

(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2005-165387
(P2005-165387A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO6T 1/00	GO6T 1/00 305A	2G051
GO1N 21/88	GO1N 21/88 J	2H088
GO2F 1/13	GO2F 1/13 101	5B057
GO6T 5/20	GO6T 5/20 B	5C006
GO9G 3/20	GO9G 3/20 670Q	5C080
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-399662 (P2003-399662)	(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15年11月28日(2003.11.28)	(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
		最終頁に続く	

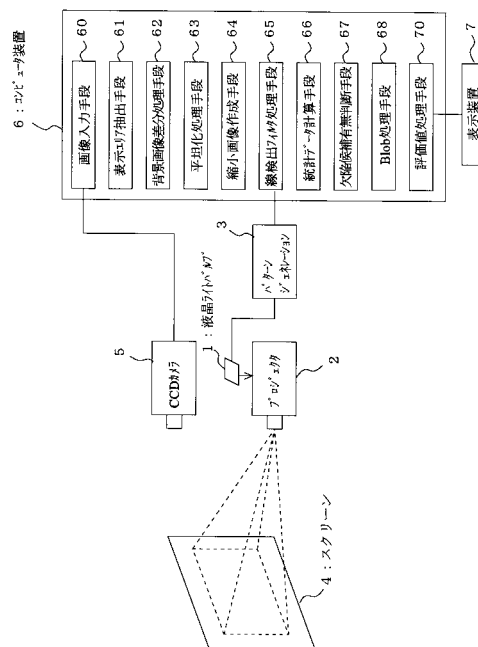
(54) 【発明の名称】 画面のスジ欠陥検出方法及び装置並びに表示装置

(57) 【要約】

【課題】 白スジに限らず、黒スジも検出でき、さらに各種サイズのスジ欠陥を高精度に検出することができることを目的とする。

【解決手段】 撮像画像のスジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対してそれぞれ線検出フィルタをかける工程は、各方向に領域を3分割し、各分割領域毎に重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、撮像画像に対して3つの分割領域強調フィルタをかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検査対象の画面を撮像した画像に対してスジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対してそれぞれ線検出フィルタをかける工程と、線検出フィルタをかけて異なる方向でスジ欠陥が強調されたそれぞれの画像の所定領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算する工程と、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データと該閾値から欠陥候補の有無を判断する工程とを有する画面のスジ欠陥検出方法において、

前記線検出フィルタをかける工程は、

各方向に領域を3分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、

前記画像に対して線検出フィルタの3つの分割領域強調フィルタをかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたことを特徴とする画面のスジ欠陥検出方法。

10

【請求項 2】

前記線検出フィルタをかける工程を行う前に、被検査対象の画面を撮像し、その画面の中から被検査部の画像部分を抽出する工程と、

抽出した被検査部の画像と背景画像との差を取って被検査対象以外によって生じる輝度変化を除去した背景差分画像を作成する工程と、

背景差分画像におけるムラの影響を除去する平坦化処理を行う工程と、

平坦化処理された画像を複数段階に縮小して複数の縮小画像を作成する工程と、

を設けたことを特徴とする請求項 1 記載の画面のスジ欠陥検出方法。

20

【請求項 3】

前記線検出フィルタをかける工程は、水平線の強調処理を行う横線検出フィルタと、垂直の線の強調処理を行う縦線検出フィルタと、 $+45^\circ$ の斜め線検出フィルタと、 -45° の斜め線検出フィルタとによって行われることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画面のスジ欠陥検出方法。

【請求項 4】

前記線検出フィルタをかける工程は、線検出フィルタをかけると同時に当該画像の階調の中央値をオフセット値として加算することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出方法。

30

【請求項 5】

前記統計データを計算する工程における統計データは、異なる方向でスジ欠陥が強調処理されたそれぞれの画像の所定領域における各画素の輝度値を取得し、取得した輝度値から求めた所定領域全体における平均値、標準偏差、最大値及び最小値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画面のスジ欠陥検出方法。

【請求項 6】

前記欠陥候補の有無を判断した工程以降に、欠陥候補有りの画像に対して、白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と、評価値基準データを求める blob 処理を行う工程と、

blob 処理により求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと所定領域全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行う工程と、

を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出方法。

40

【請求項 7】

前記 blob 処理を行う工程における評価値基準データは、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積であることを特徴とする請求項 6 記載の画面のスジ欠陥検出方法。

【請求項 8】

50

前記評価値計算処理を行う工程における欠陥評価値は、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と、所定領域全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により求めたものであることを特徴とする請求項 6 記載の画面のスジ欠陥検出方法。

【請求項 9】

被検査対象の画面を撮像した画像に対してスジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対してそれぞれ線検出フィルタをかける線検出フィルタ処理手段と、異なる方向でスジ欠陥が強調されたそれぞれの画像の所定領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算する統計データ処理手段と、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データと該閾値から欠陥候補の有無を判断する欠陥候補有無判断手段とを有する画面のスジ欠陥検出装置において、

10

前記線検出フィルタ処理手段は、各方向に領域を 3 分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる 3 つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、

該線検出フィルタの 3 つの分割領域強調フィルタを各縮小画像に対してかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する 2 つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する 2 つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出することを特徴とする画面のスジ欠陥検出装置。

【請求項 10】

20

被検査対象の画面を撮像し、その画面の中から被検査部の画像部分を抽出する表示エリア抽出手段と、

抽出した被検査部の画像と背景画像との差を取って被検査対象以外によって生じる輝度変化を除去した背景差分画像を作成する背景差分処理手段と、

背景差分画像におけるムラの影響を除去する平坦化処理を行う平坦化処理手段と、

平坦化処理された画像を複数段階に縮小して複数の縮小画像を作成し、前記線検出フィルタ処理手段に送る縮小画像作成手段と、

を設けたことを特徴とする請求項 9 記載の画面のスジ欠陥検出装置。

【請求項 11】

前記線検出フィルタ処理手段は、水平線の強調処理を行う横線検出フィルタと、垂直の線の強調処理を行う縦線検出フィルタと、 $+45^\circ$ の斜め線検出フィルタと、 -45° の斜め線検出フィルタとからなることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の画面のスジ欠陥検出装置。

30

【請求項 12】

前記線検出フィルタ処理手段は、線検出フィルタをかけると同時に当該画像の階調の中央値をオフセット値として加算することを特徴とする請求項 9 ~ 11 記載の画面のスジ欠陥検出装置。

【請求項 13】

前記統計データ処理手段が計算する統計データは、異なる方向でスジ欠陥が強調処理されたそれぞれの画像の所定領域における各画素の輝度値を取得し、取得した輝度値から求めた所定領域全体における平均値、標準偏差、最大値及び最小値であることを特徴とする請求項 9 ~ 12 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出装置。

40

【請求項 14】

前記欠陥候補有無判断手段が判断した欠陥候補有りの画像に対して、白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と、評価値基準データを求める blob 処理を行う blob 処理手段と、

blob 処理手段が求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと所定領域全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行う評価値処理手段と、

を有することを特徴とする請求項 9 ~ 13 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出装置

50

。

【請求項 15】

前記 blob 処理手段が blob 処理により求めた評価値基準データは、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積であることを特徴とする請求項 14 記載の画面のスジ欠陥検出装置。

【請求項 16】

前記評価値処理手段が評価値計算処理を行う欠陥評価値は、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と、所定領域全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により求めたものであることを特徴とする請求項 14 記載の画面のスジ欠陥検出装置。

