

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年3月26日(26.03.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/041196 A1

- (51) 国際特許分類:
G03B 21/14 (2006.01) *G03B 21/00* (2006.01)
F21S 2/00 (2006.01) *H04N 5/74* (2006.01)
F21V 5/04 (2006.01) *F21Y 101/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074351
- (22) 国際出願日: 2014年9月16日(16.09.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-193998 2013年9月19日(19.09.2013) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡本 昌士(OKAMOTO, Masashi); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 森安 研吾(MORIYASU, Kengo); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 山田 裕貴(YAMADA, Hirotaka); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP). 三浦 雄一(MIURA, Yuichi); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hy-

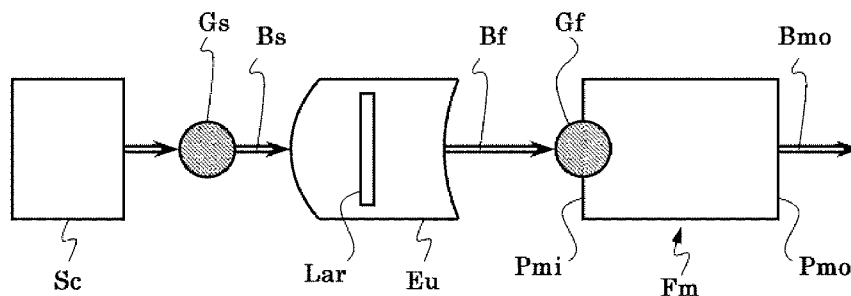
ogo (JP). 清水 幹雄(SHIMIZU, Mikio); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人 ユニウス国際特許事務所 (UNIUS PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13-9 新大阪MTビル1号館 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: LIGHT SOURCE DEVICE AND PROJECTOR

(54) 発明の名称: 光源装置およびプロジェクタ



(57) Abstract: The present invention prevents the appearance of periodic patterns superimposed on transmitted light in a two-dimensional lens array or a cross-cylindrical lens array for speckle reduction. This light source device comprises: a light emission region (Gs) formed by a coherent light source (Sc); a light mixing means (Fm) wherein angle and position components of incident light rays from a light incident end (Pmi) are mixed and light is emitted from an emission end (Pmo); and a light beam matching optical system (Eu) for projecting a light beam emitted from the light emission region (Gs) on the light incident end (Pmi). The light beam matching optical system (Eu) is equipped with a two-dimensional lens array (Lar) that functions as a light diffusing means. The effective area of the two-dimensional lens array (Lar) is composed of at least one sub-region, and the arrangement of the vertices of individual lenses constituting the sub-region is aperiodic.

(57) 要約: スペckル低減用の2次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイの透過光に重畳される周期的模様の出現を回避すること。コヒーレント光源(Sc)によって形成される光放射領域(Gs)と、入射端(Pmi)からの入射光線の角度と位置の成分の混合を行って射出端(Pmo)から射出する光混合手段(Fm)と、光放射領域(Gs)から発した光束を入射端(Pmi)に投影するための光束整合光学系(Eu)と、を有する光源装置であって、光束整合光学系(Eu)は、光拡散手段として機能する2次元レンズアレイ(Lar)を具備しており、2次元レンズアレイ(Lar)は、その有効領域が、少なくとも1個のサブ領域から構成され、サブ領域を構成する個々のレンズの頂点の並びが、非周期的である。

WO 2015/041196 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光源装置およびプロジェクタ

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、プロジェクタなどの光学装置において使用可能な、半導体レーザなどのコヒーレント光源を用いた光源装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、DLP (TM) プロジェクタや液晶プロジェクタのような画像表示用のプロジェクタや、フォトマスク露光装置においては、これまで、キセノンランプや超高圧水銀ランプなどの高輝度放電ランプ（HIDランプ）が使用されてきた。

一例として、本発明のプロジェクタに係わる従来のプロジェクタの一種の一部の一形態を説明する図である、図13を用いてプロジェクタの原理について述べる（参考：特開2004-252112号公報など）。

[0003] 前記したように、高輝度放電ランプ等からなる光源（SjA）からの光は、凹面反射鏡やレンズ等からなる集光手段（図示を省略）の助けを借りるなどして、光均一化手段（FmA）の入射端（PmiA）に入力され、射出端（PmoA）から出力される。

ここで、前記光均一化手段（FmA）として、例えば、光ガイドを使うことができ、これは、ロッドインテグレータ、ライトトンネルなどの名称でも呼ばれており、ガラスや樹脂などの光透過性の材料からなる角柱によって構成され、前記入射端（PmiA）に入力された光は、光ファイバと同じ原理に従って、前記光均一化手段（FmA）の側面で全反射を繰り返しながら、前記光均一化手段（FmA）の中を伝播することにより、仮に前記入射端（PmiA）に入力された光の分布にムラがあったとしても、前記射出端（PmoA）上の照度が十分に均一化されるように機能する。

[0004] なお、いま述べた光ガイドに関しては、前記した、ガラスや樹脂などの光透過性の材料からなる角柱によって構成されるものの他に、中空の角筒で、

その内面が反射鏡になっており、同様に内面で反射を繰り返しながら光を伝播させ、同様の機能を果たすものもある。

[0005] 前記射出端（ $P_{m \circ A}$ ）の四角形の像が、2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）上に結像されるよう、照明レンズ（ $E_{j1}A$ ）を配置することにより、前記射出端（ $P_{m \circ A}$ ）から出力された光によって前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）が照明される。ただし、図13においては、前記照明レンズ（ $E_{j1}A$ ）と前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）との間にミラー（ M_{jA} ）を配置してある。

そして前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）は、映像信号に従って、画素毎に光を投影レンズ（ $E_{j2}A$ ）に入射される方向に向かわせる、あるいは入射されない方向に向かわせるように変調することにより、スクリーン（ T_j ）上に画像を表示する。

[0006] なお、前記したような2次元光振幅変調素子は、ライトバルブと呼ばれることもあり、図13の光学系の場合は、前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）として、一般にDMD(TM)（デジタル・マイクロミラー・デバイス）が使われることが多い。

[0007] 光均一化手段に関しては、前記した光ガイドの他に、フライアイインテグレートという名称で呼ばれるものもあり、この光均一化手段を使ったプロジェクタについて、一例として、本発明のプロジェクタに係わる従来のプロジェクタの一種の一部の一形態を説明する図である、図14を用いてその原理を述べる（参考：特開2001-142141号公報など）。

[0008] 高輝度放電ランプ等からなる光源（ S_{jB} ）からの光は、凹面反射鏡やレンズ等からなるコリメータ手段（図示を省略）の助けを借りるなどして、略平行光束として、フライアイインテグレートによる光均一化手段（ F_{mB} ）の入射端（ P_{miB} ）に入力され、射出端（ P_{moB} ）から出力される。

ここで、前記光均一化手段（ F_{mB} ）は、入射側の前段フライアイレンズ（ F_{1B} ）と射出側の後段フライアイレンズ（ F_{2B} ）と照明レンズ（ E_{j1B} ）の組合せで構成される。前記前段フライアイレンズ（ F_{1B} ）、前

記後段フライアイレンズ（F 2 B）とともに、同一焦点距離、同一形状の四角形のレンズを、縦横それぞれに多数並べたものとして形成されている。

[0009] 前記前段フライアイレンズ（F 1 B）の各レンズと、それぞれの後段にある、前記後段フライアイレンズ（F 2 B）の対応するレンズとは、ケーラー照明と呼ばれる光学系を構成しており、したがって、ケーラー照明光学系が縦横に多数並んでいることになる。

一般にケーラー照明光学系とは、2枚のレンズから構成され、前段レンズが光を集めて対象面を照明するに際し、前段レンズは、対象面に光源像を結像するのではなく、後段レンズ中央の面上に光源像を結像し、後段レンズが前段レンズの外形の四角形を対象面（照明したい面）に結像するように配置することにより、対象面を均一に照明するものである。

後段レンズの働きは、もしこれが無い場合は、光源が完全な点光源でなく有限の大きさを持つとき、その大きさに依存して対象面の四角形の周囲部の照度が落ちる現象を防ぐため、後段レンズによって、光源の大きさに依存せずに、対象面の四角形の周囲部まで均一な照度にすることができる。

[0010] ここで、図14の光学系の場合、前記光均一化手段（F m B）には略平行光束が入力されることを基本としているため、前記前段フライアイレンズ（F 1 B）と前記後段フライアイレンズ（F 2 B）との間隔は、それらの焦点距離に等しくなるように配置され、よってケーラー照明光学系としての均一照明の対象面の像は無限遠に生成される。

ただし、前記後段フライアイレンズ（F 2 B）の後段には、前記照明レンズ（E j 1 B）を配置してあるため、対象面は、無限遠から前記照明レンズ（E j 1 B）の焦点面上に引き寄せられる。

縦横に多数並んでいるケーラー照明光学系は、入射光軸（Z i B）に平行であり、それぞれの中心軸に対して略軸対称に光束が入力されるため、出力光束も略軸対称であるから、レンズ面に同じ角度で入射した光線は、レンズ面上の入射位置によらず、焦点面上の同じ点に向かうよう屈折される、というレンズの性質、即ちレンズのフーリエ変換作用により、全てのケーラー照

明光学系の出力は、前記照明レンズ（ $E_{j1}B$ ）の焦点面上の同じ対象面に結像される。

[0011] その結果、前記前段フライアイレンズ（ $F1B$ ）の各レンズ面での照度分布が全て重ね合わされ、よって、ケーラー照明光学系が1個の場合よりも照度分布がより均一となった、1個の合成四角形の像が、前記入射光軸（ Z_iB ）上に形成されることになる。

前記合成四角形の像の位置に2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）を配置することにより、前記射出端（ $P_{mo}B$ ）から出力された光によって、照明対象である前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）が照明される。

ただし、照明に際しては、前記照明レンズ（ $E_{j1}B$ ）と前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）との間に偏光ビームスプリッタ（ M_jB ）を配置して、これにより光が前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）に向けて反射されるようにしてある。

そして前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）は、映像信号に従って、画素毎に光の偏光方向を90度回転させる、あるいは回転させないように変調して反射することにより、回転させられた光のみが、前記偏光ビームスプリッタ（ M_jB ）を透過して投影レンズ（ $E_{j3}B$ ）に入射され、スクリーン（ T_j ）上に画像を表示する。

[0012] なお、図14の光学系の場合、前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}A$ ）として、一般にLCOS(TM)（シリコン液晶デバイス）が使われることが多い。

このような液晶デバイスの場合、規定の偏光方向の光の成分しか有効に変調できないため、普通は、規定の偏光方向に平行な成分はそのまま透過させるが、規定の偏光方向に垂直な成分のみ偏光方向を90度回転させ、結果として全ての光を有効利用できるようなするための偏光整列機能素子（ P_cB ）が、例えば前記後段フライアイレンズ（ $F2B$ ）の後段に挿入される。

また、前記2次元光振幅変調素子（ $D_{mj}B$ ）には略平行光が入射されるよう、例えばその直前に、フィールドレンズ（ $E_{j2}B$ ）が挿入される。

[0013] なお、２次元光振幅変調素子に関しては、図１４に記載したような反射型のものの他に、透過型の液晶デバイス（ＬＣＤ）も、それに適合する光学配置にして使用される（参考：特開平１０－１３３３０３号公報など）。

[0014] ところで、通常のプロジェクタでは、画像をカラー表示するために、例えば、前記光均一化手段の後段にカラーホイールなどの動的色フィルタを配置して、Ｒ、Ｇ、Ｂ（赤および緑、青）の色順次光束として前記２次元光振幅変調素子を照明し、時分割によってカラー表示を実現したり、あるいは、前記光均一化手段の後段にダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムを配置してＲ、Ｇ、Ｂの３原色に色分解した光で各色独立に設けた２次元光振幅変調素子を照明し、ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムを配置してＲ、Ｇ、Ｂの３原色の変調光束の色合成を行うための光学系を構成するが、複雑になることを避けるため、図１３、図１４においては省略してある。

[0015] しかしながら、前記した高輝度放電ランプは、投入電力から光パワーへの変換効率が低い、すなわち発熱損が大きい、あるいは寿命が短い、などの欠点を有していた。

これらの欠点を克服した代替光源として、近年、ＬＥＤや半導体レーザ等の固体光源が注目されている。

このうち、ＬＥＤについては、放電ランプと比較して発熱損が小さく、また長寿命であるが、放射される光に関しては、放電ランプと同様に指向性がないため、前記したプロジェクタや露光装置等の、特定の方向の光のみが利用可能な用途においては、光の利用効率が低いという問題があった。

[0016] 一方、半導体レーザについては、ＬＥＤと同様に、発熱損が小さく、長寿命である上に、指向性が高いため、前記したプロジェクタや露光装置等の、特定の方向の光のみが利用可能な用途においても、光の利用効率が低いという利点がある。

また、高い指向性を活かして、光ファイバによる光伝送を高効率で行えるため、半導体レーザの設置場所と、プロジェクタなど、その光を利用する場

所とを分離することが可能であり、装置設計の自由度を高めることができる。

[0017] しかしその反面、半導体レーザにはスペックルノイズが発生するという問題があった。

ここでスペックルとは、半導体レーザやその他のレーザの光、あるいは（高調波発生・光パラメトリック効果などのような非線形光学現象を利用して）レーザ光を波長変換するなどして生成した、コヒーレント光を投射した場合に不可避免的に現れる、粒状・斑点状の模様であって、前記したプロジェクタのような鑑賞用の映像を生成する用途や、感光性材料からなる被膜にフォトリソのパターンを精密に露光する用途においては、画質を著しく劣化させる、非常に厄介な現象であるため、改善のための工夫が、古くから数多く提案されて来た。

[0018] 例を挙げれば、拡散板・フライアイインテグレータ・ロッドインテグレータ・レンズアレイ・ビームスプリッタ・多重反射素子等を用いて、光軸に垂直な断面内で光束を分割して重ね合わせたり、光束の光軸に垂直な断面の位置に依存した位相・偏光状態・遅延等を付与したり、さらに光学素子を回転・振動・揺動するなどして分割状態や付与状態を時間的に変化させるなどである。

これらの工夫のうち、最も多用される手段が拡散板を用いるものであるが、この手段を単独で使う場合、その拡散度合いを強くするほど、これによってスペックルノイズ低減能力が高まる反面、光の利用効率が低下する、トレードオフの関係が存在するため、拡散板単独の働きに頼ってスペックルノイズ低減を行うものは少なく、前記したように他の手段を併用するものがほとんどである。

[0019] 例えば、特開昭51-064325号公報には、レーザを用いた文字パターン発生装置において、スペックルによる解像力の低下を防止するため、拡散板としてのスリガラス円板を回転する技術が記載されており、類似の技術を提案した公報が極めて多数存在する。

[0020] そもそも拡散板のスペックルノイズ低減能力が高い理由は、例えば、ビームスプリッタによる光束分割の場合では、ビームスプリッタの1回通過によって、光束が2個に分割されるだけであるが、拡散板の場合では、光束の光軸に垂直な断面内の各点において、連続無数の部分光束への分割が行われ、ランダム的要素を含んで偏向角度が付与されるからである。

分割された部分光束は、下流において直ちに重ね合わせられ、スペックルが細分化されるが、細分化が十分に行われて視認困難なほど細かいスペックルになることにより、スペックルノイズ低減がなされる。

本発明に係わる従来技術の概念を説明する模式図である図15の(a)に示すように、いま、入射平行光束(L_i)を拡散板(E_d)に対して垂直に入射させた場合、その透過光線の角度分布は、元の入射平行光束(L_i)の方向、すなわち光軸(z)を中心の対称軸として、その軸方向にピークを有し、その軸と成す角度(ϕ)が増加するほど分布割合が減少するが、広い裾を有する例えばガウシアン分布のような、図15の(b)に示す分布($P(\phi)$)のような形状になる。

