

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6323743号
(P6323743)

(45) 発行日 平成30年5月16日 (2018. 5. 16)

(24) 登録日 平成30年4月20日 (2018. 4. 20)

(51) Int. Cl.	F 1
G 0 2 B 26/10 (2006. 01)	G O 2 B 26/10 Z
G 0 3 B 21/14 (2006. 01)	G O 3 B 21/14 Z
G 0 2 B 19/00 (2006. 01)	G O 2 B 19/00
G O 2 B 27/48 (2006. 01)	G O 2 B 27/48

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-258483 (P2013-258483)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成25年12月13日 (2013. 12. 13)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2015-114620 (P2015-114620A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年6月22日 (2015. 6. 22)	(74) 代理人	100091982
審査請求日	平成28年10月27日 (2016. 10. 27)		弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁
		(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
		(74) 代理人	100103263
			弁理士 川崎 康
		(72) 発明者	倉 重 牧 夫
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光走査装置、照明装置、投射装置および光学素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異方性拡散面を有する拡散部材と、
光源からのコヒーレント光が前記異方性拡散面上に照射された状態で前記異方性拡散面を偏芯させながら回転させる回転軸部材と、を備え、
前記異方性拡散面に照射されたコヒーレント光は、前記異方性拡散面から線状に拡散し、かつ前記異方性拡散面の回転に応じて、前記線状に拡散したコヒーレント光は所定の平面上で線状ビームを回転させた軌道を描く光走査装置。

【請求項 2】

前記異方性拡散面は、第 1 軸方向に曲率が連続的に変化して、前記第 1 軸に交差する第 2 軸方向には曲率が一定の面である請求項 1 に記載の光走査装置。

【請求項 3】

前記異方性拡散面は、シリンドリカル面である請求項 2 に記載の光走査装置。

【請求項 4】

異方性拡散面を有する拡散部材と、
光源からのコヒーレント光が前記異方性拡散面上に照射された状態で前記異方性拡散面を回転させる回転軸部材と、
前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光をさらに拡散させる光学素子と、
前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光を平行光に変換するコリメートレンズと、
を備え、

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光は線状に拡散し、この線状の拡散光線は前記異方性拡散面の回転に応じて前記光学素子上で一方向に回転する軌道を描き、
前記コリメートレンズで変換された平行光が前記光学素子に入射される照明装置。

【請求項 5】

前記光学素子で拡散されたコヒーレント光を集光して、所定領域を重ねて照明する集光光学系を備える請求項 4 に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記所定領域またはその光軸後方に配置され、入射されたコヒーレント光を内壁で全反射させながら伝搬させた後に出射する均一化光学系を備える請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】

照明装置と、

前記所定領域またはその光軸後方に配置され、前記所定領域を通過するコヒーレント光で照明されて変調画像を生成する光変調器と、

前記変調画像を所定の投射部材上に投射する投射光学系と、を備え、

前記照明装置は、

異方性拡散面を有する拡散部材と、

光源からのコヒーレント光が前記異方性拡散面上に照射された状態で前記異方性拡散面を回転させる回転軸部材と、

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光をさらに拡散させる光学素子と、を備え、

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光は線状に拡散し、この線状の拡散光線は前記異方性拡散面の回転に応じて前記光学素子上で一方向に回転する軌道を描く投射装置。

【請求項 8】

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光を平行光に変換するコリメートレンズを備え、

前記コリメートレンズで変換された平行光が前記光学素子に入射される請求項 7 に記載の投射装置。

【請求項 9】

前記光学素子で拡散されたコヒーレント光を集光して、所定領域を重ねて照明する集光光学系を備える請求項 7 または 8 に記載の投射装置。

【請求項 10】

前記所定領域またはその光軸後方に配置され、入射されたコヒーレント光を内壁で全反射させながら伝搬させた後に出射する均一化光学系を備える請求項 9 に記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コヒーレント光を光源として用いる光走査装置、照明装置、投射装置および光学素子に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体レーザの高出力化と価格の低下、およびコヒーレント光を反射させるのに用いられる MEMS (Micro Electro Mechanical System) ミラーの性能向上などを背景として、半導体レーザを光源として用いた投射装置が普及しつつある。

【0003】

しかしながら、コヒーレント光源から出射されるコヒーレント光は、投射スクリーン上にスペックルを発生させるという問題がある。スペックル (speckle) は、レーザ光などのコヒーレント光を散乱面に照射したときに現れる斑点状の模様であり、スクリーン上に発生すると斑点状の輝度ムラ (明るさのムラ) として観察され、観察者に対して生理的な

10

20

30

40

50

悪影響を及ぼす要因になる。コヒーレント光を用いた場合にスペックルが発生する理由は、スクリーンなどの散乱反射面の各部で反射したコヒーレント光が、その極めて高い可干渉性ゆえに、互いに干渉し合うことによって生じるものとされている。

【0004】

本発明者は、過去に、コヒーレント光で被照明領域LZを照明する際に、光走査装置にてコヒーレント光を走査させて光学素子に入射させ、光学素子にて被照明領域LZを重ねて照明することで、被照明領域LZ内でのスペックルを目立たなくさせる照明装置を発明するとともに、この種の照明装置を用いてスクリーン上に光変調画像を投射する際に、スクリーン上で発生するスペックルも目立たなくさせる投射装置とを発明した（特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-58481号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

