

(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2009-162825

(P2009-162825A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/48 (2006.01)	G02B 27/48	2K103
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00	Z
G02B 27/18 (2006.01)	G02B 27/18	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-339461 (P2007-339461)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成19年12月28日 (2007.12.28)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(72) 発明者	野島 重男
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	2K103 AA29 AB04 BC03 BC22 BC32 BC47

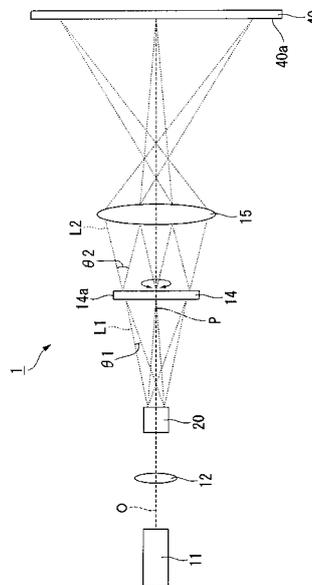
(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】低コスト、かつ、光の利用効率を向上させることが可能な画像表示装置を提供すること。

【解決手段】レーザー光を射出するレーザー光源11と、該レーザー光源11から射出されたレーザー光を集光させ、中間像を形成する集光光学系12と、該集光光学系12から射出された光を走査する走査手段20と、中間像が形成され、入射したレーザー光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出させる角度変換手段14と、該角度変換手段14から射出されたレーザー光を被投射面40に向けて投射する投射手段15とを備えることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザー光を射出するレーザー光源と、
 該レーザー光源から射出されたレーザー光を集光させる集光光学系と、
 該集光光学系から射出された光を走査し、中間像を形成する走査手段と、
 前記中間像が形成され、入射したレーザー光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出させる角度変換手段と、
 該角度変換手段から射出されたレーザー光を被投射面に向けて投射する投射手段とを備え

、
 前記集光光学系は、前記レーザー光を前記角度変換手段へ集光させることを特徴とする画像表示装置。 10

【請求項 2】

前記角度変換手段が、入射するレーザー光の中心軸に対して垂直な方向に移動することを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記角度変換手段から射出されるレーザー光が、当該レーザー光を前記投射手段の光軸に向かうように偏向する偏向手段を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

前記偏向手段が、当該偏向手段の光軸から離れた位置に入射したレーザー光ほど前記投射手段の光軸に向かうように偏向させることを特徴とする請求項 3 に記載の画像表示装置。 20

【請求項 5】

前記偏向手段が、前記走査手段と前記角度変換手段との間に配置されていることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記偏向手段が、レンズ系であることを特徴とする請求項 3 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

前記偏向手段は、前記角度変換手段から射出され前記投射手段を照射するレーザー光の照射領域の大きさが前記投射手段の開口と略同じ大きさとなるように配置されていることを特徴とする請求項 3 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。 30

【請求項 8】

前記角度変換手段が、前記偏向手段と一体化された構成であることを特徴とする請求項 3 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】

前記角度変換手段が、ホログラム素子であることを特徴とする請求項 3 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示装置に関する。 40

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクタの小型化の要求が益々高まるなか、半導体レーザーの高出力化や青色半導体レーザーの登場に伴い、レーザー光源を使ったプロジェクタが開発されている。この種のプロジェクタは、光源の波長域が狭いために色再現範囲を十分に広くすることが可能であり、小型化や構成部材の削減も可能であることから、次世代の表示デバイスとして大きな可能性を秘めている。

しかしながら、レーザー光源を用いたプロジェクタにおいて、画像光による表示を行う際、スクリーン等の散乱体で光の干渉が生じることによって明点と暗点とが縞模様あるいは 50

斑模様分布する、いわゆる「シンチレーション（あるいは「スペckル」とも言う）」と呼ばれる現象が発生する場合がある。

【0003】

シンチレーションは、観察者に対してぎらつき感を与え、画像鑑賞時に不快感を与えるなどの悪影響を及ぼす原因となる。特にレーザ光は干渉性が高い光であることから、シンチレーションが発生しやすい。ところが、ランプ光源の場合でも近年は短アーク化によって干渉性が高くなっており、シンチレーションを除去する技術が重要である。そこで、スペckルノイズを低減する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

特許文献1に記載の画像表示システムでは、光源、コリメータレンズ、走査手段、第1の光学系、光拡散角変換素子、第2の光学系が順に配置されている。この構成では、コリメータレンズにより平行化され、走査手段によって走査された光源からの光を第1光学系により集光し中間像が形成される。この中間像は光拡散角変換素子上に形成され、光拡散角変換素子によって、入射する入射角より大きな射出角で射出される。そして、光拡散角変換素子により拡散された光は、第2の光学系によりスクリーンに投影される。このように、光拡散角変換素子により光を振動させることにより、スペckルパターンの時間的変化が人間の眼において積分され、スペckルノイズを低減することが可能となる。