[0021] スペックルの本質は干渉縞であり、干渉縞は重ね合わせる光線の角度が大きいほど細くなるため、拡散板のスペックルノイズ低減作用において、透過光の角度分布のピークである、中心の光軸(z)まわりの成分は役に立っておらず、中心から隔たった、分布割合がピークより低い、ある下限角度(ϕ_1)以上で、かつ上限角度(ϕ_2)以下の範囲の角度を有する光の成分(A_p)がスペックルノイズ低減作用を担っていることが判る。

ここで前記上限角度(ϕ_2)は、一般に光学系において、そのNAに依存して、光線がその内部を最後まで伝播して有効に出力されることが可能な角度の、固有の上限値である。

したがって、スペックルノイズ低減能力を高めるためには、中心軸回りの成分を減らして、前記した下限角度(ϕ_1)以上の成分の割合を増せばよく、そのためには、拡散板透過光線の角度分布を広くすればよい。

しかしそうすると、分布の裾に属する成分も増加して、前記上限角度(ϕ

2) を超える成分が増加し、この成分は有効利用できないため、光学系の光利用効率が低下してしまい、前記した拡散度合いを強くするほど、これによってスペックルノイズ低減能力が高まる半面、光の利用効率が低下する問題が発現する。

それに留まらず、迷光となってシステムに有害な光が増加する結果となる。

[0022] 拡散板が潜在的に有するこの問題を回避するためには、スペックルノイズ低減作用を担わない中心軸回りの成分や、有効利用できない裾に属する成分を含まない透過光角度分布を有する、拡散板の代わりに使用できる光学素子を考えればよく、具体的には、2次元レンズアレイがこの目的で使用可能である。

[0023] 例えば、特開昭55-088002号公報には、スペックルパターンを記録したものを拡散板として利用するために、スペックルを発生させる手段として、通常の拡散板を用いる代わりに、ハエノ目レンズ（フライアイレンズ、すなわち2次元レンズアレイ）や、レンチキュラシートのシリンドリカルレンズの母線方向を直交させたもの（すなわち交叉シリンドリカルレンズアレイ）が好適に使用可能であることが記載されている。

[0024] また、例えば、特開昭59-226317号公報には、半導体露光装置等におけるレーザ光を用いたインコヒーレント照明を実現するために、回転揺動ミラーによる走査とフライアイレンズ（すなわち2次元レンズアレイ）、レンチキュラレンズによって生成した2次光源像を、ロッドインテグレータ等で重ね合わせる技術が記載されている。

[0025] さらに、特開平8-233544号公報には、レーザ光源による共焦点光学系を利用した3次元形状計測装置において、光源のコヒーレンスが高いことに起因した干渉縞によるノイズを低減するため、コヒーレンスを下げる目的で、光拡散手段を挿入し、これを振動または回転させる技術が記載されている。

光拡散手段としては、例えば、スリガラス、表面が散乱構造であるもの、

オパールガラスなどの体積散乱するもの、回折格子、端面が不揃いな光ファイバーアレイなど、通常の拡散素子の他に、マイクロレンズアレイ（すなわち2次元レンズアレイ）を用いるとしている。

[0026] さらに、特開平11-014551号公報には、紫外レーザ光を用いてマスクのパターンの欠陥検査装置において、レーザ光をマイクロアレイレンズまたはハエの目レンズ（すなわち2次元レンズアレイ）と回転位相板を通すことにより干渉性をなくす技術が記載されている。

[0027] さらに、特開2008-309827号公報には、プロジェクタ等の投射型画像表示装置において、ロッドインテグレータの直前に回転マイクロレンズアレイ（すなわち2次元レンズアレイ）を挿入し、スペックルノイズ低減を行う技術が記載されている。

[0028] さらに、特開2009-042372号公報には、プロジェクタにおいて、半導体レーザ等の光のスペックルを低減するために、マイクロレンズアレイ（すなわち2次元レンズアレイ）等による光の拡散強度分布が、中心軸に対して少なくとも両側に1つずつの凸部を有する光拡散部材上位置に中間画像を形成し、その透過光を投影する技術が記載されている。

[0029] 文献によりマイクロレンズアレイ、フライアイレンズ、ハエの目レンズなどと呼ばれるものは、球面レンズを2次元平面状に多数並べたもので、並べ方については、本発明に係わる従来技術の概念を説明する模式図である図16に記載のように、正方形レンズを縦横に並べたり、あるいは前記前段フライアイレンズ（F1B）や後段フライアイレンズ（F2B）のように長方形レンズを縦横に並べたり、六角形のレンズを蜂の巣状に並べるなど、種々の方法があるが、以降、本発明においては、並べ方によらず、これらを全て2次元レンズアレイと呼ぶ。

また、レンチキュラレンズは、シリンドリカルレンズを多数並べたものであるが、ここでの使用方法是本来のレンチキュラの技術（立体表示や多重画像表示）とは無関係であるため、以降、本発明では、これをシリンドリカルレンズアレイと呼び、また、本発明に係わる従来技術の概念を説明する模式

図である図17に記載のように、母線方向が異なる複数のシリンドリカルレンズアレイ ($Lca1'$, $Lca2'$) を重ねたものを交叉シリンドリカルレンズアレイと呼ぶ。

[0030] ここで、前記した、拡散板では拡散度合いを強くするほど、これによってスペックルノイズ低減能力が高まる半面、光の利用効率が低下する問題が、2次元レンズアレイを拡散板の代わりに使用すると回避できる理由について、本発明の光源装置の技術に関連する概念の概略図である図1を用いて説明する。

図1の(a)は、図16に記載の2次元レンズアレイ (Lar') に多数含まれる単位正方形のうちの、一つの単位正方形 ($S0$) を取出して拡大したものであり、上段は屈折面 (HS) を正面から見た図であり、下段は側面図である。

[0031] 前記屈折面 (HS) は球面であり、裏側の屈折面は基板面 (HB) とし、したがって平面であり、この面に垂直に、平行光束が入射される場合を考える。

前記屈折面 (HS) の頂点すなわち中心を通過する光線は角度が変化しないが、幾何光学の近軸理論の教えるところによると、頂点からのズレ半径 (r) だけずれた位置に入射する光は、ズレ半径 (r) に比例した角度だけ偏向を受ける。

偏向角の絶対値のみに注目すると、ある角度 ϕ だけ偏向を受ける光の分布の割合 (すなわち光線の本数) P は、その角度に対応するズレ半径 (r) を有する円 ($C1$) の円周長に比例するから、 P は $2\pi r$ に比例する。

ただし、ズレ半径 (r) が前記単位正方形 ($S0$) の内接円 ($C0$) の半径 (R) (すなわち単位正方形 ($S0$) の辺長の半分) よりも大きくなると、分断された円 ($C2$) の長さになるため、全周に対するその有効存在範囲角 (θ) の割合を乗じると、結局、ズレ半径 (r) の関数としての分布量 (P) は、図1の(b)に記載のようになる。

なお、関数の具体的な形は下段の数式の通りである。ただし、ピークで1

となるよう、比例係数 2π は落としてある。

[0032] 前記したように、半径 r は偏向角 ϕ に対応するから、図1の(b)のグラフの横軸を ϕ と見て、図15の(b)のグラフと比較すると、図1では、スペックルノイズ低減作用において役に立たない軸まわりの成分は存在せず、また、光の利用効率を下げる分布の裾に対応する成分も存在しないため、2次元レンズアレイを拡散板の代わりに使用することにより、スペックルノイズ低減作用が高く、かつ低損失なスペックルノイズ低減素子として機能する可能性があることが判る。

[0033] ただし、図1と図15との比較に際しては、横軸のスケージングが異なり、直接の比較ができないことに注意されたい。

直接比較可能なスケージングをするためには、前記屈折面 (Hs) の曲率半径および前記2次元レンズアレイ (Lar') の材料の屈折率の具体的な値を用いて、幾何光学の近軸理論の教えに従って前記屈折面 (Hs) のパワーを求め、これにズレ半径 (r) の最大値 $\sqrt{2} \cdot R$ を乗ずることにより、具体的な偏向角の最大値、すなわち最大偏向角 Ψ を計算することができる。

あるいは、図1の(a)に記載のように、ズレ半径 (r) の最大値 $\sqrt{2} \cdot R$ に対応する位置での、屈折面の法線 (n) が光軸 (z) と成す角度 (Φ) を求め、スネルの法則に従って最大偏向角 Ψ を計算してもよい。これにより、ズレ半径 (r) の最大値 $\sqrt{2} \cdot R$ と最大偏向角 Ψ との対応が確定し、スケージングが可能となる。

[0034] 以上、2次元レンズアレイに関して説明したが、図17に記載のような交叉シリンドリカルレンズアレイの場合も、上記と同様の議論が可能で、特に母線方向が直交する交叉シリンドリカルレンズアレイの場合は、前記シリンドリカルレンズアレイ ($Lca1'$, $Lca2'$) の間隔を小さくとれば、少なくとも近軸理論の範囲では、光学的機能が球面レンズから成る前記2次元レンズアレイ (Lar') と全く等価である。

なお、図においては、描画の都合により、上下の両方のシリンドリカルレンズアレイとも、基板の上側の面にシリンドリカルレンズが形成されている

ように描いてあるが、上のシリンドリカルレンズアレイは、シリンドリカルレンズが形成された側の面を下側に向け、上下のシリンドリカルレンズが向かい合う配置とする方が、球面レンズから成る前記2次元レンズアレイ（ $L_{ar'}$ ）への近似度が向上する。

先行技術文献

特許文献

- [0035] 特許文献1：特開昭51－064325号公報
特許文献2：特開昭55－088002号公報
特許文献3：特開昭59－226317号公報
特許文献4：特開平08－233544号公報
特許文献5：特開平11－014551号公報
特許文献6：特開2008－309827号公報
特許文献7：特開2009－042372号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0036] ところが、2次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイは、先述の理屈の上では優れたスペックルノイズ低減作用を発揮するはずであるが、これらの透過光を利用して前記したプロジェクタを構成し、画像をスクリーンに投影すると、縞模様や格子模様などの周期的模様が重畳されて見えるという別の問題が起きる。

本発明が解決しようとする課題は、スペックル低減用の2次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイの透過光に重畳される周期的模様の出現を回避した光源装置およびプロジェクタを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0037] 本発明における第1の発明の光源装置は、コヒーレント光源（ S_c ）によって形成される光放射領域（ G_s ）と、入射端（ P_{mi} ）からの入射光線の角度と位置の成分の混合を行って射出端（ P_{mo} ）から射出する光混合手段

(F m) と、前記光放射領域 (G s) から発した光束を前記入射端 (P m i) に投影するための光束整合光学系 (E u) と、を有する光源装置であって、前記光束整合光学系 (E u) は、光拡散手段として機能する 2 次元レンズアレイ (L a r) を具備しており、該 2 次元レンズアレイ (L a r) は、その有効領域が、少なくとも 1 個のサブ領域 (A 1, A 2, ...) から構成され、前記サブ領域を構成する個々のレンズ (L 1, L 2, ...) の頂点 (L o 1, L o 2, ...) の並びが、非周期的であることを特徴とするものである。

[0038] 本発明における第 2 の発明の光源装置は、前記サブ領域 (A 1, A 2, ...) におけるレンズ (L 1, L 2, ...) の頂点 (L o 1, L o 2, ...) の並びは、周期的な並び方に基づく基本位置 (O x y) に対し、縦方向および横方向に、正負の位置ズレ (δx , δy) を有しており、該位置ズレ (δx , δy) の量が前記レンズ (L 1, L 2, ...) 毎に決められていることを特徴とするものである。

[0039] 本発明における第 3 の発明の光源装置は、前記サブ領域 (A 1, A 2, ...) を構成する個々のレンズ (L 1, L 2, ...) の頂点 (L o 1, L o 2, ...) の並びが、ランダムであることを特徴とするものである。

[0040] 本発明における第 4 の発明の光源装置は、前記サブ領域 (A 1, A 2, ...) を構成する個々のレンズ (L 1, L 2, ...) は、並び方向が異なるシリンドリカルレンズアレイ (L c a 1, L c a 2) の複数枚を重ねることによって形成されており、前記シリンドリカルレンズアレイ (L c a 1, L c a 2) を構成する個々のシリンドリカルレンズ (L c 1, L c 2, ...) は、その母線 (L x 1, L x 2, ...) の傾き角度 ($\theta 1$, $\theta 2$, ...) が、シリンドリカルレンズ毎に決められていることを特徴とするものである。

[0041] 本発明における第 5 の発明の光源装置は、前記サブ領域 (A 1, A 2, ...) を構成する個々のレンズ (L 1, L 2, ...) は、並び方向が異なるシリンドリカルレンズアレイ (L c a 1, L c a 2) の複数枚を重ねることによって形成されており、前記シリンドリカルレンズアレイ (L c a 1, L c a 2) を構成する個々のシリンドリカルレンズ (L c 1, L c 2, L c 3, ...)

は、その母線 ($L \times 1$, $L \times 2$, $L \times 3$, ...) の並びにおける隣接するものとの母線間隔 (d_1 , d_2 , ...) が不均等であることを特徴とするものである。

[0042] 本発明における第6の発明の光源装置は、前記光混合手段 (F_m) は、所定空間に光を閉じ込めて光を多重反射させながら導波する光ガイドであることを特徴とするものである。

[0043] 本発明における第7の発明の光源装置は、前記光混合手段 (F_m) は、フライアイインテグレータであることを特徴とするものである。

[0044] 本発明における第8の発明のプロジェクタは、第1から7の発明に記載の光源装置を利用して画像を投影表示するプロジェクタであって、光均一化手段が前記光混合手段 (F_m) を兼ねるものである。

発明の効果

[0045] スペックル低減用の2次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイの透過光に重畳される周期的模様の出現を回避した光源装置およびプロジェクタを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]本発明の光源装置の技術に関連する概念の概略図を表す。

[図2]本発明の光源装置を簡略化して示すブロック図を表す。

[図3]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図4]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図5]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図6]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図7]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図8]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図9]本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図を表す。

[図10]本発明の光源装置の実施例の一形態を簡略化して示す図を表す。

[図11]本発明のプロジェクタの実施例の一形態を簡略化して示す図を表す。

[図12]本発明のプロジェクタの実施例の一形態を簡略化して示す図を表す。

[図13]本発明のプロジェクタに係わる従来のプロジェクタの一種の一部の形態を説明する図を表す。

[図14]本発明のプロジェクタに係わる従来のプロジェクタの一種の一部の形態を説明する図を表す。

[図15]本発明に係わる従来技術に関連する概念の概略図を表す。

[図16]本発明に係わる従来技術の概念を説明する模式図を表す。

[図17]本発明に係わる従来技術の概念を説明する模式図を表す。

発明を実施するための形態

[0047] 従来技術における２次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイの透過光に前記した周期的模様が現れる第１の原因は、２次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイが周期的構造を有している事である。

周期的構造によって屈折・回折・散乱された光束は、周期的位相変調を受けるから、光学系の下流において重ね合わされたとき、干渉によって周期的模様が現れ、重畳されることになる。

そして第２の原因は、２次元レンズアレイを構成するレンズと隣接するレンズとの境界、もしくは交叉シリンドリカルレンズアレイを構成するシリンドリカルレンズと隣接するシリンドリカルレンズとの境界が、本来はＶ字状の鋭い切れ込みでなければならないものが、実際には、微視的にはＵ字状に鈍った形状になってしまい、素通しに近いシート状の光束が透過光に混入する事である。

なお第２の原因については、第１の原因による本質的問題を悪化させる要因であると言うこともできる。

[0048] 先ず、本発明の光源装置を簡略化して示すブロック図である図２を用いて、本発明を実施するための形態について説明する。

本図において、例えばコヒーレント光源（ S_c ）が、半導体レーザである場合、その半導体レーザパッケージの内部に収納された、半導体チップの表面に存在する発散光の放射部は、実質的に点光源として扱うことができ、これを光放射領域（ G_s ）とすることができる。

