素との関係を表す。次に欠陥検出処理手段 7 C によるムラ強調処理について説明する。表示画面 4 にムラが含まれている場合、そのムラを強調するために、図 7 のようなフィルタを用いて、図 7 (b) における基準画素 (基準点) 0 における検出結果の値をデータとして算出する (このデータはムラ強調画像の各画素の輝度値のデータともなる) 。ここで本実施の形態で用いるフィルタは非線形であり、例えば、単純に周辺画素 (オペレータ) との差分等に基づいて基準画素 (基準点) の値を決める、線形フィルタの概念とは少し異なる。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態では、まず、基準となる画素 (以下、基準画素 0 という) とある距離 (画素分の長さ) だけ離れた画素 (以下、差分対象画素という) との輝度の差分値を算出することが基本となる。差分対象画素は、基準画素 0 とある距離離れた画素であるため、基準画素を中心とするほぼ円周上に位置することとなる。本実施の形態においては、基準画素と差分対象画素との間は 6 画素分離れており、等距離又は等距離とみなせる位置にある差分対象画素は $s_1 \sim s_{32}$ の 32 画素となる。まず、ある差分対象画素 (例えば図 7 (b) の s_1) と、基準画素を中心とした点対称の差分対象画素 (例えば図 7 (b) の s_{17}) とを組 d_1 として考える。同様に s_2 と s_{18} 、 s_3 と s_{19} 、...、 s_{16} と s_{32} を組にする (組は $d_1 \sim d_{16}$ となる) 。そして、例えば、基準画素 0 と差分対象画素 s_1 との輝度の差分値及び基準画素 0 と差分対象画素 s_{17} との輝度の差分値を算出し、次の条件の下で組 d_1 における値を決定する。この、組における値は、基準画素 0 におけるムラ欠陥強調処理の結果の値を算出するための仮の値となる。ここで、大小、差分の判断は、各画素において得られた輝度値に対して行われるものとする。後述する条件において、 $\text{Min}(A, B)$ は、A 又は B のうち小さい方の値を選択することをいい、 $\text{Max}(A, B)$ は、A 又は B のうち大きい方の値を選択することをいうものとする。ここで、条件 1 及び条件 2 においては、絶対値の小さい方を選択し、採用することになるが、これは、強い (濃い、輝度差の大きい) ムラに隠れがちな、弱い (薄い、輝度差が小さい) ムラについても検出対象として考慮するためである。ここでは、基準画素 0 と差分対象画素 s_1 との輝度の差分値及び基準画素 0 と差分対象画素 s_{17} との輝度の差分値を算出して組 d_1 における値を決定し、それを組 d_2 、...、 d_{16} と行っているが、基準画素 0 と差分対象画素 $s_1 \sim s_{32}$ との輝度の差分値を先にそれぞれ算出してから、各組における値を決定するようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

条件 1 : 基準画素 0 > 差分対象画素 s_1 かつ基準画素 0 > 差分対象画素 s_{17} の場合 (差分値がどちらも正の値 (凸の条件) の場合)、

$$d_1 = \text{Min} (\text{基準画素 } 0 - \text{差分対象画素 } s_1 , \text{基準画素 } 0 - \text{差分対象画素 } s_{17})$$

条件 2 : 基準画素 0 < 差分対象画素 s_1 かつ基準画素 0 < 差分対象画素 s_{17} の場合 (差分値がどちらも負の値 (凹の条件) の場合)、

$$d_1 = \text{Max} (\text{基準画素 } 0 - \text{差分対象画素 } s_1 , \text{基準画素 } 0 - \text{差分対象画素 } s_{17})$$

条件 3 : 条件 1、2 以外の場合、

$$d_1 = 0$$

【 0 0 4 9 】

以上の条件に基づいて組 $d_1 \sim d_{16}$ までの値を決定する。そして、 d_1 から d_{16} の

結果の中に、条件3の結果である0の値を有する組がいくつ存在するかを計数する。0の個数が少ないほどムラ（欠陥）の存在確率が高くなり、多いほどムラの存在確率が低くなる。このことを考慮して、ある値を閾値にし、0の個数が閾値未満であればその領域にムラが存在するとして、決定したd1～d16の値の中で絶対値が最大となる値を基準画素0における処理結果の値のデータとする。一方、0の個数が閾値以上であれば、その領域にムラが存在しないものとして、基準画素0における処理結果として0をデータとする。ここで、閾値は任意に定めることができるが、例えばd1～d16の結果総数の1/2（本実施の形態では例えば8となる）としてもよい。