光走査装置は、反射面を有するMEMSミラー等で構成されており、1軸または2軸方向に反射面を所定の振れ角で回転させて、コヒーレント光の反射方向を切り替えている。反射面で反射されたコヒーレント光は、直接または間接に光学素子に入射される。スペックルを低減する観点からは、コヒーレント光が光学素子上をできるだけ密に走査するのが望ましい。その方が、被照明領域LZに入射されるコヒーレント光の角度多重度、すなわち角度的な密度が大きくなり、入射方向を連続的に変化させる作用と併せることによりスペックルの低減効果を最大限に高めることができるためである。ところが、コヒーレント光が光学素子上をできるだけ密に走査するには、光走査装置の反射面を精密かつ高速に駆動しなければならない、光走査装置が大がかりになり、設備コストも嵩んでしまう。

20

【0007】

また、安定して長時間動作する光走査装置の場合、多くの場合、共振機構を設けているものが多く、制御信号の波形は、ほぼ正弦波となる。正弦波は、各周期ごとに正のピークと負のピークを持っており、これらのピークでは、回転方向を切り替えるために反射面がいったん停止してしまう。これはすなわち、コヒーレント光の走査速度がほとんどゼロになる箇所が各走査周期で2回生じることを意味する。コヒーレント光の走査速度が緩やかになってほぼゼロになる期間では、スペックルの低減度合いが弱くなる。

30

【0008】

このように、光走査装置の反射面を所定の振り角で回転させると、スペックルの低減度合いが時間に応じて変化し、平均的なスペックルの低減効果を向上させることができない。

【0009】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的は、構造を複雑化することなく、スペックルの低減効果を向上させることが可能な光走査装置、照明装置、投射装置および光学素子を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様では、異方性拡散面を有する拡散部材と、

光源からのコヒーレント光が前記異方性拡散面上に照射された状態で前記異方性拡散面を回転させる回転軸部材と、を備え、

前記異方性拡散面に照射されたコヒーレント光は、前記異方性拡散面から線状に拡散し、かつ前記異方性拡散面の回転に応じて、前記線状に拡散したコヒーレント光は所定の平面上で線状ビームを回転させた軌道を描く光走査装置が提供される。

50

【0011】

前記異方性拡散面は、第1軸方向に曲率が連続的に変化して、前記第1軸に交差する第2軸方向には曲率が一定の面でもよい。

【0012】

前記異方性拡散面は、シリンドリカル面でもよい。

【0013】

前記回転軸部材は、前記異方性拡散面を偏芯させずに回転させてもよい。

【0014】

前記回転軸部材は、前記異方性拡散面を偏芯させながら回転させてもよい。

【0015】

本発明の他の一態様では、異方性拡散面を有する拡散部材と、
光源からのコヒーレント光が前記異方性拡散面上に照射された状態で前記異方性拡散面を回転させる回転軸部材と、
前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光をさらに拡散させる光学素子と、を備え、

10

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光は線状に拡散し、この線状の拡散光線は前記異方性拡散面の回転に応じて前記光学素子上で一方向に回転する軌道を描く照明装置が提供される。

【0016】

前記異方性拡散面で拡散されたコヒーレント光を平行光に変換するコリメートレンズを備え、

20

前記コリメートレンズで変換された平行光が前記光学素子に入射されてもよい。

【0017】

前記光学素子で拡散されたコヒーレント光を集光して、所定領域を重ねて照明する集光光学系を備えてもよい。

【0018】

前記所定領域またはその光軸後方に配置され、入射されたコヒーレント光を内壁で全反射させながら伝搬させた後に出射する均一化光学系を備えてもよい。

【0019】

請求項6乃至9のいずれかに記載の照明装置と、

30

前記所定領域またはその光軸後方に配置され、前記所定領域を通過するコヒーレント光で照明されて変調画像を生成する光変調器と、

前記変調画像を所定の投射部材上に投射する投射光学系と、を備えてもよい。

【0020】

本発明の他の一態様では、上述した光走査装置の前記異方性拡散面からの光を入射光として拡散させる光学素子が提供される。

【0021】

複数の要素レンズを含むレンズアレイを備え、

前記複数の要素レンズのそれぞれは、前記異方性拡散面からの光を入射光として拡散させてもよい。

40

【0022】

前記異方性拡散面からの光を入射光として拡散させるホログラム記録媒体を備えてもよい。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、構造を複雑化することなく、スペックルの低減効果を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態による照明装置を備えた投射装置の概略構成を示すブロック

50

図。

【図２】図１の走査デバイス６５によるレーザ光の走査を説明する図。

【図３】図２の線状レーザビームＬＢ１の軌跡を示す平面図。

【図４】シリンダカル面６６を偏芯させながら回転させる走査デバイス６５を備えた投射装置の一例を示すブロック図。

【図５】図４の走査デバイス６５によるレーザ光の走査を説明する図。

【図６】図５の線状レーザビームＬＢ２の軌跡を示す平面図。

【図７】反射部材を設けた当社装置の概略構成を示すブロック図。

【図８】図１の一変形例による投射装置の概略構成を示すブロック図。

【図９】図８にリレー光学系を追加した投射装置の概略構成を示すブロック図。

10

【図１０】光学素子５０としてホログラム記録媒体５５を用いた投射装置２０の一例を示すブロック図。

【発明を実施するための形態】

【００２５】

以下、本発明の実施の形態について、詳細に説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから適宜変更したり、誇張してある。

