

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5656059号
(P5656059)

(45) 発行日 平成27年1月21日 (2015. 1. 21)

(24) 登録日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 27/22 (2006. 01)

G O 2 B 27/22

G O 1 B 11/26 (2006. 01)

G O 1 B 11/26

H

G O 1 B 11/00 (2006. 01)

G O 1 B 11/00

H

G O 2 B 3/00 (2006. 01)

G O 2 B 3/00

A

G O 2 B 3/06 (2006. 01)

G O 2 B 3/06

請求項の数 26 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-188386 (P2010-188386)
 (22) 出願日 平成22年8月25日 (2010. 8. 25)
 (65) 公開番号 特開2012-47882 (P2012-47882A)
 (43) 公開日 平成24年3月8日 (2012. 3. 8)
 審査請求日 平成25年5月28日 (2013. 5. 28)

(73) 特許権者 303018827
 N L Tテクノロジー株式会社
 神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
 (74) 代理人 100123788
 弁理士 宮崎 昭夫
 (74) 代理人 100127454
 弁理士 緒方 雅昭
 (72) 発明者 益村 和敬
 神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
 N E C 液晶テクノロジー株式会社内
 (72) 発明者 重村 幸治
 神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地
 N E C 液晶テクノロジー株式会社内
 審査官 山本 貴一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】実装精度検査方法及びその検査方法を用いる検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示装置が備える、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は 2 以上の自然数) 視点に向けた画像表示を提供するための光学手段との位置精度を検査するための実装精度検査方法であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する表示工程と

、
 前記表示装置に表示された画像を検査画像とし、前記検査画像から前記視点間の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出工程と、
 を有する実装精度検査方法。

【請求項 2】

表示装置が備える、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は 2 以上の自然数) 視点に向けた画像表示を提供するための光学手段との位置精度を検査するための実装精度検査方法であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する表示工程と

、
 前記表示を撮影手段により所定の撮影距離から撮影し、検査画像として取得する撮影工程と、

前記検査画像から、前記視点間の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出工程と、
 を有する実装精度検査方法。

【請求項 3】

前記表示工程は、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを用いて表示する第一の表示工程と

、

前記第一の表示工程で用いた前記検査パターンとは異なる映像信号を有する検査パターンを用いて第二の表示工程と、

を有する請求項 1 または 2 記載の実装精度検査方法。

【請求項 4】

前記表示工程は、

前記 N 視点のうち、 N が奇数である視点に対して所定の色と階調値からなる画像信号を有する第 1 のパターンを表示し、 N が偶数である視点に対して前記第 1 のパターンとは異なる画像信号を有する第 2 のパターンを表示する請求項 1 または 2 記載の実装精度検査方法。

10

【請求項 5】

前記表示工程は、

前記 N 視点のうち、 N が奇数である視点に対して所定の色と階調値からなる画像信号を有する第 1 のパターンを表示し、 N が偶数である視点に対して前記第 1 のパターンとは異なる画像信号を有する第 2 のパターンを表示する第一の表示工程と、

N が奇数である視点に対して前記第 2 のパターンを表示し、 N が偶数である視点に対して前記第 1 のパターンを表示する第二の表示工程と、

20

を有する請求項 1、2 または 4 記載の実装精度検査方法。

【請求項 6】

前記表示工程は、

N 視点 (N は偶数) のうち、第 1 視点から第 $(N/2)$ 視点を第 1 の視点グループとし、第 $(N/2 + 1)$ 視点から第 N 視点を第 2 の視点グループとしたとき、前記 2 つの視点グループ毎に異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する請求項 1 または 2 記載の実装精度検査方法。

【請求項 7】

前記表示工程は、

前記第 1 の視点グループに対して所定の色と階調値からなる画像信号を有する第 1 のパターンを表示し、前記第 2 の視点グループに対して前記第 1 のパターンとは異なる画像信号を有する第 2 のパターンを表示する第一の表示工程と、

30

前記第 1 の視点グループに対して前記第 2 のパターンを表示し、前記第 2 の視点グループに対して前記第 1 のパターンを表示する第二の表示工程と、

を有する請求項 6 記載の実装精度検査方法。

【請求項 8】

前記表示工程は、

N 視点 (N は奇数) のうち、第 $((N+1)/2)$ 視点と、その他の視点とで、異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する請求項 1 または 2 記載の実装精度検査方法。

40

【請求項 9】

前記表示工程は、

前記第 $((N+1)/2)$ 視点に対して 1 つの画像信号を有する第 1 のパターンを表示し、前記その他視点に対して前記第 1 のパターンに対して異なる画像信号を有する第 2 のパターンを表示する第一の表示工程と、

前記第 $((N+1)/2)$ 視点に対して前記第 2 のパターンを表示し、前記その他視点に対して前記第 1 のパターンを用い表示する第二の表示工程と、

を有する請求項 8 記載の実装精度検査方法。

【請求項 10】

前記抽出工程は、

50

前記第一の表示工程を経て前記撮影工程で得られた第1の検査画像と、前記第二の表示工程を経て前記撮影工程で得られた第2の検査画像に対して、それぞれの検査画像から、前記視点間の境界線分の傾きと位置を平均化して抽出する請求項3, 5, 7または9のいずれか1項記載の実装精度検査方法。

【請求項11】

前記抽出工程は、

N視点(Nは偶数)の前記表示工程で得られた検査画像に対して、第(N/2)視点と第(N/2+1)視点間の境界線分の傾きと位置を抽出する請求項6記載の実装精度検査方法。

【請求項12】

10

前記抽出工程は、

N視点(Nは奇数)の前記表示工程で得られた検査画像に対して、第((N-1)/2)視点と第((N-1)/2+1)視点間の第1の境界線分と、第((N+1)/2)視点と第((N+1)/2+1)視点間の第2の境界線分から、それぞれの境界線分の傾きと位置を平均化して抽出する請求項8記載の実装精度検査方法。

【請求項13】

前記検査パターンは、

前記検査画像の境界線分の傾きと位置を抽出できる画像信号を有する請求項1から12のいずれか1項記載の実装精度検査方法。

【請求項14】

20

前記撮影工程は、

前記光学手段によって形成された各視点画像のピッチを視点ピッチとしたとき、撮影手段の撮影中心が表示装置の視点ピッチ方向の中心と一致して撮影する請求項2記載の実装精度検査方法。

【請求項15】

前記表示装置と前記撮影手段との撮影距離を、前記表示装置の立体可視域が存在する最小距離よりも短く設定する請求項2記載の実装精度検査方法。

【請求項16】

前記表示装置と前記撮影手段との撮影距離を、前記表示装置の立体可視域が存在する最小距離よりも長く設定する請求項2記載の実装精度検査方法。

30

【請求項17】

前記撮影距離を、前記境界線分が3つ以上含まれる検査画像を取得できる撮影距離として設定する請求項15または16記載の実装精度検査方法。

【請求項18】

前記光学手段によって形成された各視点画像のピッチを視点ピッチとしたとき、視点ピッチ方向に少なくとも2箇所で境界線分を含む検査画像を取得する請求項16記載の実装精度検査方法。

【請求項19】

前記表示装置と前記撮影手段との撮影距離に対する前記境界線分の傾きの関係において、撮影距離に対する境界線分の傾きの微分係数の変動が±5%以内で収束する領域を、前記撮影距離として設定する請求項15または16記載の実装精度検査方法。

40

【請求項20】

複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数のN(Nは2以上の自然数)視点に向けた画像表示を提供するための光学手段と有する表示装置の、前記表示パネルと前記光学手段の位置精度を検査する検査装置であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを前記表示装置に出力する画像出力手段と、

前記表示装置から表示された検査画像の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出手段と、を備え、

前記抽出手段が抽出した傾きと位置に基づいて前記表示パネルと前記光学手段との位置

50

精度を検出する検査装置。

【請求項 2 1】

複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は 2 以上の自然数) 視点に向けた画像表示を提供するための光学手段と有する表示装置の、前記表示パネルと前記光学手段の位置精度を検査する検査装置であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを前記表示装置に出力する画像出力手段と、

前記検査パターンを表示する際に現れる境界線分を撮影する撮影手段と、

前記撮影手段で撮影された検査画像の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出手段を備え

、

前記抽出手段が抽出した傾きと位置に基づいて表示パネルと光学手段との位置精度を検出する検査装置。

【請求項 2 2】

前記境界線分を 2 つ以上撮影できるように、前記撮影手段を前記視点ピッチ方向に移動させる移動手段をさらに有する請求項 2 1 記載の検査装置。

【請求項 2 3】

前記撮影手段は、

立体可視域が最小となる観察距離よりも小さく、立体可視域が存在しない距離の範囲で、前記表示パネルに対する撮影距離が固定された請求項 2 1 記載の検査装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 から 1 9 のいずれか 1 項記載の実装精度検査方法を用いる検査装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 0 から 2 3 のいずれか 1 項記載の検査装置を用いた検査工程を備える表示装置の製造方法。

【請求項 2 6】

請求項 2 0 から 2 3 のいずれか 1 項記載の検査装置を用いた前記表示パネルと前記光学手段の位置決め工程を備える表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は立体画像を表示する表示装置の実装精度検査方法及びその検査方法を用いる検査装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

人に立体感や奥行きを感じさせる画像を得るには、観察者の左眼と右眼の視点の違い、すなわち右眼で見える物体像と左眼で見える物体像とが異なる両眼視差を利用する方法がある。この両眼視差を利用し、観察者の左右の眼に異なる画像を提示することで、観察者に立体感を感じさせる立体画像を表示する表示装置が開発されている。

【0 0 0 3】

そのような表示装置として、表示パネルに左眼用及び右眼用の画像を表示する画素を設け、レンチキュラレンズやパララックスバリア等の光学手段により観察者の左右の眼に対応する画像を振分ける方式が知られている。光学手段としては、固定レンズのようなスタティック素子に限らず、液晶レンズや液晶バリア等の電気光学素子を用いることも可能である。また、バックライト等の光源から発する光を左右の眼に時分割に振り分ける光学手段を用いるものもある。視点数としては、観察者の用途や使用状態に応じて 2 視点から多視点まで様々に選ぶことができる。2 視点は立体感を感じる立体視域が制限されるが、3 D (3 Dimension) 解像度が高いメリットを有する。一方、多視点は 3 D 解像度が低下するものの運動視差の付与や立体視域が拡大できるメリットを有する。

【0 0 0 4】

ここで、観察者の左右の眼に対応する視点位置に所定の画像を正しく振り分けるには、

10

20

30

40

50

表示パネルに対する光学手段の位置ずれ量が少ないこと、すなわち表示パネルに対する光学手段の実装精度（以下、表示パネルと光学手段の相対的な位置精度と称す）が重要になる。表示パネルと光学手段との位置がずれると、左右の画像が視点によって入れ替わる逆視現象や左右の画像が相互に混入する現象が発生する。その場合、観察者には立体画像を認識できなくなったり、立体画像が認識できる範囲が狭くなったりする。したがって、観察者に立体感を感じさせる画像を表示する表示装置を製造する場合、表示パネルと光学手段の相対的な位置精度を管理することが重要になる。

【 0 0 0 5 】

このような問題に対処するため、従来から様々な実装精度の評価方法が提案されており、一般的には、測長顕微鏡等を用いて表示パネルと光学手段の相対的な位置精度を読み取る方法、あるいはコノスコープ方式やフーリエ方式等の光学特性測定装置により左右の眼に振り分けられる光を検出し、立体画像が認識できる範囲を求める方法等が知られている。

10

【 0 0 0 6 】

しかしながら、これらの評価方法は、いずれも多くの準備時間を要し、操作手順が多く、機材も高価であるため、表示装置の製造過程における検査に適用すると、検査コストが増大する問題がある。

【 0 0 0 7 】

また、表示パネル及び光学手段に予めマーカを設け、測長顕微鏡よりも安価な光学系やセンサを用いて該マーカの形状や位置を検出することで、光学手段と表示パネルの相対的な位置精度を検出する方法もある。しかしながら、その方法は、表示パネルと光学手段のマーカを同一焦点で撮影するのが困難であり、表示パネルの高精細化に伴って要求される精度で位置ずれを検出できない問題もある。

20

【 0 0 0 8 】

そこで、高価な機材を用いることなく、所定の検査パターンを観察することで、表示パネルと光学手段の相対的な位置精度を取得できる方法が提案されている。

【 0 0 0 9 】

例えば、特許文献 1 には、検査対象である表示装置に平行直線群を表示させ、レンチキュラレンズアレイを介して観察される色縞を所定の条件に一致させることで、立体視用に表示装置の画面上に配置されたレンチキュラレンズアレイの配置角度を求める配置レンズ諸元の導出方法が提案されている。

30

【 0 0 1 0 】

図 2 1 は、特許文献 1 に記載された表示装置に表示される検査画像の一例を示す模式図である。

【 0 0 1 1 】

図 2 1 に示すように、特許文献 1 に記載された技術では、検査対象となる表示装置に間隔が等しい複数の平行な直線から成る平行直線群を表示させる。ここで、表示画面上の左上隅を基準位置 O_1 と定義し、基準位置 O_1 に対して横方向を x_p 軸、縦方向を y_p 軸、平行直線群の各直線の y_p 軸に対する角度 θ を「直線群角度」と定義する。また、隣接する 2 本の直線の間隔 m を「直線群間隔」と定義し、基準位置 O_1 に最も近い直線の x_p 軸上における基準位置 O_1 からの距離 d_x を「水平基準位置」と定義する。このとき、レンチキュラレンズアレイを介して視認される色縞が、例えば色縞の角度とレンチキュラレンズアレイの配置角度とが一致するなどの条件を満たすように、平行直線群の角度 θ 、直線群間隔 m 及び水平基準位置 d_x を調整すれば、レンチキュラレンズアレイの配置基準位置が未知であっても、レンズピッチやレンチキュラレンズアレイの配置角度等の配置レンズ諸元を求めることができる。

