

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4944875号
(P4944875)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl.

F I

GO3B 21/14 (2006.01)

GO3B 21/14 A

F21S 2/00 (2006.01)

F21S 2/00 311

HO1L 33/00 (2010.01)

F21S 2/00 330

F21Y 101/02 (2006.01)

HO1L 33/00 L

F21Y 101:02

請求項の数 25 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2008-510393 (P2008-510393)	(73) 特許権者	599133716
(86) (22) 出願日	平成18年4月21日 (2006.4.21)		オスラム オプト セミコンダクターズ
(65) 公表番号	特表2008-545997 (P2008-545997A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテ
(43) 公表日	平成20年12月18日 (2008.12.18)		ル ハフツング
(86) 国際出願番号	PCT/DE2006/000698		Osram Opto Semicond
(87) 国際公開番号	W02006/119723		uctors GmbH
(87) 国際公開日	平成18年11月16日 (2006.11.16)		ドイツ連邦共和国、93055 レーゲン
審査請求日	平成21年3月5日 (2009.3.5)		スブルグ、ライプニッツシュトラッセ 4
(31) 優先権主張番号	102005022357.5		Leibnizstrasse 4, D
(32) 優先日	平成17年5月13日 (2005.5.13)		-93055 Regensburg,
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		Germany
(31) 優先権主張番号	102005031336.1	(74) 代理人	100061815
(32) 優先日	平成17年7月5日 (2005.7.5)		弁理士 矢野 敏雄
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

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】

1つの光変調器と少なくとも1つの光源とを備えており、該光変調器は面積 A_M および入射光の最大受容角 α の受光面を備えた光受信領域を有し、該光源は駆動により光受信領域の受光面を照明するコーンビームを形成しかつそれぞれ面積 A_D および最大放射角 β の光出力面を備えたN個のルミネセンスダイオードチップを有する、
プロジェクタにおいて、

ルミネセンスダイオードチップと光変調器とのあいだの光路に少なくとも1つの光学素子が配置されており、該光学素子とルミネセンスダイオードチップとの間の光路に所定のガスの充填された空隙が存在しており、

ルミネセンスダイオードチップの光出力面に結合媒体が存在しない場合、式 $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ が成り立ち、 $n=1$ であることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 2】

1つの光変調器と少なくとも1つの光源とを備えており、該光変調器は面積 A_M および入射光の最大受容角 α の受光面を備えた光受信領域を有し、該光源は駆動により光受信領域の受光面を照明するコーンビームを形成しかつそれぞれ面積 A_D および最大放射角 β の光出力面を備えたN個のルミネセンスダイオードチップを有する、
プロジェクタにおいて、

ルミネセンスダイオードチップと光変調器とのあいだの光路に少なくとも1つの光学素子が配置されており、

ルミネセンスダイオードチップの光出力面に結合媒体が存在する場合、式 $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ が成り立ち、 n は結合媒体の材料の屈折率に等しい

ことを特徴とするプロジェクタ。

【請求項3】

ルミネセンスダイオードチップは電磁放射を発光する活性領域を含む薄膜層列を有しており、該薄膜層列は成長基板から分離されており、該薄膜層列の主発光面の反対側にリフレクタが設けられている、請求項1または2記載のプロジェクタ。

10

【請求項4】

光変調器の光受信領域の受光面は面積 A_M 、長さ l_M および幅 b_M を有しており、ルミネセンスダイオードチップは x 行 y 列のマトリクス状に配置されており、ルミネセンスダイオードチップの薄膜層列の主発光面は長さ l_D および幅 b_D を有しており、ここで $0.7 * (l_M * \sin(\alpha)) / (l_D * \sin(\beta) * n) \leq x \leq 1.3 * (l_M * \sin(\alpha)) / (l_D * \sin(\beta) * n)$ および $0.7 * (b_M * \sin(\alpha)) / (b_D * \sin(\beta) * n) \leq y \leq 1.3 * (b_M * \sin(\alpha)) / (b_D * \sin(\beta) * n)$ が成り立つ、請求項3記載のプロジェクタ。

20

【請求項5】

個数 N または x または y の値は商 $(A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ 、商 $(l_M * \sin(\alpha)) / (l_D * \sin(\beta) * n)$ または商 $(b_M * \sin(\alpha)) / (b_D * \sin(\beta) * n)$ を最も近い整数へ切り上げるか切り下げたものである、請求項1から4までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

【請求項6】

個数 N または x または y の値は前記商を最も近い偶数に切り上げるかまたは切り下げたものである、請求項5記載のプロジェクタ。

【請求項7】

ルミネセンスダイオードチップの主発光面はほぼ長方形の形状を有する、請求項1から6までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

