

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3644311号

(P3644311)

(45) 発行日 平成17年4月27日(2005.4.27)

(24) 登録日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int. Cl.⁷

G01M 11/02

F I

G01M 11/02

B

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願平11-173671	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成11年6月21日(1999.6.21)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2001-4492(P2001-4492A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成13年1月12日(2001.1.12)	(74) 代理人	100096817
審査請求日	平成15年2月4日(2003.2.4)		弁理士 五十嵐 孝雄
		(74) 代理人	100097146
			弁理士 下出 隆史
		(74) 代理人	100102750
			弁理士 市川 浩
		(74) 代理人	100109759
			弁理士 加藤 光宏
		(72) 発明者	北林 雅志
			長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写レンズ検査装置および投写レンズ検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投写型表示装置に用いられる投写レンズを検査するための投写レンズ検査装置であって

、
 テストパターンを有し、前記テストパターンを表す画像光を射出する画像光射出部と、
 前記投写レンズによって前記画像光が照射され、前記画像光の照射により前記テストパターンの画像を表示するスクリーンと、

前記スクリーン上に表示される前記テストパターンの画像を撮像する撮像部と、
 前記テストパターンの画像のフォーカス状態を自動調整するフォーカス状態調整部と、
 前記テストパターンの画像の明暗の変化に基づいて、前記投写レンズの特性値を算出する特性値算出部と、

を備え、

前記テストパターンは、前記テストパターンの画像内に孤立した明領域を形成するための第1の局所パターンを含み、

前記投写レンズの特性値は、前記スクリーン上に表示される前記第1の局所パターンの画像の前記明領域を用いて算出される画像のフレアに関連する値を含むことを特徴とする投写レンズ検査装置。

【請求項2】

請求項1記載の投写レンズ検査装置であって、

前記テストパターンは、さらに、前記テストパターンの画像内に周期的な明暗を形成す

10

20

るための第2の局所パターンを含み、

前記投写レンズの特性値は、さらに、前記スクリーン上に表示される前記第2の局所パターンの画像の周期的な明暗の変化に基づいて決定される画像の解像度に関する値を含む投写レンズ検査装置。

【請求項3】

請求項1または2記載の投写レンズ検査装置であって、

前記フォーカス状態調整部は、前記画像光射出部における前記テストパターンの空間的な位置を調整することによって前記フォーカス状態の調整を実行する、投写レンズ検査装置。

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかに記載の投写レンズ検査装置であって、

前記スクリーンは、画像光が投写される投写面の裏側から画像を観察可能な透過型スクリーンであり、

前記撮像部は、前記投写面の裏側に配置されている、投写レンズ検査装置。

【請求項5】

投写型表示装置に用いられる投写レンズを検査する方法であって、

- (a) テストパターンを表す画像光を射出する工程と、
 - (b) 前記投写レンズによって前記画像光をスクリーン上に照射し、前記スクリーン上に前記テストパターンの画像を表示する工程と、
 - (c) 前記スクリーン上に表示される前記テストパターンの画像を撮像する工程と、
 - (d) 前記テストパターンの画像のフォーカス状態を自動調整する工程と、
 - (e) 前記テストパターンの画像の明暗の変化に基づいて、前記投写レンズの特性値を算出する工程と、
- を備え、

前記テストパターンは、前記テストパターンの画像内に孤立した明領域を形成するための第1の局所パターンを含み、

前記投写レンズの特性値は、前記スクリーン上に表示される前記第1の局所パターンの画像の前記明領域を用いて算出される画像のフレアに関連する値を含むことを特徴とする投写レンズ検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投写レンズを検査するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

投写型表示装置では、照明光学系から射出された光を、液晶パネルなどを用いて画像情報（画像信号）に応じて変調し、変調された光を投写レンズを用いてスクリーン上に投写することにより画像表示を実現している。

【0003】

図1は、投写型表示装置の一例を示す概略構成図である。投写型表示装置1000は、照明光学系100と、色光分離光学系200と、リレー光学系220と、3枚の液晶ライトバルブ300R、300G、300Bと、クロスダイクロイックプリズム320と、投写レンズ340とを備えている。

【0004】

照明光学系100は、略平行な光を射出する光源装置20の他に、偏光発生光学系を備えており、偏光方向の揃った1種類の直線偏光光を射出する。照明光学系100から射出された光は、色光分離光学系200において赤（R）、緑（G）、青（B）の3色の色光に分離される。分離された各色光は、液晶ライトバルブ300R、300G、300Bにおいて画像情報に応じて変調される。液晶ライトバルブ300R、300G、300Bは、液晶パネルと、その光入射面側および光射出面側に配置された偏光板とによって構成され

10

20

30

40

50

ている。液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bにおいて変調された各色光は、クロスダイクロックプリズム320で合成され、投写レンズ340によってスクリーンSC上に投写される。これにより、スクリーンSC上に画像が表示されることとなる。なお、図1に示すような投写型表示装置の各部の構成および機能については、例えば、本願出願人によって開示された特開平10-325954号公報に詳述されているので、本明細書において詳細な説明は省略する。

【0005】

ところで、投写型表示装置1000に用いられる投写レンズ340は、その製造工程等のばらつきにより、その特性にもばらつきが生じることがある。投写レンズの特性のばらつきは、投写型表示装置1000によって表示される画像の品質に影響するため、投写型表示装置の出荷前には、投写レンズの特性が検査されている。

10

【0006】

従来では、投写レンズの特性の良否は、検査対象となる投写レンズを所定の投写型表示装置などに実装し、投写表示される画像を目視で確認することにより判断されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、投写画像を目視で確認することによって投写レンズの特性を検査する場合には、投写レンズの正確な特性値を得ることができず、また、その良否の判断基準も曖昧であるという問題があった。

【0008】

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、投写レンズの特性を正確に検査することができる技術を提供することを目的とする。

20

【0009】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の装置は、投写型表示装置に用いられる投写レンズを検査するための投写レンズ検査装置であって、テストパターンを有し、前記テストパターンを表す画像光を射出する画像光射出部と、前記投写レンズによって前記画像光が照射され、前記画像光の照射により前記テストパターンの画像を表示するスクリーンと、前記スクリーン上に表示される前記テストパターンの画像を撮像する撮像部と、前記テストパターンの画像のフォーカス状態を自動調整するフォーカス状態調整部と、前記テストパターンの画像の明暗の変化に基づいて、前記投写レンズの特性値を算出する特性値算出部と、を備えることを特徴とする。

30

【0010】

本発明の投写レンズ検査装置では、スクリーン上に表示された画像のフォーカス状態を調整した後に、調整後のテストパターン画像の明暗の変化に基づいて特性値を算出することができるので、投写レンズの特性を正確に検査することができる。

【0011】

上記の装置において、前記フォーカス状態調整部は、前記画像光射出部における前記テストパターンの空間的な位置を調整することによって前記フォーカス状態の調整を実行するようにしてもよい。

