

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6761600号
(P6761600)

(45) 発行日 令和2年9月30日(2020.9.30)

(24) 登録日 令和2年9月9日(2020.9.9)

(51) Int. Cl. F I
F 2 1 S 41/16 (2018.01) F 2 1 S 41/16
 F 2 1 W 107/10 (2018.01) F 2 1 W 107:10
 F 2 1 Y 115/30 (2016.01) F 2 1 Y 115:30

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-671 (P2017-671)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成29年1月5日(2017.1.5)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2018-110081 (P2018-110081A)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43) 公開日	平成30年7月12日(2018.7.12)	(74) 代理人	100091982
審査請求日	令和1年11月27日(2019.11.27)		弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100091487
			弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		(74) 代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟
		(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

異なる放射束のレーザー光を射出する複数のレーザー光源と、
 前記複数のレーザー光源の各々に対応して設けられた回折光学素子と、を備え、
 最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積が、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積よりも、小さい、照明装置。

【請求項2】

前記最小の放射束を $W_{min} [W]$ とし、前記最大の放射束を $W_{max} [W]$ とすると、前記最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積 $A_{min} [mm^2]$ 、及び、前記最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積 $A_{max} [mm^2]$ は、次の関係を満たす、請求項1に記載の照明装置。

$$A_{max} \times (W_{min} / W_{max}) < A_{min}$$

【請求項3】

任意に選択された一つのレーザー光源に対応する回折光学素子の面積は、当該一つのレーザー光源が射出するレーザー光よりも大きい放射束となるレーザー光を射出する他の一つのレーザー光源に対応した回折光学素子の面積以下である、請求項1または2に記載の照明装置。

【請求項4】

前記複数のレーザー光源から射出したレーザー光を拡大して前記回折光学素子に誘導する整形光学系を、さらに備える、請求項1～3のいずれか一項に記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献1に開示されているように、光源とホログラム素子とを含んだ照明装置が知られている。特許文献1に開示された照明装置では、ホログラム素子が光源からの光を回折することで、所望のパターンで路面を照明することができる。特許文献1に開示された照明装置では、単一の光源で生成されたレーザー光を単一のホログラム素子で回折している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-132707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

20

ところで、レーザー光を照射する光源を用いた場合、被照明領域を明るく照明することができる。しかしながら、照明装置からの照明光を直視した場合、人間の目に悪影響を与える虞がある。そして、安全性を考慮すると、ホログラム素子を大面積化して、ホログラム素子への光源光の入射領域（スポット領域）を大きく確保することが好ましい。ただし、ホログラム素子を大面積化すると、照明装置が全体として大型化してしまうといった不具合が生じる。照明装置の大型化の問題は、複数の波長域の光を用いた加法混色によって特定の色で照明を行う照明装置において、より深刻となる。

【0005】

本開示の実施形態は、以上の点を考慮してなされたものであって、安全性に配慮しながら照明装置を小型化することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一実施の形態による照明装置は、異なる放射束のレーザー光を射出する複数のレーザー光源と、前記複数のレーザー光源の各々に対応して設けられた回折光学素子と、を備え、最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積が、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積よりも、小さくなっている。

【0007】

本開示の一実施の形態による照明装置において、前記複数のレーザー光源の各々から射出した光は、各レーザー光源に対応する回折光学素子で回折された後、少なくとも部分的に重なる領域を照明するようにしてもよい。

40

【0008】

本開示の一実施の形態による照明装置において、前記複数のレーザー光源の各々から射出した光は、各レーザー光源に対応する回折光学素子で回折された後、同一の被照明領域を照明するようにしてもよい。

【0009】

本開示の一実施の形態による照明装置において、前記複数のレーザー光源の各々から射出した光は、各レーザー光源に対応する回折光学素子で回折された後、同一の被照明領域の全域のみを照明するようにしてもよい。

50

【0010】

本開示の一実施の形態による照明装置において、前記最小の放射束を W_{min} [W]とし、前記最大の放射束を W_{max} [W]とすると、前記最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積 A_{min} [mm²]、及び、前記最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応する回折光学素子の面積 A_{max} [mm²]は、次の関係を満たすようにしてもよい。

$$A_{max} \times (W_{min} / W_{max}) \leq A_{min}$$

【0011】

本開示の一実施の形態による照明装置において、任意に選択された一つのレーザー光源に対応する回折光学素子の面積は、当該一つのレーザー光源が射出するレーザー光よりも大きい放射束となるレーザー光を射出する他の一つのレーザー光源に対応した回折光学素子の面積以下であるようにしてもよい。