【0050】

図8はムラ強調画像を表した図である。図8(a)は1/8縮小画像に対するムラ強調画像、図8(b)は1/16縮小画像に対するムラ強調画像、図8(c)は1/32縮小画像に対するムラ強調画像を表す。例えば、基準画素にしても所定の差分対象画素が得られない、端の方の画素を除き、フィルタによる処理が可能なすべての画素を基準画素0として、上述のムラ強調処理を行い、それぞれの基準画素について処理結果の値を算出する。その結果の結果を画像にしたものがムラ強調画像となる。

10

【0051】

図9は合成したムラ強調画像を表す図である。ある表示画面4に対して複数のムラ強調画像が存在する場合、それぞれの画像に基づいてムラ欠陥の判断処理を行うようにしてもよいが、本実施の形態では複数の画像を合成したムラ強調画像を作成し、この画像に対して後の欠陥候補抽出処理等、ムラ欠陥の判断処理を行うようにする。合成することにより、例えば様々な大きさ、形状のムラに対応させることができる。また、例えば、あるムラ強調画像では分離されてとらえられたムラを、合成することにより元の1つのムラとしてとらえるようにすることもできる。

20

【0052】

合成処理の方法であるが、まず、それぞれのムラ強調画像のサイズが異なっているので、例えば合成対象となるムラ強調画像のうち、最も大きい画像にサイズを揃えるようにする。そのため、最も大きい画像以外の画像については、拡大処理（例えば、前述した縮小処理とは逆の手順で1画素分を4画素分、16画素分に拡大する）を行う。

【0053】

次に合成処理を行うが、本実施の形態では3枚の画像を合成するので、対応する位置（座標）に3つの画素（輝度値）が存在することになる。合成を行う際、欠陥検出処理手段7Cは、各位置における3つの画素の輝度値のデータを比較し、輝度値の絶対値が最大の値の輝度値を、合成するムラ強調画像の画素の輝度値として採用する。この処理を全画素に対して行う。

30

【0054】

図10はムラ欠陥候補を表す画像を表す図である。図10(a)は白ムラ欠陥（明欠陥）候補を表す画像、図10(b)は黒ムラ欠陥（暗欠陥）候補を表す画像となる（図10(b)は候補の部分が白になっている）。ムラ欠陥候補抽出処理では、ムラ強調画像に基づいて、ムラ欠陥候補となるムラを抽出処理する。候補として抽出するかどうかの判断を行うために、ムラ検出処理手段7Cは、ムラ強調画像の全画素の輝度の平均値 av_r 及び標準偏差を算出する。そして、例えば、以下の(3)式及び(4)式で表される $w_s1level$ 、 $b_s1level$ をそれぞれ白ムラ欠陥閾値、黒ムラ欠陥閾値として決定する。ここで、 α_1 、 α_2 は任意の係数であり、 $\alpha_1 = \alpha_2$ でもよい。

40

$$w_s1level = av_r + \alpha_1 \cdot \dots (3)$$

$$b_s1level = av_r - \alpha_2 \cdot \dots (4)$$

【0055】

ムラ強調画像の各画素について、白ムラ欠陥検出候補の選出を行う場合、ムラ検出処理手段7は、輝度値のデータに基づいて、輝度値が白ムラ欠陥閾値以上であれば候補と判断する。また、黒ムラ欠陥検出候補の選出を行う場合は、輝度値が黒ムラ欠陥閾値以下であれば候補と判断する。以上の処理をムラ強調画像の全画素に対して行うことにより、白ム