10

【請求項 17】

請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出方法又は請求項 9 ~ 16 のいずれかに記載の画面のスジ欠陥検出装置を用いてスジ欠陥の検査が行われた表示体を有することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶パネル等の表示デバイスやその応用製品であるプロジェクタ等の製造における検査工程において、スジ欠陥を精度よく自動的に検出する画面のスジ欠陥検出方法及び装置並びに表示装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来 LCD パネル検査における線ムラ検出方法は、LCD パネルの濃淡画像の各画素を注目画素とし、各注目画素毎に、注目画素を中心とする所定範囲内において、垂直方向、水平方向および少なくとも 2 つの斜め方向毎に、画素値の足し込み演算を行い、各演算結果のうちの最大値を当該注目画素の画素値とする処理を行うことにより、線ムラ抽出用画像を生成するステップ、ならびに線ムラ抽出用画像を所定の閾値を用いて 2 値化処理することにより、線ムラを検出するステップを備えてなるものである（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

30

【特許文献 1】特開平 10 - 240933 号公報（第 1 頁、図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来 LCD パネル検査における線ムラ検出方法は、LCD パネルの濃淡画像の各注目画素毎に、注目画素を中心とする所定範囲内において、垂直方向、水平方向および少なくとも 2 つの斜め方向毎に、画素値の足し込み演算を行い、各演算結果のうちの最大値を当該注目画素の画素値とする処理を行うことにより、線ムラ抽出用画像を生成し、背景よりも輝度の高い線ムラを検出するようにしているから、背景よりも輝度の低い線ムラ、例えば黒スジは検出することができない。

40

また、細いスジと太いスジでは、一般に別の閾値を用いて欠陥を抽出する必要があるが、従来例では、このサイズ毎の配慮がなされていないため、目視検査との整合性がとれないという問題点があった。

【0005】

本発明はかかる問題点を解決するためになされたもので、白スジに限らず、黒スジも検出でき、さらに各種サイズのスジ欠陥を高精度に検出することができる画面のスジ欠陥検出方法及び装置並びに表示装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法は、被検査対象の画面を撮像した画像に対してス

50

ジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対して線検出フィルタをかける工程と、異なる方向でスジ欠陥が強調されたそれぞれの画像の所定領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算する工程と、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データと該閾値から欠陥候補の有無を判断する工程とを有するスジ欠陥検出方法において、前記線検出フィルタをかける工程は、各方向に領域を3分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、前記画像に対して線検出フィルタの3つの分割領域強調フィルタをかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたものである。

10

【0007】

このように線検出フィルタをかける工程を構成したことにより、白スジ欠陥の成分とは逆方向成分を誤検出することなく、白スジ欠陥だけを高精度に検出することができる。

さらに、線検出フィルタをかける工程により、異なる方向でスジ欠陥が強調された画像の全領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算し、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データから欠陥候補の有無を判断するようにしたので、撮像画像について白スジもない良品かどうかの判定を短時間で容易にすることができる。

【0008】

20

また、前記線検出フィルタをかける工程を行う前に、被検査対象の画面を撮像し、その画面の中から被検査部の画像部分を抽出する工程と、抽出した被検査部の画像と背景画像との差を取って被検査対象以外によって生じる輝度変化を除去した背景差分画像を作成する工程と、背景差分画像におけるムラの影響を除去する平坦化処理を行う工程と、平坦化処理された画像を複数段階に縮小して複数の画像を作成する工程とを設けたので、縮小画像を作成する工程で縮小される画像は、照明やレンズなど被検査対象以外によって生じるスジもなく、ムラの影響もなく、各縮小画像に対して線検出フィルタをかける工程によって得られる画像は各種サイズのスジ欠陥だけが強調されたものとなる。

【0009】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法において、前記異なる方向に対して線検出フィルタをかける工程は、水平線の強調処理を行う横線検出フィルタと、垂直の線の強調処理を行う縦線検出フィルタと、 $+45^\circ$ の斜め線検出フィルタと、 -45° の斜め線検出フィルタとによって行われる。

30

このように構成したことにより、画面の横、縦、斜めに表れるスジ欠陥を強調処理することができる。

【0010】

また、本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法において、前記線検出フィルタをかける工程は、線検出フィルタをかけると同時に当該画像の階調の中央値をオフセット値として加算するものである。

このように構成したことにより、線検出フィルタ処理された画像について、白スジだけでなく、黒スジについても高精度に検出することができる。

40

【0011】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法において、前記統計データを計算する工程における統計データは、異なる方向でスジ欠陥が強調処理されたそれぞれの画像の所定領域における各画素の輝度値を取得し、取得した輝度値から求めた所定領域全体における平均値、標準偏差、最大値及び最小値であるので、白スジと黒スジの輝度値の閾値は平均値と標準偏差とに基づいて設定することができる。

【0012】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法において、前記欠陥候補の有無を判断した工程以降に、欠陥候補有りの画像に対して、白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と、評

50

価値基準データを求めるb l o b処理を行う工程と、b l o b処理により求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと所定領域全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行う工程を設けたものである。

【0013】

このように構成したことにより、欠陥候補有りの画像に対して、白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と、評価値基準データを求めるb l o b処理を行い、その後b l o b処理により求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと画面全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行うことにより、評価値計算処理により求めた評価値により白スジ又は黒スジの欠陥のランクを決定することができ、白スジ又は黒スジについて欠陥サイズの大小にかかわらず、スジ欠陥を高精度に検出することができ、しかもb l o b処理の対象が欠陥候補有りの画像だけであるために演算時間が短かくて済み、欠陥のランク付けも短時間に行うことができることとなった。

10

【0014】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出方法において、前記b l o b処理を行う工程における評価値基準データは、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積であり、前記評価値計算処理を行う工程における欠陥評価値は、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と、所定領域全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により求めたものであるので、欠陥候補における白スジと黒スジの欠陥の程度を、定量的に評価することができる。

20

【0015】

また、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置は、被検査対象の画面を撮像した画像に対してスジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対して線検出フィルタをかける線検出フィルタ処理手段と、異なる方向でスジ欠陥が強調されたそれぞれの画像の所定領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算する統計データ処理手段と、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データと該閾値から欠陥候補の有無を判断する欠陥候補有無判断手段とを有する画面のスジ欠陥検出装置において、前記線検出フィルタ処理手段は、各方向に領域を3分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、該線検出フィルタの3つの分割領域強調フィルタを各縮小画像に対してかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたものである。

30

【0016】

このように線検出フィルタ処理手段を構成したことにより、白スジ欠陥の成分とは逆方向成分を誤検出することなく、白スジ欠陥だけを高精度に検出することができる。

さらに、線検出フィルタ処理手段が画像に対してスジ欠陥を強調して検出するために異なる方向に対して線検出フィルタをかけ、統計データ処理手段が異なる方向でスジ欠陥が強調されたそれぞれの画像の全領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算し、欠陥候補有無判断手段が統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データと該閾値から欠陥候補の有無を判断するようにしたので、画像について白スジもない良品かどうかの判定を短時間で容易にすることができる。

40

【0017】

また、線検出フィルタ処理手段が線検出フィルタをかける前に、画像入力手段が被検査対象の画面を撮像し、表示エリア抽出手段がその画像の中から被検査部の画面部分を抽出し、背景差分処理手段が抽出した被検査部の画像と背景画像との差を取って被検査対象以外によって生じる輝度変化を除去した背景差分画像を作成し、平坦化処理手段が背景差分画像におけるムラの影響を除去する平坦化処理を行い、縮小画像作成手段が平坦化処理された画像を複数段階に縮小して複数の縮小画像を作成するので、縮小画像作成手段によっ

50

て縮小される画像は被検査対象以外によって生じるスジもなく、ムラの影響もなく、線検出フィルタ処理手段によって線検出フィルタがかけられる各種サイズの縮小画像は被検査対象のスジ欠陥だけが強調されたものとなる。

【0018】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置において、前記線検出フィルタ処理手段は、水平線の強調処理を行う横線検出フィルタと、垂直の線の強調処理を行う縦線検出フィルタと、 $+45^\circ$ の斜め線検出フィルタと、 -45° の斜め線検出フィルタとする。

