

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6581700号
(P6581700)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int. Cl.	F I
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 D
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74 Z
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 A

請求項の数 4 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2018-150465 (P2018-150465)	(73) 特許権者	500080546
(22) 出願日	平成30年8月9日(2018.8.9)		鴻海精密工業股▲ふん▼有限公司
(62) 分割の表示	特願2018-500963 (P2018-500963) の分割		HON HAI PRECISION I NDUSTRY CO., LTD.
原出願日	平成28年7月21日(2016.7.21)		台湾新北市土城區中山路66號
(65) 公開番号	特開2018-205764 (P2018-205764A)		66, Chung Shan Road, Tu-Cheng New Taipei , 236 (TW)
(43) 公開日	平成30年12月27日(2018.12.27)	(74) 代理人	100101683
審査請求日	平成30年8月9日(2018.8.9)		弁理士 奥田 誠司
(31) 優先権主張番号	特願2016-32991 (P2016-32991)	(74) 代理人	100155000
(32) 優先日	平成28年2月24日(2016.2.24)		弁理士 喜多 修市
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74) 代理人	100139930
			弁理士 山下 亮司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロジェクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フォーカスフリーで物体に像を投影するプロジェクタであって、
前記像を規定する二次元パターンを光変調領域に形成する透過型の空間光変調器と、
前記空間光変調器の前記光変調領域をレーザ光で照射する1個または複数個の半導体レーザ素子と、
を備え、

前記空間光変調器の前記光変調領域は、複数の画素領域を含み、前記レーザ光が前記複数の画素領域を通過することにより、前記二次元パターンの空間強度分布を持つ複数の光ビームの束を前記レーザ光から生成し、それによって物体上における個々の光ビームの照射点を画素とする像を物体に形成し、

前記1個または複数個の半導体レーザ素子の全ては、半導体積層方向が前記空間光変調器の前記光変調領域の最小寸法方向に直交するように配置されており、

前記半導体レーザ素子から放射された前記レーザ光は、前記半導体レーザ素子の回折効果によって光軸に垂直な断面を拡大しながら前記空間光変調器の前記光変調領域に入射する、プロジェクタ。

【請求項2】

前記空間光変調器は、前記複数の光ビームを出射する側に偏光フィルムを備えており、
前記偏光フィルムの偏光透過軸は、前記光変調領域の最小寸法方向に対して直交している、請求項1に記載のプロジェクタ。

【請求項 3】

前記複数の光ビームは、結像のための投射レンズ光学系を透過することなく、前記物体に入射し、前記複数の光ビームの照射点の配列が前記画素の配列として前記像を形成する、請求項 1 または 2 に記載のプロジェクタ。

【請求項 4】

前記複数の光ビームの進行方向を調整する投影倍率調整レンズを更に備え、前記投影倍率調整レンズは、前記物体上の照射点の配列間隔を拡大または縮小する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のプロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本開示は、物体に像を投影するプロジェクタに関する。特に、像が投影される物体までの距離に応じてフォーカス調整を行う必要がないフォーカスフリーのプロジェクタに関する。

【背景技術】

【0002】

公知のプロジェクタは、静止画像または動画像をスクリーンなどの平坦な表示面上に投影して表示する装置である。投影される画像（一次画像）は、例えば、スライド（ポジ型フィルム）上の静止画像または液晶パネル上の静止画像もしくは動画像である。スライドまたは液晶パネルは、画像を規定する二次元的パターンを形成する表示媒体であり、例えば高輝度放電ランプまたは LED (Light Emitting Diode) 光源によって照らされて二次元パターン（輝度分布）を形成する。一次画像は、投射レンズ光学系により、表示面であるスクリーン上に拡大して投影されて結像する。このようなプロジェクタの典型例は、データプロジェクタ、ビデオプロジェクタ、ゲームプロジェクタ、フロントプロジェクション TV セット、リアプロジェクション TV セットなどを含む。

20

【0003】

従来のプロジェクタでは、スクリーンまでの距離（投射距離）を変えたり、表示の倍率を変えたりするたびに、投射レンズ光学系の焦点距離を調整しなければ、スクリーン上にフォーカスのあった像を形成することができなかった。この点については、後に図 7 を参照しながら説明する。

30

【0004】

これに対して、細くコリメートされたレーザビームでスクリーン上を高速に走査するフォーカスフリーのプロジェクタが提案されている（例えば特許文献 1）。このようなプロジェクタでは、MEMS (Micro Electro Mechanical System) ミラーを用いてレーザビームのラスタスキャンを行いながら、輝度信号に応じてレーザビームの強度を変調して像が形成される。スクリーン上におけるレーザビームの照射スポットのサイズは投射距離にほとんど依存しないため、焦点合わせを行うことなく鮮明な画像が得られる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 221060 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 に記載のプロジェクタでは、細くコリメートされた光強度（パワー密度）の高い 1 本または数本のレーザビームをレーザ光源から出射するため、レーザビームが誤って観視者の目に入った場合には、網膜損傷などの問題が生じる恐れがある。このため、プロジェクタとスクリーンとの間の空間に人間が入れないように規制するか、万が一レーザ光が目に入った場合でも悪影響が出ない程度にまでレーザビームの強度を低下させる必要が

50

ある。このことは、プロジェクタシステムの設計自由度を低下させ、明るい表示画像の実現を妨げる。

【0007】

本開示の実施形態は、フォーカスフリーで動作する全く新しい構成のプロジェクタを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のプロジェクタは、例示的な一態様において、フォーカスフリーで物体に像を投影するプロジェクタであって、前記像を規定する二次元パターンを形成する透過型空間光変調器と、前記空間光変調器をレーザ光で照射するレーザ光源とを備え、前記空間光変調器は、前記二次元パターンの空間強度分布を持つ複数の光ビームの束を前記レーザ光から生成する。

10

【0009】

本発明のプロジェクタは、他の態様において、フォーカスフリーで物体に像を投影するプロジェクタであって、前記像を規定する二次元パターンを形成する複数の透過型空間光変調器と、前記複数の空間光変調器をそれぞれ異なる波長域のレーザ光で照射する複数のレーザ光源とを備え、前記複数の空間光変調器のそれぞれは、前記二次元パターンの空間強度分布を持つ複数の光ビームの束を前記レーザ光から生成する。

【0010】

本発明のプロジェクタは、更に他の態様において、フォーカスフリーで物体に像を投影するプロジェクタであって、前記像を規定する二次元パターンを光変調領域に形成する空間光変調器と、前記空間光変調器の前記光変調領域をレーザ光で照射する1個または複数個の半導体レーザ素子とを備え、前記空間光変調器は、前記二次元パターンの空間強度分布を持つ複数の光ビームの束を前記レーザ光から生成し、前記1個または複数個の半導体レーザ素子の全ては、半導体積層方向が前記空間光変調器の前記光変調領域の最小寸法方向に直交するように配置されている。

20

【発明の効果】

【0011】

本開示の実施形態によると、透過型の空間光変調器から出射された複数の光ビームの束を物体に入射させ、物体上における個々の光ビームの照射点を画素とする像を物体に形成する。レーザ光から形成された個々の光ビームは高い指向性を持つため、物体までの距離に依存せず、物体に鮮明な像を投影することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本開示のプロジェクタの限定的ではない例示的な構成例を模式的に示す断面図である。

【図2】図2は、本開示のプロジェクタに使用され得る空間光変調器20の構成例を模式的に示す正面図である。

【図3A】図3Aは、ある二次元パターンを形成している空間光変調器20の2個の開口（画素領域）22から出射された光ビーム300a、300bを模式的に示す断面図である。

40

【図3B】図3Bは、他の二次元パターンを形成している空間光変調器20の4個の開口（画素領域）22から出射された光ビーム300a、300b、300c、300dを模式的に示す断面図である。

【図3C】図3Cは、空間光変調器20に対して斜めにレーザ光30が入射する例を示す断面図である。

【図4】図4は、空間光変調器20の開口（画素領域）22から出射される光ビーム300a、300bが、回折によって拡がる例を模式的に示す断面図である。

【図5】図5は、各開口（画素領域）22の出射側にマイクロレンズを配置したマイクロレンズアレイ付き空間光変調器20を示す断面図である。

50

【図 6】図 6 は、レーザ光源 10 から出たレーザ光 30 を平行光にコリメートすることなく、空間光変調器 20 に入射する構成の例を示す図である。

【図 7】図 7 は、投射レンズ光学系を用いる従来のプロジェクタの構成例を示す図である。

【図 8 A】図 8 A は、本開示によるプロジェクタ 100 を用いてスクリーン 200 にテキストデータを投影して表示している例を模式的に示す斜視図である。

【図 8 B】図 8 B は、プロジェクタ 100 から出た光ビームの一部を他のスクリーン 200 a で遮断した状態を示す斜視図である。

【図 8 C】図 8 C は、スクリーン 200 が傾斜している状態を模式的に示す斜視図である。

【図 8 D】図 8 D は、平坦ではなく、途中で折れているスクリーン 200 上に像を表示する例を示す斜視図である。

【図 9】図 9 は、本開示の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を模式的に示す断面図である。

【図 10】図 10 は、本開示の実施形態における空間光変調器 20 の構成例を模式的に示す断面図である。

【図 11】図 11 は、本開示の他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 12】図 12 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 13】図 13 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 14】図 14 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 15】図 15 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 16】図 16 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 17】図 17 は、本開示の更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。

【図 18 A】図 18 A はフィールドシーケンシャル方式でカラー画像を投影するプロジェクタ 100 の動作を示す図である。

【図 18 B】図 18 B はフィールドシーケンシャル方式でカラー画像を投影するプロジェクタ 100 の動作を示す他の図である。

【図 18 C】図 18 C はフィールドシーケンシャル方式でカラー画像を投影するプロジェクタ 100 の動作を示す更に他の図である。

【図 19】図 19 は、フィールドシーケンシャル方式で動作するプロジェクタ 100 におけるレーザ光源 10 R、10 G、10 B の点灯状態の時間変化を示す図である。

【図 20】図 20 は、本開示による 3 板式のプロジェクタ 100 の構成例を示す図である。

【図 21】図 21 は、ある典型的な半導体レーザ素子の基本構成を模式的に示す斜視図である。

【図 22 A】図 22 A は、半導体レーザ素子 10 D の発光領域 124 から出たレーザ光 30 の拡がり方（ダイバージェンス）を模式的に示す斜視図である。

【図 22 B】図 22 B は、レーザ光 30 の拡がり方を模式的に示す側面図である。図の右側には、参考のため、半導体レーザ素子 10 D を z 軸の正方向から見た正面図も記載されている。

【図 22 C】図 22 C は、レーザ光 30 の拡がり方を模式的に示す上面図である。

【図 22 D】図 22 D は、レーザ光 30 の y 軸（速軸）方向における拡がり方を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 2 2 E】図 2 2 E は、レーザ光 3 0 の x 軸（遅軸）方向における拡がりを示すグラフである。

【図 2 3】図 2 3 は、レーザ光 3 0 の断面の y 軸方向サイズ F_y および x 軸方向サイズ F_x と、発光領域 1 2 4 からの距離（z 軸方向の位置）との関係の例を示すグラフである。

【図 2 4】図 2 4 は、半導体レーザ素子 1 0 D を用いて、図 1 5 のプロジェクタ 1 0 0 を実現するための構成例を示す斜視図である。

【図 2 5】図 2 5 は、図 1 5 のプロジェクタ 1 0 0 を実現するための他の構成例を示す斜視図である。

【図 2 6】図 2 6 は、表面に段差を有するワーク 2 0 0 b に像を投影する露光装置の構成の例を示す図である。

【図 2 7】図 2 7 は、イメージセンサなどの受光素子 2 0 0 c の受光面に光ビーム 3 0 0 の束を入射する構成の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 3】

<用語>

「物体」とは、スクリーン、壁、ガラス、デスクトップ、建物、道路、車両、身体の一部（例えば腕、手のひら、背中など）または全身、水滴または粉末粒子の集まり、流動体、半透明体、感光性樹脂、イメージセンサ（受光素子）などを広く含む。