40

【 0 0 1 2 】

また、特許文献 2 には、表示された 3 次元映像を観察しながらイメージパネルと 3 次元イメージ形成装置（光学手段）との位置ずれが無いように整列・固定する 3 次元映像表示装置の製造方法が提案されている。

50

【 0 0 1 3 】

図 2 2 は、特許文献 2 に記載されたレンズ実装精度の検査原理を示す模式図である。

【 0 0 1 4 】

図 2 2 に示すように、特許文献 2 に記載された技術では、2つの画素列から発する光をレンズにより屈折させ、一方の画素列の光が右眼に到達し、他方の画素列の光が左眼に到達するようにすると、両眼の中央に到達する光が無くなり、3次元映像の中央に黒色の帯が現れる。レンズ等の光学手段(3次元イメージ形成装置)とイメージパネルの2つの画素列が位置ずれなく固定されている場合、観測者がイメージパネル中央から所定の観測距離(または所定の焦点距離)だけ離れて観察すると、イメージパネル中央に黒色の帯が縦方向に現れる。特許文献 2 では、例えば上記黒色帯がパネル中央に位置するようにイメージパネル上に3次元イメージ形成装置を配置している。また、特許文献 2 には、2つの画素列に異なる画像を表示することで、イメージパネルに対して3次元イメージ形成装置を位置ずれなく配置できることが記載されている。

10

【 0 0 1 5 】

また、特許文献 3 には、異なる視点用の複数の原画像を合成した合成画像と、該合成画像の上下の少なくとも一方に位置合わせ用の画像を形成し、立体画像の鑑賞位置よりも合成画像に近い位置から、所定の視点画像を抽出する光学手段を介して観察される位置合わせ用画像の情報に基づいて、合成画像と光学手段との位置合わせを行う立体画像表示装置の製造方法が提案されている。

20

【 0 0 1 6 】

図 2 3 は、特許文献 3 に記載された位置合わせ用画像を示す模式図である。

【 0 0 1 7 】

図 2 3 は、3つの視点用の原画像が垂直方向に分割されて配置された合成画像 1 0 2 の上下に位置合わせ用画像を形成したものであり、この位置合わせ用画像には異なる視点用の原画像に対応して異なる色が配置される。

【 0 0 1 8 】

位置合わせ画像を、光学手段を介して立体画像の鑑賞位置よりも合成画像に近い位置で観察すると、異なる色が配置された縞模様として視認される。特許文献 3 では、この縞の色と位置とを読み取ることで、どの視点の画像を正面の鑑賞位置から見える位置に配置するかを決定している。また、上下に配置した位置合わせ用画像のパターンを合わせることで、異なる視点の画像を合成した合成画像と光学手段の相対的な傾きを検出している。

30

【 0 0 1 9 】

また、特許文献 4 には、三次元画像再生装置の各部材の相対的な位置ずれや部品精度を検査するための検査装置が提案されている。

【 0 0 2 0 】

図 2 4 は、特許文献 4 に記載された検査装置の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 1 】

図 2 4 に示す検査装置は、ピンホールアレイ 5 0 9 (またはレンチキュラ シート 5 1 2) や開口スリット等の光学素子及び液晶ディスプレイ 5 0 1 を備えた三次元画像再生装置 5 0 0 と、三次元画像再生装置 5 0 0 に所定のテストパターンを表示させるための信号処理装置 4 2 2 と、三次元画像再生装置 5 0 0 に表示されたテストパターンを撮影する撮影光学系 4 1 2 と、撮影された検査画像を解析する解析装置 5 1 3 とを備えている。

40

【 0 0 2 2 】

図 2 4 に示す検査装置は、複数の画素が2次元に配列された液晶ディスプレイ 5 0 1 にて、画素を任意の周期で点灯させるテストパターンを表示し、該テストパターンを検査画像として撮影し、検査画像を解析することで三次元画像再生装置の各部材の相対的な位置ずれを検出している。例えば、レンチキュラ シート 5 1 2 のピッチとほぼ等しい画素ピッチでレンチキュラシート 5 1 2 の谷の位置で点灯させると、1つのレンズで表示できる端の角度の分布が画像幅 W として測定できる。この幅 W を有する画像は、レンチキュラシート 5 1 2 と液晶ディスプレイ 5 0 1 とに相対的な位置ずれがあると、位置ずれを起

50

こす。したがって、この画像の位置ずれ量が所定の基準値内にあるか否かを判定することで、三次元画像再生装置の各部材の相対的な位置ずれ量を検出できる。

【0023】

また、特許文献5には、表示パネルの位置検出用マークとレンチキュラレンズを撮像し、撮像画像から表示パネルとレンチキュラレンズとの相対位置を検出する三次元画像表示装置の製造方法が提案されている。

【0024】

図25は、特許文献5に記載された撮像画像の一例を示す平面図である。

【0025】

特許文献5では、表示パネルにアライメントマーク等の位置検出用マークM1が表示領域の周縁領域にその表示領域を挟むように設けられ、撮像領域が該位置検出用マークM1及びレンチキュラレンズ124aの端部を含む領域R1に設定されている。図25は、この時の撮像画像G1を示している。特許文献5に記載された技術では、撮像画像G1からレンチキュラレンズ124aの谷部b1を検出し、位置検出用マークM1とb1のX軸方向のずれ量a1を算出することで表示パネルとレンチキュラレンズの相対位置を検出している。

【0026】

また、特許文献6には、表示パネルとレンチキュラレンズとが貼り合わされた三次元画像表示装置を、検査用画像を用いて検査する検査装置が提案されている。

【0027】

図26は、特許文献6に記載された検査用画像の一例を示す平面図である。

【0028】

特許文献6では、レンチキュラレンズのレンズピッチP毎に、そのレンズピッチPの中心に位置する画素を一行に点灯させ、更に画素列と直交する直線上に2つの位置検出用マークM1、M2を含む画像を、検査用画像G1として用いている。この検査用画像G1を表示装置に表示させ、検査対象となる複数の検査領域（例えば $3 \times 3 = 9$ 箇所）を撮像し、それぞれの撮像画像から輝度分布を求め、平面方向のずれ量を検出している。

【0029】

また、特許文献7には、複数の観察領域に異なる画像を提供する表示装置の表示パネルと光進行制御部との位置合せを正確に行う製造方法および製造装置が提案されている。

【0030】

図27は、特許文献7に記載された製造装置の概略を示す模式図である。

【0031】

図27に示す製造装置は、8つの観察領域Obに異なる画像を提供する表示装置と、所定の観察領域Obに配置されたカメラ240a、240bとが示されている。特許文献7では、図27に示すように表示装置とカメラ240a、240bとを配置し、所定の観察領域に配置されたカメラ240a、240bで実際に撮影した画像と、そのカメラで撮影されるべき画像との相違が減少するように、光進行制御部を表示パネルに対して位置合せすることで、実際の観察者によって視認される画像を最適なものに近づけている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0032】

【特許文献1】特開2007-65441号公報

【特許文献2】特開2006-79097号公報

【特許文献3】特開2008-015394号公報

【特許文献4】特開2009-162620号公報

【特許文献5】特開2009-022319号公報

【特許文献6】特開2010-019987号公報

【特許文献7】特開2009-300816号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0033】**

しかしながら上述した背景技術では以下に記載するような問題がある。

【0034】

特許文献1に記載された技術は、配置レンズの諸元を導出する手法を示しているだけであり、平行直線群の角度調整、間隔調整及び水平基準位置調整では、各視点の左右の画像が入れ替わる上記逆視現象を防止することができない。また、平行直線群の描画処理と、その調整に用いるコントローラが必要であるため、検査装置のコストが増大し、操作時間等も長くなってしまう。

【0035】

特許文献2に記載された技術は、左眼用イメージ窓と右眼用イメージ窓との間に形成される黒色の帯を所定の位置に調整するものであり、例えば黒色の帯がパネル中央に位置するように調整している。しかしながら、黒色の帯の位置がパネル中央に位置するか否かだけでは、イメージパネルに対して3次元イメージ形成装置（光学手段）が相対的に傾いていても位置ずれが無いと見なされてしまう。すなわち、特許文献2に記載された技術では、イメージパネルと3次元イメージ形成装置（光学手段）の相対的な傾きを検出することができない。また、視点数が3以上であり、かつ視点数が奇数のイメージパネルを検査する場合、表示中心に対して左右対称に異なる画像を表示させることができないため、該イメージパネルの検査ができない問題もある。

【0036】

特許文献3に記載された技術は、位置決め画像を配置する合成画像の上下部分が表示領域外であり、合成画像で形成される立体視に異常があっても検査することができない。また、縞の色と配置だけでは、位置決め画像とレンチキュラレンズとの相対位置が視点単位でしか検査できない問題もある。さらに、別途、位置決め画像部分を切断する工程が必要であるため、製造コストが増大し、製造時間も長くなる問題がある。

【0037】

特許文献4に記載された技術は、視点数が2の場合、レンズピッチの谷間に位置する列を点灯するテストパターンでは、表示装置の画面全体が点灯することになるため、表示パネルと光学手段の相対的な位置ずれを読み取れずに検査できない問題がある。

【0038】

特許文献5に記載された技術は、表示パネルの位置検出マークとレンチキュラレンズとの物理的な位置をそのまま読み取り、位置精度を検出するため、所定精度を確保するためには高性能な撮影手段が必要になる。さらに、表示パネルとレンチキュラレンズを同一焦点で撮影するのが困難であるため、検出時間がかかる上に高価な装置が必要となる問題がある。それに加えて、マーク付近の局所的な情報しか得られないため、画面全体の情報を得るのが難しく、例えば非撮影部のレンチキュラレンズに平面的な歪を有する場合は、検出するのが容易ではない。

【0039】

特許文献6に記載された技術は、レンズピッチP毎に検査する手法であり、画面全体の情報を得るには複数の検査領域が必要である。また、各検査領域の撮像画像の輝度分布を算出するため、検査時間がかかるという問題がある。

【0040】

特許文献7に記載された技術は、複数の観察領域に夫々対応する画像によって、光進行制御部と表示パネルを位置合せするものである。そのため、複数の観察領域のうちの少なくとも2つの観察領域で撮影する複数台のカメラ、もしくは複数の観察領域を一度で撮影する特殊なカメラが必要になるため、製造装置のコストが増大する。

【0041】

本発明は上述したような背景技術が有する問題点を解決するためになされたものであり、表示パネルと光学手段との相対的な位置精度を低コストかつ高速に検出できる、実装精度検査方法及びその検査方法を用いる検査装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0042】**

上記目的を達成するため本発明の実装精度検査方法は、表示装置が備える、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は2以上の自然数)視点に向けた画像表示を提供するための光学手段との位置精度を検査するための実装精度検査方法であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する表示工程と、

前記表示装置に表示された画像を検査画像とし、前記検査画像から前記視点間の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出工程と、

を有する方法である。

10

【0043】

または、表示装置が備える、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は2以上の自然数)視点に向けた画像表示を提供するための光学手段との位置精度を検査するための実装精度検査方法であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを表示装置から表示する表示工程と、

前記表示を撮影手段により所定の撮影距離から撮影し、検査画像として取得する撮影工程と、

前記検査画像から、前記視点間の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出工程と、
を有する方法である。

20

【0044】

一方、本発明の検査装置は、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は2以上の自然数)視点に向けた画像表示を提供するための光学手段と有する表示装置の前記表示パネルと前記光学手段の位置精度を検査する検査装置であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを前記表示装置に出力する画像出力手段と、

前記表示装置から表示された検査画像の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出手段と、
を備え、

前記抽出手段が抽出した傾きと位置に基づいて前記表示パネルと前記光学手段との位置精度を検出する構成である。

30

【0045】

または、複数の画素群が配列された表示パネルと、前記画素群から複数の N (N は2以上の自然数)視点に向けた画像表示を提供するための光学手段と有する表示装置の前記表示パネルと前記光学手段の位置精度を検査する検査装置であって、

前記視点毎に異なる画像信号を有する検査パターンを前記表示装置に出力する画像出力手段と、

前記検査パターンを表示する際に現れる境界線分を撮影する撮影手段と、

前記撮影手段で撮影された検査画像の境界線分の傾きと位置を抽出する抽出手段を備え、

40

前記抽出手段が抽出した傾きと位置に基づいて表示パネルと光学手段との位置精度を検出する構成である。

【発明の効果】**【0046】**

本発明によれば、表示パネルと光学手段との相対的な位置精度を低コストかつ高速に検出できる。

【図面の簡単な説明】**【0047】**

【図1】第1の実施の形態の検査方法で用いる表示装置及び撮影手段の配置例を示す模式図である。

50

【図 2】第 1 の実施の形態の検査原理を示す図であり、同図 (A) は表示装置で表示する検査パターンの一例を示す模式図であり、同図 (B) は撮影手段で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 3】N 視点用の画素を備えた表示装置から得られる、N が偶数 ($N = 4$) である場合の検査画像の一例を示す模式図である。

