

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-284749

(P2006-284749A)

(43) 公開日 平成18年10月19日(2006.10.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 27/18 (2006.01)</b>	GO2B 27/18	Z 2H099
<b>GO2B 27/28 (2006.01)</b>	GO2B 27/28	Z 2K103
<b>GO3B 21/00 (2006.01)</b>	GO3B 21/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2005-102517 (P2005-102517)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成17年3月31日 (2005.3.31)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	坂口 竜一 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	石原 圭一郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2H099 AA11 BA09 CA05 2K103 BA02 BC51

(54) 【発明の名称】 走査型表示装置

(57) 【要約】

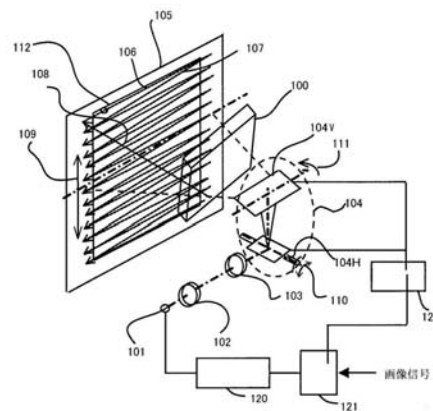
【課題】 光学系がコンパクトでしかも光量ロスが少なく、解像度の低下を小さく抑えつつスペckルノイズを低減することができ、又投射距離を任意に設定することが可能な小型の走査型表示装置を得ること。

【解決手段】 光源手段から画像情報に基づいて光変調され、放射した、レーザビームを走査手段で走査して被走査面上に2次元画像を表示する走査型表示装置において、

該走査手段と該スクリーンとの間に1以上の複屈折板を備えており、

前記複屈折板の光学軸が、前記レーザビームの偏光方向に対して傾いていること。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光源手段から画像情報に基づいて光変調され、放射した、レーザービームを走査手段で走査して被走査面上に 2 次元画像を表示する走査型表示装置において、

該走査手段と該スクリーンとの間に 1 以上の複屈折板を備えており、

前記複屈折板の光学軸が、前記レーザービームの偏光方向に対して傾いていることを特徴とする走査型表示装置。

## 【請求項 2】

前記レーザービームの偏光方向と、前記レーザービームの進行方向との両者に平行な偏波面が、前記複屈折板の光学軸に対して傾いていることを特徴とする請求項 1 記載の走査型表示装置。

10

## 【請求項 3】

前記 1 つの複屈折板は、レーザービームが該複屈折板を通過した後、互いに偏光方向が直交する 2 つ以上のレーザービームに分離されるように配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の走査型表示装置。

## 【請求項 4】

前記 1 つの複屈折板は、その光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線との両者に対して平行な面が、前記レーザービームの偏光方向に対して 4 5 度又は略 4 5 度傾けて、配置されていることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の走査型表示装置。

20

## 【請求項 5】

前記 1 つの複屈折板は該複屈折板を出射したレーザービームの分離方向が、前記被走査面上に形成される走査線に対して垂直又は略垂直な方向となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の走査型表示装置。

## 【請求項 6】

前記複屈折板を、複数有し、隣り合う複屈折板は、光学軸が互いに異なるように配置されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の走査型表示装置。

## 【請求項 7】

前記 1 つの複屈折板を出射した前記レーザービームの分離幅を  $d$ 、該レーザービームの前記被走査面上におけるスポット径を  $w$  とするとき

$$d > w$$

30

を満足することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の走査型表示装置。

## 【請求項 8】

前記光源手段からのレーザービームは光学系を介して前記走査手段に導光されており、前記 1 つの複屈折板の厚さ  $t$  は、 $k$  をトランケーション定数（円形開口の場合  $k = 1.64$ ）、 $F_n$  を該光学系の像側の F ナンバー、 $\lambda$  をレーザービームの波長、 $n_o$  を複屈折板の常光線の屈折率、 $n_e$  を複屈折板の異常光線の屈折率、 $\theta$  を複屈折板の光学軸とレーザービームの偏光方向とのなす角とするとき

## 【数 1】

$$t > k \times F_n \times \lambda \times \frac{n_o^2 \tan^2 \theta + n_e^2}{(n_o^2 - n_e^2) \tan \theta}$$

40

を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の走査型表示装置。

## 【請求項 9】

前記光源手段は、3 つの色光のレーザービームを放射する 3 つの光源部を有し、前記 1 つの複屈折板を出射した緑色光のレーザービームの分離幅を  $d_g$  と緑色のレーザービームのスクリーン面上におけるスポット径を  $w_g$  とするとき

$$d_g > w_g$$

を満足することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の走査型表示装置。

50

## 【請求項 10】

前記 1 以上の複屈折板は、前記走査型表示装置から出射するレーザービームの出射窓を兼ねていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の走査型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、画像情報に基づいて光変調されたレーザービームを 2 次元走査してスクリーン上に画像を表示する走査型表示装置に関し、特に、スクリーン上に生ずるスペckルノイズを低減するのに好適なものである。

## 【背景技術】

10

## 【0002】

レーザー光源からのレーザービームを用いてスクリーン上を 2 次元走査し、画像を投射し表示する走査型表示装置が種々提案されている（特許文献 1～3）。

## 【0003】

特許文献 1 には、偏向器を用いて、赤色、緑色、青色の 3 色のレーザー光を 2 次元走査することで、スクリーン上にカラー画像を表示する走査型表示装置が提案されている。

但し、レーザー光はコヒーレンスが高いので、表示画像中にいわゆるスペckルノイズ（粒状の干渉パターン）が現われ、画質劣化の原因となっている。

## 【0004】

スペckルノイズを低減する方法として、特許文献 2 には、厚さが  $t$  ずつ異なる  $N$  個の領域からなる屈折率  $n$  の透明光学素子を用いる方法が提案されている。具体的には、半導体レーザーの発散光束をコリメーターレンズで平行光束として透明光学素子に入射させ、段差  $t$  の異なる部分を通じた光束（分割光束）に光路差  $(n - 1)t$  を与えて、各分割光束の可干渉性を低減させる。透明光学素子を通じた可干渉性のない複数の光束をレンズで重ね合わせることにより、スペckルノイズを低減している。

20

## 【0005】

特許文献 3 には、位相ホログラムを用いて、スペckルノイズを低減する方法が提案されている。位相ホログラムの回折の効果により走査されるレーザービームを複数の部分レーザービームに分割することで、スクリーンでの各部分レーザービームの照射位置に対応した複数のスペckルパターンが発生させている。それらの強度を重ね合わせることにより、スペckルノイズを低減している。

30

【特許文献 1】特開 2003 - 021800 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 206449 号公報

【特許文献 3】特表 2001 - 509911 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献 2 において提案されているスペckルノイズの低減化方法では、分割した光束に十分な光路差を与えるために、透明光学素子の段差  $t$  を大きくする必要がある。この結果、光学系をコンパクト化することが困難になる。特に、固体レーザーやシングルモードの半導体レーザーのようなコヒーレンス長が長い光を用いた場合には、透明光学素子のサイズがきわめて大きくなる。

40

## 【0007】

また、特許文献 3 において提案されているスペckルノイズの低減化方法では、レーザービームを位相ホログラムに透過させている為、高次の回折光による光量ロスが発生する。さらに、位相ホログラムの回折の効果により走査ビームが広がり、表示画像の解像度が低下する。仮に、レンズ系を用いて走査ビームを集光した場合でも、ある 1 点だけしか投射距離を選べない。