【0 0 1 4】

「像」とは、文字、記号、画像に限定されず、意味を持たないランダムなパターン、二次元バーコードのように符号化されたパターン、回路配線のパターンなどを含む。

【0 0 1 5】

「投影」は拡大のみならず、縮小も含む。

【0 0 1 6】

「レーザ光」は、シングルモード発振によって生じたレーザ光に限定されず、マルチモード発振で生じたレーザ光、波長の異なるレーザ光を多重化した光を含む。レーザ光は、可視光に限定されず、赤外、紫外の光波（電磁波）であってもよい。

【0 0 1 7】

「空間光変調器」は、光の強度（電磁波の振幅）を空間的に変調するデバイスであり、位相のみを空間的に変調するデバイスを含まない。空間光変調器の典型例は、画素単位で光透過率を変化させることのできる液晶パネル（透過型液晶表示装置）である。空間光変調器は、形成する二次元パターンが時間的に変化しないスライド（ポジ型フィルムまたは反転フィルム）、プレパレート上の試料、OHPシート、影絵用の切り絵であってもよい。このような表示媒体は、適宜、他の表示媒体と交換することにより、二次元パターンを変更することができる。空間光変調器（Spatial Light Modulator）は、単に「SLM」と表記される場合がある。

【0 0 1 8】

<原理>

本開示のプロジェクタの実施形態を具体的に説明する前に、このプロジェクタの基本構成例と動作の原理を説明する。

【0 0 1 9】

図 1 は、本開示におけるプロジェクタ 1 0 0 の例示的な基本構成の例を示す断面図である。図には、プロジェクタ 1 0 0 の向きに関連付けられた座標軸（Y 軸および Z 軸）が示されている。図 1 には示されていないが、Y 軸および Z 軸の両方に直交する方向に X 軸が存在し、相互に直交する X 軸、Y 軸、および Z 軸から XYZ 座標が形成されている。他の図面にも、必要に応じて座標軸が記載される。

【0 0 2 0】

このプロジェクタ 1 0 0 は、スクリーン 2 0 0 などの物体に像を投影するプロジェクタであって、像を規定する二次元パターンを形成する透過型の空間光変調器 2 0 と、空間光変調器 2 0 をレーザ光 3 0 で照射するレーザ光源 1 0 とを備えている。図 1 では、簡単な

10

20

30

40

50

ため、レーザ光 30 の光軸が Z 軸に平行な構成が記載されている。レーザ光 30 の光軸の向きは、光路に置かれた不図示のミラーによって途中で変化していてもよい。

【 0 0 2 1 】

この例において、レーザ光源 10 から放射されたレーザ光 30 は、ビーム成形レンズ 40 によって成形される。この例におけるビーム成形レンズ 40 は、凹レンズ 40 a および凸レンズ 40 b を含んでいる。レーザ光 30 の光軸に垂直な断面のサイズ（直径）は、凹レンズ 40 a によって拡大され、凸レンズ 40 b によって平行光にコリメートされている。ビーム成形レンズ 40 を透過したレーザ光 30 は、空間光変調器 20 の背面側を照射する。レーザ光 30 は、空間光変調器 20 が有する複数の開口 22 を透過して光ビーム 300 の束（bundle）として出射される。複数の光ビーム 300 の強度は、それぞれ、空間光変調器 20 の開口 22 を透過するときに変調される。

10

【 0 0 2 2 】

図 2 は、本開示のプロジェクタ 100 に使用され得る空間光変調器 20 における開口 22 の配置例を模式的に示す正面図である。空間光変調器 20 は、XY 面に沿った二次元空間強度分布を持つ複数の光ビーム 300 の束をレーザ光 30 から生成する（図 1 参照）。具体的には、複数の光ビーム 300 をそれぞれ通過させる開口 22 のアレイが形成されており、開口 22 ごとに 1 本の光ビーム 300 を出射する。なお、開口 22 以外の領域は、必ずしも 1 層の連続した遮光層で覆われている必要はない。例えば X 軸方向に延びる複数の配線と、Y 軸方向に延びる複数の配線とが交差し、Z 軸方向から見たとき、光を透過させる領域が複数の部分に区画されていれば、各部分が「開口」として機能する。

20

【 0 0 2 3 】

図 2 に記載されている開口 22 の配列は、一例にすぎず、配列のパターンは図 2 の例に限定されない。各開口 22 が三角形の頂点に配置されるデルタ配列を採用してもよい。個々の開口 22 の形状は長方形に限定されず、正方形、六角形、その他の多角形、もしくは、円形、楕円形、または、他の複雑な形状であってもよい。開口 22 の配列は、周期的である必要はなく、不規則であってもよい。

【 0 0 2 4 】

図 2 の配置例において、1 個の開口 22 の X 軸方向におけるサイズを d_x 、Y 軸方向におけるサイズを d_y とするとき、 d_x および d_y は、それぞれ、例えば $1\ \mu\text{m}$ から $100\ \mu\text{m}$ 程度の範囲に設定され得る。また、開口 22 の配列の X 軸方向における中心間距離を P_x 、Y 軸方向における中心間距離を P_y とするとき、 P_x および P_y は、それぞれ、 d_x および d_y の例えば 1.1 倍から 2 倍程度の大きさに設定され得る。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 の例では、横 × 縦 = 15×5 個の開口 22 が図示されているが、これは例示にすぎず、1 つの空間光変調器 20 が有する開口 22 の個数は、例えば横 $1024 \times$ 縦 768 個であり得る。開口 22 の個数は、この例よりも多くてもよいし、少なくてもよく、投影画像に求められる画素数に合わせて任意の値に設定される。

【 0 0 2 6 】

この例における空間光変調器 20 では、各開口 22 の光透過率が駆動信号（映像信号）にตอบสนองしてアナログ的に変化することができ、それによって個々の光ビーム 300 の強度が調整される。例えば開口 22 a、22 b、22 c の透過率が、それぞれ、100%、60%、0% に設定されているとする。このとき、開口 22 a から出た光ビーム 300 の強度（電界振幅の二乗）を 100（任意単位）とすると、開口 22 b から出た光ビーム 300 の強度（電界振幅の二乗）は 60 である。また、開口 22 c からは光ビーム 300 は出射されない。このようにして、空間光変調器 20 の空間透過率分布を調整することにより、多数の開口 22 からそれぞれ出射される光ビーム 300 が作る束の空間強度分布を制御することができる。このような機能を有する空間光変調器 20 の典型例は、透過型の液晶パネルである。透過型の液晶パネルによって空間光変調器 20 を実現する場合、液晶パネルが有する複数の画素領域がそれぞれ複数の開口 22 として機能し得る。液晶パネルの構成例および動作は後述する。

40

50

【 0 0 2 7 】

本開示における空間光変調器 2 0 は、入射したレーザ光 3 0 の「位相」ではなく「振幅（強度）」を画素単位で変調する空間光振幅変調器である。空間光変調器 2 0 の各開口 2 2 から出射される光ビーム 3 0 0 の出射角度は、形成する二次元パターン（透過率の面内分布）によらず、開口 2 2 ごとに一定である。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、空間光変調器 2 0 から出た多数の光ビーム 3 0 0 の束は、スクリーン 2 0 0 に入射し、スクリーン 2 0 0 上に照射点（光ビームスポット）の配列を形成する。その結果、スクリーン 2 0 0 上における個々の光ビーム 3 0 0 の照射点を画素とする像がスクリーン 2 0 0 上に形成される。このような光ビーム 3 0 0 の照射点の配列は、空間光変調器 2 0 上の二次元パターンに応じた投影画像を構成する。空間光変調器 2 0 から出射される複数の光ビーム 3 0 0 は、空間コヒーレンスの高いレーザ光 3 0 から形成されているため、個々の光ビーム 3 0 0 は高い指向性を持つ。このため、空間光変調器 2 0 からスクリーン 2 0 0 までの距離が変化し、例えば破線で示される位置にスクリーン 2 0 0 が移動しても、投影画像に「デフォーカスによるぼやけ（blur）」は生じず、鮮明さは変化しない。

10

【 0 0 2 9 】

このように本開示のプロジェクトは、フォーカスフリーで動作し、任意の投射距離で「デフォーカスによるぼやけ」のない鮮明な画像を形成することができる。

【 0 0 3 0 】

図 3 A は、ある二次元パターンを形成している空間光変調器 2 0 に入射するレーザ光 3 0 と、空間光変調器 2 0 の 2 個の開口 2 2 から出射された光ビーム 3 0 0 a、3 0 0 b を模式的に示す断面図である。光ビーム 3 0 0 を出射していない開口 2 2 は、透過率が 0 % に設定されている。レーザ光 3 0 は、コヒーレンスの高い光波であり、図示されている例では、単色（単一波長）の平面波である。

20

【 0 0 3 1 】

図 3 B は、他の二次元パターンを形成している空間光変調器 2 0 に入射するレーザ光 3 0 と、空間光変調器 2 0 の 4 個の開口 2 2 から出射された光ビーム 3 0 0 a、3 0 0 b、3 0 0 c、3 0 0 d を模式的に示す断面図である。光ビーム 3 0 0 を出射していない開口 2 2 は、透過率が 0 % に設定されている。

30

【 0 0 3 2 】

図 3 A および図 3 B に示されるように、空間光変調器 2 0 から出た光ビーム 3 0 0 の束は、空間光変調器 2 0 が形成する二次元パターンに応じた空間強度分布を持つ。光ビーム 3 0 0 の束の一部または全部を遮るように物体を配置すると、その物体に入射した光ビーム 3 0 0 が物体表面に明るい光ビームスポットを形成する。これらの光ビームスポット（輝点）の配列が画素の配列として投影画像を形成するため、結像のための投射レンズ光学系は必要ない。空間光変調器 2 0 から出た光ビーム 3 0 0 の束は、ニードルビームのアレイと呼んでも良い。

【 0 0 3 3 】

図 3 C は、空間光変調器 2 0 に対して斜めにレーザ光 3 0 が入射する例を示す断面図である。図示されている例では、光ビーム 3 0 0 a、3 0 0 b が斜めに出射されている。このように、レーザ光 3 0 は空間光変調器 2 0 に対して垂直ではなく斜めに入射されてもよい。また、レーザ光 3 0 は平面波である必要はなく、波面の曲率半径が開口 2 2 のサイズに比べて十分に大きければ、球面波であってもよい。また、レーザ光 3 0 の波長は 1 つに限定されず、異なる波長のレーザ光 3 0 が同一の空間光変調器 2 0 に同時または順次に入射するように構成されていてもよい。像の投影が、人間による観察を目的としない場合は、レーザ光 3 0 の波長は可視光域から外れていてもよい。

40

【 0 0 3 4 】

図 4 は、空間光変調器 2 0 の開口 2 2 から出射された光ビーム 3 0 0 a、3 0 0 b が、開口 2 2 の回折効果によって拡がる例を示している。光ビーム 3 0 0 の回折は、原則とし

50

て、個々の開口 22 の形状およびサイズ、ならびにレーザ光 30 の波長 によって規定される。一般には、開口 22 のサイズが小さくなるほど、回折は強くなり、光ビーム 300 は広がりやすくなる。光ビーム 300 の拡がり、光ビーム 300 の光軸 (Z 軸) に直交する断面サイズが Z 座標の増加に応じてどの程度で増加するかによって定義され得る。空間光変調器 20 の光出射側面からの距離を R_z 、距離 R_z における光ビーム 300 の断面の直径を $D(R_z)$ とするとき、近似的に、 $D(R_z) = 2 \times R_z$ の関係が成立する。距離 R_z の位置にスクリーンがあるとき、スクリーン上における光ビームスポット (画素) のサイズは、 $D(R_z)$ に等しい。

【0035】

このような回折による光ビーム 300 の拡大は、開口 22 のサイズがレーザ光 30 の波長 に比べて十分に大きく、投射距離が短い場合は、無視できる。しかし、開口 22 のサイズが小さく、投射距離が長い場合には、個々の光ビーム 300 の拡がりを抑制するため、例えば図 5 に示すように、開口 22 の出射側にマイクロレンズアレイ 29 を配置することが好ましい。マイクロレンズアレイ 29 を構成するマイクロレンズは、それぞれ、開口 22 から出射させる光ビーム 300 の回折による拡がりを相殺するように光ビーム 300 の波面を調整し、コリメートすることができる。マイクロレンズアレイ 29 による光ビーム 300 の拡がり制御は、透過型の空間光変調器 20 を採用したことにより初めて実現可能になる。