10

【0012】

本開示の一実施の形態による照明装置が、前記複数のレーザー光源から射出したレーザー光を拡大して前記回折光学素子に誘導する整形光学系を、さらに備えるようにしてもよい。

【発明の効果】

【0013】

本開示の実施の形態によれば、安全性に配慮しながら照明装置を小型化することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は本開示による一実施の形態を説明するための図であって、照明装置を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1の照明装置を示す正面図である。

【図3】図3は、図1の照明装置を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して本開示の一実施の形態について説明する。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、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

30

【0016】

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」、「直角」、「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。

【0017】

図1は、照明装置10の全体構成を模式的に示す斜視図である。照明装置10は、被照明領域Zを照明する装置である。図示された例において、被照明領域Zは、長手方向d_lを有した細長い領域となっている。この被照明領域Zは、例えば、長手方向d_lにおける長さの短手方向d_wにおける長さに対する比が10以上、さらには、この比が100以上となる被照明領域Z、典型的にはライン状の被照明領域Zとすることができる。このような照明装置は、例えば、自動車や船等の乗り物に適用され得る。乗り物では、進行方向の前方に広がる領域を照明する必要がある。とりわけ、高速で走行する自動車の前照灯、いわゆるヘッドランプは、当該自動車の前方近傍から前方遠方までの路面を明るく照らすことが好ましい。

40

【0018】

図1に示すように、照明装置10は、光を投射する光源装置15と、光源装置15からの光を回折して被照明領域Zに向ける回折光学素子40と、を有している。光源装置15は、レーザー光源20と、レーザー光源20から射出した光を整形する整形光学系30と

50

、を有している。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、光源装置 1 5 は、複数のレーザー光源 2 0 を有している。レーザー光源から投射されるレーザー光は、直進性に優れ、被照明領域 Z を高精度に照明するための光として好適である。複数のレーザー光源 2 0 は、独立して設けられていてもよいし、共通の基板上に複数のレーザー光源 2 0 を並べて配置した光源モジュールであってもよい。複数のレーザー光源 2 0 は、一例として、赤色の発光波長域の光を発振する第 1 レーザー光源 2 0 a と、緑色の発光波長域の光を発振する第 2 レーザー光源 2 0 b と、青色の発光波長域の光を発振する第 3 レーザー光源 2 0 c と、を有している。この例によれば、複数のレーザー光源 2 0 で発光された三つのレーザー光を重ね合わせることで、所望の色の照明光で被照明領域 Z を照明することが可能となる。複数のレーザー光源 2 0 から射出するレーザー光の放射束 [単位 : W] を調節しておくことで、照明光の色を調節することが可能となる。

10

【 0 0 2 0 】

ただし、以上の例に限られず、光源装置 1 5 は、発光波長域が互いに相違する二つのレーザー光源 2 0 又は四つ以上のレーザー光源 2 0 を有するようにしてもよい。また、発光強度を高めるために、発光波長域ごとに、複数個ずつのレーザー光源 2 0 が設けられていてもよい。

【 0 0 2 1 】

次に、整形光学系 3 0 について説明する。整形光学系 3 0 は、レーザー光源 2 0 から射出したレーザー光を整形する。言い換えると、整形光学系 3 0 は、レーザー光の光軸に直交する断面での形状や、レーザー光の光束の立体的な形状を整形する。図示された例において、整形光学系 3 0 は、レーザー光源 2 0 から射出したレーザー光を拡幅した平行光束に整形する。図 1 に示すように、整形光学系 3 0 は、レーザー光の光路に沿った順で、レンズ 3 1 及びコリメートレンズ 3 2 を有している。レンズ 3 1 は、レーザー光源 2 0 から射出したレーザー光を発散光束に整形する。コリメートレンズ 3 2 は、レンズ 3 1 で生成された発散光束を、平行光束に整形し直す。

20

【 0 0 2 2 】

図示された例において、光源装置 1 5 は、第 1 ~ 第 3 レーザー光源 2 0 a ~ 2 0 c にそれぞれ対応して、第 1 整形光学系 3 0 a、第 2 整形光学系 3 0 b 及び第 3 整形光学系 3 0 c を有している。第 1 整形光学系 3 0 a は、第 1 レンズ 3 1 a 及び第 1 コリメートレンズ 3 2 a を有し、第 2 整形光学系 3 0 b は、第 2 レンズ 3 1 b 及び第 2 コリメートレンズ 3 2 b を有し、第 3 整形光学系 3 0 c は、第 3 レンズ 3 1 c 及び第 3 コリメートレンズ 3 2 c を有している。