このように構成したことにより、画面の横、縦、斜めに表れるスジ欠陥を強調処理することができる。

【0019】

また、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置において、前記線検出フィルタ処理手段は線検出フィルタをかけると同時に当該画像の階調の中央値をオフセット値として加算するようにしたものである。

このように構成したことにより、線検出フィルタ処理された画像について、各画素の輝度値に基づく統計データを計算し、統計データに基づいて白スジだけでなく黒スジについても輝度値の閾値を設定し、これらの閾値から欠陥候補を抽出するようにしたので、処理時間のかかる線検出フィルタ処理を白スジと黒スジで別々に行う必要がなくなり、処理時間を短縮することができる。

【0020】

さらに、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置において、前記統計データ処理手段が計算する統計データは、異なる方向でスジ欠陥が強調処理されたそれぞれの画像の所定領域における各画素の輝度値を取得し、取得した輝度値から求めた画面全体における平均値、標準偏差、最大値及び最小値であるので、白スジと黒スジの輝度値の閾値は平均値と標準偏差とに基づいて設定することができる。

【0021】

また、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置において、前記欠陥候補有無判断手段が判断した欠陥候補有りの画像に対して、白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と評価値基準データを求めるb l o b処理を行うb l o b処理手段と、b l o b処理手段が求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと所定領域全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行う評価値処理手段とを有する

【0022】

このように構成したことにより、前記b l o b処理手段が白スジ又は黒スジの欠陥候補の抽出と、評価値基準データを求めるb l o b処理を行い、その後評価値処理手段がb l o b処理により求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の評価値基準データと所定領域全体の輝度値の統計データに基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行うことにより、評価値計算処理により求めた評価値により白スジ又は黒スジの欠陥のランクを決定することができ、白スジ又は黒スジについて欠陥サイズの大小にかかわらず、スジ欠陥を高精度に検出することができ、しかもb l o b処理の対象が欠陥候補有りの画像だけであるために演算時間が短かくて済み、欠陥のランク付けも短時間に行うことができることとなった。

【0023】

また、本発明に係る画面のスジ欠陥検出装置において、前記b l o b処理手段がb l o b処理により求めた評価値基準データは、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積であり、前記評価値処理手段が評価値計算処理を行う欠陥評価値は、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と、所定領域全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により求めたものであるため、欠陥候補における白スジと黒スジの欠陥の程度を定量的に評価することができる。

【0024】

さらに、本発明に係る表示装置は、上記の画面のスジ欠陥検出方法又は画面のスジ欠陥

10

20

30

40

50

検出装置を用いてスジ欠陥の検査が行われた表示体を有する。

従って、最終的にスジ欠陥の検査が行われた表示体を有する表示装置を得ることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明の画面のスジ欠陥検出方法は、線検出フィルタをかける工程が各方向に領域を3分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、画像に対して線検出フィルタの3つの分割領域強調フィルタをかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたので、白スジ欠陥の成分とは逆方向成分を誤検出することなく、白スジ欠陥だけを高精度に検出することができる。

10

また、線検出フィルタをかける工程により、異なる方向でスジ欠陥が強調された画像の全領域における画素の輝度値に基づく統計データを計算し、統計データに基づいて輝度値の閾値を設定し、統計データから欠陥候補の有無を判断するようにしたので、画像について白スジもない良品かどうかの判定を短時間で容易にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

図1は本発明の実施の形態1に係る画面のスジ欠陥検出装置の構成を示すブロック図である。

20

図1において、1は検査対象である液晶ライトバルブ、2は画像投影装置であるプロジェクタであり、液晶ライトバルブ1を外部からセットできるようになっている。3は液晶ライトバルブ1に各種パターンを出力するパターン生成装置であるパターンジェネレータ、4はスクリーン、5はスクリーン4に投影された画像を撮影する撮像手段であるCCDカメラであり、液晶ライトバルブ1の解像度以上の解像度を有するCCDを搭載している。6はパターンジェネレータ3及びCCDカメラ5を制御し、液晶ライトバルブ1のスジ欠陥を検出するコンピュータ装置、7はコンピュータ装置6に接続された表示装置である。

30

【0027】

コンピュータ装置6は、画像入力手段60と、表示エリア抽出手段61と、背景画像差分処理手段62と、平坦化処理手段63と、縮小画像作成手段64と、線検出フィルタ処理手段65と、統計データ計算手段66と、欠陥候補有無判断手段67と、blob処理手段68と、評価値処理手段69とから構成されている。

コンピュータ装置6の画像入力手段60には、CCDカメラ5で撮像された取込画像の画像データが入力される。その取込画像は図示しない記憶手段に記憶される。

表示エリア抽出部61は、取込画像から被検査部の画像部分だけを抽出する。背景画像差分処理手段62は、表示エリアの画像と予め作成された背景画像との差を取って検査対象以外のものによって生じるスジを除去した背景差分画像を得る。

40

【0028】

平坦化処理手段63は、背景差分画像の広い範囲のムラの影響を除去する。縮小画像作成手段64は、平坦化処理された画像から複数段階の縮小画像を作成する。線検出フィルタ処理手段65は、各縮小画像に対して異なる方向の線検出フィルタをかけてスジ欠陥を強調して検出する。

統計データ計算手段66はスジ欠陥が強調された画像の全領域における各画素の輝度値から画面全体の輝度値の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を算出する。

【0029】

欠陥候補有無判断手段67は、輝度値の平均値、標準偏差、最大値及び最小値に基づいて白スジ及び黒スジの閾値を設定し、これらの値と該閾値とから欠陥候補の有無を判断す

50

る。

b 1 o b 処理手段は 6 8 は、欠陥候補の白スジ又は黒スジの抽出と最大輝度、最小輝度、面積を求める。

評価値処理手段 6 9 は、b 1 o b 処理により求めた白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と画面全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する。

【0030】

次に、本発明の実施の形態 1 のスジ欠陥検出装置の動作について説明する。

図 2 はこの実施の形態 1 のスジ欠陥検出装置の動作を説明するためのフローチャートである。図 2 に示す動作はコンピュータ装置 6 上で実行されるプログラムにより実現されているものである。

まず、プロジェクタ 2 に検査対象の液晶ライトバルブ 1 をセットし、コンピュータ装置 6 によりパターンジェネレータ 3 を制御して液晶ライトバルブ 1 上に特定の明るさのパターンを表示させ、それをプロジェクタ 2 によりスクリーン 4 に投影する。そして、スクリーン 4 上に投影された画像を CCD カメラ 5 で撮影し、その撮影データの画像をコンピュータ装置 6 へ出力し、コンピュータ装置 6 によりスジ欠陥検出処理を行い、液晶ライトバルブ 1 のスジ欠陥の検出結果を表示装置 7 に表示する。

【0031】

ここで、コンピュータ装置 6 によるスジ欠陥検出の動作について図 2 のフローチャートに基づいて説明する。

まず、スクリーン 4 上に投影された画像を CCD カメラ 5 で撮影し、その撮影データの画像がコンピュータ装置 6 の画像入力手段 6 0 に取り込まれる、このとき撮影データは、図示しない A / D 変換器により、4 0 9 6 階調のデジタルデータとして、コンピュータ装置 6 に取り込まれる（ステップ S 1）。

次に、表示エリア抽出手段 6 1 は、取り込まれた画像データの中から、被検査部の画面部分だけを抽出する表示エリア抽出を行う（ステップ S 2）。

この抽出画面は、被検査部画像の四隅の座標をパターンマッチング処理（画像データの四隅付近の数十画素×数十画素の 4 つの小領域に対して、それぞれ予め用意した 4 つの隅基準画像とパターンマッチング処理を行い、四隅の座標を特定する）により検出することで抽出することができる。

【0032】

続いて、背景画像差分処理手段 6 2 は、照明やレンズなど液晶ライトバルブ 1 以外のものによって生じる欠陥状の輝度変化を除去するための背景画像差分処理を行う（ステップ S 3）。