30

【請求項8】

複数のルミネセンスダイオードチップに共通に1つの光学素子に対応する、請求項1から7までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

【請求項9】

複数のルミネセンスダイオードチップが少なくとも2つのグループに分割されており、該グループごとに1つの光学素子に対応する、請求項1から7までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

【請求項10】

少なくとも一部のルミネセンスダイオードチップの後方にルミネセンス変換素子が配置されている、請求項1から9までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

40

【請求項11】

各ルミネセンスダイオードチップの後方に種々の材料から成る各ルミネセンス変換素子が配置されている、請求項10記載のプロジェクタ。

【請求項12】

光学素子は、通常とは反対方向に光を透過する非結像型の光コンセントレータの形態に構成されている、請求項1から11までのいずれか1項記載のプロジェクタ。

【請求項13】

光コンセントレータはCPC状、CEC状またはCHC状の集光器である、請求項12記載のプロジェクタ。

【請求項14】

50

光学素子の反射面は部分的にまたは完全に自由形状面として形成されている、請求項 1 2 または 1 3 記載のプロジェクト。

【請求項 1 5】

光学素子の光入力側と光出力側とを接続する側壁は、該光入力側と該光出力側とを結ぶ接続線がほぼ直線状に延在するように形成されている、請求項 1 2 記載のプロジェクト。

【請求項 1 6】

光学素子は中空室を有するベースボディを有しており、該ベースボディの中空室を定義する内壁は光源から発光される光のスペクトル領域の少なくとも一部に対して反射性である、請求項 1 2 から 1 4 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 1 7】

光学素子は誘電性光コンセントレータの形態に構成されており、該誘電性光コンセントレータのベースボディは適切な屈折率を有する誘電性材料から成る中実体であり、光学素子へ入力される光はベースボディの光入力側と光出力側とを接続する側面と周囲媒体との界面で全反射により反射される、請求項 1 2 から 1 4 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 1 8】

光学素子はレンズ状の曲面である界面を備えた光出力側を有する、請求項 1 2 から 1 7 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 1 9】

一定の断面積を有するかまたは光出力側へ向かって増大する断面積を有する光混合のための光導波体として光学素子を構成するか、または、光学素子の後方の光路に少なくとも 1 つのこの種の光導波体を配置する、請求項 1 から 1 1 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 2 0】

光学素子を光出力側へ向かって低下する断面積を有する光混合のための光導波体として構成するか、または、光学素子の後方の光路に少なくとも 1 つのこの種の光導波体を配置する、請求項 1 から 1 1 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 2 1】

一部の隣接するルミネセンスダイオードチップ間または全ての隣接するルミネセンスダイオードチップ間に $0\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下の間隔が設けられている、請求項 1 から 2 0 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 2 2】

一部の隣接するルミネセンスダイオードチップ間または全ての隣接するルミネセンスダイオードチップ間に $0\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下の間隔が設けられている、請求項 2 1 記載のプロジェクト。

【請求項 2 3】

光学素子は光出力側を有する一方の側にほぼ長方形の断面を有する、請求項 1 から 2 2 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 2 4】

光学素子は第 1 の面に沿って第 1 の最大放射角を有し、第 2 の面に沿って第 1 の最大放射角とは異なる第 2 の最大放射角を有する、請求項 1 から 2 3 までのいずれか 1 項記載のプロジェクト。

【請求項 2 5】

第 1 の最大放射角は 10° 以上 13° 以下であり、第 2 の最大放射角は 13° 以上 18° 以下である、請求項 2 4 記載のプロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 つの光変調器と複数のルミネセンスダイオードチップを含む少なくとも 1 つの光源とを備えたプロジェクトに関する。

10

20

30

40

50

【0002】

本願は独国出願第102005022357、5号および102005031336、1号の優先権を主張するものであり、これらの出願の開示内容を含むものとする。

【0003】

プロジェクタではできるだけ大きな明るさを形成するために特に投影画像の輝度が重要である。したがって前述した形式のプロジェクタ用の光源にはこれまでも通常多数のルミネセンスダイオードチップが設けられていた。

【0004】

ここで本発明の課題は、従来のプロジェクタに比べ、形成される光強度に関して高い効率を有するプロジェクタを提供することである。

10

【0005】

この課題は独立請求項に記載された特徴を有するプロジェクタにより解決される。本発明の有利な実施形態は従属請求項の対象となっている。

【0006】

ルミネセンスダイオードチップの個数 N は光変調器の特性を考慮して選定される。驚くべきことに、本発明のプロジェクタにおいて形成される高い発光密度に関して、従来のプロジェクタよりも少ない数のルミネセンスダイオードチップにより、最適な効率が得られることが判明している。