10

【特許文献1】特開2006-53495号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、上記特許文献1に記載の画像表示システムでは、コリメータレンズと第1光学系との位置合わせに、高い配置精度が必要である。これにより、従来の画像表示システムでは、組み立てが煩雑になり、コストが高くなってしまふ。また、中間像を形成し、中間像を拡散する場合、スクリーンに直接画像を描画する場合に比べて、光源から射出された光の利用効率が著しく損なわれる。

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、低コスト、かつ、光の利用効率を向上させることが可能な画像表示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】

【0006】

30

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

本発明の画像表示装置は、レーザ光を射出するレーザ光源と、該レーザ光源から射出されたレーザ光を集光させる集光光学系と、該集光光学系から射出された光を走査し、中間像を形成する走査手段と、前記中間像が形成され、入射したレーザ光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出させる角度変換手段と、該角度変換手段から射出されたレーザ光を被投射面に向けて投射する投射手段とを備え、前記集光光学系は、前記レーザ光を前記角度変換手段へ集光させることを特徴とする。

【0007】

本発明に係る画像表示装置では、レーザ光源から射出されたレーザ光は、集光光学系により角度変換手段へ集光される。このとき、集光光学系から射出されたレーザ光は走査手段により走査され中間像が角度変換手段に形成される。そして、角度変換手段に形成された中間像のレーザ光は、角度変換手段により、当該角度変換手段に入射したレーザ光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出される。角度変換手段において射出された中間像のレーザ光は、投射手段により被投射面に向けて投射される。

40

【0008】

すなわち、従来のように、走査手段と角度変換手段との間に設けられた光学系により中間像を形成するのではなく、本発明では、集光光学系により中間像を形成するため、走査手段に走査されるレーザ光の光量の損失を抑えることができる。したがって、走査手段により走査されるレーザ光の光利用効率を向上させることができる。これにより、レーザ光源から射出されるレーザ光の出力強度を上げる必要がないため、低消費電力化を図ること

50

が可能となる。

また、本発明は、従来のように、走査手段と角度変換手段との間に設けられた光学系により中間像を形成する構成ではないので、部品点数が少なくなり、低コスト化を図ることが可能となる。また、本発明では、光学部材の数が少ないため、光学部材（集光光学系等）の光軸合わせが容易となる。したがって、装置全体の組み立てが簡易になり、低コスト化を図ることが可能となる。

また、レーザ光源から射出されたレーザ光を、角度変換手段へ入射したレーザ光の拡がり角よりも角度変換手段から射出されるレーザ光の拡がり角が大きくなるよう角度変換手段で拡散させることにより、スペックルノイズの粒度をより小さくすることができる。これにより、粒度の粗いスペックルパターンより、粒度の細かいスペックルパターンの方が、パターンの平坦化がされ易いため、ぎらつき（シンチレーション、スペックル）の発生が抑えられることになる。

10

【0009】

また、本発明の画像表示装置は、前記角度変換手段が、入射するレーザ光の中心軸に対して垂直な方向に移動することが好ましい。

【0010】

本発明に係る画像表示装置では、角度変換手段が、入射するレーザ光の中心軸に対して垂直な方向に移動する。これにより、角度変換手段から射出されるレーザ光は、時間的に積分されるので、スペックルノイズを低減させることができる。また、角度変換手段が、入射するレーザ光の中心軸に対して垂直な方向に移動するため、角度変換手段上の中間像と、被投射面上の結像との共役な位置関係がずれるのを抑えることが可能となる。これにより、画像ボケを起こすことなく被投射面に鮮明な画像を投射させることが可能となる。

20

【0011】

また、本発明の画像表示装置は、前記角度変換手段から射出されるレーザ光が、当該レーザ光を前記投射手段の光軸に向かうように偏向する偏向手段を備えることが好ましい。

【0012】

本発明に係る画像表示装置では、偏向手段により、角度変換手段から射出されるレーザ光が、当該レーザ光を投射手段の光軸に向かうように偏向する。これにより、投射手段に入射しないレーザ光が発生するのを抑えることができる。すなわち、投射手段の開口の大きさに合わせて、偏向手段により、投射手段に入射するレーザ光の照射領域を絞ることができる。したがって、投射手段に確実にレーザ光を入射させることができるため、光の利用効率を向上させることが可能となる。

30

また、投射手段に入射するレーザ光の照射領域を絞ることができるため、投射手段の開口を大きくする必要がない。したがって、開口の大きい投射手段を用いる必要がないので、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0013】

また、本発明の画像表示装置は、前記偏向手段が、当該偏向手段の光軸から離れた位置に入射したレーザ光ほど前記投射手段の光軸に向かうように偏向させることが好ましい。

【0014】

本発明に係る画像表示装置では、偏向手段により、偏向手段の光軸から離れた位置に入射したレーザ光ほど投射手段の光軸に向かうように偏向される。これにより、角度変換手段から射出されるレーザ光をより効率良く投射手段に取り込ませることが可能となる。