[0049] レンズ等からなる光束整合光学系（ E_u ）は、前記光放射領域（ G_s ）からの光束（ B_s ）の入力を受けて、前記光放射領域（ G_s ）に対する投影領域として、後段の光混合手段（ F_m ）の入射端（ P_{mi} ）の近傍に、整合光放射領域（ G_f ）を形成する光束（ B_f ）を出力する。

ただし、前記光束整合光学系（ E_u ）には、その内部または前段あるいは後段に、後述する2次元レンズアレイ（ L_{ar} ）が設置され、それへの入射光束に対し、光束の光軸に垂直な断面内の各点において、連続無数の部分光束への分割が行われ、非周期的要素を含んで偏向角度が付与された拡散光に変換する。

[0050] そして、前記光混合手段（ F_m ）は、前記入射端（ P_{mi} ）より、前記光束整合光学系（ E_u ）からの前記光束（ B_f ）を入力され、前記光混合手段（ F_m ）の内部で入射光線の角度と位置の成分の混合が行われ、その射出端（ P_{mo} ）より光束（ B_{mo} ）が出力される。出力された前記光束（ B_{mo} ）には、入射光線の角度と位置の成分の混合によって多重の干渉が生じせしめられる結果、それが投射された被照明面のスペックルの粒状・斑点状の模様が細くなり、視認し難くなるという性質が付与される。

[0051] ただし、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図3に示すように、前記2次元レンズアレイ（ L_{ar} ）は、レンズが並んでいる有効領域が、少なくとも1個のサブ領域（ $A_1, A_2, \dots$ ）から構成されており、一例として4個のサブ領域から構成されるものを図示してある。

そして、前記サブ領域のそれぞれの中では、それを構成する個々のレンズ（ $L_1, L_2, \dots$ ）の頂点（ $L_{o1}, L_{o2}, \dots$ ）の並びが、非周期的になるようにしてある。

[0052] ここで、本発明においては、前記頂点（ $L_{o1}, L_{o2}, \dots$ ）とは、基板面に垂直に入射される光線が偏向されることなく射出される前記レンズ（ $L_1, L_2, \dots$ ）における位置を指す。

したがって前記レンズ（ $L_1, L_2, \dots$ ）が通常の球面レンズである場合、前記頂点（ $L_{o1}, L_{o2}, \dots$ ）は、各レンズの屈折面の形状的頂点と一

致する。

なお、ここで言う基板面とは、図1の(a)に記載の前記基板面(Hb)のように、前記2次元レンズアレイ(Lar)や、後述するシリンドリカルレンズアレイ(Lca1, Lca2)を構成する全体的基盤である基板によって規定される面である。

[0053] 図のなかの右側のものは、左側に描いた前記2次元レンズアレイ(Lar)のサブ領域の一部を拡大したものである。

線分で表したレンズ境界(Lb)に囲まれた多角形領域が個々のレンズを表す。

本図は、前記レンズ(L1, L2, ...)が球面レンズである場合を想定して描かれているが、例えばホログラムレンズ等であってもよい。

このように、前記レンズ(L1, L2, ...)の並び、特にその前記頂点(Lo1, Lo2, ...)の並びを非周期的にしたことにより、従来技術における2次元レンズアレイや交叉シリンドリカルレンズアレイが周期的構造を有していることに起因して生じた、前記した縞模様や格子模様などの周期的模様が重畳されて見える問題を回避することができる。

[0054] なお、前記サブ領域について補足すると、例えば、サブ領域(A1, A2, A3, A4)の全部を合わせた領域を考えたときには、レンズの並びに周期性が現れても構わない。

具体的には、例えば前記サブ領域(A2, A3, A4)を、前記サブ領域(A1)のコピーによって構成することもできる。

何故ならば、このような構成の場合、周期性を有するとは言え、周期が非常に大きいため、干渉によって現れる周期的模様は細くなり、実質的に視認不可能になるからである。

[0055] その意味では、前記サブ領域の大きさを大きくして、前記2次元レンズアレイ(Lar)の有効領域全体を1個のサブ領域で構成することが、現れる周期的模様を細かくする上では理想的である。

ただしこの場合、前記2次元レンズアレイ(Lar)の製作が困難(高コ

スト)になる。

逆に、前記サブ領域を小さくすると、前記2次元レンズアレイ(Lar)の製作が容易(低コスト)になる利点がある反面、小さくし過ぎると、現れる周期的模様が粗くなって視認可能になってしまう。

ただし、周期的模様の見え方は、光学系の構造に依存する。

そのため、どの程度の大きさのサブ領域とするかは、具体的な光源装置の構造に基づいて、実験的に決めるのがよい。

なお、図3では、サブ領域(A1, A2, ...)の形状が正方形であるものを例示したが、当然、長方形などでもよく、隣接するサブ領域どうしの間に著しい隙間が生じない限り、任意の形状を選ぶことができる。

[0056] 先に、前記光放射領域(Gs)の例として、半導体チップの表面に存在する発散光の放射部を挙げたが、前記半導体レーザとしては、単一活性領域を有するものだけでなく、複数の活性領域が一行に並び、それぞれの活性領域から発散光が放射される半導体レーザアレイデバイスを用いることもできる。

あるいは、単一活性領域半導体レーザや半導体レーザアレイデバイスの複数個を備え、それらからの複数の発散光束を、レンズ系によって合成し、複数の点光源の集合体として前記光放射領域(Gs)を形成してもよく、本明細書では、これらを半導体レーザ光源ユニットと呼ぶ。

[0057] また、いま述べたような、それ自身が発光体であるものだけでなく、例えば、入射端から半導体レーザや半導体レーザアレイデバイスの光が入力された光ファイバの射出端のコア像を前記光放射領域(Gs)とすることもできる。

さらに、そのような光ファイバの複数本を束ね、複数の射出端を密に配置した、光ファイババンドルの射出端を前記光放射領域(Gs)とすることもできる。

当然ながら本発明は、半導体レーザ以外にも、スペckルを生じ得る前記したようなコヒーレント光の発光体を光源とするもの全てに適用できる。

[0058] 次に、前記サブ領域（ A_1 ， A_2 ， $\dots$ ）における前記レンズ（ L_1 ， L_2 ， $\dots$ ）の前記頂点（ L_{o1} ， L_{o2} ， $\dots$ ）を非周期的に並べるときの並べ方について説明する。

図3においては、従来技術によるもののような、周期的な頂点の並び方に基づく基本位置（ $O \times y$ ）に対し、縦方向および横方向に、正負の位置ズレ（ δx ， δy ）を有しており、該位置ズレ（ δx ， δy ）の量が、それがどのレンズに属する頂点であるかに依存して変化するように構成する場合を描いてある。

図においては、周期的に頂点を並べる場合の基準線を縦横の一点鎖線で表し、それぞれの交点が前記基本位置（ $O \times y$ ）であり、レンズの頂点の位置となる。

これに対し、レンズ毎の頂点に、前記位置ズレ（ δx ， δy ）を与えた場合の頂点の位置を、丸の中に十字を描いたマークで表しており、それぞれが、それぞれ個別の仕方で一点鎖線の交点たる前記基本位置（ $O \times y$ ）からずれていることが判る。

[0059] 前記位置ズレ（ δx ， δy ）の与え方については、例えば、前記2次元レンズアレイ（ L_{ar} ）における縦横のレンズの並びを行列と見て、ある行のレンズの x 方向の位置ズレ δx を左から順に見ると乱数配列を成し、同じ行のレンズの y 方向の位置ズレ δy を左から順に見ると乱数配列を成し、他の行について見ても同様であり、また、ある列のレンズの x 方向の位置ズレ δx を上から順に見ると乱数配列を成し、同じ列のレンズの y 方向の位置ズレ δy を上から順に見ると乱数配列を成し、他の列について見ても同様であるように、すなわちランダムにすることができる。

あるいは、乱数配列に代えて、例えば、数学的な決定論的アルゴリズムに基づいて、非周期的な数値列を生成してもよい。

さらに、 x 方向の位置ズレ δx と y 方向の位置ズレ δy とを要素とするベクトル（ δx ， δy ）を考えたとき、このベクトルの大きさが全てのレンズで同じで、方向がレンズに依存して、例えばランダムに変化しているよ

うにしてもよい。

[0060] さらに、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図4に示すように、前記サブ領域（ A_1 ， A_2 ，…）を構成する個々の前記レンズ（ L_1 ， L_2 ，…）の前記頂点（ L_{o1} ， L_{o2} ，…）の並びが、ランダム的であるように構成してもよい。

本図においても同様に、頂点の位置を、丸の中に十字を描いたマークで表しており、また、線分で表したレンズ境界（ L_b ）に囲まれた多角形領域が個々のレンズを表す。

前記頂点（ L_{o1} ， L_{o2} ，…）の並び方は、数学的に厳密な意味でランダムなものでもよいが、本発明においては、それに限らず、一見、ランダムのように見える（擬似ランダムな）ものでもよく、本図の並び方は、後者に相当する。

[0061] 次に、前記した交叉シリンドリカルレンズアレイによる実現方法、すなわち前記サブ領域（ A_1 ， A_2 ，…）を構成する個々のレンズ（ L_1 ， L_2 ，…）を、並び方向が異なるシリンドリカルレンズアレイ（ L_{ca1} ， L_{ca2} ）の複数枚を重ねることによって形成する場合について説明する。

本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図5に記載するように、前記シリンドリカルレンズアレイ（ L_{ca1} ， L_{ca2} ）は2個あって、それぞれ延在方向（すなわち長辺の方向）が直交する2個の部分サブ領域（ A_{c11} ， A_{c12} ）および部分サブ領域（ A_{c21} ， A_{c22} ）を有する場合を描いてある。

それぞれの部分サブ領域においては、シリンドリカルレンズ（ L_{c1} ， L_{c2} ，…）それぞれの母線の方法は、例えば部分サブ領域の短辺に平行（または略平行）であるとする。

図において矢印（ t_1 ， t_2 ）で示すように、前記シリンドリカルレンズアレイ（ L_{ca1} ， L_{ca2} ）は上下に重ね合わされ、2個ずつの前記部分サブ領域（ A_{c11} ， A_{c12} ）と前記部分サブ領域（ A_{c21} ， A_{c22} ）との組み合わせにより、図3の左に示したような形状の、計4個の前記サ

ブ領域（A 1， A 2， A 3， A 4）が構成される。

したがって、前記サブ領域（A 1， A 2， A 3， A 4）それぞれにおいては、上下のシリンドリカルレンズアレイの母線方向が直交（または略直交）するため、2次元レンズアレイと同等の光学的機能を有するものとなる。

[0062] 当然ながら、前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）それぞれが、4個の部分サブ領域を有し、前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）を重ねたとき、それぞれの部分サブ領域が相対応して重なるように構成してもよい。

なお、2個のシリンドリカルレンズアレイを重ねるに際しては、前記したように上下のシリンドリカルレンズが向かい合う配置が望ましい。

また、ここでは一例として、2個のシリンドリカルレンズアレイを、その母線方向が直交（または略直交）するように重ねたが、3個以上のシリンドリカルレンズアレイを重ねてもよく、また母線方向が直角以外の角度をなすようにしてもよい。

（上の説明において、または略平行、または略直交と記載した理由は、後述する、1個の部分サブ領域に属する個々のシリンドリカルレンズの母線方向が、互いに平行でないように構成する形態が存在するからである。）

[0063] 前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）を重ね合わせることによって形成されるサブ領域において、レンズの頂点の並びが非周期的になって、結果として前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）を重ね合わせたものが、一つの2次元レンズアレイ（L a r）として機能することを可能ならしめる、前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）の形態につき、以下において説明する。

[0064] 前記シリンドリカルレンズアレイ（L c a 1， L c a 2）の一つの形態を、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図6に示す。

本図のシリンドリカルレンズアレイ（L c a 1）は、これを構成する個々のシリンドリカルレンズ（L c 1， L c 2， …）それぞれの母線（L x 1，

$L \times 2, \dots$) が、基準方向 (y) に対して平行もしくは傾いており、その正負の傾き角度 ($\theta 1, \theta 2, \dots$) が、シリンドリカルレンズ毎に与えられている。

前記傾き角度 ($\theta 1, \theta 2, \dots$) の与え方については、例えば、前記シリンドリカルレンズを上から順に見て、それぞれの傾き角度を列挙すると乱数配列を成すように、すなわちランダムにすることができる。

あるいは、乱数配列に代えて、例えば、数学的な決定論的アルゴリズムに基づいて、非周期的な数値列を生成してもよい。

なお、図においては、シリンドリカルレンズの母線は一点鎖線で表し、隣接するシリンドリカルレンズのレンズ境界 (Lcb) は実線で表してある。

[0065] このようにして構成した2個のシリンドリカルレンズアレイ ($Lca1, Lca2$) を、前記したように上下に重ね合わせることによって形成されるサブ領域 ($A1, A2, \dots$) の様子は、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図7に記載のようになる。

図においては、上および下のシリンドリカルレンズアレイにおける、個々のシリンドリカルレンズのレンズ境界 ($Lcbx, Lcby$) のサブ領域面への投影を実線で表し、また個々のシリンドリカルレンズの母線 (Lx, Ly) のサブ領域面への投影を一点鎖線で表してある。

前記した上および下のシリンドリカルレンズアレイの構成方法より明らかなように、縦および横方向の母線の交点 (Lo) もまた、非周期的に並ぶことになる。

レンズ境界の実線で囲まれた4角形領域、および母線の交点 (Lo) は、図3に記載した前記2次元レンズアレイ (Lar) においては、前記レンズ ($L1, L2, \dots$)、および頂点 ($Lo1, Lo2, \dots$) に対応する。

したがって、前記のように構成した2個のシリンドリカルレンズアレイ ($Lca1, Lca2$) を、前記したように上下に重ね合わせることによって形成される交叉シリンドリカルレンズアレイにおいては、球面レンズの頂点の並びが非周期的になった2次元レンズアレイと等価な光学素子の実現でき

ていることが判る。

なお、母線の交点 (L_o) が頂点 (L_{o1} , L_{o2} , ...) に対応する理由は、前記したように、頂点とは、基板面に垂直に入射される光線が偏向されることなく射出されるレンズにおける位置を指すからである。

[0066] 前記シリンドリカルレンズアレイ (L_{ca1} , L_{ca2}) の他の形態を、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図8に示す。

本図のシリンドリカルレンズアレイ (L_{ca1} , L_{ca2}) は、これを構成する個々のシリンドリカルレンズ (L_{c1} , L_{c2} , L_{c3} , ...) それぞれの母線 (L_{x1} , L_{x2} , L_{x3} , ...) の並びにおける隣接するものとの母線間隔 ($d1$, $d2$, ...) が不均等になるよう、シリンドリカルレンズの並び位置が決められている。

前記母線間隔 ($d1$, $d2$, ...) の決め方については、例えば、前記シリンドリカルレンズを上から順に見て、それぞれの母線間隔を列挙すると乱数配列を成すように、すなわちランダムにすることができる。

あるいは、乱数配列に代えて、例えば、数学的な決定論的アルゴリズムに基づいて、非周期的な数値列を生成してもよい。

なお、図においては、シリンドリカルレンズの母線は一点鎖線で表し、隣接するシリンドリカルレンズのレンズ境界 (L_{cb}) は実線で表してある。

[0067] このようにして構成した2個のシリンドリカルレンズアレイ (L_{ca1} , L_{ca2}) を、前記したように上下に重ね合わせることによって形成されるサブ領域 ($A1$, $A2$, ...) の様子は、本発明の光源装置の一部の一例を簡略化して示す模式図である図9に記載のようになる。

図においては、上および下のシリンドリカルレンズアレイにおける、個々のシリンドリカルレンズのレンズ境界 (L_{cbx} , L_{cby}) のサブ領域面への投影を実線で表し、また個々のシリンドリカルレンズの母線 (L_x , L_y) のサブ領域面への投影を一点鎖線で表してある。