【図 4】N 視点用の画素を備えた表示装置から得られる、N が奇数 ($N = 5$) である場合の検査画像の一例を示す模式図である。

【図 5】2 視点用画素を備える表示装置の一構成例を示す断面図である。

【図 6】第 1 実施例の検査方法で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 7】図 6 に示した検査画像から境界線分の傾き 及び位置 x を抽出するための処理手順を示すフローチャートである。 10

【図 8】図 7 に示した x 方向のサーチ処理の手順を示すフローチャートである。

【図 9】境界線分の位置 x 及び傾き から表示パネルと光学手段の相対的な位置精度を求める方法を示すグラフである。

【図 10】第 2 実施例の検査方法の処理対象である検査画像の一例を示す模式図である。

【図 11】第 3 実施例の検査方法の処理対象である検査画像の一例を示す模式図である。

【図 12】第 3 実施例の変形例で検査対象となる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 13】表示装置の光学手段としてレンチキュラレンズを用いたときに形成される立体視域の一例を示す模式図である。

【図 14】第 2 の実施の形態の検査方法で用いる表示装置及び撮影手段の配置例を示す模式図である。 20

【図 15】第 2 の実施の形態の検査方法で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 16】撮影距離に対する検査画像の境界線分の傾き の変化を示すグラフである。

【図 17】第 4 実施例の検査方法で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 18】本発明の検査装置の一構成例を示すブロック図である。

【図 19】本発明の検査装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図 20】第 4 の実施の形態の検査装置で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【図 21】特許文献 1 に記載された表示装置に表示される検査画像の一例を示す模式図である。

【図 22】特許文献 2 に記載されたレンズ実装精度の検査原理を示す模式図である。 30

【図 23】特許文献 3 に記載された位置合わせ用画像を示す模式図である。

【図 24】特許文献 4 に記載された検査装置の構成を示すブロック図である。

【図 25】特許文献 5 に記載された撮像画像の一例を示す平面図である。

【図 26】特許文献 6 に記載された検査用画像の一例を示す平面図である。

【図 27】特許文献 7 に記載された製造装置の概略を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

次に本発明について図面を用いて説明する。

(第 1 の実施の形態)

以下、本発明の実施の形態における表示パネルと光学手段の相対的な位置精度の検査方法 (実装精度検査方法) について図面を用いて説明する。なお、以下では、同一の要素については同一の符号を付与し、重複する説明は省略する。 40

【0049】

図 1 は、第 1 の実施の形態の検査方法で用いる表示装置及び撮影手段の配置例を示す模式図である。

【0050】

図 1 に示すように、表示装置 1 は、複数の画素群が配列された表示パネル 2 と、画素群から 2 つ以上の視点画像を形成する光学手段 3 とを備えており、表示パネル 2 と光学手段 3 との間は、上記視点画像を形成するための適切な間隔に設定されている。撮影手段 5 は表示装置 1 の表示面を撮影する位置に配置される。本実施形態では、表示装置 1 に表示さ 50

れた所定の検査パターンを撮影手段 5 で撮影し、該撮影手段 5 で撮影された検査画像に基づいて表示装置 1 の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を検出する。

【 0 0 5 1 】

表示パネル 2 には、第 1 視点用の画像を表示する第 1 視点用画素 4 1 と第 2 視点用の画像を表示する第 2 視点用画素 4 2 とが、第 1 の方向 8 に交互に配列されている。図 1 では、観察者の左眼の位置 4 3 と右眼の位置 4 4 とを併せて示している。

【 0 0 5 2 】

本実施形態では、光学手段 3 として、例えばレンチキュラレンズを用いる。レンチキュラレンズは、表示パネル 2 と対向する一方の面が平面であり、他方の面に半円柱状のレンズ素子である、複数のシリンドリカルレンズ 3 1 が配列された構成である。

10

【 0 0 5 3 】

表示パネル 2 とレンチキュラレンズとは、1つのシリンドリカルレンズ 3 1 に対して、第 1 視点用画素 4 1 及び第 2 視点用画素 4 2 から成る 1 対の画素群が対応する位置で接着固定される。なお、図 1 では、レンチキュラレンズのレンズ面側（半円柱側）を表示面とする例を示しているが、レンチキュラレンズの平面側を表示面とする構成も可能である。

【 0 0 5 4 】

本明細書では、表示装置 1 及び撮影手段 5 を含む空間に対して、以下に示すような X Y Z 直交座標系を設定する。

【 0 0 5 5 】

上述した第 1 視点用画素 4 1 及び第 2 視点用画素 4 2 が配列される方向、すなわち第 1 の方向 8 を X 軸とし、図の矢印の方向を正方向とする。また、第 1 の方向 8 と直交する第 2 の方向 9 を Y 軸とし、図の矢印の方向を正方向とする。さらに、X 軸及び Y 軸の両方に直交する第 3 の方向 10 を Z 軸とし、図の矢印の方向を正方向とする。この場合、+ Z 方向は表示パネル 2 から観察者へ向かう方向であり、観察者は表示装置 1 の + Z 側の表示面を視認する。

20

【 0 0 5 6 】

このような X Y Z 軸から成る直交座標系を設定すると、複数のシリンドリカルレンズ 3 1 が X 軸方向に配列されているため、左眼用の画像と右眼用の画像とが X 軸方向で分離されてそれぞれ表示される。第 1 視点用画素 4 1 及び第 2 視点用画素 4 2 から成る各画素群はそれぞれ Y 軸方向へ延伸する形状である。X 軸方向における上記画素群の配列周期はシリンドリカルレンズの配列周期と略等しい。したがって、各画素群に対応してシリンドリカルレンズ 3 1 がそれぞれ配置される。レンチキュラレンズは、その中心が表示パネル 2 の中心と一致するように表示パネル 2 に固定されている。

30

【 0 0 5 7 】

このような構成では、第 1 視点用画素 4 1 から発せられた光はレンチキュラレンズによって屈折され、第 1 視点の位置 4 3 に到達する。同様に、第 2 視点用画素 4 2 から発せられた光はレンチキュラレンズによって屈折され、第 2 視点の位置 4 4 に到達する。したがって、例えば第 1 視点に左眼が位置し、第 2 視点に右眼が位置する観察者には、立体感のある良好な立体画像を視認できる。

【 0 0 5 8 】

40

撮影手段 5 には、画像処理用レンズシステムや一般的なビデオカメラやデジタルカメラ等が用いられる。撮影手段 5 は、表示パネル 2 の表示面近傍に焦点が合う、表示装置 1 に対して + Z 方向の位置で固定される。撮影手段 5 の撮影中心 5 1 は、表示装置 1 の中心 1 1 と一致し、理想的には第 1 視点位置 4 3 と第 2 視点位置 4 4 との中間に位置することが望ましい。

【 0 0 5 9 】

図 2 は、第 1 の実施の形態の検査原理を示す図であり、同図 (A) は表示装置で表示する検査パターンの一例を示す模式図であり、同図 (B) は撮影手段で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

【 0 0 6 0 】

50

図2(A)に示すように、検査パターン7は、例えば第1視点用の第1のパターン7Aと第2視点用の第2のパターン7Bとから構成される。

【0061】

第1のパターン7A及び第2のパターン7Bは、それぞれのパターン全域が所定の色または所定の階調値に設定されたものであり、第1のパターン7Aと第2のパターン7Bとは色または階調値が異なるものとする。例えば第1のパターン7Aを階調値が最大値である全白とし、第2のパターン7Bを階調値が最小値である全黒に設定する。または、第1のパターン7Aを全赤とし、第2のパターン7Bを全青とする等、異なった色に設定してもよい。

【0062】

検査パターン7は、図2(A)の左右方向に隣接して2つのパターンを表示させる形式だけでなく、上下方向に隣接して2つのパターンを表示させる形式、視点数が3以上である場合は該視点数に応じて左右方向または上下方向に隣接して複数のパターンを表示させる形式、上記第1のパターンと第2のパターンが別々に分割された形式等、表示装置1に応じて様々な形式を用いてもよい。

【0063】

図2(B)は、表示パネル2と光学手段3とに相対的な傾きまたは水平方向の位置ずれがあるとき、図2(A)に示した検査パターン7を表示装置1に表示したときの表示画像、すなわち撮影手段5で撮影した画像(検査画像73)の一例を示している。

【0064】

上述したように検査パターン7の第1のパターン7Aと第2のパターン7Bとは異なる色または異なる階調値であるため、検査画像73には、第1のパターン7Aに対応した第1の画像領域75と第2のパターン7Bに対応した第2の画像領域76とが存在し、それらの境界に境界線分74が発生する。この境界線分74の中心は、表示パネル2と光学手段3の位置ずれ量に応じて、検査画像中心71から x だけずれた位置に移動する。

【0065】

表示パネル2と光学手段3とに位置ずれが全く無い場合、第1視点用画素からの光と第2視点用画素からの光は均等に振り分けられるため、第1の画像領域75と第2の画像領域76の境界線分74の位置 x は0となる。しかしながら、表示パネル2に対して光学手段3が位置ずれを起こしている場合、第1視点用画素からの光と第2視点用画素からの光は、位置ずれ量に応じて第1の画像領域75と第2の画像領域76とに振り分けられるため、検査画像中心71からずれた位置 x に境界線分74が現れる。

【0066】

また、表示パネル2に対して光学手段3が傾いて固定されている場合、すなわち回転ずれを起こしている場合、第1視点用画素からの光と第2視点用画素からの光は回転ずれ量に応じて第1の画像領域75と第2の画像領域76とに振り分けられるため、検査画像73には垂直に対して傾きを有する境界線分74が発生する。すなわち、図2に示すように、検査画像73には、表示パネル2と光学手段3の位置関係に応じて、傾き及び位置(ずれ) x を有する境界線分74が現れる。

【0067】

したがって、表示装置1に検査パターン7を表示させ、表示装置1の表示面を撮影手段5で撮影し、撮影手段5で得られた検査画像73の境界線分74の傾き及び位置 x を検出することで、表示パネル2と光学手段3との相対的な位置精度を検出できる。

【0068】

なお、本実施形態では、表示装置1に2つの視点用の画素を備える例を示したが、表示装置1が多視点用の画素を備えている場合、レンチキュラレンズ3の各シリンドリカルレンズ31は、第1視点用画素41～N視点用画素(Nは2以上の自然数)から成る画素群毎に対応して配置されていればよい。表示装置1が多視点用の画素を備えている場合、Nが偶数の場合と奇数の場合とでは、検出対象となる境界線分が異なる。以下、この点について図3及び図4を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

図 3 は、 N 視点用の画素を備えた表示装置から得られる、 N が偶数 ($N = 4$) である場合の検査画像の一例を示す模式図である。

【 0 0 7 0 】

図 3 (A) は、検査パターン 7 として、第 1 視点用画素から第 ($N - 1$) 視点用画素までの奇数番目の視点用画素に第 1 のパターン (ここでは全白) を表示させ、第 2 視点用画素から第 N 視点用画素までの偶数番目の視点用画素に第 1 のパターンとは異なる色または階調値を有する第 2 のパターン (ここでは全黒) を表示させたときの検査画像 7 3 の一例を示している。

【 0 0 7 1 】

図 3 (A) に示す検査画像 7 3 には、第 1 の視点用画素に対応して第 1 のパターンが表示された第 1 の画像領域 8 1 が存在し、第 2 視点用画素に対応して第 2 のパターンが表示された第 2 の画像領域 8 2 が存在し、第 3 視点用画素に対応して第 1 のパターンが表示された第 3 の画像領域 8 3 が存在し、第 4 視点用画素に対応して第 2 のパターンが表示された第 4 の画像領域 8 4 が存在する。

【 0 0 7 2 】

上述したように、奇数番目の視点用画素と偶数番目の視点用画素とでは表示する色または階調値は異なるため、図 3 (A) に示す検査画像 7 3 には、各視点用画素間で境界線分が現れる。

【 0 0 7 3 】

この場合、検査画像 7 3 中心付近の境界線分 8 7 を複数の境界線分の代表値に用いて、該境界線分 8 7 の傾き 及び位置 x を検出することで、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を取得すればよい。なお、図 3 (A) では 2 つのパターンを用いて境界線分を発生させる例を示したが、第 1 から第 N までの各視点用画素には、色または階調値が異なる最大で N 通りのパターンを表示させてもよい。すなわち、隣接する視点用画素で表示するパターンの色または階調値が異なっていれば、検査パターンにはどのような画像を用いてもよい。

【 0 0 7 4 】

図 3 (B) は、第 1 視点用画素から第 ($N / 2$) 視点画素までを第 1 の視点グループとして、第 1 のパターン (ここでは全白) を表示させ、第 ($N / 2 + 1$) 視点用画素から第 N 視点用画素までを第 2 の視点グループとして第 2 のパターン (ここでは全黒) を表示させたときの検査画像 7 3 の一例を示している。

【 0 0 7 5 】

この検査パターンにより、図 3 (B) に示す検査画像 7 3 には、第 1 の視点グループに対応して第 1 のパターンが表示された第 1 の画像領域 8 5 と、第 2 の視点グループに対応して第 2 のパターンが表示された第 2 の画像領域 8 6 とが現れる。この場合は、各画像領域間の境界線分 8 7 の傾き 及び位置 x を検出すればよい。

【 0 0 7 6 】

このような検査パターンを用いれば、多視点用画素を備える構成でも境界線分の傾き 及び位置 x を容易に求めることが可能であり、図 2 (B) に示した検査画像と同様に境界線分 8 7 が得られるため、該境界線分 8 7 の傾き 及び位置 x の検出アルゴリズムを共通化できるメリットがある。