40

【0015】

また、本発明の画像表示装置は、前記偏向手段が、前記走査手段と前記角度変換手段との間に配置されていることが好ましい。

【0016】

ここで、偏向手段を角度変換手段の後段に配置する場合、角度変換手段により、レーザ光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出されたレーザ光が、投射手段の光軸に向かうように偏向することになる。この構成では、角度変換手段により拡散されたレーザ光を取り込むことが可能な大きさの偏向手段が必要になるため、装置が大きくなってしまふ。そこ

50

で、本発明に係る画像表示装置では、偏向手段が、走査手段と角度変換手段との間に配置されているため、角度変換手段により拡散される前に、角度変換手段から射出されるレーザー光が偏向され投射手段の光軸に向かう。したがって、偏向手段を角度変換手段の後段に配置した場合に比べて、偏向手段の大きさが小さくて済むため、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0017】

また、本発明の画像表示装置は、前記偏向手段が、レンズ系であることが好ましい。

本発明に係る画像表示装置では、角度変換手段により射出されるレーザー光の拡がり角が大きくなる前にレンズ系により集光させる。したがって、レンズ系により確実に角度変換手段から射出されるレーザー光が投射手段の光軸に向かうように偏向することが可能となる。また、例えば、レンズ系を走査手段と角度変換手段との間に配置することにより、レンズ系の開口を大きくする必要がないため、装置の小型化を図ることが可能となる。

10

【0018】

また、本発明の画像表示装置は、前記偏向手段は、前記角度変換手段から射出され前記投射手段を照射するレーザー光の照射領域の大きさが前記投射手段の開口と略同じ大きさとなるように配置されていることが好ましい。

【0019】

本発明に係る画像表示装置では、偏向手段は、角度変換手段から射出され投射手段を照射するレーザー光の照射領域の大きさが前記投射手段の開口と略同じ大きさとなるように配置されている。これにより、投射手段に入射するレーザー光を無駄にすることがないので、光の利用効率を向上させることが可能となる。また、投射手段の開口に合わせて、偏向手段を配置することにより、投射手段を照射するレーザー光の照射領域の大きさを調整することができる。したがって、投射手段を大きくする必要がないため、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

20

【0020】

また、本発明の画像表示装置は、前記角度変換手段が、前記偏向手段と一体化された構成であることが好ましい。

【0021】

本発明に係る画像表示装置では、角度変換手段が偏向手段と一体化された構成であるため、装置全体の小型化を図ることが可能となる。また、角度変換手段と偏向手段との間に界面が生じないため、迷光の発生を抑えることが可能となる。

30

【0022】

また、本発明の画像表示装置は、前記角度変換手段が、ホログラム素子であることが好ましい。

【0023】

本発明に係る画像表示装置では、角度変換手段がホログラム素子である。ホログラム素子としては、例えば、ガラス基板に計算機で計算して人工的に作成した凹凸構造が形成された計算機合成ホログラム（CGH：Computer Generated Hologram、以下CGHと称す。）を用いることができる。このCGHは回折現象を利用して入射光の波面を変換する波面変換素子である。特に位相変調型のCGHは入射光波のエネルギーをほとんど失うことなく波面変換が可能である。このように、CGHは均一な強度分布や単純な形状の強度分布を発生させることができるので、画像表示装置に好適に用いることができる。さらに、CGHは、回折格子の分割領域の自由な設定が可能であり、収差の問題が生じないので好適である。

40

また、角度変換手段が偏向手段と一体化された構成である場合は、角度変換手段と偏向手段との両方の機能を有するホログラム素子を作製すれば良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、図面を参照して、本発明に係る画像表示装置の実施形態について説明する。なお、以下の図面においては、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜

50

変更している。

【0025】

[第1実施形態]

本実施形態に係る画像表示装置1は、図1に示すように、レーザ光源11と、集光レンズ(集光光学系)12と、MEMSミラー(走査手段)20と、光拡散板(角度変換手段)14と、投射レンズ(投射手段)15とを備えている。この画像表示装置1は、レーザ光源11から射出されたレーザ光をMEMSミラー20によりスクリーン(被投射面)40に向かって走査することで画像を表示する装置である。

【0026】

レーザ光源11は、赤色のレーザ光を射出するシングルモードのレーザダイオードである。

集光レンズ12は、レーザ光源11から射出されたレーザ光を光拡散板14に集光させるものである。すなわち、集光レンズ12は、レーザ光源11から射出されたレーザ光を光拡散板14の入射端面14aでビームウェストとなるように集光させる。また、本実施形態では、集光レンズ12として焦点深度の深いレンズを用いる。なお、中間像を形成する位置は、光拡散板14の入射端面14aに限らず、入射端面14a近傍であっても良い。