40

【0012】

こうすれば、スクリーン上に表示されたテストパターン画像のフォーカス状態の調整を容易に行うことができる。

【0013】

上記の装置において、前記スクリーンは、画像光が投写される投写面の裏側から画像を観察可能な透過型スクリーンであり、前記撮像部は、前記投写面の裏側に配置されていることが好ましい。

50

【 0 0 1 4 】

このように、透過型スクリーンを用いて、撮像部を投写面の裏側に配置すれば、撮像部がスクリーン上におけるテストパターン画像の表示を妨げてしまうという可能性を排除できる。したがって、テストパターン画像のフォーカス状態をうまく調整し、投写レンズの特性値を正確に算出することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

上記の装置において、

前記テストパターンは、前記テストパターンの画像内に周期的な明暗を形成するための第1の局所パターンを含み、

前記投写レンズの特性値は、前記スクリーン上に表示される前記第1の局所パターンの画像の周期的な明暗の変化に基づいて決定される画像の解像度に関する値であるようにしてもよい。

10

【 0 0 1 6 】

こうすれば、投写レンズの特性値として、画像の解像度に関する値を求めることが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、上記の装置において、

前記テストパターンは、前記テストパターンの画像内に孤立した明領域を形成するための第2の局所パターンを含み、

前記投写レンズの特性値は、前記スクリーン上に表示される前記第2の局所パターンの画像の前記明領域を用いて算出される画像のフレアに関連する値であるようにしてもよい。

20

【 0 0 1 8 】

こうすれば、投写レンズの特性値として、画像のフレアに関連する値を算出することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

本発明の方法は、投写型表示装置に用いられる投写レンズを検査する方法であって、

(a) テストパターンを表す画像光を射出する工程と、

(b) 前記投写レンズによって前記画像光をスクリーン上に照射し、前記スクリーン上に前記テストパターンの画像を表示する工程と、

(c) 前記スクリーン上に表示される前記テストパターンの画像を撮像する工程と、

30

(d) 前記テストパターンの画像のフォーカス状態を自動調整する工程と、

(e) 前記テストパターンの画像の明暗の変化に基づいて、前記投写レンズの特性値を算出する工程と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明の方法を用いた場合にも、上記の装置と同様の作用・効果を有し、テストパターン画像の明暗の変化に基づいて特性値を算出することができる。

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

A . 投写レンズ検査装置 :

40

図2は、本発明を適用した投写レンズ検査装置の一例を示す説明図である。この装置は、図1の投写型表示装置に用いられる投写レンズを検査するための装置である。投写レンズ検査装置は、検査対象である投写レンズ480が搭載される投写部400と、ミラー510と、スクリーン500と、検査部600とを備えている。この装置において、検査対象である投写レンズ480は、取り外し可能であり、他の投写レンズに容易に交換することができる。

【 0 0 2 2 】

投写部400から射出された画像光(画像を表す光)は、ミラー510において反射され、スクリーン500を照射する。スクリーン500は、画像光が投写される投写面500aの裏面500b側から画像を観察可能な透過型スクリーンである。検査部600は、ス

50

クリーン500上に表示された画像を用いて、投写レンズ480の検査を行う。

【0023】

なお、以下の説明では、図2に示すように、検査装置は、スクリーン500の表示面500bと平行な面をXY平面とするXYZ直交座標系で表される。また、投写部400は、検査装置において、図示しない保持部によって、XZ平面に対し所定の角度だけ傾けて配置されている。このため、以下の説明では、投写部400を、XYZ直交座標系をX軸を中心として上記の所定の角度だけ回転させたSTU直交座標系で表す。なお、投写レンズ480の中心軸n1はSU平面に対し平行となっている。

【0024】

図3は、図2の投写部400を+T方向から見たときの様子を示す説明図である。図3に示すように、投写部400は、投写レンズ480の他に、光源装置410と、色光フィルタ420と、第1および第2のミラー430、442と、検査シート450と、検査シート保持部440と、検査シート保持部440の配置を調整するための6軸調整部460と、ダミープリズム470とを備えている。なお、検査シート保持部440は、第2のミラー442に触れないように検査シート450を保持している。図2では、図3に示す光源装置410と色光フィルタ420と第1のミラー430とは、6軸調整部460と検査シート保持部440とダミープリズム470と投写レンズ480よりも、+S方向(紙面奥手方向)に存在するため、便宜上、図示を省略している。

10

【0025】

なお、図3に示すように、投写部400は、図1の投写型表示装置において投写レンズが使用される場合とほぼ同様な光が投写レンズ480に入射されるように構成されている。すなわち、光源装置410は図1の光源装置20に対応し、検査シート450は図1の液晶ライトバルブ300R、300G、300Bに対応し、ダミープリズム470は図1のクロスダイクロミックプリズム320に対応している。このような投写部400を備える検査装置を用いれば、投写型表示装置において投写レンズを使用する場合と同じような環境で、投写レンズを検査することができると考えられる。

20

【0026】

図3の光源装置410は、光源ランプ412と放物面リフレクタ414とを備えている。放物面リフレクタ414は、その凹面が回転放物面形状となっている。光源ランプ412は、回転放物面形状の凹面の焦点位置近傍に配置されている。この構成により、光源ランプ412から射出され、放物面リフレクタ414で反射された光は、略平行な光線束となって光源装置410から射出される。なお、光源ランプ412としては、メタルハライドランプや高圧水銀ランプなどが用いられる。また、放物面リフレクタ414としては、例えば、ガラスセラミックスで形成された回転放物体の凹面上に、誘電体多層膜や金属膜などの反射膜が形成されてものが利用される。

30

【0027】

色光フィルタ420は、光源装置410から射出される光に含まれる所定の色の色光を抽出する機能を有している。本実施例の色光フィルタ420は、略円板状の形状を有しており、中心軸420cを中心に回転可能である。色光フィルタ420には、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタ、Wフィルタの4種類のフィルタおよび遮光部が5等分に区分して形成されている。なお、遮光部は、光源装置410から光が射出されている状態のまま、光を遮断したいときに用いられる。Rフィルタは、光源装置410から射出された光のうち、赤色の色光のみを透過させる機能を有している。同様に、GフィルタおよびBフィルタは、それぞれ緑色の色光、青色の色光のみを透過させる機能を有している。また、Wフィルタは、すべての色光(以下、白色の色光とも呼ぶ)を透過させる機能、すなわち、光源装置410から射出された光をそのまま射出する機能を有している。4種類のフィルタとしては、例えば、略円形のガラス板上に、4種類の色光をそれぞれ透過させるような誘電体多層膜を形成したものを利用できる。なお、Wフィルタとしては、誘電体多層膜が形成されていないガラス領域をそのまま利用してもよい。

40

【0028】

50

第1および第2のミラー430, 442は、光源装置410から射出され、色光フィルタ420を通過した色光を投写レンズ480に導くための導光手段としての機能を有している。第1および第2のミラーとしては、すべての色光を反射するような誘電体多層膜が形成されたミラーや金属ミラーなどを用いることができる。

【0029】

検査シート保持部440は、検査シート450を保持する機能を有している。検査シート450は、ガラスなどの透光性の板材に、遮光領域となるテストパターンが形成されたものである。