【００２６】

また、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「同一」等の用語や長さや角度の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。

20

【００２７】

図１は本発明の一実施形態による照明装置を備えた投射装置の概略構成を示すブロック図である。図１の投射装置２０は、照射装置６０と、コリメートレンズ９０と、光学素子５０と、コンデンサレンズ（集光光学系）７０と、光変調器３０と、投射光学系８０とを備えている。光学素子５０と照射装置６０にて照明装置４０が構成される。

【００２８】

光学素子５０は、例えばレンズアレイ５３で構成されている。なお、後述するように、光学素子５０はレンズアレイ５３以外の拡散素子、例えばホログラム記録媒体で構成してもよい。ホログラム記録媒体を用いる場合はコリメートレンズ９０は不要となりうる。また、光学素子５０としてレンズアレイ５３を用いる場合も、コリメートレンズ９０は必須ではないが、以下では、コリメートレンズ９０とレンズアレイ５３を用いる例を主に説明する。

30

【００２９】

照射装置６０は、コヒーレント光がレンズアレイ５３内の複数の要素レンズ５４の表面を走査するように、レンズアレイ５３にコヒーレント光を照射する。照射装置６０は、コヒーレント光を放射するレーザ光源６１と、レーザ光源６１から放射されたコヒーレント光をレンズアレイ５３内の複数の要素レンズ５４の表面上で走査させる走査デバイス６５とを有する。

40

【００３０】

照射装置６０内のレーザ光源６１は、例えばそれぞれ異なる波長帯域のレーザ光を放射する複数のレーザ光源６１を用いてもよい。複数のレーザ光源６１を用いる場合は、各レーザ光源６１からのレーザ光が走査デバイス６５上を照射するようにする。これにより、レンズアレイ５３は、各レーザ光源６１の照明色が混ざり合った再生照明光で照明されることになる。

【００３１】

レーザ光源６１は、単色のレーザ光源６１でもよいし、発光色の異なる複数のレーザ光源６１でもよい。例えば、赤、緑、青の複数のレーザ光源６１を用いて構成してもよい。複数のレーザ光源６１を用いる場合は、各レーザ光源６１からのコヒーレント光が走査デ

50

バイス 6 5 上に照射されるように各レーザ光源 6 1 を配置すれば、各レーザ光源 6 1 からのコヒーレント光の入射角度に応じた反射角度で反射されて、レンズアレイ 5 3 上に入射され、レンズアレイ 5 3 から別個に集光・発散されて、被照明領域（所定領域）L Z 上で重ね合わされて合成色になる。例えば、赤、緑、青の複数のレーザ光源 6 1 を用いて構成した場合には白色になる。あるいは、各レーザ光源 6 1 ごとに、別個の走査デバイス 6 5 を設けてもよい。

【0032】

なお、例えば白色で照明する場合は、赤緑青以外の色で発光するレーザ光源 6 1、例えば、黄色で発光するレーザ光源 6 1 を別個に設けた方が、より白色に近い色を再現できる場合もある。したがって、照射装置 6 0 内に設けるレーザ光源 6 1 の種類は、特に限定されるものではない。

10

【0033】

レーザ光源 6 1 から出射されるレーザ光のビーム径が大きい場合には、不図示の集光レンズでレーザ光のビーム径を絞った後に、走査デバイス 6 5 に入射させてもよい。

【0034】

走査デバイス 6 5 は、入射されたレーザ光の反射角度を一定周期で可変させて、反射されたレーザ光がレンズアレイ 5 3 上を走査するようにしている。より具体的には、走査デバイス 6 5 は、異方性拡散を行うシリンドリカル面 6 6 を有する拡散部材 6 7 と、シリンドリカル面 6 6 を偏芯させずに回転させる回転軸部材 6 8 とを有する。回転軸部材 6 8 は、拡散部材 6 7 の底面に対して直交する方向に延びている。ここで、「偏芯させずに回転させる」とは、この回転軸部材 6 8 が、レーザ光の走査を行っている間は、常に一定の方向に一定の回転速度でシリンドリカル面 6 6 を回転させることをいう。

20

【0035】

ここで、シリンドリカル面 6 6 とは、第 1 軸方向に曲率が連続的に変化し、第 1 軸に交差する第 2 軸方向に曲率が一定の異方性拡散面である。レーザ光源 6 1 からのレーザ光は、あるビーム径を持って、シリンドリカル面 6 6 上の曲率が連続的に変化している箇所に入射される。レーザ光が入射される箇所は、シリンドリカル面 6 6 上の曲率が連続的に変化している箇所であれば、どこでもよい。この箇所に入射されたレーザ光は、瞬時には線状に拡散する。そして、回転軸部材 6 8 を回転させることで、この線状に拡散したレーザ光が回転する軌跡を描くようになる。線状に拡散とは、任意の線幅のビーム光の拡散を指し、矩形状の拡散や若干歪みのある拡散も含む概念である。また、曲率とは、曲面の曲がり具合を指す。