【0007】

ルミネセンスダイオードチップの最適な個数 N を求める際には、特に光変調器の光受信領域の受光面の面積 A_M と入射光に対する最大受容角 α とが考慮される。ここでの最大受容角 α は光変調器の光受信領域の受光面へ入射してくる光に対する最大角である。

20

【0008】

ルミネセンスダイオードチップの最適な個数 N を求める際には、さらに、ルミネセンスダイオードチップの光出力面の面積 A_D と最大放射角 β とが考慮される。また、唯一のルミネセンスダイオードチップの光出力面の面積 A_D および最大放射角 β のみを用いることもできる。すなわち少なくとも1つのルミネセンスダイオードチップが面積 A_D の光出力面を有していればよい。ルミネセンスダイオードチップの光出力面とは電磁放射の出力される外面のことである。最大放射角 β とはルミネセンスダイオードチップの放射主方向で見て有効強度での光出力の得られる角度のことである。

30

【0009】

本発明のプロジェクタでは、ルミネセンスダイオードチップと光変調器とのあいだの光路に光学素子が配置されている。

【0010】

ルミネセンスダイオードチップの個数 N について、ルミネセンスダイオードチップからの光出力が付加的な手段により制御される場合、式 $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ が成り立つ。言い換えれば、ルミネセンスダイオードチップの個数 N は $(A_M * \sin^2(\alpha))$ と $(A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ との商を基準として最大で±30%までを含む値として定められる。第1のケースでは $n=1$ である。これに代

40

【0011】

本発明の第1のケースでは、ルミネセンスダイオードチップと光学素子とのあいだの光路に所定のガスの充填された空隙が存在している。第1のケースではルミネセンスダイオードチップの光出力面に結合媒体は存在しない。このとき $n=1$ である。

【0012】

本発明で云う結合媒体とは、ルミネセンスダイオードチップの光出力を有意に制御する媒体であると理解されたい。これは特にルミネセンスダイオードチップの光出力面に射出成形材などのカプセル化材料が存在しないケースにおいて用いられる。カプセル化材料と

50

はルミネセンスダイオードチップを周知の手法で包囲または被覆するのに適した材料であり、ルミネセンスダイオードチップを外部影響から保護するためのものであると理解されたい。

【0013】

光出力面にカプセル化材料が設けられており、ルミネセンスダイオードチップからの光出力がカプセル化材料を通り、結合媒体の影響をほとんど受けないのであれば、ルミネセンスダイオードチップは結合媒体から分離されていることになる。これは特にカプセル化材料が光出力面上に所定の厚さで配置される場合に顕著である。所定の厚さとは、ルミネセンスダイオードチップの対向エッジ間の最大距離の0.2倍以下の厚さである。正方形の形状を有するルミネセンスダイオードチップでは一辺の長さがエッジ間の最大距離に等しい。長方形の形状を有するルミネセンスダイオードチップでは長辺の長さがエッジ間の最大距離に等しくなる。本発明で云う横方向の最大距離とは対向エッジ間の最大距離に相応する。特に、結合媒体を有さない前述の条件のもとでは、ほぼ平面の層として被着されたカプセル化材料は1より大きい屈折率を有する。また空気は基本的に結合媒体とは見なさない。

10

【0014】

本発明の第2のケースでは、ルミネセンスダイオードチップの光出力面に結合媒体が設けられる。このとき、 n は当該の結合媒体の材料の屈折率に等しい。

【0015】

これは特に、ルミネセンスダイオードチップが結合媒体を介して光学的に光学素子へ結合されるかまたは光出力面に結合媒体が設けられ、これによりルミネセンスダイオードチップからの光出力が有意に制御される、特に大幅に高められるケースである。

20

【0016】

本発明に関連して、光出力のこうした有意な制御は、ルミネセンスダイオードチップの光出力面に、チップエッジ間の最大距離の0.2倍より大きい厚さを有する結合媒体の材料が設けられている場合に行われる。結合媒体の材料は例えばカプセル化材料であってよい。

【0017】

有利には、ルミネセンスダイオードチップは電磁放射を発光する活性領域を含む薄膜層列を有している。この薄膜層列は成長基板から分離されており、主発光面の反対側にリフレクタを有する。これは、特に有利にプロジェクタにおいて用いられるいわゆる薄膜ルミネセンスダイオードチップの重要な特性である。