【0030】

図4は、テストパターンTPが形成された検査シート450を示す説明図である。図4に示す検査シート450には、その周辺部の四隅に4つの略正方形形状の局所パターン（以下、「正方局所パターン」とも呼ぶ）PSa~PSdが形成されている。また、複数の罫線状の局所パターン（以下、「罫線局所パターン」とも呼ぶ）PLが格子状に形成されており、20個の矩形のブロックに区分されている。20個のブロックのそれぞれには、投写レンズの特性を評価するための第1の測定用局所パターンPM1~PM20が形成されている。さらに、図中、破線で示す斜線L1, L2に沿って、投写レンズの特性を評価するための第2の測定用局所パターンPMC1~PMC4が形成されている。本明細書においては、正方局所パターンPSa~PSdや罫線局所パターンPL、第1および第2の測定用局所パターンPM1~PM20, PMC1~PMC4などの全てパターンをまとめてテストパターンTPと呼んでいる。なお、図4のテストパターンTPでは、4つの正方局所パターンPSa~PSdと複数の罫線局所パターンPLと第1および第2の測定用局所パターンPM1~PM20, PMC1~PMC4とが形成されている領域以外には、局所パターンが全く形成されていないが、他の局所パターンを形成するようにしてもよい。

【0031】

図5は、図4のテストパターンTPに含まれる1つの正方局所パターンPSaを拡大して示す説明図である。なお、図中、ハッチが付された領域は、光が通過しない遮光領域であり、ハッチが付されていない領域は、光が通過する透光領域である。図示するように、正方局所パターンPSaは、その内側に9つの正方形の透光領域を含んでいる。図5に示すパターンは、図4の他の正方局所パターンPSb~PSdについても同じである。

【0032】

図6は、図4のテストパターンTPに含まれる1つの第1の測定用局所パターンPM1を拡大して示す説明図である。図6に示すように、第1の測定用局所パターンPM1には、2つの領域WA, WBのそれぞれに複数のパターンが含まれている。なお、領域WA内のパターンは、遮光領域によって特定の形状が形成されたパターンであり、領域WB内のパターンは、透光領域によって特定の形状が形成されたパターンである。図中、領域WAには、「20」、「25」などの数字が形成された文字パターンと、8種類の平行線パターンPTAa~PTAhとが含まれている。各平行線パターンPTAa~PTAhは、短冊形の透光領域と遮光領域とが周期的に配列されたものであり、各パターンの大きさ、あるいは、向きは相互に異なっている。一方、領域WBには、「A」、「B」などのアルファベットが形成された文字パターンと、4種類の平行線パターンPTBa~PTBdと、略円形の透光領域である4種類の小孔パターンPHa~PHdとが含まれている。図6に示すパターンは、図4の他の第1の測定用局所パターンPM2~PM20についても同じである。

【0033】

図7は、図4のテストパターンTPに含まれる1つの第2の測定用局所パターンPMC1を拡大して示す説明図である。第2の測定用局所パターンPMC1は、図6に示す第1の測定用局所パターンPM1の領域WAに含まれる平行線パターンPTAa~PTAhと同様の4種類の平行線パターンが形成されている。ただし、第2の測定用局所パターンPMC1では、図4の斜線L1に沿って短冊形の透光領域と遮光領域とが配列されているため、第1の測定用局所パターンPM1（図6）に含まれる各平行線パターンと向きが異なっ

10

20

30

40

50

ている。図7に示すパターンは、図4の他の第2の測定用局所パターンPMC2～PMC4についても同様である。

【0034】

なお、図4に示すテストパターンTPは、図1の液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bにおいて画像光が形成される有効表示領域とほぼ同じ大きさ(約26.64mm×約19.98mm)に設定されている。テストパターンTPに含まれる罫線局所パターンPLは、約0.1～約0.2mmの線幅で形成されている。また、4つの正方局所パターンPSa～PSdは、図5に示すように、その一辺が約0.4mmの大きさに形成されている。第1の測定用局所パターンPM1～PM20は、図6に示すように、約0.8mm×約1.4mmの大きさに形成されている。第2の測定用局所パターンPMC1～PMC4は、図7

10

【0035】

検査シート保持部440(図3)は、6軸調整部460に固定されており、6軸調整部460を制御することによって、検査シート保持部440の配置が調整される。6軸調整部460は、図中、S方向, T方向, U方向の平行移動、および、S軸, T軸, U軸を中心とする回転の可能な6つの可動ステージが組み合わされたものである。この6軸調整部4

20

【0036】

ダミープリズム470は、前述したように、図1の投写型表示装置のクロスダイクロイックプリズム320を模擬するために設けられている。図1に示すクロスダイクロイックプリズム320では、3つの液晶ライトバルブ300R, 300G, 300Bから射出された光を合成するために「X」字状の薄膜が内部に設けられている。しかし、本検査装置においてはこの薄膜は不要なため、クロスダイクロイックプリズム320と同じ立方体形状のガラス体に反射防止コーティングを施したものが、ダミープリズム470として用いら

30

【0037】

検査対象である投写レンズ480は、順次取り替えて検査装置に実装される。本実施例において、投写レンズ480は、図示しない保持部に固定して設置される。

【0038】

以上の投写部400の構成により、光源装置20(図3)から射出された光は、色光フィルタ420を通過した後に、第1および第2のミラー430, 442で反射される。第2のミラー442で反射された光は、検査シート450を通過することによって、テストパターンTPの画像を表す画像光となって射出される。この画像光は、ダミープリズム470を通過した後、投写レンズ480によって投写される。この説明からも分かるように、本実施例における投写レンズ480を除く投写部400が、本発明の画像光射出部に相当する。

40

【0039】

ところで、図2に示すように、本実施例の投写部400では、投写レンズ480の中心軸n1と、検査シート450の中心を通る法線n2とが、所定の距離だけずれている。これは、投写型表示装置における「あおり投写」の状態を模擬するためである。投写レンズ480は、このようなあおり投写状態において、歪みのない画像を投写表示するように設計されている。なお、投写レンズ480の中心軸n1と検査シート450の中心を通る法線n2とが一致しないような投写は、通常、「あおり投写」と呼ばれている。

【0040】

50

図2の検査部600は、処理部610と、スクリーン500の四隅の近傍に配置された4つの調整用撮像部620a~620dと、1つの測定用撮像部640とを備えている。処理部610は、調整用撮像部620a~620dおよび測定用撮像部640と電氣的に接続されているとともに、投写部400の6軸調整部460とも電氣的に接続されている。処理部610は、調整用撮像部620a~620dによって得られる画像データを解析し、その解析結果に基づいて、6軸調整部460を制御する。なお、上述したように、6軸調整部460を制御することによって、テストパターンTPの空間的な配置が調整され、これによってテストパターン画像のフォーカス状態(後述する)が調整されることとなる。また、処理部610は、測定用撮像部640によって得られる画像データを処理して、投写レンズの特性値を算出する機能を有している。