30

【0036】

シリンドリカル面 6 6 で線状に拡散したレーザ光は、直接または間接に、コリメートレンズ 9 0 に入射される。ここで、間接とは、反射ミラー等で反射された後にコリメートレンズ 9 0 に入射されることを意味する。

【0037】

コリメートレンズ 9 0 は、シリンドリカル面 6 6 で線状に拡散したレーザ光を平行光に変換する。なお、コリメートレンズ 9 0 は、必須の構成部材ではない。コリメートレンズ 9 0 の光軸後方に配置される光学素子が平行光の入射を必要としない場合は、コリメートレンズ 9 0 を省略することができる。

40

【0038】

コリメートレンズ 9 0 で平行化されたレーザ光、あるいはシリンドリカル面 6 6 で線状に拡散したレーザ光は、光学素子 5 0 に入射される。本実施形態による光学素子 5 0 は、例えば複数の要素レンズ 5 4 からなるレンズアレイ 5 3 を有する。複数の要素レンズ 5 4 のそれぞれは例えば凹面レンズである。あるいは、複数の要素レンズ 5 4 のそれぞれは凸面レンズでもよい。複数の凹面レンズまたは凸面レンズでレンズアレイ 5 3 を構成する場合は、これら凹面レンズまたは凸面レンズを、各レンズの光軸に直交する面上に並べて配置すればよい。複数の要素レンズ 5 4 は、一次元方向に並べて配置してもよいし、二次元方向に並べて配置してもよい。

50

【0039】

要素レンズ54のそれぞれは、入射されたレーザ光を拡散させる。各要素レンズ54で拡散されたレーザ光はコンデンサレンズ70に入射される。コンデンサレンズ70は、各要素レンズ54で拡散されたレーザ光を集光させて、被照明領域LZを重ねて照明する照明光を生成する。これにより、被照明領域LZ内の全域が均一な光量で照明されることになる。

【0040】

被照明領域LZまたはその光軸後方に光変調器30が配置されている。光変調器30は、被照明領域LZの照明光を受けて変調画像を生成する。

【0041】

光変調器30としては、反射型のマイクロディスプレイを用いることが可能である。この場合、光変調器30での反射光によって変調画像が形成される。反射型のマイクロディスプレイでは、光変調器30へ照明装置40からレーザ光が照射される面と、光変調器30で生成された変調画像の映像光（反射光）の出射面とが同一の面となる。このような反射光を利用する光変調器30として、DMD（Digital Micromirror Device）などのMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）素子を用いることも可能である。

【0042】

あるいは、光変調器30として、透過型の液晶マイクロディスプレイ例えば、LCOS（Liquid Crystal on Silicon）を用いることができる。この場合、照明装置40によって面状に照明される液晶マイクロディスプレイが、画素毎にレーザ光を選択して透過させることにより、液晶マイクロディスプレイ上に変調画像が形成される。こうして得られた変調画像（映像光）は、投射光学系80によって、必要に応じて変倍されて拡散スクリーン15へ投射される。拡散スクリーン15に投射される変調画像のスペックルパターンは時間的に変化するため、スペックルは不可視化される。

【0043】

また、光変調器30の入射面は、照明装置40がレーザ光を照射する被照明領域LZと同一の形状および大きさであることが好ましい。この場合、照明装置40からのレーザ光を、拡散スクリーン15への映像の表示に高い利用効率で利用することができるからである。

【0044】

光変調器30で生成された変調画像を拡散スクリーン15に投射する投射光学系80は、プロジェクションレンズ81を有し、光変調器30で生成された変調画像は、プロジェクションレンズ81で屈折されて拡散スクリーン15上に変調画像を投射する。プロジェクションレンズ81の径や、プロジェクションレンズ81と光変調器30との距離や、プロジェクションレンズ81と拡散スクリーン15との距離によって、拡散スクリーン15に投影される変調画像のサイズを調整することができる。図1の拡散スクリーン15は、透過型であり、投射された変調画像光を拡散する。なお、拡散スクリーン15は、反射型でもよい。

【0045】

光変調器30では、種々の変調画像を生成可能であり、光変調器30で変調画像を生成して、それを被照明領域LZで照明することで、種々の変調画像を拡散スクリーン上に投射することができる。

【0046】

カラーの変調画像を形成する場合には、種々の実現手法が考えられる。光変調器30がLCOSなどで構成されていて、各画素ごとにカラーフィルタを有する場合には、被照明領域LZを白色光とすることで、光変調器30で生成される変調画像をカラー化することができる。

【0047】

あるいは、例えば、赤色の変調画像を生成する光変調器30と、緑色の変調画像を生成する光変調器30と、青色の変調画像を生成する光変調器30とを近接配置し、これら3

10

20

30

40

50

つの光変調器30のそれぞれを照明する3つの被照明領域LZを、順次にレンズアレイ53からの拡散光で照明するようにしてもよい。これにより、3つの光変調器30で生成された3色の変調画像が合成されて、カラーの変調画像を生成可能となる。このような時分割駆動の代わりに、3つの光変調器30で同時に生成した3色の変調画像をプリズム等を用いて合成して、カラーの変調画像を生成してもよい。