前記した上および下のシリンドリカルレンズアレイの構成方法より明らかのように、縦および横方向の母線の交点 (L_o) もまた、非周期的に並ぶこ

となる。

レンズ境界の実線で囲まれた4角形領域、および母線の交点 (L_o) は、図3に記載した前記2次元レンズアレイ ($L_a r$) においては、前記レンズ ($L_1, L_2, \dots$)、および頂点 ($L_o 1, L_o 2, \dots$) に対応する。

したがって、前記のように構成した2個のシリンドリカルレンズアレイ ($L_{c a 1}, L_{c a 2}$) を、前記したように上下に重ね合わせることで形成される交叉シリンドリカルレンズアレイにおいては、球面レンズの頂点の並びが非周期的になった2次元レンズアレイと等価な光学素子の実現できていることが判る。

[0068] 交叉シリンドリカルレンズアレイにより一つの2次元レンズアレイ ($L_a r$) を構成することの利点の一つは、上および下のシリンドリカルレンズアレイの最大偏向角を相違させることにより、拡散光の方向分布が非軸対称となるような拡散板を実現することが容易にできることである。

例えば、 z 軸を光軸として、 x 軸方向には拡散が強く、 y 軸方向には拡散が弱い拡散板を作ることができる。

具体的には、拡散を強くしたい方のシリンドリカルレンズアレイの個々のシリンドリカルレンズについては、焦点距離を短くするか、焦点距離が同じなら母線間隔を全体的に長くすればよい。

当然ながら、上および下のシリンドリカルレンズアレイのうち、一方を図6の形態、他方を図8の形態によって構成してもよい。

また、上および下のシリンドリカルレンズアレイのうちの一方または両方を、図6の形態および図8の形態の両方の特徴を兼ね備えるように構成してもよい。

[0069] 以上において述べた前記2次元レンズアレイ ($L_a r$) や前記シリンドリカルレンズアレイ ($L_{c a 1}, L_{c a 2}$) においては、頂点や母線の隣接するものどうしの間隔が不均等になるため、図1に記載した各レンズや各シリンドリカルレンズについての法線 (n) の最大傾き角度 (Φ) が不均等になる。

もし、この角度が過大なレンズがあると、偏向角が過大になり、効率が低下することになるため、前記角度（ Φ ）の上限値を決めておき、それを超えるレンズについては、頂点や母線の位置は変えずに、その曲率半径を補正して、過大な角度のものが出現しないようにすることができる。

[0070] なお、図3および図4、図6、図8では、前記2次元レンズアレイ（ L_{ar} ）や前記シリンドリカルレンズアレイ（ L_{ca1} 、 L_{ca2} ）の、個々のレンズの頂点や母線の位置に基づいて自然に決まる屈折面の交線によって、隣接するレンズとの境界線と成すように描いてあるが、境界線を、個々のレンズの頂点や母線の位置とは別に決めるようにしても構わない。

[0071] ところで、前記光混合手段（ F_m ）としては、それに光を入射したとき、入射光線の角度と位置の成分の混合が行われて射出されるものであれば、様々なものを使うことが可能である。

特に簡単なものとして、所定空間に光を閉じ込めて光を多重反射させながら導波する光ガイドを使うことができる。

[0072] これは、先に図13に関して述べたように、ロッドインテグレータ、ライトトンネルなどの名称でも呼ばれており、ガラスや樹脂などの光透過性の材料からなる角柱によって構成され、前記入射端（ P_{mi} ）に入力された光は、光ファイバと同じ原理に従って、前記光混合手段（ F_m ）の側面で全反射を繰り返しながら、前記光混合手段（ F_m ）の中を伝播することにより、入射光線の角度と位置の成分の混合が行われる。

また、前記したように、いま述べた光ガイドに関しては、前記した、ガラスや樹脂などの光透過性の材料からなる角柱によって構成されるものの他に、中空の角筒で、その内面が反射鏡になっており、同様に内面で反射を繰り返しながら光を伝播させ、同様の機能を果たすものも使うことができる。

[0073] なお、このように所定空間に光を閉じ込めて光を多重反射させながら導波することにより、入射光線の角度と位置の成分の混合が行われる理由は、前記光混合手段（ F_m ）の全長に亘って多重反射を繰り返して光が伝播すると、もし前記射出端（ P_{mo} ）から覗いて見るならば、万華鏡の原理に従って

、非常に多数の波源が見えるはずで、したがって、前記射出端（P m o）には、非常に多数の波源からの光が到達し、射出して来る状態と等価となるからである。

[0074] また、さらに前記光混合手段（F m）として、先に図 1 4 に関して述べたものと同様の、フライアイインテグレータを使うことができる。

フライアイインテグレータを使うことによって入射光線の角度と位置の成分の混合が行われる理由は、前記したように、フライアイインテグレータにおいては、入射側のフライアイレンズ上に縦横に並んだ、それぞれのレンズ外形の四角形の像が、全て 1 個に重ね合わせられるため、前記した光ガイドの場合と同様に、万華鏡のような状態が現出され、照明対象には、非常に多数の波源からの光が同時に到達することになるからである。

[0075] なお、前記光混合手段（F m）としてフライアイインテグレータを使う場合は、その入射端（P m i）の近傍に形成される前記整合光放射領域（G f）は、前記入射端（P m i）の全領域に亘って広がった照明領域として形成されることが望ましい。

その理由は、もし、前記整合光放射領域（G f）が前記入射端（P m i）のフライアイレンズの一部にしか入射されなければ、前記した、重ね合わせられるレンズ外形の四角形の像の枚数が減り、入射光線の角度と位置の成分の混合の作用が弱まるからである。

[0076] 一方、前記した、前記光混合手段（F m）として光ガイドを使う場合においては、前記入射端（P m i）の 1 箇所や複数箇所に集中する、例えば点像のような形態で光が入射されるものでも構わない。

その理由は、その点像の結像拡がり角が適当であれば、光束は光ガイドを伝播する間に拡がって、射出端（P m o）に達すると、入射光線の角度と位置の成分の混合が十分に行われるからである。

[0077] 前記したように、従来の高輝度放電ランプなど、何らかの光源を利用して画像を投影表示するプロジェクタにおいては、光ガイドやフライアイインテグレータなどの光均一化手段が必要不可欠の構成要素であるが、この光均一

化手段は、前記したように、スペックルの粒状・斑点状の模様が細くなり、視認し難くなるようにするために、本発明の構成要素である前記光混合手段（F m）としても機能させることができる。

したがって、本発明の光源装置を光源として利用して画像を投影表示するプロジェクタを実現する際は、光均一化手段が前記光混合手段（F m）を兼ねるように構成することで、コストダウンが可能となる。

[0078] 前記したように、従来のプロジェクタでは、画像をカラー表示するために、例えば、前記光均一化手段の後段にカラーホイールなどの動的色フィルタを配置して、R、G、B（赤および緑、青）の色順次光束として前記2次元光振幅変調素子を照明し、時分割によってカラー表示を実現したり、あるいは、前記光均一化手段の後段にダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムを配置してR、G、Bの3原色に色分解した光で各色独立に設けた2次元光振幅変調素子を照明し、ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムを配置してR、G、Bの3原色の変調光束の色合成を行うための光学系を構成する。

[0079] 本発明のプロジェクタにおいても、必要な種類の色相の光源を必要とするが、例えばR・G・Bの3原色のコヒーレント光源を用いて、それらを色合成した白色の光放射領域（G s）を形成し、前記したように光束整合光学系（E u）を経て、光均一化手段たる光混合手段（F m）に白色光を入射して、従来のプロジェクタと同様に、前記光混合手段（F m）よりも後段において、動的色フィルタによる時分割処理、または色分解と色合成を行うようにすることができる。

[0080] なお、前記した光ファイバを用いるものの場合、色合成した光放射領域（G s）の形成に際して、入射端において異なる色の光が入射された複数の光ファイバの射出端部を束ねた光ファイババンドルを用いることにより、前記光放射領域（G s）が複数色の部分からなるものとすることができるし、あるいは、色毎に単色の光放射領域（G s）を形成しておき、それらをダイクロイックミラー等の色合成手段を用いて重ね合わせて光束整合光学系（E u

）に光を送ることにより、結果的に色合成した前記光放射領域（ G_s ）を形成することもできる。

なお、前記光束整合光学系（ E_u ）側から前記色合成手段側を見れば、複数色を有する1個の光放射領域（ G_s ）が見え、光学分野では、この状態を指して、色合成した光放射領域（ G_s ）が形成されていると見なす。

[0081] あるいは、色毎に独立に光放射領域（ G_s ）の形成、光束整合光学系（ E_u ）、光均一化手段たる光混合手段（ F_m ）を経て、2次元光振幅変調素子を照明して単色画像を生成し、これを色合成するようにしてもよい。

[0082] あるいは、例えばR・G・Bの順に、時分割でコヒーレント光源を駆動することにより、色順次の光放射領域（ G_s ）を形成し、光束整合光学系（ E_u ）、光均一化手段たる光混合手段（ F_m ）を経て、2次元光振幅変調素子を照明することにより、色順次カラー画像を生成するようにしてもよい。

[0083] 以下において、本発明を実施するための形態について説明する。

先ず、本発明の光源装置の実施例の一形態を簡略化して示す図である図10に記載の光源装置について説明する。

前記コヒーレント光源たる、1個または複数個の半導体レーザを光源とする半導体レーザ光源ユニット（ L_s ）における、半導体チップの表面に存在する発散光の放射部を光放射領域（ G_s ）とする。

該光放射領域（ G_s ）からの光束は、コリメータレンズ（ E_s ）、および頂点並びが非周期的な2次元レンズアレイ（ L_{ar} ）、結像レンズ（ E_{u0} ）からなる光束整合光学系（ E_u ）に入射される。

前記コリメータレンズ（ E_s ）は前記光放射領域（ G_s ）を無限遠の像に変換するとともに、2次元レンズアレイを照明し、該2次元レンズアレイによって拡散光となった光束は、結像レンズ（ E_{u0} ）に入射され、前記2次元レンズアレイの被照明領域が、入力像として拡大されるとともに拡散角度が減じられて、整合光放射領域（ G_f ）を形成する。

前記した光ガイドよりなる入射端（ P_{mi} ）が、前記整合光放射領域（ G_f ）に概ね一致するよう光混合手段（ F_m ）を配置することにより、射出端

(P m o) より前記した周期的模様が目立たずスペックルが低減された光束 (B m o) を取出し、利用することができる。

[0084] 次に、本発明のプロジェクタの実施例の一形態を簡略化して示す図である図 1 1 を用いて、本発明を実施するための形態として、本発明の光源装置を利用した、本発明のプロジェクタの、特に光ファイバおよびその射出端以降の、より具体的な構成について述べる。

本光源装置は、R, G, B 3 原色に対応する、各色複数本の光ファイバからなる光ファイババンドル、すなわち R 色光源用の光ファイババンドル (E f r)、G 色光源用の光ファイババンドル (E f g)、B 色光源用の光ファイババンドル (E f b) それぞれは、それぞれの各光ファイバの入射端を揃えて束ねられて構成される。

これら 3 本の光ファイババンドルの出射端 (E o r, E o g, E o b) の像を、それぞれコリメータレンズ (E s r, E s g, E s b) を用いて無限遠の像に変換することによって、R 色出力光束 (F r) および G 色出力光束 (F g)、B 色出力光束 (F b) を生成する。

[0085] これら各光束は、それぞれミラー (H u r, H u g, H u b) で反射されて、それぞれ頂点並びが非周期的な R 色用 2 次元レンズアレイ (L a r r) および G 色用 2 次元レンズアレイ (L a r g)、B 色用 2 次元レンズアレイ (L a r b) を通過し、拡散光となって前段フライアイレンズ (F 1 r, F 1 g, F 1 b) および後段フライアイレンズ (F 2 r, F 2 g, F 2 b)、偏光整列機能素子 (P c r, P c g, P c b)、照明レンズ (E j r, E j g, E j b) からなる、前記したフライアイインテグレータによる光均一化手段 (F m r, F m g, F m b) に入射される。

すなわち、本図の形態では、整合光放射領域 (G f) は、前記 2 次元レンズアレイの射出側の面上に形成されているとして、光均一化手段 (F m r, F m g, F m b) の入射端を、前記 2 次元レンズアレイの射出側の面に近接するよう前記光均一化手段 (F m r, F m g, F m b) を配置する。

[0086] そして前記光均一化手段 (F m r, F m g, F m b) から出たそれぞれの

光束によって、2次元光振幅変調素子たるR色画像用LCD (D_{mr}) およびG色画像用LCD (D_{mg})、B色画像用LCD (D_{mb}) が照明され、その透過光束がダイクロイックプリズム (M_j) によって3色合成され、カラー画像を構成する光束 (F_o) となる。

この光束は、投影レンズによってスクリーンに投影される(図示を省略)。

[0087] ところで、本図のような前記偏光整列機能素子 (P_{cr} , P_{cg} , P_{cb}) が存在する、フライアイインテグレータによる前記光均一化手段 (F_{mr} , F_{mg} , F_{mb}) の場合、前記偏光整列機能素子 (P_{cr} , P_{cg} , P_{cb}) を通過できる光線の最大角度は軸対象ではなく、例えば紙面に平行な方向では大きく、紙面に垂直な方向では小さい。

そのため、前記R色用2次元レンズアレイ (L_{arr}) および前記G色用2次元レンズアレイ (L_{arg})、前記B色用2次元レンズアレイ (L_{arb}) は、前記した、拡散光の方向分布が非軸対称となるようにした交叉シリンドリカルレンズアレイにより構成し、各方向の光線の最大角度を超えないように光束を拡散させることが好適である。

なお、人間の視感度の関係で、スペックルの目立ち方はR色、G色、B色で相違し、例えば、G色では目立つがB色では目立たない。

そのため、色毎の目立ち方に合わせて前記R色用2次元レンズアレイ (L_{arr}) および前記G色用2次元レンズアレイ (L_{arg})、前記B色用2次元レンズアレイ (L_{arb}) それぞれの拡散度を別々に調整するとよい。

[0088] 因みに、前記ミラー (H_{ur} , H_{ug} , H_{ub}) は、それぞれに入射される前記R色出力光束 (F_r) および前記G色出力光束 (F_g)、前記B色出力光束 (F_b) を効率的に反射するように作成される。

しかし、反射されない透過光が少なからず存在し、普通これらの光は迷光として捨てられるが、本図の本光源装置においては、これを有効利用して測定用光束 ($F_{r'}$, $F_{g'}$, $F_{b'}$) を得るようにしてある。

そして前記測定用光束 ($F_{r'}$, $F_{g'}$, $F_{b'}$) は、それぞれ前記R色

センサ（A_r）および前記G色センサ（A_g）、前記B色センサ（A_b）に入射されて光量が測定され、光量安定化フィードバック等のために利用される。

[0089] 次に、本発明のプロジェクタの実施例の一形態を簡略化して示す図である図12を用いて、本発明を実施するための形態として、2次元レンズアレイと光偏向手段を併用してスペックル低減を強化した白色光源としての本発明の光源装置を構成し、それを利用した、本発明のプロジェクタの構成について述べる。

[0090] R・G・B各色の半導体レーザ光源ユニット（L_sR, L_sG, L_sB）における半導体チップの表面に存在する発散光の放射部を光放射領域（G_sR, G_sG, G_sB）とし、それらをコリメータレンズ（E_sR, E_sG, E_sB）で無限遠の像に変換した光束を、ミラー（H_uR）およびダイクロイックミラー（H_uG, H_uB）を用いて色合成し、結像レンズ（E_u1）に入力するように構成してある。

この配置は、逆に前記結像レンズ（E_u1）の側から見ると、R・G・B各色の前記光放射領域（G_sR, G_sG, G_sB）が、巨視的には重なって（微視的に見れば重なっていないかも知れないが）1個の像として、全体として白色の光源に見える。

前記結像レンズ（E_u1）は、前記光放射領域（G_sR, G_sG, G_sB）に対する共役な像として、偏向用ミラー（M_dm）の上に第2光放射領域（G_u）を結像させる。