## 【0008】

本発明は、レーザー光源から放射されるレーザービームを用いてスクリーン上を 2 次元走査

50

し画像を表示する走査型表示装置において、スペckルノイズを低減することができる走査型表示装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1の発明の走査型表示装置は、光源手段から画像情報に基づいて光変調され、放射した、レーザビームを走査手段で走査して被走査面上に2次元画像を表示する走査型表示装置において、

該走査手段と該スクリーンとの間に1以上の複屈折板を備えており、

前記複屈折板の光学軸が、前記レーザビームの偏光方向に対して傾いていることを特徴としている。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、スペckルノイズを低減することができる走査型表示装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施例を、図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0012】

図1は、本発明の実施例1の走査型表示装置の構成の要部概略図である。図1において、101はレーザ光源（光源手段）であり、所定の方向に偏光成分を持つレーザ光を放射している。

20

【0013】

レーザ光源101は、光源駆動回路120と電氣的に接続されており、レーザ出力が駆動制御されている。104は走査手段であり、走査手段制御回路122と電氣的に接続されており、走査が駆動制御されている。光源駆動回路120と走査手段制御回路122は機器制御回路121に接続され、不図示の映像信号入力手段により所望の画像に対応する映像信号入力に対して、レーザ光源101と走査手段104を同期制御することにより所望の画像を被走査面（スクリーン）5上に走査し、表示している。

【0014】

レーザ光源101から発せられた発散光束は、コリメーターレンズ102により平行光束又は略平行光束に変換される。コリメーターレンズ102から射出した平行光束（以下、レーザビームという）は、集光光学系（光学系）103に入射する。集光光学系103から射出したレーザビームは、走査手段104に入射する。

30

【0015】

走査手段104は、水平走査ミラー104Hと垂直走査ミラー104Vとを有し、入射したレーザビームを2次元方向に走査している。なお、本実施例では、水平走査ミラー104Hは、半導体製造技術等を用いて製作されたMEMS（Micro Electro Mechanical System）ミラーデバイスであり、電磁力等を用いてミラーを往復揺動（振動）させることができるものを用いている。水平走査ミラー104Hのミラー面は1.5mm角である。また、垂直走査ミラー104Vは、ガルバノミラー（振動型ミラー）を用いている。

40

【0016】

100は複屈折板であり、その光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線との両者に対して平行な面（光学軸を含む面）に対してレーザビームの偏光面が傾くように配置している。

【0017】

即ち走査手段104とスクリーン105との間に複屈折板100を複屈折板100のその光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線との両者に対して平行な面に対して、水平、垂直の両方の偏光成分を持つようにレーザビームを入射させている。

50

## 【0018】

走査手段104によって走査されたレーザビームは、複屈折板100を介し、例えば、壁面などのスクリーン(投射面)105面上を走査する。コリメーターレンズ102および集光光学系103によってレーザ光源101からのレーザビームがスクリーン105上にスポットとして結像する。そして、走査手段104によって、スクリーン105上に形成されるスポットは、2次元方向に光走査する。

## 【0019】

図1において、矢印110は、水平走査ミラー104Hの揺動方向を、矢印111は垂直走査ミラー104Vの回転方向を示している。水平走査ミラー104Hの振動により、スクリーン105上に水平走査線106, 107が形成される。又垂直走査ミラー104Vが矢印111の方向に振動することにより、スクリーン105上に形成されるレーザビームのスポットは、矢印109の方向に走査される。したがって、スクリーン105上には、水平方向に往復する走査線106, 107がスクリーン105の上端から下端に向かって形成されていく。これにより、人間の眼の残像効果により、スクリーン105上に1フレームの画像が表示される。

10

## 【0020】

垂直走査ミラー104Vは、スクリーン105上の子端に走査線106を形成すると、次にスクリーン105の上端に走査線106を形成し、次のフレームの画像を形成していく。以下、この動作を繰り返す。例えば、水平方向800画素、垂直方向600画素のS V G Aの画像を形成する場合、垂直方向の走査を60Hzで繰り返す場合、水平走査線は往路と復路とでそれぞれ300本ずつ必要となるので、水平走査ミラー104Hには18kHz(60Hz×300本)の共振周波数が必要になる。なお、図1では、実際の走査線を間引いた形で示している。

20

## 【0021】

スクリーン105上の領域112は、実際に画像が表示されるエリア(有効領域)である。水平走査ミラー104Hは、共振動作をすることから、振幅の最大のところに近づくと速度が遅くなり、画像を表示するのに適さないので、水平走査ミラー104Hの最大振幅に対応した領域よりも内側の領域112内でのみ画像を表示するようにしている。

## 【0022】

本実施例では、光源手段101から画像情報に基づいて光変調され、放射した、レーザビームを走査手段104で走査してスクリーン105上に2次元画像を表示するとき、走査手段104とスクリーン105との間に1以上の複屈折板100が、レーザビームの偏光成分に対して、複屈折板100のその光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線との両者に対して平行な面が傾くように配置して、これによりスペックルパターンを減少させている。

30

## 【0023】

次に、本実施例において、スクリーン105に生ずるスペックルノイズ低減の原理について説明する。スペックルは、スクリーン105で反射したレーザビームの散乱光が網膜上でランダムな位相関係で重なり合うことで発現する。

## 【0024】

通常のスクリンは、表面粗さがレーザ光の波長より十分大きく、表面粗さの相関長(例えば、後述する相関係数を略0にする表面凹凸の周期)がレーザビームの照射スポット径より十分小さい。このため、スクリーン上の各点で散乱したレーザ光の位相は、スクリーン面の微視的な凹凸形状に対応してランダムになり、(・、)間で一樣な分布をとる。このため、スクリーンからのレーザ光の散乱光が網膜上でランダムな位相関係で重なり合い、網膜上に不規則な粒状の干渉パターン(スペックルパターン)即ちスペックルノイズが発現する。

40

## 【0025】

このときのスペックルノイズを低減する手法の1つに、互いに相関の少ない複数のスペックルパターンを重ね合わせて、スペックル強度を平滑化する方法がある。互いに相関の

50

ないN枚のスペックルパターンを重ね合わせると、スペックルコントラストCは

【0026】

【数1】

$$1/\sqrt{N} \text{ 倍}$$

【0027】

に低減する。

【0028】

スペックルコントラストCは、スペックル強度Iの標準偏差  $\sigma_I$  と平均値  $\langle I \rangle$  の比として定義される ( $C = \sigma_I / \langle I \rangle$ )。この手法を用いてスペックルノイズを低減するためには、互いに相関の少ない複数のスペックルパターンを発生させる必要がある。

10

【0029】

本実施例では、互いに相関の少ない複数のスペックルパターンをスクリーン105上に発生させて、スペックル強度を重ね合わせることにより、スペックルノイズを低減する方法を用いている。

【0030】

ここで、スクリーン105に入射するレーザービームの偏光方向と表示画像のスペックルパターンとの関係について、実験結果をもとに説明する。図2(A), (B), (C), (D)に、レーザービームの偏光方向がスクリーン105の水平方向に対して0°、30°、45°、90°の場合におけるスペックル強度の等高線図を示す。

