

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7613556号  
(P7613556)

(45)発行日 令和7年1月15日(2025.1.15)

(24)登録日 令和7年1月6日(2025.1.6)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 4 B 10/11 (2013.01) H 0 4 B 10/11  
H 0 4 N 5/74 (2006.01) H 0 4 N 5/74 A

請求項の数 9 (全28頁)

(21)出願番号	特願2023-508761(P2023-508761)	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和4年2月10日(2022.2.10)	(74)代理人	100109313 弁理士 机 昌彦
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/005239	(74)代理人	100149618 弁理士 北嶋 啓至
(87)国際公開番号	WO2022/201941	(72)発明者	高田 紘也 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(87)国際公開日	令和4年9月29日(2022.9.29)	(72)発明者	水本 尚志 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
審査請求日	令和5年8月4日(2023.8.4)	(72)発明者	奥村 藤男 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番
(31)優先権主張番号	特願2021-47565(P2021-47565)		最終頁に続く
(32)優先日	令和3年3月22日(2021.3.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 投射装置および投射方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行光を出射する光源と、  
前記光源から出射された前記平行光の位相を変調する変調部を有する空間光変調器と、  
前記空間光変調器の前記変調部に複数の変調領域を設定し、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の前記変調領域の各々に設定し、前記投射光に対応する前記位相画像が設定された複数の前記変調領域の各々に向けて前記平行光が照射されるように前記光源を制御する制御手段と、  
前記投射光に含まれる0次光を遮蔽する光吸収部材を含み、前記投射光に含まれる0次光の光路上に前記光吸収部材が位置するように配置された0次光遮蔽器と、を備える投射装置。

10

【請求項2】

前記空間光変調器の前記変調部に設定された複数の前記変調領域の各々に対応づけられた複数の反射領域を有する反射鏡を備え、

前記反射鏡は、

複数の前記変調領域の各々に対応づけられた複数の前記反射領域において、前記光源から出射された前記平行光を複数の前記変調領域に向けて反射するように配置される請求項1に記載の投射装置。

【請求項3】

前記空間光変調器の前記変調部に設定された複数の前記変調領域の各々に対応づけられ

20

た複数の前記光源を有し、

複数の前記光源の各々は、

対応付けられた前記変調領域に向けて前記平行光を出射するように配置される請求項 1 に記載の投射装置。

【請求項 4】

前記制御手段は、

前記投射光によって表示される画像に対応する前記位相画像と、所望の焦点距離に集光するための仮想レンズ画像とが合成された合成画像を、前記空間光変調器の前記変調部に設定された複数の前記変調領域の各々に設定する請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の投射装置。

10

【請求項 5】

前記制御手段は、

前記空間光変調器の前記変調部に設定された複数の前記変調領域の各々に、焦点距離が異なる前記仮想レンズ画像を用いて合成された前記合成画像を設定する請求項 4 に記載の投射装置。

【請求項 6】

前記光源の位置を変更する位置変更機構を備え、

前記制御手段は、

前記位置変更機構を制御して、前記投射光の投射方向を変更させる請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の投射装置。

20

【請求項 7】

前記投射光の投射方向から到来する光を受光する受光素子を有する受光器を備える請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の投射装置。

【請求項 8】

少なくとも一つの前記光源と、前記空間光変調器とを含む投射手段を複数備え、

複数の前記投射手段は、

互いに異なる方向に投射方向を向けて配置される請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の投射装置。

【請求項 9】

平行光を出射する光源から出射された前記平行光の位相を変調する変調部を有する空間光変調器の前記変調部に複数の変調領域を設定し、

30

複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の前記変調領域の各々に設定し、

前記投射光に対応する前記位相画像が設定された複数の前記変調領域の各々に向けて前記平行光が照射されるように前記光源を制御し、

複数の前記変調領域の各々で変調された前記投射光に含まれる 0 次光の光路上に配置された光吸収部材を含む 0 次光遮蔽器を介して前記投射光を投射する投射方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、空間光信号を投射する投射装置等に関する。

40

【背景技術】

【0002】

光空間通信においては、光ファイバなどの媒体を用いずに、空間を伝播する光信号（以下、空間光信号とも呼ぶ）を送受信し合う。一般に、空間光信号の投射には、投射レンズなどの投射光学系が必要である。

【0003】

特許文献 1 には、位相変調型の空間光変調器を含む投射型表示装置について開示されている。特許文献 1 の装置は、コヒーレント光を発光する光源を含む発光手段と、発光手段が発光した光を変調して画像光を生成する画像光生成手段と、画像光を投射する投射手段

50

とを備える。発光手段と画像光生成手段との間、あるいは画像光生成手段と投射手段との間のいずれか一方に、位相変調型の空間光変調器が配置される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2012-190053号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の手法では、投射レンズ系（投射光学系とも呼ぶ）を用いて、空間光変調器によって変調された変調光を投射光として投射する。特許文献1の手法では、投射レンズ系を配置する空間を確保する必要があるため、装置を小型化するのに制約があった。

10

【0006】

本開示の目的は、投射光学系が省略され、小型化が可能な投射装置等を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の一態様の投射装置は、平行光を出射する光源と、光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する空間光変調器と、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定し、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定し、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように光源を制御する制御部と、を備える。

20

【0008】

本開示の一態様の投射方法においては、平行光を出射する光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定し、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定し、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように光源を制御し、複数の変調領域の各々で変調された投射光を投射する。

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、投射光学系が省略され、小型化が可能な投射装置等を提供することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

【図2】第1の実施形態に係る投射装置の光源から出射される平行光の光路の一例を示す概念図である。

【図3】第1の実施形態に係る投射装置の空間光変調器の変調部で変調された投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

【図4】第1の実施形態に係る投射装置から投射される投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

40

【図5】第2の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

【図6】第2の実施形態に係る投射装置の光源から出射される平行光の光路の一例を示す概念図である。

【図7】第2の実施形態に係る投射装置の反射鏡によって反射される反射光の光路の一例を示す概念図である。

【図8】第2の実施形態に係る投射装置の空間光変調器の変調部で変調された投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

【図9】第2の実施形態に係る投射装置から投射される投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

50

【図 1 0】第 3 の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

【図 1 1】第 3 の実施形態に係る投射装置の光源から出射される平行光の光路の一例を示す概念図である。

【図 1 2】第 3 の実施形態に係る投射装置の空間光変調器の表示部に設定される合成画像について説明するための概念図である。

【図 1 3】第 3 の実施形態に係る投射装置の空間光変調器の変調部で変調された投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

【図 1 4】第 3 の実施形態に係る投射装置から投射される投射光の光路の一例について説明するための概念図である。

【図 1 5】第 3 の実施形態に係る投射装置から投射される投射光のフォーカス位置の一例について説明するための概念図である。

10

【図 1 6】第 4 の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

【図 1 7 A】第 4 の実施形態に係る投射装置の光源の位置変更の一例を示す概念図である。

【図 1 7 B】第 4 の実施形態に係る投射装置の光源の位置変更の一例を示す概念図である。

【図 1 8 A】第 4 の実施形態に係る投射装置の光源の位置変更の別の一例を示す概念図である。

【図 1 8 B】第 4 の実施形態に係る投射装置の光源の位置変更の別の一例を示す概念図である。

【図 1 9】第 5 の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

【図 2 0】第 6 の実施形態に係る投射装置の構成の一例を示す概念図である。

20

【図 2 1】各実施形態の適用例 1 について説明するための概念図である。

【図 2 2】各実施形態の適用例 2 の投射装置について説明するための概念図である。

【図 2 3】各実施形態の適用例 2 について説明するための概念図である。

【図 2 4】各実施形態に係る投射装置の制御部を実現するハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 1】

以下に、本発明を実施するための形態について図面を用いて説明する。ただし、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい限定がされているが、発明の範囲を以下に限定するものではない。以下の実施形態の説明に用いる全図においては、特に理由がない限り、同様箇所には同一符号を付す。以下の実施形態の説明に用いる全図においては、同様の構成の符号を省略することがある。以下の実施形態において、同様の構成・動作に関しては、繰り返しの説明を省略する場合がある。以下の実施形態において、同様の構成要素等について、末尾にアルファベットを付して個々を区別する場合がある。そのような場合において、個々を区別しないで共通の特徴等を説明する場合は、末尾のアルファベットを省略することがある。

30

【0 0 1 2】

以下の実施形態の説明に用いる全図において、図面中の矢印の向きは、一例を示すものであり、光や信号の向きを限定するものではない。また、図面中の光の軌跡を示す線は概念的なものであり、実際の光の進行方向や状態を正確に表すものではない。例えば、以下の図面においては、空気と物質との界面における屈折や反射、拡散などによる光の進行方向や状態の変化を省略したり、光束を一本の線で表現したりすることもある。

40

【0 0 1 3】

(第 1 の実施形態)

まず、第 1 の実施形態に係る投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、光ファイバなどの媒体を用いずに、空間を伝播する光信号(以下、空間光信号とも呼ぶ)を送受信し合う光空間通信や測距に用いられる。本実施形態の投射装置は、空間光を投射する用途であれば、光空間通信や測距以外の用途に用いられてもよい。

【0 0 1 4】

(構成)

50

図 1 および図 2 は、本実施形態の投射装置 10 の構成の一例を示す概念図である。投射装置 10 は、複数の光源 11、空間光変調器 15、および制御部 17 を備える。複数の光源 11 および空間光変調器 15 は、投射部 100 を構成する。図 1 は、投射装置 10 の内部構成を横方向から見た図である。図 2 は、投射装置 10 の内部構成を上方向から見た図である。図 1 および図 2 には、光の軌跡を示す線を図示する。図 1 および図 2 は、概念的なものであり、各構成要素間の位置関係や、光の進行方向などを正確に表したものではない。図 1 には、単一の光源 11 しか図示していないが、本実施形態の投射装置 10 は、図 2 のように複数の光源 11 (11A、11B、11C) を備える。以下において、光源 11A、光源 11B、および光源 11C に関する同様の特徴について説明する場合は、末尾のアルファベットを省略して、光源 11 と記載する。

10

**【0015】**

光源 11 は、出射器 111 とコリメータ 112 を含む。出射器 111 は、制御部 17 の制御に応じて、所定の波長帯のレーザ光 101 を出射する。光源 11 から出射されるレーザ光 101 の波長は、特に限定されない。例えば、出射器 111 は、可視や赤外の波長帯のレーザ光 101 を出射する。例えば、800 ~ 900 ナノメートル (nm) の近赤外線であれば、レーザクラスを上げられるので、他の波長帯よりも 1桁くらい感度を向上できる。例えば、ガリウムヒ素 (GaN) 系レーザ光源を用いれば、1.55 マイクロメートル ( $\mu\text{m}$ ) の波長帯の赤外線のレーザ光 101 を出射できる。1.55  $\mu\text{m}$  の波長帯の赤外線ならば、100 ミリワット (mW) 程度の高出力のレーザ光源を用いることができる。レーザ光 101 の波長が長い方が、回折角を大きくでき、高いエネルギーに設定できる。

20

**【0016】**

コリメータ 112 は、出射器 111 から出射されたレーザ光 101 を平行光 102 に変換する。出射器 111 から出射されたレーザ光 101 は、コリメータ 112 によって平行光 102 に変換され、光源 11 から出射される。光源 11 から出射された平行光 102 は、空間光変調器 15 の変調部 150 に向けて進行する。

**【0017】**

図 1 のように、平行光 102 の入射角は、空間光変調器 15 の変調部 150 に対して非垂直に設定される。光源 11 から出射される平行光 102 の出射軸は、空間光変調器 15 の変調部 150 に対して斜めである。空間光変調器 15 の変調部 150 に対して、平行光 102 の出射軸を斜めに設定すれば、投射部 100 の大きさを小型化できる。