[0091] なお、前記半導体レーザ光源ユニット（L_sR, L_sG, L_sB）が複数個の半導体レーザを光源とするものの場合、ここでは、前記光放射領域（G_s）からの全主光線が光軸に平行である場合を基本とするが、平行でない場合であっても、光軸上での像平面の位置、瞳位置を制御して設計することにより、同様の機能の光学系を実現することができる。

[0092] 前記偏向用ミラー（M_dm）は、例えば円形で、ミラー回転モータ（M_dd）の回転軸に取り付けられて回転させられるが、前記偏向用ミラー（M_d

m) の反射面の法線ベクトルが、回転軸に対して所定角度だけ傾くように取り付ける。

このような構造とすることにより、前記ミラー回転モータ (M d d) の回転に伴い、前記法線ベクトルの軌跡は円錐面を描くように揺動するため、前記偏向用ミラー (M d m) は回転揺動ミラーとなり、光偏向手段 (M d) として機能する。

[0093] 前記光偏向手段 (M d) によって偏向された光束 (B d) は、レンズ (E f 1 1, E f 1 2)、および最終のレンズ (E f 1 3) からなる第2光学系 (E f) に入射され、該第2光学系 (E f) は、前記偏向用ミラー (M d m) 上の前記第2光放射領域 (G u) に対する共役な像として、頂点並びが非周期的な2次元レンズアレイ (L a r) の入射側の面上に第3光放射領域 (G f') を結像させる。

そして本図の形態では、整合光放射領域 (G f) は、前記2次元レンズアレイ (L a r) の射出側の面上に形成されているとして、前記した光ガイドよりなる光混合手段 (F m) の入射端 (P m i) を、前記2次元レンズアレイ (L a r) の射出側の面に近接するよう前記光混合手段 (F m) を配置する。

[0094] ところで、前記光偏向手段 (M d) より前段にある光学系から出力される光束 (B u) によって形成される前記第2光放射領域 (G u) は、前記光偏向手段 (M d) の偏向動作とは無関係に不動のものである。

しかも、前記第2光放射領域 (G u) が前記光偏向手段 (M d) の偏向点の近傍にあるため、前記光偏向手段 (M d) によって偏向された前記光束 (B d) の起点たる光放射領域もほとんど不動になる。

そして、前記第2光放射領域 (G u) と前記第3光放射領域 (G f') とは共役であることにより、前記第3光放射領域 (G f') も、ほとんど不動のままになるため、前記光偏向手段 (M d) の偏向動作が行われても、前記光束 (B f) は、前記光混合手段 (F m) の前記入射端 (P m i) に入射される状態が常に維持される。

[0095] なお、前記第2光学系（E f）を通過後においては、主光線が互いに略平行になるように光学設計することが好適である。

その理由は、光ガイドよりなる前記光混合手段（F m）においても、その内部を損失無く伝播できる光線の最大角度が存在するため、主光線どうしが成す角度と、前記2次元レンズアレイ（L a r）が付与する拡散角と、前記偏向用ミラー（M d m）が付与する偏向角との和を、前記最大角度以内に収める必要があるが、スペックル低減効果を最大限に発揮するためには、スペックル低減に寄与しない主光線どうしが成す角度を小さくし、前記2次元レンズアレイ（L a r）が付与する拡散角または前記偏向用ミラー（M d m）が付与する偏向角を大きくすることが有利となるからである。

[0096] 前記したように、出力光束の主光線が互いに略平行になる光学系は、前記第2光学系（E f）の入力側焦点と前記第2光学系（E f）の入射瞳とが一致するように設計することにより実現することができるが、これを本図に即して、もっと判り易く言うと、前記最終のレンズ（E f 1 3）に注目して、その入力側焦点と入射瞳（Q f 3）とを一致させればよいことになる。

そして、該入射瞳（Q f 3）は、前記偏向用ミラー（M d m）の偏向角が零である場合を基本として、前記コリメータレンズ（E s）の射出瞳（Q u）の共役像であり、前記した前記光放射領域（G s）からの全主光線が光軸に平行である場合を考えるなら、前記射出瞳（Q u）は、前記コリメータレンズ（E s）の出力側焦点に一致する。

以上のように構成したことにより、本図の光源装置は、前記光偏向手段（M d）に与えることのできる偏向角度の最大値を最大限にすることができる。

[0097] 前記光偏向手段（M d）は、前記光束（B u）を偏向する方向を連続的に変化させる動作を継続することにより、前記入射端（P m i）への入射光線の角度と位置の成分の混合の状態が連続的に変化することになるため、前記光混合手段（F m）の前記射出端（P m o）から射出される前記光束（B m o）においては、スペックルは常に移動するため、その移動速度に見合う適

当な期間内で平均すると、前記したスペックルの粒状・斑点状の模様が細くなり、視認し難くなる効果と相乗して、スペックルは消滅して見えることになる。

[0098] したがって射出端（P m o）より前記した周期的模様が目立たずスペックルが低減された光束（B m o）を出力させることができる。

前記光混合手段（F m）の後段においては、前記光束（B m o）をR，G，Bの色分解を行い、先に説明した図13の従来のプロジェクタと同様に、映像信号に従って2次元光振幅変調素子（D m j A）による2次元空間変調を行って生成されたR，G，Bの色毎の画像を、ダイクロイックプリズム等によって合成することにより、カラー画像を生成するプロジェクタを構成することができる。

[0099] これまでの説明においては、図10や図12に記載の光源装置における光放射領域（G s）および光放射領域（G s R，G s G，G s B）については、半導体レーザ光源ユニットによって形成されるものとしてきたが、これらを、光ファイバや光ファイババンドルの射出端によって形成される光放射領域（G s）に置き換えることが可能である。

産業上の利用可能性

[0100] 本発明は、プロジェクタなどの光学装置において使用可能な、半導体レーザなどのコヒーレント光源を用いた光源装置を設計・製造する産業において利用可能である。

符号の説明

[0101]	A 1	サブ領域
	A 2	サブ領域
	A 3	サブ領域
	A 4	サブ領域
	A b	B色センサ
	A c 1 1	部分サブ領域
	A c 1 2	部分サブ領域

A c 2 1	部分サブ領域
A c 2 2	部分サブ領域
A g	G色センサ
A p	成分
A r	R色センサ
B d	光束
B f	光束
B m o	光束
B s	光束
B u	光束
C 0	内接円
C 1	円
C 2	円
d 1	母線間隔
d 2	母線間隔
D m b	B色画像用LCD
D m g	G色画像用LCD
D m j A	2次元光振幅変調素子
D m j B	2次元光振幅変調素子
D m r	R色画像用LCD
E d	拡散板
E f	第2光学系
E f 1 1	レンズ
E f 1 2	レンズ
E f 1 3	レンズ
E f b	光ファイババンドル
E f g	光ファイババンドル
E f r	光ファイババンドル

E j 1 A	照明レンズ
E j 1 B	照明レンズ
E j 2 A	投影レンズ
E j 2 B	フィールドレンズ
E j 3 B	投影レンズ
E j b	照明レンズ
E j g	照明レンズ
E j r	照明レンズ
E o b	出射端
E o g	出射端
E o r	出射端
E s	コリメータレンズ
E s b	コリメータレンズ
E s g	コリメータレンズ
E s r	コリメータレンズ
E u	光束整合光学系
E u 0	結像レンズ
E u 1	結像レンズ
F 1 b	前段フライアイレンズ
F 1 B	前段フライアイレンズ
F 1 g	前段フライアイレンズ
F 1 r	前段フライアイレンズ
F 2 b	後段フライアイレンズ
F 2 B	後段フライアイレンズ
F 2 g	後段フライアイレンズ
F 2 r	後段フライアイレンズ
F b	B色出力光束
F b'	測定用光束

F g	G色出力光束
F g'	測定用光束
F m	光混合手段
F m A	光均一化手段
F m b	光均一化手段
F m B	光均一化手段
F m g	光均一化手段
F m r	光均一化手段
F o	光束
F r	R色出力光束
F r'	測定用光束
G f	整合光放射領域
G f'	第3光放射領域
G s	光放射領域
G s B	光放射領域
G s G	光放射領域
G s R	光放射領域
G u	第2光放射領域
H b	基板面
H s	屈折面
H u b	ミラー
H u B	ダイクロイックミラー
H u G	ダイクロイックミラー
H u g	ミラー
H u R	ミラー
H u r	ミラー
L 1	レンズ
L 2	レンズ

L a r	2次元レンズアレイ
L a r'	2次元レンズアレイ
L a r b	B色用2次元レンズアレイ
L a r g	G色用2次元レンズアレイ
L a r r	R色用2次元レンズアレイ
L b	レンズ境界
L c 1	シリンドリカルレンズ
L c 2	シリンドリカルレンズ
L c 3	シリンドリカルレンズ
L c a 1	シリンドリカルレンズアレイ
L c a 1'	シリンドリカルレンズアレイ
L c a 2	シリンドリカルレンズアレイ
L c a 2'	シリンドリカルレンズアレイ
L c b	レンズ境界
L c b x	レンズ境界
L c b y	レンズ境界
L C D	液晶デバイス
L i	入射平行光束
L o	交点
L o 1	頂点
L o 2	頂点
L s	半導体レーザ光源ユニット
L s B	半導体レーザ光源ユニット
L s G	半導体レーザ光源ユニット
L s R	半導体レーザ光源ユニット
L x	母線
L x 1	母線
L x 2	母線

$L \times 3$	母線
L_y	母線
M_d	光偏向手段
$M_{d d}$	ミラー回転モータ
$M_{d m}$	偏向用ミラー
M_j	ダイクロイックプリズム
$M_{j A}$	ミラー
$M_{j B}$	偏光ビームスプリッタ
n	法線
$O \times y$	基本位置
P	分布量
$P(\phi)$	分布
$P_{c b}$	偏光整列機能素子
$P_{c B}$	偏光整列機能素子
$P_{c g}$	偏光整列機能素子
$P_{c r}$	偏光整列機能素子
$P_{m i}$	入射端
$P_{m i A}$	入射端
$P_{m i B}$	入射端
$P_{m o}$	射出端
$P_{m o A}$	射出端
$P_{m o B}$	射出端
$Q_f 3$	入射瞳
Q_u	射出瞳
R	半径
r	ズレ半径
S_0	単位正方形
S_c	コヒーレント光源

$S_j A$	光源
$S_j B$	光源
t_1	矢印
t_2	矢印
T_j	スクリーン
y	基準方向
z	光軸
$Z_i B$	入射光軸
δx	位置ズレ
δy	位置ズレ
θ	有効存在範囲角
θ_1	角度
θ_2	角度
Φ	角度
ϕ	角度
ϕ_1	下限角度
ϕ_2	上限角度

請求の範囲

[請求項1] コヒーレント光源（ S_c ）によって形成される光放射領域（ G_s ）と、入射端（ P_{mi} ）からの入射光線の角度と位置の成分の混合を行って射出端（ P_{mo} ）から射出する光混合手段（ F_m ）と、前記光放射領域（ G_s ）から発した光束を前記入射端（ P_{mi} ）に投影するための光束整合光学系（ E_u ）と、を有する光源装置であって、

前記光束整合光学系（ E_u ）は、光拡散手段として機能する2次元レンズアレイ（ $L_a r$ ）を具備しており、該2次元レンズアレイ（ $L_a r$ ）は、その有効領域が、少なくとも1個のサブ領域（ A_1 , A_2 , ...）から構成され、前記サブ領域を構成する個々のレンズ（ L_1 , L_2 , ...）の頂点（ L_{o1} , L_{o2} , ...）の並びが、非周期的であることを特徴とする光源装置。

[請求項2] 前記サブ領域（ A_1 , A_2 , ...）におけるレンズ（ L_1 , L_2 , ...）の頂点（ L_{o1} , L_{o2} , ...）の並びは、周期的な並び方に基づく基本位置（ $O \times y$ ）に対し、縦方向および横方向に、正負の位置ズレ（ δx , δy ）を有しており、該位置ズレ（ δx , δy ）の量が前記レンズ（ L_1 , L_2 , ...）毎に決められていることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

[請求項3] 前記サブ領域（ A_1 , A_2 , ...）を構成する個々のレンズ（ L_1 , L_2 , ...）の頂点（ L_{o1} , L_{o2} , ...）の並びが、ランダムであることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

[請求項4] 前記サブ領域（ A_1 , A_2 , ...）を構成する個々のレンズ（ L_1 , L_2 , ...）は、並び方向が異なるシリンドリカルレンズアレイ（ $L_{c a 1}$, $L_{c a 2}$ ）の複数枚を重ねることによって形成されており、

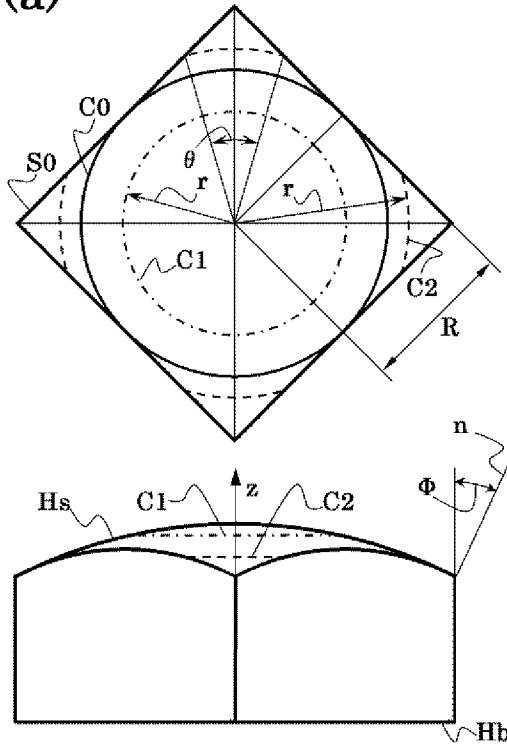
前記シリンドリカルレンズアレイ（ $L_{c a 1}$, $L_{c a 2}$ ）を構成する個々のシリンドリカルレンズ（ $L_{c 1}$, $L_{c 2}$, ...）は、その母線（ $L_{x 1}$, $L_{x 2}$, ...）の傾き角度（ θ_1 , θ_2 , ...）が、シリンドリカルレンズ毎に決められていることを特徴とする請求項1に記載の

光源装置。

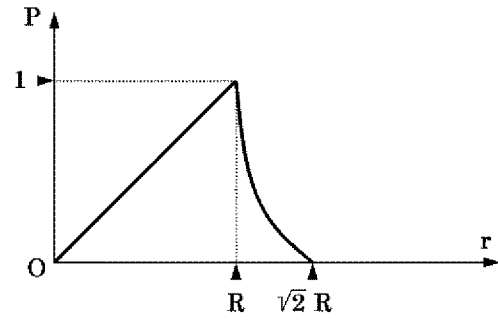
- [請求項5] 前記サブ領域 (A_1 , A_2 , ...) を構成する個々のレンズ (L_1 , L_2 , ...) は、並び方向が異なるシリンドリカルレンズアレイ (L_{ca1} , L_{ca2}) の複数枚を重ねることによって形成されており、
- 前記シリンドリカルレンズアレイ (L_{ca1} , L_{ca2}) を構成する個々のシリンドリカルレンズ (L_{c1} , L_{c2} , L_{c3} , ...) は、その母線 (L_{x1} , L_{x2} , L_{x3} , ...) の並びにおける隣接するものとの母線間隔 (d_1 , d_2 , ...) が不均等であることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。
- [請求項6] 前記光混合手段 (F_m) は、所定空間に光を閉じ込めて光を多重反射させながら導波する光ガイドであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の光源装置。
- [請求項7] 前記光混合手段 (F_m) は、フライアイインテグレータであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の光源装置。
- [請求項8] 請求項1から7のいずれか1項に記載の光源装置を利用して画像を投影表示するプロジェクタであって、光均一化手段が前記光混合手段 (F_m) を兼ねるプロジェクタ。

[図1]

(a)



(b)