【0048】

上述した投射光学系80は、主には、光変調器30の変調画像を拡散スクリーン15に投影するために設けられている。拡散スクリーン15を設けることで、スペックルが重ねられて平均化される結果、スペックルが目立たなくなる。

【0049】

被照明領域LZを基準にして考えると、被照明領域LZ内の各領域には絶えずレーザ光が入射してくるが、走査デバイス65内のシリンドリカル面66を常に回転させていることから、被照明領域LZへのレーザ光の入射方向も常に変化し続けることになる。結果として、光変調器30の透過光または反射光によって形成された変調画像光は、経時的に光路を変化させながら、スクリーン15の特定の位置に投射されるようになる。

【0050】

以上のことから、本実施形態による照明装置40を用いれば、映像を表示しているスクリーン15上の各位置において時間的にレーザ光の入射方向が変化していき、且つ、この変化は、人間の目で分解不可能な速さであり、結果として、人間の目には、相関の無いレーザ光の散乱パターンが多重化されて観察される。したがって、各散乱パターンに対応して生成されたスペックルが重ねられ平均化されて、観察者に観察されることになる。これにより、スクリーン15に表示されている映像を観察する観察者に対して、スペックルを極めて効果的に目立たなくさせることができる。

【0051】

なお、人間によって観察される従来のスペックルには、スクリーン15上でのレーザ光の散乱を原因とするスクリーン側でのスペックルだけでなく、スクリーンに投射される前におけるレーザ光の散乱を原因とする投射装置側でのスペックルも発生し得る。この投射装置側で発生したスペックルパターンは、光変調器30を介してスクリーン15上に投射されることによって、観察者に認識され得るようになる。しかしながら、本実施形態では、レーザ光が光学素子50上を連続的に走査し、そして光学素子50の各領域に入射したレーザ光が、それぞれ、光変調器30が重ねられた被照明領域LZの全域を照明するようになる。すなわち、光学素子50が、スペックルパターンを形成していたそれまでの波面とは別途の新たな波面を形成し、複雑且つ均一に、被照明領域LZ、さらには、光変調器30を介してスクリーン15を照明するようになる。このような光学素子50での新たな波面の形成により、投射装置側で発生するスペックルパターンは不可視化されることになる。

【0052】

図2は図1の走査デバイス65によるレーザ光の走査を説明する図である。拡散部材67のシリンドリカル面66は、回転軸部材68を回転軸中心として、一方向に一定の速度で回転している。レーザ光源61の位置は固定であることから、レーザ光源61からのレーザ光は、常に同じ方向から入射される。シリンドリカル面66は、第1軸X方向には曲率が連続的に変化しており、シリンドリカル面66を回転させると、シリンドリカル面66に投射されるレーザ光のビームスポット位置の曲率も随時変化することになる。任意の曲率を持った面に入射されるレーザ光は、その曲率に応じた方向に線状に拡散する。シリンドリカル面66のように、曲率が連続的に変化する面を回転させると、線状に拡散する線状レーザビームLB1は、図2に示すように、その中心位置の周りを回転するような軌跡を描く。

【0053】

図3はコリメータレンズ90上での線状レーザビームLB1の軌跡を示す平面図である。図3に示すように、各線状レーザビームLB1は、中心位置を共通にして回転する軌跡

10

20

30

40

50

を描いている。これにより、レーザ光はコリメートレンズ 90 および光学素子 50 の入射有効領域を密に走査することになる。コリメートレンズ 90 および光学素子 50 の入射有効領域をレーザ光が密に走査するほど、被照明領域 L Z に入射されるレーザ光の入射方向がよりきめ細かく変化し、照明装置側のスペックルはより視認されにくくなる。

【0054】

また、図 2 および図 3 からわかるように、線状レーザビーム L B 1 の軌跡は、常に同じ方向に同じ速度で回転している。よって、一軸または二軸方向に走査デバイス 65 を走査させた場合のように、走査方向が切り替わる際に、走査速度がゼロに近づくようなことがなく、周期的にスペックルが視認される時間帯が生じるおそれもなくなくなる。

【0055】

図 1 の走査デバイス 65 では、シリンドリカル面 66 を偏芯させずに回転させているが、シリンドリカル面 66 を偏芯させながら回転させてもよい。図 4 はシリンドリカル面 66 を偏芯させながら回転させる走査デバイス 65 を備えた投射装置の一例を示すブロック図である。

【0056】

図 4 の走査デバイス 65 は、拡散部材 67 のシリンドリカル面 66 を偏芯させながら回転させる回転軸部材 68 を有する。回転軸部材 68 は、拡散部材 67 の底面の法線方向とは異なる方向に延びている。ここで、「偏芯させながら回転させる」とは、回転軸部材 68 を回転させると、シリンドリカル面 66 は回転軸部材 68 の回転方向に回転するだけでなく、面方向に対して上下にも振動するような動きをすることをいう。

【0057】

図 5 は図 4 の走査デバイス 65 によるレーザ光の走査を説明する図である。シリンドリカル面 66 に照射されたレーザ光は、図 2 と同様に瞬時には線状に拡散する線状レーザビーム L B 2 となる。シリンドリカル面 66 を偏芯させながら回転させると、図 5 に示すように、線状レーザビーム L B 2 の一端側の基準点を中心として円または楕円軌道の軌跡を描く。