30

【 0 0 2 3 】

次に、回折光学素子 4 0 について説明する。回折光学素子 4 0 は、光源装置 1 5 から射出した光に対して回折作用を及ぼす素子である。図示された回折光学素子 4 0 は、光源装置 1 5 からの光を回折して、被照明領域 Z に向ける。したがって、被照明領域 Z は、回折光学素子 4 0 での回折光によって、照明されることになる。

【 0 0 2 4 】

図示された例において、照明装置 1 0 は、複数の回折光学素子 4 0 を有している。より具体的には、照明装置 1 0 は、第 1 回折光学素子 4 0 a、第 2 回折光学素子 4 0 b 及び第 3 回折光学素子 4 0 c を有している。各回折光学素子 4 0 a、4 0 b、4 0 c は、レーザー光を発振するレーザー光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c のそれぞれに対応して設けられている。この例によれば、レーザー光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c が異なる波長域のレーザー光を発振する場合にも、各回折光学素子 4 0 a、4 0 b、4 0 c は、対応するレーザー光で生成された異なる波長域のレーザー光を高効率で回折することが可能となる。

40

【 0 0 2 5 】

複数のレーザー光源 2 0 a、2 0 b、2 0 c の各々から射出した光は、各レーザー光源に対応する回折光学素子 4 0 a、4 0 b、4 0 c で回折された後、少なくとも部分的に重

50

なる領域を照明する。とりわけ図示された例において、複数のレーザー光源 20a, 20b, 20c の各々から射出した光は、各レーザー光源に対応する回折光学素子 40a, 40b, 40c で回折された後、同一の被照明領域 Z を照明する。さらに厳密には、各回折光学素子 40a, 40b, 40c で回折された回折光は、同一の被照明領域 Z の全域のみを照明する。各回折光学素子 40a, 40b, 40c からの回折光が、それぞれ、被照明領域 Z 内のみをその全域に亘って照明することで、被照明領域 Z 内における明るさのムラや色のムラを効果的に目立たなくすることができる。

【0026】

図1及び図2に示された例において、複数の回折光学素子 40 は、被照明領域 Z の長手方向 d1 に垂直な第1方向 da に配列されている。また、複数の回折光学素子 40 が配列された第1方向 da は、被照明領域 Z が位置する平坦面としての面 p1 への法線方向 nd と平行になっている。とりわけ図示された例において、複数の回折光学素子 40 が配列された第1方向 da は、水平方向に垂直な鉛直方向となっている。すなわち、図示された具体例では、地面や水面よりも鉛直方向上方に配置された複数の回折光学素子 40 からの回折光で、地面や水面等の水平面 p1 上を照明し、この水平面 p1 上に被照明領域 Z が形成される。そして、複数の回折光学素子 40 は、鉛直方向にずらして配置されている。

【0027】

ここで、被照明領域 Z は、回折光学素子 40 によって照明されるニアフィールドの被照明領域と考えることができる。この被照明領域 Z は、実際の被照射面積（照明範囲）だけでなく、後述するように、一定の座標軸を設定した上で角度空間における拡散角度範囲によっても表現することができる。

【0028】

一例として、各回折光学素子 40 は、干渉縞パターンを記録されたホログラム記録媒体として構成される。干渉縞パターンを種々に調整することで、各回折光学素子 40 で回折される光の進行方向、言い換えると、各回折光学素子 40 で拡散される光の進行方向を、制御することができる。

【0029】

各回折光学素子 40 は、例えば実物の散乱板からの散乱光を物体光として用いて作製することができる。より具体的には、回折光学素子 40 の母体であるホログラム感光材料に、互いに干渉性を有するコヒーレント光からなる参照光と物体光とを照射すると、これらの光の干渉による干渉縞がホログラム感光材料に形成されて、回折光学素子 40 が作製される。参照光としては、コヒーレント光であるレーザー光が用いられ、物体光としては、例えば安価に入手可能な等方散乱板からの散乱光が用いられる。

【0030】

回折光学素子 40 を作製する際に用いた参照光の光路を逆向きに進むよう回折光学素子 40 に向けてレーザー光を照射することで、回折光学素子 40 を作製する際に用いた物体光の元となる散乱板の配置位置に、散乱板の再生像が生成される。回折光学素子 40 を作製する際に用いた物体光の元となる散乱板が均一的な面散乱をしていれば、回折光学素子 40 により得られる散乱板の再生像も、均一な面照明となり、この散乱板の再生像が生成される領域を被照明領域 Z とすることができる。