30

【0018】

薄膜発光ダイオードチップは特に次のような特徴を有する。すなわち、放射を形成するエピタキシ層列の支持体側の主表面に反射層が被着または形成されており、この反射層がエピタキシ層列内で形成された電磁放射の少なくとも一部をこのエピタキシ層列に戻るよう反射させる。またエピタキシ層列は20 μm より小さい厚さ、特に有利には10 μm より小さい厚さを有する。エピタキシ層列は混合構造を有する少なくとも1つの面を備えた少なくとも1つの半導体層を含み、理想的には当該の面によりエピタキシ層列内にほぼエルゴード的な光分布、つまり可能な限りエルゴード的な確率分散特性を有する光分布が生じる。

40

【0019】

この種の薄膜発光ダイオードチップの原理については例えばI. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16), 18. Oct. 1993の2174頁～2176頁に記載されており、この刊行物を本願の参考文献とする。

【0020】

薄膜ルミネセンスダイオードチップは良好な近似ではランベルト面光源である。したがってプロジェクタ用光源としての適用に特に適している。本発明の薄膜ルミネセンスダイオードチップでは、基本的に最大放射角 β は90°とする。薄膜ルミネセンスダイオードチップでは、側面を介して放出される光成分が無視できる程度に小さく、例えば全発光成

50

分の1%より小さい。したがって薄膜ルミネセンスダイオードチップの側面からの光放出成分は考えなくてよい。

【0021】

本発明の有利な実施形態によれば、光変調器の受光面は面積 A_M 、長さ l_M および幅 b_M を有しており、ルミネセンスダイオードチップは x 行 y 列のマトリクス状に配置されており、ルミネセンスダイオードチップの薄膜層列の主発光面は長さ l_D および幅 b_D を有しており、ここで x 、 y の値は、 $(l_M * \sin(\alpha))$ と $(l_D * \sin(\beta) * n)$ との商、および、 $(b_M * \sin(\alpha))$ と $(b_D * \sin(\beta) * n)$ との商に基づいて、これらの商 $\pm 30\%$ の範囲に選定される。

【0022】

マトリクスの行および列の適切な値を求めることにより、ルミネセンスダイオードチップの形状が光受信領域の形状に適合化され、ルミネセンスダイオードチップで形成された光を効率的に利用することができる。

【0023】

ルミネセンスダイオードチップの個数 N またはマトリクスの行数 x および列数 y の可能な値は前述の商を最も近い整数へ切り上げまたは切り下げた値に等しい。これによりルミネセンスダイオードチップで形成された光を最大の効率で利用することができる。

【0024】

ルミネセンスダイオードチップの個数 N を求めることに代えて、本発明では、ルミネセンスダイオードチップの所定の個数 N を設定し、ルミネセンスダイオードチップまたはその光出力面のサイズ A_D または長さおよび幅を上述の式に基づいて求められた値へ適合化することもできる。例えば光出力面に対して $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ が成り立つ。もちろん、当該の式に含まれるいずれかのパラメータを設定し、残りのパラメータを相応に求めることもできる。

【0025】

有利な別の実施形態によれば、個数 N または x または y の値は前述の商を最も近い偶数に切り上げるかまたは切り下げたものであってもよい。例えばルミネセンスダイオードチップを偶数個のグループにまとめて配置する場合、 N が偶数であると有利である。このとき、ルミネセンスダイオードチップの各グループに対して1つずつ光学素子を後方に配置すると有利である。

【0026】

有利な別の実施形態によれば、ルミネセンスダイオードチップの主発光面はほぼ長方形の形状を有する。これによりルミネセンスダイオードチップおよび／または光出力面の形状が光変調器の光受信領域の形状または輪郭に良好に適合する。こうして光源から発光された光をさらに良好に利用することができる。

【0027】

有利には、複数のルミネセンスダイオードチップに共通に1つの光学素子に対応する。このようにすれば、各ルミネセンスダイオードチップに対して1つずつ光学素子に対応させる場合に比べて、実装が簡単となるので有利である。これに代えてまたはこれに加えて、複数のルミネセンスダイオードチップを少なくとも2つのグループに分割し、グループごとに1つの光学素子に対応するように構成することもできる。

【0028】

有利には、ルミネセンスダイオードチップの少なくとも一部の後方にルミネセンス変換素子が配置され、これによりルミネセンスダイオードチップから発光された電磁放射が少なくとも部分的に別の波長の電磁放射へ変換される。ルミネセンス変換素子が特に青色発光ルミネセンスダイオードチップと黄色発光物質との組み合わせから成る場合、白色光を形成することができる。