10

【0041】

この説明からも分かるように、本実施例の処理部610が本発明における特性値算出部に相当する。また、調整用撮像部620a~620dと測定用撮像部640とは本発明における撮像部に相当し、調整用撮像部620a~620dと処理部610と6軸調整部460とがフォーカス状態調整部に相当する。

【0042】

図8は、スクリーン500を+Z方向から見たときの調整用撮像部620a~620dおよび測定用撮像部640の配置を示す説明図である。図示するように、4つの調整用撮像部620a~620dは、スクリーン500の四隅にそれぞれが設けられており、図示しない移動機構によってXY平面内で移動可能である。また、測定用撮像部640は、スクリーン500の中央付近に設けられており、図示しない移動機構によってXY平面内で移動可能である。ただし、測定用撮像部640は、図2に示すように、各調整用撮像部620a~620dから+Z方向にずらして配置されているので、各調整用撮像部620a~620dと干渉しないように移動させることができる。調整用撮像部620a~620dおよび測定用撮像部640は、スクリーン500上に表示されたテストパターンTPの画像を撮像し、撮像した画像データを処理部610(図2)に伝送する。

20

【0043】

処理部610は、調整用撮像部620a~620dおよび測定用撮像部640から伝送された画像データを処理して、以下に説明するような手法で投写レンズ480の特性値を求める。

30

【0044】

B. 投写レンズの特性検査:

図9は、投写レンズの検査を行う際の一連の処理手順を示すフローチャートである。ステップS101では、スクリーン500上に表示された画像のフォーカス状態の調整と、表示された画像の位置合わせを行う。ステップS101の処理では、図4のテストパターンTPに含まれる4つの正方局所パターンPSa~PSd(図5)が利用される。なお、ステップS101においては、図3の光源装置410から射出された光は、色光フィルタ420においてWフィルタを通過するように設定されている。このとき、図4の検査シート450から射出された画像光に従ってスクリーン500上に表示されるテストパターン画像は、テストパターンTPの透光領域に対応する領域が白色(明領域)となり遮光領域に対応する領域が黒色(暗領域)となる白黒画像となっている。

40

【0045】

図10は、スクリーン500上に表示されたテストパターンTP(図4)の画像ITPを示す説明図である。ただし、図10のテストパターン画像ITPには、図4のテストパターンTPに含まれる4つの正方局所パターンPSa~PSdに従って表示される4つの正方局所パターン画像IPSa~IPSDと、テストパターンTPの外縁を構成する罫線局所パターンPLに従って表示される罫線局所パターン画像IPLのみが図示されている。なお、4つの正方局所パターン画像IPSa~IPSDは、説明の便宜上、かなり拡大して描かれている。

【0046】

50

テストパターン画像 I T P をスクリーン 5 0 0 上に最初に表示した際には、フォーカス状態が悪く画像がぼけている場合がある。このため、ステップ S 1 0 1 (図 9) では、まず、テストパターン画像 I T P のフォーカス状態を調整する。なお、本明細書において、「フォーカス状態が良い」とは、合焦点状態となっていることを意味し、「フォーカス状態が悪い」とは、合焦点状態となっていないことを意味する。

【 0 0 4 7 】

フォーカス状態の調整においては、まず、図 8 の 4 つの調整用撮像部 6 2 0 a ~ 6 2 0 d を用いて 4 つの正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d をそれぞれ探す。正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d の探索は、処理部 6 1 0 にテストパターン T P のパターン情報を予め入力しておき、正方局所パターン P S a ~ P S d のパターン情報とほぼ一致する
10
ような画像領域をパターンマッチングによって自動的に探すことによって行われる。あるいは、ユーザが調整用撮像部 6 2 0 a ~ 6 2 0 d によって撮像された画像を確認しながら行うようにしてもよい。

【 0 0 4 8 】

4 つの正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d が見つかり、撮像された 4 つの正方局所パターン画像のフォーカス状態の良否を調べる。フォーカス状態の良否は、撮像された画像データを用いて判断される。例えば、撮像された画像データを用いて、白黒画像の白色領域 (明領域) と黒色領域 (暗領域) の境界におけるエッジ強度を調べ、エッジ強度の
20
大小によってフォーカス状態の良否を判断することができる。すなわち、エッジ強度のようなフォーカス状態の良否を示す特定の指標値を用いることによって、合焦点状態か否かを判断できる。

【 0 0 4 9 】

各正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d についての合焦点指標値が得られると、4 つの合焦点指標値に基づいて 6 軸調整部 4 6 0 を制御し、検査シート 4 5 0 (テストパターン T P) の空間的な配置を調整する。この後、再度、各正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d についての合焦点指標値を求める。このようにして、6 軸調整部 4 6 0 の調整と、4 つの合焦点指標値の算出とを繰り返しながら、4 つの正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d についての合焦点指標値がほぼ等しくなり、かつ、最も大きくなるような配置を、テストパターン画像 I T P のフォーカス状態が良好となる検査シート 4 5 0 の配置として決定する。
30

【 0 0 5 0 】

また、図 1 0 に示すように、テストパターン画像 I T P をスクリーン 5 0 0 上に最初に表示した際には、テストパターン画像 I T P の中心 I T P c が、スクリーン 5 0 0 の中心 5 0 0 c とずれている場合がある。本実施例において、テストパターン画像の中心 I T P c とは、4 つの正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d の位置を頂点とする四角形領域の 2 つの対角線の交点を意味している。ステップ S 1 0 1 (図 9) においては、画像のフォーカス状態が調整された後に、画像の位置合わせを行う。

【 0 0 5 1 】

具体的には、図 1 0 に示すテストパターン画像 I T P の中心 I T P c が、スクリーン 5 0 0 の中心 5 0 0 c と一致するように、6 軸調整部 4 6 0 を制御し、検査シート 4 5 0 (テ
40
ストパターン T P) の配置を調整する。また、本実施例においては、スクリーン 5 0 0 上に表示された 2 つの正方局所パターン画像 I P S a , I P S b の位置が、X 方向にほぼ平行となるように、検査シート 4 5 0 (テストパターン T P) の配置が調整される。こうすれば、検査シート 4 5 0 が、検査シート保持部 4 4 0 の所定の位置にうまく取り付けられていない場合にも、実質的に所定の位置に取り付けられたように補正をすることができる。なお、画像の位置合わせが行われた際には、再度、4 つの正方局所パターン画像 I P S a ~ I P S d のフォーカス状態が確認される。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 0 1 (図 9) においてテストパターン画像 I T P のフォーカス状態の調整および位置合わせが終了すると、ステップ S 1 0 2 , S 1 0 3 において、投写レンズの特性
50

を検査する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 2 (図 9) では、投写レンズの特性値として、画像の解像度を測定する。ステップ S 1 0 2 の処理では、図 4 のテストパターン T P に含まれる第 1 の測定用局所パターン P M 1 ~ P M 2 0 (図 6) が利用される。ただし、画像の解像度の測定においては、第 1 の測定用局所パターン (図 6) に含まれる平行線パターン P T A a ~ P T A h , P T B a ~ P T B d が利用される。なお、本実施例において、画像の解像度の測定は、色光フィルタ 4 2 0 (図 3) において R フィルタ、G フィルタ、B フィルタを通過した各色光について行われる。ただし、色光フィルタを変更する場合には、各色光の画像のフォーカス状態を調整した後に画像の解像度を測定することが望ましい。こうすれば、各色光に応じた画像の解像度を正確に求めることが可能となる。