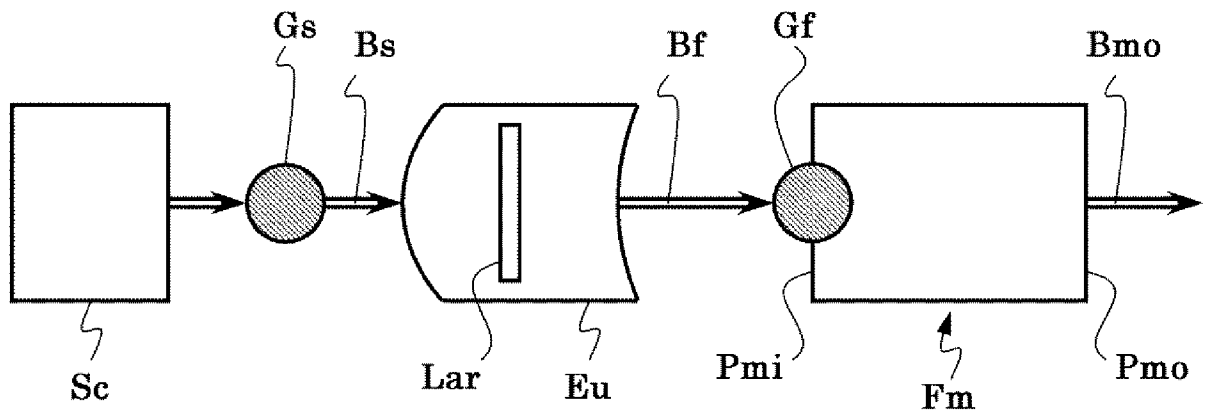
$$r \leq R$$

$$\Rightarrow P(r) = r$$

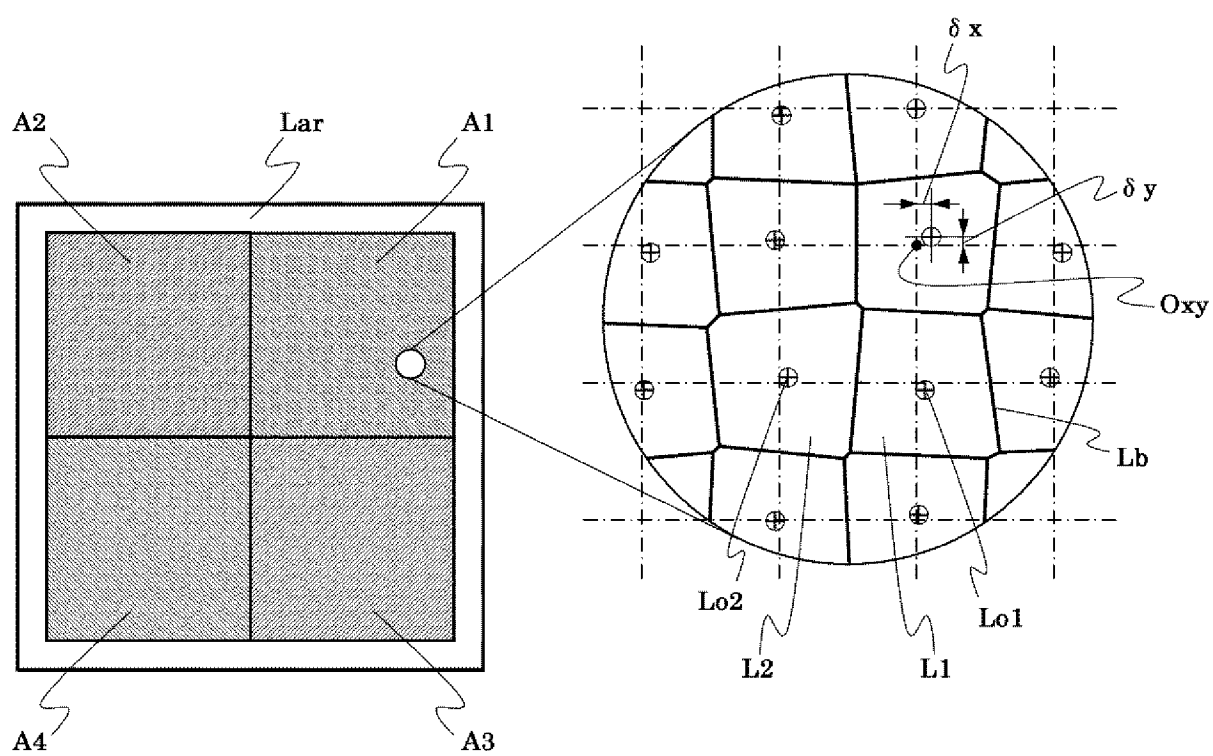
$$r > R$$

$$\Rightarrow P(r) = r \cdot \left\{ 1 - \frac{4}{\pi} \cdot \tan^{-1} \left[\frac{\sqrt{r^2 - R^2}}{R} \right] \right\}$$

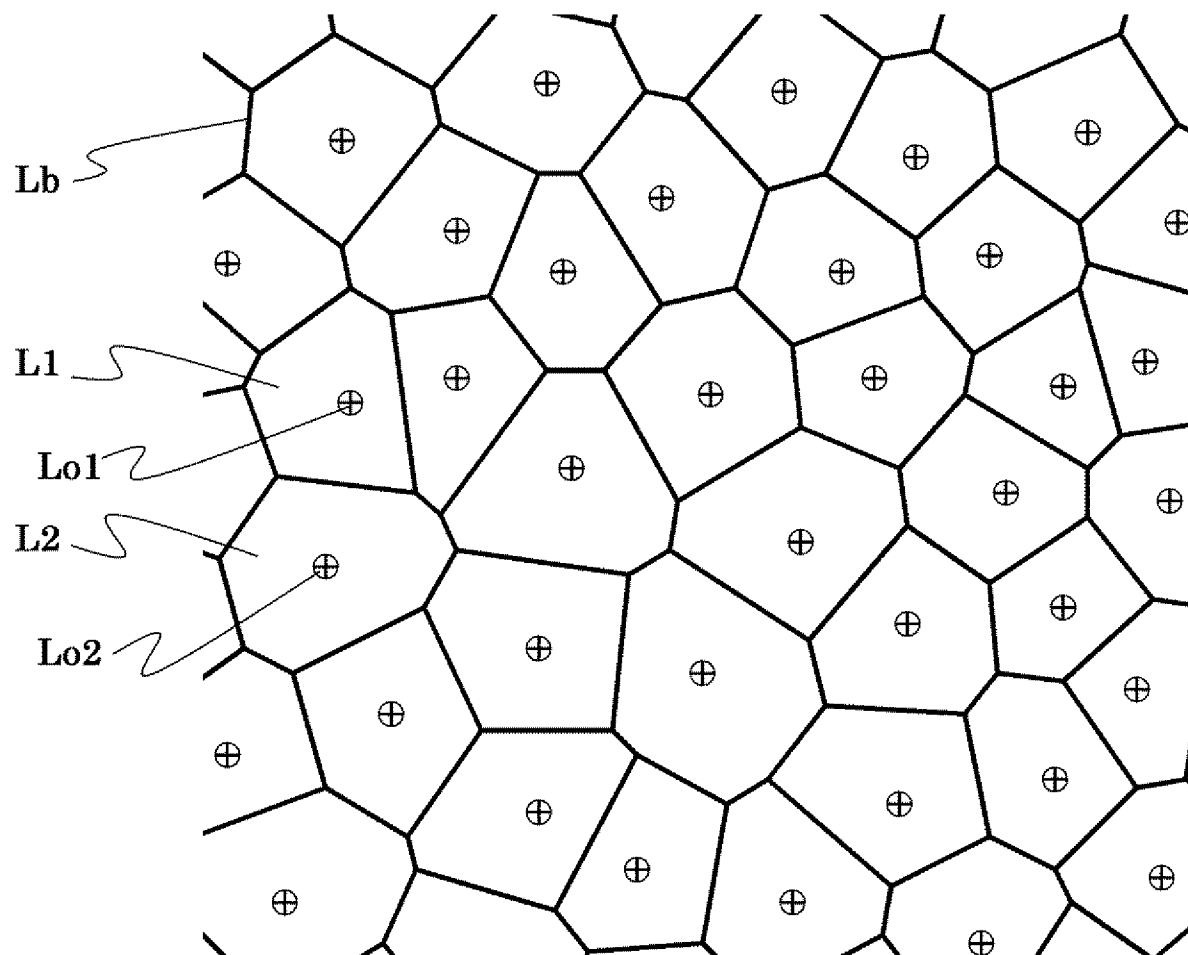
[図2]



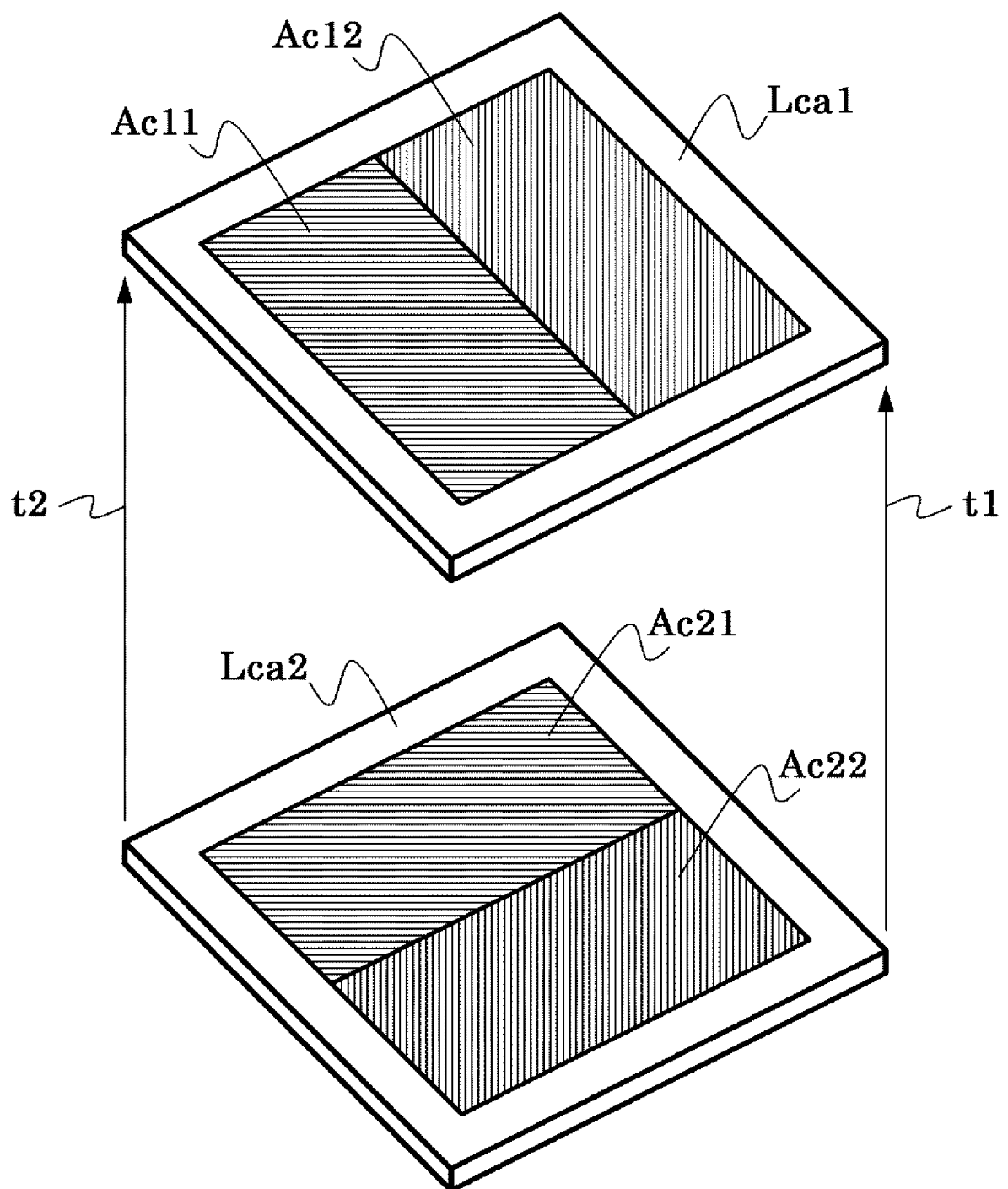
[図3]



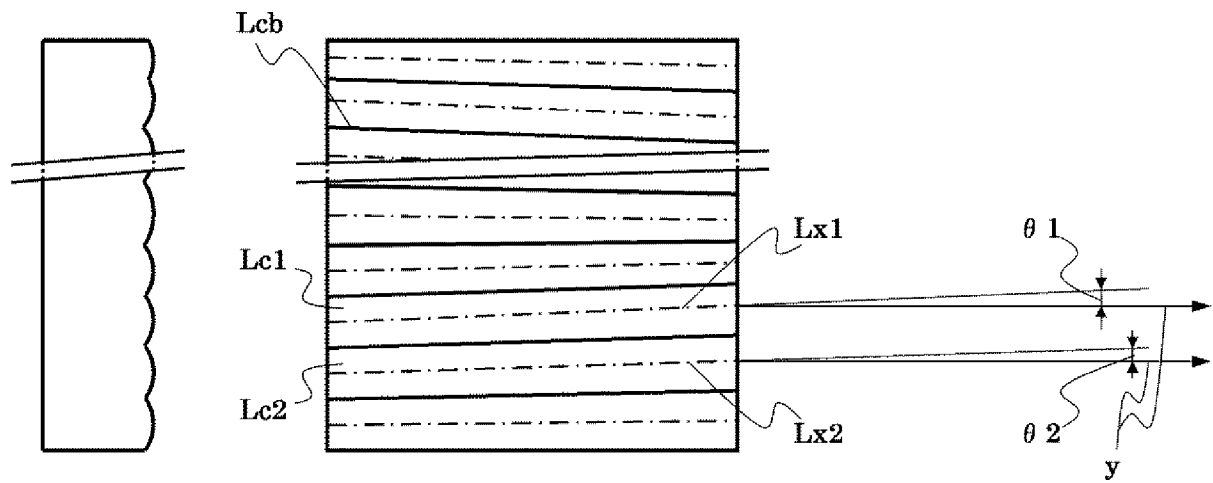
[図4]