【0031】

また、各回折光学素子 40 に形成される複雑な干渉縞のパターンは、現実の物体光と参照光を用いて形成する代わりに、予定した再生照明光の波長や入射方向、並びに、再生されるべき像の形状や位置等に基づき計算機を用いて設計することが可能である。このようにして得られた回折光学素子 40 は、計算機合成ホログラム (CGH: Computer Generated Hologram) とも呼ばれる。例えば、照明装置 10 が地面上や水面上の一定の大きさを有した被照明領域 Z を照明することに用いられる場合、物体光を生成することが困難であり、計算機合成ホログラムを回折光学素子 40 として用いることが好適である。

【0032】

また、各回折光学素子 40 上の各点における拡散角度特性が同じであるフーリエ変換ホ

10

20

30

40

50

プログラムを計算機合成により形成してもよい。さらに、回折光学素子40の下流側にレンズなどの光学部材を設けて、回折光が被照明領域Zの全域に入射するように調整してもよい。

【0033】

回折光学素子40の具体的な形態としては、フォトリソを用いた体積型ホログラム記録媒体でもよいし、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記録媒体でもよいし、レリーフ型(エンボス型)のホログラム記録媒体でもよい。また、回折光学素子40は、透過型であってもよいし、反射型であってもよい。

【0034】

次に、以上に説明した構成からなる照明装置10の作用について説明する。

10

【0035】

各レーザー光源20から射出したレーザー光は、まず、対応する整形光学系30に入射する。整形光学系30では、レーザー光源20から射出したレーザー光を拡大する。すなわち、光軸に直交する断面において光が占める領域が広がるよう、整形光学系30はレーザー光を整形する。図示された例において、整形光学系30は、各レーザー光源20a, 20b, 20cに対応して別途に設けられた第1整形光学系30a、第2整形光学系30b及び第3整形光学系30cを含んでいる。各整形光学系30は、レンズ31及びコリメートレンズ32を有している。図1に示すように、整形光学系30のレンズ31は、レーザー光源20から射出したレーザー光を発散させて発散光束に変換する。そして、整形光学系30のコリメートレンズ32は、発散光束を平行光束へとコリメートする。

20

【0036】

整形光学系30で整形されたレーザー光は、次に、回折光学素子40へと向かう。回折光学素子40は、各レーザー光源20a, 20b, 20cに対応して別途に設けられた第1回折光学素子40a、第2回折光学素子40b及び第3回折光学素子40cを含んでいる。各回折光学素子40は、対応するレーザー光源20から射出するレーザー光の中心波長に対応した干渉縞を記録しており、一定の方向から入射するレーザー光を所望の方向に高効率で回折することができる。図示された例において、各回折光学素子40は、地面や水面等の水平面p1上に位置する同一の被照明領域Zの全域に拡散させる。

【0037】

この結果、被照明領域Zは、第1レーザー光源20aから射出したレーザー光、第2レーザー光源20bから射出したレーザー光、及び、第3レーザー光源20cから射出したレーザー光の重ね合わせにより、単独のレーザー光源から射出するレーザー光だけでは再現することのできない色にて被照明領域Zを照明することができる。ここで、照明色は、第1レーザー光源20aから射出するレーザー光の放射束、第2レーザー光源20bから射出するレーザー光の放射束、及び、第3レーザー光源20cから射出するレーザー光の放射束を適宜調整しておくことで、言い換えると、各レーザー光源の出力を調整することで射出するレーザー光の放射束を調節しておくことで、所望の色とすることができる。

30

【0038】

ところで、ここで説明した照明装置10は、レーザー光源20から射出したレーザー光の光路を回折光学素子40で調節して、被照明領域Zを照明している。回折光学素子40を用いることによる利点の一つは、光源装置15からの光、例えばレーザー光の光エネルギー密度を拡散により低下させることが可能となることである。また、その他の利点の一つは、回折光学素子40が指向性の面光源として利用可能になることである。すなわち、被照明領域Z内からレーザー光を人間の目で直視した場合、点光源ではなく、回折光学素子40の大きさを持った面光源となる。したがって、回折光学素子40を介すことにより同一の放射束のレーザー光をより広い発光面から射出する光源による照明に変換され、点光源(ランプ光源)での照明と比較して、同じ照度分布を達成するための光源面上の各位置での輝度、つまりパワー密度を低下させることができる。これらにより、回折光学素子40を用いることによって、光源としてレーザー光源20を用いた場合における、レーザー光の安全性向上に寄与することができる。