20

【0031】

図2の横方向と縦方向は、スクリーン105の水平方向と垂直方向に対応しており、スクリーン105でのスペックル強度が高い部分を黒色で表している。

【0032】

図2に示すように、表示画像のスペックルパターンは、スクリーン105に入射するレーザービームの偏光方向に依存して異なるパターンになった。さらに、スクリーン105の水平方向に振動面を持つ直線偏光によって生じるスペックルパターンと、水平方向に対して角度  $\theta$  をなす直線偏光によって生じるスペックルパターンの相関をみると、 $\theta$  が大きくなるにつれてスペックルパターンの相関は小さくなり、偏光方向が水平方向と直交した場合 ( $\theta = 90^\circ$ ) には、互いに相関のない独立したパターンになった。

30

【0033】

図3に、各スペックルパターンの相関係数を計算した結果を示す。

【0034】

各スペックルパターンのスペックル強度  $X_1$ 、 $X_2$  の相関係数  $r$  は、スペックル強度の平均値  $\langle X_1 \rangle$ 、 $\langle X_2 \rangle$  を用いて下式のように定義される。

【0035】

【数2】

$$r = \frac{\sum (X_1 - \langle X_1 \rangle)(X_2 - \langle X_2 \rangle)}{\sqrt{\sum (X_1 - \langle X_1 \rangle)^2} \sqrt{\sum (X_2 - \langle X_2 \rangle)^2}}$$

40

【0036】

次に、本実施例で用いるスペックル低減手段について説明する。本実施例では、スペックル低減手段として、走査手段104とスクリーン105の間に複屈折板100を配置している。複屈折板100は、複屈折の効果によってレーザービームを互いに偏光方向が直交した2本の平行なレーザービームに分離することができる。

【0037】

偏光方向が直交した2光束を走査してスクリーン105上に画像を表示することにより、各光束の偏光方向に対応した2つの独立したスペックルパターンを同時に発生させる。

50

この2つのスペックルパターンを網膜上で重ね合わせることによって、スペックルコントラストCを

【0038】

【数3】

$1/\sqrt{2}$  倍

【0039】

に低減している。

【0040】

本実施例における複屈折板100の光学軸100aの方向とレーザービームの偏光方向の関係について、図4を用いて説明する。 10

【0041】

図4は、複屈折板100の光学軸100aを含む断面を概略的に示している。複屈折板100に入射したレーザービームは、複屈折の効果によって、複屈折板100の光学軸100aを含む面に垂直な方向（紙面に垂直方向）に偏光方向をもつレーザービームL1と、水平な方向（紙面内）に偏光方向をもつレーザービームL2に分離する。ここで、複屈折板100の光学軸100aと2本の分離したレーザービームを含む面を複屈折板の光束分離面と呼ぶ。ここでは、複屈折板に入射するレーザービームの偏光方向がこの光束分離面に対して傾いている。言い換えると、この実施例1の走査型表示装置において、被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の複屈折板に入射する直前の偏光方向が、レーザービームが入射する複屈折板（後述するように複数でも構わない）の光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線（或いは複屈折板の入射面に対する法線）との両者に対して平行な面（これが前述の光束分離面）に対して、傾いている。別の言い方をすると、レーザービームの偏光方向と、レーザービームの進行方向との両者に平行な偏波面が、前記複屈折板の光学軸に対して傾いている。 20

【0042】

また、光束分離面に対して平行な偏光方向を持つ光束をP偏光、垂直な偏光方向を持つ光束をS偏光と呼ぶ。

【0043】

本実施例では、直線偏光を発するレーザー光源101を用いている。複屈折板100に入射するレーザービームの偏光方向と複屈折板100のその光学軸と、前記被走査面上に表示される画像の画角中心に入射する光束の主光線との両者に対して平行な面とのなす角が45度又は略45度±5°（紙面垂直方向に略45度）になるように複屈折板100の配置方向を決め、走査手段104とスクリーン105の間に配置する。複屈折板100に入射したレーザービームは、図4に示すように、複屈折板100の複屈折の効果によって、レーザービームL1（S偏光）と、レーザービームL2（P偏光）に分離する。このときレーザービームL1とL2の強度は、ほぼ等しくなる。 30

【0044】

複屈折板100を射出したレーザービームL1とL2は、スクリーン105上でS偏光、P偏光のスポットとして結像され、走査手段104によって2次元に同時に走査される。 40

【0045】

本実施例では、レーザー光源101に波長532nmの緑色レーザーを用い、複屈折板100に方解石を用いて、スクリーン105上に静止画像を表示している。

【0046】

本実施例では、走査手段104とスクリーン105の間に、複屈折板100を配置し、レーザービームを互いに偏光方向が直交した2本の平行なレーザービームに分離したので、スペックルコントラストCを評価した結果C=0.22になった。

【0047】

一方、複屈折板100を入れない場合では、スペックルコントラストC=0.30である。したがって、複屈折板100を配置することによりスペックルコントラストCを0. 50

7.3倍に低減できた。

【0048】

次に、スクリーン105でのスポットの分離方向について説明する。スクリーン105上で走査されるスポットは、入射するレーザ光源101からのレーザビームの偏光方向と複屈折板100の光学軸100aとで決定される方向に分離される。このために、走査画像の解像度を低下させないためには、図1で示す水平走査線106、107とは垂直な方向にスポットを分離したほうがよい。

【0049】

即ち複屈折板は、複屈折板を出射したレーザビームの分離方向が、スクリーン面上に形成される走査線に対して垂直又は略垂直な方向となるように配置されている。

10

【0050】

本実施例におけるスペckルパターンの低減の効果は、異なる2つの偏光の入射に対するスペckルパターンの重ね合わせの効果であるため、スポットの分離距離は効果に関係ない。形成される走査画像の解像度の低下を考慮すると、分離距離は小さく設定したほうがよい。

【0051】

本実施例では、波長532nmの緑色レーザを光源として用いた例について説明したが、青色レーザや赤色レーザを放射する光源として単色画像を表示した場合でも、又はこれらを用いてカラー画像を形成する場合でも緑色レーザを用いた場合と同様なスペckルノイズの低減効果が得られる。

20

【実施例2】

【0052】

図5は、本発明の実施例2の走査型表示装置の構成の要部概略図である。本実施例と実施例1との相違点は、走査手段104とスクリーン105の間に配置する複屈折板を複数枚としたことである。

【0053】

本実施例では複屈折板を、複数有し、隣り合う複屈折板は、光学軸が互いに異なるように配置されている。

【0054】

図5では2枚の複屈折板A1, A2を配置した場合を示している。以下この2枚の複屈折板のユニットをスペckル低減手段200と呼ぶ。

30

【0055】

実施例1と同様に、レーザ光源101から発せられた発散光束は、コリメーターレンズ102によって平行光束に変換され、集光光学系103を介して走査手段104に入射する。走査手段104によって走査されたレーザビームは、スペckル低減手段200を透過し、スクリーン105上で2次元走査され、スクリーン105上に画像を形成する。

【0056】

図6は、本実施例におけるスペckル低減手段200の構成の概略図である。スペckル低減手段200は、複屈折板A1, A2によって構成されている。レーザビームが複屈折板A1に入射すると、複屈折板A1の光束分離面内で2本のビームL1(S偏光)、L2(P偏光)に分離する。

40

【0057】

複屈折板A2の光束分離面が、複屈折板A1の光束分離面に対して45度の角度をなすように、複屈折板A2を配置している。これにより複屈折板A1を出射したレーザビームL1, L2の偏光方向は、複屈折板A2の光束分離面に対して45度又は45度±5°の角度の傾きを持たせることができる。