この背景画像差分処理は、図 3 の（a）に示す検査対象画像データの被検査部の画面部分だけが抽出された画像から図 3 の（b）に示す背景画像を減算し、輝度データがマイナスにならないように、オフセット値として 2 0 4 8（4 0 9 6 階調の 1 / 2 の値）を加算して、図 3 の（c）に示す背景差分画像を作成するもので、その背景差分画像は 2 つの画像で対応する画素毎の差の画像となる。なお、この背景画像は、できるだけ欠陥のないサンプルを複数枚撮像し、その平均化画像を作成、その画像から被検査部の画面部分だけを抽出して作成したものである。

【0033】

なお、図 5 の（a）に示すグラフは、図 3 の（a）と同様の図 4 の（a）の被検査部の画面部分だけが抽出された画像である背景差分処理前画像の点線部分における輝度値をプロットしたものである。図 5 の（b）に示すグラフは、図 3 の（b）と同様の図 4 の（b）の背景画像の点線部分における輝度値をプロットしたものである。図 5 の（c）に示すグラフは、図 3 の（c）と同様の図 4 の（c）の背景差分処理後画像の点線部分における輝度値をプロットしたものである。

このように図 4 及び図 5 を見ると、背景画像差分処理によって照明やレンズなど液晶ライトバルブ 1 以外のものによって生じる欠陥状の輝度変化が除去されていることが分かる

10

20

30

40

50

。

【0034】

次に、平坦化処理手段63は背景画像差分処理された背景差分画像に対して平坦化処理を行う(ステップS4)。この平坦化処理は、背景画像差分処理された背景差分画像の輝度の緩やかな変化を平坦にする処理であり、比較的広い範囲にわたるムラの影響を除去するために行われるものである。

かかる平坦化処理は、フィルタ処理又はモフォロジ処理によって行われる。

【0035】

さらに、縮小画像作成手段64は、平坦化処理された画像を縮小するサイズ変更処理を行う(ステップS5)。

このサイズ変更処理は、図6に示すように、平坦化処理された画像を1/2、1/4、1/8、1/16及び1/32と5段階の縮小画像を作成するものである。例えば、1/2の縮小画像は平坦化処理された画像の4画素の平均値を1画素として作成するものである。また、1/4の縮小画像は1/2の縮小画像の4画素の平均値を1画素として作成する。

【0036】

従って、平坦化処理された画像が1200×1000の120万画素とすると、1/2の縮小画像は600×500の30万画素、1/4の縮小画像は300×250の7万5千画素、1/8の縮小画像は150×125の1万8750画素、1/16の縮小画像は75×62の4650画素、1/32の縮小画像は38×31の1178画素ということになる。

このように、平坦化処理された画像から5段階の縮小画像を作成するのは、後述する線検出フィルタが所定の大きさのスジ欠陥しか強調させて検出できないので、逆に画像サイズを変えて種々の大きさのスジ欠陥を検出できるようにしたものである。

【0037】

次に、線検出フィルタ処理手段65は、5段階の縮小画像に対してそれぞれ線検出フィルタ処理を行う(ステップS6)。この線検出フィルタ処理は、そのままでは微少なレベルの白・黒スジ・ラビスジ欠陥の検出が難しいために、画像の中のスジ欠陥のみを強調するように、1つの縮小画像に対して、3枚の画像のコピーを作成して、それぞれの画像に対して1種類ずつの線検出フィルタを適用、計4種類の線検出フィルタをかけて欠陥強調演算を行うものである。

4種類の線検出フィルタには、水平の線の強調処理を行う横線検出フィルタと、垂直の線の強調処理を行う縦線検出フィルタと、+45°の線の強調処理を行う斜め線検出フィルタと、-45°の線の強調処理を行う斜め線検出フィルタとがある。図9から図12に各種の線検出フィルタの例を示している。

【0038】

次に、線検出フィルタ処理によるスジ欠陥の検出について図7のフローチャートに基づいて詳細に説明する。なお、図8は線検出フィルタによりスジ欠陥を検出する原理を説明する図である。

まず、縮小画像作成手段64により作成された縮小画像の画像データを用意する(ステップS11)。

次に、縮小画像の画像データに対して、例えば縦線検出を行う場合には3つの縦線検出フィルタをかけて畳み込み演算を行う(ステップS12)。

【0039】

この3つの縦線検出フィルタは、画像の着目する画素周辺を含む数画素×数画素(例えば7×7画素)サイズと同じ大きさの領域にそれぞれ形成されているが、その領域を図8の(a)に示すように左側A、中央B及び右側Cと3分割し、図9に示すように左側の分割領域だけを重み付けした左側強調フィルタFA、中央の分割領域だけを重み付けした中央強調フィルタFB、右側の分割領域だけを重み付けした右側強調フィルタFCの3つからなり、中央強調フィルタFBは左側強調フィルタFA及び右側強調フィルタFCに対し

10

20

30

40

50

て2倍の重み付けがされている。

そして、この3つの縦線検出フィルタであるFA、FB、FCを画像の7×7画素サイズに対してそれぞれかけて畳み込み演算を行う。

【0040】

しかる後は、画像の7×7画素サイズに対して行った3つの縦線検出フィルタであるFA、FB、FCによる畳み込み演算の結果が後述する条件1の式を満足するかどうかでスジ欠陥の検出を行う(ステップS13)。

条件1の式を満足すれば、スジ欠陥が有りということとなり(ステップS14)、条件1の式を満足しなければ、スジ欠陥が無しということとなる(ステップS15)。

さらに、スジ欠陥が検出された場合には、3つの縦線検出フィルタによる畳み込み演算の結果から後述の式に基づいて7×7画素サイズの平均輝度値を算出する(ステップS16)。

次に、算出した平均輝度値にオフセット値を加算し(ステップS17)、縦線検出フィルタ処理が終了する。

【0041】

このように、画像の7×7画素サイズに対して行った3つの縦線検出フィルタである左側強調フィルタFA、中央強調フィルタFB及び右側強調フィルタFCによる畳み込み演算の結果が後述の条件1の式を満足するかどうかでスジ欠陥が検出できる理由を図8に基づいて説明する。

一般に、例えば7×7画素サイズに対して1つの縦線検出フィルタをかけて畳み込み演算を行い、畳み込み演算によりスジ欠陥が強調されるようにしたものでは、その縦線検出フィルタは左側、中央及び右側と3つの領域に分けたときに、中央を左側及び右側よりも重み付けを強くして、且つ左側及び右側の重み付けをマイナス側に設定して中央にスジ欠陥を検出するようにしている。

【0042】

ところが、左側及び右側の重み付けをマイナス側に設定すると、中央にスジ欠陥を検出するが、スジ欠陥の左側及び右側に本来はないはずのスジ欠陥の成分とは逆方向成分が表れてしまい(白スジ欠陥の場合、黒スジ欠陥の成分)、これを検出してしまうために誤検出が生じてしまい、精度を向上させることができないという欠点があるものであった。

そこで、このような欠点を解消するものが、この実施の形態の図9で示す上述した3つの縦線検出フィルタである左側強調フィルタFA、中央強調フィルタFB及び右側強調フィルタFCを用いて畳み込み演算を行う方法である。

【0043】

この3つの縦線検出フィルタである左側強調フィルタFA、中央強調フィルタFB及び右側強調フィルタFCを用いて畳み込み演算を行う方法では、例えば7×7画素サイズに対して3つの縦線検出フィルタである左側強調フィルタFA、中央強調フィルタFB及び右側強調フィルタFCをそれぞれかけた畳み込み演算の結果FVA、FVB、FVCを比較するものである。

この場合、左側強調フィルタFAは左側の分割領域だけを重み付けし、中央強調フィルタFBは中央の分割領域だけを重み付けし、右側強調フィルタFCは右側の分割領域だけを重み付けしており、いずれの強調フィルタも強調領域以外は重み付けをしておらず、数値としては0である。