40

50

【0039】

回折光学素子40の面積が大きくと、光源装置15からのレーザー光の入射領域、すなわちスポット領域を、広く取ることができる。回折光学素子40へ入射したレーザー光は、回折光学素子40で回折されて、回折光学素子40上の入射領域の全域から被照明領域Zに向けて出射する。したがって、回折光学素子40の入射面および出射面の面積を大きくすることで、回折光学素子40上の各位置でのパワー密度を低下させることができる。

【0040】

ただしその一方で、回折光学素子40を大面積化すると、照明装置10が大型化してしまう。この照明装置の大型化の問題は、複数の波長域の光を用いた加法混色によって特定の色で照明を行う上述の照明装置10において、より深刻となる。

10

【0041】

本実施の形態では、トレードオフの関係にあるといえるパワー密度の低下と照明装置10の小型化とを両立させるための工夫を行っている。すなわち、本実施の形態では、レーザー光源20が射出するレーザー光の放射束の大きさに応じて、当該レーザー光源20に対応する回折光学素子40の面積を変更し、パワー密度の低下と照明装置10の小型化との両立を図っている。具体的な構成について、以下に説明する。

【0042】

なお、ここでいう「レーザー光の放射束」とは、レーザー光源が射出し得る最大の放射束を意味するのではない。言い換えると、ここでいう「レーザー光の放射束」とは、レーザー光源の能力を意味するものではない。ここでいう「レーザー光の放射束」とは、照明用途に応じて出力を調整されたレーザー光源から実際に射出したレーザー光の放射束を意味している。

20

【0043】

まず、照明装置10に含まれる複数のレーザー光源20がそれぞれ射出するレーザー光のうちの、最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積が、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源に対応した回折光学素子の面積よりも、小さくなっている。図示された例では、第1レーザー光源20aから射出した赤色の波長域のレーザー光の放射束が、最も大きくなっており、第3レーザー光源20cから射出した青色の波長域のレーザー光の放射束が、最も小さくなっている。したがって、最小の放射束となるレーザー光を発振する第3レーザー光源20cに対応した第3回折光学素子40cの入射面及び出射面の面積が、最大の放射束となるレーザー光を発振する第1レーザー光源20aに対応した第1回折光学素子40aの入射面及び出射面の面積よりも、小さくなっている。

30

【0044】

上述したように、回折光学素子40の出射面上における出射領域が広ければ、その分、パワー密度を低下させることができる。したがって、レーザー光源20の放射束の大きさを考慮した上で、回折光学素子40の出射面、並びに、出射面と通常同一領域となる入射面の大きさを決定することで、照明装置10に安全性を付与することができる。その一方で、第3レーザー光源20cから射出したレーザー光の放射束が、第1レーザー光源20aから射出したレーザー光の放射束よりも小さい場合、回折光学素子上の位置でのパワー密度を低下させるといった観点からは、第3レーザー光源20cに対応する第3回折光学素子40cの面積を、第1レーザー光源20aに対応する第1回折光学素子40aの面積と同程度まで大きくする必要はない。第3回折光学素子40cの入射面及び出射面の面積を小型化することで、言い換えると第3回折光学素子40cの平面形状を小面積化することで、不必要な大型化を回避して照明装置10を小型化することができる。

40

【0045】

さらに、最小となる第3レーザー光源20cから射出したレーザー光の放射束を W_{min} [W]とし、最大となる第1レーザー光源20aから射出したレーザー光の放射束を W_{max} [W]とすると、最小の放射束を有したレーザー光を射出する第3レーザー光源2

50

0 c に対応した第 3 回折光学素子 4 0 c の面積 $A_{m i n}$ [$m m^2$]、及び、最大の放射束を有したレーザー光を射出する第 1 レーザー光源 2 0 a に対応した第 1 回折光学素子 4 0 a の面積 $A_{m a x}$ [$m m^2$] が、次の関係を満たすようになっている。