【0058】

その結果、複屈折板A2に入射したレーザビームL1, L2は、共に複屈折板A2の光束分離面に垂直、平行な方向の偏光をもつ2本のビームに分離し、計4本の分離したレーザビームL11(S偏光)、L12(P偏光)、L21(S偏光)、L22(P偏光)と

50



して複屈折板 A 2 を出射する。

【0059】

このように、スペックル低減手段 200 は、走査されるレーザービームを互いに平行な 4 本のレーザービームに分離する機能を有している。4 本の分離したレーザービームは、スクリーン 105 上でスポットとして結像する。図 7 に、スクリーン 105 上での 4 本の分離したレーザービーム L 1 1, L 1 2, L 2 1, L 2 2 のスポットの配置と偏光方向を示す。図 7 では、P 偏光のスポットを破線、S 偏光のスポットを実線で示している。

【0060】

本実施例では、レーザー光源 101 に波長 532 nm の緑色レーザーを用い、スペックル低減手段 200 を構成する複屈折板 A 1、A 2 に方解石を用いて、スクリーン 105 上に静止画像を表示した。

10

【0061】

スペックル低減手段 200 によって、走査されるレーザービームを 4 本の平行なレーザービームに分離したので、スペックルコントラスト C を評価した結果スペックルコントラスト  $C = 0.19$  になった。

【0062】

一方、スペックル低減手段 200 を入れない場合では、スペックルコントラスト  $C = 0.30$  である。

【0063】

したがって、スペックル低減手段 200 を配置することによりスペックルコントラスト C を 0.61 倍に低減することができた。

20

【0064】

これは、実施例 1 で示したスペックルコントラスト C の低減率 (0.73 倍) よりも大きいスペックル低減の効果が得られる。

【0065】

次に本実施例のスペックル低減手段 200 におけるスペックル低減の原理について説明する。レーザービームを 4 本の平行なレーザービームに分離することで、スクリーン 105 上で 4 つのスポットで同時に光走査して画像を表示している。各スポットは、スクリーン 105 上で異なる位置に照射され、スクリーン 105 の表面粗さはスポットの位置によってそれぞれ異なるので、各分離したビームに対応した複数の異なるスペックルパターンが発生する。これらのスペックルパターンの強度を重ね合わせることでスペックルノイズを低減している。

30

【0066】

本実施例で示したレーザービームの分離によるスペックル低減効果を極端に大きく発生させるには、1 つの複屈折板によるレーザービームの分離距離  $d$  とレーザービームのスクリーン 105 上でのスポット径  $w$  は、以下の関係式を満たすことが良い。

【0067】

$$d > w$$

本実施例では、スポット径  $w$  が  $350 \mu\text{m}$ 、分離距離  $d$  が  $500 \mu\text{m}$  の条件 ( $d > w$ ) で実験を行い、スペックルコントラスト C を 0.61 倍 ( $C = 0.30$  から  $C = 0.19$ ) に低減できることを確認した。

40

【0068】

本実施例では、 $d > w$  の条件で行ったが、 $d < w$  の場合でも、スペックル低減の効果を得ることができる。

【0069】

次に本実施例で、 $d > w$  の条件を満たすために必要な複屈折板の厚み (光路長)  $t$  の条件について説明する。1 つの複屈折板によるレーザービームの分離距離  $d$  は、複屈折板の常光線の屈折率  $n_o$ 、異常光線  $n_e$  の屈折率、複屈折板の光学軸とレーザービームとのなす角、1 つの複屈折板の厚み (光路長)  $t$  を用いて下式のように計算できる。

【0070】

50

【数 4】

$$d = \frac{(n_o^2 - n_e^2) \tan \theta}{n_o^2 \tan^2 \theta + n_e^2} \times t$$

【0071】

また、レーザービームのスポット径  $w$  は、トランケーション定数  $k$  (円形開口の場合  $k = 1.64$ )、光学系 (集光光学系 103) の像側の F ナンバー  $Fno$ 、レーザービームの波長  $\lambda$  を用いて下式のように計算できる。

【0072】

$$w = k \times Fno \times \lambda$$

したがって、 $d > w$  の条件を満たすための、複屈折板の厚み (光路長)  $t$  の条件は下式のようになる。

【0073】

【数 5】

$$t > k \times Fno \times \lambda \times \frac{n_o^2 \tan^2 \theta + n_e^2}{(n_o^2 - n_e^2) \tan \theta}$$

【0074】

本実施例では、スポット径  $w$  ( $= k \times Fno \times \lambda$ ) が  $350 \mu\text{m}$ 、複屈折板の光学軸とレーザービームのなす角  $\theta$  は  $45$  度、波長  $532 \text{nm}$  での方解石の常光線の屈折率  $n_o$  は  $1.6629$ 、異常光線の屈折率  $n_e$  は  $1.4885$  の条件で実験を行った。

【0075】

本条件の場合には、複屈折板の厚み (光路長)  $t$  は、上式 5 より、 $t$  を  $3.17 \text{mm}$  以上に設定すれば、ビーム分離によるスペックル低減の効果を極端に大きくすることができる。

【0076】

本実施例で示したレーザービームの分離によるスペックル低減の効果は、レーザービームの分離距離  $d$  をスポット径  $w$  より長く設定すれば極端に大きく発現することを確認したが、分離距離  $d$  を投射画像の画素サイズよりも大きく設定すると解像度が低下する問題が発生する。解像度の低下を防ぐには、分離したレーザービームのスポット径  $w$  が小さくなるように、光学系 (集光光学系) 3 の像側の F ナンバーを明るく設定すればよい。

【0077】

スポット径  $w$  を画素サイズに対して十分小さくすることで、1 画素の範囲内で分離したレーザービームの 4 つのスポットが重ならない状態で配置できる。その結果、走査画像の解像度を低下させずに、スペックルノイズを低減することができる。

【0078】

本実施例では、波長  $532 \text{nm}$  の緑色レーザーを光源として用いた実験例について説明したが、青色レーザーや赤色レーザーを放射する光源として単色画像を表示した場合でも、又は、これらを用いてカラー画像を形成する場合でも緑色レーザーを用いた場合と同様なスペックルノイズの低減効果が得られる。

【実施例 3】

【0079】

図 8 は、本発明の実施例 3 の走査型表示装置の構成の要部概略図である。本実施例と実施例 1 との相違点は、走査手段 104 とスクリーン 105 の間に 3 枚の複屈折板  $A1$ ,  $A2$ ,  $A3$  を配置した点である。以下、この計 3 枚の複屈折板のユニットをスペックル低減手段 300 と呼ぶ。

【0080】

実施例 1 と同様に、レーザー光源 101 から発せられた発散光束は、コリメーターレンズ

10

20

30

40

50

102によって平行光束に変換され、集光光学系103を介して走査手段104に入射する。走査手段104によって走査されたレーザービームは、スペックル低減手段300を透過し、スクリーン105上で2次元光走査され、スクリーン105上に画像を形成する。

#### 【0081】

図9は、本実施例におけるスペックル低減手段300の構成の概略図である。スペックル低減手段300は、複屈折板A1、A2、A3によって構成されている。レーザービームが複屈折板A1に入射すると、複屈折板A1の光束分離面内で2本のビームL1、L2に分離する。複屈折板A2の光束分離面が、複屈折板A1の光束分離面に対して45度の角度をなすように、複屈折板A2を配置すると、複屈折板A1を出射したレーザービームL1、L2の偏光方向は、複屈折板A2の光束分離面に対して45度又は45度±5°の角度の傾きを持たせることができる。