【 0 0 7 7 】

図 4 は、 N 視点用の画素を備えた表示装置から得られる、 N が奇数 ($N = 5$) である場合の検査画像の一例を示す模式図である。

【 0 0 7 8 】

図 4 (A) は、検査パターン 7 として、第 1 視点用画素から第 N 視点用画素までの奇数番目の視点用画素に第 1 のパターン (ここでは全黒) を表示させ、第 2 視点用画素から第 ($N - 1$) 視点用画素までの偶数番目の視点用画素に第 1 のパターンとは異なる色または階調値を有する第 2 のパターン (ここでは全白) を表示させたときの検査画像 7 3 の一例

10

20

30

40

50

を示している。

【0079】

図4(A)に示す検査画像73には、第1の視点用画素に対応して第1のパターンが表示された第1の画像領域91が存在し、第2視点用画素に対応して第2のパターンが表示された第2の画像領域92が存在し、第3視点用画素に対応して第1のパターンが表示された第3の画像領域93が存在し、第4視点用画素に対応して第2のパターンが表示された第4の画像領域94が存在し、第5視点用画素に対応して第1のパターンが表示された第5の画像領域95が存在する。

【0080】

上述したように、奇数番目の視点用画素と偶数番目の視点用画素とでは表示するパターンの色または階調値は異なるため、図4(A)に示す検査画像73には、各視点用画素間で境界線分が現れる。

【0081】

この場合、検査画像73の中心に近い境界線分88及び境界線分89を、複数の境界線分の代表値に用いて、境界線分88及び境界線分89の傾き及び位置 x をそれぞれ検出し、その平均値を算出すればよい。なお、図4(A)では2つのパターンを用いて境界線分を発生させる例を示したが、第1から第Nまでの各視点用画素には、色または階調値が異なる最大でN通りのパターンを表示させてもよい。すなわち、隣接する視点用画素で表示するパターンの色または階調値が異なっていれば、検査パターンはどのような画像でもよい。但し、Nが奇数の場合は、 $x = 0$ が成立しない点に留意する必要がある。

【0082】

図4(B)は、第 $((N+1)/2)$ 視点用画素に、第1の視点グループとして第1のパターン(ここでは全黒)を表示させ、それ以外の視点用画素に、第2の視点グループとして第2のパターン(ここでは全白)を表示させたときの検査画像73を示している。

【0083】

この検査パターンにより、図4(B)に示す検査画像73には、第1の視点グループに対応して第1のパターンが表示された第1の画像領域96及び第3の画像領域98が存在し、第2の視点グループに対応して第2のパターンが表示された第2の画像領域97が存在する。この場合、各画像領域間の境界線分88及び89の傾き及び位置 x をそれぞれ検出し、その平均値を算出すればよい。

【0084】

このような検査パターンを用いれば、表示装置1が複数の視点用画素を備える場合でも、境界線分の傾き及び位置 x を容易に求めることができる。但し、Nが奇数の場合は、 $x = 0$ が成立しない点に留意する必要がある。

【0085】

ここで、表示装置1として、2視点用画素を備える透過型液晶表示パネルを用いる例を図5に示す。

【0086】

図5は、2視点用画素を備える表示装置の一構成例を示す断面図である。

【0087】

図5に示す表示装置1の表示パネル2は、バックライト28、第1光学フィルム27、第1基板26、液晶層25、第2基板24及び第2光学フィルム23を有する構成である。

【0088】

第1基板26は、TFT等のスイッチング素子を含む複数の画素が設けられ、第1視点用画素41及び第2視点用画素42がX方向8に交互に配置された構成である。第2基板24には、ストライプ状に配置された赤(R)、緑(G)、青(B)の複数のカラーフィルタが設けられている。

【0089】

第1光学フィルム27及び第2光学フィルム23は、偏光板または補償板であり、第1

10

20

30

40

50

光学フィルム 27 は第 1 基板 26 に貼付され、第 2 光学フィルム 23 は第 2 基板 24 に貼付されている。

【0090】

表示パネル 2 は、液晶表示素子以外の表示素子、例えば有機 EL、無機 EL、プラズマディスプレイパネル、フィールドエミッション素子、CRT 等、様々な表示素子を用いてもよい。表示パネル 2 の駆動方法は、TFT 等を用いたアクティブマトリクス方式でもよく、パッシブマトリクス方式でもよい。

【0091】

光学手段 3 には、上述したレンチキュラレンズ 3 が用いられる。光学手段 3 は、1 対の第 1 視点用画素 41 及び第 2 視点用画素 42 から成る画素群に対応して 1 つのシリンドリカルレンズ 31 が位置するように、表示パネル 2 に対して接着層 22 を介して固定されている。

10

【0092】

なお、光学手段 3 には、レンチキュラレンズ 3 だけでなく、フライアイレンズ、パララックスバリア、プリズムシート等の光を分離する様々な光学素子を用いてもよい。また、光学手段 3 には、例えば液晶を用いた GRIN (Gradient Index) レンズ、レンズ効果を有する凹凸基板と液晶分子とを組み合わせた液晶レンズ、液晶を用いたスイッチングパララックスバリア等を用いることもできる。

【0093】

光学手段 3 にレンズ系素子を用いる場合、該光学手段 3 は表示パネル 2 の表示面側 (+Z 方向) に配置される。光学手段 3 にバリア系素子を用いる場合、該光学手段 3 は表示パネル 2 の表示面側 (+Z 方向) または裏面側 (-Z 方向) のどちらにも配置可能である。また、光学手段 3 には、バックライトから発せられた光を左右の眼に時分割に振り分ける光学素子を複数有する光学フィルム等を用いてもよい。その場合、該光学フィルムは表示パネル 2 の裏面側 (-Z 方向) に配置すればよい。これらの素子を光学手段 3 として用いても、上述した検査画像 73 の境界線分の傾き 及び位置 x を検出することで、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を取得できる。

20

【0094】

なお、上記説明では、第 1 のパターン 7A 及び第 2 のパターン 7B を、各々のパターン全域で同一の色または階調値に設定する例を示したが、第 1 のパターン 7A 及び第 2 のパターン 7B には、例えば任意の方向に色や階調値が変化するグラデーションパターンを用いてもよく、該パターン内に異なる画像を含む等、様々な画像を用いてもよい。すなわち、検査画像 73 から境界線分 74 を抽出できれば、検査パターン 7 には、どのような画像を用いてもよい。

30

【0095】

以上説明したように、第 1 の実施の形態によれば、検査画像 73 の境界線分の傾き 及び位置 x を検出することで、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を取得できる。また、撮影手段 5 には一般的なビデオカメラやデジタルカメラ等を用いればよく、複数のカメラや特殊なカメラを用いる必要がない。そのため、検査装置のコストが上昇することがない。さらに、境界線分 73 の傾き や位置 x は、複雑な処理を必要とすることなく、容易に求めることができるため、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を高速に (短い処理時間で) 検出できる。したがって、表示パネルと光学手段との相対的な位置精度を低コストかつ高速に検出できる。

40

【0096】

以下、第 1 の実施の形態の実施例について図面を用いて説明する。なお、以下に示す第 1 実施例 ~ 第 3 実施例では、表示装置 1 が 2 視点用画素を備える例で説明するが、視点数が 3 以上の構成にも適用可能である。

(第 1 実施例)

図 6 は第 1 実施例の検査方法で得られる検査画像の一例を示す模式図であり、図 7 は図 6 に示した検査画像から境界線分の傾き 及び位置 x を抽出するための処理手順を示す

50

フローチャートである。

【0097】

図6は、第1視点用画素で全白の第1のパターンを表示し、第2視点用画素で全黒の第2のパターンを表示したときに撮影手段5で得られる検査画像73と、検査画像73から境界線分74の傾き及び位置 x の算出過程で生成される各種のデータとを示している。なお、検査画像73の第1の画像領域75及び第2の画像領域76の輝度の強度は、第1の画像領域75>第2の画像領域76の関係にあるものとする。

【0098】

図6に示す検査画像73において、左上の画像端を基点72として上記XY座標系を適用すると、検査画像73上の各位置は座標 (x, y) で表すことができる。ここで、検査画像中心71の座標を (x_center, y_center) と定義し、基点72から最も離れた右下画像端の座標を (x_max, y_max) と定義する。基点72の座標は $(0, 0)$ である。

【0099】

表示装置1が備える画像メモリ(不図示)には、検査画像73の画像データとして、座標位置に対応する輝度 $LY(x, y)$ の値が格納されている。図6に示す LY_top は、 $x = 0 \sim x_max$ の輝度 $LY(x, 0)$ の分布を示し、 LY_bottom は、 $x = 0 \sim x_max$ の輝度 $LY(x, y_max)$ の分布を示している。また、図6では、 LY_top における変位点の x 座標値を x_top と定義し、 LY_bottom における変位点の x 座標値を x_bottom と定義している。

【0100】

次に、境界線分74の傾き及び位置 x の抽出手順について図7を用いて説明する。

【0101】

図7に示すように、境界線分74の傾き及び位置 x を抽出処理では、まず表示装置1に検査パターン7を表示させ(ステップS1000)、表示装置1の表示面を撮影手段5で撮影し、撮影手段5から境界線分74を含む検査画像73の画像データを取得する(ステップS1010)。

【0102】

次に、 LY_top における変位点 x_top を確定するため、検査画像73の画像データから輝度 $LY(x, 0)$ の値を $x = 0 \sim x_max$ まで検索する(x 方向のサーチ)。 LY_top における x 方向のサーチ処理では、まず第1引数から第5引数に対して「0」、「0」、「 x_max 」、「1」、「1」の値を順次代入する。この LY_top における x 方向のサーチ処理について図8を用いて説明する。

【0103】

図8に示すように、 LY_top における x 方向のサーチ処理では、まず第1引数～第5引数に対して、引数名「pos」、「start」、「end」、「step」、「target」を割り当てる。引数名の割り当てが終了すると、サーチ範囲を計数するためのカウンタ i にサーチの開始座標を示す「start」の値をセットする(ステップS2000)。

【0104】

次に、カウンタ i の値とサーチの終了座標を示す「end」の値とを比較し(ステップS2010)、カウンタ i の値が「end」の値以上である場合、サーチが失敗したと判定して、戻り値Resultに「エラー」を代入し、 x 方向のサーチを終了する。

【0105】

カウンタ i の値が「end」の値未満である場合、ステップS2020の処理へ移行して y 方向のサーチを続行する。

【0106】

ステップS2020では、カウンタ i の値にサーチ間隔を示す「step」の値を加算する。そして、 LY_top における変位点を特定するため、 $LY(i, pos)$ と $LY(i - step, pos)$ とを比較し(ステップS2030)、それらの値が一致する場

合は、ステップS 2 0 1 0へ戻ってさらにサーチを続行する。

【0107】

$LY(i, pos)$ と $LY(i - step, pos)$ とが一致しない場合は、 $LY.top$ におけるx方向の変位点を検出したと判定し、ステップS 2 0 4 0の処理へ移行する。

【0108】

ステップS 2 0 4 0では、変位点を計数するためのカウンタ「cnt」の値に「1」を加算する。そして、変位点を特定するために、カウンタ「cnt」の値と変位点数を示す「target」とを比較し(ステップS 2 0 5 0)、それらの値が一致しない場合は、ステップS 2 0 1 0の処理へ戻ってx方向のサーチを続行する。「cnt」と「target」の値が一致した場合は、所定数の変位点を検出したと判定し、カウンタiの値を戻り値Resultに代入して、x方向のサーチ処理を終了する。

10

【0109】

ここで、「target」は、例えば図2(B)や図3(B)で示した境界線分が1本しか存在しない検査画像73の場合は、 $target = 1$ に設定すればよい。また、図3(A)で示したN視点(偶数)用の表示装置から得られる検査画像73の場合は $target = N / 2$ に設定すればよい。また、図4(B)に示したN視点(奇数)用の表示装置から得られる検査画像73の場合は $target = 1$ かつ $target = 2$ を設定し、図4(A)に示したN視点(奇数)用の表示装置から得られる検査画像73の場合は $target = (N - 1) / 2$ かつ $target = (N + 1) / 2$ に設定すればよい。

20

【0110】

図7に示すステップ1040の処理でx方向のサーチ処理が終了すると、戻り値Resultを $x.top$ へ代入し、 $LY.top$ における変位点のx座標値 $x.top$ が確定する。

【0111】

$LY.top$ における変位点のx座標値 $x.top$ が確定しない場合、すなわち検査画像7から $LY.top$ における変位点が検出できない場合、ステップS 1 0 4 1にて戻り値Resultがエラーであると判定されて異常終了する。ステップS 1 0 4 1にて戻り値Resultがエラーでないと判定された場合、ステップS 1 0 5 0に移行して、 $LY.bottom$ における変位点 $x.bottom$ を確定するため、輝度 $LY(x, y.max)$ の値を $x = 0 \sim x.max$ まで検索する(x方向のサーチ)。

30

【0112】

$LY.bottom$ におけるx方向のサーチ処理では、まず第1引数から第5引数に対して「y.max」、「x.max」、「0」、「1」、「1」の値を順次代入する。そして、ステップS 1 0 4 0と同様の処理を実行することでサーチ結果が代入された戻り値Resultが「x.bottom」に代入されることで、 $LY.bottom$ における変位点のx座標値 $x.bottom$ が確定する。