【0058】

図 6 は図 5 の線状レーザビーム L B 2 の軌跡を示す平面図である。図 6 に示すように、線状レーザビーム L B 2 は、基準点 O を中心として円または楕円軌道の軌跡を描くが、基準点側には線状レーザビーム L B 2 が走査しない円領域が設けられる。

【0059】

このように、シリンドリカル面 66 を偏芯させながら回転させると、線状レーザビーム L B 2 は、円または楕円の中心位置付近を除いて残りの円または楕円領域内を密に走査するような軌跡を描く。

【0060】

図 1 および図 4 では、走査デバイス 65 のシリンドリカル面 66 で反射されたレーザ光を直接コリメートレンズ 90 に入射させているが、図 7 に示すように、シリンドリカル面 66 で反射されたレーザ光を反射ミラー等の反射部材 92 で反射させた後に、コリメートレンズ 90 に入射させてもよい。反射部材 92 を設けることで、光学系の設計が容易になり、また走査デバイス 65 とコリメートレンズ 90 の配置場所を近づけることができ、投射装置 20 を小型化できる場合がある。

【0061】

ところで、被照明領域 L Z 内の照度分布をできるだけ均一化させるには、コンデンサレンズ 70 と光変調器 30 の間に均一化光学系を設けるのが望ましい。図 8 は図 1 の一変形例による投射装置 20 の概略構成を示すブロック図である。図 8 の投射装置 20 は、図 1 の構成に加えて、コンデンサレンズ 70 と光変調器 30 の間に配置される均一化光学系 75 を備えている。なお、図 4 のような偏芯させながら回転するシリンドリカル面 66 を持った投射装置 20 に均一化光学系 75 を設けてもよい。また、図 7 と同様の反射部材 92 を設けてもよい。

【0062】

均一化光学系 75 は、例えばインテグレートロッド 76 を用いて構成可能である。インテグレートロッド 76 は、筒状になっており、その入射面に入射されたレーザ光をロッド内部で全反射させながら出射面方向に伝搬させる。これにより、均一化光学系 75 の出射面からは、出射面内の全域で光量が均一なレーザ光が出射される。ここで、均一化の程度は、個々の使用形態によって異なるが、概略的な目安としては、出射面での輝度分布のばらつきが 10% 以内である。

【0063】

インテグレートロッド 76 は、レンズアレイ 53 で拡散されたレーザ光の大半がロッド内部で全反射するようにコンデンサレンズ 70 と光変調器 30 の間で位置決めされる。

【0064】

インテグレートロッド 76 の出射面は、その全域での照度分布が均一である。よって、この出射面を被照明領域 LZ とすればよく、この場合、光変調器 30 はインテグレートロッド 76 の出射面に近接して配置される。あるいは、図 9 に示すように、インテグレートロッド 76 の出射面と投射光学系の間にリレー光学系 77 を設けて、このリレー光学系 77 のさらに後方に光変調器 30 を設けてもよい。この場合、インテグレートロッド 76 の出射面位置と光変調器 30 の位置とは共役の関係になるように位置決めされる。

【0065】

集光光学系 70 は、光学素子 50 で拡散されたレーザ光を集光する。均一化光学系 75 は、集光光学系 70 により集光されたレーザ光を全反射させながら伝搬させた後に出射面から出射する。均一化光学系 75 の出射面は均一な光量で照明されるため、均一化光学系 75 の出射面を面照明光として用いることができる。図 1 では、均一化光学系 75 の出射面を被照明領域 LZ としている。均一化光学系 75 を設けることで、被照明領域 LZ 内の全域が均一な光量で照明されることになる。

【0066】

図 1 では、光学素子 50 としてレンズアレイ 53 を用いる例を説明したが、レンズアレイ 53 の具体例としては、拡散機能を有する全反射型または屈折型のフレネルレンズや、フライアイレンズなどを適応可能である。

【0067】

また、光学素子 50 は必ずしもレンズアレイ 53 には限らず、例えばホログラム記録媒体を用いてもよい。図 10 は光学素子 50 としてホログラム記録媒体 55 を用いた投射装置 20 の一例を示すブロック図である。図 10 のホログラム記録媒体には、被照明領域 LZ に散乱板の像を再生し得る干渉縞が形成されている。ホログラム記録媒体に照射装置 60 からのレーザ光が照射されると、干渉縞で回折されたレーザ光が発散光（拡散光）となって放射される。より詳細には、照射装置 60 からホログラム記録媒体の各位置に入射したレーザ光は、それぞれ、ホログラム記録媒体で回折されて、集光光学系 70 を通過した後、インテグレートロッド 76 に入射される。

【0068】

ホログラム記録媒体は、フォトポリマーを用いた反射型の体積型ホログラムでもよいし、銀塩材料を含む感光媒体を利用して記録するタイプの体積型ホログラムを含んでもよい。また、光学素子 50 は、透過型の体積型ホログラム記録媒体を含んでもよいし、レリーフ型（エンボス型）のホログラム記録媒体を含んでもよい。