30

**【0018】**

空間光変調器 15 は、平行光 102 が照射される変調部 150 を有する。変調部 150 は、複数の光源 11 の各々に対応付けられる複数の変調領域に分割される。本実施形態において、変調部 150 は、変調領域 155A、変調領域 155B、および変調領域 155C に分割される。図 2 のように、変調部 150 に設定された複数の変調領域 155 の各々には、複数の光源 11 の各々から出射された平行光 102 が照射される。光源 11A から出射される平行光 102A は、変調領域 155A に照射される。光源 11B から出射される平行光 102B は、変調領域 155B に照射される。光源 11C から出射される平行光 102C は、変調領域 155C に照射される。

**【0019】**

空間光変調器 15 の変調部 150 に設定された複数の変調領域 155 の各々には、制御部 17 の制御に応じて、表示される画像に応じたパターン (位相画像とも呼ぶ) が設定される。複数の変調領域 155 の各々には、同じ画像を表示させる位相画像が設定されてもよいし、異なる画像を表示させる位相画像が設定されてもよい。空間光変調器 15 の変調部 150 に設定された複数の変調領域 155 で変調された光は、投射光 105 として投射される。

40

**【0020】**

図 3 は、変調部 150 に設定された複数の変調領域 155 によって変調された投射光 105 の投射の一例について説明するための概念図である。複数の変調領域 155 の各々に照射された平行光 102 は、画素ピッチと波長に応じた回折角で、平行光 102 の入射方

50

向に応じた投射方向に向けて投射される。変調領域 155A に照射された平行光 102A は、その変調領域 155A で変調されて、投射光 105A として投射される。変調領域 155B に照射された平行光 102B は、その変調領域 155B で変調されて、投射光 105B として投射される。変調領域 155C に照射された平行光 102C は、その変調領域 155C で変調されて、投射光 105C として投射される。図 3 の例において、複数の変調領域 155 で変調された複数の投射光 105 の各々は、互いに重なり合わないよう、異なる投射方向に向けて投射される。複数の投射光 105 の各々は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられてもよい。複数の投射光 105 の各々の投射方向は、任意に設定される。

#### 【0021】

図 4 は、複数の変調領域 155 によって変調された投射光 105 に対応する画像が表示される投射面 180 の一例について説明するための概念図である。変調領域 155A で変調された投射光 105A に対応する画像は、投射面 180A に表示される。変調領域 155B で変調された投射光 105B に対応する画像は、投射面 180B に表示される。変調領域 155C で変調された投射光 105C に対応する画像は、投射面 180C に表示される。図 4 の例において、複数の変調領域 155 で変調された複数の投射光 105 によって形成される画像は、互いに重なり合わない範囲内に表示される。複数の投射光 105 によって形成される画像は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられた投射面 180 に表示されてもよい。複数の投射光 105 によって形成される画像が表示される投射面 180 は、任意に設定される。

#### 【0022】

例えば、空間光変調器 15 は、強誘電性液晶やホモジニアス液晶、垂直配向液晶などを用いた空間光変調器によって実現される。例えば、空間光変調器 15 は、LCOS (Liquid Crystal on Silicon) によって実現できる。また、空間光変調器 15 は、MEMS (Micro Electro Mechanical System) によって実現されてもよい。位相変調型の空間光変調器 15 では、投射光 105 を投射する箇所を順次切り替えるように動作させることによって、エネルギーを像の部分に集中することができる。そのため、位相変調型の空間光変調器 15 を用いる場合、光源 11 の出力が同じであれば、その他の方式と比べて画像を明るく表示させることができる。

#### 【0023】

空間光変調器 15 の変調部 150 は、複数の変調領域 155 に分割される (タイリングとも呼ぶ)。例えば、変調部 150 は、所望のアスペクト比の四角形の変調領域 155 (タイルとも呼ぶ) に分割される。変調部 150 に設定された複数のタイルの各々には、反復フーリエ変換によって生成された位相画像が割り当てられる。複数のタイルの各々は、複数の画素によって構成される。複数のタイルの各々には、投射される画像に対応する位相画像が設定される。複数のタイルの各々に設定される位相画像は、同じであってもよいし、異なってもよい。例えば、複数のタイルの各々は、 $256 \times 256$  画素や、 $512 \times 512$  画素で構成される。例えば、変調部 150 の全体の画素数が  $1080 \times 1920$  画素であり、各タイルの画素数が  $256 \times 256$  画素である場合、縦方向に 4 つ、横方向に 7 つのタイルが変調部 150 に割り当てられる。一般的なタイリングでは、位相画像の計算速度を向上するために、タイルを構成する画素数は 2 の n 乗の解像度に設定される (n は自然数)。

#### 【0024】

変調部 150 に割り当てられた複数のタイルの各々には、反復フーリエ変換によって生成された位相画像がタイリングされる。例えば、複数のタイルの各々には、予め生成された位相画像が設定される。複数のタイルに位相画像が設定された状態で、変調部 150 に平行光 102 が照射されると、各タイルの位相画像に対応する画像を形成する投射光 105 が出射される。変調部 150 に設定されるタイルが多いほど、鮮明な画像を表示させることができるが、各タイルの画素数が低下すると解像度が低下する。そのため、変調部 150 に設定されるタイルの大きさや数は、用途に応じて設定される。例えば、タイルの数

10

20

30

40

50

が6個未満の場合、投射される画像が乱れることがあるので、タイルの数は6個以上に設定されることが好ましい。

**【0025】**

制御部17は、光源11および空間光変調器15を制御する。制御部17は、プロセッサとメモリを含むマイクロコンピュータによって実現される。制御部17は、空間光変調器15の変調部150に設定されたタイリングのアスペクト比に合わせて、投射される画像に対応する位相画像を変調部150に設定する。制御部17は、変調部150に割り当てられた複数の変調領域155の各々に、位相画像を個別に設定する。例えば、制御部17は、画像表示や通信、測距など、用途に応じた画像に対応する位相画像を、変調部150に割り当てられた複数の変調領域155の各々に、個別に設定する。投射される画像の位相画像は、図示しない記憶部に予め記憶させておけばよい。投射される画像の形状や大きさには、特に限定を加えない。

10

**【0026】**

制御部17は、空間光変調器15の変調部150に照射される平行光102の位相と、変調部150で反射される投射光105の位相との差分を決定づけるパラメータが変化するように空間光変調器15を駆動する。空間光変調器15の変調部150に照射される平行光102の位相と、変調部150で反射される投射光105の位相との差分を決定づけるパラメータは、例えば、屈折率や光路長などの光学的特性に関するパラメータである。例えば、制御部17は、空間光変調器15の変調部150に印可する電圧を変化させることによって、変調部150の屈折率を調節する。変調部150の屈折率を調節させれば、変調部150に照射された平行光102は、変調部150の各部の屈折率に基づいて適宜回折される。すなわち、位相変調型の空間光変調器15の変調部150に照射された平行光102の位相分布は、変調部150の光学的特性に応じて変調される。なお、制御部17による空間光変調器15の移動方法は、空間光変調器15の変調方式に応じて決定される。

20

**【0027】**

制御部17は、表示される画像に対応する位相画像が、変調部150に割り当てられた複数の変調領域155の各々に設定された状態で、光源11の出射器111を駆動させる。その結果、複数の変調領域155の各々に位相画像が設定されたタイミングに合わせて、光源11から出射された平行光102が空間光変調器15の変調部150に照射される。複数の変調領域155の各々に照射された平行光102は、各々の変調領域155において変調される。複数の変調領域155の各々において変調された投射光105は、投射光105に対応付けられた投射面180に向けて、投射装置10から投射される。

30

**【0028】**

以上のように、本実施形態の投射装置は、複数の光源、空間光変調器、および制御部を備える。複数の光源および空間光変調器は、投射部を構成する。複数の光源は、空間光変調器の変調部に設定された複数の変調領域の各々に対応づけられる。複数の光源の各々は、対応付けられた変調領域に向けて平行光を出射するように配置される。複数の光源の各々は、対応付けられた変調領域に向けて平行光を出射する。空間光変調器は、複数の光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する。制御部は、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定する。制御部は、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部は、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように、複数の光源の各々を制御する。

40

**【0029】**

以上のように、本実施形態の投射装置は、空間光変調器の変調部において変調されたフ라운フォーファ領域の光を、投射光学系を用いずに投射する。そのため、本実施形態によれば、投射光学系が省略された小型な投射装置を実現できる。

**【0030】**

(第2の実施形態)

50

次に、本実施形態の投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、光源から出射された平行光を、空間光変調器の表示部に設定された複数の変調領域に向けて反射する反射鏡を備える。

【0031】

(構成)

図5は、本実施形態の投射装置20の構成の一例を示す概念図である。投射装置20は、光源21、反射鏡23、空間光変調器25、および制御部27を有する。光源21、反射鏡23、および空間光変調器25は、投射部200を構成する。図5は、投射装置20の内部構成を横方向から見た図である。

【0032】

光源21は、出射器211とコリメータ212を含む。出射器211は、制御部27の制御に応じて、所定の波長帯のレーザ光201を出射する。コリメータ212は、出射器211から出射されたレーザ光201を平行光202に変換する。出射器211は、第1の実施形態の出射器111と同様の構成である。コリメータ212は、第1の実施形態のコリメータ112と同様の構成である。出射器211から出射されたレーザ光201は、コリメータ212によって平行光202に変換され、光源21から出射される。光源21から出射された平行光202は、反射鏡23の反射面230に向けて進行する。

【0033】

反射鏡23は、光源21から出射された平行光202を反射する反射面230を有する。反射鏡23の反射面230は、光源21から出射された平行光202を、空間光変調器25の変調部250に向けて反射する。反射鏡23の反射面230の各々には、複数の反射領域の各々が対応付けられる。

【0034】

図6は、光源21から出射された平行光202が、反射鏡23の反射面230に形成された複数の反射領域235に照射される一例を示す概念図である。図6の例において、平行光202は、光源21から反射鏡23の反射面230に向けて進行するものとする。反射面230には、反射領域235A、反射領域235B、および反射領域236Cが形成される。反射領域235A、反射領域235B、および反射領域236Cは、光源からの平行光202を異なる方向に向けて反射するように、互いに角度をなすように形成される。

【0035】

図7は、反射鏡23の反射面230で反射された平行光202の反射光203の光路について説明するための概念図である。空間光変調器25の変調部250には、複数の変調領域255に分割される。反射鏡23の反射面230の複数の反射領域235の各々で反射された反射光203は、複数の反射領域235の各々に対応付けられた変調領域255に向けて進行する。反射光203Aは、変調領域255Aに向けて進行する。反射光203Bは、変調領域255Bに向けて進行する。反射光203Cは、変調領域255Cに向けて進行する。

【0036】

空間光変調器25は、反射光203照射される変調部250を有する。変調部250は、複数の反射領域235の各々に対応付けられる複数の変調領域255に分割される。本実施形態において、変調部250は、変調領域255A、変調領域255B、および変調領域255Cに分割される。空間光変調器25の変調部250に設定された複数の変調領域255の各々には、制御部27の制御に応じて、表示される画像に応じたパターン(位相画像とも呼ぶ)が設定される。空間光変調器25は、第1の実施形態の空間光変調器15と同様の構成である。

【0037】

図7のように、変調部250に設定された複数の変調領域255の各々には、複数の反射領域235の各々によって反射された反射光203が照射される。反射領域235Bによって反射される反射光203Bは、変調領域255Bに照射される。反射領域235Cによって反射される反射光203Cは、変調領域255Cに照射される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 8 】