50

ラ欠陥候補を表す画像と黒ムラ欠陥候補を表す画像とを得ることができる。

【0056】

次に欠陥検出後処理手段7Dによる、最終的な欠陥判断による検査処理又は検査者が行う検査の支援処理について説明する。上述した判断により作成した白ムラ欠陥検出候補の画像、黒ムラ欠陥検出候補の画像に対し、検出後処理手段7Dはblob処理を行う。blob処理を行って、各欠陥候補の特性値を算出する。ここで、blobとは、画像内に存在する特定範囲の値を有する「かたまり」のことであり、本実施の形態では、白ムラ又は黒ムラ欠陥検出候補とした領域である。欠陥候補の特性値となるものとしては、例えば、ムラ欠陥候補の領域面積(画素の集まり具合)、その領域の輝度の平均値がある。本実施の形態では欠陥検出後処理手段7Dが、各欠陥検出候補について、これらの値をデータとして算出する。また、領域の重心位置(座標値)、欠陥候補の領域内における輝度の最大値、最小値等を算出するようにしてもよい。

10

【0057】

算出した特性値に基づいて、欠陥検出後処理手段7Dは、ムラ欠陥に基づく検査対象のランク処理を行う。ランク処理とは、欠陥の程度に基づいて、検査対象のランク分け(区分分け、レベル分け)等を行う処理である。本実施の形態では、欠陥候補の領域面積(例えば全欠陥候補の領域面積の和)及び平均輝度値に基づいてランク処理を行う。

【0058】

ここでは、例えばblob処理で算出する、領域面積を縦軸、輝度の平均値を横軸とし、あらかじめ定めた閾線を付したグラフに基づいて、ランク分けを行う。実際には、グラフは領域面積及び輝度の平均値のデータに対し、対応する閾値のデータが関連づけられ、例えばテーブル形式で記憶手段7Eに記憶されている。そして、算出した領域面積及びその輝度の平均値に対し、閾線を境界として、属する範囲により、検査対象である表示画面4(それを表示する表示体等)のランク分け等を行う。

20

【0059】

そのランクについて、例えば、カラー表示可能なプロジェクタに用いられる液晶パネル等では、人間の比視感度等を考慮すると、緑、赤、青の順に、高品質なパネルが要求される。したがって、ランク処理において、各色(緑、赤、青)のパネルとして用いることができるかどうかを基準に液晶パネルのランクを分けるようにしてもよい。

【0060】

以上のように、第1の実施の形態によれば、ムラ検出処理手段7Cが、等距離又は等距離にあるとみなせるすべての画素に対して画素の組 $s_1 \sim s_{32}$ を設定し、基準画素0に対してすべての方向の画素をムラ強調のために考慮したフィルタに基づいて、強調画像を作成するので、より精度の高いムラ強調、検出を行うことができる。また、条件に基づいて、基準画素0の輝度値が点对称の関係にある2つの画素の輝度値よりも大きい又は小さい場合のみムラ検出の対象として扱うようにしたので、画像においてエッジの部分を強調してしまふことなく、ムラ成分だけを強調し、検出することができる。また、絶対値の小さい方を画素の組の値として採用することにより、輝度差が小さくムラとして薄い部分も考慮したムラ成分の検出を行うことができる。縮小画像に対しても、強調画像となる処理結果をデータとして算出するようにしたので、大きさ、形状不定の様々なムラを強調、検出することができる。そして、これらを合成処理することにより、例えばある画像のデータを処理しただけだと分離して検出されてしまうムラを1つに合成できる等、より現実に近いムラ検出を行うことができる。また、欠陥検出前処理手段7Cが、カメラ6が撮像した撮像対象画面の画像データに対して、背景差分処理、形状補正処理及び平滑化処理を行って、矩形状の表示画面の画像データにしてからムラ検出処理手段7Bが処理を行うようにしたので、プロジェクタ1、ノイズ等の影響を除去し、スクリーン3とカメラ6の位置関係に基づく画面の形状歪み等を補正することで本来の検査、検出対象の画面に近づけた上で処理を行うことができる。ムラ検出処理手段7Cは、さらに処理結果の値の平均値及び標準偏差に基づいて、白ムラ及び/又は黒ムラのそれぞれの欠陥候補の選出を行うようにしたので、検出したムラについて、欠陥判断の基礎となる候補の選出を行うことができ

30

40

50

る。その候補に対して検出後処理手段7Dが、例えば白ムラ又は黒ムラの領域面積及び領域面積の輝度値等、欠陥候補の特性に応じてランク処理等を行うことにより、例えば製品としての品質、価値等による区分け(レベル分け等)をすることができる。

【0061】

実施の形態2.