【0027】

MEMSミラー20は、集光レンズ12により射出されたレーザ光を走査して、光拡散板14の入射端面14aに中間像を形成するものである。このMEMSミラー20は、図2に示すように、ミラー部(垂直走査部)21と、梁22a, 22bと、第1基板(水平走査部)23と、梁24a, 24bと、第2基板25とを備えた共振型のミラーである。

ミラー部21は、MEMSミラー20の中央部に設けられており、入射したレーザ光をスクリーン40に反射させるものである。梁22a, 22bは、ミラー部21の両側に第1の方向に沿って伸びて設けられている。本実施形態では、第1の方向はスクリーン40における水平方向(h方向)である。

【0028】

また、第1基板23は、ミラー部21を囲む額縁状であり、梁22a, 22bに接続されている。梁24a, 24bは、第1基板23の両側に第1の方向に略直交する第2の方向に沿って伸びて設けられている。本実施形態では、第2の方向はスクリーン40における垂直方向(v方向)である。

また、第2基板25は、第1基板23を囲む額縁状であり、梁24a, 24bに接続されている。

これらにより、ミラー部21は第1基板22に対し、梁22a, 22bを振動軸として、振動運動が可能となっており、第1基板23は第2基板25に対し、梁24a, 24bを振動軸として、振動運動が可能となっている。したがって、MEMSミラー20は、x軸及びy軸の2軸振動が可能、すなわち、ミラー部21によりレーザ光源11から射出されたレーザ光をスクリーン40の垂直方向に走査し、第1基板23によりレーザ光源11から射出されたレーザ光をスクリーン40の水平方向に走査する。

【0029】

本実施形態では、図2に示すように、MEMSミラー20のミラー部21の直径が、集光レンズ12により集光されミラー部21に入射するレーザ光のビーム径に比べて十分に大きいため、集光レンズ12と光拡散板14との間にMEMSミラー20を配置する場合及び配置しない場合の集光レンズ12からビームウェストの位置(光拡散板14の入射端面14a)までの光路長は略同じである。

また、MEMSミラー20は、x軸及びy軸を中心に振動するため、入射した光を走査する走査角が時間とともに変化する。これにより、走査角の違いによって、集光レンズ12から光拡散板14までの光学的距離には若干差が生じる。しかしながら、集光レンズ12の焦点深度が比較的深いため、例え、走査角により光学的距離が異なっていたとしても、光拡散板14の入射端面14aに照射されるレーザ光のビーム径が異なることはほとんど

10

20

30

40

50

どない。

【0030】

ここで、集光レンズ12について、図3を参照して説明する。なお、図3では、中間像を形成するレーザ光(1画素)Lを光拡散板14の入射端面14aに模式的に示している。また、ここで言う「画素」とは、スクリーン40に投射される画像を構成する最小単位である1画素に対応した光拡散板14上の照射領域である。

まず、中間像のサイズを1インチとし、画面解像度を800×600とし、ミラー部21の直径を4mmとする。また、MEMSミラー20と光拡散板14の入射端面14a(中間像)と間の光学的距離Dが75mmである。このとき、光拡散板14の入射端面14aにおける中間像を形成するレーザ光Lのビームのスポットサイズの最大径(Kmax) / 最小径(Kmin)が、1.06程度となる集光レンズ12を用いる。

10

なお、ミラー部21の直径を4mmとし、光学的距離Dを75mmとしたが、これは一例に過ぎない。

このように、焦点深度が深い集光レンズ12は、レーザ光源11から射出されたレーザ光の出力強度が高い焦点の領域を広い範囲に渡って維持することができる。

【0031】

光拡散板14は、入射端面14aから入射する集光レンズ12により形成された中間像のレーザ光の拡がり角よりも大きな拡がり角で射出させるものである。具体的には、光拡散板14は、図1に示すように、入射端面14aに入射するレーザ光L1の拡がり角 θ_1 を拡大して、拡がり角 θ_2 を有するレーザ光L2に変換して射出させる。

20

また、光拡散板14は、レーザ光源11から射出されたレーザ光の中心軸Oに対して垂直な方向に移動、すなわち、中心軸Oと同一の回転軸Pを中心に回転可能となっている。さらに、光拡散板14の回転速度としては60Hz位程度であれば、スペckルノイズを知覚することはほとんどない。なお、光拡散板14の回転速度は、60Hzに限ることはなく、人間が感知可能なフリッカの周波数よりも高い周波数、例えば、30Hz以上に設定しても良い。

【0032】

投射レンズ15は、光拡散板14により拡散されたレーザ光をスクリーン40に向かって投射するものである。また、光拡散板14の入射端面14aとスクリーン40の表面40aとは共役関係にあり、投射レンズ15により、光拡散板14の入射端面14aに形成された中間像がスクリーン40の表面40aに画像となって投射される。