図 8 は、複数の変調領域 2 5 5 によって変調された投射光 2 0 5 の投射の一例について説明するための概念図である。複数の変調領域 2 5 5 の各々に照射された平行光 2 0 2 は、画素ピッチと波長に応じた回折角で、平行光 2 0 2 の入射方向に応じた投射方向に向けて投射される。変調領域 2 5 5 A に照射された平行光 2 0 2 は、その変調領域 2 5 5 A で変調されて、投射光 2 0 5 A として投射される。変調領域 2 5 5 B に照射された平行光 2 0 2 は、その変調領域 2 5 5 B で変調されて、投射光 2 0 5 B として投射される。変調領域 2 5 5 C に照射された平行光 2 0 2 は、その変調領域 2 5 5 C で変調されて、投射光 2 0 5 C として投射される。図 8 の例において、複数の変調領域 2 5 5 で変調された複数の投射光 2 0 5 の各々は、互いに重なり合わないよう、異なる投射方向に向けて投射される。複数の投射光 2 0 5 の各々は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられてもよい。複数の投射光 2 0 5 の各々の投射方向は、任意に設定される。

10

## 【 0 0 3 9 】

図 9 は、複数の変調領域 2 5 5 によって変調された投射光 2 0 5 に対応する画像が表示される投射面 2 8 0 の一例について説明するための概念図である。変調領域 2 5 5 A で変調された投射光 2 0 5 A に対応する画像は、投射面 2 8 0 A に表示される。変調領域 2 5 5 B で変調された投射光 2 0 5 B に対応する画像は、投射面 2 8 0 B に表示される。変調領域 2 5 5 C で変調された投射光 2 0 5 C に対応する画像は、投射面 2 8 0 C に表示される。図 9 の例において、複数の変調領域 2 5 5 で変調された複数の投射光 2 0 5 によって形成される画像は、互いに重なり合わない範囲内に表示される。複数の投射光 2 0 5 によって形成される画像は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられた投射面 2 8 0 に表示されてもよい。複数の投射光 2 0 5 によって形成される画像が表示される投射面 2 8 0 は、任意に設定される。

20

## 【 0 0 4 0 】

制御部 2 7 は、光源 2 1 および空間光変調器 2 5 を制御する。制御部 2 7 は、プロセッサとメモリを含むマイクロコンピュータによって実現される。制御部 2 7 は、第 1 の実施形態の制御部 1 7 と同様の構成である。制御部 2 7 は、表示される画像に対応する位相画像が、変調部 2 5 0 に割り当てられた複数の変調領域 2 5 5 の各々に設定された状態で、光源 2 1 の出射器 2 1 1 を駆動させる。その結果、複数の変調領域 2 5 5 の各々に位相画像が設定されたタイミングに合わせて、光源 2 1 から出射された平行光 2 0 2 に対応する反射光 2 0 3 が、空間光変調器 2 5 の変調部 2 5 0 に照射される。複数の変調領域 2 5 5 の各々に照射された反射光 2 0 3 は、各々の変調領域 2 5 5 において変調される。複数の変調領域 2 5 5 の各々において変調された投射光 2 0 5 は、投射光 2 0 5 に対応付けられた投射面 2 8 0 に向けて、投射装置 2 0 から投射される。

30

## 【 0 0 4 1 】

以上のように、本実施形態の投射装置は、光源、反射鏡、空間光変調器、および制御部を備える。光源、反射鏡、および空間光変調器は、投射部を構成する。光源は、平行光を出射する。反射鏡は、空間光変調器の変調部に設定された複数の変調領域の各々に対応づけられた複数の反射領域を有する。反射鏡は、複数の変調領域の各々に対応づけられた複数の反射領域において、光源から出射された平行光を複数の変調領域に向けて反射するように配置される。空間光変調器は、複数の反射領域の各々で反射された反射光の位相を変調する変調部を有する。制御部は、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定する。制御部は、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部は、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように、光源を制御する。

40

## 【 0 0 4 2 】

以上のように、本実施形態の投射装置は、空間光変調器の変調部において変調されたフ라운ホッフ領域の光を、投射光学系を用いずに投射する。そのため、本実施形態によれば、投射光学系が省略された小型な投射装置を実現できる。

## 【 0 0 4 3 】

50

## (第3の実施形態)

次に、本実施形態の投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、投射光に含まれうる0次光を遮蔽する0次光除去器を備える。以下においては、第1の実施形態の投射装置に0次光除去器を追加する例について説明する。0次光除去器は、第2の実施形態の投射装置に追加されてもよい。

## 【0044】

## (構成)

図10および図11は、本実施形態の投射装置30の構成の一例を示す概念図である。投射装置30は、複数の光源31、空間光変調器35、0次光除去器36、および制御部37を備える。複数の光源31、0次光除去器36、および空間光変調器35は、投射部300を構成する。図10は、投射装置30の内部構成を横方向から見た図である。図11は、投射装置30の内部構成を上方向から見た図である。図10および図11には、光の軌跡を示す線を図示する。図10および図11は、概念的なものであり、各構成要素間の位置関係や、光の進行方向などを正確に表したのではない。図10には、単一の光源31しか図示していないが、本実施形態の投射装置30は、図11のように複数の光源31(31A、31B、31C)を備える。以下において、光源31A、光源31B、および光源31Cに関する同様の特徴について説明する場合は、末尾のアルファベットを省略して、光源31と記載する。

## 【0045】

光源31は、出射器311とコリメータ312を含む。出射器311は、制御部37の制御に応じて、所定の波長帯のレーザ光301を出射する。コリメータ312は、出射器311から出射されたレーザ光301を平行光302に変換する。出射器311は、第1の実施形態の出射器111と同様の構成である。コリメータ312は、第1の実施形態のコリメータ112と同様の構成である。出射器311から出射されたレーザ光301は、コリメータ312によって平行光302に変換され、光源31から出射される。光源31から出射された平行光302は、空間光変調器35の変調部350に向けて進行する。

## 【0046】

空間光変調器35は、平行光302が照射される変調部350を有する。変調部350は、複数の光源31の各々に対応付けられる複数の変調領域355に分割される。本実施形態において、変調部350は、変調領域355A、変調領域355B、および変調領域355Cに分割される。空間光変調器35は、第1の実施形態の空間光変調器15と同様の構成である。

## 【0047】

図11のように、複数の変調領域355の各々には、複数の光源31の各々から出射された平行光302が照射される。光源31Aから出射される平行光302Aは、変調領域355Aに照射される。光源31Bから出射される平行光302Bは、変調領域355Bに照射される。光源31Cから出射される平行光302Cは、変調領域355Cに照射される。

## 【0048】

本実施形態においては、仮想レンズパターン(以下、仮想レンズ画像と呼ぶ)を用いる例について説明する。複数の変調領域355の各々には、制御部37の制御に応じて、表示される画像に対応する位相分布(以下、位相画像と呼ぶ)と、仮想レンズ画像とを合成したパターン(以下、合成画像と呼ぶ)が設定される。位相画像は、表示させる画像に対応する位相分布をタイル状に配置したパターンである。仮想レンズ画像は、被投射面に表示させる画像を所望の焦点距離に集光するためのレンズパターンである。合成画像は、位相画像と仮想レンズ画像とを合成したパターンである。

## 【0049】

図12は、位相画像351、仮想レンズ画像352、および合成画像353の一例である。合成画像353は、位相画像351と仮想レンズ画像352とを合成することによって生成される。例えば、予め生成させておいた合成画像353を、図示しない記憶部に記

10

20

30

40

50

憶されておけばよい。なお、図 1 2 は、一例であって、位相画像 3 5 1 や仮想レンズ画像 3 5 2、合成画像 3 5 3 を限定するものではない。光の波面は、回折と同様に、位相制御によって制御できる。位相が球状に変化すると、波面に球状の差ができてレンズ効果が発生する。すなわち、仮想レンズ画像 3 5 2 は、空間光変調器 3 5 の変調部 3 5 0 に照射される平行光 3 0 2 の位相を球状に変化させ、所定の焦点距離に集光するレンズ効果を生じさせる。

#### 【 0 0 5 0 】

0 次光除去器 3 6 は、保持部材 3 6 1 と光吸収部材 3 6 3 とを含む。保持部材 3 6 1 は、光吸収部材 3 6 3 を保持する部材である。光吸収部材 3 6 3 は、保持部材 3 6 1 によって、投射光 3 0 5 に含まれる 0 次光の光路上に固定される。

10

#### 【 0 0 5 1 】

例えば、保持部材 3 6 1 は、ガラスやプラスチックなどのように投射光 3 0 5 を透過しやすい材質で構成される。保持部材 3 6 1 をプラスチックで構成する場合は、リタデーションが発生しにくいように、全面が均一であり、位相むらの小さい材料を用いることが好ましい。例えば、複屈折が抑制されたプラスチック材料が好適である。また、例えば、保持部材 3 6 1 は、光吸収部材 3 6 3 を固定する線材を含む構成としてもよい。例えば、保持部材 3 6 1 の周縁を枠状に形成し、その枠の開口部の内側に線材を張り巡らせて、張り巡らせた線材によって光吸収部材 3 6 3 を固定できる。保持部材 3 6 1 を線材で構成する場合は、投射光 3 0 5 の照射によって劣化が起こりにくいように、光による劣化の起こりにくい素材としたり、投射光 3 0 5 の通過を妨げにくいように細い線材を用いたりすればよい。

20

#### 【 0 0 5 2 】

光吸収部材 3 6 3 は、保持部材 3 6 1 によって保持される。光吸収部材 3 6 3 は、投射光 3 0 5 に含まれる 0 次光の光路上に配置される。例えば、光吸収部材 3 6 3 には、カーボンなどの黒体を用いられる。また、使用されるレーザー光の波長が固定されている場合には、特定波長の光を選択的に吸収する材質の光吸収部材 3 6 3 が用いられてもよい。

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 3 は、複数の変調領域 3 5 5 によって変調された投射光 3 0 5 の投射の一例について説明するための概念図である。投射光 3 0 5 の光路上には、0 次光除去器 3 6 が配置される。図 1 3 においては、保持部材 3 6 1 を省略し、光吸収部材 3 6 3 を図示する。複数の変調領域 3 5 5 の各々に照射された平行光 3 0 2 は、変調領域 3 5 5 の各々に設定された合成画像に基づいて変調される。変調領域 3 5 5 の各々に設定された合成画像に基づいて変調された投射光 3 0 5 は、平行光 3 0 2 の入射方向に応じた投射方向に向けて進行する。投射光 3 0 5 に含まれる 0 次光は、光吸収部材 3 6 3 によって吸収される。変調領域 3 5 5 A に照射された平行光 3 0 2 A は、その変調領域 3 5 5 A で変調され、光吸収部材 3 6 3 で 0 次光が除去されて、投射光 3 0 5 A として投射される。変調領域 3 5 5 B に照射された平行光 3 0 2 B は、その変調領域 3 5 5 B で変調され、光吸収部材 3 6 3 で 0 次光が除去されて、投射光 3 0 5 B として投射される。変調領域 3 5 5 C に照射された平行光 3 0 2 C は、その変調領域 3 5 5 C で変調され、光吸収部材 3 6 3 で 0 次光が除去されて、投射光 3 0 5 C として投射される。図 1 3 の例において、複数の変調領域 3 5 5 で変調された複数の投射光 3 0 5 の各々は、互いに重なり合わないよう、異なる投射方向に向けて投射される。複数の投射光 3 0 5 の各々は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられてもよい。複数の投射光 3 0 5 の各々の投射方向は、任意に設定される。