上述の第1の実施の形態では、縮小画像の作成を元の表示画面4の画像の1/8、1/16及び1/32の縮小画像を作成して、その後の処理を行った。本発明はこれに限定されるものではなく、例えば検出したいムラの大きさに基づいて、任意の縮小倍率をにすることができる。

【0062】

実施の形態3.

第1の実施の形態において、欠陥検出前処理手段7Aが縮小画像を作成し、各縮小画像に対して、ムラ検出処理手段7Cがフィルタを適用してムラ成分強調処理を行った。画像の大きさを変更することは、表示画面4に対し、フィルタの大きさを相対的に変更することになるため、様々な大きさのムラに対応させることが可能である。

【0063】

逆に、処理結果の値を算出するための計算量はかなり多くなるものの、フィルタにおいて、基準画素と差分対象画素との距離を変更させ、フィルタの大きさを変更することによっても、同じように様々な大きさのムラに対応した処理結果の値を算出することができる。また、画像及びフィルタの大きさをともに変更して処理を行うようにしてもよい。

【0064】

実施の形態4.

上述の実施の形態では、ムラ欠陥候補を選出し、ムラ欠陥であるかどうかを評価し、区分け(レベル分け)を行ったが、例えば、ムラ検出については、ムラ検出処理手段7Cを備えた画像処理検査装置7が行い、検出されたムラが欠陥であるかどうかの評価の最終的な判断は人間が行うようにしてもよい。

【0065】

実施の形態5.

上述の実施の形態では、検査対象としてTFT液晶パネルに対して、ムラの検出、欠陥検査を適用する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、有機又は無機電界発光(EL)素子、光反射型の制御素子等を有するパネル、プラズマディスプレイ等の表示装置についても本発明を適用できる。また、例えば、これらの表示装置(パネル)を組み込んだ完成製品であるフロントプロジェクタ、リアプロジェクタ等にも本発明を適用することができる。さらに印刷物等のムラ検出、検査についても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】第1の実施の形態に係るムラ検出方法を実現するシステムの構成図。