【0069】

あるいは、光学素子 50 は、拡散板で構成することも可能である。拡散板としては、オパールガラスやすりガラス等のガラス部材、あるいは樹脂拡散板などが考えられる。拡散板は、走査デバイス 65 で反射されたレーザ光を拡散させるため、ホログラム記録媒体やレンズアレイ 53 を用いた場合と同様に、種々の方向から被照明領域 LZ を照明することができる。なお、本実施形態における光学素子 50 における「拡散」とは、入射光を所定の方向に角度的に拡げて出射することを指し、回折光学素子 50 やレンズアレイ 53 等による拡散角が十分に制御された場合のみならず、オパールガラス等の散乱粒子により出射角を拡げる場合も含まれるものとする。

10

20

30

40

50

【0070】

このように、本実施形態では、シリンドリカル面66等の異方性拡散面でレーザ光を反射させて線状レーザビームLB1を形成し、かつ異方性拡散面を一方向に回転させることで、線状レーザビームLB1を回転させる。これにより、光学素子上に入射された線状レーザビームを一方向に回転させることができ、光学素子上を密にレーザ光が走査することになる。よって、被照明領域LZに入射されるレーザ光の入射方向がきめ細かく変化し、投射装置側でのスペックルがより視認されにくくなる。

【0071】

また、本実施形態では、シリンドリカル面66を有する拡散部材67を回転軸部材68で回転させるだけでよいので、走査デバイス65の構造を簡略化できる。また、MEMSミラーのような高価な部材も必要ないため、安価なコストで走査デバイス65を作製できる。

10

【0072】

本発明の態様は、上述した個々の実施形態に限定されるものではなく、当業者が想到する種々の変形も含むものであり、本発明の効果も上述した内容に限定されない。すなわち、特許請求の範囲に規定された内容およびその均等物から導き出される本発明の概念的な思想と趣旨を逸脱しない範囲で種々の追加、変更および部分的削除が可能である。

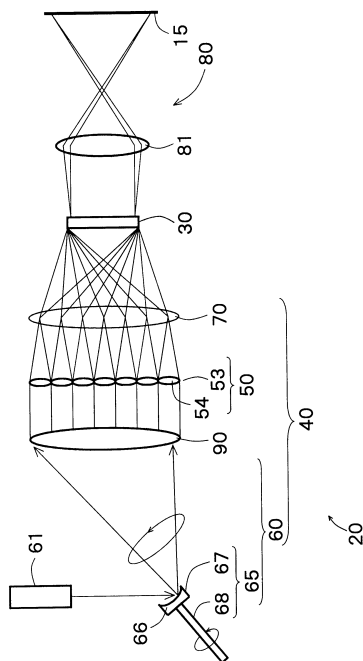
【符号の説明】

【0073】

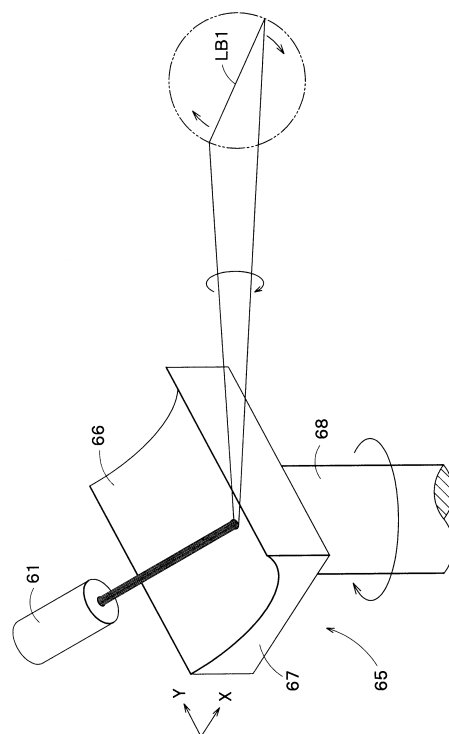
15 拡散スクリーン、20 投射装置、30 光変調器30、40 照明装置、50 光学素子、53 レンズアレイ、54 要素レンズ54、60 照射装置、61 レンズ光源、65 走査デバイス65、70 集光光学系、75 均一化光学系75、76 インテグレートラッド、77 リレー光学系、80 投射光学系、81 プロジェクションレンズ