30

40

#### 【 0 0 5 4 】

図 1 4 は、複数の変調領域 3 5 5 によって変調された投射光 3 0 5 に対応する画像が表示される投射面 3 8 0 の一例について説明するための概念図である。変調領域 3 5 5 A で変調された投射光 3 0 5 A に対応する画像は、投射面 3 8 0 A に表示される。変調領域 3 5 5 B で変調された投射光 3 0 5 B に対応する画像は、投射面 3 8 0 B に表示される。変調領域 3 5 5 C で変調された投射光 3 0 5 C に対応する画像は、投射面 3 8 0 C に表示される。図 1 4 の例において、複数の変調領域 3 5 5 で変調された複数の投射光 3 0 5 によ

50

って形成される画像は、光吸収部材 363 によって 0 次光が除去されている。複数の投射光 305 によって形成される画像は、互いに重なり合わない範囲内に表示される。複数の投射光 305 によって形成される画像は、互いに重なり合ってもよいし、間隔が空けられた投射面 380 に表示されてもよい。複数の投射光 305 によって形成される画像が表示される投射面 380 は、任意に設定される。

#### 【0055】

制御部 37 は、光源 31 および空間光変調器 35 を制御する。制御部 37 は、プロセッサとメモリを含むマイクロコンピュータによって実現される。制御部 37 は、第 1 の実施形態の制御部 17 と同様の構成である。制御部 37 は、表示される画像に対応する合成画像が、複数の変調領域 355 の各々に設定された状態で、光源 31 の出射器 311 を駆動させる。その結果、複数の変調領域 355 の各々に合成画像が設定されたタイミングに合わせて、光源 31 から出射された平行光 302 が、空間光変調器 35 の変調部 350 に照射される。複数の変調領域 355 の各々に照射された平行光 302 は、各々の変調領域 355 において変調される。複数の変調領域 355 の各々において変調された投射光 305 は、投射光 305 に対応付けられた投射面 380 に向けて、投射装置 30 から投射される。

10

#### 【0056】

図 15 は、投射装置 30 から投射された投射光 305 のフォーカス位置の一例について説明するための概念図である。図 15 においては、0 次光除去器 36 を省略する。投射装置 30 は、空間光変調器 35 の変調部 350 に設定された複数の変調領域 355 に、異なる合成画像を設定することができる。複数の変調領域 355 に設定された合成画像を、互いに焦点位置の異なる焦点距離の仮想レンズ画像を用いて生成すれば、複数の変調領域 355 ごとに投射光 305 のフォーカス位置を設定できる。図 15 の例では、投射光 305 A のフォーカス位置が投射面 380 A に設定され、投射光 305 B のフォーカス位置が投射面 380 B に設定され、投射光 305 C のフォーカス位置が投射面 380 C に設定される。

20

#### 【0057】

以上のように、本実施形態の投射装置は、光源、空間光変調器、0 次光遮蔽器、および制御部を備える。光源、0 次光遮蔽器、および空間光変調器は、投射部を構成する。光源は、平行光を出射する。空間光変調器は、光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する。0 次光遮蔽器は、投射光に含まれる 0 次光を遮蔽する光吸収部材を含む。0 次光遮蔽器は、投射光に含まれる 0 次光の光路上に光吸収部材が位置するように配置される。制御部は、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定する。制御部は、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部は、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように、光源を制御する。

30

#### 【0058】

本実施形態の投射装置は、投射光に含まれる 0 次光を除去する 0 次光除去器を備える。そのため、本実施形態によれば、0 次光が除去された投射光を投射できる。

#### 【0059】

本実施形態の一態様において、制御部は、投射光によって表示される画像に対応する位相画像と、所望の焦点距離に集光するための仮想レンズ画像とが合成された合成画像を、空間光変調器の変調部に設定された複数の変調領域の各々に設定する。本態様によれば、仮想レンズ画像が合成された合成画像を空間光変調器の変調部に設定して、投射光の投射角を調節することによって、投射光のフォーカス位置を制御できる。

40

#### 【0060】

本実施形態の一態様において、制御部は、空間光変調器の変調部に設定された複数の変調領域の各々に、焦点距離が異なる仮想レンズ画像を用いて合成された合成画像を設定する。本態様によれば、複数の変調領域ごとに異なる倍率の仮想レンズ画像が合成された合成画像を設定することによって、複数のフォーカス位置に合わせて画像を表示できる。

#### 【0061】

50

## (第4の実施形態)

次に、本実施形態の投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、光源の位置が変更でき、光源から出射される平行光の出射方向を変更できる。以下においては、第1の実施形態の投射装置において、光源の位置が変更できるように構成された例について説明する。第2～第3の実施形態の投射装置において、光源の位置が変更できるように構成されてもよい。

## 【0062】

## (構成)

図16は、本実施形態の投射装置40の構成の一例を示す概念図である。投射装置40は、複数の光源41、空間光変調器45、制御部47、および位置変更機構48を備える。複数の光源41、空間光変調器45、および位置変更機構48は、投射部400を構成する。図16は、投射装置40の内部構成を横方向から見た図である。図16には、光の軌跡を示す線を図示する。図16は、概念的なものであり、各構成要素間の位置関係や、光の進行方向などを正確に表したものではない。図16には、単一の光源41しか図示していないが、本実施形態の投射装置40は、他の実施形態のように複数の光源41を備えるものとする。本実施形態に関する図面においては、複数の光源41のうち一つのみを図示する。

10

## 【0063】

光源41は、出射器411とコリメータ412を含む。出射器411は、制御部47の制御に応じて、所定の波長帯のレーザ光401を出射する。コリメータ412は、出射器411から出射されたレーザ光401を平行光402に変換する。出射器411は、第1の実施形態の出射器111と同様の構成である。コリメータ412は、第1の実施形態のコリメータ112と同様の構成である。出射器411から出射されたレーザ光401は、コリメータ412によって平行光402に変換され、光源41から出射される。光源41から出射された平行光402は、空間光変調器45の変調部450に向けて進行する。

20

## 【0064】

光源41は、投射装置40の内部で移動可能に設置される。光源41は、制御部47の制御に応じた位置変更機構48の作動によって、位置が変更される。例えば、光源41は、空間光変調器45の変調部450に対して照射される平行光402の光軸の角度を調整可能に設置される。例えば、光源41は、図示しないレール上において移動可能に配置される。例えば、光源41は、空間光変調器45の変調部450の中央部分を中心とする円弧上を移動するように設置される。光源41の移動方法については、特に限定を加えない。

30

## 【0065】

空間光変調器45は、平行光402が照射される変調部450を有する。変調部450は、複数の光源41の各々に対応付けられる複数の変調領域に分割される。空間光変調器45は、第1の実施形態の空間光変調器15と同様の構成である。変調部450に設定された複数の変調領域の各々には、複数の光源41の各々から出射された平行光402が照射される。複数の光源41の各々に照射された平行光402は、変調部450に設定された複数の変調領域の各々で変調されて、投射光405として投射される。

## 【0066】

位置変更機構48は、制御部47の制御に応じて、複数の光源41の各々を、独立して移動させる。例えば、位置変更機構48は、空間光変調器45の変調部450に対して照射される平行光402の光軸の角度を調整可能に設置された複数の光源41を、独立して移動させる機構によって実現される。例えば、位置変更機構48は、図示しないレール上において移動可能に配置された複数の光源41を、独立して移動させる機構によって実現される。例えば、位置変更機構48は、空間光変調器45の変調部450の中央部分を中心とする円弧上を移動するように設置された複数の光源41を、独立して移動させる機構によって実現される。なお、位置変更機構48は、複数の光源41を連動させて移動させる機構であってもよい。光源41の移動方法については、特に限定を加えない。

40

## 【0067】

50

制御部 47 は、光源 41、空間光変調器 45、および位置変更機構 48 を制御する。制御部 47 は、プロセッサとメモリを含むマイクロコンピュータによって実現される。制御部 47 は、位置変更機構 48 を制御する以外は、第 1 の実施形態の制御部 17 と同様の構成である。制御部 47 は、表示される画像に対応する位相画像が、変調部 450 に割り当てられた複数の変調領域の各々に設定された状態で、光源 41 の出射器 411 を駆動させる。その結果、複数の変調領域の各々に位相画像が設定されたタイミングに合わせて、光源 41 から出射された平行光 402 が、空間光変調器 45 の変調部 450 に照射される。複数の変調領域の各々に照射された平行光 402 は、各々の変調領域において変調される。複数の変調領域の各々において変調された投射光 405 は、投射光 405 に対応付けられた投射面に向けて、投射装置 40 から投射される。

10

#### 【0068】

制御部 47 は、位置変更機構 48 を制御し、光源 41 の位置を変化させる。制御部 47 は、空間光変調器 45 の変調部 450 に対する平行光 402 の入射角を変化させるように位置変更機構 48 を制御することによって、投射光 405 の投射方向を変更する。例えば、制御部 47 は、投射装置 40 を管理する外部システム（図示しない）の指示に応じて、投射光 405 の投射方向を変更する。例えば、制御部 47 は、予め設定された条件に基づいて、投射光 405 の投射方向を変更する。投射光 405 の投射方向を変更するタイミングは、任意に設定できる。

#### 【0069】

図 17A および図 17B は、光源 41 の位置を変化させて、投射光 405 の投射方向を変更する一例について説明するための概念図である。図 17A の制御例 V1 において、光源 41 は、図面の左下方向に向けて移動される。その結果、投射光 405 の投射方向は、図面の右上方向に向けて変更される。図 17B の制御例 V2 において、光源 41 は、図面の右上方向に向けて移動される。その結果、投射光 405 の投射方向は、図面の右下方向に向けて変更される。図 17A および図 17B においては、光源 41 を一つしか図示していないが、制御部 47 は、複数の光源 41 の位置を独立して制御するように構成されてもよい。また、制御部 47 は、複数の光源 41 の位置を連動させて制御するように構成されてもよい。

20

#### 【0070】

図 18A および図 18B は、光源 41 の位置を変化させて、投射光 405 の投射方向を変更する別の一例について説明するための概念図である。図 18A および図 18B の例では、投射光 405 の光路上に、0 次光を遮蔽する 0 次光除去器 46 を配置する。0 次光除去器 46 は、第 3 の実施形態の 0 次光除去器 36 と同様の構成である。0 次光除去器 46 は、保持部材 461 と光吸収部材 463 とを含む。0 次光除去器 46 は、光源 41 と同様に移動可能に設置される。光吸収部材 463 は、保持部材 461 によって、投射光 405 に含まれる 0 次光の光路上に配置される。保持部材 461 は、光源 41 と同様に、投射装置 40 の内部で移動可能に設置される。保持部材 461 は、制御部 47 の制御に応じた位置変更機構 48 の作動によって、光源 41 の動きに連動して位置が変更される。例えば、光源 41 と 0 次光除去器 46 は、図示しないリンク機構で接続される。

30

#### 【0071】

図 18A の制御例 V3 において、光源 41 は、図面の左下方向に向けて移動される。光源 41 の動きに連動して、0 次光除去器 46 は、図面の上方向に向けて移動される。その結果、投射光 405 は、図面の右上に向けて投射方向が変更され、0 次光除去器 46 によって 0 次光が除去される。図 18B の制御例 V4 において、光源 41 は、図面の右上方向に向けて移動される。光源 41 の動きに連動して、0 次光除去器 46 は、図面の下方向に向けて移動される。その結果、投射光 405 は、図面の右下方向に向けて投射方向が変更され、0 次光除去器 46 によって 0 次光が除去される。図 18A および図 18B においては、0 次光除去器 46 を一つしか図示していないが、0 次光除去器 46 は、空間光変調器 45 の変調部 450 に設定された複数の変調領域ごとに設置される。