10

【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、スクリーン上に表示されたテストパターン画像に含まれる平行線パターンの画像とその平行線パターン画像の明暗の変化を示す説明図である。なお、図 1 1 の X 方向は、図 1 0 に示すスクリーン 5 0 0 上に表示されたテストパターン画像 I T P の X 方向と同じである。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 (A - 1) は、図 6 の領域 W A に含まれる平行線パターン P T A d に従って表示された平行線パターン画像 I P T A d を示している。図中、ハッチを付した領域は、平行線パターン P T A d の遮光領域によって光が遮られた暗領域を示しており、他の領域は明領域を示している。なお、図 1 1 (A - 1) では、図示の便宜上、明領域と暗領域との境界がはっきりと区分して描かれているが、実際には、明領域から暗領域へと次第に変化している。図 1 1 (A - 2) は、図 1 1 (A - 1) の画像データから得られる X 方向の光の強度変化を示しており、図 1 1 (A - 1) の暗領域が強度の比較的小さい部分に対応し、明領域が強度の比較的大きい部分に対応している。

20

【 0 0 5 6 】

同様に、図 1 1 (B - 1) は、図 6 の領域 W B に含まれる平行線パターン P T B a に従って形成された平行線パターン画像 I P T B a を示している。図 1 1 (B - 2) は、図 1 1 (B - 1) の画像データから得られる X 方向の光の強度変化を示している。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 (A - 2) , (B - 2) に示すような光の強度変化が得られると、画像の解像度を評価するための値である M T F 値 (%) を、次の式 (1) によって算出する。

30

【 0 0 5 8 】

$$M T F = [(L M_{max} - L M_{min}) / (L M_{max} + L M_{min})] \times 1 0 0 \quad \dots (1)$$

【 0 0 5 9 】

ここで、図 1 1 (A - 2) , (B - 2) に示すように、L M_{max} は、周期的に光の強度が変化する領域における光の強度の最大値であり、L M_{min} は、周期的に光の強度が変化する領域における光の強度の最小値である。

【 0 0 6 0 】

なお、図 1 1 (A - 2) に示すような光の強度変化に基づく M T F 値は、図 1 1 (A - 1) から分かるように、画像の明領域中に暗領域が表示される場合の画像の解像度を評価するために求められる。一方、図 1 1 (B - 2) に示すような光の強度変化に基づく M T F 値は、図 1 1 (B - 1) から分かるように、画像の暗領域中に明領域が表示される場合の画像の解像度を評価するために求められる。図 1 1 (A - 2) , (B - 2) では、このような 2 種類の明暗の変化に基づいて M T F 値を求める場合を示しているが、画像の解像度を評価するためには、少なくとも一方の種類の M T F 値を求めればよい。

40

【 0 0 6 1 】

通常、平行線パターンのピッチが小さいほど、図 1 1 (A - 1) , (B - 1) に示すような光の強度の変化量 (L M_{max} - L M_{min}) が小さくなり、その結果、M T F 値が小さくなる傾向がある。光の強度の変化量が小さい場合には、スクリーン上に表示される平行線

50

パターンの画像の明領域と暗領域とを明確に区別できなくなる。したがって、式(1)によって求められるMTF値が所定の値よりも大きくなる場合には、その平行線パターンの画像がうまく表示されていると判断することができ、一方、MTF値が所定の値より小さな場合には、その平行線パターンの画像がうまく表示されていないと判断することができる。

【0062】

このように、図6のテストパターンTPに含まれる複数の平行線パターンによって表される平行線パターンの画像を用いて、MTF値を順次求めてゆけば、検査対象である投写レンズ480によってうまく表示することのできる画像の解像度を知ることができる。例えば、図6の比較的大きなピッチの平行線パターンPTAaについてのMTF値が所定の値より大きく、比較的小さなピッチの平行線パターンPTAdについてのMTF値が所定の値よりも小さくなるような場合には、平行線パターンPTAaのピッチに相当する解像度まで、うまく画像を表示できると判断することができる。

10

【0063】

図6に示すように、本実施例のテストパターンTPでは、領域WA, WBのそれぞれに、パターンの向きが異なる平行線パターンが設けられている。したがって、向きの異なる平行線パターン(例えば、PTAb)を用いることによって、スクリーン上におけるX方向の画像の解像度だけでなく、Y方向の画像の解像度も測定することが可能である。さらに、本実施例のテストパターンTP(図4)には、図7に示すような第2の測定用局所パターンPMC1~PMC4が含まれている。したがって、第2の測定用局所パターンPMC1~PMC4を用いれば、第1の測定用局所パターンPM1~PM20内に含まれる各平行線パターンを用いた場合と異なる方向(法線方向)についての画像の解像度を測定することが可能となる。第1の測定用局所パターンPM1~PM20および第2の測定用局所パターンPMC1~PMC4に含まれる各平行線パターンは、本発明における第1の局所パターンに相当する。このように、第1の局所パターンとしては、スクリーン上に表示される画像において周期的な明暗を形成するようなものであればよい。

20

【0064】

なお、本実施例では、図4の20個のブロックのそれぞれにおいて、第1の測定用局所パターンPM1~PM20に含まれる平行線パターンを用いてMTF値を求めている。また、各ブロックにおいては、第1の測定用局所パターンに含まれる少なくとも2種類のピッチの異なる平行線パターンについてのMTF値を求めることとしている。このように求められた各MTF値を総合的に評価することによって、検査対象である投写レンズ480について画像の解像度が決定される。

30

【0065】

また、本実施例において検査対象としている投写レンズ480は、その内部のレンズ系の配置(すなわち、レンズ間の距離)を変更することにより、投写される画像の大きさをワイド(大)、ミドル(中)、テレ(小)の3段階に変更することができる。このため、本実施例においては、投写レンズ480のこのような複数の表示倍率のそれぞれに関して、画像の解像度を測定することとしている。こうすれば、投写レンズ480の画像の解像度に関する特性を、使用状態に応じて調べることができる。

40

【0066】

以上のように、ステップS102では、式(1)を用いてMTF値を求めているが、画像の解像度を評価するための値としては、他の式を用いてもよい。例えば、式(1)に外部からの光などに起因する外乱ノイズを補正するための補正式を追加したものをを用いてもよい。一般には、画像の周期的な明暗の変化に基づいて画像の解像度に関する値が決定されていけばよい。

【0067】

ステップS103(図9)では、投写レンズの特性値として、画像のフレア(広がり量)を求める。画像のフレアは、投写レンズ480の内部において画像光の一部が反射されることに起因して発生する。すなわち、投写レンズ内部のレンズ表面等において画像光の一