【0044】

従って、左側強調フィルタFAと中央強調フィルタFBの畳み込み演算の結果FVA、FVBや、右側強調フィルタFCと中央強調フィルタFBの畳み込み演算の結果FVC、FVBを比較した場合に、それらの演算結果に本来はないはずのスジ欠陥の成分とは逆方向成分が表れるてしまうことはない。

また、畳み込み演算の結果FVA、FVB、FVCをそれぞれ比較すると、図8の(b)に示すように7×7画素サイズの中央に白のスジ欠陥があったときには、中央強調フィルタFBの畳み込み演算の結果FVBの数値が高く、左側・右側強調フィルタFA、FCの畳み込

み演算の結果 FVB の数値が低いものとして表れる。

【0045】

また、図 8 の (c) に示すように 7 × 7 画素サイズの中央に黒スジがあったときには、中央強調フィルタ FB の畳み込み演算の結果 FVB の数値が低く、左側・右側強調フィルタ FA、FC の畳み込み演算の結果 FVB の数値が高いものとして表れることとなる。

従って、これをスジ欠陥の検出のための条件 1 とすると、条件 1 は次の数式で表すことができる。

条件 1

白の線状欠陥の検出の場合 ((FVA × 2 < FVB) and (FVC × 2 < FVB))

若しくは

黒の線状欠陥の検出の場合 ((FVA × 2 > FVB) and (FVC × 2 > FVB))

上記条件 1 で、FVA × 2 及び FVC × 2 としたのは、左側強調フィルタ FA 及び右側強調 FC に対して中央強調フィルタ FB の重み付けを 2 倍にしたからである。

【0046】

そして、上記条件 1 を満たすときは、次式により検出されたスジ欠陥の平均輝度値を求めることができる。

$$\text{式 } F_v = (FVB - (FVA + FVC)) / 4 \times 2$$

上記式で、4 × 2 は中央強調フィルタ FB の重み付けをした数値の合計であり、平均輝度値を導き出すために除算する数であり、F_v は輝度値を検出するための係数である。

また、条件 1 を満たさない状態のときは F_v = 0 として扱う。

ここで、条件 1 を満たさない状態のときに、F_v = 0 として扱うのは、図 8 の (b)、(c) 以外の状態を排除する趣旨である、即ち白と黒のスジ欠陥だけを検出するようにしたものである。

【0047】

また、ステップ S7 で、算出した平均輝度値にオフセット値を加算するのは次の理由による。

3 つの縦線検出フィルタをかけた画像は、図 14 の (a) に示すように白スジはプラスの値の階調として表れる、黒スジはマイナスの値の階調として表れるが、画像処理のフォーマットでは画像データは通常、正の値しかとれないため、そのままでは黒スジの成分は 0 となり、処理した画像データには黒スジのデータは存在しないため検出することができない。

そこで、同じ画像から黒スジも検出できるように、画面が 12 bit の 4096 階調で表されるときにはその半分の 2048 の値を、フィルタ処理の結果にオフセット値として加える処理を行う。これにより、図 14 の (b) に示すように黒スジのデータもプラスの階調として表れるので、1 回のフィルタ処理で白スジと黒スジの欠陥を検出することが可能となる。なお、画像フォーマットが、8 bit のグレイスケールの場合、256 階調となり、その半分の 128 の値をフィルタ処理の結果にオフセット値として加える。

【0048】

以上は、縦線検出フィルタについての説明であるが、横線検出フィルタや ±45° の斜め線検出フィルタについても、図 10 ~ 図 12 に示すように縦線検出フィルタと同様にそれぞれ 3 つの強調フィルタを用いて、縦線検出フィルタの線検出フィルタ処理と同様の線検出フィルタ処理を行い、スジ欠陥を検出し、そのスジ欠陥の平均輝度値を算出する。

なお、横線検出フィルタの場合には、図 10 に示すように上側 A、中央 B 及び下側 C と 3 分割し、左側の分割領域だけを重み付けした上側強調フィルタ FA、中央の分割領域だけを重み付けした中央強調フィルタ FB、下側の分割領域だけを重み付けした下側強調フィルタ FC の 3 つからなる。

【0049】

また、+45° 斜め線検出フィルタの場合には、図 11 に示すように左上側 A、斜め中央 B 及び右下側 C と斜めに 3 分割し、左上側の分割領域だけを重み付けした左上側強調フィルタ FA、斜め中央の分割領域だけを重み付けした斜め中央強調フィルタ FB、右下側

10

20

30

40

50

の分割領域だけを重み付けした右下側強調フィルタ F C の 3 つからなる。

さらに、 -45° 斜め線検出フィルタの場合には、図 12 に示すように左下側 A、斜め中央 B 及び右上側 C と斜めに 3 分割し、左下側の分割領域だけを重み付けした左下側強調フィルタ F A、斜め中央の分割領域だけを重み付けした斜め中央強調フィルタ F B、右上側の分割領域だけを重み付けした右上側強調フィルタ F C の 3 つからなる。

【0050】

上述したように、図 13 の (a) に示す 5 段階の縮小画像に対してそれぞれ 3 枚の画像のコピーを作成して、それぞれの画像に対して 1 種類、計 4 種類の線検出フィルタ処理を行うと、図 8 (13) の (b) に示すように各縮小画像から横線検出処理、縦線検出処理、 $+45^\circ$ 線検出処理及び -45° 線検出処理がされた 4 つの画像が得られ、合計 20 個のスジ欠陥が強調処理された画像を得ることとなる。

なお、上記の説明では、縮小画像作成手段 64 でサイズ変更処理を行う画像は平坦化処理された画像としているが、画像入力手段 60 によって取り込まれた画像を縮小画像作成手段 64 によって直ちに縮小し、線検出フィルタ処理手段 65 によって線検出フィルタ処理を行っても欠陥強調演算ができることはいうまでもない。

【0051】

次に、統計データ計算手段 66 は、5 段階の縮小画像に対してそれぞれ 4 種類の線検出フィルタ処理を行って得た 20 個のスジ欠陥が強調処理された画像についてそれぞれの全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める統計データ計算処理を行う (ステップ S7)。

即ち、横線検出処理された 5 段階の縮小画像のそれぞれにつき、全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の輝度値の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める。また、縦線検出処理された 5 段階の縮小画像のそれぞれにつき、全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める。さらに、 $+45^\circ$ 斜め線検出処理された 5 段階の縮小画像のそれぞれにつき、全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める。更にまた、 -45° の斜め線検出処理された 5 段階の縮小画像のそれぞれにつき、全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める。

【0052】

そして、欠陥候補有無判断出手段 67 では、横線検出処理と縦線検出処理と $+45^\circ$ 斜め線検出処理及び -45° 斜め線検出処理された、20 個の画像から求めたそれぞれの平均値、標準偏差、最大値及び最小値に基づいて次式により、各画像の横線閾値、縦線閾値、 $+45^\circ$ 斜め線閾値と -45° の斜め線閾値を計算により求める。

横線閾値 = average (横線検出処理画像の平均値) $\pm a_1$ * (横線検出処理画像の標準偏差)

縦線閾値 = average (縦線検出処理画像の平均値) $\pm a_2$ * (縦線検出処理画像の標準偏差)

$+45^\circ$ 斜め線閾値 = average ($+45^\circ$ 斜め線検出処理画像の平均値) $\pm a_3$ * ($+45^\circ$ 斜め線検出処理画像の標準偏差)

-45° 斜め線閾値 = average (-45° 斜め線検出処理画像の平均値) $\pm a_4$ * (-45° 斜め線検出処理画像の標準偏差)

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 は、ある決められた定数である。

なお、1 つの式の計算結果として 2 つの値が閾値として算出されるが、 $+$ で求めた閾値は白スジ検出のための閾値となり、線検出処理画像の中でこの閾値以上のものを白スジ欠陥候補として検出し、 $-$ で求めた閾値は黒スジ検出のための閾値となり、線検出処理画像の中でこの閾値以下のものを黒スジ欠陥候補として検出することになる。