【0036】

開口 22 による回折を原因とする光ビーム 300 の拡がりを抑制する構成は、マイクロレンズアレイ 29 に限定されない。液晶パネルを空間光変調器 20 として用いる場合、各画素電極の周辺に形成される電界分布を調整して液晶層の屈折率分布を適切に制御すれば、レンズの効果を付与して回折の効果を相殺することも可能である。

【0037】

回折は、多数の開口 22 が周期的に配列されることによっても生じ得る。このような「マルチスリット」による回折は、個々の開口 22 の「単スリット」による回折に畳み込まれる結果、各開口 22 の中央に細く絞られた光ビームを生じさせ得る。その場合、マイクロレンズアレイ 29 を省略しても十分に細い光ビーム 300 を長距離にわたって実現できる。

【0038】

図 6 は、レーザ光源 10 から出たレーザ光 30 を平行光にコリメートすることなく、空間光変調器 20 に入射する構成例を示している。この例では、レーザ光源 10 から出たレーザ光 30 は、光軸に垂直な断面を拡大しながら空間光変調器 20 に入射する。言い換えると、球面波のように波面が曲面形状を持つレーザ光 30 が空間光変調器 20 に入射する。しかし、波面の曲率半径に比べて開口 22 のサイズが十分に小さいため、個々の開口 22 には、近似的には平面波が所定の角度で入射したとして取り扱うことができる。このようなレーザ光 30 から形成される複数の光ビーム 300 は、平行ではなく、開口 22 の位置に応じた出射角度を示す。このため、空間光変調器 20 とスクリーン 200 との間にレンズなどの光学素子を介在させない場合は、空間光変調器 20 からスクリーン 200 までの距離が変わると、スクリーン 200 上に形成される像の大きさも変化する。図 6 の例では、空間光変調器 20 からスクリーン 200 までの距離が長くなるほど、スクリーン 200 上に形成される像が大きくなる。「像の大きさ」は、スクリーン 200 上における光ビームスポットの間隔 (中心間距離) に比例する。像が大きくなっても、像を構成する光ビームスポット (画素) の個数は変化しない。この場合においても、焦点合わせは不要であり、任意の位置に置かれたスクリーン 200 上に「デフォーカスによるぼやけ」のない像が形成される。

【0039】

ここで、図 7 を参照して、投射レンズ光学系を用いる従来のプロジェクタによる結像の例を説明する。図 7 のプロジェクタは、白色光を発するキセノンランプなどのインコヒーレント光源 18 と、液晶パネル 250 と、投射レンズ光学系 550 とを備えている。一次

10

20

30

40

50

画像を表示する液晶パネル250の表面(物面)から投射レンズ光学系550までの距離をa、投射レンズ光学系550からスクリーン200までの距離(投射距離)をb、投射レンズ光学系550の焦点距離をfとすると、 $1/a + 1/b = 1/f$ の関係が成立する必要がある。投影倍率Mは、 $M = b/a$ の式で決まる。このようなプロジェクタでは、投射距離bが変わったり、投影倍率Mを変えたりするたびに、投射レンズ光学系550の焦点距離fを調整しなければ、スクリーン200上にフォーカスのあった像を形成することができない。実線で示される位置にあるスクリーン200上でフォーカスがある場合において、スクリーン200を破線の位置に移動させると、その位置でのスクリーン200上では「デフォーカスによるぼやけ」が生じることになる。

【0040】

これに対して、本開示によるプロジェクタ100では、一次画像(物面)の各点からさまざまな角度で放射された光線をスクリーン200上の対応点に集束させることなく像を形成するため、「デフォーカスによるぼやけ」が生じない。

【0041】

図8Aは、本開示によるプロジェクタ100を用いてスクリーン200にテキストデータを投影して表示している例を模式的に示す斜視図である。図8Bは、プロジェクタ100から出た光ビーム束の一部を他のスクリーン200aで遮断した状態を示す斜視図である。図8Bからわかるように、プロジェクタ100からの距離が異なる位置に置かれた2つのスクリーン200、200aの両方で焦点外れのない像が形成される。

【0042】

図8Cは、スクリーン200が傾斜している状態を模式的に示す。この状態では、プロジェクタ100からスクリーン200までの距離がスクリーン200の位置に応じて大きく異なる。このような場合でも、スクリーン200のどの位置においても、焦点外れのない像が形成される。

【0043】

図8Dは、平坦ではなく、途中で折れているスクリーン200上に像を表示する例を示す斜視図である。このようなスクリーン200の典型例は、部屋の隅で直交する壁面部分である。一般に、壁面は必ずしも平坦ではないが、凹凸、段差、または曲面が存在する物体表面をスクリーン200として用いても、そのような物体表面のどの位置においても焦点外れのない像が形成される。

【0044】

なお、現実には、スクリーン200に表示される文字は、プロジェクタ100からの距離が長くなるほど、大きくなるが、これらの図では、簡単のため、距離に応じて文字の大きさを変えて図示することは行っていない。

【0045】

このように、本開示のプロジェクタによれば、図7に示すような従来のプロジェクタでは投影できない形状を持つ物体にも明瞭な像を形成することができ、プロジェクションマッピングも実現できる。また、本開示のプロジェクタは、1本または数本のレーザビームでスクリーン上を高速に走査する方式ではなく、多数の光ビームで同時にスクリーンなどの物体を照射する方式である。このため、個々の光ビームの強度が人の目にとっても安全なレベルに低く抑えられていてもスクリーンなどの物体に表示される像の明るさを十分に高めることができる。光ビームのパワーが分散されていることにより、例えば、投影画像が表示されているスクリーンの手前にいる人間が、プロジェクタの方向を向いてしまっても何本かの光ビームが顔に当たった場合でも、瞳から入るレーザ光による悪影響を心配する必要はほとんどない。

【0046】

(実施形態)

以下、本開示のプロジェクタの実施形態を説明する。必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業

10

20

30

40

50

者の理解を容易にするためである。本発明者らは、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供する。これらによって特許請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、本開示の限定的ではない例示的な実施形態におけるプロジェクタ 1 0 0 の構成例を模式的に示す断面図である。このプロジェクタ 1 0 0 は、スクリーン 2 0 0 などの物体に像を投影するプロジェクタであって、像を規定する二次元パターンを形成する透過型の空間光変調器 2 0 と、空間光変調器 2 0 をレーザ光で照射するレーザ光源 1 0 とを備えている。レーザ光源 1 0 にはレーザドライバ 6 0 から駆動電流が流れ、レーザ光源 1 0 のレーザ発振状態が制御される。空間光変調器 2 0 は S L M ドライバ 7 0 によって駆動される。レーザドライバ 6 0 および S L M ドライバ 7 0 は、マイクロコントローラなどのコンピュータ（不図示）によって制御される。S L M ドライバ 7 0 の一部または全部は、空間光変調器 2 0 に搭載された駆動 I C によって実現されていてもよい。

10

【 0 0 4 8 】

本実施形態におけるプロジェクタ 1 0 0 は、ビーム成形レンズ 4 0 と、投影倍率調整レンズ 5 0 とを備えている。この例におけるビーム成形レンズ 4 0 は、凹レンズ 4 0 a および凸レンズ 4 0 b を有している。図示されているレンズは、分かり易さのため、例示的な形状を持つ要素として記載されており、現実のレンズの形状および大きさを表していない。投影倍率調整レンズ 5 0 は、図では 1 枚の単レンズであるが、現実には、1 枚または一群の各種レンズを含む「組み合わせレンズ」であり得る。ビーム成形レンズ 4 0 も、同様に、他の形態の「組み合わせレンズ」であってもよいし、単レンズであってもよい。

20

【 0 0 4 9 】

投影倍率調整レンズ 5 0 は、各光ビーム 3 0 0 の進行方向を調整することにより、スクリーン 2 0 0 上の照射点（光ビームスポット）の配列間隔を拡大したり、縮小したりする。この動作は、図 7 の投射レンズ光学系 5 5 0 による結像とは異なり、スクリーン 2 0 0 上にフォーカスを合わせる作業を必要としない。

【 0 0 5 0 】

スクリーン 2 0 0 には、投影画像の輝度を高くするために、微細なフレネルレンズまたはレンチキュラーレンズとして機能する凹凸が形成されていてもよい。スクリーン 2 0 0 は、反射率の高い生地（シルクスクリーンなど）から形成されていてもよいし、拡散反射性の高い生地（マットスクリーンなど）から形成されていてもよい。前者の場合、投影画像の輝度を高くすることができ、後者の場合、広い視野角を実現することができる。

30

【 0 0 5 1 】

図 1 を参照しながら説明したように、本実施形態でも、レーザ光源 1 0 から放射されたレーザ光 3 0 は、凹レンズ 4 0 a および凸レンズ 4 0 b を構成要素として含むビーム成形レンズ 4 0 によって成形され、空間光変調器 2 0 の背面側に入射する。なお、本願における「ビーム成形」の用語は、レーザ光 3 0 の光軸方向に直交する断面の形状および大きさの少なくとも一方を変化させることを意味するものとする。断面の形状は、光ビーム 3 0 0 の上記断面における強度分布によって規定される。例えば、断面中心における最高強度値を基準値として、その基準値の半分の強度を持つ部分によって断面の境界を規定してもよい。

40

【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、本実施形態における空間光変調器 2 0 の概略構成の例を模式的に示す断面図である。この空間光変調器 2 0 は、液晶層 2 1 を封止した一对の透明基板 2 3 a、2 3 b と、透明基板 2 3 a 上にマトリクス状に配列された複数の画素電極 2 4 と、透明基板 2 3 b 上の対向電極 2 5 とを備える液晶パネルである。透明基板 2 3 a、2 3 b は、ガラスまたは合成樹脂から形成され得る。画素電極 2 4 および対向電極 2 5 は、いずれも、レーザ光 3 0 を透過する透明導電材料から形成されている。これらの電極 2 4、2 5 の表面は不図示の配向膜で覆われており、液晶層 2 1 における液晶分子の配向を所望の方向に規制している。液晶層 2 1 は、例えば、ねじれ配向が生じるように配向が規制されたネマティック

50

ク液晶（TN液晶）から形成されている。また、必要に応じて、空間光変調器20はカラーフィルタアレイ26を備えていてもよい。赤（R）、緑（G）、青（B）の三原色に相当する各波長域のレーザー光を多重化した「白色」のレーザー光30で空間光変調器20を照射する場合、カラーフィルタアレイ26によって画素ごとに異なる波長の光ビーム300を出射することができる。例えば、図2において隣接する3個の開口、例えば開口22a、22b、22cが、それぞれ、赤色、緑色、青色のカラーフィルタでカバーされ得る。なお、開口22以外の領域には、遮光性を有するブラックマトリクスが形成されていてもよい。カラー画像の表示の詳細については、後述する。まずは、簡単のため、単色光の画像表示の例を説明する。

【0053】

図10に示される空間光変調器20は、透明基板23aの光入射側に設けられた第1の偏光フィルム28aと透明基板23bの光出射側に設けられた第2の偏光フィルム28bとを備える。ある態様において、第1の偏光フィルム28aの偏光透過軸と第2の偏光フィルム28bの偏光透過軸とが直交し、クロスニコル配置を構成している。不図示のトランジスタおよび配線が透明基板23aに形成されている。SLMドライバ70により、トランジスタがスイッチングされ、液晶層21に印加される電圧が画素領域単位で制御される。この例によると、画素電極24と対向電極25との間に電圧が印加されていない画素では、レーザー光30が液晶層21を通過する過程で偏光方向が回転し（偏光状態が変化し）、第2の偏光フィルム28bを透過することができる（ノーマリオン動作）。一方、画素電極24と対向電極25との間に電圧が印加されている画素では、レーザー光30が液晶層21を通過する過程で偏光方向が維持されるため、第2の偏光フィルム28bでカットされることになる。なお、第1の偏光フィルム28aの偏光透過軸と第2の偏光フィルム28bの偏光透過軸とが平行であれば、上記と反対の動作が行われる（ノーマリオフ動作）。こうして、個々の画素領域が空間光変調器20の個々の開口22として機能する。そして、各開口22の光透過率は、個々の画素電極24と対向電極25との間に印加される電圧によってアナログ的に調整され得る。