40

#### 【0072】

50

以上のように、本実施形態の投射装置は、光源、位置変更機構、空間光変調器、および制御部を備える。光源、位置変更機構、および空間光変調器は、投射部を構成する。光源は、平行光を出射する。位置変更機構は、光源の位置を変更する。空間光変調器は、光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する。制御部は、位置変更機構を制御して、投射光の投射方向を変更させる。制御部は、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定する。制御部は、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部は、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように、光源を制御する。

#### 【0073】

本実施形態の投射装置は、光源の位置を変更させる位置変更機構を備える。そのため、本実施形態によれば、光源の位置を変更させることによって、光源から出射される平行光の光軸を変更されて、投射光の投射方向を制御できる。本実施形態によれば、空間光変調器の表示部に表示される位相画像を変更することで投射光の投射方向を制御する場合と比べて、投射光の投射方向をより大きく変更できる。

#### 【0074】

(第5の実施形態)

次に、本実施形態の投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、光を受光する受光器が追加された構成を有する。以下においては、第1の実施形態の投射装置に、受光器が追加された例について説明する。第2～第4の実施形態の投射装置に、受光器が追加されてもよい。

#### 【0075】

(構成)

図19は、本実施形態の投射装置50の構成の一例を示す概念図である。投射装置50は、複数の光源51、空間光変調器55、制御部57、および受光器59を備える。複数の光源51および空間光変調器55は、投射部500を構成する。図19は、投射装置50の内部構成を横方向から見た図である。図19には、光の軌跡を示す線を図示する。図19は、概念的なものであり、各構成要素間の位置関係や、光の進行方向などを正確に表したのではない。図19には、単一の光源51しか図示していないが、本実施形態の投射装置50は、他の実施形態のように複数の光源51を備えるものとする。

#### 【0076】

光源51は、出射器511とコリメータ512を含む。出射器511は、制御部57の制御に応じて、所定の波長帯のレーザ光501を出射する。コリメータ512は、出射器511から出射されたレーザ光501を平行光502に変換する。出射器511は、第1の実施形態の出射器111と同様の構成である。コリメータ512は、第1の実施形態のコリメータ112と同様の構成である。出射器511から出射されたレーザ光501は、コリメータ512によって平行光502に変換され、光源51から出射される。光源51から出射された平行光502は、空間光変調器55の変調部550に向けて進行する。

#### 【0077】

空間光変調器55は、平行光502が照射される変調部550を有する。変調部550は、複数の光源51の各々に対応付けられる複数の変調領域に分割される。空間光変調器55は、第1の実施形態の空間光変調器15と同様の構成である。変調部550に設定された複数の変調領域の各々には、複数の光源51の各々から出射された平行光502が照射される。複数の光源51の各々に照射された平行光502は、変調部550に設定された複数の変調領域の各々で変調されて、投射光505として投射される。

#### 【0078】

受光器59は、光を受光する少なくとも一つの受光素子を有する。受光器59は、複数の受光素子を有してもよい。受光器59の受光面は、通信対象や測距対象の対象物に向けられる。例えば、受光器59の受光面は、投射光505の投射方向と同じ向きに向けられる。

#### 【0079】

10

20

30

40

50

受光器 5 9 に含まれる受光素子は、受光対象の波長帯の光を受光する。例えば、受光素子は、可視領域の光を受光する。例えば、受光素子は、赤外領域の光を受光する。受光素子は、例えば  $1.5 \mu\text{m}$  (マイクロメートル) 帯の波長の光を受光する。なお、受光素子が受光する光の波長帯は、 $1.5 \mu\text{m}$  帯に限定されない。受光素子が受光する光の波長帯は、受光対象の光の波長に合わせて、任意に設定できる。受光素子が受光する光の波長帯は、例えば  $0.8 \mu\text{m}$  帯や、 $1.55 \mu\text{m}$  帯、 $2.2 \mu\text{m}$  帯に設定されてもよい。また、受光素子が受光する光の波長帯は、例えば  $0.8 \sim 1 \mu\text{m}$  帯であってもよい。光の波長帯が短い方が、大気中の水分による吸収が小さいので、降雨時における受光には有利である。また、受光素子は、強烈な太陽光で飽和してしまうと、光を読み取ることができない。そのため、受光素子よりも前段に、受光対象の波長帯の光を選択的に通過させる色フィルタを設置してもよい。

10

**【0080】**

受光素子は、受光された光を電気信号に変換する。例えば、受光素子は、フォトダイオードやフォトトランジスタなどの素子によって実現できる。例えば、受光素子は、アバランシェフォトダイオードによって実現される。アバランシェフォトダイオードによって実現された受光素子は、高速通信に対応できる。なお、受光素子は、光を電気信号に変換できさえすれば、フォトダイオードやフォトトランジスタ、アバランシェフォトダイオード以外の素子によって実現されてもよい。

**【0081】**

通信速度を向上させるために、受光器 5 9 に含まれる受光素子の受光領域は、できるだけ小さい方が好ましい。例えば、受光素子の受光領域は、直径  $0.1 \sim 0.3 \text{mm}$  (ミリメートル) 程度の受光領域を有する。受光対象の光の受光効率をよくするために、受光素子の受光領域に光を集光する集光レンズを設けてもよい。例えば、集光レンズは、任意の方向から到来する光を、受光素子の受光領域に効率よく導光できるように構成される。

20

**【0082】**

制御部 5 7 は、光源 5 1 および空間光変調器 5 5 を制御する。制御部 5 7 は、受光器 5 9 によって受光された光に基づく電気信号を受信する。制御部 5 7 は、プロセッサとメモリを含むマイクロコンピュータによって実現される。制御部 5 7 は、受光器 5 9 から電気信号を受信する以外は、第 1 の実施形態の制御部 1 7 と同様の構成である。

**【0083】**

30

制御部 5 7 は、表示される画像に対応する位相画像が、変調部 5 5 0 に割り当てられた複数の変調領域の各々に設定された状態で、光源 5 1 の出射器 5 1 1 を駆動させる。その結果、複数の変調領域の各々に位相画像が設定されたタイミングに合わせて、光源 5 1 から出射された平行光 5 0 2 が、空間光変調器 5 5 の変調部 5 5 0 に照射される。複数の変調領域の各々に照射された平行光 5 0 2 は、各々の変調領域において変調される。複数の変調領域の各々において変調された投射光 5 0 5 は、投射光 5 0 5 に対応付けられた投射面に向けて、投射装置 5 0 から投射される。

**【0084】**

制御部 5 7 は、受光器 5 9 によって受光された光に基づく信号を受信する。例えば、制御部 3 7 は、受光器 5 9 によって受光された光に基づく信号に応じて、投射光 5 0 5 の投射方向を設定する。例えば、制御部 5 7 は、受光器 5 9 によって受光された光に基づく信号を用いて、対象物との距離を測距する。例えば、受光器 5 9 によって空間光信号が受光される場合、制御部 5 7 は、受光器 5 9 によって受光された空間光信号をデコードする。例えば、制御部 5 7 は、デコードされた信号を、別のシステムや装置 (図示しない) に出力する。

40

**【0085】**

例えば、制御部 5 7 は、投射装置 5 0 から投射された光が、投射対象によって反射されて戻ってくる時間に応じて、その投射対象との距離を測距する。例えば投射装置 5 0 に、カメラが併設されている場合、制御部 5 7 は、カメラによって撮像された画像データに基づいて、三角測量の原理で投射対象との距離を測距してもよい。また、投射装置 5 0 と投

50

射対象の距離の測距は、外部システム（図示しない）で行われてもよい。

【0086】

以上のように、本実施形態の投射装置は、光源、空間光変調器、受光器、および制御部を備える。光源、位置変更機構、および空間光変調器は、投射部を構成する。光源は、平行光を出射する。空間光変調器は、光源から出射された平行光の位相を変調する変調部を有する。制御部は、位置変更機構を制御して、投射光の投射方向を変更させる。受光器は、投射光の投射方向から到来する光を受光する。制御部は、空間光変調器の変調部に複数の変調領域を設定する。制御部は、複数の投射方向に向けて投射される投射光に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部は、投射光に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光が照射されるように、光源を制御する。

10

【0087】

本実施形態の投射装置は、投射光の投射方向から到来する光を受光器で受光できる。そのため、本実施形態によれば、空間光信号を送受信する光空間通信を実現できる。

【0088】

（第6の実施形態）

次に、第6の実施形態に係る投射装置について図面を参照しながら説明する。本実施形態の投射装置は、第1～第5の実施形態の投射装置を簡略化した構成である。図20は、本実施形態の投射装置60の構成の一例を示すブロック図である。投射装置60は、光源61、空間光変調器65、および制御部67を備える。光源61および空間光変調器65は、投射部600を構成する。図20は、投射装置60の内部構成を横方向から見た図である。

20

図20には、光の軌跡を示す線を図示する。図20は、概念的なものであり、各構成要素間の位置関係や、光の進行方向などを正確に表したのではない。

【0089】

光源61は、平行光を出射する。空間光変調器65は、光源61から出射された平行光602の位相を変調する変調部650を有する。制御部67は、空間光変調器65の変調部650に複数の変調領域を設定する。制御部67は、複数の投射方向に向けて投射される投射光605に対応する位相画像を複数の変調領域の各々に設定する。制御部67は、投射光605に対応する位相画像が設定された複数の変調領域の各々に向けて平行光602が照射されるように光源61を制御する。

30

【0090】

以上のように、本実施形態の投射装置は、空間光変調器の変調部において変調されたフ라운ホーファ領域の光を、投射光学系を用いずに投射する。そのため、本実施形態によれば、投射光学系が省略され、小型化が可能な投射装置を実現できる。

【0091】

（適用例1）

図21は、各実施形態の適用例1について説明するための概念図である。図21は、投射装置を搭載した自動車から、前方に向けて投射光を投射する例である。例えば、日本国において、道路は左側通行であり、交通信号機の発光面や、街灯の照明は、道路の左側の上方に配置される。また、同じ向きに向かう自動車は道路の左側を走行し、対向する向きに向かう自動車は道路の右側を走行する。

40

【0092】

図21の例では、交通信号機の発光面を含みうる領域R1、同じ向きに向けて走行する自動車を含みうる領域R2、対向する向きに向けて走行する自動車を含みうる領域R3が設定される。投射装置は、複数の光源の投射方向を独立して変更できる。そのため、投射装置は、領域R1、領域R2、および領域R3の各々に向けて、異なる投射光を投射できる。例えば、交通信号機や街灯に通信装置が配置されていれば、投射装置は、交通信号機や街灯が領域R1の範囲内にある期間において、それらの通信装置との間で空間光通信を行うことができる。例えば、投射装置は、前方を走行する自動車との車間距離を測距してもよい。例えば、投射装置は、領域R1～R3の範囲内に位置する通信対象と個別に通信

50

し合ってもよい。例えば、通信装置は、領域 R 1 ~ R 3 の範囲内に位置する測距対象との間の距離を個別に測距してもよい。例えば、投射装置は、領域 R 1 ~ R 3 のいずれかの範囲内に位置する通信対象と通信し合いつつ、領域 R 1 ~ R 3 のいずれかの範囲内に位置する測距対象との距離を測距してもよい。例えば、投射装置は、領域 R 2 の範囲内に位置する自動車との距離を測距し、その自動車との距離に応じて、その自動車との間で通信するように切り替えてもよい。

【 0 0 9 3 】

( 適用例 2 )