【0053】

しかし、その前に線検出処理画像内にスジ欠陥候補があるかどうか調べる、すなわち、横線検出処理された各画像から取得した画面全体の輝度値の最大値と最小値、縦線検出処理された各画像から取得した画面全体の輝度値の最大値と最小値、 $+45^\circ$ 斜め線検出処

10

20

30

40

50

理された各画像から取得した画面全体の輝度値の最大値と最小値、 -45° 斜め線検出処理された各画像から取得した画面全体の輝度値の最大値と最小値と、計算された閾値から、各検出処理画面の中にスジ欠陥の候補が存在するかどうか判断を行う(ステップS8)。

【0054】

横線検出処理された各画像については、その画像の輝度値の最大値が横線閾値(+計算)を超えている場合に、白スジのある欠陥候補のものとして、次の粒子解析処理(blob処理)へと進む。

また、その画像の輝度値の最小値が横線閾値(-計算)を超えていない場合に、黒スジのある画像として、次のblob処理へと進む。輝度値の最大値が横線閾値(+計算)を超えておらず、且つ輝度値の最小値が横線閾値(-計算)を超えている場合には、白スジ、黒スジがなく良品のものとして次のblob処理は行わない。

【0055】

また、縦線検出処理された各画像についても、その画像の輝度値の最大値が縦線閾値(+計算)を超えている場合に、白スジのある欠陥候補のものとして、次のblob処理へと進む。

また、その画像の輝度値の最小値が縦線閾値(-計算)を超えていない場合に、黒スジのある画像として、次のblob処理へと進む。輝度値の最大値が横線閾値(+計算)を超えておらず、且つ輝度値の最小値が横線閾値(-計算)を超えている場合には、白スジ、黒スジがなく良品のものとして次のblob処理は行わない。

【0056】

また、 $+45^\circ$ 斜め線検出処理された各画像についても、その画像の輝度値の最大値が $+45^\circ$ 斜め線閾値(+計算)を超えている場合に、白スジのある欠陥候補のものとして、次のblob処理へと進む。

また、その画像の輝度値の最小値が $+45^\circ$ 斜め線閾値(-計算)を超えていない場合に、黒スジのある画像として、次のblob処理へと進む。輝度値の最大値が $+45^\circ$ 斜め線閾値(+計算)を超えておらず、且つ輝度値の最小値が $+45^\circ$ 斜め線閾値(-計算)を超えている場合には、白スジ、黒スジがなく良品のものとして次のblob処理は行わない。

【0057】

さらに、 -45° 斜め線検出処理された各画像についても、その画像の輝度値の最大値が -45° 斜め線閾値(+計算)を超えている場合に、白スジのある欠陥候補のものとして、次のblob処理へと進む。

また、その画像の輝度値の最小値が -45° 斜め線閾値(-計算)を超えていない場合に、黒スジのある画像として、次のblob処理へと進む。輝度値の最大値が -45° 斜め線閾値(+計算)を超えておらず、且つ輝度値の最小値が -45° 斜め線閾値(-計算)を超えている場合には、白スジ、黒スジがなく良品のものとして次のblob処理は行わない。

【0058】

次に、blob処理手段68は、画像に白スジ、または黒スジの欠陥候補があると判定された画像についてだけ、欠陥候補の抽出を行い、その評価値を求めるため、前処理として横線検出処理画像、縦線検出処理画像、 $+45^\circ$ 斜め線検出処理画像、 -45° 斜め線検出処理画像の中の、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積を求めるblob処理を行う(ステップS9)。

blob処理を行うためには、画像を2値化しなければならないが、このための閾値は横線閾値、縦線閾値、 $+45^\circ$ 斜め線閾値、 -45° 斜め線閾値を使用する。図10はblob処理を行うために2値化された画像を示す。

【0059】

例えば、横線検出処理された画像に、白スジ欠陥候補があると判定されたならば、+で計算された横線閾値を使い、それ以上の部分を白スジ欠陥候補として2値化する。2値化

10

20

30

40

50

された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最大輝度値を求める。

また、横線検出処理された画像に、黒スジ欠陥候補があると判定されたならば、-で計算された横線閾値を使い、それ以下の部分を黒スジ欠陥候補として2値化する。白スジの場合と同様に、2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタ存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最小輝度値を求める。

【0060】

さらに、縦線検出処理された画像に、白スジ欠陥候補があると判定されたならば、+で計算された縦線閾値を使い、それ以上の部分を白スジ欠陥候補として2値化する。2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最大輝度値を求める。

10

また、縦線検出処理された画像に、黒スジ欠陥候補があると判定されたならば、-で計算された縦線閾値を使い、それ以下の部分を黒スジ欠陥候補として2値化する。白スジの場合と同様に、2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最小輝度値を求める。

【0061】

さらに、+45°斜め線検出処理された画像に、白スジ欠陥候補があると判定されたならば、+で計算された+45°斜め線閾値を使い、それ以上の部分を白スジ欠陥候補として2値化する。2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最大輝度値を求める。

20

また、+45°斜め線検出処理された画像に、黒スジ欠陥候補があると判定されたならば、-で計算された+45°斜め線閾値を使い、それ以下の部分を黒スジ欠陥候補として2値化する。白スジの場合と同様に、2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最小輝度値を求める。

30

【0062】

さらに、-45°斜め線検出処理された画像に、白スジ欠陥候補があると判定されたならば、+で計算された-45°斜め線閾値を使い、それ以上の部分を白スジ欠陥候補として2値化する。2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最大輝度値を求める。

また、-45°斜め線検出処理された画像に、黒スジ欠陥候補があると判定されたならば、-で計算された-45°斜め線閾値を使い、それ以下の部分を黒スジ欠陥候補として2値化する。白スジの場合と同様に、2値化された画像には、複数点の欠陥候補がクラスタとして存在するが、その全てについて面積を求め、2値化してクラスタとなった領域の範囲内で、2値化をかける前の画像から最小輝度値を求める。

40

【0063】

そして、評価値処理手段69は、blob処理により求めた横線検出処理画像、縦線検出処理画像、+45°斜め線検出処理画像、-45°斜め線検出処理画像の中の、白スジ又は黒スジの欠陥候補の最大輝度、最小輝度、面積の情報と、画面全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて欠陥評価値を算出する評価値の計算処理を行う(ステップS10)。

欠陥候補における白スジ又は黒スジの欠陥評価値(Ev)は次式により計算して求める。

白スジ

50

$$E v (i , n) = K (i) * S (n) * (L \max (n) - L \text{ave} (i)) / (i)$$

黒スジ

$$E v (i , n) = K (i) * S (n) * (L \text{ave} (i) - L \min (n)) / (i)$$

$K (i)$ = 縮小画面係数、 i = 画面番号、 $n = \text{blob}$ 番号、

$L \max (n)$ = 欠陥候補の最大輝度、 $L \min (n)$ = 欠陥候補の最小輝度、

$S (n)$ = 欠陥候補の面積、 $L \text{ave} (i)$ = 画面全体の平均輝度、

(i) = 画面全体の輝度の標準偏差

そして、全ての評価値の最大値を取得して、この値により検査対象パネルの白スジ又は黒スジの欠陥のランクを決定する。

【0064】

この実施の形態によれば、コンピュータ装置6は、まず検査対象である液晶ライトバルブ1の画面全体を含むCCDカメラ5によって取り込まれた画像に対し、画像の中から被検査部の画面部分だけを抽出する表示エリア抽出処理を行い、さらに液晶ライトバルブ以外のものによって生じるスジを除去する背景画像差分処理を行い、その後背景画像差分処理された背景差分画像の比較的広い範囲にわたるムラの影響を除去する平坦化処理をし、さらに平坦化処理された画像を5段階に縮小する縮小画像作成処理を行い、5段階の縮小画像に対してそれぞれ横線、縦線、 $\pm 45^\circ$ の斜め線の欠陥を強調して検出するために4種類の線検出フィルタにより線検出フィルタ処理を行う。