30

【0033】

次に、以上の構成からなる本実施形態の画像表示装置1を用いて、スクリーン40に画像を投射する方法について説明する。

レーザ光源11から射出されたレーザ光は、集光レンズ12により集光され、MEMSミラー20により水平方向及び垂直方向に走査される。そして、MEMSミラー20から射出されたレーザ光は、光拡散板14の入射端面14aに中間像として形成される。光拡散板14に入射したレーザ光は、当該レーザ光の拡がり角 θ_1 よりも大きい拡がり角 θ_2 で射出される。その後、光拡散板14から射出されたレーザ光は、投射レンズ15によりスクリーン40に投射される。

40

このとき、光拡散板14は、回転軸Pを中心に回転されているため、光拡散板14から射出されるレーザ光の散乱状態は時間的に変化する。これにより、光拡散板14から射出されるレーザ光のスペckルパターンは残像効果により積分されることで、シンチレーションが抑えられたレーザ光となる。これにより、鮮明な画像がスクリーン40に投射される。

【0034】

本実施形態に係る画像表示装置1では、レーザ光源11から射出されたレーザ光を、光拡散板14へ入射したレーザ光の拡がり角 θ_1 よりも光拡散板14から射出されるレーザ光の拡がり角 θ_2 が大きくなるように光拡散板14で拡散させることにより、スペckルノイズの粒度をより小さくすることができる。これにより、粒度の粗いスペckルパター

50

ンより、粒度の細かいスペックルパターンの方が、パターンの平坦化がされ易いため、スクリーン40に投射させる画像のレーザ光の干渉性が低下することになる。これにより、ぎらつき（シンチレーション、スペックル）の発生が抑えられた鮮明な画像がスクリーン40に投射される。

【0035】

また、従来のように、MEMSミラー20と光拡散板14との間に設けられた光学系により中間像を形成するのではなく、本実施形態では、集光レンズ12により中間像を形成するため、MEMSミラー20に走査されるレーザ光の光量の損失を抑えることができる。したがって、MEMSミラー20により走査されるレーザ光の光利用効率を向上させることができる。これにより、レーザ光源11から射出されるレーザ光の出力強度を上げる必要がないので、低消費電力化を図ることが可能となる。

10

また、本発明は、従来のように、MEMSミラー20と光拡散板14との間に設けられた光学系により中間像を形成する構成ではないので、部品点数が少なくなり、低コスト化を図ることが可能となる。また、本実施形態では、集光レンズ12等の光学部材の数が少ないため、集光レンズ12等の光軸合わせが容易となる。したがって、装置全体の組み立てが簡易になり、低コスト化を図ることが可能となる。

つまり、本実施形態の画像表示装置1は、低コスト、かつ、光の利用効率を向上させることが可能となる。

【0036】

また、光拡散板14を回転軸Pを中心に回転させているため、光拡散板14から射出されるレーザ光は、時間的に積分されるので、スペックルノイズを確実に低減させることができる。また、光拡散板14の位置が中間像の結像位置（ビームウエストの位置）から外れることを抑えることができる。これにより、画像ボケを起こすことなくスクリーン40に鮮明な画像を投射させることが可能となる。

20

【0037】

なお、本実施形態では、レーザ光源11としては赤色のレーザ光を射出する単色の光源を用いたが、レーザ光源11として、赤色光源10R、緑色光源10G、青色光源10Bの3色の光源を用いて、ダイクロイックプリズム（色光合成手段）55により、赤色レーザ光、緑色レーザ光、青色レーザ光を合成する合成する画像表示装置50であっても良い。この画像表示装置50は、図4に示すように、赤色レーザ光を射出する赤色光源10Rと、緑色のレーザ光を射出する緑色光源10Gと、青色光を射出する青色光源10Bと、AOM（Acousto-Optic Modulator；音響光学素子）11aとを備えている。

30

赤色光源10Rは、中心波長が630nmの赤色のレーザ光を射出する半導体レーザ（LD）であり、青色光源10Bは、中心波長が430nmの青色のレーザ光を射出する半導体レーザ（LD）である。緑色光源10Gは、DPS（Diode Pumping Solid State）レーザによって構成され、図示しない波長変換素子により、中心波長が540nmである緑色のレーザ光に変換される。

【0038】

また、AOM11aは、緑色光源10Gとクロスダイクロイックプリズム55との間に設けられている。このAOM11aは、緑色光源10Gから射出されたレーザ光が透過するように配置されている。また、AOM11aは、高周波信号が入力されると、高周波信号に応じた超音波が伝播し、内部を透過するレーザ光に音響光学効果が作用する。この音響光学効果の作用により、回折が生じて入力された高周波信号に応じた光量（強度）のレーザ光が、AOM11aから回折光として射出されるようになっている。なお、各光源の構成はこれに限るものではない。

40

このように、赤色光源10R、緑色光源10G、青色光源10Bを用いることにより、スクリーン40上にスペックルノイズが低減されたフルカラーの画像を表示することが可能となる。