20

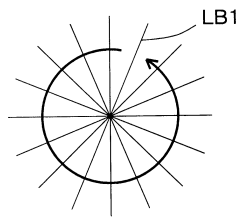
【図1】



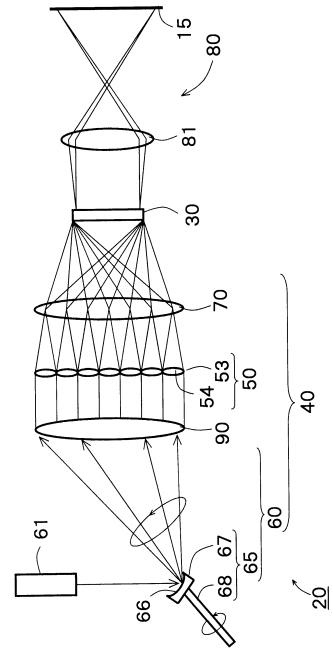
【図2】



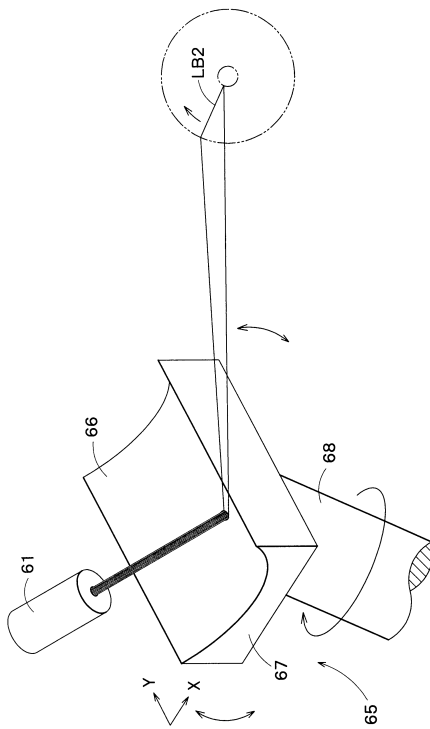
【図 3】



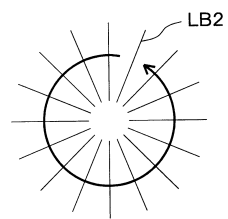
【図 4】



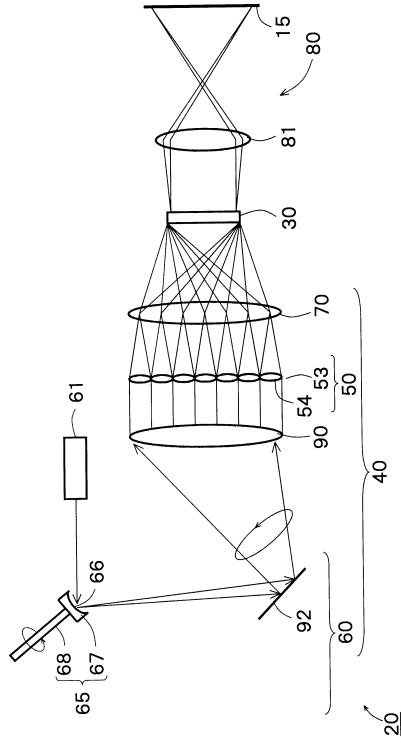
【図 5】



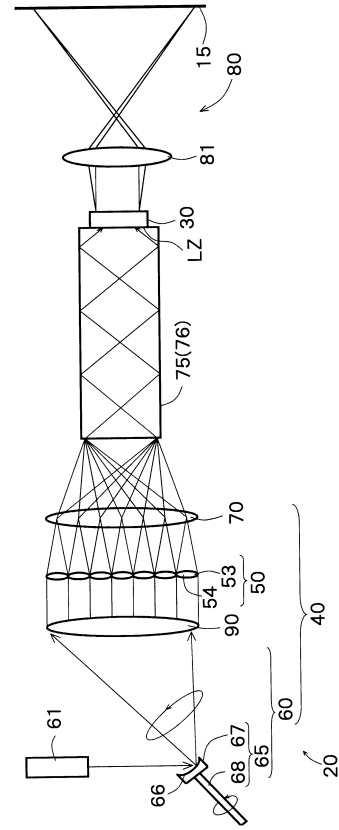
【図 6】



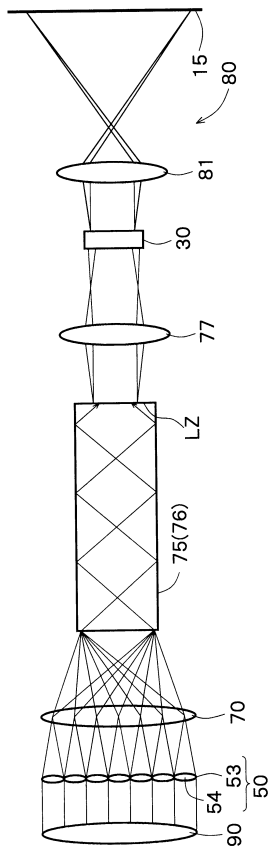
【図 7】



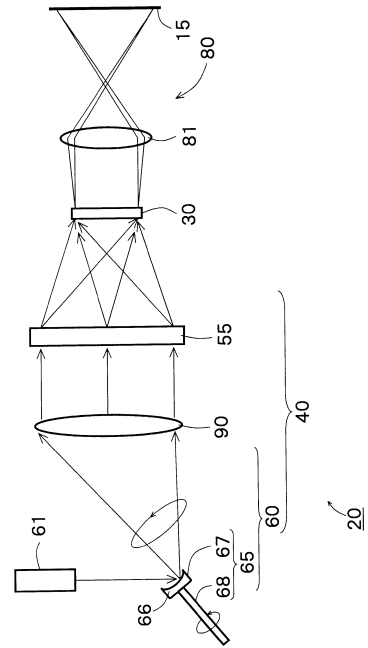
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 山本 貴一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0083560 (US, A1)

米国特許第06913358 (US, B1)

特開2012-123381 (JP, A)

特開2012-237810 (JP, A)

特開2012-230360 (JP, A)

特開2010-169828 (JP, A)

特開2012-237811 (JP, A)

特開平07-013094 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 19/00, 26/08, 26/10

G02B 27/48

G03B 21/14