【図2】欠陥検出検査の処理の流れを表す図。

【図3】背景差分処理を説明するための画面を表した図。

【図4】差分画像と抽出した表示エリアの画像を表す図。

【図5】縮小画像の作成処理を表す図。

【図6】疑似的に作成したムラ欠陥を有する画像を表す図。

【図7】本実施の形態で用いるフィルタを表す図。

【図8】ムラ強調画像を表した図。

【図9】合成したムラ強調画像を表す図。

【図10】ムラ欠陥候補を表す画像を表す図。

【符号の説明】

【0067】

1 プロジェクタ、2 表示パネル、3 スクリーン、4 表示画面、5 パターンジ

10

20

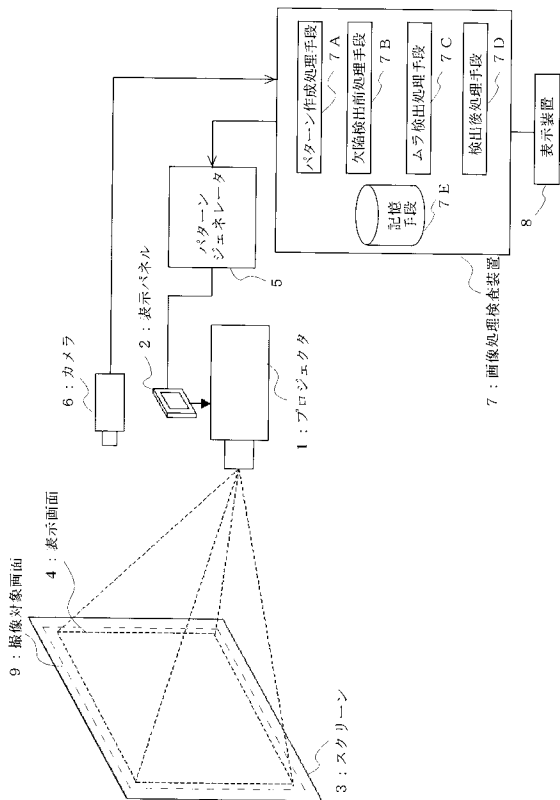
30

40

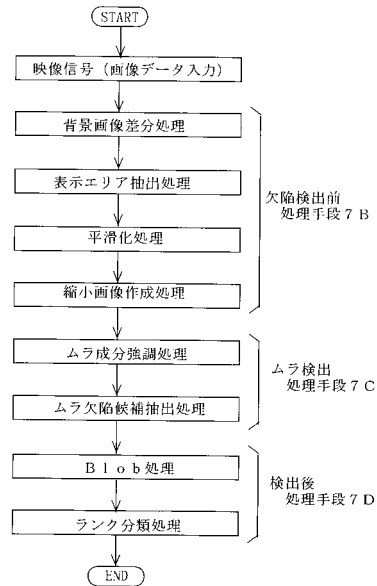
50

エネレータ、6 カメラ、7 画像処理検査装置、7 A パターン作成処理手段、7 B 欠陥検出前処理手段、7 C ムラ検出処理手段、7 D 検出後処理手段、8 表示装置、9 撮像対象画面