【0054】

なお、レーザー光源10から放射されるレーザー光30は、通常、所定の方向に直線的に偏光している。例えば、端面発光型の半導体レーザー素子をレーザー光源10として用いる場合、一般的に、半導体レーザー素子の活性層に平行な方向に偏光している。そのため、第1の偏光フィルム28aによる不要な減光を避けるため、レーザー光30の直線偏光方向と、第1の偏光フィルム28aの偏光透過軸とを一致させることが好ましい。

【0055】

さらに、レーザー光30が直線偏光であることを積極的に利用して、第1の偏光フィルム28aを省略してもよい。第1の偏光フィルム28aがなくても、直線偏光したレーザー光30を空間光変調器20に入射することができる。第1の偏光フィルム28aを省略することによって、光入射側の偏光フィルム28aによるレーザー光30の吸収を排除することができる。レーザー光の偏光方向と偏光フィルムの偏光透過軸とを一致させた場合でも、レーザー光の1～5%程度は偏光フィルムによって吸収されるため、減光が生じてしまうが、第1の偏光フィルム28aを省略することにより、より効率的にレーザー光30を利用することができるようになる。また、第1の偏光フィルム28aを省略することにより、部品および製造のコストを低減できるとともに、空間光変調素子20の薄型化に寄与することもできる。特に超小型化された空間光変調器20を用いて携帯型のプロジェクタを製造する場合、例えば0.2mm程度の厚さを有する偏光フィルムであっても不要になることは重要な利点である。

【0056】

上記のTN液晶を用いる液晶パネルで実現した空間光変調器20では、空間光変調器20に入射するレーザー光30の偏光方向と、光出射側における第2の偏光フィルム28bの偏光透過軸とが互いに直交または平行になるように調整される。ただし、表示画像のコントラストの観点からすると、レーザー光30の偏光方向に対して、第2の偏光フィルム28

10

20

30

40

50

bの偏光透過軸が直交するように配置することが好ましい。このような構成とすることによって、いわゆる黒浮きのない高コントラストな画像表示が実現できる。

【0057】

空間光変調器20の構造は、上記の例に限定されない。液晶パネルには、他にインプレイン・スイッチング型、垂直配向型などの多様な種類があり、任意の種類液晶パネルを採用することができる。また、液晶パネルの代わりに、画像が描かれたスライドや、試料を固定したプレパラートを空間光変調器20として用いることも可能である。このような空間光変調器20は静止画を表示するとき使用され得る。空間光変調器20を交換可能に保持する機構を採用することにより、多数の空間光変調器20の中から必要に応じた空間光変調器20を選択して光路に配置することも可能である。

10

【0058】

図11は、白い矢印の方向から観察者がスクリーン200を見る形態、例えばリアプロジェクションタイプのTVセットの構成例を示す図である。基本的な構成は、図9に示すプロジェクタ100と同一である。図11の例では、スクリーン200に投影された像を、スクリーン200に関してプロジェクタ100とは反対側に位置する観察者が見る。プロジェクタ100の光軸(Z軸)に対してスクリーン200は、直交せず、大きく傾斜しているが、デフォーカスによるぼやけは生じない。ただし、投射距離に応じてスクリーン200の光ビームスポット(画素)の間隔が変化しないように投影倍率調整レンズ50に光ビーム300の光軸の向きをそれぞれ調整する機能を付与すればよい。あるいは、スクリーン200の光ビームスポット(画素)の間隔が変化しても表示画像が歪まないように、空間光変調器20に形成する二次元パターンを前もって変形しておいてもよい。そのような変形は、SLMドライバ70に与える画像信号を不図示のコンピュータによって補正することによって行うことができる。

20

【0059】

なお、プロジェクタ100とスクリーン200との間にミラーが配置されていてもよい。そのようなミラーにより、プロジェクタ100の向きの自由度が高められ、よりコンパクトな筐体を持つTVセットを実現できる。

【0060】

図12は、更に他の実施形態におけるプロジェクタ100の構成例を示す断面図である。この実施形態におけるプロジェクタ100は、空間光変調器20とスクリーン200との間に配置された凸レンズ50bを投影倍率調整レンズとして備えており、この凸レンズ50bにより、像を拡大する。

30

【0061】

図13は、更に他の実施形態におけるプロジェクタ100の構成例を示す断面図である。この実施形態におけるプロジェクタ100は、空間光変調器20とスクリーン200との間に倍率拡大レンズを備えていない。その代り、レーザ光源10と空間光変調器20との間に配置された凹レンズ40aを用いて像を拡大することができる。この実施形態では、凹レンズ40aを透過したレーザ光30が平面波ではなく球面波の状態空間光変調器20に入射し、空間的に強度が変調される。空間光変調器20から出たレーザビーム300の束は、拡がりながら空間を伝搬し、スクリーン200に入射する。

40

【0062】

図14は、更に他の実施形態におけるプロジェクタ100の構成例を示す断面図である。この実施形態におけるプロジェクタ100と図13のプロジェクタ100との相違点は、本実施形態において、レーザ光源10と空間光変調器20との間に配置されたレンズが凸レンズ40bである点にある。凸レンズ40bを用いても像を拡大することができる。

【0063】

図15は、更に他の実施形態におけるプロジェクタ100の構成例を示す断面図である。この実施形態におけるプロジェクタ100は、空間光変調器20とスクリーン200との間に倍率拡大レンズを備えていないし、レーザ光源10と空間光変調器20との間に配置されたレンズも備えていない。この実施形態では、レーザ光源10から出たレーザ光3

50

0 がレンズを介することなく拡大し、空間光変調器 20 に入射する。空間光変調器 20 から出たレーザビーム 300 の束も、そのまま拡がってスクリーン 200 に達する。

【0064】

レーザ光源 10 から出たレーザ光 30 がレンズを介することなく拡大する原理については後述する。なお、図 15 の構成を採用する場合においても、光路上にビーム成形または光強度分布の調整を目的として、レンズ、ミラー、絞りなどの光学素子を適宜配置してもよい。また、レーザ光のスペックルを低減する機構を適宜設けても良い。これらの改変は、他の実施形態でも同様に行ってもよい。

【0065】

図 16 は、更に他の実施形態におけるプロジェクタ 100 の構成例を示す断面図である。この実施形態では、ミラー 80 を光路上に配置することにより、プロジェクタ 100 の Z 軸方向を短縮することが可能になる。

10

【0066】

上記の各実施形態では、プロジェクタ 100 が単一のレーザ光源 10 を備えているが、プロジェクタ 100 は、レーザ光源 10 として、複数のレーザ素子を備えていてもよい。複数のレーザ素子が異なる波長で発振して異なる色のレーザ光を発すれば、カラーの静止画または動画を表示することが可能になる。

【0067】

フルカラー画像を表示するには、以下の構成を採用すればよい。

【0068】

20

構成(1) カラーフィルタアレイを備える液晶パネルを空間光変調器として採用し、赤色、緑色、および青色のレーザ光で空間光変調器を照射する。

構成(2) カラーフィルタアレイを備えていない液晶パネルを空間光変調器として採用し、赤色、緑色、および青色のレーザ光で空間光変調器を順次照射する(フィールドシーケンシャル方式)。

構成(3) カラーフィルタアレイを備えていない3枚の液晶パネルを空間光変調器として採用し、それぞれの空間光変調器を赤色、緑色、および青色のレーザ光で照射する(3板式)。

【0069】

まず、図 17 を参照しながら、構成(1)の例を説明する。

30

【0070】

構成(1)のプロジェクタ 100 は、レーザ光源として、第 1 の波長域で発振する第 1 のレーザ素子 10R と、第 2 の波長域で発振する第 2 のレーザ素子 10G と、第 3 の波長域で発振する第 3 のレーザ素子 10B とを含む。ここでは、第 1 の波長域、第 2 の波長域、および第 3 の波長域は、それぞれ、R (レッド)、G (グリーン)、および B (ブルー) である。第 1 のレーザ素子 10R、第 2 のレーザ素子 10G、および第 3 のレーザ素子 10B は、それぞれ、例えば波長 650 nm の赤色半導体レーザ素子、波長 515 ~ 530 nm の緑色半導体レーザ素子、および波長 450 nm の青色半導体レーザ素子であり得る。赤色半導体レーザ素子としては、例えば AlGaInP 系レーザダイオードが好適に用いられる。緑色および青色半導体レーザ素子としては、それぞれ、組成が異なる GaN 系レーザダイオードを用いることができる。第 2 のレーザ素子 10G としては、赤外光を放射する半導体レーザ素子と波長変換素子とを備える DPSS (Diode Pumped Solid State) レーザ装置を用いてもよい。赤外光半導体レーザ素子で発生させた波長 808 nm の赤外光で例えば Nd:YVO₄ 結晶、または Yb:YAG 結晶などのレーザ結晶を励起し、例えば波長 1064 nm の赤外レーザ光を生成する。この赤外レーザ光を KTP (KTiOPO₄) 結晶などの非線形光学結晶に入射させると、第 2 高調波である波長 532 nm の緑色レーザ光を発生させることができる。

40

【0071】

図 17 のプロジェクタ 100 は、ダイクロイックプリズム 82 を備えている。ダイクロイックプリズム 82 は、赤色の光を選択的に反射する赤色反射面 82R と、青色の光を選

50

択的に反射する青色反射面 8 2 B とを有する。ダイクロイックプリズム 8 2 を用いることにより、赤色レーザー光 3 0 R と青色レーザー光 3 0 B は赤色反射面 8 2 R と青色反射面 8 2 B で反射され、また、緑色レーザー光 3 0 G はそのまま透過して、3 色のレーザー光が合成されて白色のレーザー光 3 0 が得られる。なお、ダイクロイックプリズム 8 2 を用いる代わりに、赤色反射ダイクロイックミラーと青色反射ダイクロイックミラーとを用いて、赤、青、緑色のレーザー光 3 0 R、3 0 G、3 0 B を合成してもよい。

【 0 0 7 2 】

合成された白色のレーザー光 3 0 が、空間光変調器 2 0 のカラーフィルタアレイにおける赤色フィルタに入射すると、赤色のレーザー光のみが赤色フィルタを選択的に透過することができる。同様に、緑色フィルタに入射すると、緑色のレーザー光のみが緑色フィルタを選択的に透過することができ、青色フィルタに入射すると、青色のレーザー光のみが青色フィルタを選択的に透過することができる。

10

【 0 0 7 3 】

なお、ダイクロイックプリズム 8 2 で合成された白色のレーザー光が所定の色温度を示すようにカラーバランスを行う。カラーバランスは、レーザードライバ 6 0 によって各レーザー光源 1 0 R、1 0 G、1 0 B の光出力パワーを調整して実現することができる。あるいは、レーザー光 3 0 R、3 0 G、3 0 B を減光するための ND (ニュートラル・デンシティ) フィルタを必要に応じて光路上に配置してもよい。また、各レーザー光源 1 0 R、1 0 G、1 0 B の光出力パワーを調整する方法として、レーザー発振のパルス幅変調を行い、色ごとにデューティ比を調整してもよい。この方法を採用する場合、空間光変調器 2 0 を照射するレーザー光 3 0 は、厳密には、常に白色であるとはいえず、赤、緑、青色のレーザー光 3 0 R、3 0 G、3 0 B のいずれか 1 つまたは 2 つだけが空間光変調器 2 0 に入射している期間が存在してもよい。重要な点は、人間の目にとって自然なフルカラー画像が観察されることである。

20

【 0 0 7 4 】

なお、レーザー光は、LED や蛍光体から放射された光とは異なり、単色性に極めて優れている。このため、赤、青、緑色のレーザー光 3 0 R、3 0 G、3 0 B を合成して形成される「白色」のレーザー光 3 0 は、白色 LED から放射された光のようにブロードなスペクトルを持たず、3 つの波長で鋭いピークを示す。「白色」のレーザー光 3 0 が入射した各色のカラーフィルタは、3 つの波長のうちの 1 つの波長のレーザー光を選択的に透過するため、空間光変調素子 2 0 から出射された光ビーム 3 0 0 もそれぞれ鋭いピークを持つ。従って、本開示のプロジェクトでは、カラーフィルタアレイを持つ液晶パネルを採用しても、高輝度放電ランプや LED を用いた従来のプロジェクトに比べて、色域が拡大する。