【0065】

この線検出フィルタ処理を行う場合に、各方向に領域を3分割し、各分割領域毎にそれぞれ重み付けをしてなる3つの分割領域強調フィルタからなる線検出フィルタを用い、前記画像に対して線検出フィルタの3つの分割領域強調フィルタをかけて畳み込み演算をそれぞれ行い、真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果が真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の値よりそれぞれ大きいか、それぞれ小さい場合に真ん中の分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果と真ん中に隣接する2つの分割領域強調フィルタの畳み込み演算の結果の和との差をスジ欠陥の輝度値として検出するようにしたので、白スジ欠陥の成分とは逆方向成分を誤検出することなく、白スジ欠陥だけを高精度に検出することができる。

【0066】

そして、かかる縮小画像に対して行った線検出フィルタ処理によって得た20個のスジ欠陥が強調処理された画像について、当該画像の階調の中央値をオフセット値として加算し、それぞれの全領域における各画素の輝度値を取得し、画面全体の輝度値の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を求める統計データ計算処理を行い、統計データ計算処理で求めた平均値と標準偏差から白スジを判定する横線、縦線、斜め線閾値を設定し、また黒スジを判定する横線、縦線、斜め線閾値を設定し、画面の輝度値の最大値がこれら白スジを判定する横線、縦線、斜め線閾値を超えているか否かで画面に白スジの欠陥がないかどうかの一次判定を行い、画面の輝度値の最小値がこれら黒スジを判定する横線、縦線、斜め線閾値を超えているか否かで画面に黒スジの欠陥がないかどうかの一次判定を行うようにしたので、各画像について、白スジ、黒スジの欠陥がなく、さらに各種サイズのスジもない良品かどうかの判定を短時間で容易にすることができる。

【0067】

さらに、欠陥があると判定された欠陥候補の画像に対しては、評価値計算の前処理として欠陥候補の白スジ又は黒スジの最大輝度、最小輝度、面積を求めるblob処理を行い、その後blob処理により求めた欠陥候補の白スジ又は黒スジの最大輝度、最小輝度、面積の情報と、画面全体の輝度値の平均値、標準偏差に基づいて所定の式により欠陥評価値を算出する評価値計算処理を行い、評価値計算処理により求めた評価値の最大値により白スジ又は黒スジの欠陥のランクを決定するようにしたので、白スジ又は黒スジについて欠陥サイズの大小にかかわらず、スジ欠陥を高精度に検出することができ、しかもblob処理の対象が欠陥候補有りの画像だけであるために演算時間が短かくて済み、欠陥のランク付けも短時間に行うことができることとなった。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0068】

この実施の形態では、検査対象を液晶ライトバルブとして説明したが、液晶パネルやプラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、DMD（ダイレクト・ミラー・デバイス）等の表示体並びにそれらを使った表示装置・製品検査にも適用することができる。

従って、最終的にはスジ欠陥の検査が行われた表示体を有する表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】実施の形態の画面のスジ欠陥検出装置の構成を示すブロック図。

10

【図2】同画面のスジ欠陥検出装置の動作を説明するためのフローチャート。

【図3】同画面のスジ欠陥検出装置の背景画像差分処理を示す図。

【図4】同画面のスジ欠陥検出装置の背景画像差分処理の前画像、背景画像、後画像における輝度値の切り出し位置を点線で示した図。

【図5】図4の各画像から切り出した輝度値をそれぞれ示すグラフ。

【図6】同画面のスジ欠陥検出装置の縮小画像の作成手順を示す図。

【図7】同画面のスジ欠陥検出装置の線検出フィルタ処理を示すフローチャート。

【図8】同画面のスジ欠陥検出装置で線検出フィルタ処理の原理を示す説明図。

【図9】同画面のスジ欠陥検出装置に用いる縦線検出フィルタの例を示す図。

【図10】同画面のスジ欠陥検出装置に用いる横線検出フィルタの例を示す図。

20

【図11】同画面のスジ欠陥検出装置に用いる+45度の斜め線検出フィルタの例を示す図。

【図12】同画面のスジ欠陥検出装置に用いる-45度の斜め線検出フィルタの例を示す図。

【図13】同画面のスジ欠陥検出装置で線検出フィルタ処理された画像を示す図。

【図14】同画面のスジ欠陥検出装置で線検出フィルタ処理された各種画像の輝度値をそれぞれ示すグラフ。

【図15】同画面のスジ欠陥検出装置でb1ob処理を行うために2値化された画像を示す図。

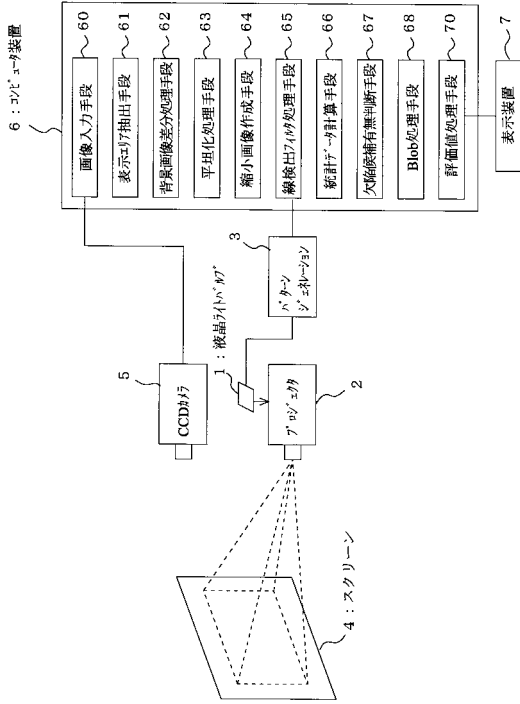
【符号の説明】

30

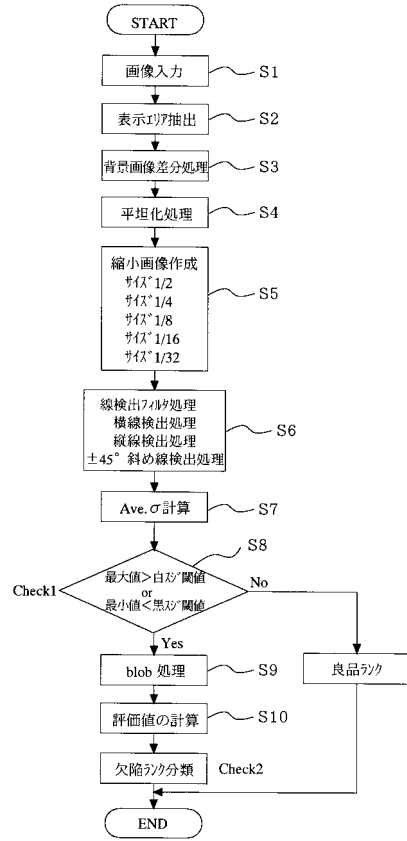
【0070】

1 検査対象の液晶ライトバルブ、2 プロジェクタ、3 パターンジェネレータ、3 スクリーン、5 CCDカメラ、6 コンピュータ装置、7 表示装置、64 縮小画像作成手段、65 線検出フィルタ処理手段、66 統計データ計算手段、67 欠陥候補有無判断手段。