50

部が複数回反射されて射出されると、その画像光の一部は、本来照射すべき領域と異なる領域を照射する場合がある。このとき、スクリーン上に表示される画像は、画像光の一部が反射されない場合に表示される画像よりも大きくなる。ステップS103では、このような画像のフレアを測定する。

【0068】

ステップS103の処理では、ステップS102の処理と同じく、図4のテストパターンTPに含まれる第1の測定用局所パターンPM1～PM20(図6)が利用される。ただし、ステップS103では、図6に示す第1の測定用局所パターンのうち、領域WBに含まれる4種類の小孔パターンPHa～PHdのみが利用される。なお、本実施例の画像のフレアの測定は、色光フィルタ420(図3)においてWフィルタを通過した白色の色光のみを用いて行われるが、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタを通過した色光について行うようにしてもよい。

10

【0069】

図12は、スクリーン上に表示されたテストパターン画像に含まれる小孔パターンの画像の一例を示す説明図である。なお、図12では、図8のスクリーン500の左上付近に表示される小孔パターンPHa(図6)の画像IPHaが示されている。なお、小孔パターン画像IPHaの形状は、図12に示すような卵形に限られず、投写レンズによって種々の形状となり得る。

【0070】

図中、略円形の領域HA1は、画像光の一部が投写レンズ内部で反射されないと仮定した場合に、小孔パターンPHaによって照射されるべき明領域を示している。領域HA1を含む卵形の領域HA2は、画像光の一部が投写レンズ内部で実際に反射される場合に、小孔パターンPHaによって照射される明領域を示している。また、領域HA2の外側の領域BAは、光が照射されていない暗領域を示しており、明領域HA2は暗領域BA内で孤立している。この説明から分かるように、本実施例の各小孔パターンPHa～PHd(図6)が本発明における第2の局所パターンに相当する。なお、第2の局所パターンとしては、図6に示すような、略円形の小孔パターンに限られず、他の形状のパターンを用いてもよい。各領域における光の強度分布は、領域HA1内で比較的大きく、領域HA1を除く領域HA2で比較的小さくなっている。また、図12では、図示の便宜上、各領域HA1, HA2, BAの境界がはっきりと区分して描かれているが、実際には、それぞれ領域の境界において光の強度は次第に変化している。

20

30

【0071】

本実施例において、画像のフレアE(%)は、次の式(2)で与えられる。

【0072】

$$E = (S_{HA2} / S_{HA1}) \times 100 \quad \dots (2)$$

【0073】

ここで、 S_{HA1} は領域HA1の面積であり、 S_{HA2} は領域HA1を含む領域HA2の面積である。面積 S_{HA1} は、図6の小孔パターンPHaの小孔の面積と、画像の拡大率とを用いて決定することができる。なお、画像の拡大率は、例えば、図4のテストパターンTPに含まれる2つの正方局所パターンPSa, PSD間の距離と、図10のテストパターン画像ITPに含まれる2つの正方局所パターン画像IPSa, IPSd間の距離とを用いて計算することができる。また、面積 S_{HA2} は、図12に示すように撮像された画像データを、所定の閾値で2値化することによって求めることができる。

40

【0074】

上記のように、本実施例では、領域HA1の面積と領域HA2の面積とを用いて画像のフレアEを決定しているが、他の方法を用いてもよい。例えば、領域HA1の面積と、領域HA1を除いた領域HA2の面積とを用いて画像のフレアを決定するようにしてもよい。あるいは、領域HA1の外周上の2点間の距離の最大値(すなわち、領域HA1の直径)と、領域HA2の外周上の2点間の距離の最大値とを用いて決定してもよい。一般には、画像内に孤立した明領域を用いて画像のフレアに関連する値が決定されていればよい。

50

【0075】

なお、本実施例では、図4の20個のブロックのそれぞれにおいて、第1の測定用局所パターンPM1～PM20に含まれる小孔パターンを用いて画像のフレアを測定することとしている。しかし、画像のフレアEは、投写レンズの中心軸から離れるに連れて、換言すれば、スクリーン上に表示される画像の周辺に向かうに連れて大きくなる傾向がある。したがって、スクリーン上に表示されるテストパターン画像の周辺に位置する小孔パターン画像のみを用いて、画像のフレアを評価するようにしてもよい。

【0076】

以上のステップS102, S103において求められた投写レンズに起因する画像の解像度に関する特性値、および、画像のフレアに関連する特性値を用いれば、投写レンズの良否を容易に判断することができる。なお、本実施例では、ステップS102, S103において、順次、投写レンズの特性値を測定しているが、測定の順序は不問である。

10

【0077】

以上、説明したように、本発明の投写レンズ検査装置は、スクリーン上に表示された画像のフォーカス状態を調整した後に、調整後のテストパターン画像の明暗の変化に基づいて特性値を算出する。これにより、投写レンズの特性を正確に検査することが可能となる。

【0078】

なお、本発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

20

【0079】

(1) 上記実施例では、図2に示すように、画像光射出部としてテストパターンTPが形成された検査シート450(図4)を備える投写部400が用いられているが、検査シート450に代えて、液晶ライトバルブを用いてもよい。こうしても、液晶ライトバルブに画像信号を供給することによって、図4のテストパターンTPと同様のテストパターンを表す画像光を射出することができる。また、テストパターンを複数種類用いるような場合には、それに応じた画像信号を供給することによって、容易にテストパターンの内容を変更することが可能である。

【0080】

また、上記実施例では、投写部400に光源装置410が備えられているが、光源装置410を用いずに画像光射出部を構成するようにしてもよい。例えば、画像光射出部として、高輝度ブラウン管を用いれば、光源装置を省略することができる。また、高輝度ブラウン管を用いる場合には、上記の液晶ライトバルブを用いる場合と同様に、供給する画像信号に応じて、容易にテストパターンの内容を変更することが可能である。

30

【0081】

なお、液晶ライトバルブや高輝度ブラウン管を用いる場合には、図9のステップS101における画像の位置合わせは、液晶ライトバルブや高輝度ブラウン管におけるテストパターンの表示位置を変更することによっても行うことができる。

【0082】

(2) 上記実施例では、スクリーン500が投写面の裏側に画像を表示する透過型スクリーンである場合について説明したが、スクリーンとしては、投写面側に画像を表示するようなものを用いてもよい。ただし、この場合には、調整用撮像部や測定用撮像部などによって、スクリーン上におけるテストパターン画像の表示が妨げられないように注意する必要がある。本実施例のように、透過型スクリーン500を用いて、調整用撮像部620a～620dや測定用撮像部640などを投写面の裏側に配置すれば、容易にテストパターン画像を撮像することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】投写型表示装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】本発明を適用した投写レンズ検査装置の一例を示す説明図である。