【0113】

$LY.bottom$ における変位点のx座標値 $x.bottom$ が確定しない場合、すなわち検査画像7から $LY.bottom$ における変位点が検出できない場合、ステップS 1 0 5 1にて戻り値Resultがエラーであると判定されて異常終了する。ステップS 1 0 5 1にて戻り値Resultがエラーでないと判定された場合、ステップS 1 0 6 0に移行し、ステップS 1 0 4 0の処理で確定した $x.top$ 及びステップS 1 0 5 0の処理で確定した $x.bottom$ の値を用いて境界線分74の傾き及び位置xを算出する。

40

【0114】

境界線分74の位置xは、 $x = (x.top + x.bottom) / 2 - x.center$ で算出できる。また、境界線分74の傾きは、 $\theta = \arctan(y.max / (x.top - x.bottom) \times 180 / \pi)$ で算出できる。

【0115】

50

上述したように、境界線分 7 4 の位置 x が + (プラス) の場合、該境界線分 7 4 は検査画像中心 7 1 の右側すなわち + X 方向に位置し、境界線分 7 4 の位置 x が - (マイナス) の場合、該境界線分 7 4 は検査画像中心 7 1 の左側すなわち - X 方向に位置する。

【 0 1 1 6 】

また、境界線分 7 4 の傾き θ が + (プラス) の場合、該境界線分 7 4 は検査画像中心 7 1 を含む Y 軸方向に対して時計方向に傾き、境界線分 7 4 の傾き θ が - (マイナス) の場合、該境界線分 7 4 は反時計方向に傾いている。すなわち、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き θ の符号 (+ または -) により、表示パネル 2 に対する光学手段 3 の位置ずれ方向や回転方向を検出できる。

【 0 1 1 7 】

ところで、境界線分 7 4 の位置 x や傾き θ の値は、撮影手段 5 に用いる CCD 等の光電変換素子の解像度や撮影レンズ倍率、検査画像 7 を表示するディスプレイの解像度や画角サイズ等に依存する。すなわち、境界線分 7 4 の位置 x の値や傾き θ の値をそのまま用いても、表示装置 1 の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度は得られない。そのため、表示装置 1 の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度は、境界線分 7 4 の位置 x や傾き θ の値を用いて以下に示す方法で求める。

【 0 1 1 8 】

例えば、予め位置精度が異なる表示装置 1 を複数用意しておき、それぞれの検査画像を取得して x を検出し、表示装置 1 毎の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度と x との関係を求める方法がある。このようにして得られた位置 x と実際の位置精度との関係を図 9 (A) に示す。

【 0 1 1 9 】

図 9 は、境界線分の位置 x 及び傾き θ から表示パネルと光学手段の相対的な位置精度を求める方法を示すグラフである。

【 0 1 2 0 】

図 9 (A) に示すように、位置 x と実際の位置精度とは概ね一次関数で表すことができる。したがって、例えば検査対象の表示装置 1 の検査画像 7 3 から位置 x_1 を算出し、図 9 (B) に示すように該 x_1 に所定の係数を乗算すれば、検査対象の表示装置 1 の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を求めることができる。

【 0 1 2 1 】

また、予め位置精度が異なる表示装置 1 を複数用意しておき、それぞれの検査画像を取得して x を検出し、例えば図 3 (A) に示した画像において、画像 8 2 または画像 8 3 を用いて X 方向の画像の幅に対する位置 x の割合を求め、1つのシリンドリカルレンズに対応する 4 つの画素のうち、X 方向の画素ピッチに上記割合を乗算することで、実際の位置精度に相当する量を算出する方法もある。これらの方法を用いて、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な X 方向の位置精度を求めればよい。

【 0 1 2 2 】

同様に、境界線分 7 4 の傾き θ についても、上記 x_{top} 及び x_{bottom} の値に対して上記所定の係数を乗算することで、表示パネル 2 に対する光学手段 3 の実際の傾き θ を求めることができる。したがって、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き θ の値より、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を検出できる。

【 0 1 2 3 】

なお、第 1 実施例では、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き θ を定量的に算出し、位置 x 及び傾き θ の値から表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を求める方法を示したが、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度は、目視で判定することも可能である。例えば、境界線分 7 4 を挟んで隣接する第 1 の画像領域 7 5 と第 2 の画像領域 7 6 の配置関係を比較すれば、左右の画像が視点によって入れ替わる逆視現象の発生有無を簡易に判別できる。

【 0 1 2 4 】

また、境界線分 7 4 の傾き θ と位置 x の許容できる範囲を示す図形を限度見本として

10

20

30

40

50

検査画像 7 と同じスケールの透明なシート等を印刷しておき、検査対象の検査画像 7 3 と境界線分 7 4 の限度見本とを重ね合わせて比較すれば、表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度の良否を目視で簡易に判定できる。

(第 2 実施例)

図 10 は、第 2 実施例の検査方法の処理対象である検査画像の一例を示す模式図である。

【0125】

第 2 実施例の実装精度検査方法では、第 1 実施例で示した境界線分 7 4 の傾き 及び位置 x の抽出手順に、 $LY.middle$ 及び $x.middle$ を用いた境界線分 7 4 の傾き 及び位置 x の抽出手順を追加する。

10

【0126】

$LY.middle$ は、基点 7 2 と $y.max$ の Y 方向の中間に位置する $y.center$ における x 方向の輝度の分布を示している。第 2 実施例では、第 1 実施例で示した $x.top$ 及び $x.bottom$ を確定する処理に加えて、第 1 引数 ~ 第 5 引数に対して引数名 $y.center, 0, x.max, 1, 1$ を付与した後、図 8 に示した処理を実行することで、 $LY.middle$ における変位点の座標 $x.middle$ も確定する。

【0127】

また、第 2 実施例では、 $x.top$ 及び $x.bottom$ を用いて算出した x と $x.middle$ との偏差を求め、境界線分 7 4 の直線性を検出する。

【0128】

20

このように境界線分 7 4 の直線性を検出することで、光学手段 3 の歪みを検出できる。例えば、光学手段 3 に複数のシリンドリカルレンズ 3 1 が X 方向に配列されたレンチキュラレンズ 3 (図 1 参照) を用いる場合、レンズ主軸が Y 方向と平行であるか否かを判定できる。

【0129】

表示パネル 2 にレンチキュラレンズ 3 を接着固定するとき、不均一な圧力分布を有してレンチキュラレンズ 3 が接着されると、レンチキュラレンズ 3 が変形することがある。また、元々レンチキュラレンズ 3 に光学歪が存在する場合もある。これらの原因により、レンズ主軸が Y 方向と平行にならず、境界線分 7 4 に非線形な傾きが現れることがある。このような場合に本実施例の検査方法は有効である。

30

【0130】

なお、上記説明では、 $y.max$ の中心である $y.center$ において x 方向にサーチする処理を追加し、 $y.center$ における変位点の座標 $x.middle$ を確定する例を示したが、 y 軸上の複数の位置において、それぞれ x 方向にサーチする処理を実行し、各 y 軸上の位置における変位点の座標 $x.middle$ を確定し、それらの値と x との偏差を求めれば、境界線分 7 4 の直線性をより高い精度で求めることができる。

(第 3 実施例)

第 3 実施例の実装精度検査方法は、第 1 実施例と同様に、表示装置 1 に第 1 の視点グループに対応して第 1 のパターンを表示し、第 2 の視点グループに対応して第 2 のパターンを表示して境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き を求める第 1 の工程と、第 1 の視点グループに対応して第 2 のパターンを表示し、第 2 の視点グループに対応して第 1 のパターンを表示して、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き を求める第 2 の工程とを有する例である。境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き は、各工程で得られた値の平均値を計算することで求める。なお、第 2 の工程では、必ずしも第 1 のパターンと第 2 のパターンとを入れ替えるだけでなく、第 1 のパターン及び第 2 のパターンに全く異なるパターンを設定してもよい。

40

【0131】

図 11 は、第 3 実施例の検査方法の処理対象である検査画像の一例を示す模式図である。

【0132】

50

図 1 1 (A) は、検査パターン 7 として、第 1 視点用の第 1 のパターンとして全白を表示し、第 2 視点用の第 2 のパターンとして全黒を表示したときに得られる第 1 の検査画像 7 3 の一例を示している。図 1 1 (B) は、図 1 1 (A) に示した検査パターン 7 の各視点用のパターンを入れ替えたときに得られる第 2 の検査画像 7 3 の一例を示している。

【 0 1 3 3 】

第 3 実施例では、第 1 実施例と同様に、第 1 の検査画像から境界線分 7 4 の位置 x_1 及び傾き θ_1 を算出し、第 2 の検査画像から境界線分 7 4 の位置 x_2 及び傾き θ_2 を算出する。そして、これらの平均値 $x = (x_1 + x_2) / 2$ 、 $\theta = (\theta_1 + \theta_2) / 2$ を用いて表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を検出する。

【 0 1 3 4 】

第 3 実施例の検査方法によれば、表示するパターンを入れ替えて 2 つの検査画像を取得し、各々の境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き θ の平均値を求めることで、表示装置 1 のコントラスト等の光学特性や撮影手段の光感度等の電気光学特性に起因する、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き θ の検出誤差を低減できる。

【 0 1 3 5 】

なお、検査パターン 7 として階調値が異なる 2 つのパターンを用いる例で説明したが、本実施例は検査パターン 7 として色が異なる 2 つのパターンを用いる場合にも適用できる。以下、検査パターン 7 として色が異なる 2 つのパターンを用いる変形例について説明する。

【 0 1 3 6 】

図 1 2 は、第 3 実施例の変形例で検査対象となる検査画像の一例を示す模式図である。

【 0 1 3 7 】

図 1 2 (A) は、検査パターン 7 として、第 1 視点用の第 1 のパターンとして青 (B) を表示し、第 2 視点用の第 2 のパターンとして赤 (R) を表示したときに得られる第 1 の検査画像 7 3 の一例を示している。図 1 2 (B) は、図 1 2 (A) に示した検査パターン 7 の各視点用のパターンを入れ替えたときに得られる第 2 の検査画像 7 3 の一例を示している。

【 0 1 3 8 】

上述したように、表示装置が備える不図示の画像メモリには、検査画像 7 3 の画像データとして、座標位置に対応する RGB の色毎の輝度 RGB (x, y) の値が格納されている。第 3 実施例の変形例では、この RGB (x, y) の値を用いて、赤 (R) の輝度分布及び青 (B) の輝度分布をサーチして変位点を検出する。

【 0 1 3 9 】

まず、第 1 の検査画像を用いて、 y_{top} における赤 (R) の輝度分布を示す R_{top} から、その変位点である $R1_{top}$ を x 方向のサーチ処理により確定し、 y_{top} における青 (B) の輝度分布を示す B_{top} から、その変位点である $B1_{top}$ を x 方向のサーチ処理により確定する。

【 0 1 4 0 】

また、第 1 の検査画像を用いて、 y_{bottom} における赤 (R) の輝度分布を示す R_{bottom} から、その変位点である $R1_{bottom}$ を x 方向のサーチ処理により確定し、 y_{bottom} における青 (B) の輝度分布を示す B_{bottom} から、その変位点である $B1_{bottom}$ を x 方向のサーチ処理により確定する。

【 0 1 4 1 】

そして、得られた $R1_{top}$ または $B1_{top}$ のいずれか一方、あるいは両者の平均値 $x1_{top}$ と、 $R1_{bottom}$ または $B1_{bottom}$ のいずれか一方、あるいは両者の平均値 $x1_{bottom}$ とを用いて、境界線分 7 4 の位置 x_1 及び傾き θ_1 を算出する。

【 0 1 4 2 】

同様に、第 2 の検査画像を用いて境界線分 7 4 の位置 x_2 及び傾き θ_2 を算出し、これらの平均値 $x = (x_1 + x_2) / 2$ 、 $\theta = (\theta_1 + \theta_2) / 2$ を算出し、該

10

20

30

40

50

x 及び の値を用いて表示パネル 2 と光学手段の相対的な位置精度を算出する。

【 0 1 4 3 】

本変形例のように、検査パターン 7 として色が異なる 2 つのパターンを用いることで、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き を安定して得られる効果がある。例えば、表示装置 1 の表面には外部の照明光や遮蔽物の影等が映り込むことがあるため、検査パターン 7 として階調値が異なる 2 つのパターンを用いると、照明光や遮蔽物の影等が検査画像 7 3 に映り込むことで、境界線分 7 4 の位置 x や傾き を誤検出する恐れがある。照明光や遮蔽物の影等による影響は、階調値に基づいた輝度情報の変位点を検出するよりも、R G B 値に基づいた色度情報の変位点を検出する方が受け難いため、境界線分 7 4 を安定して検出できる。そのため、検査画像 7 3 から境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き を安定し

10

【 0 1 4 4 】

なお、本実施形態では、表示装置 1 と撮影手段 5 とが観察者により立体視認できる距離で配置される例を示しているが、このような構成では、表示装置 1 と撮影手段 5 との距離、または表示装置 1 や撮影手段 5 の仕様によっては、境界線分 7 4 が不明瞭になるケースが稀に起きる。その場合、輝度の変位点が検出できずに位置 x や傾き を抽出できないことがある。また、境界線分 7 4 の位置 x や傾き が抽出できても、その抽出した値と実際の表示パネルと光学手段の相対的な位置精度との関係が大きく異なってしまうことがある。

【 0 1 4 5 】

20

本変形例で示した検査パターン 7 に異なる色を用いる手法では、不明瞭な境界線分 7 4 でも R G B (x , y) の変位点を高い精度で検出できる。さらに、検査パターン 7 の各視点用のパターンを入れ替えて 2 つの検査画像を取得し、それら 2 つの検査画像から得られる境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き の値の平均化するため、境界線分 7 4 の位置 x 及び傾き の検出精度が向上する。