なお、色光合成手段として、クロスダイクロイックプリズム55を用いたが、これに限るものではない。色光合成手段としては、例えば、ダイクロイックミラーをクロス配置と

50

し色光を合成するもの、ダイクロイックミラーを平行に配置し色光を合成するものを用いることができる。

【0039】

また、走査手段として、水平走査及び垂直走査の2軸走査を行うMEMSミラー20を用いたが、水平走査を行う水平スキャナと、垂直走査を行う垂直スキャナとを別々に設けても良い。また、水平スキャナと垂直スキャナとを別々に設けた場合は、レーザ光源11側のスキャナと光拡散板14との光学的距離Dを75mmとし、このスキャナの直径を4mmとする。このときも上述した本実施形態と同様に、光拡散板14の入射端面14aにおける中間像を形成するレーザ光Lのビームのスポットサイズの最大径(Kmax)/最小径(Kmin)が、1.06程度となる集光レンズ12を用いれば良い。

10

また、光拡散板14は、レーザ光源11から射出されたレーザ光の中心軸Oを中心に回転させたが、中心軸Oと平行な軸を中心に回転させれば良い。例えば、光拡散板14の端部(レーザ光が入射しない位置)を中心に回転させても良い。本実施形態では、レーザ光が入射する位置に回転軸Pが存在するため、死点(動きが止まる点)が生じるおそれが生じる。そこで、光拡散板14の端部を回転軸Pとして回転させることにより、死点が生じないため、スペックルノイズの発生を確実に抑えることが可能となる。

【0040】

さらに、光拡散板14を回転させなくても良い。この構成では、回転機構を省くことができるため、部品点数を抑え、装置の低コスト化を図ることが可能となる。また、光拡散板14を回転させたが、レーザ光の中心軸Oに対して垂直な方向に揺動(移動)させても良い。この構成では、光拡散板14を回転させた場合と同様に、スペックルノイズをより確実に低減させることができる。また、光拡散板14の中間像と、スクリーン40上の結像との共役な位置関係がずれるのを抑えることが可能となる。これにより、画像ボケを起こすことなくスクリーン40に鮮明な画像を投射させることが可能となる。

20

【0041】

[第2実施形態]

次に、本発明に係る第2実施形態について、図5から図7を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態の図面において、上述した第1実施形態に係る画像表示装置1と構成を共通とする箇所には同一符号を付けて、説明を省略することにする。

本実施形態に係る画像表示装置60では、集光レンズ系61を備える点において第1実施形態と異なる。その他の構成においては第1実施形態と同様である。

30

【0042】

集光レンズ系(偏向手段)61は、図5に示すように、MEMSミラー20と光拡散板14との間に配置されている。この集光レンズ系61は、光拡散板14から射出される中間像のレーザ光が、当該レーザ光を投射レンズ15の光軸O1に向かうように偏向するものである。

なお、図5では、集光レンズ系61として、1枚のレンズを示したが、これに限らず、2枚以上のレンズにより構成されていても良く、また、凸レンズに限らず凹レンズを組み合わせた構成であっても良い。集光レンズ系61を構成するレンズ形状及び開口の大きさは、入射するレーザ光や投射レンズ15の形状等により適宜変更が可能である。

40

【0043】

また、集光レンズ系61は、図6の拡大図に示すように、光拡散板14から射出され投射レンズ15を照射するレーザ光の照射領域A1の大きさが投射レンズ15の開口A2と略同じ大きさとなるように、配置されている。このように、集光レンズ系61を用いることにより、光拡散板14から射出されるレーザ光の主光線の方向は保持されて拡散される。このとき、光拡散板14から射出されるレーザ光の強度分布は、図7に示すように、主光線の光強度が最も大きくなっており、この光強度が強いレーザ光が投射レンズ15の光軸O1に向かって偏向される。特に、偏向手段として、光拡散板14に入射するレーザ光のうち、中心軸Oより離れた位置に入射したレーザ光ほど投射レンズ15の光軸O1に向かうように偏向させる手段を用いることが好ましい。これにより、光拡散板14において

50

拡散されたレーザ光をより効率良く投射レンズ 15 に取り込ませることが可能となる。

【0044】

本実施形態に係る画像表示装置 60 では、第 1 実施形態の画像表示装置 1 と同様の効果を得ることができる。さらに、本実施形態の画像表示装置 60 では、集光レンズ系 61 により、光拡散板 14 から射出されるレーザ光は投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように偏向されるため、光拡散板 14 に入射しないレーザ光が発生するのを抑えることができる。したがって、光利用効率の向上を図ることが可能となる。

また、集光レンズ系 61 が、MEMS ミラー 20 と光拡散板 14 との間に配置されているため、光拡散板 14 において拡散されるレーザ光は、光拡散板 14 によって拡散される前に、投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように偏向される。したがって、集光レンズ系 61 を光拡散板 14 の後段に配置した場合に比べて、開口の大きさが小さい集光レンズ系 61 を用いることができる。したがって、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0045】