【図3】図2の投写部400を+T方向から見たときの様子を示す説明図である。

50

【図4】テストパターンTPが形成された検査シート450を示す説明図である。

【図5】図4のテストパターンTPに含まれる1つの正方局所パターンPSaを拡大して示す説明図である。

【図6】図4のテストパターンTPに含まれる1つの第1の測定用局所パターンPM1を拡大して示す説明図である。

【図7】図4のテストパターンTPに含まれる1つの第2の測定用局所パターンPMC1を拡大して示す説明図である。

【図8】スクリーン500を+Z方向から見たときの調整用撮像部620a~620dおよび測定用撮像部640の配置を示す説明図である。

【図9】投写レンズの検査を行う際の一連の処理手順を示すフローチャートである。

10

【図10】スクリーン500上に表示されたテストパターンTP(図4)の画像ITPを示す説明図である。

【図11】スクリーン上に表示されたテストパターン画像に含まれる平行線パターンの画像とその平行線パターン画像の明暗の変化を示す説明図である。

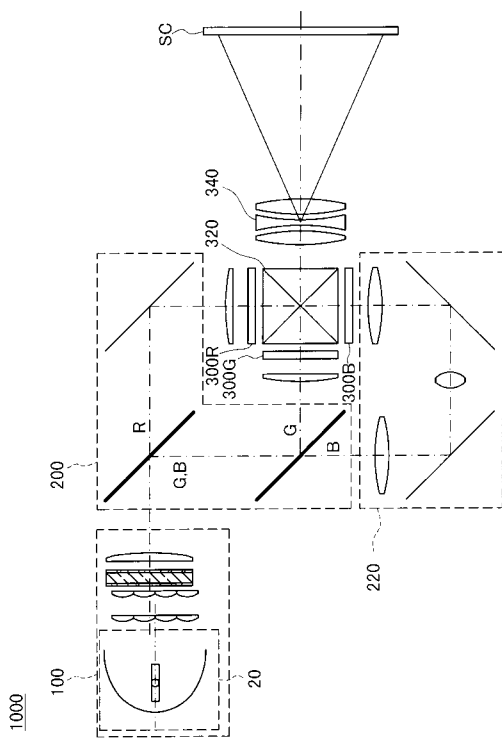
【図12】スクリーン上に表示された図6の小孔パターンの画像の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

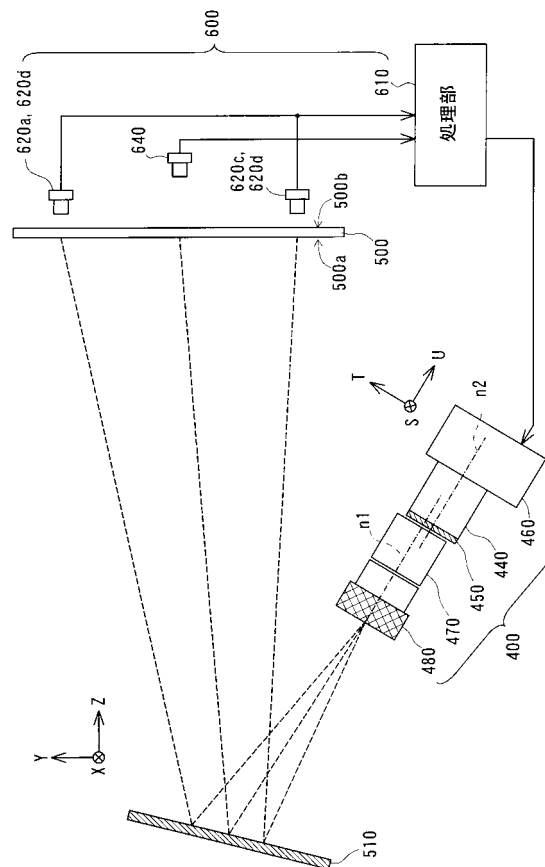
20	...光源装置	
100	...照明光学系	
1000	...投写型表示装置	20
200	...色光分離光学系	
220	...リレー光学系	
300R, 300G, 300B	...液晶ライトバルブ	
320	...クロスダイクロイックプリズム	
340	...投写レンズ	
SC	...スクリーン	
400	...投写部	
410	...光源装置	
412	...光源ランプ	
414	...放物面リフレクタ	30
420	...色光フィルタ	
420c	...中心軸	
430, 442	...ミラー(全反射ミラー)	
440	...検査シート保持部	
450	...検査シート	
460	...6軸調整部	
470	...ダミープリズム	
480	...投写レンズ(被検レンズ)	
500	...スクリーン	
500a	...投写面	40
500b	...表示面	
510	...ミラー(全反射ミラー)	
600	...検査部	
610	...処理部	
620a~620d	...調整用撮像部	
640	...測定用撮像部	
TP	...テストパターン	
ITP	...テストパターン画像	
PSa~PSd	...正方局所パターン	
IPSa~IPSc	...正方局所パターン画像	50

- P L ... 罫線局所パターン
- I P L ... 罫線局所パターン画像
- P M 1 ~ P M 2 0 ... 第 1 の測定用局所パターン
- P M C 1 ~ P M C 4 ... 第 2 の測定用局所パターン
- P T A a ~ P T A h ... 平行線パターン
- P T B a ~ P T B d ... 平行線パターン
- I P T A d , I P T B a ... 平行線パターン画像
- P H a ~ P H d ... 小孔パターン
- I P H a ... 小孔パターン画像
- n 1 ... 中心軸
- n 2 ... 法線