10

#### 【0082】

その結果、複屈折板A2に入射したレーザービームL1、L2は、共に2本のビームに分離し、計4本の分離したレーザービームL11、L12、L21、L22として複屈折板A2を出射する。複屈折板A3は、複屈折板A2の光束分離面に対して-45度の角度をなす方向（複屈折板A1の光束分離面と平行な方向）に配置する。複屈折板A2を出射した4本の分離したレーザービームL11、L12、L21、L22は、複屈折板A3に入射後、共に2本のビームに分離し、計8本の分離したレーザービームとして複屈折板A3を出射する。

#### 【0083】

8本の分離したレーザービームL111、L112、L121、L122、L211、L212、L221、L222は、スクリーン105上でスポットとして結像する。

20

#### 【0084】

図10に、スクリーン105上での8本の分離したレーザービームのスポットの配置と偏光方向を示す。図10では、P偏光のスポットを破線、S偏光のスポットを実線で示している。

#### 【0085】

本実施例では、レーザー光源101に波長532nmの緑色レーザーを用い、スペックル低減手段300を構成する複屈折板A1、A2、A3に方解石を用いて、スクリーン105上に静止画像を表示した。

30

#### 【0086】

スペックル低減手段300によって、走査ビームを8本の平行なレーザービームに分離したので、スペックルコントラストCを評価した結果C=0.15になった。一方、スペックル低減手段800を入れない場合には、スペックルコントラストC=0.30である。したがって、スペックル低減手段200を配置することによりスペックルコントラストCを0.5倍に低減することができた。

#### 【0087】

これは、実施例2で示したビーム分離（分離数：4）によるスペックルコントラストCの低減率（0.61倍）よりも大きいスペックル低減の効果である。このように、ビームの分離数を増やすことで、スペックルの低減の効果を増大することができる。

40

#### 【0088】

本実施例でも、実施例2の場合と同様に、レーザービームの分離距離dとレーザービームのスポット径wが、 $d > w$ の関係式を満たす場合にスペックル低減の効果を極端に大きく得ることができる。

#### 【0089】

本実施例の検討では、スポット径wが350μm、分離距離dが500μmの条件（ $d > w$ ）の条件で行った。本実施例では、 $d > w$ の条件で行ったが、 $d < w$ の場合でも、スペックル低減の効果を得ることができる。

#### 【0090】

本実施例は、3枚の複屈折板A1、A2、A3を用いてスペックル低減手段300を構

50

成したが、さらに複屈折板 A 4 を 1 枚加えると、ビームの分離数が倍になり計 16 本の平行ビームが得られるので、前述の効果（分離数：8）よりも大きなスペックル低減の効果を得ることができる。このように、スペックル低減手段 300 を構成する複屈折板の個数を N 枚にすると、計  $2^N$  本の分離したレーザビームを発生させることができ、枚数 N を大きくすればするほど、スペックル低減の効果を更に大きくすることができる。

#### 【0091】

図 11、図 12 を用いて、スポットの分離方向に特徴をつけた例について説明する。図 11 は、4 枚の複屈折板 A 1 ~ A 4 を用いたスペックル低減手段の構成を示したものである。また、図 12 は、スクリーン 105 上での 16 本の分離したレーザビームのスポットの配置と偏光方向を示したものである。

10

#### 【0092】

複屈折板 A 4 は、複屈折板 A 3 の光束分離面に対し -45 度の方向（複屈折板 A 2 の光束分離面に直交する方向）になるように配置した。このような方向に配置すると、スクリーン 105 上での分離したレーザビームのスポットの配置は図 12 のようになる。図 12 では、P 偏光のスポットを破線、S 偏光のスポットを実線で示している。このような円形に近い対称的な配置で分離したレーザビームのスポットを配置することにより、スポット径 w を小さくすることで、1 画素の範囲内でスポットが重ならない状態を容易に作成できる。したがって、走査画像の解像度を低下させずに、スペックルノイズを効果的に低減することができる。

#### 【0093】

また、本実施例では、波長 532 nm の緑色レーザを光源として用いた実験例について説明したが、実施例 1, 2 と同様に青色レーザや赤色レーザを放射する光源として単色画像を表示した場合でも、又は、これらを用いてカラー画像を形成する場合でも緑色レーザを用いた場合と同様なスペックルノイズの低減効果が得られる。

20

#### 【実施例 4】

#### 【0094】

図 13 は、本発明の実施例 4 の走査型表示装置の構成の要部概略図である。本実施例と実施例 3 との相違点は、光源手段として赤色、緑色、青色の 3 色を放射する 3 つのレーザ光源 401r, 401g, 401b を使用し、スクリーン 105 上にカラー画像を形成した点である。赤色、青色を放射するレーザ光源は、半導体レーザを用いている。また、緑色を放射するレーザ光源は、赤外の半導体レーザを波長変換したレーザ光源を用いている。

30

#### 【0095】

図 13 において、401r は赤色の半導体レーザ、401b は青色の半導体レーザ、401g は赤外の半導体レーザである。レーザ光源 401r、401b、401g は、実施例 1 と同様に光源駆動回路 120 と電氣的に接続されている。

#### 【0096】

また走査手段 104 は走査手段制御回路 122 と電氣的に接続されている。光源駆動回路 120 と走査手段制御回路 122 は機器制御回路 121 に接続され、不図示の映像信号入力手段により所望の画像に対応する映像信号入力に対して、レーザ光源 401r、401b、401g と走査手段 104 を同期制御することにより所望の画像をスクリーン 105 上に表示している。

40

#### 【0097】

赤色の半導体レーザ 401r と青色の半導体レーザ 401b から発せられた発散光束はコリメーターレンズ 402r、402b によって平行光束に変換される。

#### 【0098】

赤外の半導体レーザ 401b から発せられた発散光束は、集光レンズ 402g を通じて分極反転分布を付けた LN 結晶 403g に入射し、第 2 次高調波である緑色のレーザ光に波長変換される。分極反転分布を付けた LN 結晶 403g から出射した緑色レーザ光は、コリメーターレンズ 404g によって平行光束に変換される。

50

## 【0099】

コリメーターレンズ402r、402b、404gから出射した赤色、青色、緑色の平行光束はクロスダイクロミックプリズム405に到達し、クロスダイクロミックプリズム405によって1つの合成光束となる。

## 【0100】

クロスダイクロミックプリズム405を出射した光束は、集光光学系103を介して走査手段104に入射する。走査手段104によって走査されたレーザービームは、1以上の複屈折板より成るスペックル低減手段400を透過し、スクリーン105上を光走査する。

## 【0101】

本実施例のようなスクリーン105上にカラー画像を表示する走査型表示装置の場合でも、スペックル低減手段400によって、実施例1~3と同様なスペックル低減効果が得られる。

## 【0102】

本実施例では、緑色の光源には、赤外の半導体レーザーを波長変換したレーザー光(SHG光)を用いている。緑色レーザー(SHG光)は、単一のモードで発振し、波長幅が非常に狭いため、半導体レーザーに比べてコヒーレンスが高く、スペックルパターンが発生しやすい。

## 【0103】

緑色レーザーのスペックルパターンを大きく低減するには、実施例2で説明したように、緑色レーザーのレーザービームの分離距離 $d_g$ とスクリーン105上でのスポット径 $w_g$ が、以下の関係式を満たすことが良い。