さらに、偏向手段として集光レンズ系 61 を用いているため、より確実に光拡散板 14 から射出されるレーザ光が投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように偏向することが可能となる。

また、投射レンズ 15 を照射するレーザ光の照射領域 A1 の大きさが、投射レンズ 15 の開口 A2 と略同じ大きさとなるように、集光レンズ系 61 が配置されているため、投射レンズ 15 に入射するレーザ光を無駄にすることがない。したがって、レーザ光の利用効率を向上させることが可能となる。また、投射レンズ 15 の開口 A2 に合わせて、集光レンズ系 61 の配置を調整することにより、照射領域 A1 の大きさを調整することができる。したがって、開口 A2 の大きな投射レンズ 15 を用いる必要がないため、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

【0046】

なお、集光レンズ系 61 を光拡散板 14 の前段に配置したが、光拡散板 14 の後段に配置しても良い。すなわち、光拡散板 14 から射出されたレーザ光が投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように、集光レンズ系 61 により、投射レンズ 15 に入射するレーザ光を偏向させても良い。

また、偏向手段として集光レンズ系 61 を用いたが、これに限らず、例えば、液晶素子を用いて、投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように、投射レンズ 15 に入射するレーザ光を偏向させても良い。

【0047】

[第 3 実施形態]

次に、本発明に係る第 3 実施形態について、図 8 を参照して説明する。

本実施形態に係る画像表示装置 70 では、光拡散板 71 の形状において第 1 実施形態と異なる。その他の構成においては第 2 実施形態と同様である。

【0048】

光拡散板（角度変換手段）71 は、図 8 に示すように、射出されるレーザ光が当該レーザ光を投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように偏向する偏向手段が一体的に構成されている。この光拡散板 71 は、入射端面 71 a 側が凸形状であり、射出端面 71 b が平面状である。また、射出端面 71 b は、MEMS ミラー 20 から射出されたレーザ光を拡散させる拡散面となっている。なお、拡散面としては、微粒子が分散された構成や凹凸構造を有する回折素子であっても良い。また、光拡散板 71 は回転させない。これにより、光拡散板 71 に入射したレーザ光は入射端面 71 a 側の凸形状により、射出されるレーザ光が投射レンズ 15 の光軸 O1 に向かうように偏向させる。そして、レーザ光は射出端面 71 b において拡散されて投射レンズ 15 に入射する。

【0049】

以上より、本実施形態に係る画像表示装置 70 では、光拡散板 14 が偏向手段と一体された構成であるため、装置全体の小型化を図ることが可能となる。

また、光拡散板 71 に代えて、ホログラム素子を用いても良い。すなわち、ホログラム

10

20

30

40

50

素子は、第2実施形態で示した集光レンズ系61のように、入射したレーザ光を偏向させる機能及び入射したレーザ光を拡散させて射出させる光拡散機能を有したものである。ホログラム素子としては、例えば、ガラス基板に計算機で計算して人工的に作成した凹凸構造が形成された計算機合成ホログラム（CGH：Computer Generated Hologram、以下CGHと称す。）を用いることができる。このCGHは回折現象を利用して入射光の波面を変換する波面変換素子である。特に位相変調型のCGHは入射光波のエネルギーをほとんど失うことなく波面変換が可能である。このように、CGHは均一な強度分布や単純な形状の強度分布を発生させることができるので、画像表示装置70に好適に用いることができる。さらに、CGHは、回折格子の分割領域の自由な設定が可能であり、収差の問題が生じないので好適である。

10

また、ホログラム素子が、光拡散板14に入射するレーザ光のうち、中心軸Oより離れた位置に入射したレーザ光ほど投射レンズ15の光軸O1に向かうように偏向させる機能を有していても良い。この構成では、ホログラム素子から射出されるレーザ光はより効率良く投射レンズ15に取り込まれることになるため、レーザ光の利用効率を向上させることが可能となる。

【0050】

なお、光拡散板71を第2実施形態と同様に回転させても良い。この構成では、よりスペckルパターンが時間的に積分させるため、より効率良くスペckルノイズを低減させることが可能となる。

【0051】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

20

例えば、第1実施形態、第2実施形態の角度変換手段として、ホログラム素子を用いても良い。この構成の場合、MEMSミラー20から射出されたレーザ光の拡がり角 θ を所望の値にし易くなる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の第1実施形態に係る画像表示装置を示す平面図である。

【図2】図1の走査手段を示す断面図である。

【図3】図1の角度変換手段に照射されるレーザ光を模式的に示した平面図である。

30

【図4】本発明の第1実施形態に係る画像表示装置の変形例を示す平面図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る画像表示装置を示す平面図である。