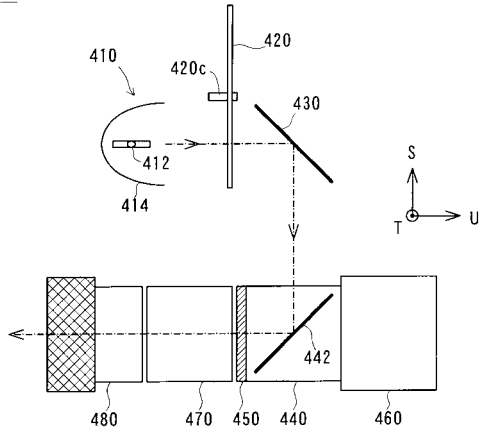
【 図 1 】



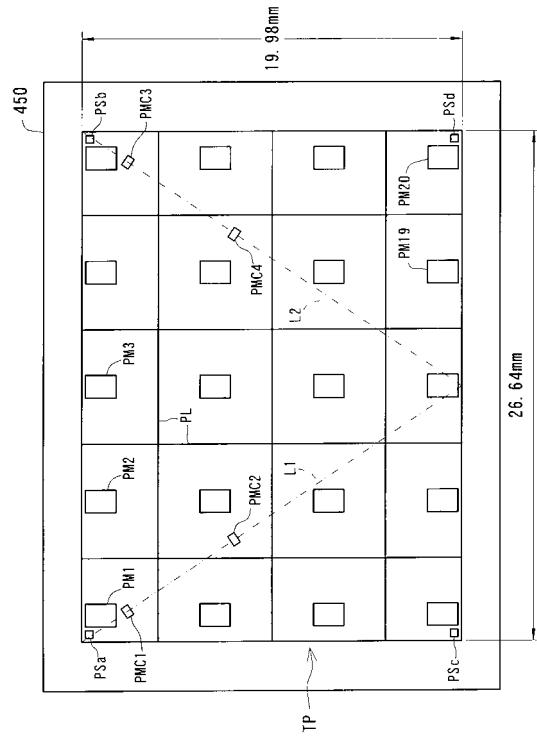
【 図 2 】



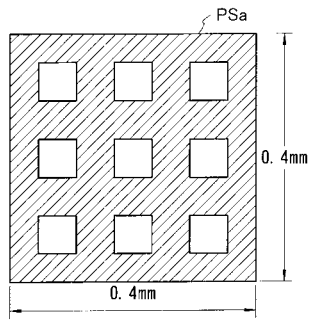
【 図 3 】
400



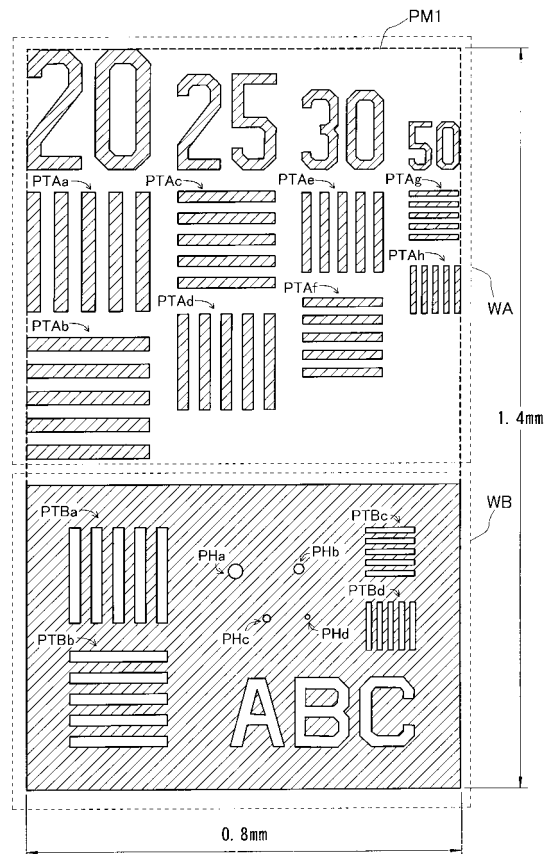
【 図 4 】



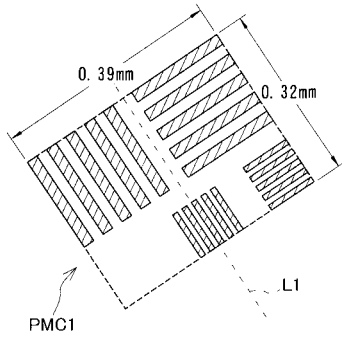
【 図 5 】



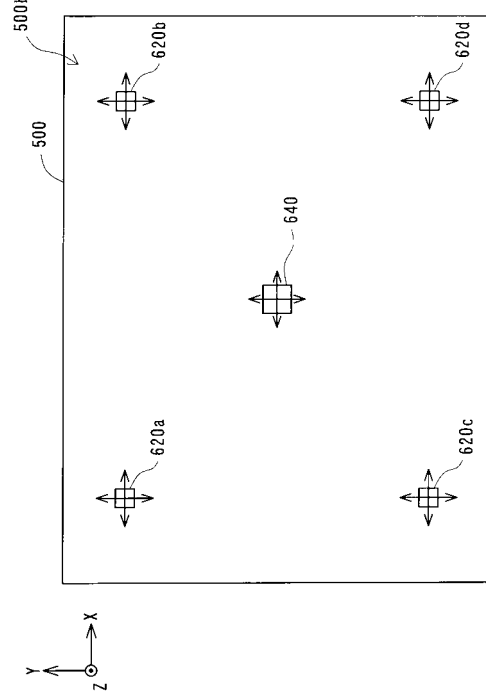
【 図 6 】



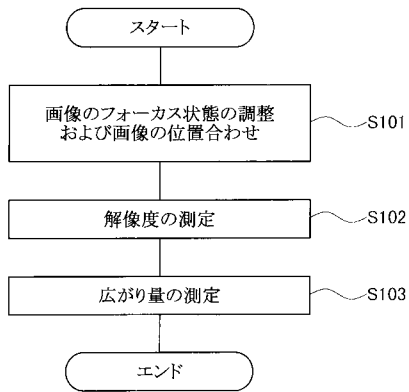
【 図 7 】



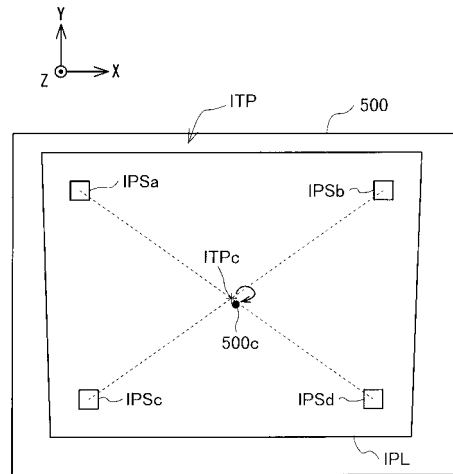
【 図 8 】



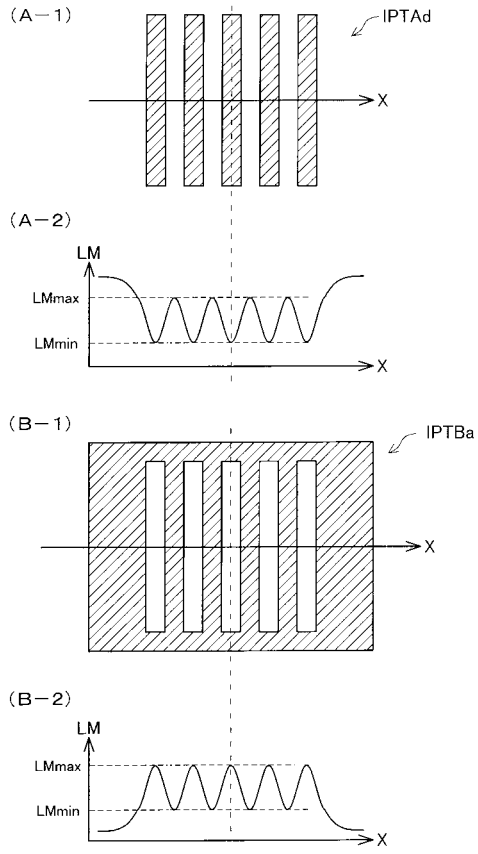
【 図 9 】



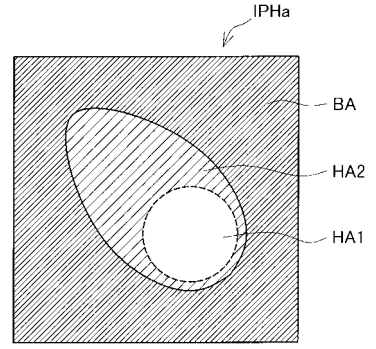
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 特開平04 - 157336 (JP, A)
特開平07 - 103853 (JP, A)
特開平05 - 010850 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01M 11/00-11/08