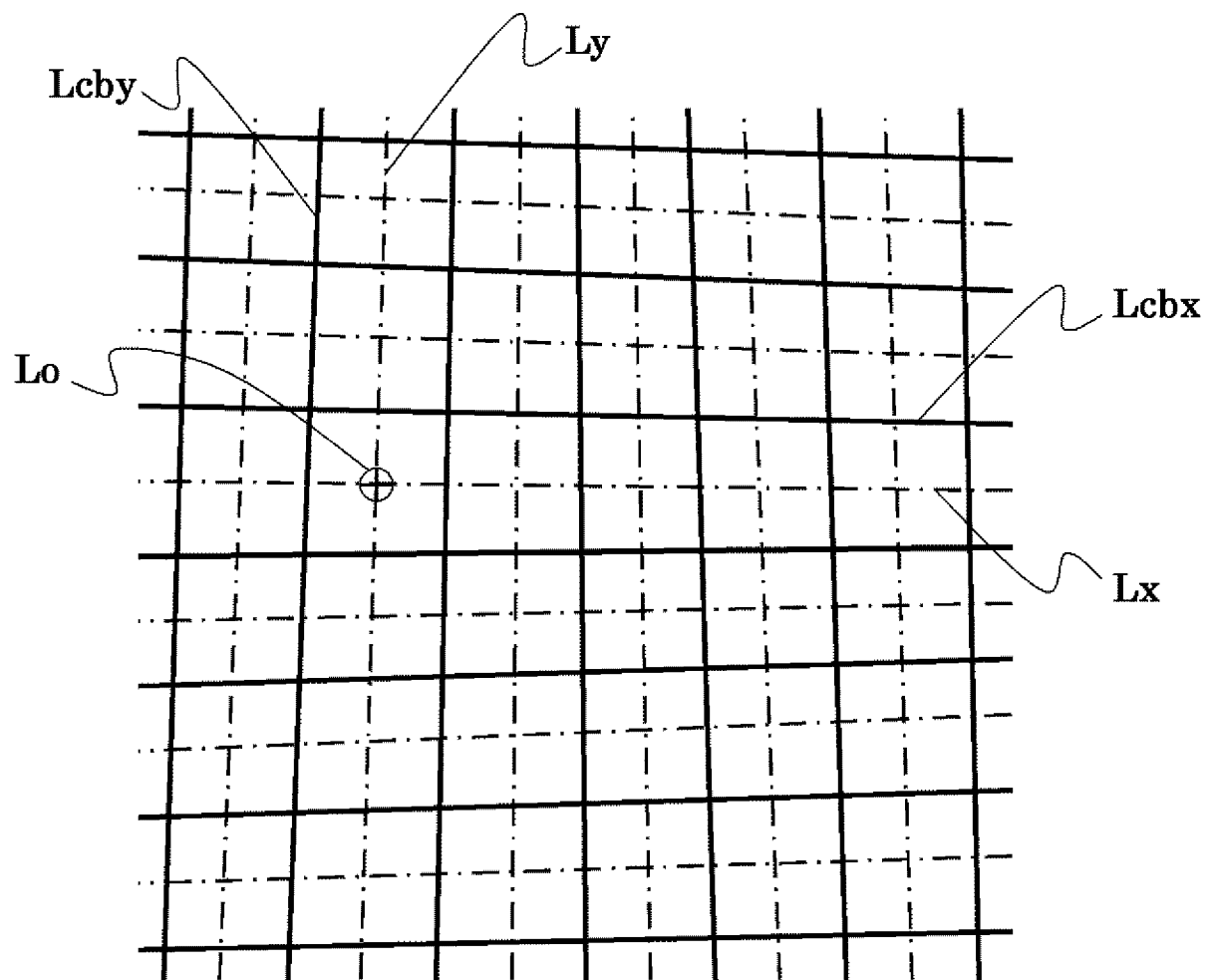
[図5]



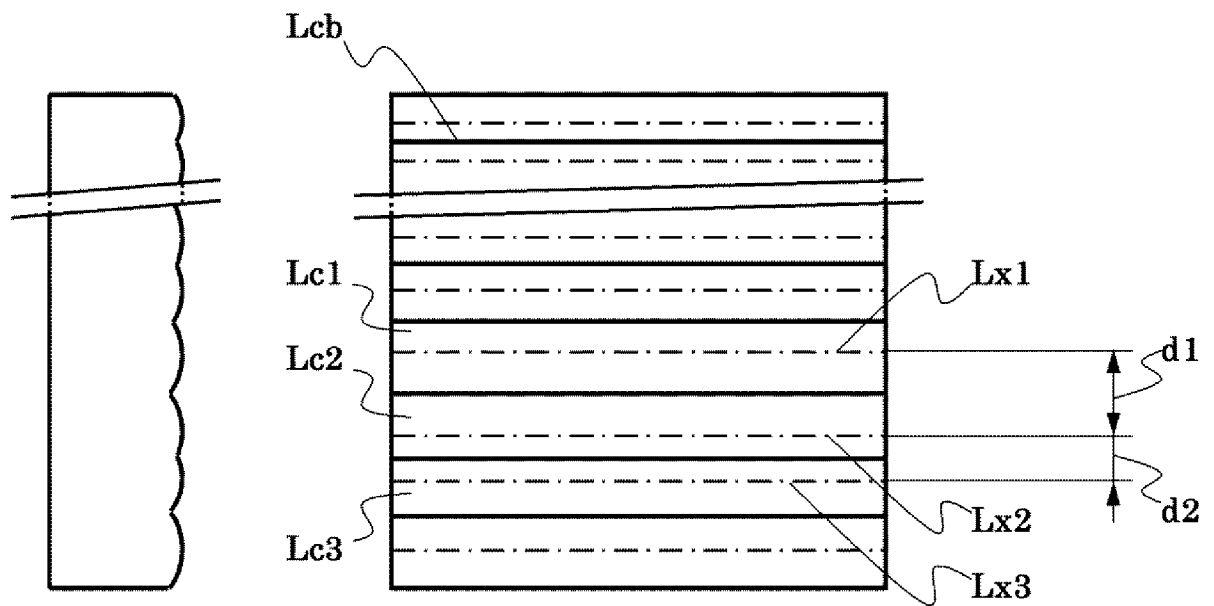
[図6]



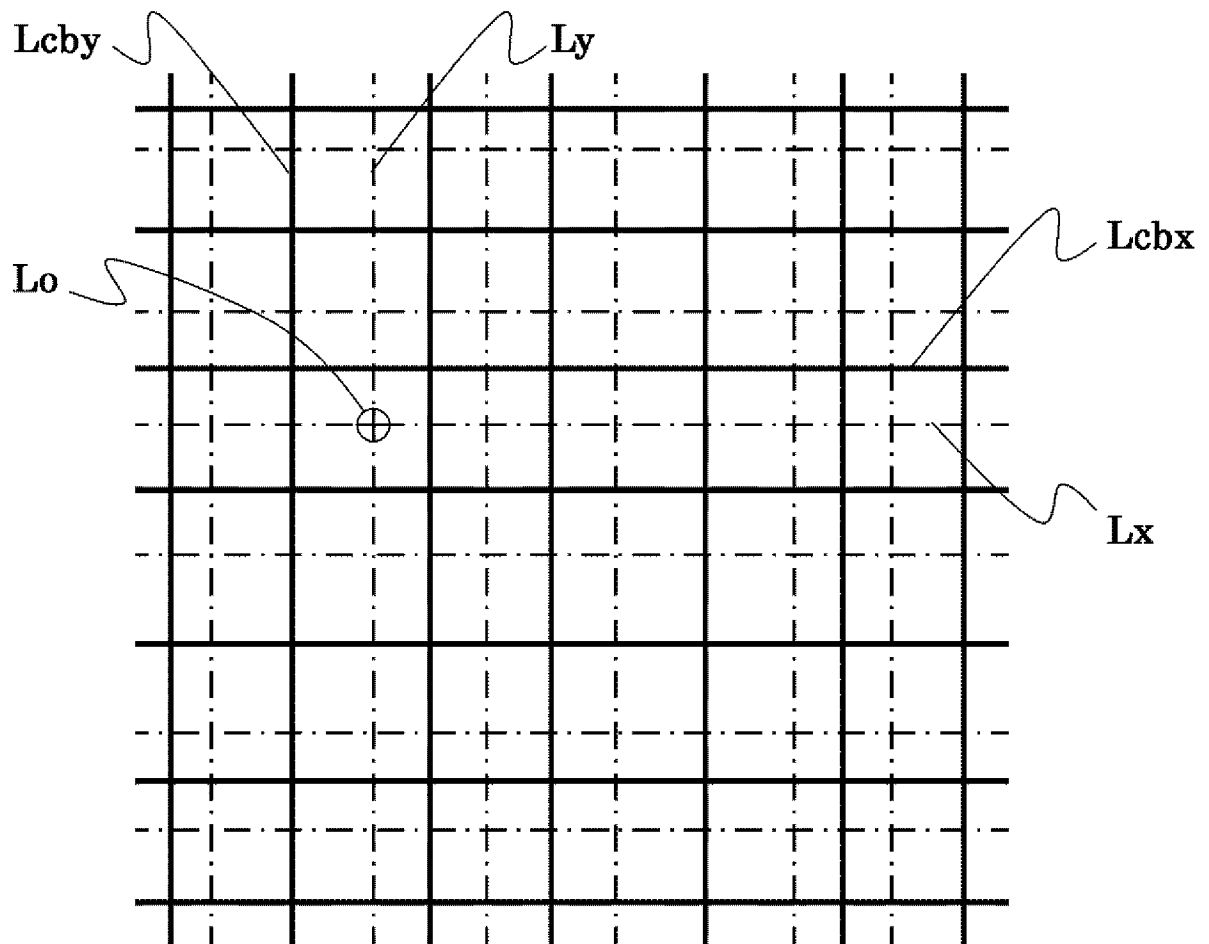
[図7]



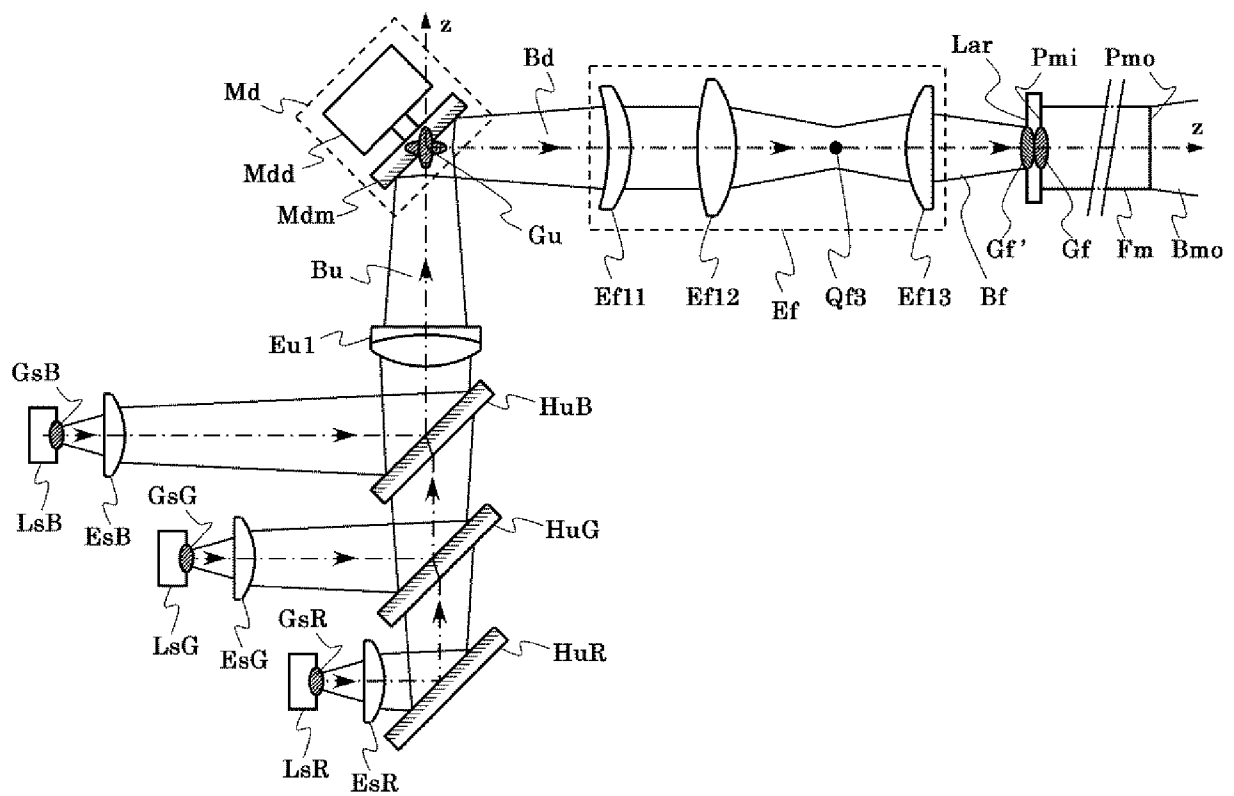
[図8]



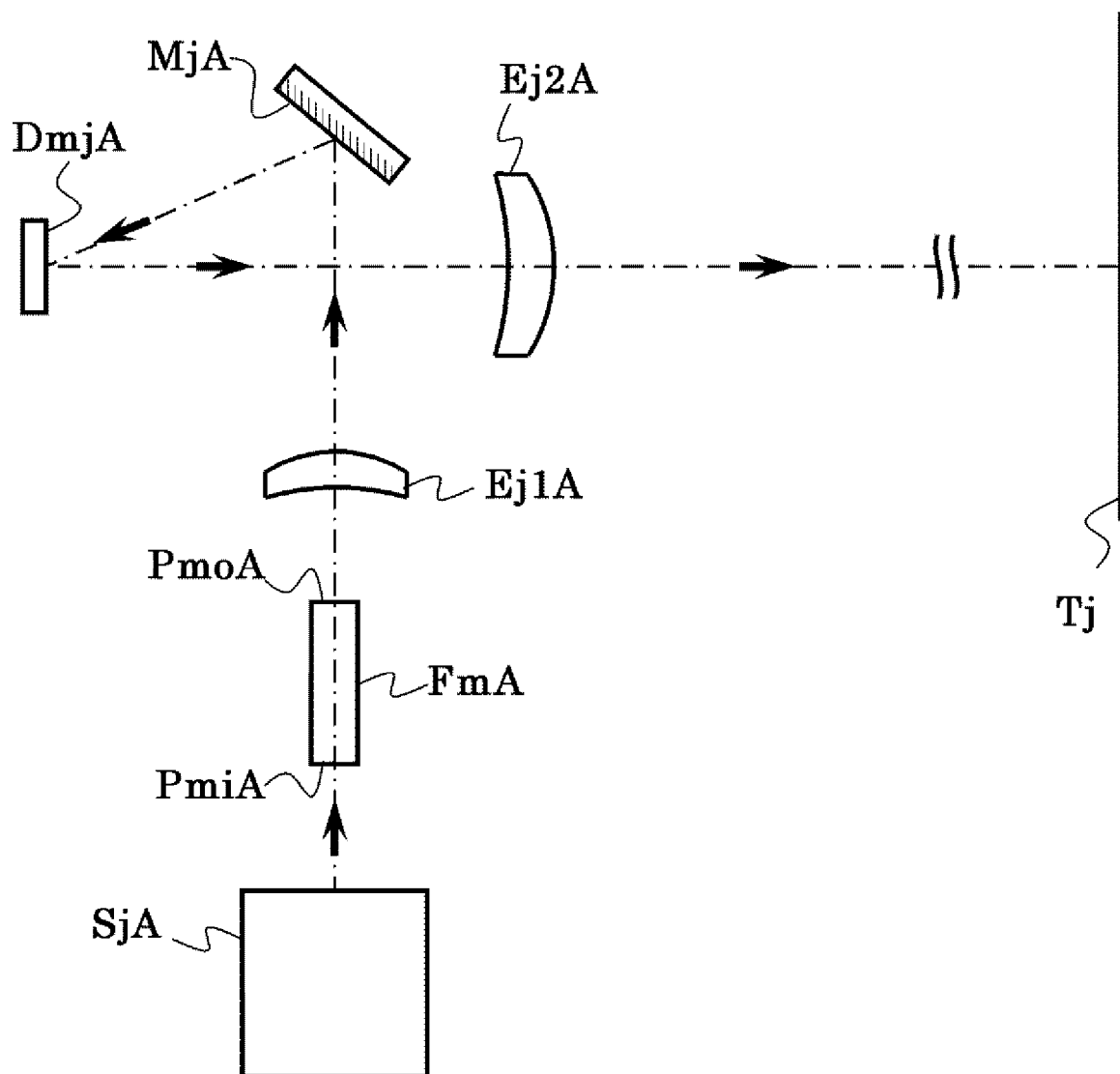
[図9]