30

【 0 0 7 5 】

次に、図 1 8 A、図 1 8 B、図 1 8 C、および図 1 9 を参照しながら、構成 (2) の例を説明する。構成 (2) はフィールドシーケンシャル方式を実現する。

【 0 0 7 6 】

基本的な構成は、図 1 7 のプロジェクト 1 0 0 の構成と同様である。異なる点の 1 つは、本構成における空間光変調器 2 0 がカラーフィルタアレイを備えていない点にある。

【 0 0 7 7 】

まず、図 1 8 A を参照する。図示されている状態において、第 1 のレーザー素子 1 0 R から赤色のレーザー光 3 0 R が放射されているが、第 2 および第 3 のレーザー素子 1 0 G、1 0 B からレーザー光は放射されていない。第 1 のレーザー素子 1 0 R から放射された赤色のレーザー光 3 0 R は、ダイクロイックプリズム 8 2 の赤色反射面 8 2 R で反射されて空間光変調器 2 0 を照射する。赤色のレーザー光 3 0 R は空間的に変調され、赤色の光ビーム 3 0 0 R の束が形成される。この赤色の光ビーム 3 0 0 R の束によってサブフレーム画像が形成される。

40

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 8 B を参照する。図示されている状態において、第 2 のレーザー素子 1 0 G から緑色のレーザー光 3 0 G が放射されているが、第 1 および第 3 のレーザー素子 1 0 R、1 0

50

B からレーザー光は放射されていない。第 2 のレーザー素子 10 G から放射された緑色のレーザー光 30 G は、ダイクロイックプリズム 82 の赤色反射面 82 R および青色反射面 82 B を透過して空間光変調器 20 を照射する。緑色のレーザー光 30 G は空間的に変調され、緑色の光ビーム 300 G の束が形成される。この緑色の光ビーム 300 G の束によって他のサブフレーム画像が形成される。

【0079】

次に、図 18 C を参照する。図示されている状態において、第 3 のレーザー素子 10 B から青色のレーザー光 30 B が放射されているが、第 1 および第 2 のレーザー素子 10 R、10 G からレーザー光は放射されていない。第 3 のレーザー素子 10 B から放射された青色のレーザー光 30 B は、ダイクロイックプリズム 82 の青色反射面 82 B で反射されて空間光変調器 20 を照射する。青色のレーザー光 30 B は空間的に変調され、青色の光ビーム 300 B の束が形成される。この青色の光ビーム 300 B の束によって更に他のサブフレーム画像が形成される。

【0080】

上記の動作が順次繰り返して行われる。図 19 は、レーザー光源 10 R、10 G、10 B の点灯状態を模式的に示す図である。図 19 における「R」、「G」、「B」の文字をそれぞれ囲む矩形は、レーザー光源 10 R、10 G、10 B がレーザー発振をしてレーザー光を放射している期間を示している。図 19 に示されるように、レーザー光源 10 R、10 G、10 B は、それぞれ、周期的に点灯状態と非点灯状態とを繰り返す。赤色、緑色、青色の 3 枚のサブフレームから 1 フレームのフルカラー画像が構成される。レーザー光源 10 R、10 G、10 B の点灯時間は、それぞれ、異なってもよい。

【0081】

フィールドシーケンシャル方式を採用する場合、液晶パネルの各画素領域を、順次、異なる色のレーザー光が透過するため、色ごとに画素を分ける必要がない。このため、フィールドシーケンシャル方式の液晶パネルでは、画素数(開口の個数)をカラーフィルタアレイの方式に比べて 1/3 に低減することができる。このことは、個々の画素サイズを拡大して回折効果を低減したり、液晶パネルの面積を縮小することに大きく寄与する。また、液晶パネルにカラーフィルタアレイを形成する工程が不要になるため、製造コストが低減され、安価で光透過率の高い液晶パネルを採用することができる。

【0082】

次に、図 20 を参照しながら、構成(3)の例を説明する。構成(3)のプロジェクト 100 は、3つの空間光変調器 20 R、20 G、20 B を備えている。空間光変調器 20 R、20 G、20 B は、カラーフィルタアレイを備えていない。空間光変調器 20 R、20 G、20 B は、それぞれ、異なる波長域のレーザー光で照射される。具体的には、空間光変調器 20 R は、レーザー光源 10 R から放射された赤色のレーザー光 30 R によって照射される。同様に、空間光変調器 20 G は、レーザー光源 10 G から放射された緑色のレーザー光 30 G によって照射され、空間光変調器 20 B は、レーザー光源 10 B から放射された青色のレーザー光 30 B によって照射される。

【0083】

図 20 のプロジェクト 100 では、空間光変調器 20 R、20 G、20 B から出射されたレーザービームの束がダイクロイックプリズム 82 によって合成される。

【0084】

このように発振波長域が異なる複数のレーザー素子を用いることによってカラー画像を形成することができるが、合成に用いるレーザー光の色は光の三原色に限定されない。赤、緑、青以外の色とは別の色に相当する波長のレーザーを加えても良い。いわゆる多原色化により、色域を更に拡大することができる。また、上述したように、レーザー光は極めて単色性が高いため、従来型の光源を利用したプロジェクトに比べて色域が拡大され、表示画像の色再現性を大幅に向上させることができる。

【0085】

なお、図 20 のプロジェクト 100 の基本構成は、図 9 のプロジェクト 100 の基本構

10

20

30

40

50

成と同様であるが、図12から図15のプロジェクト100における基本構成を採用してもよい。特に図15のプロジェクト100が備える基本構成は、複雑な光学レンズ系が不要であるため、プロジェクトの小型軽量化に適している。

【0086】

以下、図15のプロジェクト100を実現するためのレーザ光源10の構成例と動作原理を説明する。このようなレーザ光源10としては、半導体レーザ素子が好適に用いられる。半導体レーザ素子から放射されるレーザ光は、それ自体の回折効果によって拡大する性質を持っているからである。以下、半導体レーザ素子の回折効果を説明する。

【0087】

<半導体レーザ素子の回折効果>

図21は、ある典型的な半導体レーザ素子の基本構成を模式的に示す斜視図である。図には、互いに直交するx軸、y軸、およびz軸から構成される座標軸が記載されている。この座標軸は、半導体レーザ素子に固有の座標軸であり、プロジェクトに固有の座標軸と異なる。区別のため、前者の座標軸を小文字のx、y、zで表記し、後者の座標軸を大文字のX、Y、Zで表記している。

【0088】

図21に示されている半導体レーザ素子10Dは、レーザ光を出射する発光領域(エミッタ)124を含む端面(ファセット)126aを持つ半導体積層構造122を有している。この例における半導体積層構造122は、半導体基板120上に支持されており、p側クラッド層122a、活性層122b、およびn側クラッド層122cを含んでいる。半導体積層構造122の上面126bには、ストライプ状のp側電極12が設けられている。半導体基板120の裏面には、n側電極16が設けられている。p側電極12からn側電極16に向かって、閾値を超える大きさの電流が活性層122bの所定領域を流れることにより、レーザ発振が生じる。半導体積層構造122の端面126aは、不図示の反射膜によって覆われている。レーザ光は、発光領域124から反射膜を介して外部に出射される。

【0089】

図21に示される構成は、半導体レーザ素子10Dの構成の典型的な一例にすぎず、説明を簡単にするため、単純化されている。この単純化された構成の例は、後に詳しく説明する本開示の実施形態をなんら限定するものではない。なお、他の図面では、簡単のため、n側電極16などの構成要素の記載を省略する場合がある。

【0090】

図21に示される半導体レーザ素子10Dにおいて、半導体積層構造122の端面126aがxy面に平行であるので、レーザ光は発光領域124からz軸方向に出射する。レーザ光の光軸はz軸方向に平行である。発光領域124は、端面126aにおいて、半導体積層構造122の積層方向(y軸方向)に平行な方向のサイズ E_y と、積層方向に垂直な方向(x軸方向)のサイズ E_x とを有している。一般に $E_y < E_x$ の関係が成立する。

【0091】

発光領域124のy軸方向サイズ E_y は、活性層122bの厚さによって規定される。活性層122bの厚さは、通常、レーザ発振波長の半分程度か、それ以下である。これに対して、発光領域124のx軸方向サイズ E_x は、レーザ発振に寄与する電流または光を水平横方向(x軸方向)に閉じ込める構造、図21の例ではストライプ状のp側電極12の幅によって規定され得る。一般に、発光領域124のy軸方向サイズ E_y は $0.1 \mu\text{m}$ 前後かそれ以下であり、x軸方向サイズ E_x は $1 \mu\text{m}$ よりも大きい。光出力を高めるには発光領域124のx軸方向サイズ E_x を拡大することが有効であり、x軸方向サイズ E_x は例えば $50 \mu\text{m}$ 以上に設定され得る。

【0092】

本明細書において、 E_x / E_y を発光領域の「アスペクト比」と称する。高出力半導体レーザ素子におけるアスペクト比(E_x / E_y)は、例えば50以上に設定され得るし、100以上に設定されても良い。本明細書においては、アスペクト比(E_x / E_y)が5

10

20

30

40

50

0以上の半導体レーザ素子をブロードエリア型半導体レーザ素子と称する。ブロードエリア型半導体レーザ素子では、水平横モードがシングルモードではなく、マルチモードで発振することが多い。

【0093】

図22Aは、半導体レーザ素子10Dの発光領域124から出たレーザ光30の拡がり方(ダイバージェンス)を模式的に示す斜視図である。図22Bは、レーザ光30の拡がり方を模式的に示す側面図であり、図22Cは、レーザ光30の拡がり方を模式的に示す上面図である。図22Bの右側には、参考のため、半導体レーザ素子10Dをz軸の正方向から見た正面図も記載されている。

【0094】

レーザ光30の断面におけるy軸方向のサイズは長さ F_y 、x軸方向のサイズは長さ F_x によって規定される。 F_y は、レーザ光30の光軸に交差する平面内において、光軸におけるレーザ光30の光強度を基準とするときのy軸方向における半値全幅(FWHM: Full Width at Half Maximum)である。同様に、 F_x は、上記の平面内において、光軸におけるレーザ光30の光強度を基準とするときのx軸方向における半値全幅(FWHM)である。

【0095】

レーザ光30のy軸方向の拡がり角度 f 、x軸方向の拡がり角度 s によって規定される。 f は、発光領域124の中心から等距離の球面上において、その球面がレーザ光30の光軸に交差する点におけるレーザ光30の光強度を基準とするときのyz平面内における半値全角である。同様に、 s は、発光領域124の中心から等距離の球面上において、その球面がレーザ光30の光軸に交差する点におけるレーザ光30の光強度を基準とするときのxz平面内における半値全角である。

【0096】

図22Dは、レーザ光30のy軸方向における拡がりの例を示すグラフであり、図22Eは、レーザ光30のx軸方向における拡がりの例を示すグラフである。グラフの縦軸は規格化された光強度、横軸は角度である。z軸に平行な光軸上でレーザ光30の光強度はピーク値を示している。図22Dからわかるように、レーザ光30の光軸を含むyz面に平行な面内における光強度は、概略的にガウス分布を示す。これに対し、レーザ光30の光軸を含むxz面に平行な面内における光強度は、図22Eに示すように、比較的平坦なトップを持つ狭い分布を示す。この分布には、マルチモード発振に起因する複数のピークが生じることが多い。

【0097】

レーザ光30の断面サイズを規定する長さ F_y 、 F_x 、および、レーザ光30の拡がり方を規定する角度 f 、 s には、上記の定義以外の定義が与えられる場合もある。

【0098】

図示されるように、発光領域124から出たレーザ光30の拡がり方は異方性を持ち、一般に、 $f > s$ の関係が成立する。 f が大きくなる理由は、発光領域124のy軸方向サイズ E_y がレーザ光30の波長以下であるため、y軸方向に強い回折が生じるからである。これに対して、発光領域124のx軸方向サイズ E_x はレーザ光30の波長よりも十分に長く、x軸方向には回折が生じにくい。

【0099】

図23は、レーザ光30の断面のy軸方向サイズ F_y およびx軸方向サイズ F_x と、発光領域124からの距離(z軸方向の位置)との関係の例を示すグラフである。図23からわかるように、レーザ光30の断面は、発光領域124の近傍においては、相対的にx軸方向に長いニアフィールドパターン(NFP)を示すが、発光領域124から充分に遠ざかると、y軸方向に長く延びたファーフIELDパターン(FFP)を示すようになる。