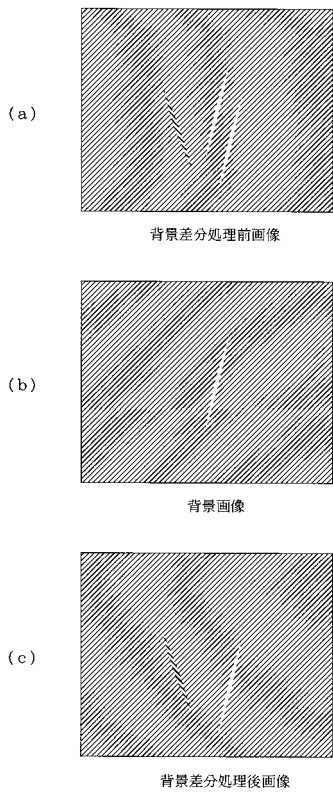
【 図 1 】



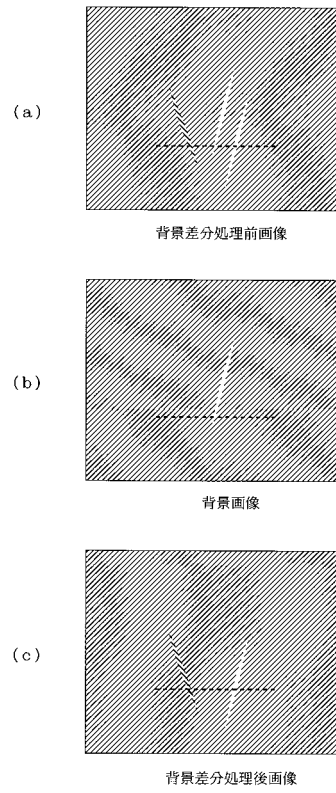
【 図 2 】



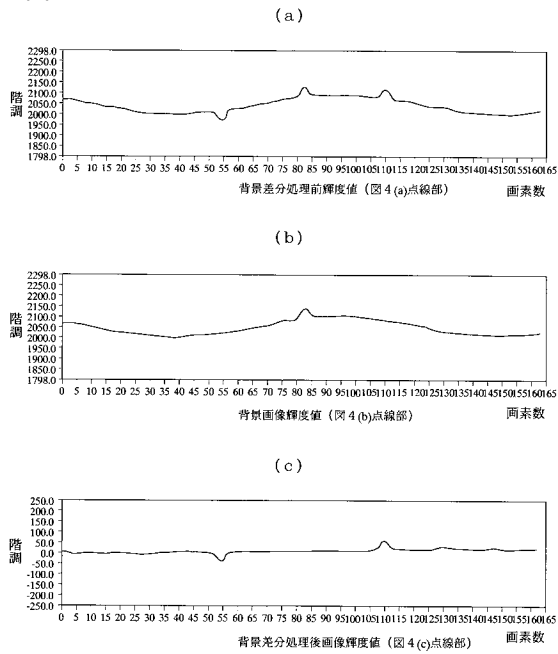
【 図 3 】



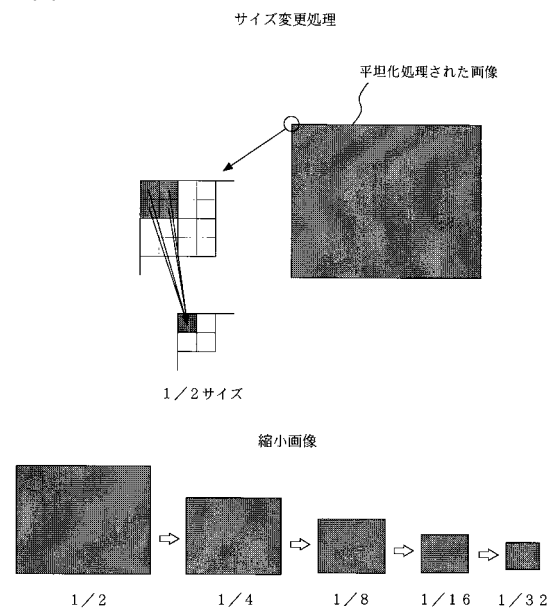
【 図 4 】



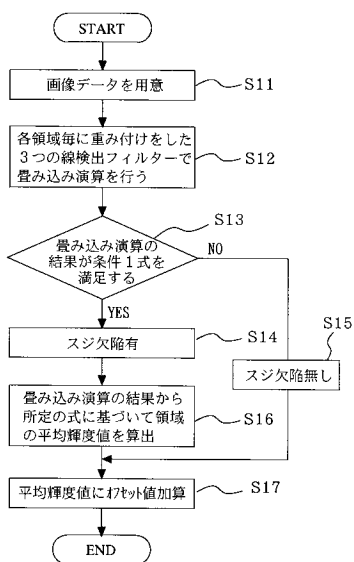
【 図 5 】



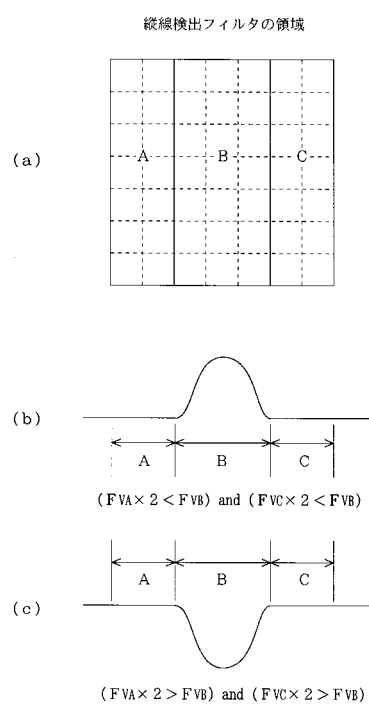
【 図 6 】



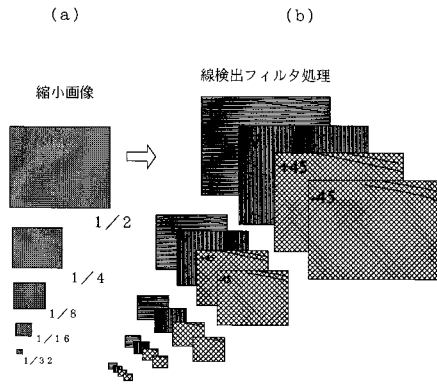
【 図 7 】



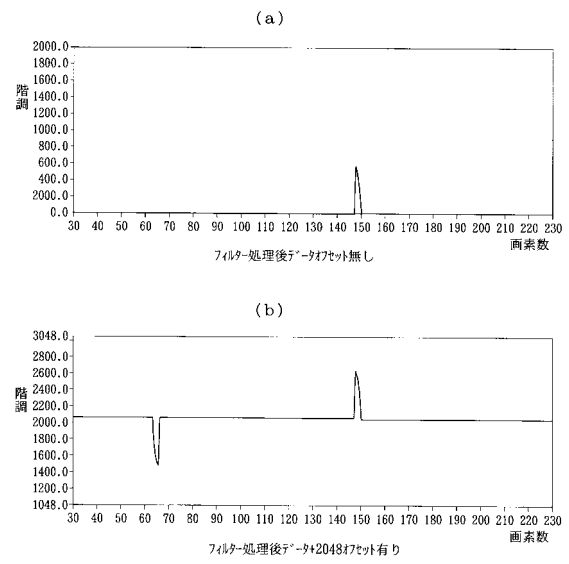
【 図 8 】



【図 1 3】

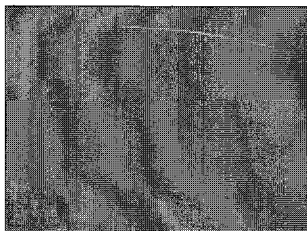


【図 1 4】



【図 1 5】

b1 o b処理を行うために2値化された画像



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
 G 0 9 G 3/36 G 0 9 G 3/36

(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) 2G051 AA51 AB02 CA04 CB02 EA08 EB01 ED03 ED21
 2H088 EA12 FA12 FA13 FA30
 5B057 AA03 BA02 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CD05 CE02
 CE03 CE06 CE12 DA03 DB02 DB09 DC22 DC32
 5C006 AF53 AF63 AF78 BB11 BF39 EB01 EC11 FA00
 5C080 AA10 BB05 DD15 EE29 FF09 GG07 GG09 JJ01 JJ02 JJ07