【 0 1 4 6 】

さらに、色相が対照な赤 (R) と青 (B) を検査パターン 7 として用いることで、検査画像内の領域の境界がより強調されて明確になるため、境界線分 7 4 を容易に判別できる。そのため、目視で検査する場合でも検査時間を短縮できる。さらに、検査パターン 7 の各視点用のパターンを入れ替えて 2 つの検査画像を提示することで、特定の色情報に基づく観察者への心理的な影響を打ち消すことができる。例えば、上述した不明瞭な境界線分 7 4 は、青 (B) と赤 (R) が混色したマゼンダ (M) として認識される。この場合、マゼンダ (M) は色相が近い赤 (R) と同化するため、観察者には赤 (R) の領域がより広く感じてしまう。また、検査パターン 7 3 の周辺が黒色の場合、観察者には、黒色に明度が近い青 (B) の領域が実際の点灯面積よりも広く感じてしまう。このような色による観察者への影響を、2 つの検査画像を提示することで打ち消すことができると考えられる。

30

(第 2 の実施の形態)

第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態とは異なり、目視で立体視認できない撮影距離で取得した検査画像を用いる検査方法について説明する。

【 0 1 4 7 】

40

図 1 3 は、表示装置 1 の光学手段 3 としてレンチキュラレンズを用いたときに形成される立体視域の一例を示す模式図である。

【 0 1 4 8 】

表示パネル 2 には、X 軸方向 8 に第 1 視点用画素 4 1 L 1 ~ 4 1 L 3 (表示装置 1 の左側)、4 1 C 1 ~ 4 1 C 3 (表示装置 1 の中央) 及び 4 1 R 1 ~ 4 1 R 3 (表示装置 1 の右側) と、第 2 視点用画素 4 2 L 1 ~ 4 2 L 3 (表示装置 1 の左側)、4 2 C 1 ~ 4 2 C 2 (表示装置 1 の中央) 及び 4 2 R 1 ~ 4 2 R 3 (表示装置 1 の右側) とが順次配置されている。

【 0 1 4 9 】

また、レンチキュラレンズ 3 は、複数のシリンドリカルレンズ 3 1 が X 軸方向 8 に所定

50

のピッチで配列された構成である。シリンドリカルレンズ 3 1 L (表示装置 1 の左側) には、第 1 視点用画素 4 1 L 1 ~ 4 1 L 3 と第 2 視点用画素 4 2 L 1 ~ 4 2 L 3 とが対応し、シリンドリカルレンズ 3 1 C (表示装置 1 の中央) には第 1 視点用画素 4 1 C 1 ~ 4 1 C 3 と第 2 視点用画素 4 2 C 1 ~ 4 2 C 2 とが対応し、シリンドリカルレンズ 3 1 R (表示装置 1 の右側) には第 1 視点用画素 4 1 R 1 ~ 4 1 R 3 と第 2 視点用画素 4 2 R 1 ~ 4 2 R 3 とが対応している。

【0150】

図 1 3 に示す 1 L 1, 2 L 1, 3 L 1 は、第 1 視点用画素 4 1 L 1, 4 1 L 2, 4 1 L 3 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 L で屈折された光の光路を示し、1 L 2, 2 L 2, 3 L 2 は、第 2 視点用画素 4 2 L 1, 4 2 L 2, 4 2 L 3 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 L で屈折された光の光路を示している。

10

【0151】

また、図 1 3 に示す 1 C 1, 2 C 1, 3 C 1 は、第 1 視点用画素 4 1 C 1, 4 1 C 2, 4 1 C 3 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 C で屈折された光の光路を示し、1 C 2, 2 C 2 は、第 2 視点用画素 4 2 C 1, 4 2 C 2 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 C で屈折された光の光路を示している。

【0152】

同様に、図 1 3 に示す 1 R 1, 2 R 1, 3 R 1 は、第 1 視点用画素 4 1 R 1, 4 1 R 2, 4 1 R 3 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 R で屈折された光の光路を示し、1 R 2, 2 R 2, 3 R 2 は、第 2 視点用画素 4 2 R 1, 4 2 R 2, 4 2 R 3 から出射されシリンドリカルレンズ 3 1 R で屈折された光の光路を示している。

20

【0153】

ここで、光路上を進行する実際の光は、これらの光路に対して時計回りまたは反時計回りに所定の角度の幅を有している。1 L 1、1 C 1 及び 1 R 1 が交わる点を含む領域に第 1 視点用画像領域 4 7 が形成され、1 L 2、1 C 2 及び 1 R 2 が交わる点を含む領域に第 2 視点用画像領域 4 8 が形成される。これら第 1 視点 (左目) 用画像領域 4 7 及び第 2 視点 (右目) 用画像領域 4 8 が立体視できる立体視認範囲となる。

【0154】

立体視認範囲が最大となる最適立体視認距離を D_{op} とし、左右眼の Y 軸方向 1 0 と、第 1 視点用画像領域 4 7 及び第 2 視点用画像領域 4 8 との交点に基づいて、最大立体視認距離を D_{max} 、最小立体視認距離を D_{min} とする。4 9 は各視点間のピッチを示しており、以降、視点ピッチと称する。

30

【0155】

ここで、シリンドリカルレンズ 3 1 L に注目すると、第 1 視点用画像形成領域 4 7 と第 2 視点用画像形成領域 4 8 の形成に寄与する光は、画素 4 1 L 1 及 4 2 L 1 から出射された光 1 L 1, 1 L 2 だけである。これを一次光と定義する。また、画素 4 1 L 1, 4 2 L 1 の隣接画素である画素 4 1 L 2, 4 2 L 2 から出射され、シリンドリカルレンズ 3 1 L で屈折された光 2 L 1, 2 L 2 を二次光と定義する。同様に、画素 4 1 L 1, 4 2 L 1 の第 2 の隣接画素である画素 4 1 L 3, 4 2 L 3 から出射され、シリンドリカルレンズ 3 1 L で屈折された光 3 L 1, 3 L 2 を三次光と定義する。

40

【0156】

シリンドリカルレンズ 3 1 C, 3 1 R に関連する光についても、同様に一次光が第 1 視点と第 2 視点のそれぞれ画像形成領域 4 7, 4 8 の形成に寄与する。

【0157】

図 1 3 に示すように、視認距離を最適立体視認距離 D_{min} よりも短くすると、表示装置 1 の左右側から出射される二次光や三次光等の高次光の影響が顕在化することが分かる。

【0158】

図 1 4 は、第 2 の実施の形態の検査方法で用いる表示装置 1 及び撮影手段 5 の配置例を示す模式図である。図 1 4 (A) は最適立体視認距離 D_{min} に対して十分に短い距離 D

50

1で検査画像を撮影するときの様子を示し、図14(B)は最適立体視認距離 $D_{min} \sim D_{max}$ 内の距離D2で検査画像を撮影するときの様子を示している。上述した第1の実施の形態は図14(B)に相当する。

【0159】

図15は、図14(A)に示した撮影手段で得られた検査画像の一例を示す模式図である。ここで、表示装置1の表示パネル2と光学手段3の位置精度は第1の実施の形態と同じとする。したがって、図14(B)に示す条件で撮影して得られた検査画像は図2(B)と同じである。

【0160】

図15と図2(B)とを比較すると、第1の画像領域と第2の画像領域とがX軸方向で入れ替わっているのが分かる。また、境界線分の傾きはY軸方向に対して回転方向が回転している。さらに、境界線分74を形成する第1の画像領域76と第2の画像領域75のX軸方向の幅Pwが狭くなり、これら画像の外側に、それぞれ第2の画像領域75と第1の画像領域76が現れている。これは、幅Pwが上記視点ピッチに依存した大きさであり、撮影距離D1では短撮像距離のため視点ピッチが小さくなることに起因する。

【0161】

このような撮影距離に依存した検査画像の変化について、図14(A)及び図14(B)を用いて説明する。

【0162】

まず、図14(B)では撮影距離D2が最適立体視認距離 $D_{min} \sim D_{max}$ の範囲であるため、撮影手段5の中心から光学手段であるレンチキュラレンズ3の各シリンジカルレンズの主軸に対して θ_2 、 θ_2 の角度を有する線分を引くと、これらの線分に対してレンチキュラレンズの屈折率をスネル法則に適用した屈折角度と、レンズと表示パネル2に配置された各視点用画素とのZ方向の距離に基づいて、対応する画素を割り出すことができる。撮影手段5には、この対応する画素に入力された検査パターンに対応する所定の検査画像が入力される。同様に、表示パネル2のXY平面全体に対して θ_2 、 θ_2 以外の角度を有する線分を適用し、対応する画素を割り出すことで、表示画面全体で表示される検査画像を取得できる。図14(B)に示す撮影距離D2では、基本的に図13に示した一次光が支配的となるため、目視した画像と同様に、図2(B)に示した検査画像が得られる。

【0163】

それに対して、図14(A)に示す撮影距離D1では、撮影手段5の中心から各シリンジカルレンズの主軸に対して θ_1 、 θ_1 の角度を有する線分を引くことで、これらの線分に対して対応する画素を割り出すことができる。撮影手段5には、この対応する画素に入力された検査パターンに対応する所定の検査画像が入力される。

【0164】

撮影距離がD1の場合、任意の画素からの二次光や三次光等の高次光が検査画像に寄与するため、図2(B)と同様の検査画像にはならず、例えば撮影距離D1が D_{min} の半分以下の距離では、図15に示したような検査画像が得られる。この撮影距離Dに対する検査画像73の境界線分74の傾き α の変化を図16に示す。

【0165】

図16は、撮影距離に対する検査画像の境界線分の傾き α の変化を示すグラフである。図16において、横軸は撮影距離Dを示し、縦軸は表示装置1の表示画像を撮影した検査画像73における境界線分74の傾き α を示している。

【0166】

図16に示すように、傾き α は、撮影距離DがA～Bの領域で大きく変化することが分かる。この領域は高次光から一次光への遷移領域であり、安定した検査画像を取得するには困難な領域である。傾き α の撮影距離Dに対する変化量、すなわち微分係数が最小となる撮影距離Dは、大きく分けて2つ存在する。1つは、検査画像が主として高次光で形成される第1の距離54であり、2つめは、検査画像が一次光で形成される第2の距離55

10

20

30

40

50

である。第 1 の実施の形態は、第 2 の距離 5 5 で得られる検査画像を用いた例であり、第 2 の実施の形態は、第 1 の距離 5 4 で得られる検査画像を用いる例である。

【 0 1 6 7 】

第 1 の距離 5 4 は、撮影距離 D に対する傾き θ の微分係数が最小となる点に設定することが望ましい。図 1 6 に示す撮影距離 D が A よりも短い距離では、撮影距離に対する傾き θ の微分係数の変動が $\pm 5\%$ 以内で収束する範囲内で任意の撮影距離に設定すればよい。

【 0 1 6 8 】

このように撮影距離に設定すると、傾き θ の微分係数の変動が $\pm 5\%$ 以内に収まるため、境界線分 7 4 に与える外乱の影響が少なく、境界線分 7 4 の傾き θ を安定して取得できるメリットがある。このことは第 1 の実施の形態でも同様である。

10

【 0 1 6 9 】

さらに、撮影距離が短いことで、第 1 の実施の形態と比較して検査画像の画質が向上するため、このことも境界線分 7 4 の傾き θ 及び位置 x の検出精度の向上に寄与する。

【 0 1 7 0 】

なお、第 1 の実施の形態で説明したように、境界線分 7 4 の位置 x や傾き θ の値は、撮影手段 5 に用いる CCD 等の光電変換素子の解像度や撮影レンズ倍率、並びに検査画像 7 を表示するディスプレイの解像度や画角サイズ等に依存する。そのため、第 1 の実施の形態では、境界線分 7 4 の位置 x や傾き θ の値を用いて表示装置 1 の表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を求める具体的な手法を示した。

20

【 0 1 7 1 】

第 2 の実施の形態では、撮影距離 D に応じて光学手段 3 で拡大される倍率が変化することを利用し、この倍率の逆数を第 1 の実施の形態で示した方法に適用することで、撮影距離 D に応じた表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を求めればよい。

【 0 1 7 2 】

以下、第 2 の実施の形態の検査方法の実施例について図面を用いて説明する。

(第 4 実施例)

第 4 実施例では、表示装置 1 に対する撮影手段 5 の撮影距離 D を D_{min} 未満の第 2 の距離 5 4 に設定することで、検査画像 7 3 に境界線分 7 4 が 3 つ以上含まれるときの、境界線分 7 4 の傾き θ 及び位置 x の算出方法について説明する。

【 0 1 7 3 】

図 1 7 は、第 4 実施例の検査方法で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

30

【 0 1 7 4 】

図 1 7 は、図 1 5 に示した検査画像 7 3 に対して、第 1 実施例と同様の手順 (図 7 及び 8) で取得した、第 1 の境界線分 7 7、第 2 の境界線分 7 8 及び第 3 の境界線分 7 9、並びに各境界線分の傾き θ_1 、 θ_2 、 θ_3 及び位置 x_1 、 x_2 、 x_3 を示している。

【 0 1 7 5 】

図 6 に示した境界線分 7 4 の傾き θ 及び位置 x は、図 1 7 に示す境界線分 7 8 の傾き θ_2 と位置 x_2 が対応する。したがって、この傾き θ_2 と位置 x_2 の値を用いて、表示パネル 2 と光学手段 3 の X 方向の相対的な位置精度を検出できる。この場合、図 8 に示した x 方向のサーチの $target = 2$ となる。