【0100】

このように、レーザ光30の断面の拡大は、発光領域124から離れるに従って、y軸

10

20

30

40

50

方向では「速 (f a s t)」く、x 軸方向では「遅 (s l o w)」い。このため、半導体レーザ素子 1 0 D を座標の基準として、y 軸方向は速軸 (f a s t a x i s) 方向、x 軸方向は遅軸 (s l o w a x i s) 方向と称されている。

【 0 1 0 1 】

図 2 4 は、半導体レーザ素子 1 0 D を用いて、図 1 5 のプロジェクタ 1 0 0 を実現するための構成例を示す斜視図である。この例において、半導体レーザ素子 1 0 D は、パッケージ 4 0 0 に搭載されている。パッケージ 4 0 0 は、半導体レーザ素子 1 0 D が固定される不図示のヒートシンク、半導体レーザ素子 1 0 D に駆動電流を供給する金属配線、これらを支持するステムなどを備えているが、周知であるため、図示は省略する。パッケージ 4 0 0 の向きは、半導体レーザ素子 1 0 D の半導体積層方向 (y 軸方向すなわち速軸方向) が図 2 4 における縦方向 (Y 軸方向) に直交するように決定されている。図 2 4 では、単一の半導体レーザ素子 1 0 D のみが記載されているが、複数の半導体レーザ素子 1 0 D が使用される場合は、全ての半導体レーザ素子 1 0 D の半導体積層方向が縦方向 (Y 軸方向) に一致する。

10

【 0 1 0 2 】

図 2 4 に示されるように、半導体レーザ素子 1 0 D から出たレーザ光 3 0 は、光軸 (z 軸) に垂直な断面において速軸 (y 軸) 方向におけるサイズ F_y が遅軸 (x 軸) 方向におけるサイズ F_x よりも大きな形状を有しており、このような非等方的な形状を有するレーザ光 3 0 で空間光変調器 2 0 を照射する。

【 0 1 0 3 】

図 2 4 に示される例において、空間光変調器 2 0 上におけるレーザ光 3 0 の光変調領域 (光透過領域の全体) 2 0 T は、x 軸方向 (横方向) における第 1 のサイズ T_x と、x 軸方向に垂直な y 軸方向 (垂直方向) における第 2 のサイズ T_y を有し、第 1 のサイズ T_x は第 2 のサイズ T_y よりも大きい。この例では、半導体レーザ素子 1 0 D の速軸 (y 軸) 方向が空間光変調器 2 0 における光変調領域 2 0 T の x 軸方向に一致するように配置されている。言い換えると、半導体レーザ素子 1 0 D は、半導体積層方向 (y 方向または速軸方向) が空間光変調器 2 0 の光変調領域 2 0 T の最小寸法方向 (T_y 方向すなわち y 軸方向) に対して直交するように配置されている。そして、半導体レーザ素子 1 0 D から放射されたレーザ光 3 0 は、光軸 (z 軸) に垂直な断面を拡大しながら空間光変調器 2 0 の光変調領域 2 0 T に入射し、レーザ光 3 0 の照射領域は光変調領域 2 0 T の全体を含む。このような構成を採用することにより、半導体レーザ素子 1 0 D から出たレーザ光 3 0 の自然な拡がりを利用して、効果的に空間光変調器 2 0 の光変調領域 2 0 T を照射することができる。このため、レンズまたはミラーによる光量の損失を低減しつつ、プロジェクタ 1 0 0 の小型軽量化および製造コストを低下することができる。

20

30

【 0 1 0 4 】

図 2 5 は、プロジェクタ 1 0 0 の筐体内に発振波長が異なる 3 個の半導体レーザ素子 1 0 D が配置されている構成例を模式的に示す斜視図である。異なる色のレーザ光 3 0 はダイクロイックプリズム 8 2 によって合成されて空間光変調器 2 0 を照射する。全ての半導体レーザ素子 1 0 D について、半導体積層方向 (速軸方向) が空間光変調器 2 0 の光変調領域 2 0 T の最小寸法方向 (T_y 方向すなわち y 軸方向) に対して直交するように配置されている。このような構成によれば、各半導体レーザ素子 1 0 D から出たレーザ光 3 0 の自然な拡がりを利用して、効果的に空間光変調器 2 0 の光変調領域 2 0 T の全体を照射することができる。なお、図 2 5 の構成において、不図示のミラーまたは絞りなどの光学素子がプロジェクタ 1 0 0 内に配置されていても良い。

40

【 0 1 0 5 】

高い光出力が求められる用途では、半導体レーザ素子 1 0 D のチップ面積がますます大きくなりつつある。図 2 5 に示すように、全ての半導体レーザ素子 1 0 D の半導体積層方向が筐体のベース 1 0 0 C に対して平行になる配置を実現することにより、ベース 1 0 0 C 上における半導体レーザ素子 1 0 D の占有面積を縮小してプロジェクタ 1 0 0 の小型化をはかることができる。

50

【0106】

図25には、各半導体レーザ素子10Dを収容するパッケージは図示されてない。各半導体レーザ素子10Dのチップ面積が大きくなると、パッケージのサイズは半導体レーザ素子10Dの半導体積層方向には相対的に短く、半導体積層方向に垂直な方向には相対的に長くなり得る。このため、半導体レーザ素子10Dがパッケージに収納されている場合でも、図25の配置は専有面積の縮小に寄与する。

【0107】

なお、通常の半導体レーザ素子10Dから放射されるレーザ光30は、遅軸(x軸)方向に直線偏光している。このような半導体レーザ素子10Dを用いる場合、空間光変調器20の光変調領域20Tは、Y軸方向に直線偏光したレーザ光30で照射されることになる。空間光変調器20が前述したTN液晶の液晶パネルによって実現されている場合は、光出射側の偏光フィルムの偏光透過軸は、ノーマリオンまたはノーマリオフの動作に応じて、X軸方向またはY軸方向に一致するように設定される。前述したように、表示画像のコントラストの観点から、光出射側の偏光フィルムの偏光透過軸は、空間光変調器20に入射するときのレーザ光30の偏光方向に対して直交していることが好ましい。言い換えると、光出射側の偏光フィルムの偏光透過軸は、光変調領域20Tの最小寸法方向(Ty方向すなわちY軸方向)に対して直交していることが好ましい。いわゆる黒浮きのない高コントラストな画像表示が実現できるからである。

【0108】

上記のように配置された空間光変調器20と半導体レーザ素子10Dの間には、レーザ光30の断面形状または光強度分布を調整する目的で、コリメートレンズなどのビーム成形レンズや絞りが配置されても良い。また、図24および図25の構成を採用する場合であっても、空間光変調器20の光出射側に投影倍率調整レンズを設けることを排除しない。

【0109】

半導体レーザ素子10Dをレーザ光源10として用いると、光源サイズが極めて小さく、また、半導体レーザ素子10Dそのものが示す回折効果によってレーザ光を拡げることができるため、従来のプロジェクタに比べて顕著な小型化を達成することができる。半導体レーザ素子10Dは、一般的に直径が5.6mm、または、3.0mmなどのパッケージに装填されて製品化されているが、その中に実装される半導体レーザ素子10Dのチップサイズは、例えば共振器長方向(z軸方向)に1.0mm、端面の横方向(x軸方向)に0.3mm、厚さ方向(y軸方向)に0.05mmと大変小さい。このような小型のレーザ光源と小型の液晶パネルを用いると、携帯用の小型プロジェクタを実現することができる。カラー表示を行う場合、上述したカラーフィルタアレイを備える構成であれば、例えば横8mm×縦6mmのサイズを有する液晶パネルを用いることができる。また、フィールドシーケンシャル方式であれば、表示に必要な画素数を1/3に減らすことができるため、例えば横4mm×縦3mmのサイズ、またはそれ以下のサイズを有する超小型液晶パネルを採用し、プロジェクタを更に小さくすることが可能になる。このようなプロジェクタであれば、例えばノートパソコンのディスプレイ上部に取り付けることにより、デスクトップまたは部屋の壁面に対してフォーカスフリーで画像を投影して表示することが可能になる。このような構成例は、反射型ではなく透過型の空間光変調器を採用することによって簡便に実現できる。

【0110】

上記の例では、半導体レーザ素子10Dとして、半導体積層構造の端面からレーザ光を放射する端面発光型の半導体レーザ素子を用いているが、本開示のプロジェクタに採用可能な半導体レーザ素子10Dは、この例に限定されない。面発光型の半導体レーザ素子を用いても良い。

【0111】

本開示のプロジェクタは、人間の目に見える静止画または動画をスクリーン上に表示する用途以外の用途に用いることもできる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 2 】

図 2 6 は、表面に凹凸または曲面を有するワーク 2 0 0 b に像を投影する露光装置の構成の例を示している。フォーカスフリーの特性を活かして、従来の露光装置では困難であった対象物の表面に設けた感光性樹脂をマスクレスで露光することが可能になる。

【 0 1 1 3 】

図 2 7 は、イメージセンサなどの受光素子 2 0 0 c の受光面に光ビーム 3 0 0 の束を入射する構成の例を示している。空間光変調器 2 0 が形成する二次元パターンは、例えば、伝達すべき情報を示すように符号化されている。このように符号化された情報は、空間光変調器 2 0 から出射された光ビーム 3 0 0 の束が示す空間的な強度分布に反映される。受光素子 2 0 0 c は、光ビーム 3 0 0 の束が示す空間的な強度分布を検知する。受光素子 2 0 0 c の出力に基づいて、不図示のコンピュータは上記の情報を復号化することができる。このように本開示のプロジェクタは情報の送信装置に適用することも可能である。

10

【 0 1 1 4 】

図 2 6 および図 2 7 に示す例では、レーザ光の波長は可視光域から外れていてもよい。紫外線または赤外線領域のレーザ光であっても本開示のプロジェクタに用いることができる。本開示のプロジェクタにより、例えば感光性樹脂の所望の位置に適切な波長の光を照射して 3 D プリンティングを実現することも可能である。光ビームの出力を高めることにより、物体上の照射点の温度を局所的に高め、物体の加工または表面処理を行っても良い。

【 0 1 1 5 】

装置の小型軽量化という観点からは、レーザ光源 1 0 として半導体レーザ素子を用いることが好ましいが、本発明はそのような例に限定されない。レーザ光源 1 0 の一部または全部が、半導体レーザ素子以外のレーザ装置によって構成されていても良い。光出力が高い他の固体レーザ装置または気体レーザ装置などの高出力レーザ装置を用いてもよい。高出力レーザ装置を用いることにより、室外など投射距離が長い状況下でのプロジェクタの使用を行うことが可能になる。また、より大容量の情報通信を実現したり、物体のより広い領域に対する加工または表面処理を高速に行うことも可能になる。

20

【 0 1 1 6 】

空間光変調器としてスライド(ポジ型フィルム)、プレパラート試料、切り絵などを用いる場合、「開口」の形状および大きさは、液晶パネルとは異なり、1つの空間光変調器内において多様であり得る。

30

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 7 】

本開示のプロジェクタは、フォーカスフリーである特長を活かして、傾斜したスクリーンや、表面に凹凸がある物体に像を投影する種々の用途に広く利用され得る。像が投影される対象は、スクリーンのみならず、壁、ガラス、デスクトップ、建物、道路、車両、身体の一部(例えば腕、手のひら、背中など)または全身、水滴または粉末粒子の集まり、流動体、半透明体、感光性樹脂、イメージセンサなどを広く含む。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 8 】

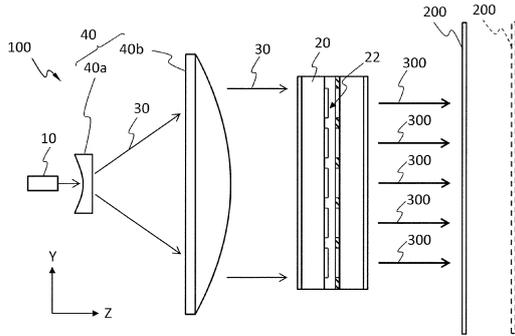
- 1 0 レーザ光源
- 1 0 R 第 1 のレーザ素子
- 1 0 G 第 2 のレーザ素子
- 1 0 B 第 3 のレーザ素子
- 1 0 D 半導体レーザ素子
- 1 2 半導体レーザ素子の p 側電極
- 1 6 半導体レーザ素子の n 側電極
- 1 8 インコヒーレント光源
- 2 0、2 0 R、2 0 G、2 0 B 空間光変調器
- 2 0 T 空間光変調器の光変調領域