【図6】図1の画像表示装置の一部の拡大図を示す平面図である。

【図7】図1の角度変換手段に入射及び射出される主光線を示す平面図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る画像表示装置を示す平面図である。

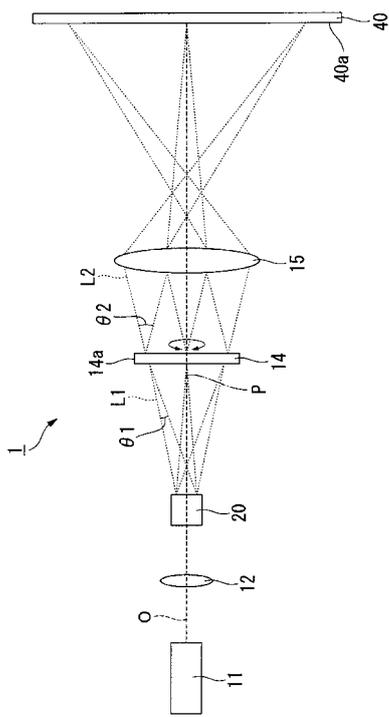
【符号の説明】

【0053】

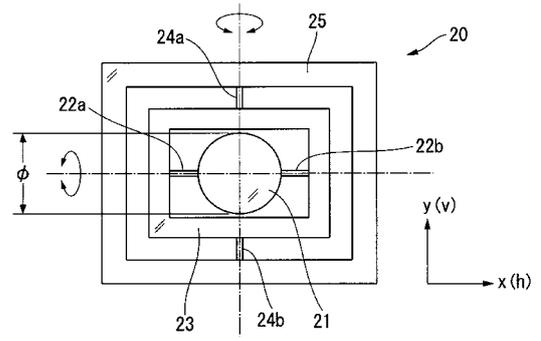
1, 50, 60, 70...画像表示装置、11...レーザ光源、12...集光レンズ（集光光学系）、20...MEMSミラー（走査手段）、14, 71...光拡散板（角度変換手段）、15...投射レンズ（投射手段）、40...スクリーン（被投射面）、61...集光レンズ系（偏向手段）

40

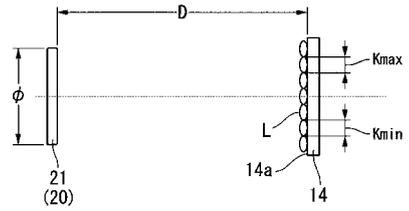
【 図 1 】



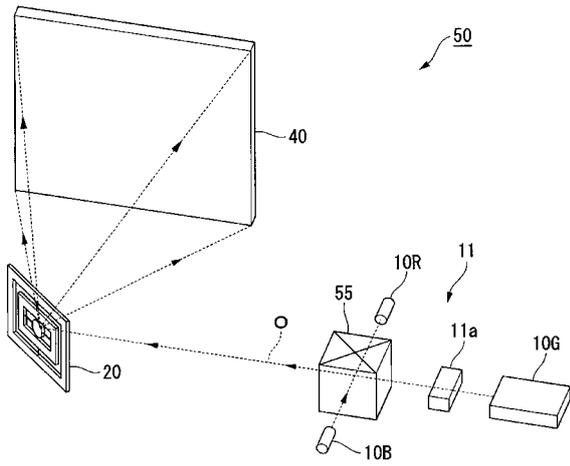
【 図 2 】



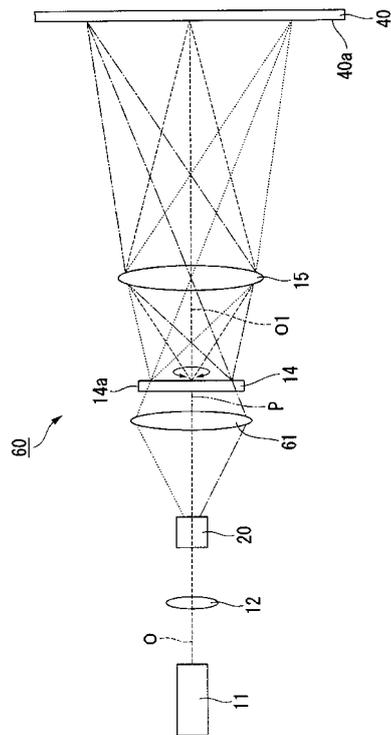
【 図 3 】



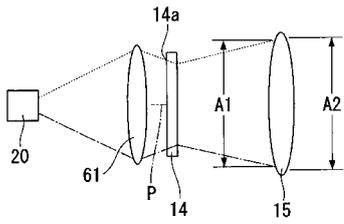
【 図 4 】



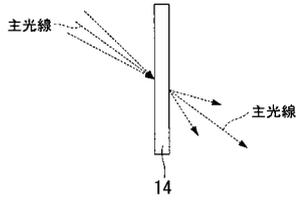
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