$$A_{m a x} \times (W_{m i n} / W_{m a x}) \leq A_{m i n}$$

【 0 0 4 6 】

つまり、第 1 回折光学素子 4 0 a の全域が有効に活用されているとの前提、すなわち第 1 回折光学素子 4 0 a の入射面の全域にレーザー光が広げられて均一な強度で入射しているとの前提に立つと、第 1 回折光学素子 4 0 a 上の各位置でのパワー密度の大きさは、($W_{m a x} / A_{m a x}$) を指標として表される。したがって、この指標 ($W_{m a x} / A_{m a x}$) の値が十分となるよう、第 1 回折光学素子 4 0 a の面積 $A_{m a x}$ は、決定されるべきである。上述したように、第 3 回折光学素子 4 0 c は第 1 回折光学素子 4 0 a よりも小面積化されているが、第 3 回折光学素子 4 0 c 上の各位置でのパワー密度を第 1 回折光学素子 4 0 a 上の各位置でのパワー密度以下に設定することが好ましい。最小の放射束となるレーザー光が入射する第 3 回折光学素子 4 0 c 上の各位置でのパワー密度の大きさは、($W_{m i n} / A_{m i n}$) を指標として表される。第 3 回折光学素子 4 0 c の面積 $A_{m i n}$ が、上述した条件を満たして「 $A_{m a x} \times (W_{m i n} / W_{m a x})$ 」以上になっている場合には、第 3 回折光学素子 4 0 c 上の各位置でのパワー密度を第 1 回折光学素子 4 0 a 上の各位置でのパワー密度以下とすることができる。すなわち、上述した条件が満たされる場合には、比較的大面積化する最大の放射束を有した第 1 レーザー光源 2 0 a に対応する第 1 回折光学素子 4 0 a の面積を必要最低限な大きさとしながら、同時に、比較的小型化される最小の放射束を有した第 3 レーザー光源 2 0 c に対応する第 3 回折光学素子 4 0 c でのパワー密度を十分に低下させることが、可能となる。

【 0 0 4 7 】

さらに、本実施の形態では、任意に選択された一つのレーザー光源 2 0 に対応する回折光学素子 4 0 の面積は、当該一つのレーザー光源 2 0 よりも大きい放射束を有した他の一つのレーザー光源 2 0 に対応する回折光学素子 4 0 の面積以下となっている。すなわち、レーザー光源 2 0 の放射束が小さくなるにつれて、対応する回折光学素子 4 0 の面積が小さくなっていく。言い換えると、レーザー光源 2 0 の放射束が大きくなるにつれて、対応する回折光学素子 4 0 の面積が大きくなっていく。

【 0 0 4 8 】

図示された例において、第 2 レーザー光源 2 0 b から射出するレーザー光の放射束は、第 1 レーザー光源 2 0 a から射出するレーザー光の放射束よりも小さく、第 3 レーザー光源 2 0 c から射出するレーザー光の放射束よりも大きくなっている。すなわち、レーザー光の放射束は、第 1 レーザー光源 2 0 a、第 2 レーザー光源 2 0 b、第 3 レーザー光源 2 0 c の順番で小さくなっていく。図 2 及び図 3 に示されているように、図示された例では、第 1 回折光学素子 4 0 a、第 2 回折光学素子 4 0 b、第 3 回折光学素子 4 0 c の順番で、面積が小さくなっている。このような照明装置 1 0 によれば、各回折光学素子 4 0 上の各位置でのパワー密度を十分に低下させながら、同時に、回折光学素子 4 0 の面積を効果的に小型化させることができる。

【 0 0 4 9 】

さらに、理想的には、第 1 レーザー光源 2 0 a から射出するレーザー光の放射束 W_a 、第 2 レーザー光源 2 0 b から射出するレーザー光の放射束 W_b 、第 3 レーザー光源 2 0 c から射出するレーザー光の放射束 W_c 、第 1 回折光学素子 4 0 a の面積 A_a 、第 2 回折光学素子 4 0 b の面積 A_b 及び第 3 回折光学素子 4 0 c の面積 A_c が、次の関係を満たすことが好ましい。

$$W_a : W_b : W_c = A_a : A_b : A_c$$

一具体例として、図示された照明装置 1 0 では、第 1 レーザー光源 2 0 a から射出するレーザー光の放射束 W_a 、第 2 レーザー光源 2 0 b から射出するレーザー光の放射束 W_b 及び第 3 レーザー光源 2 0 c から射出するレーザー光の放射束 W_c は、7 : 4 : 2 の関係となっている。そして、第 1 回折光学素子 4 0 a、第 2 回折光学素子 4 0 b 及び第 3 回折光

10

20

30

40

50

学素子 40c の面積比は、7 : 4 : 2 となっている。図 2 に示すように、第 1 回折光学素子 40a、第 2 回折光学素子 40b 及び第 3 回折光学素子 40c は、被照明領域 Z の幅方向 dw と平行な第 2 方向 db において、互い同一の長さを有している。一方、図 3 に示すように、第 1 回折光学素子 40a、第 2 回折光学素子 40b 及び第 3 回折光学素子 40c は、第 1 方向 da に沿った長さについて、7 : 4 : 2 となっておる。このような照明装置 10 によれば、回折光学素子 40 の間で、パワー密度を揃えることができる。したがって、このパワー密度を十分な値としておくことで、照明装置 10 に含まれる複数の回折光学素子 40 の面積を小型化することができる。