40

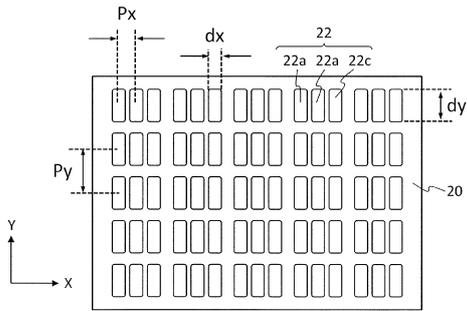
50

2 1	液晶層		
2 2	開口 (アパーチャ)		
2 3 a、2 3 b	透明基板		
2 4	画素電極		
2 5	対向電極		
2 6	カラーフィルタアレイ		
2 8 a	第1の偏光フィルム		
2 8 b	第2の偏光フィルム		
2 9	マイクロレンズアレイ		
3 0、3 0 R、3 0 G、3 0 B	レーザ光		10
4 0	ビーム成形レンズ		
4 0 a	凹レンズ		
4 0 b	凸レンズ		
5 0	投影倍率調整レンズ		
5 0 b	凸レンズ(投影倍率調整レンズ)		
6 0	レーザドライバ		
7 0	S L Mドライバ		
8 0	ミラー		
1 0 0	プロジェクタ		
1 2 0	半導体基板		20
1 2 2	半導体積層構造		
1 2 2 a	p側クラッド層		
1 2 2 b	活性層		
1 2 2 c	n側クラッド層		
1 2 4	発光領域 (エミッタ)		
1 2 6 a	端面 (ファセット)		
1 2 6 b	半導体積層構造の上面		
2 0 0	スクリーン		
2 0 0 b	ワーク		
2 0 0 c	受光素子		30
2 5 0	液晶パネル		
3 0 0、3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B	光ビーム		
4 0 0	パッケージ		
5 5 0	投射レンズ光学系		