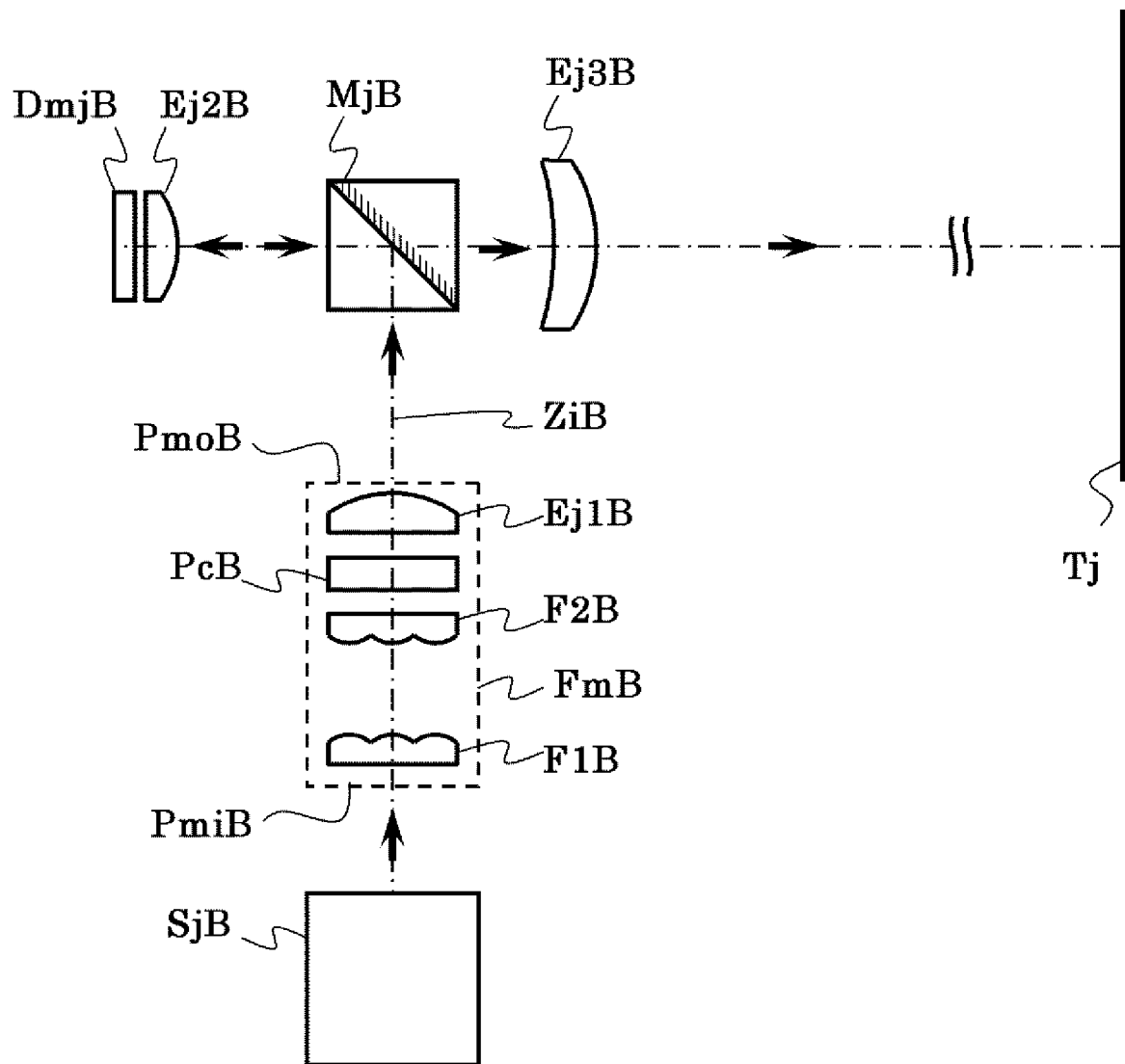
[図12]



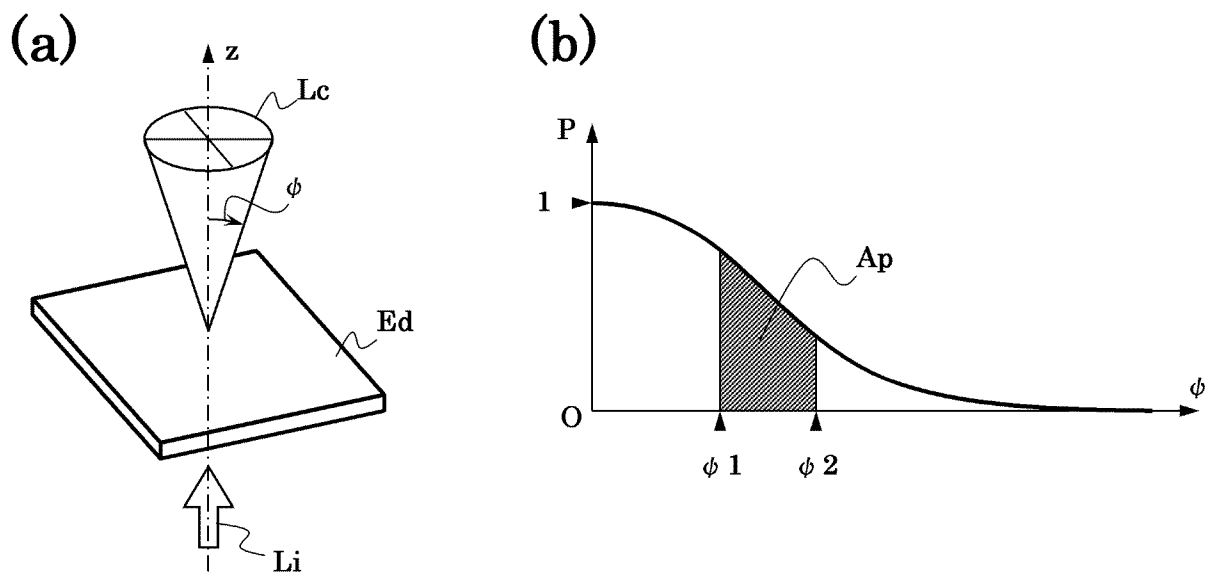
[図13]



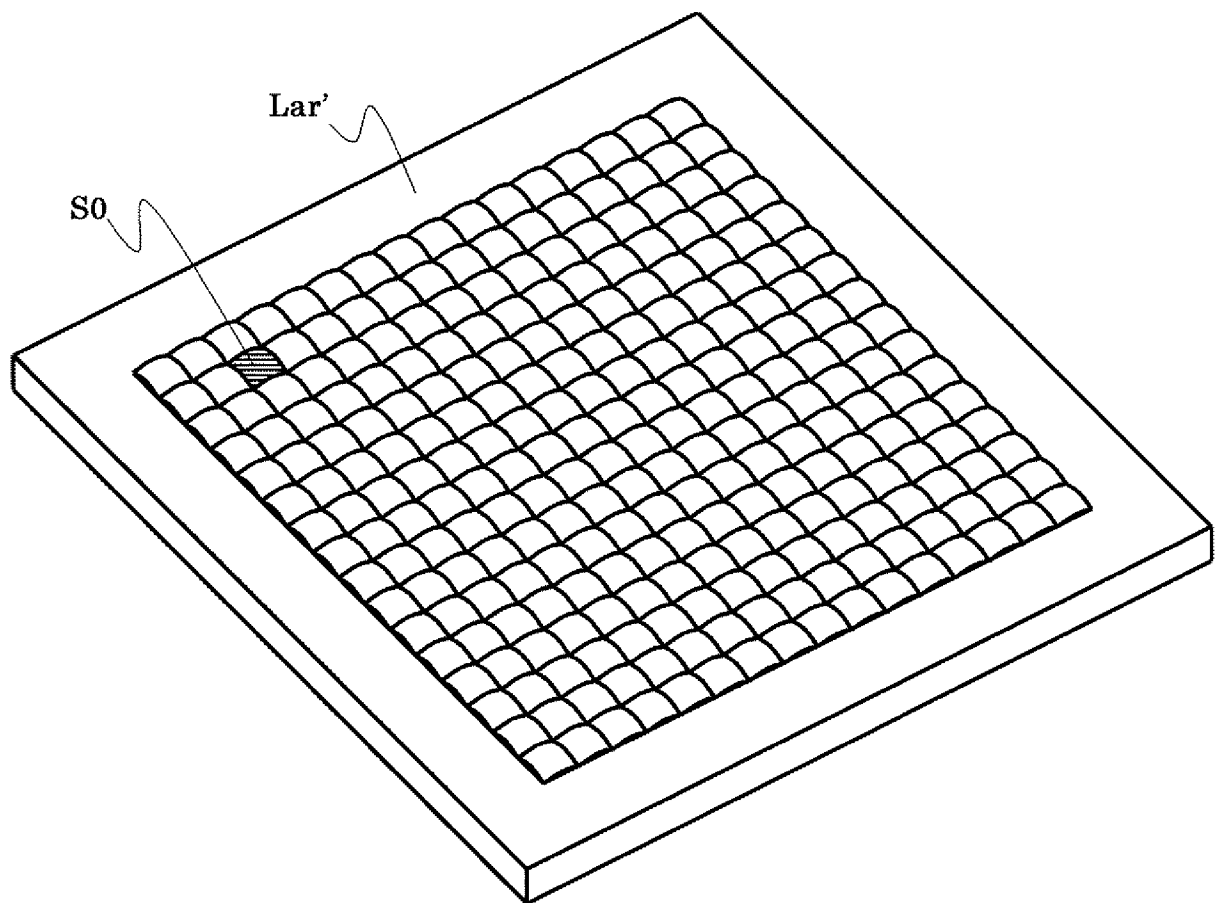
[図14]



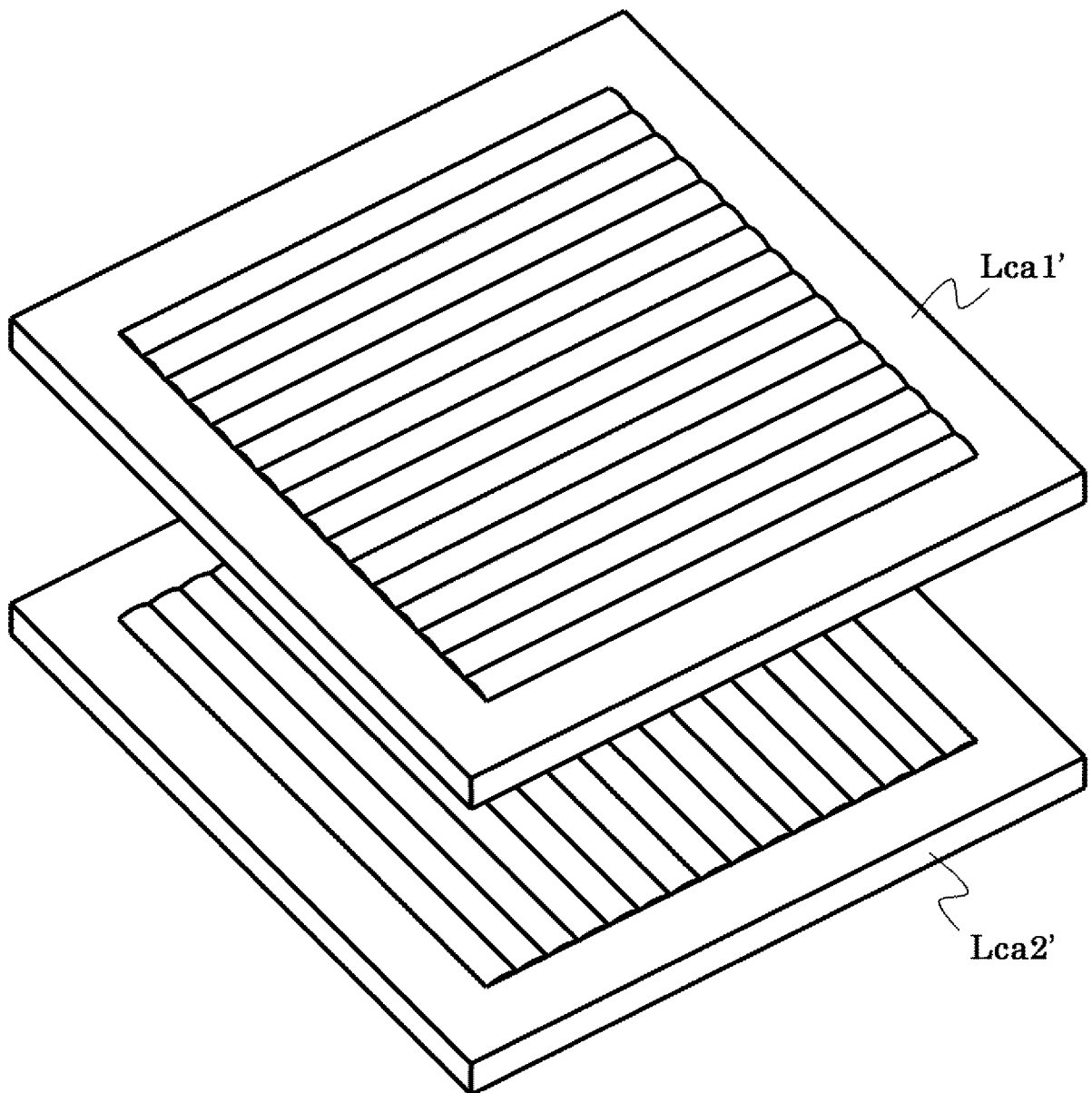
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B21/14(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i, H04N5/74(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B21/00-21/10, 21/12-21/13, 21/134-21/30, F21S2/00-19/00, F21V1/00-15/06, H04N5/66-5/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2003-098476 A (Eastman Kodak Co.), 03 April 2003 (03.04.2003), paragraphs [0015] to [0037]; fig. 1 & US 2003/0039036 A1 & EP 1292134 A2	1, 3, 6-8 2 4-5
X Y A	JP 2011-095642 A (Lasertec Corp.), 12 May 2011 (12.05.2011), paragraphs [0021] to [0047]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 3, 6 2 4-5, 7-8
Y	JP 2004-505306 A (Rochester Photonics Corp.), 19 February 2004 (19.02.2004), fig. 16 & US 2002/0034014 A1 & US 2002/0034710 A1 & EP 1305656 A & WO 2002/010804 A1 & AU 8467701 A & TW I240805 B & CN 1386203 A & KR 10-2008-0034045 A	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 December, 2014 (11.12.14)

Date of mailing of the international search report
22 December, 2014 (22.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074351

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 06-324205 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 25 November 1994 (25.11.1994), entire text; all drawings & US 5598280 A & KR 10-0196763 B	1-8
A	JP 2007-192989 A (Seiko Epson Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2009/004696 A1 (Toppan Printing Co., Ltd.), 08 January 2009 (08.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2006-017957 A (Santec Corp.), 19 January 2006 (19.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
P,X	JP 2013-210487 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), paragraphs [0035] to [0048], [0146]; fig. 1 (Family: none)	1,3,6,8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03B21/14(2006.01)i, F21S2/00(2006.01)i, F21V5/04(2006.01)i, G03B21/00(2006.01)i,
H04N5/74(2006.01)i, F21Y101/02(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03B21/00-21/10, 21/12-21/13, 21/134-21/30, F21S2/00-19/00, F21V1/00-15/06, H04N5/66-5/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2003-098476 A（イーストマン コダック カンパニー） 2003.04.03, 【0015】～【0037】、図1 & US 2003/0039036 A1 & EP 1292134 A2	1, 3, 6-8 2 4-5
X Y A	JP 2011-095642 A（レーザーテック（株）） 2011.05.12, 【0021】～【0047】、図1～図3 (ファミリーなし)	1, 3, 6 2 4-5, 7-8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

請園 信博

2 I

4 7 4 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-505306 A (ロチェスター フォトニクス コーポレイション) 2004.02.19, 図1 6 & US 2002/0034014 A1 & US 2002/0034710 A1 & EP 1305656 A & WO 2002/010804 A1 & AU 8467701 A & TW I240805 B & CN 1386203 A & KR 10-2008-0034045 A	2
A	JP 06-324205 A (大日本印刷 (株)) 1994.11.25, 全文、全図 & US 5598280 A & KR 10-0196763 B	1-8
A	JP 2007-192989 A (セイコーエプソン (株)) 2007.08.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2009/004696 A1 (凸版印刷 (株)) 2009.01.08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2006-017957 A (サンテック (株)) 2006.01.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
P, X	JP 2013-210487 A (大日本印刷 (株)) 2013.10.10, 【0035】～【0048】、【0146】、図1 (ファミリーなし)	1, 3, 6, 8