【0050】

以上に説明してきた上述の一実施の形態において、照明装置 10 は、異なる放射束のレーザー光を射出する複数のレーザー光源 20 と、複数のレーザー光源の各々に対応して設けられた回折光学素子 40 と、を有している。そして、最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積が、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積よりも、小さくなっている。すなわち、この照明装置 10 では、レーザー光源 20 が射出するレーザー光の放射束の大きさに応じて、対応する回折光学素子 40 の面積を変更している。したがって、各回折光学素子 40 の各位置でのパワー密度を有効に低下させることができ、また、放射束の低いレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積が不必要に大きくなることを効果的に回避することが可能となる。結果として、安全性を確保しながら照明装置 10 を効果的に小型化することが可能となる。とりわけ図示された例のように、加法混色により特定の色で被照明領域 Z を照明する場合には、生成されるレーザー光の波長域に対応して各レーザー光源 20 が射出するレーザー光の放射束を適宜調整することになる。本実施の形態による照明装置 10 は、このように複数の波長域のレーザー光源 20 を含む場合に、とりわけ有用となる。

【0051】

また上述の一実施の形態において、最小の放射束を $W_{min} [W]$ とし、最大の放射束を $W_{max} [W]$ とすると、最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積 $A_{min} [mm^2]$ 、及び、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積 $A_{max} [mm^2]$ が、次の関係を満たすようになっている。

$$A_{max} \times (W_{min} / W_{max}) = A_{min}$$

この照明装置 10 によれば、最小の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した小面積化した回折光学素子 40 の各位置でのパワー密度を、最大の放射束となるレーザー光を射出するレーザー光源 20 に対応した大面積の回折光学素子 40 の各位置でのパワー密度以下まで低下させることができる。すなわち、小面積化した回折光学素子 40 の各位置でのパワー密度を十分に低下させることができ、これにより、安全性を確保しながら照明装置 10 をより効果的に小型化することが可能となる。

【0052】

さらに上述の一実施の形態において、任意に選択された一つのレーザー光源 20 に対応する回折光学素子 40 の面積は、当該一つのレーザー光源 20 が射出するレーザー光よりも大きい放射束となるレーザー光を射出する他の一つのレーザー光源 20 に対応した回折光学素子 40 の面積以下となっている。この照明装置 10 によれば、レーザー光源 20 が射出するレーザー光の放射束の大きさに応じて、各レーザー光源 20 に対応する回折光学素子 40 の大きさが順次変化する。したがって、各回折光学素子 40 の間で、パワー密度を或る程度均一化することができる。結果として、回折光学素子 40 の面積を最大限小型化することも可能となる。

【0053】

さらに上述の一実施の形態において、照明装置 10 は、複数のレーザー光源 20 から射出したレーザー光を拡大して回折光学素子 40 に誘導する整形光学系 30 を、さらに有している。この照明装置 10 によれば、レーザー光源 20 から射出した光は、拡大された後

に回折光学素子 4 0 に入射することになる。したがって、回折光学素子 4 0 の各位置でのパワー密度を有効に低下させることができ、安全性を向上させることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、上述した一実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、図面を参照しながら、変形の一例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いるとともに、重複する説明を省略する。

【 0 0 5 5 】

例えば、上述した一実施の形態において、複数のレーザー光源 2 0 の各々に対して、それぞれ別個の整形光学系 3 0 が用意されている例を示したが、これに限られない。整形光学系 3 0、或いは、整形光学系 3 0 に含まれるレンズ 3 1 やコリメートレンズ 3 2 との要素のいずれか一以上を、複数のレーザー光源 2 0 間で共用してもよい。

10

【 0 0 5 6 】

また、上述した一実施の形態において、照明装置 1 0 が、細長い領域を照明する例を示したが、これに限られない。照明装置 1 0 が、所定の輪郭を有した領域を照明し、したがって、所定の輪郭を表示する装置として機能するようにしてもよい。所定の輪郭として、例えば矢印等を例示することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