40

【 0 1 7 6 】

本実施例では、視点ピッチの幅が確認できるため、表示装置 1 の画角が把握できる。例えば $|x_2 \cdot top - x_1 \cdot top|$ や $|x_3 \cdot top - x_2 \cdot top|$ 、または $|x_2 \cdot bottom - x_1 \cdot bottom|$ や $|x_3 \cdot bottom - x_2 \cdot bottom|$ の値は視点ピッチに依存する。この値のばらつきが表示装置 1 により大きい場合や、 $|x_2 \cdot top - x_1 \cdot top|$ と $|x_2 \cdot bottom - x_1 \cdot bottom|$ の大きさが異なる場合、光学手段であるシリンドリカルレンズやパララックスバリアのピッチ精度や光学主軸の位置精度のエラーを検出できる。

【 0 1 7 7 】

これは、傾き θ_1 、 θ_2 、 θ_3 の値の違いをモニタすることでも代用することが可能で

50

あり、 $|2 - 1|$ や $|2 - 3|$ の値を検査値として管理することもできる。

【0178】

さらに、 LY_middle を求めることで境界線分74の線形性を判定する第2実施例で示した概念を第4実施例に適用することも可能である。第2実施例で示したように、境界線分74の直線性を取得することで、光学手段の歪みを検出することが可能になる。

【0179】

また、光学手段が歪みを有する場合、傾き 1 , 2 , 3 の値が大きく異なる場合がある。そのため、 $|2 - 1|$ や $|2 - 3|$ の値を検査値として管理しておけば、このような光学手段の歪みの検出が可能となる。

【0180】

図17は、異なる第1の画像領域と第2の画像領域の輝度が異なる例を示しているが、第4実施例には、第3実施例の変形例で示したような色が異なる検査パターンを用いる場合にも適用できる。また、第4実施例には、図11に示したように第1のパターンと第2のパターンとを入れ替えて、境界線分74の傾き 及び位置 x の平均値を用いる方法も適用できる。これらの方法を適用した場合の効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0181】

また、第4実施例では、視点数が2である場合を例にして説明しているが、視点数が3以上のN視点用の画像を表示する場合にも適用することが可能であり、Nが奇数か偶数かによって処理方法が異なることも含めて第1の実施の形態で説明した内容をそのまま適用できる。

【0182】

上述したように、第2の実施の形態では、立体視が困難な短い撮影距離で得られる検査画像を用いて表示パネル2と光学手段3の相対的な位置精度を求めている。そのため、第2の実施の形態では、第1の実施の形態のように検査画像を視認できないが、第1の実施の形態と同様の効果に加えて、以下のようなメリットを有する。

【0183】

第2の実施の形態では、撮影距離が短いため、検査画像の画質が向上する。検査画像から境界線分74を確実に抽出するには、鮮明な検査画像を得ることが重要である。撮影距離が長くなると、鮮明な画像を得るには高性能なレンズ光学系が必要になるため、検査装置のコストが増大する問題がある。本実施形態では低コストで表示パネル2と光学手段3の相対的な位置精度を求めることができる。

【0184】

また、第2の実施の形態では、検査画像から取得できる情報が増大する。第2の実施の形態では、視点ピッチに相当する幅が短くなることで境界線分の数が増大する。そのため、複数の境界線分の傾き、位置 x 及び視点ピッチの情報が得られる。これにより、表示パネル2と光学手段3の相対的な位置精度に加えて、光学手段3のピッチ精度や光学主軸位置等で発生する、歪みを検出できる。

【0185】

さらに、第2の実施の形態では、撮影距離が近くなることによる検査装置を小さくできる。検査装置の構成例については後述する第3の実施の形態で説明するが、第2の実施の形態の検査方法を採用した検査装置は、小型化が可能であるため、低コスト化にも貢献する。

(第3の実施の形態)

第3の実施の形態では上記第1実施例～第4実施例で示した方法を用いる検査装置について説明する。

【0186】

図18は本発明の検査装置の一構成例を示すブロック図である。

【0187】

図18に示すように、検査装置210は、検査対象である表示装置1が設置される検査ステージ200と、表示装置1に検査パターン7を表示させるための画像信号を出力する

10

20

30

40

50

画像出力回路 201 と、検査ステージ 200 に対して Z 方向 10 に設置され、表示装置 1 の表示面を撮影する検査カメラ 202 と、検査カメラ 202 で撮影された検査画像 73 から境界線分の傾き及び位置を検出する検出回路 203 と、検出回路 203 による検査結果を表示するモニタ 204 とを有する構成である。表示装置 1 に対する検査カメラ 202 の撮影距離は、各実施例で説明した距離に設定される。

【0188】

検査ステージ 200 は、表示装置 1 の端部を押し当てることで該表示装置 1 を位置決めするための複数の位置決めピンを備え、表示装置 1 は、位置決めピンを用いて表示中心 11 と検査カメラ 202 の X 方向 8 における撮影中心とが一致するように設置される。なお、位置決めピンは、表示装置 1 が方向 6 にずれないように、表示装置 1 の少なくとも 2 辺に設けられている。

10

【0189】

画像出力回路 201 は、例えば表示装置 1 に図 2 (A) で示した検査パターン 7 を表示させるための画像信号を生成する信号生成回路と該信号生成回路に動作に必要な電力を供給する電源装置とを備え、表示装置 1 の第 1 視点用画素 41 に第 1 のパターン 7A を表示させ、第 2 視点用画素 42 に第 2 のパターン 7B を表示させるための画像信号を生成する。なお、検査パターン 7 では、第 1 のパターン 7A と第 2 のパターン 7B の位置を入れ替えて表示させることも可能である。

【0190】

検査カメラ 202 は、検査画像 73 を撮影するためのレンズ光学系と、撮影素子である CCD と、CCD で撮影された画像信号を保持するための画像メモリとを備え、該画像メモリで保持された画像信号が、検査画像 73 として検出回路 203 へ出力される。

20

【0191】

検出回路 203 は、検査カメラ 202 で撮影された検査画像 73 から境界線分 74 の傾き及び位置 x を抽出する。検出回路 203 は、CPU 及び該 CPU の処理に必要な記憶装置を備えた処理装置で実現可能であり、所定のプログラムにしたがって図 7 及び図 8 に示した処理を実行し、検査画像 73 から抽出した境界線分 74 の傾き及び位置 x の値をモニタ 204 に表示させる。モニタ 204 へ表示された境界線分 74 の傾き及び位置 x の値を、予め定めた値と比較することで、表示装置 1 が備える表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を求めることができる。なお、検出回路 203 は、予め設定した傾き及び位置 x の許容精度の値を格納しておき、該許容精度と検査画像 73 から抽出した傾き及び位置 x の値とを比較し、比較結果をモニタ 204 へ出力してもよい。

30

【0192】

また、第 4 実施例で示したように、短い撮影距離に設定した場合は、 1 、 2 、 3 や x_1 、 x_2 、 x_3 の値、光学手段 3 の不均一な歪量を示す $|2 - 1|$ や $|2 - 3|$ の値、視点ピッチに相当する $|x_2 \cdot top - x_1 \cdot top|$ 、 $|x_2 \cdot top - x_1 \cdot top|$ 、 $|x_3 \cdot top - x_2 \cdot top|$ の値等、所要の検査項目に応じて、検査結果を示す絶対値または判定値をモニタ 204 へ表示させてもよい。

【0193】

さらに、検出回路 203 を用いずに、検査カメラ 202 とモニタ 204 とを接続し、検査画像 73 を直接モニタ 204 へ表示してもよい。その場合、モニタ 204 に表示された境界線分 74 から、表示装置 1 が備える表示パネル 2 と光学手段 3 の相対的な位置精度を目視により判定すればよい。

40

【0194】

表示装置 1 に対する検査カメラ 202 の撮影距離は、上述した実施例で示した距離に設定されるが、第 4 実施例で示した撮影距離に設定すれば、検査装置 210 の小型化、省スペース化が可能であり、高価な検査カメラ 202 を用いなくても高画質な検査画像を取得できるため検査装置のコストを低減できる。

【0195】

なお、第 3 の実施の形態で示す検査装置 201 は、表示装置 1 が備える表示パネル 2 と

50

光学手段 3 の位置精度を検査する工程だけでなく、表示パネル 2 上に光学手段 3 を搭載する工程でも用いることが可能である。例えば接着剤や粘着剤を用いて表示パネル 2 上に光学手段 3 を固定する場合、本実施形態の検査装置 2 1 0 を用いて検査画像 7 3 から境界線分 7 4 の傾き 及び位置 x を取得し、その結果に基づいて光学手段 3 の搭載位置を修正した後、表示パネル 2 に光学手段 3 を押圧して接着固定する工程に移行すれば、表示パネル 2 上に光学手段 3 を高精度で固定できる。その結果、高品質な表示装置 1 が得られる。
(第 4 の実施の形態)

図 1 9 は本発明の検査装置の他の構成例を示すブロック図である。

【0196】

図 1 9 に示すように、第 4 の実施の形態の検査装置 2 2 0 は、第 3 の実施の形態で示した検査装置 2 1 0 に移動手段 2 0 5 を追加した構成である。第 4 の実施の形態の検査装置 2 2 0 は、図 1 7 に示した検査画像 7 3 に複数の境界線分が現れる場合に用いて好適な構成である。

10

【0197】

移動手段 2 0 5 は、表示装置 1 の表示面との平行を保ちつつ、X 軸方向 8 に検査カメラ 2 0 2 を移動させる。この移動軸の Y 方向 (図示せず) 中心は表示中心 1 1 と一致する。図 1 9 に示す検査カメラ 2 0 2 は、表示装置 1 の視点ピッチの大きさに基づいて X 方向 8 に移動させることができる。

【0198】

図 2 0 は、第 4 の実施の形態の検査装置で得られる検査画像の一例を示す模式図である。

20

【0199】

図 2 0 は、移動手段 2 0 5 により X 軸方向 8 に移動させつつ、第 1 実施例で説明した検査方法を用いて検査カメラ 2 0 2 により 3 点にて撮影された検査画像 7 3 の一例を示している。各検査画像 7 3 は、境界線分 7 4 の Y 軸方向中心が表示中心 1 1 となるように撮影することで取得される。

【0200】

ここで、境界線分の位置 x がゼロとなるように、移動手段 2 0 5 の中心から移動させたときの量を Lx 、 Cx 、 Rx とする。このとき、各検査画像 7 3 の境界線分 7 4 L 、7 4 C 、7 4 R からは傾き L 、 C 、 R を抽出できる。

30

【0201】

Rx は第 2 の実施の形態における $|x2.center - x1.center|$ に相当し、 Lx は $|x3.center - x2.center|$ に相当し、 L は 1 に相当し、 C は 2 に相当し、 R は 3 に相当する。

【0202】

したがって、撮影距離として第 2 の距離 5 5 に設定しても、移動手段 2 0 5 を追加することで、第 2 の実施の形態で示した効果と同様に、検査画像から取得できる情報が増加する。

【0203】

本実施形態の検査装置によれば、複数の境界線分の傾き、位置 x 及び視点ピッチ情報が取得できることで、表示パネル 2 と光学手段 3 の位置精度に加えて、光学手段 3 の歪みも検出できる。

40

【符号の説明】

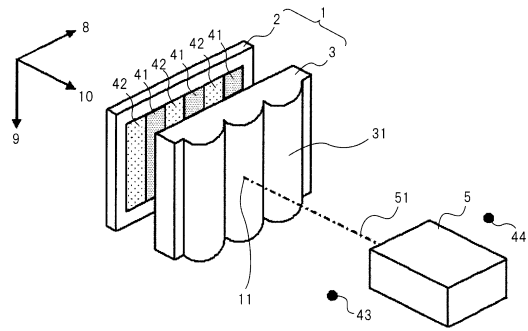
【0204】

- 1 表示装置
- 2 表示パネル
- 3 光学手段
- 5 撮影手段
- 7 検査パターン
- 7 A 第 1 のパターン

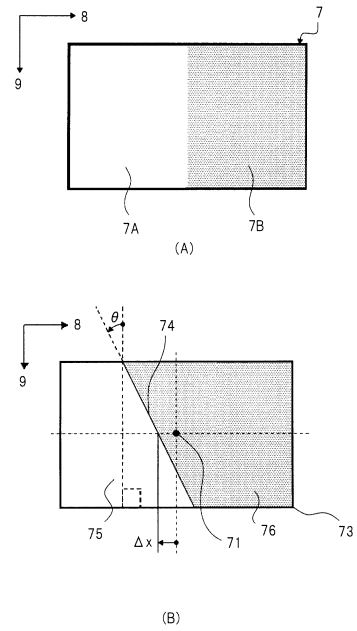
50

7 B	第 2 のパターン	
1 1	表示中心	
2 2	接着層	
2 3	第 2 光学フィルム	
2 4	第 2 基板	
2 5	液晶層	
2 6	第 1 基板	
2 7	第 1 光学フィルム	
2 8	バックライト	
3 1	シリンドリカルレンズ	10
4 1	第 1 視点用画素	
4 2	第 2 視点用画素	
4 3	左眼の位置	
4 4	右眼の位置	
4 7	第 1 視点用画像領域	
4 8	第 2 視点用画像領域	
7 1	検査画像中心	
7 3	検査画像	
7 4、8 7、8 8、8 9	境界線分	
7 5、8 1、9 1	第 1 の画像領域	20
7 6、8 2、9 2	第 2 の画像領域	
7 7	第 1 の境界線分	
7 8	第 2 の境界線分	
7 9	第 3 の境界線分	
8 3、9 3	第 3 の画像領域	
8 4、9 4	第 4 の画像領域	
9 5	第 5 の画像領域	
2 0 0	検査ステージ	
2 0 1	画像出力手段	
2 0 2	検査カメラ	30
2 0 3	検出回路	
2 0 4	モニタ	
2 0 5	移動手段	