## 【0104】

$$d_g > w_g$$

さらに、実施例3で示したように、レーザービームの分離数を増やすことで、スペックルパターンの低減の効果を増大することができる。

## 【0105】

以上の実施例1~4は、レーザービームをスペックル低減手段(複屈折板)を透過させることによって、複屈折の効果により、走査するレーザービームを複数のレーザービームに分離する構成である。

## 【0106】

従来の位相ホログラムを用いる場合は、高次の回折光が発生し光量ロスが問題であった。

## 【0107】

一方、本発明の各実施例の構成では、回折光が発生しないので光量ロスが発生しない。また、スペックル低減手段を出射した複数のレーザービームは平行なので、従来の位相ホログラムを用いる場合のようなビームの広がりはなく、投射距離を任意に設定することが可能になる。

## 【0108】

また、各実施例の走査型表示装置におけるレーザービームの出口(レーザーの出射部)には出射窓が設けられている。出射窓はガラスに代表される透明な部材でできており、装置内にゴミが混入するのを防いでいる。

## 【0109】

各実施例におけるスペックル低減手段は、レーザービームを2次元走査する全領域をみたく大きさがあるので、走査型表示装置の出射窓として兼用することができる。したがって、部品点数を削減することができ、コンパクトで低コストな光学系の構成で、投射画像のスペックルノイズを低減することができる。

## 【0110】

また、各実施例では、走査手段104として、一次元走査タイプのMEMSミラーデバイスとガルバノミラーの例を示したが、1つのミラーを二次元方向に振動させることがで

10

20

30

40

50

きるMEMSミラーデバイスのような他の走査手段を用いても良い。

【0111】

また、各実施例では、スペックル低減手段を構成する複屈折板として、方解石を用いた例について説明したが、水晶、ルチルのような複屈折板を用いた場合でも、方解石を用いた場合と同様なスペックルノイズの低減効果が得られる。

【0112】

以上のように各実施例によれば、レーザービームを2次元走査してスクリーン上に画像を表示する走査型表示装置において、コンパクトで光量ロスのない光学系でありながら、投射画像のスペックルノイズを効果的に低減させることができ、高画質の画像を表示することができる。また、走査されるレーザービームの広がり少なく、投射距離を任意に設定することができる。

10

【0113】

本実施例によれば、光学系がコンパクトでしかも光量ロスが少なく、解像度の低下を小さく抑えつつスペックルノイズを低減することができ、又投射距離を任意に設定することが可能な小型の走査型表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明の実施例1の走査型表示装置の概略構成図。