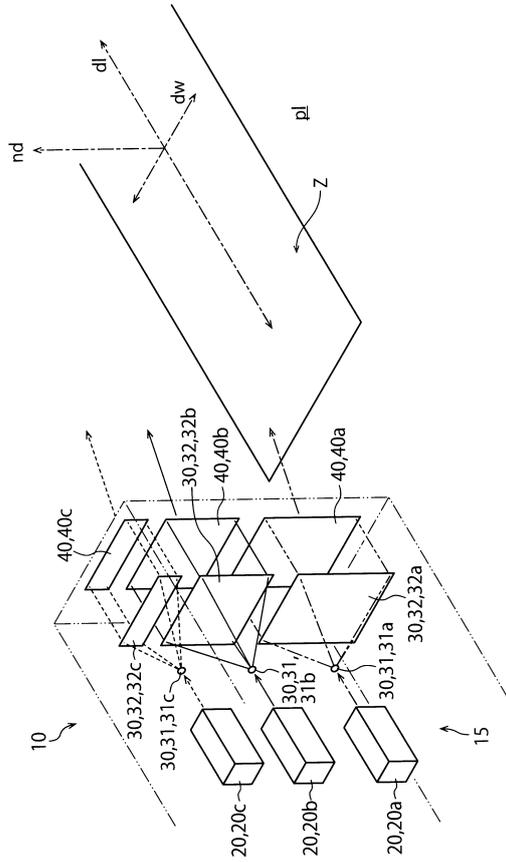
20

- d l 長手方向
- d w 幅方向
- d a 第 1 方向
- d b 第 2 方向
- Z 被照明領域
- 1 0 照明装置
- 1 5 光源装置
- 2 0 レーザー光源
- 2 0 a 第 1 レーザー光源
- 2 0 b 第 2 レーザー光源
- 2 0 c 第 3 レーザー光源
- 3 0 整形光学系
- 3 0 a 第 1 整形光学系
- 3 0 b 第 2 整形光学系
- 3 0 c 第 3 整形光学系
- 3 1 レンズ
- 3 1 a 第 1 レンズ
- 3 1 b 第 2 レンズ
- 3 1 c 第 3 レンズ
- 3 2 コリメートレンズ
- 3 2 a 第 1 コリメートレンズ
- 3 2 b 第 2 コリメートレンズ
- 3 2 c 第 3 コリメートレンズ
- 4 0 回折光学素子
- 4 0 a 第 1 回折光学素子
- 4 0 b 第 2 回折光学素子
- 4 0 c 第 3 回折光学素子

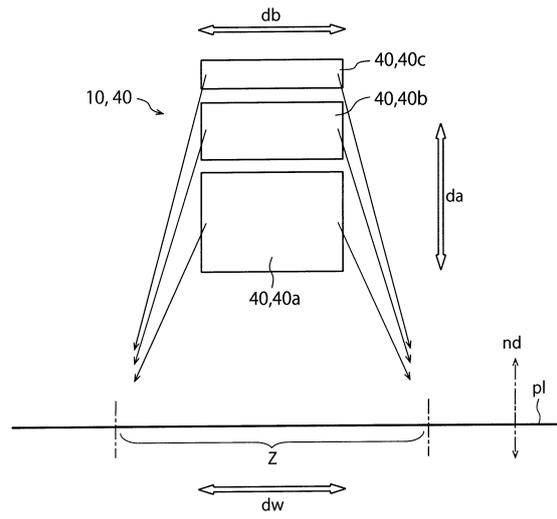
30

40

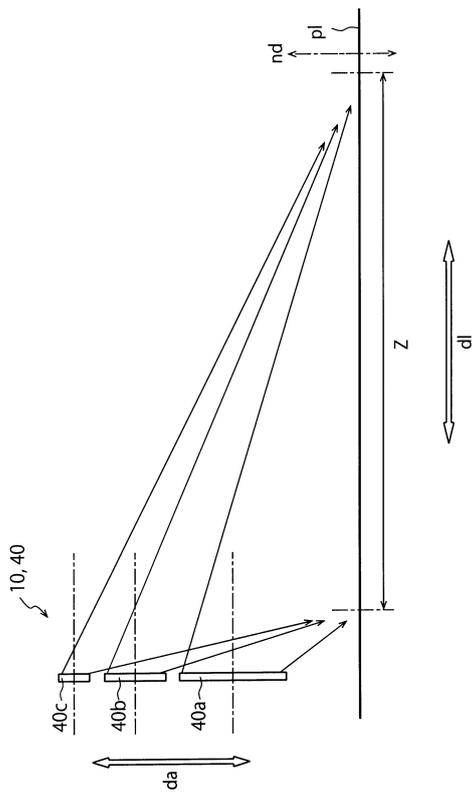
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 西 尾 俊 平
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
- (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

審査官 安食 泰秀

- (56)参考文献 国際公開第2016/208594(WO, A1)
国際公開第2016/072503(WO, A1)
特開2016-024929(JP, A)
特開2008-268878(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-------------|
| F 2 1 S | 4 1 / 1 6 |
| F 2 1 W | 1 0 7 / 1 0 |
| F 2 1 Y | 1 1 5 / 3 0 |