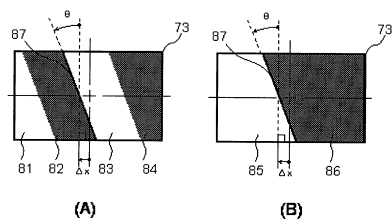
【図 1】



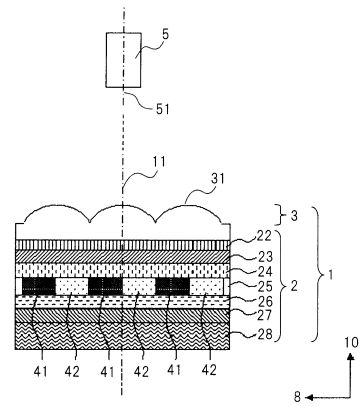
【図 2】



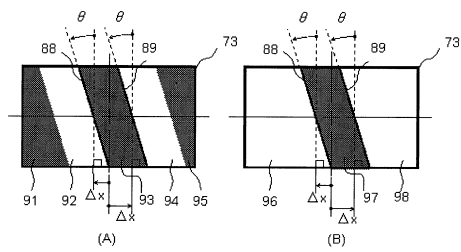
【図 3】



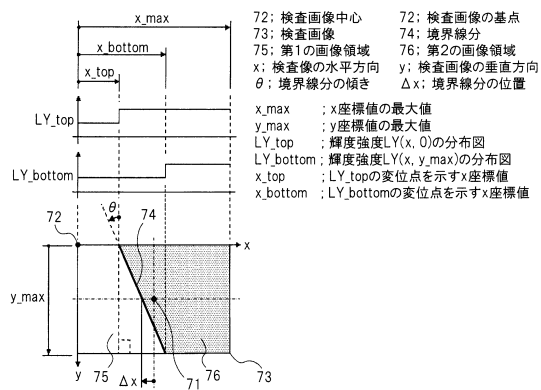
【図 5】



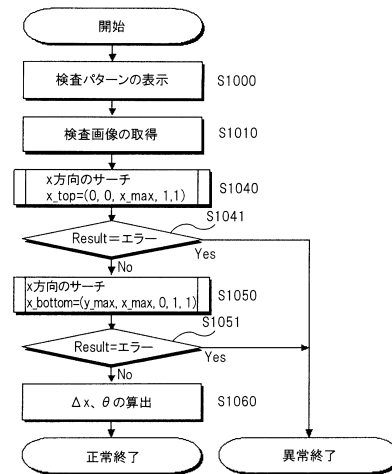
【図 4】



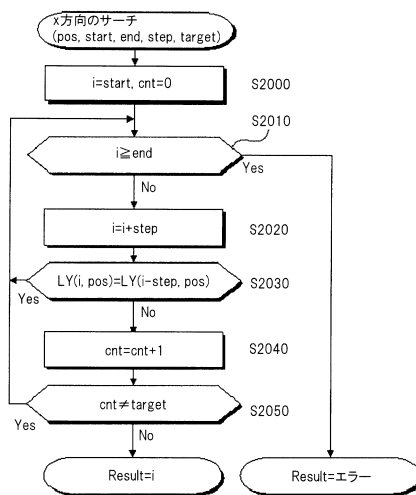
【図 6】



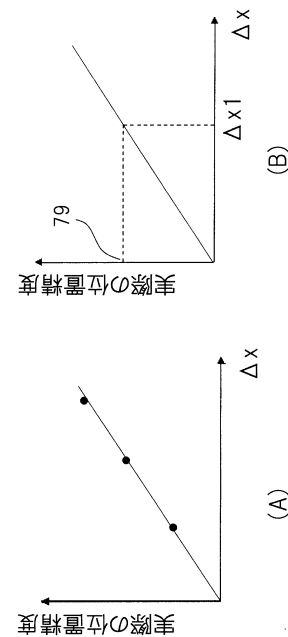
【図 7】



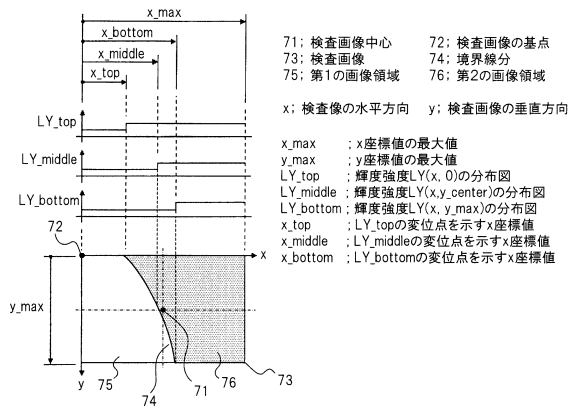
【図 8】



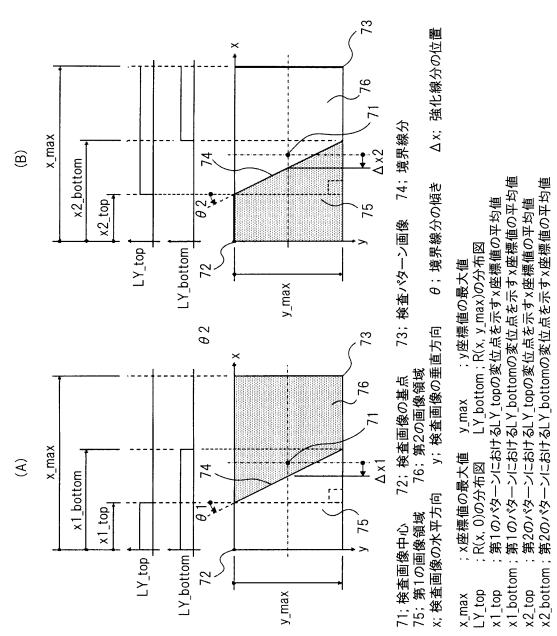
【図 9】



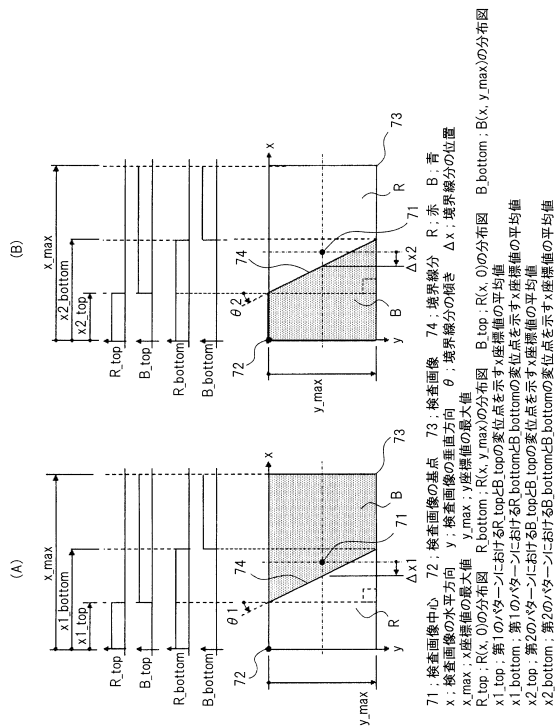
【図 10】



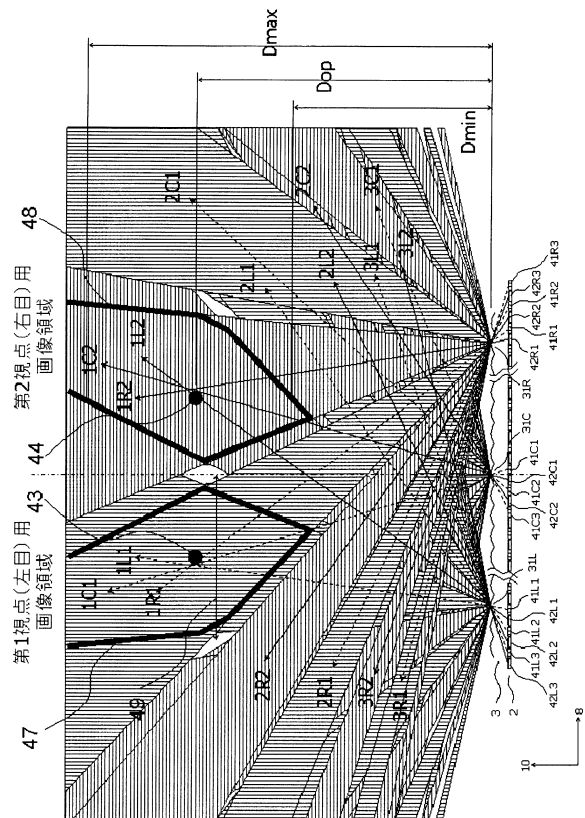
【図 11】



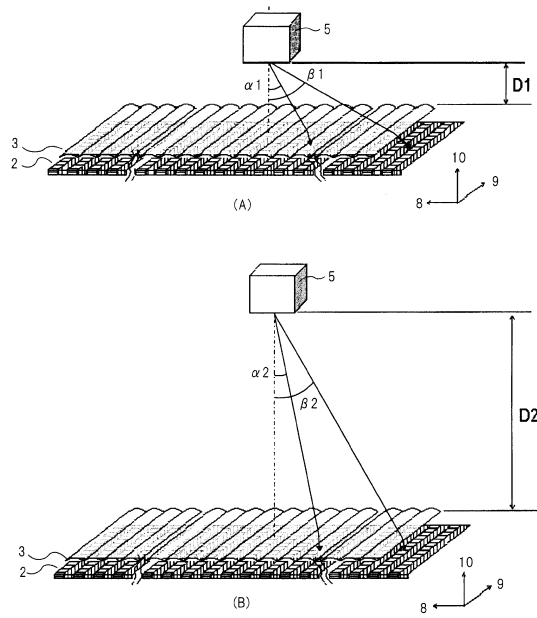
【図 12】



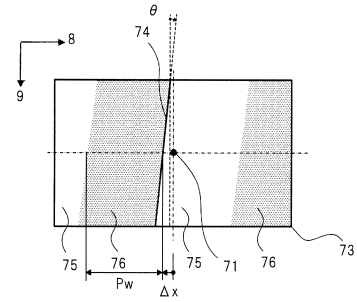
【図 13】



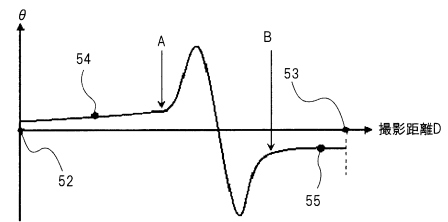
【図 14】



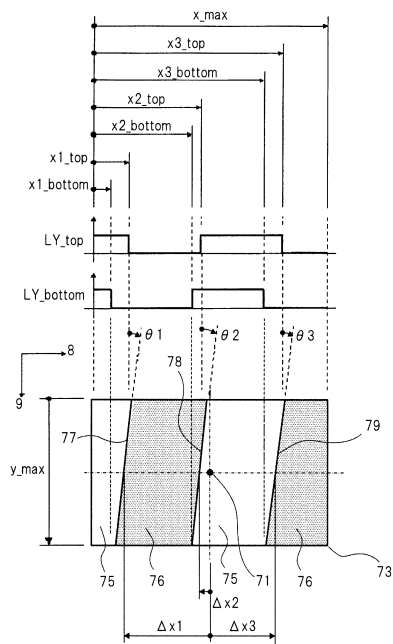
【図 15】



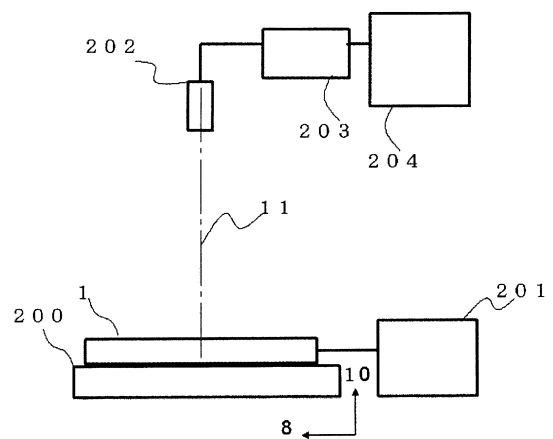
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
G 0 9 F	9/00	(2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 1 3
G 0 1 M	11/00	(2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 5 2
H 0 4 N	13/04	(2006.01)	G 0 1 M	11/00	T
H 0 4 N	17/00	(2006.01)	H 0 4 N	13/04	
			H 0 4 N	17/00	Z

(56)参考文献 特開平 0 7 - 0 2 8 1 7 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 0 7 9 0 9 7 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 7 / 0 3 4 6 1 1 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 0 - 0 1 9 9 8 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 6 2 6 2 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 3 0 0 8 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 2 B 3 / 0 0 , 3 / 0 6 , 2 7 / 2 2
 G 0 1 B 1 1 / 0 0 , 1 1 / 2 6
 G 0 1 M 1 1 / 0 0
 G 0 9 F 9 / 0 0
 H 0 4 N 1 3 / 0 4 , 1 7 / 0 0