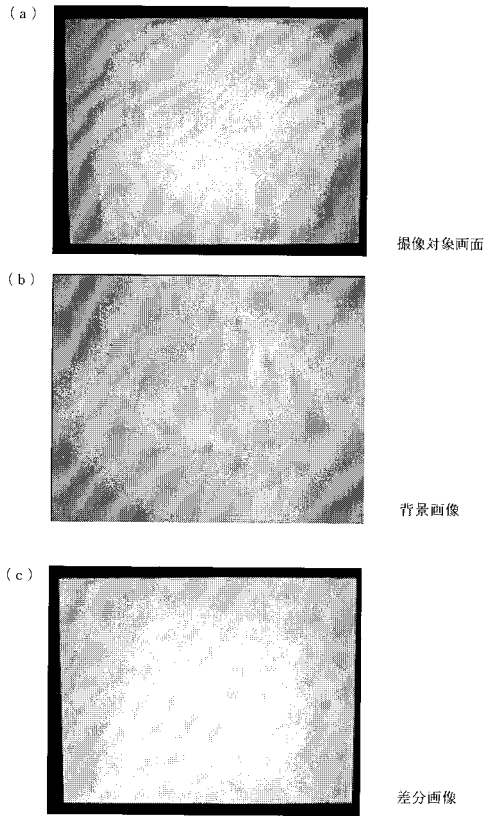
【 図 1 】



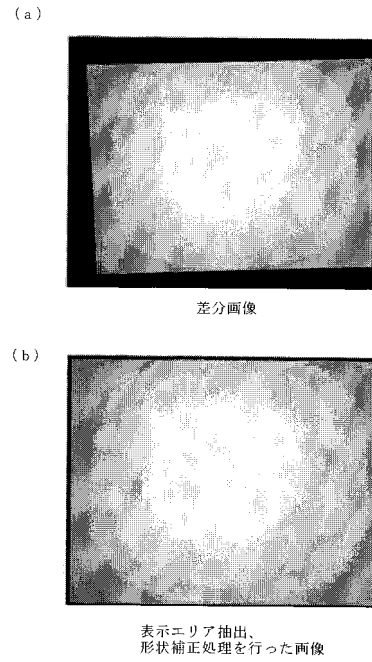
【 図 2 】



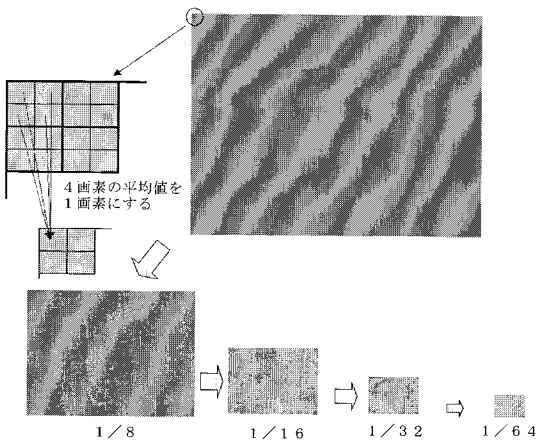
【 図 3 】



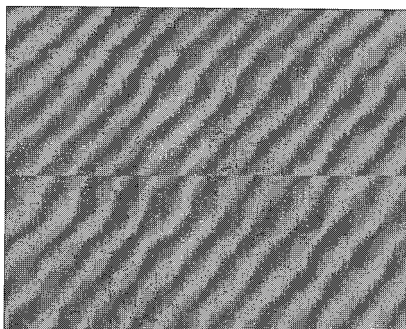
【 図 4 】



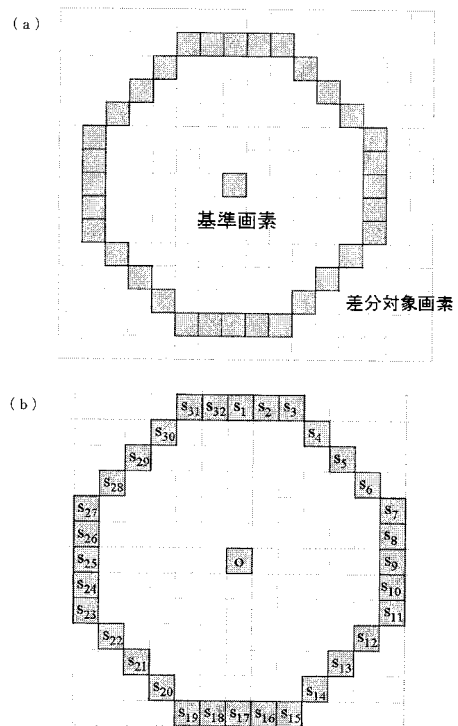
【 図 5 】



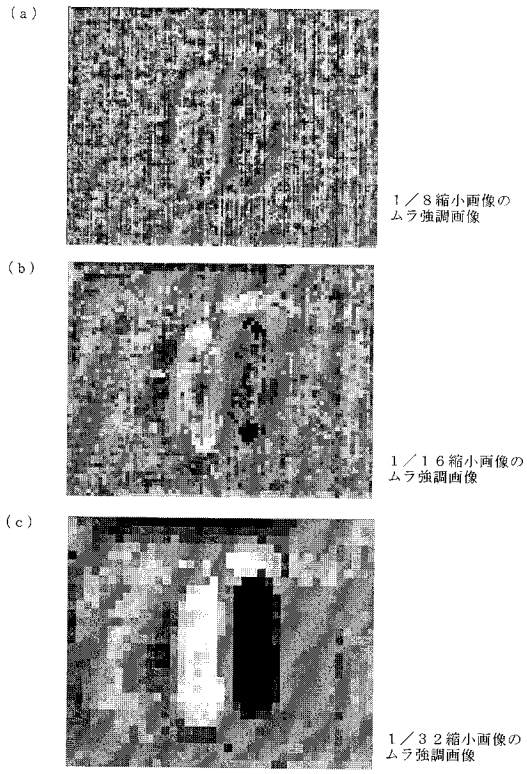
【 図 6 】



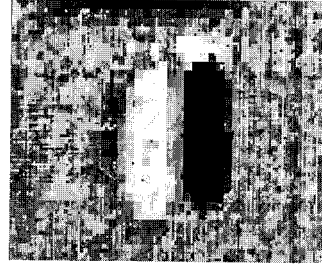
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 小島 広一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 市川 裕也

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 村上 拓史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB02 CC25 DD04 FF01 FF04 HH15 JJ03 JJ14 JJ26

QQ06 QQ13 QQ15 QQ24 QQ25 QQ31 QQ42 RR09

2G051 AA73 AB02 AB20 AC11 CA04 EA08 EB01

2G086 EE10 EE12

2H088 FA12 FA13 FA30 HA06 MA20