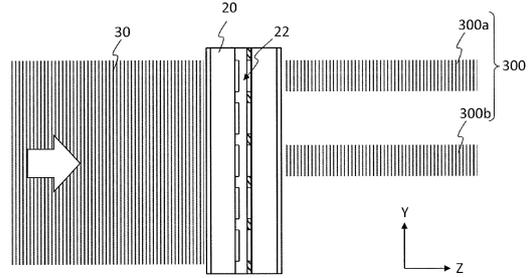
【図1】



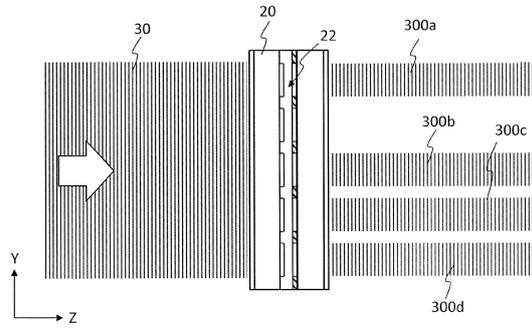
【図2】



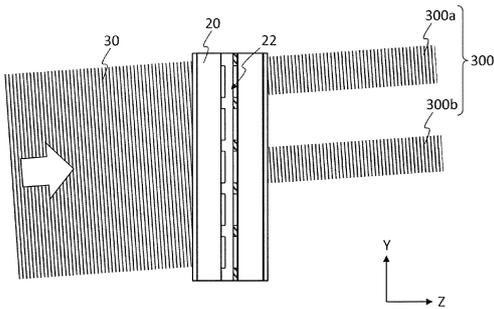
【図3A】



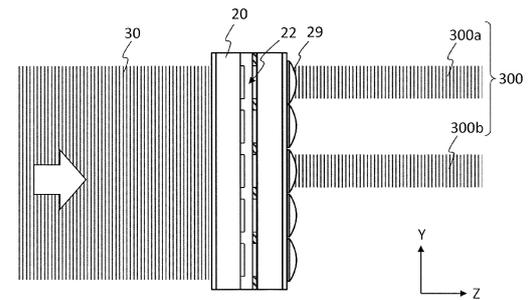
【図3B】



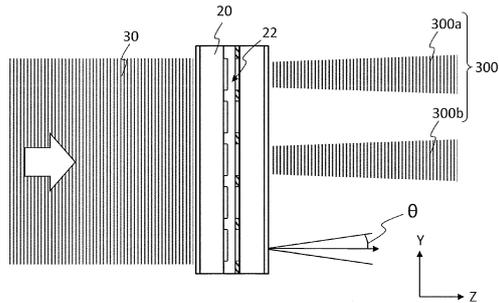
【図3C】



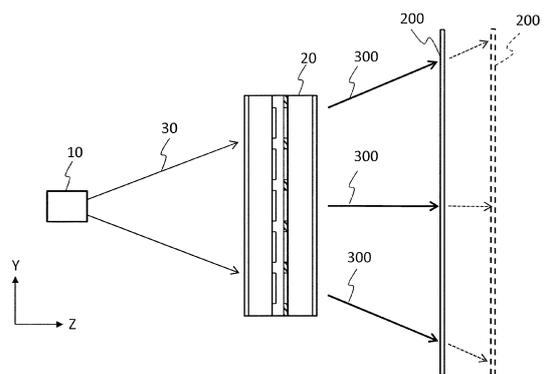
【図5】



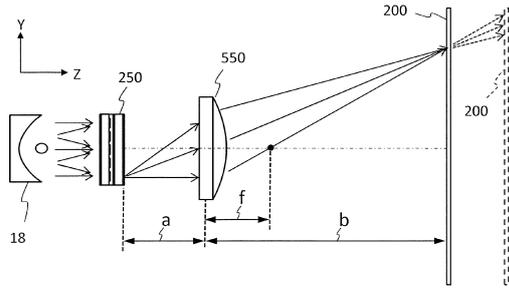
【図4】



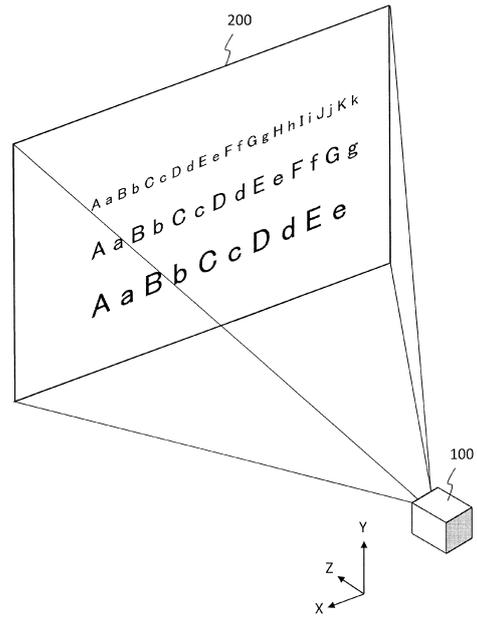
【図6】



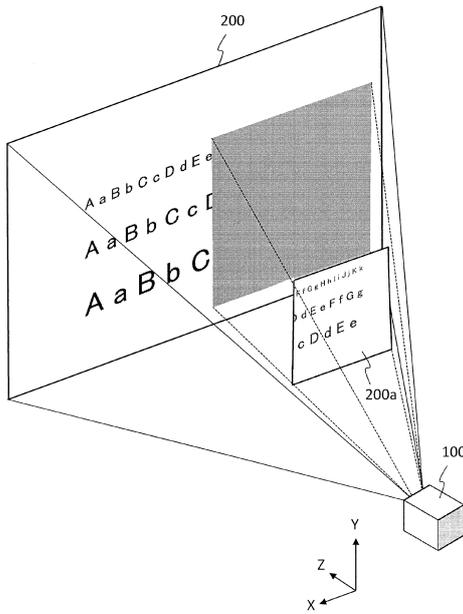
【図7】



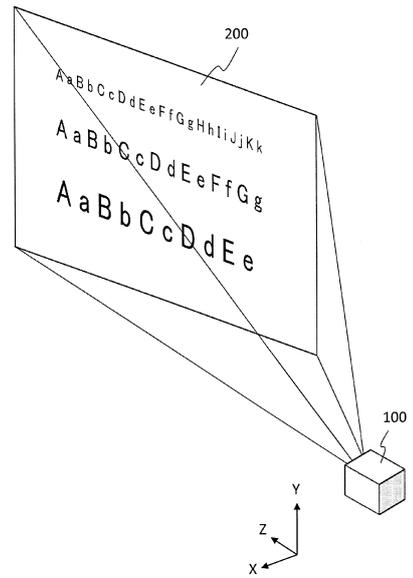
【図8A】



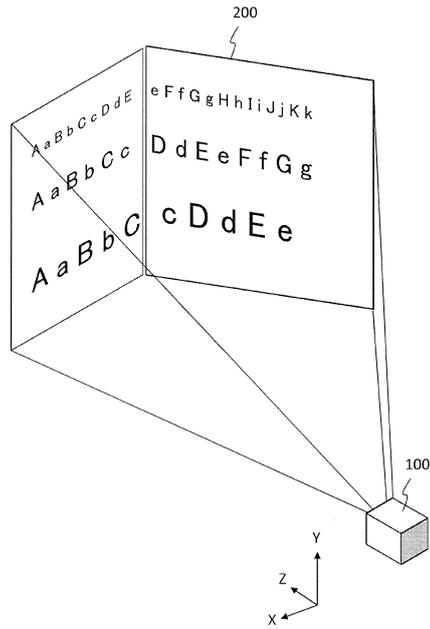
【図8B】



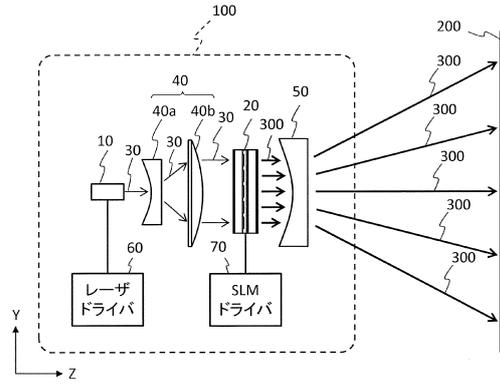
【図8C】



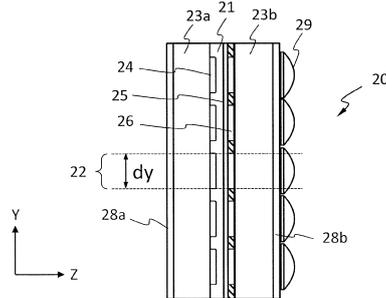
【図8D】



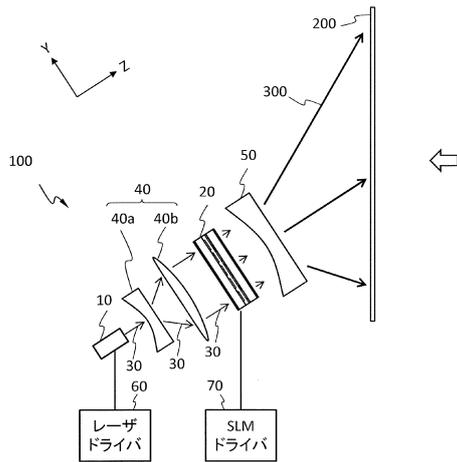
【図9】



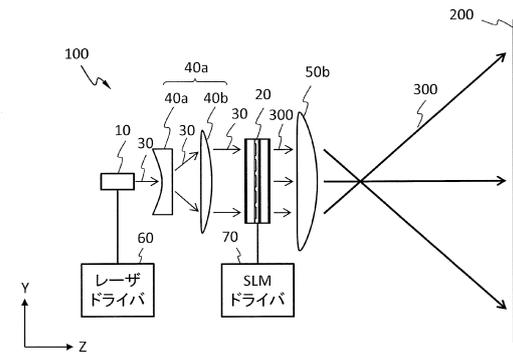
【図10】



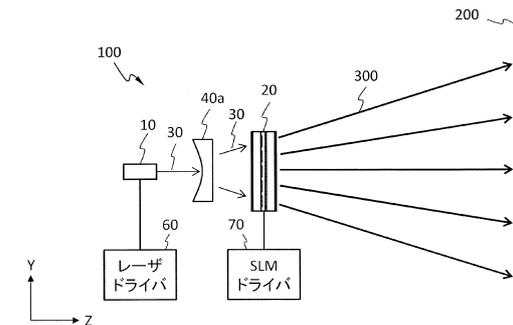
【図11】



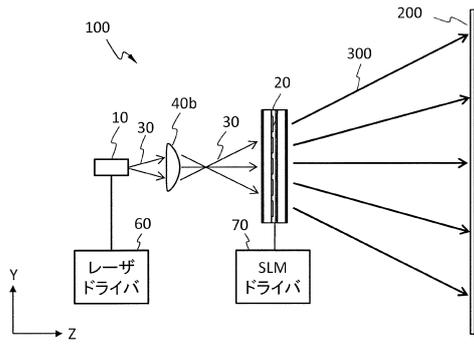
【図12】



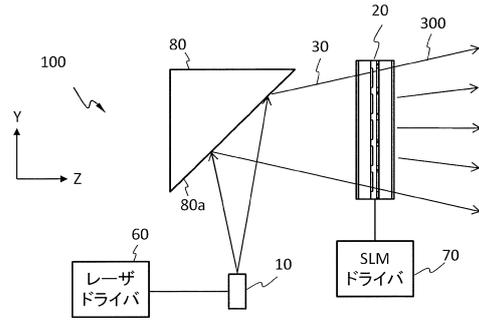
【図13】



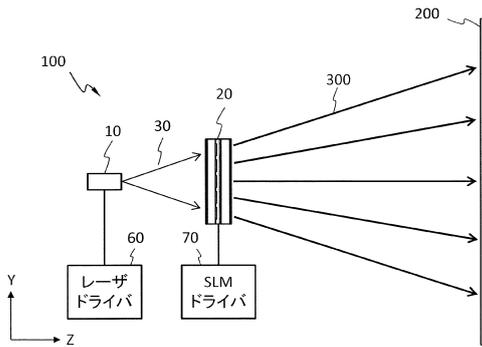
【図14】



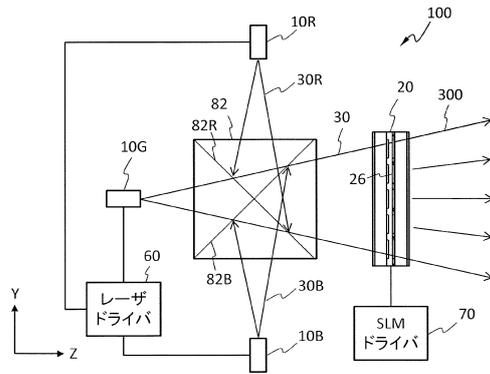
【図16】



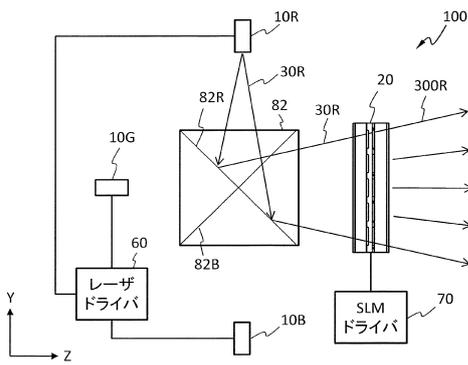
【図15】



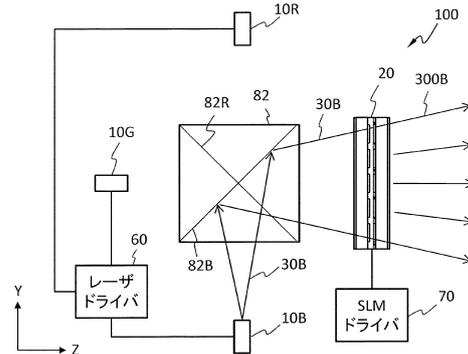
【図17】



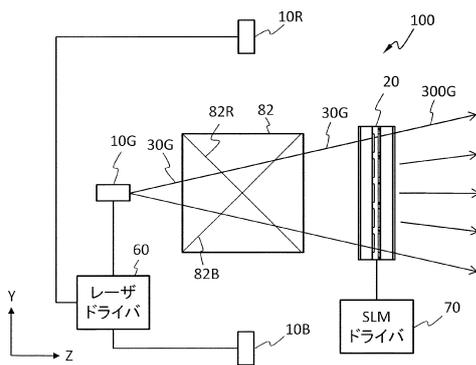
【図18A】



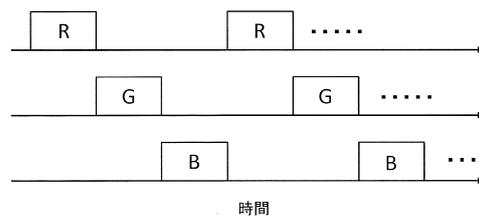
【図18C】



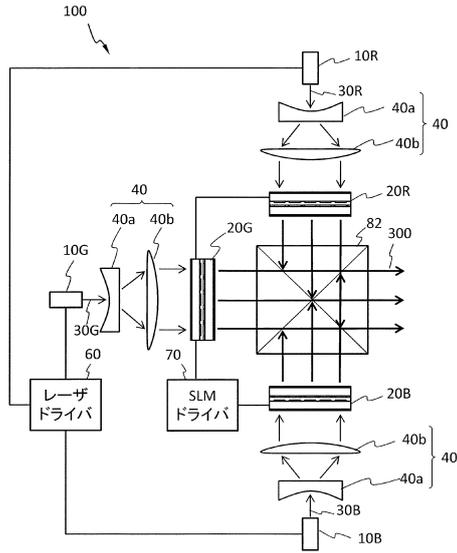
【図18B】



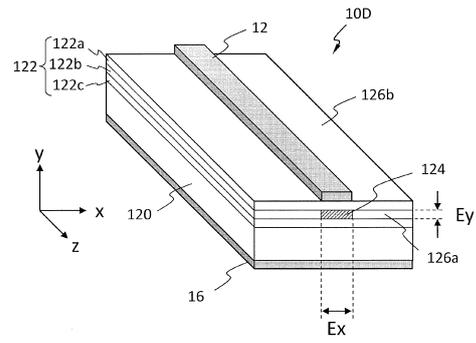
【図19】



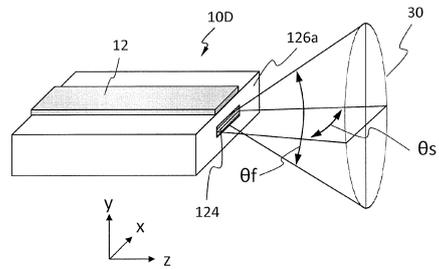
【図20】



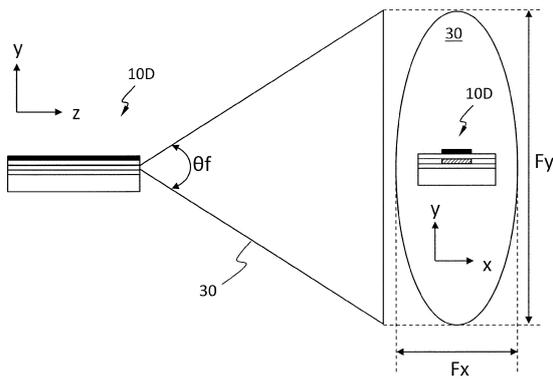
【図21】



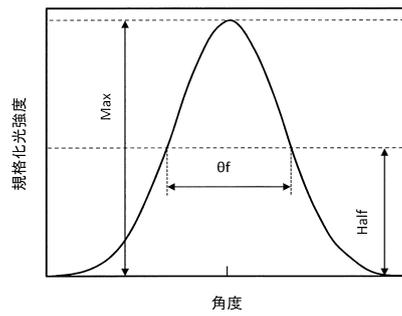
【図22A】



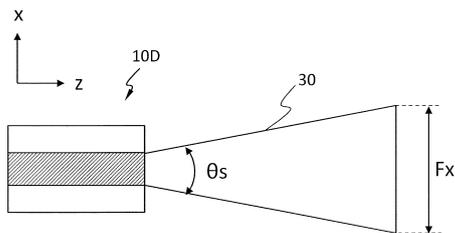
【図22B】



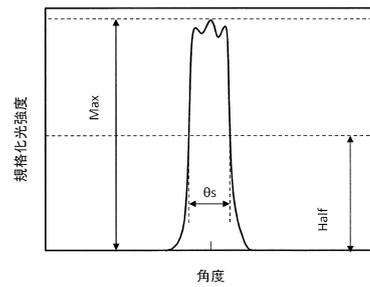
【図22D】



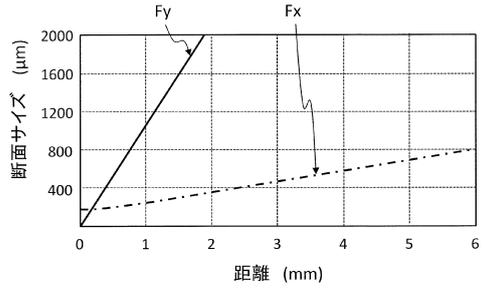
【図22C】



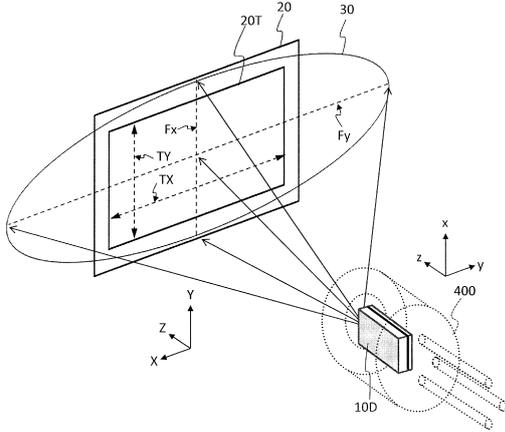
【図22E】



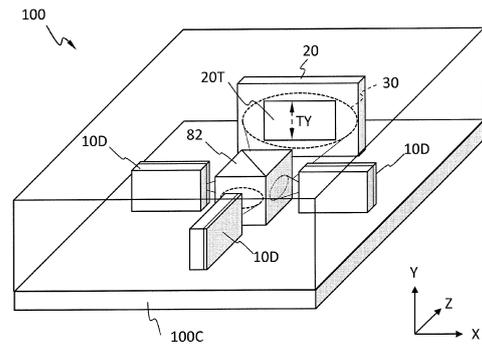
【図 23】



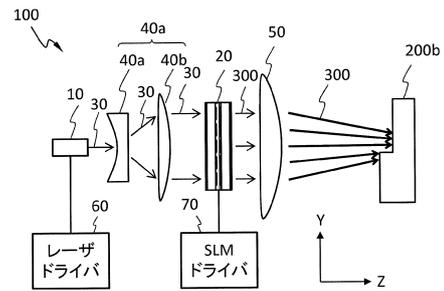
【図 24】



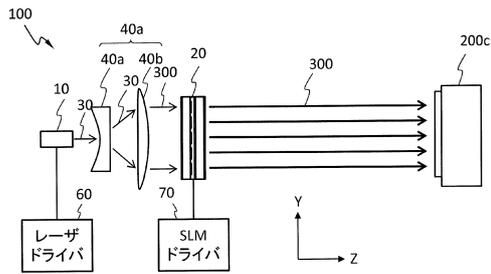
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(74)代理人 100125922

弁理士 三宅 章子

(74)代理人 100202197

弁理士 村瀬 成康

(74)代理人 100202142

弁理士 北 倫子

(72)発明者 岸本 克彦

大阪府堺市堺区匠町1番地 堺ディスプレイプロダクト株式会社内

審査官 小野 博之

(56)参考文献 特開2013-092745(JP,A)

国際公開第2007/013221(WO,A1)

特開平10-293545(JP,A)

特開2000-284222(JP,A)

特開2004-138669(JP,A)

特開平05-019250(JP,A)

特開2009-003171(JP,A)

特開2012-059898(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10

21/12 - 21/30

21/56 - 21/64

33/00 - 33/16

H04N 5/66 - 5/74