図 2 2 は、各実施形態の適用例 2 ( 投射装置 7 0 ) について説明するための概念図である。図 2 2 は、投射装置 7 0 を上方の視座から見下ろした図である。投射装置 7 0 は、異なる投射方向に向けて投射光を投射する投射部を少なくとも 2 組備える。図 2 2 の例において、投射装置 7 0 は、各実施形態の投射装置に含まれる投射部を 4 組備える。投射装置 7 0 が備える 4 組の投射部は、異なる投射方向に向けて投射光を投射するように組み合わせられる。図 2 2 の例において、各投射部は、投射方向を 9 0 度ずつずらして配置される。各投射部に含まれる空間光変調器の変調部は、3 つの変調領域に分割されるものとする。本適用例において、各変調領域によって変調される投射光の投射角は、2 0 度に設定されているものとする。

10

【 0 0 9 4 】

図 2 2 において、左側、上側、右側、および下側の 4 方向に向けて投射される投射光の各々は、3 つの変調領域で変調された投射光によって構成される。左側に向けて投射される投射光は、2 0 度の投射角で投射される投射光が、隙間なく投射される例である。左側に向けて投射される投射光の投射角は、合計で 6 0 度になる。上側に向けて投射される投射光は、2 0 度の投射角で投射される投射光が、アンバランスな間隔で投射される例である。右側に向けて投射される投射光は、2 0 度の投射角で投射される投射光が、等間隔の隙間を空けて投射される例である。左側に向けて投射される投射光のトータルの投射角は 9 0 度に設定される。下側に向けて投射される投射光は、2 0 度の投射角で投射される投射光が、等間隔の隙間を空けて投射される例である。下側に向けて投射される投射光のトータルの投射角は任意に設定される。

20

【 0 0 9 5 】

例えば、4 組の投射部の各々が 9 0 度の範囲をカバーするように配置されていれば、投射装置 7 0 の周囲の 3 6 0 度に向けて投射光を投射できる。4 組の投射部から投射される投射光は、投射方向や投射角が固定されていてもよいし、投射方向や投射角を変更できてもよい。投射装置 7 0 は、用途に応じた数の投射部を含むように構成されればよい。例えば、投射装置 7 0 は、2 組の投射部を組み合わせる構成されてもよい。例えば、投射装置 7 0 は、複数の投射装置を組み合わせる構成されてもよい。

30

【 0 0 9 6 】

図 2 3 は、本適用例の投射装置 7 0 の配置例について説明するための概念図である。図 2 3 の例では、電柱の上部に投射装置 7 0 が配置される例である。なお、図 2 3 の例では、投射装置 7 0 は、無線通信する機能を有してもよい。電柱の上部は、障害物が少ないため、空間光信号を送受信する空間光通信に適している。例えば、電柱の上部に複数の投射装置 7 0 を設置すれば、それらの投射装置 7 0 の間で空間光信号を送受信し合う空間光通信ネットワークを構築できる。例えば、複数の投射装置 7 0 で空間光通信ネットワークを構成する場合、ネットワークの中間に位置する投射装置 7 0 は、ある投射装置 7 0 から送光された空間光信号を、別の投射装置 7 0 に中継する中継器として構成されてもよい。

40

【 0 0 9 7 】

以上のように、本適用例の投射装置は、少なく一つの光源と、空間光変調器とを含む投射部を複数備える。複数の投射部は、互いに異なる方向に投射方向を向けて配置される。本適用例によれば、投射装置を中心とする広範囲に対して、投射光を投射できる。例えば、本適用例によれば、複数の電柱に設置された投射装置の間で、空間光信号を用いた通信が可能になる。例えば、異なる電柱に設置された投射装置の間における通信に応じて、自

50

自動車や家屋などに設置された無線装置と投射装置との間で、無線通信による通信を行うように構成されてもよい。

【0098】

(ハードウェア)

ここで、本開示の各実施形態に係る制御部の処理を実行するハードウェア構成について、図24の制御装置90を一例として挙げて説明する。例えば、制御装置90は、マイクロコンピュータの形態で実現される。なお、図24の制御装置90は、各実施形態の制御部の処理を実行するための構成例であって、本開示の範囲を限定するものではない。

【0099】

図24のように、制御装置90は、プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93、入出力インターフェース95、および通信インターフェース96を備える。図24においては、インターフェースをI/F(Interface)と略記する。プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93、入出力インターフェース95、および通信インターフェース96は、バス98を介して、互いにデータ通信可能に接続される。また、プロセッサ91、主記憶装置92、補助記憶装置93、および入出力インターフェース95は、通信インターフェース96を介して、インターネットやイントラネットなどのネットワークに接続される。

10

【0100】

プロセッサ91は、補助記憶装置93等に格納されたプログラムを、主記憶装置92に展開する。プロセッサ91は、主記憶装置92に展開されたプログラムを実行する。本実施形態においては、制御装置90にインストールされたソフトウェアプログラムを用いる構成とすればよい。プロセッサ91は、本実施形態に係る制御部による処理を実行する。

20

【0101】

主記憶装置92は、プログラムが展開される領域を有する。主記憶装置92には、プロセッサ91によって、補助記憶装置93等に格納されたプログラムが展開される。主記憶装置92は、例えばDRAM(Dynamic Random Access Memory)などの揮発性メモリによって実現される。また、主記憶装置92として、MRAM(Magnetoresistive Random Access Memory)などの不揮発性メモリが構成/追加されてもよい。

【0102】

補助記憶装置93は、プログラムなどの種々のデータを記憶する。補助記憶装置93は、ハードディスクやフラッシュメモリなどのローカルディスクによって実現される。なお、種々のデータを主記憶装置92に記憶させる構成とし、補助記憶装置93を省略することも可能である。

30

【0103】

入出力インターフェース95は、規格や仕様に基づいて、制御装置90と周辺機器とを接続するためのインターフェースである。通信インターフェース96は、規格や仕様に基づいて、インターネットやイントラネットなどのネットワークを通じて、外部のシステムや装置に接続するためのインターフェースである。入出力インターフェース95および通信インターフェース96は、外部機器と接続するインターフェースとして共通化してもよい。

40

【0104】

制御装置90には、必要に応じて、キーボードやマウス、タッチパネルなどの入力機器が接続されてもよい。それらの入力機器は、情報や設定の入力に使用される。なお、タッチパネルを入力機器として用いる場合は、表示機器の表示画面が入力機器のインターフェースを兼ねる構成としてもよい。プロセッサ91と入力機器との間のデータ通信は、入出力インターフェース95に仲介させればよい。

【0105】

また、制御装置90には、情報を表示するための表示機器を備え付けてもよい。表示機器を備え付ける場合、制御装置90には、表示機器の表示を制御するための表示制御装置(図示しない)が備えられていることが好ましい。表示機器は、入出力インターフェース

50

95を介して制御装置90に接続すればよい。

【0106】

また、制御装置90には、ドライブ装置が備え付けられてもよい。ドライブ装置は、プロセッサ91と記録媒体(プログラム記録媒体)との間で、記録媒体からのデータやプログラムの読み込み、制御装置90の処理結果の記録媒体への書き込みなどを仲介する。ドライブ装置は、出力インターフェース95を介して制御装置90に接続すればよい。

【0107】

以上が、本発明の各実施形態に係る制御部を可能とするためのハードウェア構成の一例である。なお、図24のハードウェア構成は、各実施形態に係る制御部の演算処理を実行するためのハードウェア構成の一例であって、本発明の範囲を限定するものではない。また、各実施形態に係る制御部に関する処理をコンピュータに実行させるプログラムも本発明の範囲に含まれる。さらに、各実施形態に係るプログラムを記録したプログラム記録媒体も本発明の範囲に含まれる。記録媒体は、例えば、CD(Compact Disc)やDVD(Digital Versatile Disc)などの光学記録媒体で実現できる。記録媒体は、USB(Universal Serial Bus)メモリやSD(Secure Digital)カードなどの半導体記録媒体によって実現されてもよい。また、記録媒体は、フレキシブルディスクなどの磁気記録媒体、その他の記録媒体によって実現されてもよい。プロセッサが実行するプログラムが記録媒体に記録されている場合、その記録媒体はプログラム記録媒体に相当する。

10

【0108】

各実施形態の制御部の構成要素は、任意に組み合わせてもよい。また、各実施形態の制御部の構成要素は、ソフトウェアによって実現されてもよいし、回路によって実現されてもよい。

20

【0109】

以上、実施形態を参照して本発明を説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。本発明の構成や詳細には、本発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0110】

この出願は、2021年3月22日に出願された日本出願特願2021-047565を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

30

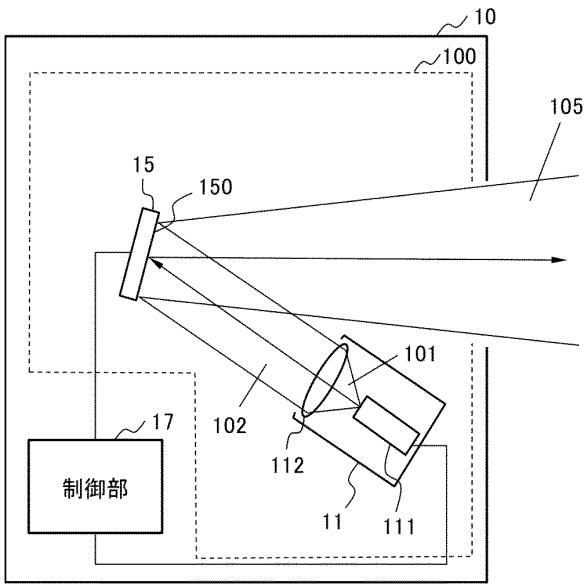
【0111】

- 10、20、30、40、50、60、70 投射装置
- 11、21、31、41、51、61 光源
- 15、25、35、45、55、65 空間光変調器
- 17、27、37、47、57、67 制御部
- 23 反射鏡
- 36、46 0次光除去器
- 48 位置変更機構
- 59 受光器
- 100、200、300、400、500 投射部
- 111、211、311、411、511 出射器
- 112、212、312、412、512 コリメータ
- 361、461 保持部材
- 363、463 光吸収部材