【図2】実施例1におけるスペックルパターンの変化の様子(実験例)を示す説明図。

【図3】実施例1におけるスペックルパターンの相関係数(実験例)を示す表図。

20

【図4】実施例1における複屈折板の光学軸を含む断面の光路を示す説明図。

【図5】本発明の実施例2の走査型表示装置の概略構成図。

【図6】実施例2におけるスペックル低減手段の構成を示す説明図。

【図7】実施例2におけるスクリーン上での4本の分離したレーザービームのスポットの配置と偏光方向を示す説明図。

【図8】本発明の実施例3の走査型表示装置の概略構成図。

【図9】実施例3におけるスペックル低減手段の構成を示す説明図。

【図10】実施例3におけるスクリーン上での8本の分離したレーザービームのスポットの配置と偏光方向を示す説明図。

【図11】実施例3における4枚の複屈折板を用いたスペックル低減手段の構成を示す説明図。

30

【図12】実施例3におけるスクリーン上での16本の分離したレーザービームのスポットの配置と偏光方向を示す説明図。

【図13】本発明の実施例4の走査型表示装置の概略構成図。

【符号の説明】

【0115】

100 複屈折板

101 レーザ光源

102 コリメーターレンズ

103 集光レンズ

40

104 走査手段

104 H 水平走査手段 104 V 垂直走査手段

105 スクリーン

106 往路走査線

107 復路走査線

108 走査帰線

109 垂直走査方向

110 水平走査手段の揺動向き

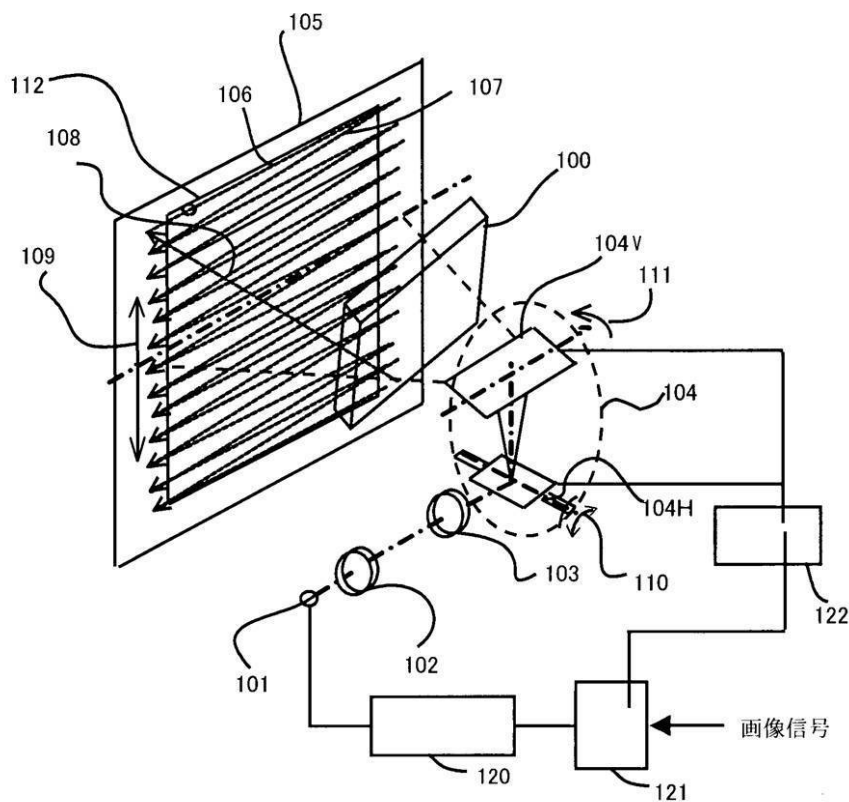
111 垂直走査手段の揺動向き

112 被走査面有効部

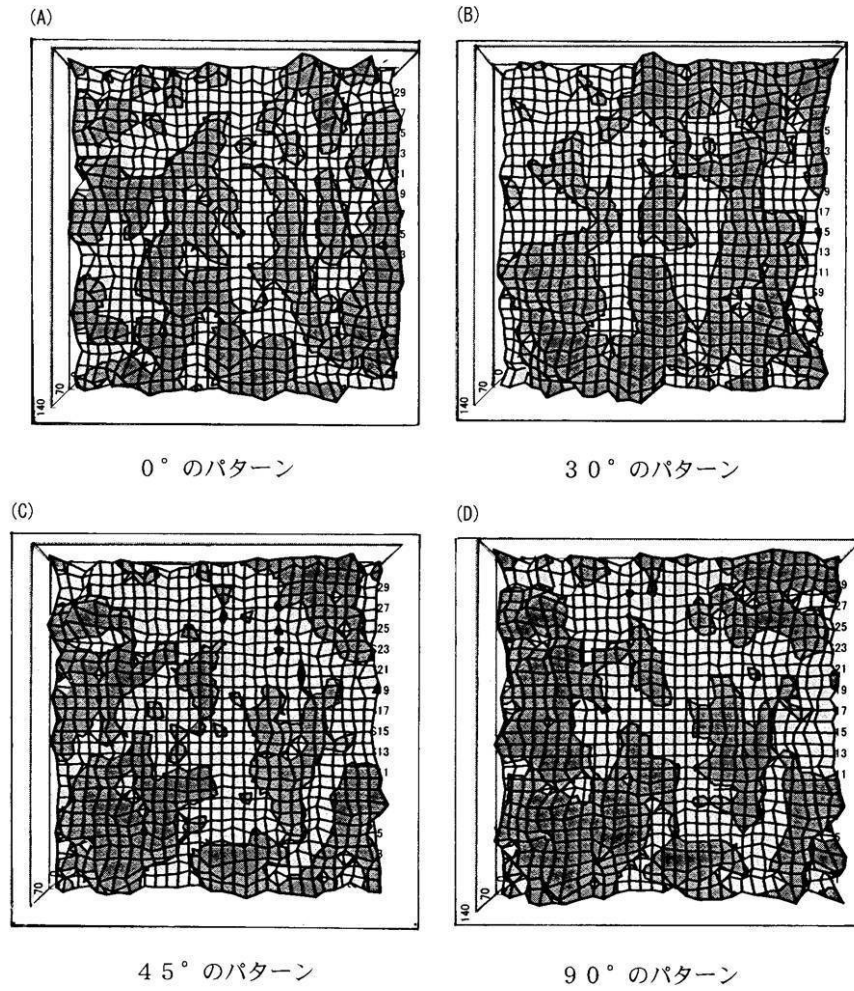
50

- 1 2 0 光源変調回路
- 1 2 1 画像信号供給装置
- 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 スペックル低減手段
- 4 0 1 - r 赤色の半導体レーザ
- 4 0 1 - g 赤外の半導体レーザ
- 4 0 1 - b 青色の半導体レーザ
- 4 0 2 - r、4 0 2 - b、4 0 4 - g コリメーターレンズ
- 4 0 2 - g 集光レンズ
- 4 0 3 - g LN結晶
- 4 0 5 クロスダイクロイックプリズム

【 図 1 】



【 図 2 】



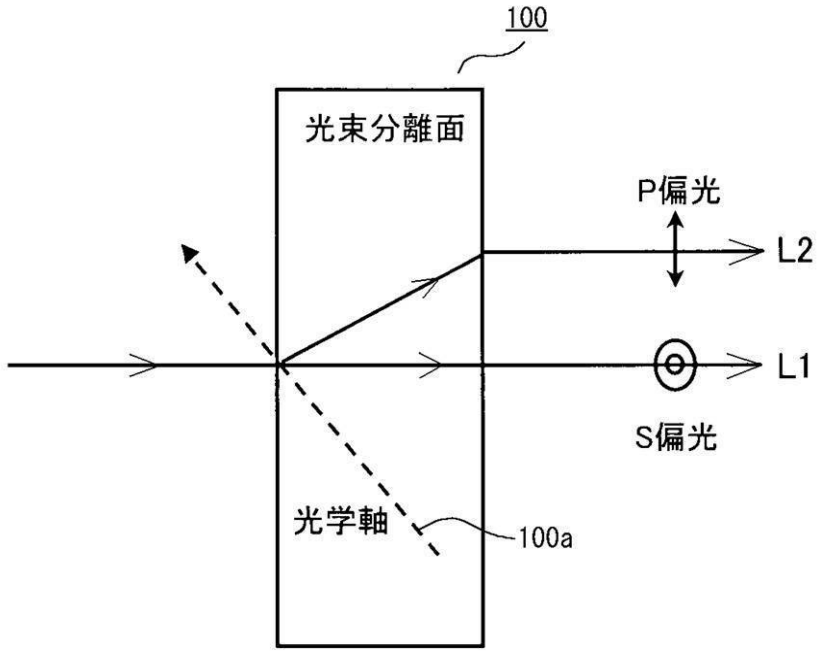
【 図 3 】

偏光方向が異なるレーザによって生じるスペックルパターンの相関の評価

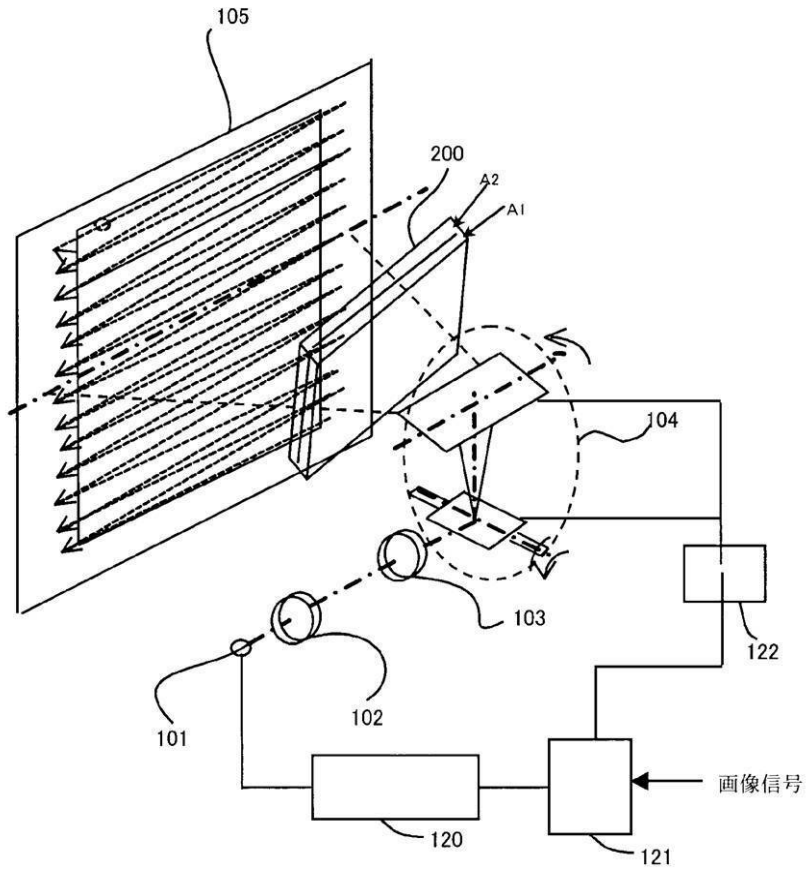
	各スペックルパターンの相関係数 $r$
0° のパターン VS 30° のパターン	0.50
0° のパターン VS 45° のパターン	0.28
0° のパターン VS 90° のパターン	0.04