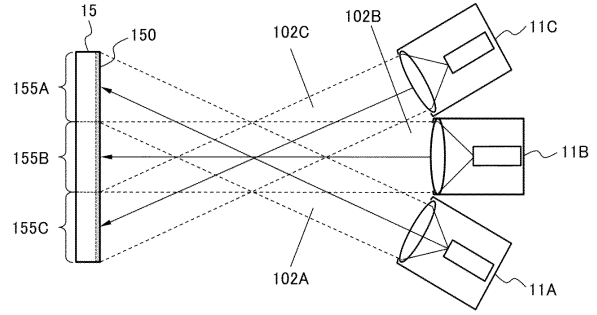
40

【図面】

【図 1】

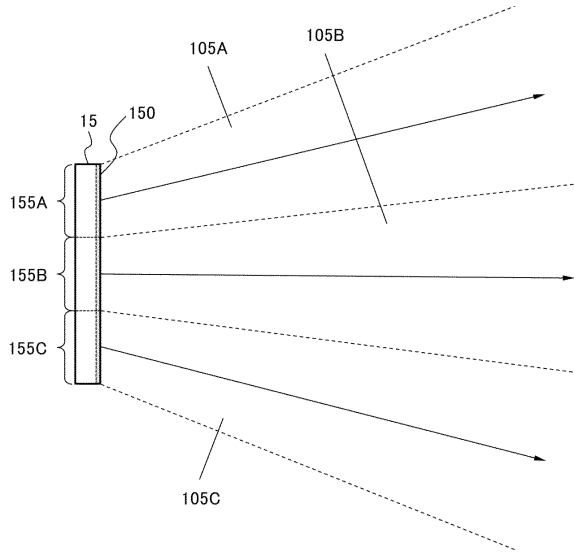


【図 2】

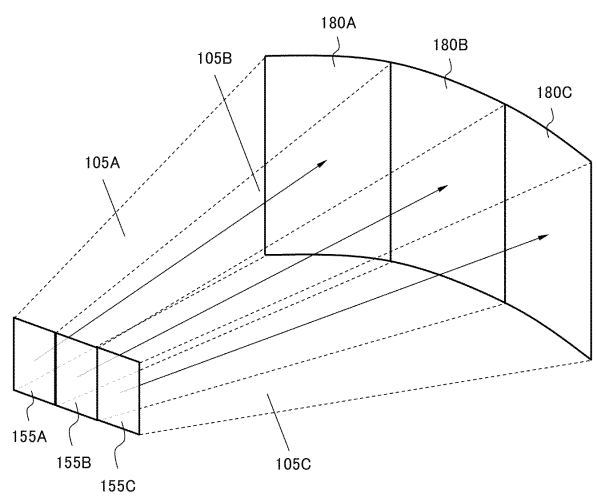


10

【図 3】



【図 4】



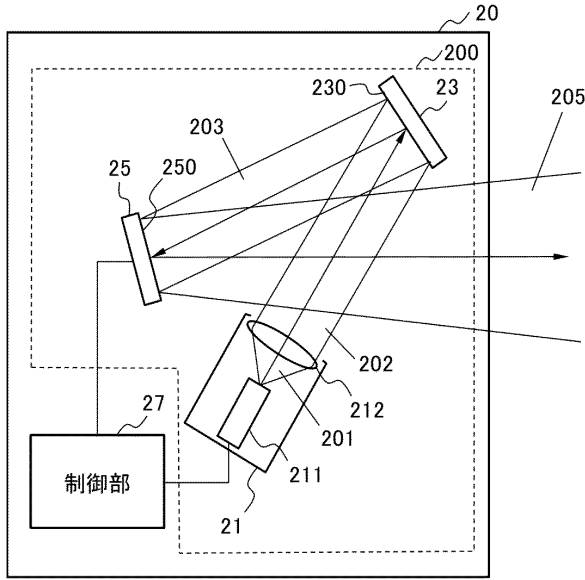
20

30

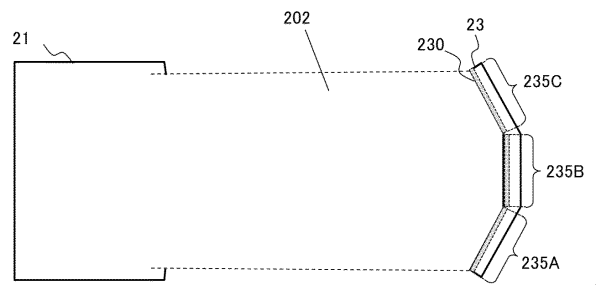
40

50

【図5】

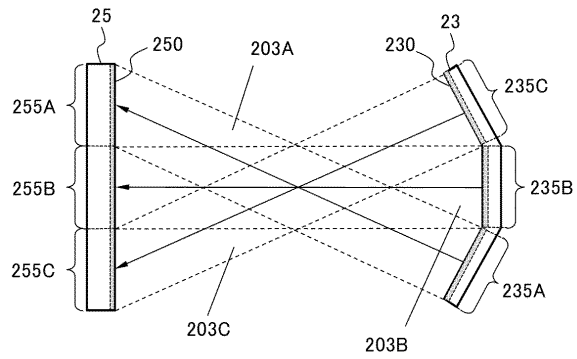


【図6】

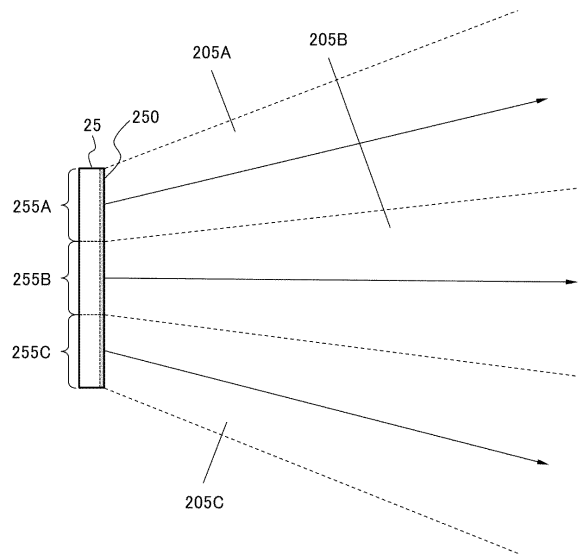


10

【図7】



【図8】



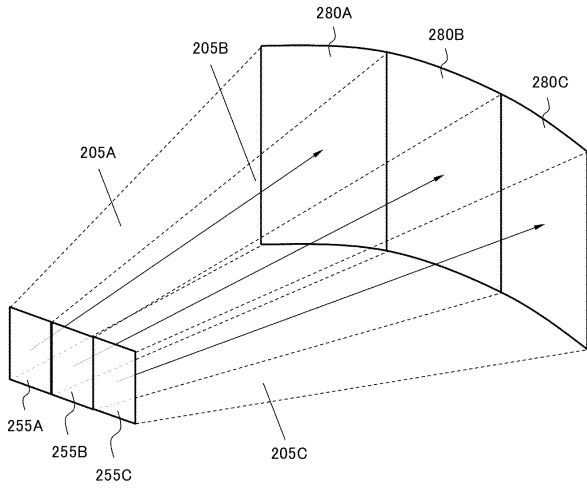
20

30

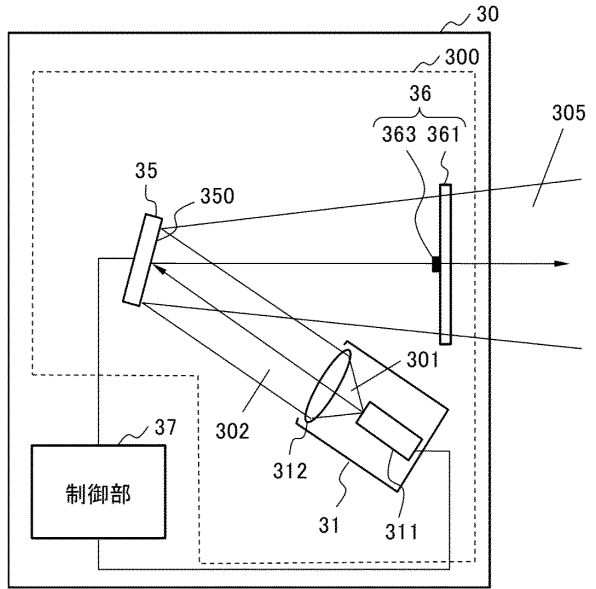
40

50

【図 9】

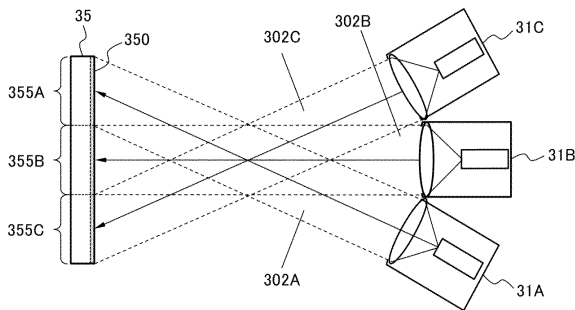


【図 10】

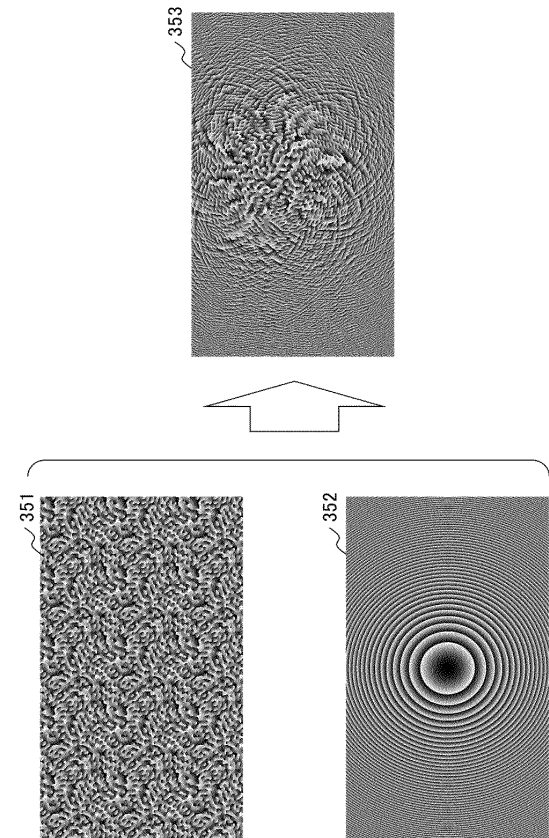


10

【図 11】



【図 12】



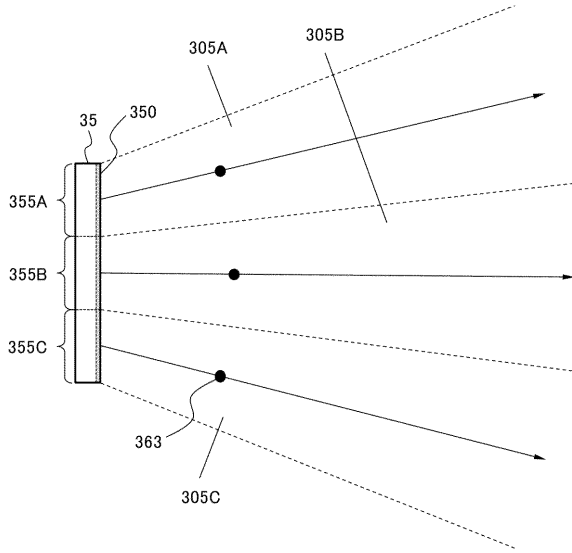
20

30

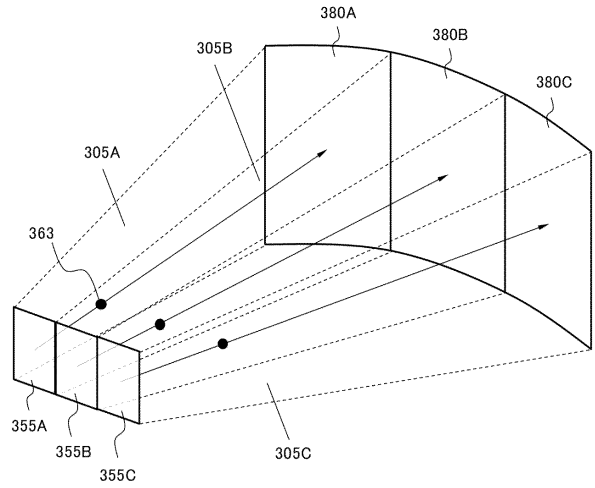
40

50

【図 13】

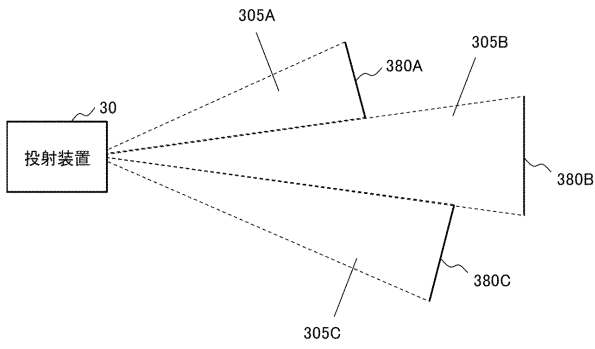


【図 14】

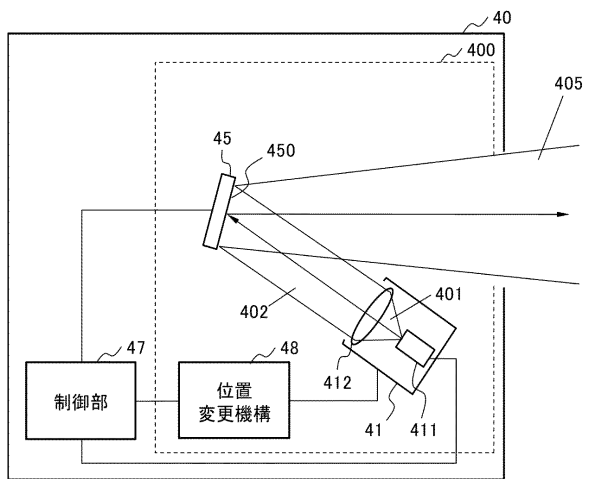


10

【図 15】