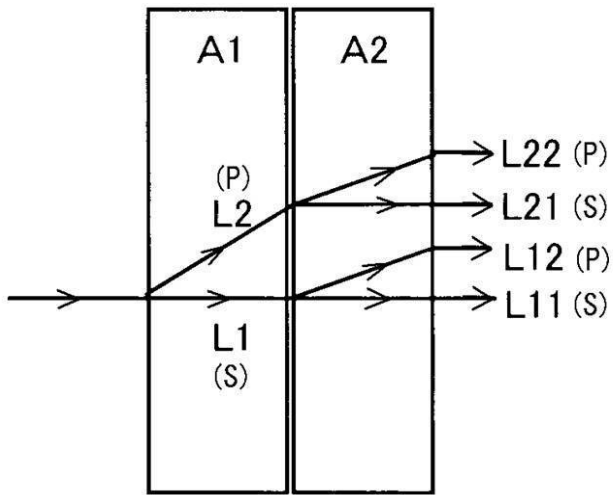
【图 4】



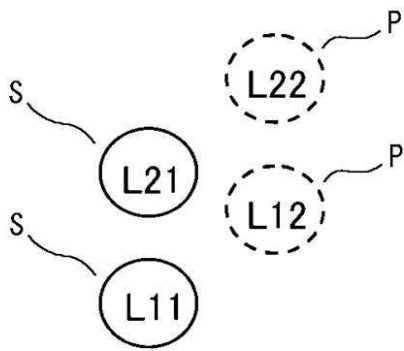
【图 5】



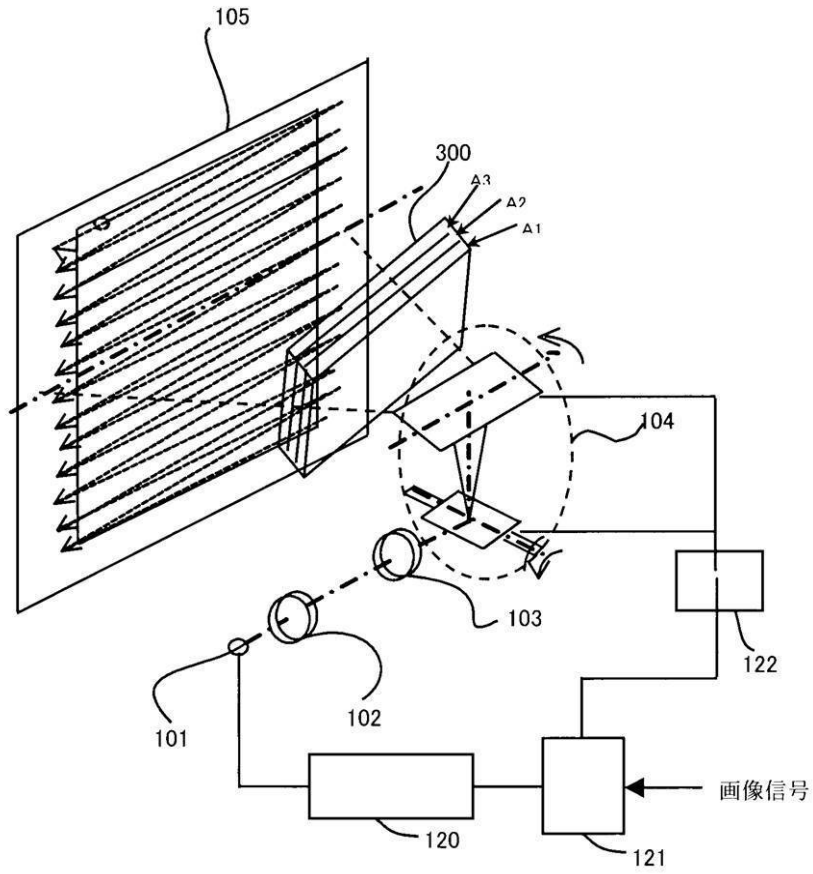
【 図 6 】



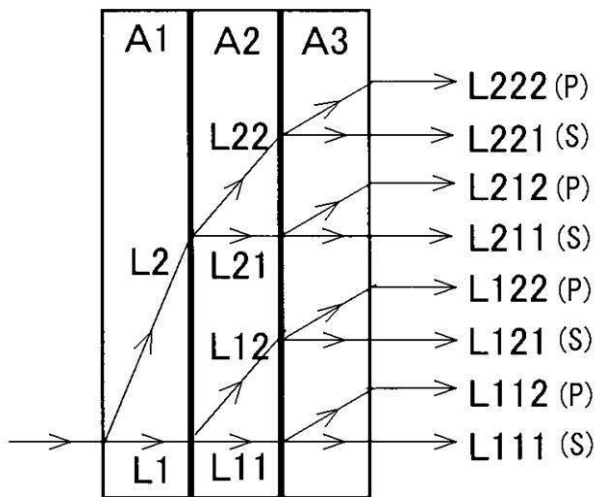
【 図 7 】



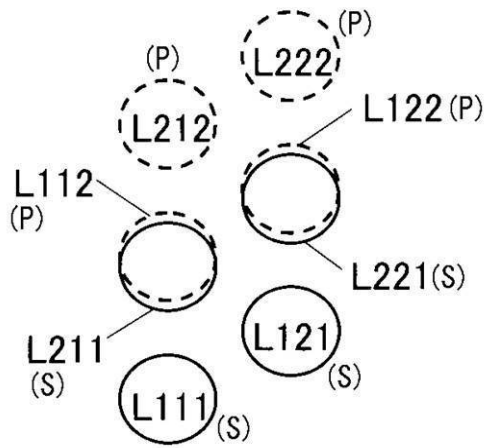
【 図 8 】



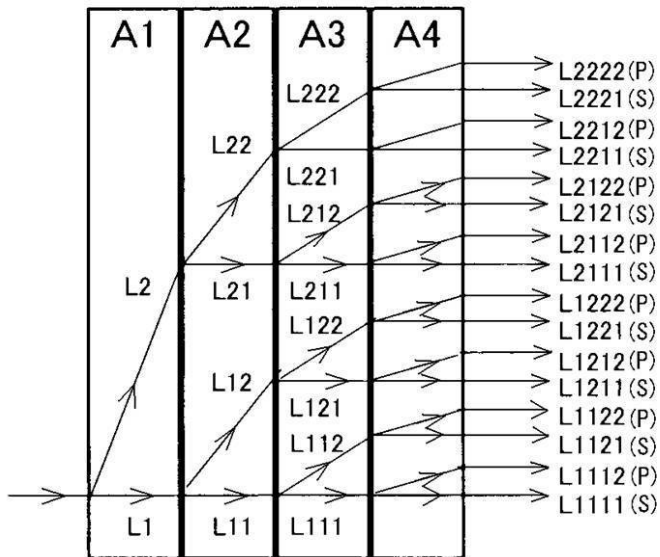
【 図 9 】



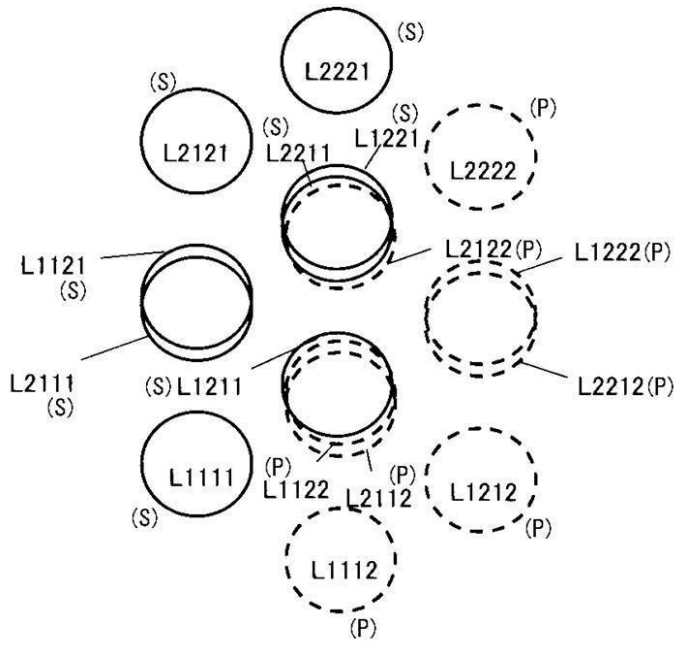
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