【図 16】



20

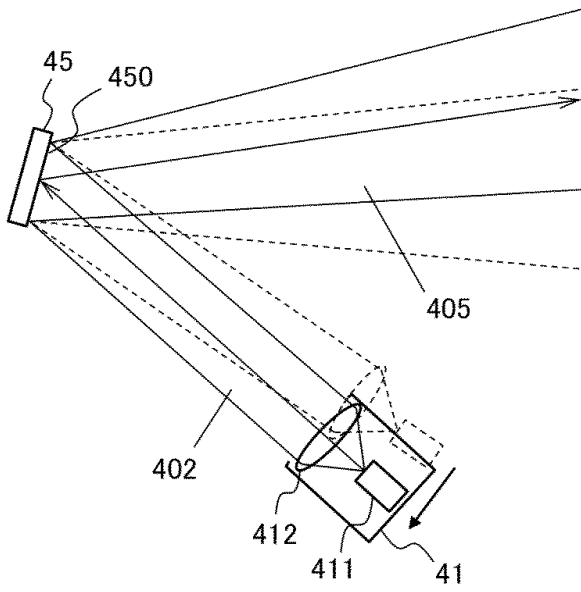
30

40

50

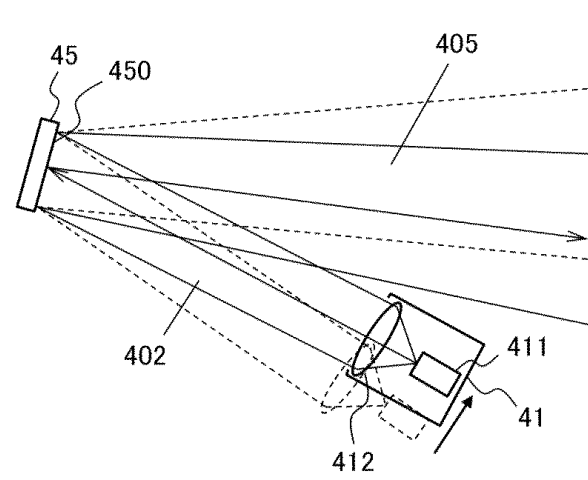
【図17A】

制御例V1



【図17B】

制御例V2

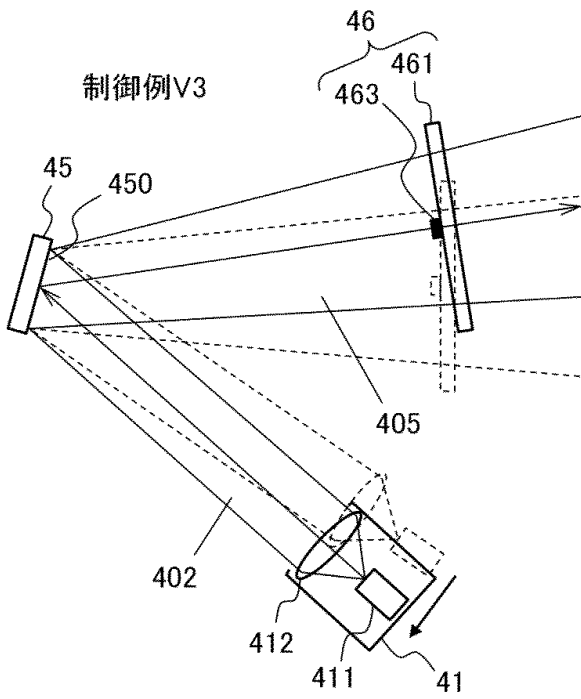


10

20

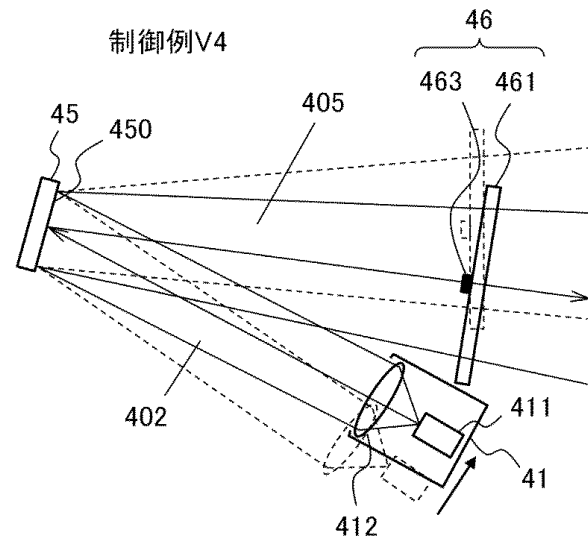
【図18A】

制御例V3



【図18B】

制御例V4

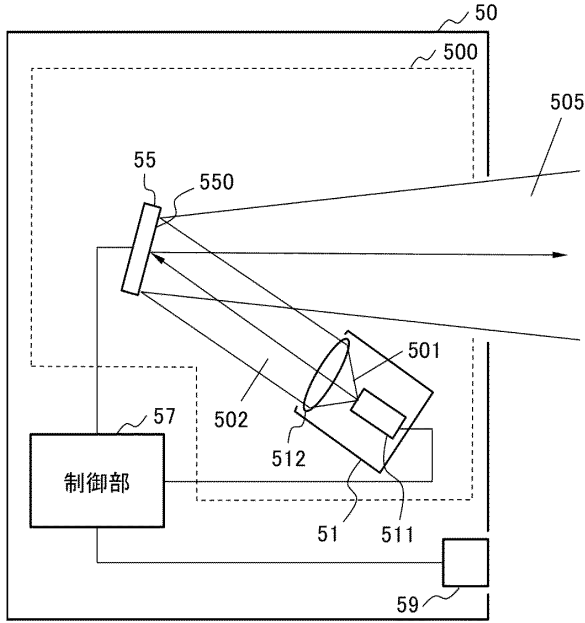


30

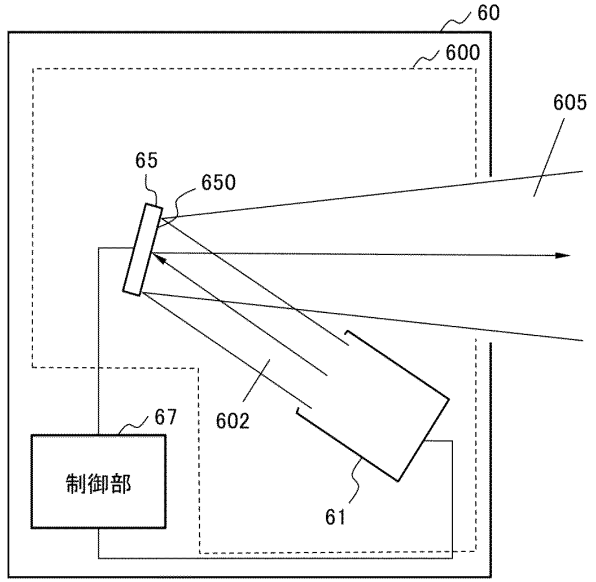
40

50

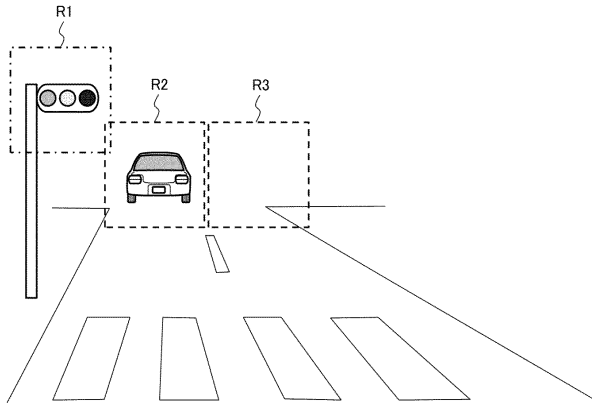
【図 19】



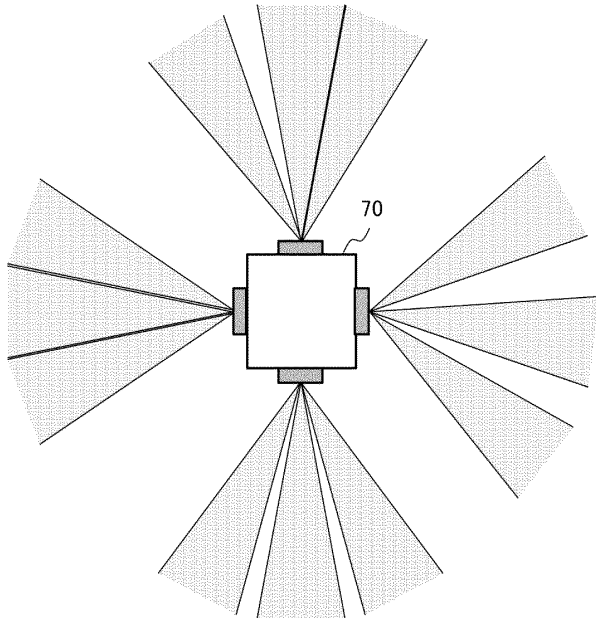
【図 20】



【図 21】



【図 22】



10

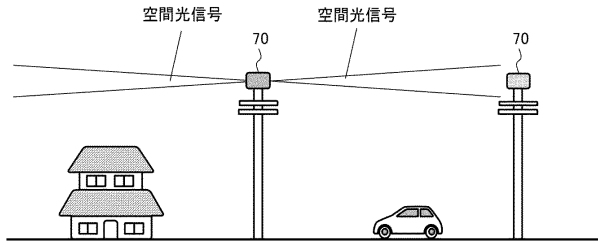
20

30

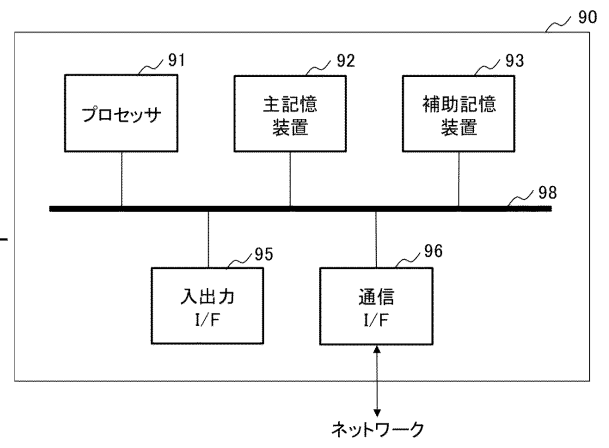
40

50

【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

1号 NECプラットフォームズ株式会社内

審査官 後澤 瑞征

(56)参考文献 国際公開第2018/223646(WO, A1)

米国特許出願公開第2008/0056723(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04B 10/11 - 10/118

H04N 5/74

G02F 1/01