【0029】

これに代えて、各ルミネセンスダイオードチップの後方に種々の材料から成る各ルミネ

10

20

30

40

50

センス変換素子が配置されていてもよい。このようにすれば種々の色の光または種々の波長の光を発光させることができる。

【0030】

特に有利には、各ルミネセンス変換素子の材料はそれぞれ唯一の発光物質を有する。このとき、複数の発光物質が混合されて唯一のルミネセンス変換素子に含まれる場合に比べて、電磁放射の変換に高い効率が達成される。なぜなら、複数の発光物質を用いると、第1の発光物質から発光された光が第2の発光物質において再吸収されてしまうからである。色光を形成する発光物質を用いると、一般にルミネセンスダイオードチップのみを用いる場合より広い発光スペクトルが得られる。全体として、上述した手段により、色再現性の改善された光が得られる。

10

【0031】

また、有利な実施形態によれば、光学素子は、通常のものとは反対方向に光を透過する非結像型の光コンセントレータ（集光器）の形態に構成されている。少なくとも1つのこの種の光学素子を用いることにより、光源から発光された光のダイバージェンスが有利に低減される。

【0032】

この場合、光コンセントレータの光入力側はできるだけルミネセンスダイオードチップの近傍に配置するのが良い。有利には、光コンセントレータから発光される光の空間角度は光コンセントレータをできるだけルミネセンスダイオードチップの近傍に配置することにより縮小され、コーンビームの断面積も小さいままである。このことは特にできる限り高い放射強度かつできる限り小さい面積での投影が所望される場合に必要である。

20

【0033】

幾何光学において重要な維持パラメータとして到達範囲（Etendue）すなわち放射密度が挙げられる。これは光源の面積とこの光源からの放射される光の空間角度との積である。到達範囲とは任意の強度を有するコーンビームの広がり方を記述している。到達範囲を維持すると、特に拡散性の光源の光、例えばルミネセンスダイオードチップの光を集光できなくなる。つまり損失なしには光を小さい寸法を有する面へ向かって偏向できなくなるので、できる限り小さい断面を有する光学素子に入射させると有利である。

【0034】

有利な実施形態によれば、光は光学素子を介して強くコリメートされる。つまり光のダイバージェンスが大幅に低減され、光学素子から出るコーンビームは光変調器の光受信領域の最大受容角 α 以下の開放角で発光される。

30

【0035】

1つの実施形態によればコーンビームの開放角は 25° 以下であり、有利には 20° 以下であり、特に有利には 15° 以下である。

【0036】

このために光コンセントレータは有利にはCPC状、CEC状またはCHC状の集光器とされる。したがってここでは、光コンセントレータの反射性の側壁は、少なくとも部分的小さい／または最大限まで、複合放物面集光器CPC（Compound Parabolic Concentrator）、複合楕円面集光器CEC（Compound Elliptic Concentrator）および／または複合双曲線面集光器CHC（Compound Hyperbolic Concentrator、CHC）の形状を有する。

40

【0037】

特に有利には、光学素子の反射面は部分的にまたは完全に自由形状面として構成されている。これにより所望の放射特性が最適に設定される。光学素子の底面は有利にはCPC、CECまたはCHCの形状に一致する。

【0038】

これに代えて、光学素子の光入力側と光出力側とを接続する側壁は光入力側と光出力側とを結ぶ接続線がほぼ直線状に延在するように形成されている。

【0039】

50

また有利には、光学素子は中空室を有するベースボディを有している。このベースボディの内壁は少なくとも光源から発光される光のスペクトル領域に対して反射性である。

【0040】

これに代えて、光学素子が誘電性光コンセントレータの形態に構成され、この誘電性光コンセントレータのベースボディは適切な屈折率を有する誘電性材料から成る中実体であり、光学素子へ入力される光がベースボディの側面と周囲媒体のとの界面で全反射により反射されるように構成することもできる。全反射を利用することにより、反射の際の光吸収が回避される。

【0041】

有利には、光学素子はレンズ状の曲面である界面を備えた光出力側を有する。これにより光のダイバージェンスを大幅に低減することができる。

10

【0042】

光コンセントレータに代えて、光学素子を一定の断面積を有するかまたは光出力側に向かって増大する断面積を有する光混合のための光導波体として構成してもよい。当該の光学素子の断面は有利には偶数角形の形状を有する。有利には、外面は平らな部分面を有するように構成され、良好な光の混合が保証される。光学素子のこうした構成は、種々の色の光が光学素子へ入力され混合白色光が出力される場合に特に有利である。

【0043】

これに代えて、光混合用の光導波体をプロジェクタの光学素子の後方の光路に配置してもよい。

20

【0044】

有利には、一部の隣接するルミネセンスダイオードチップまたは全ての隣接するルミネセンスダイオードが相互にできるだけ小さい距離で配置される。この距離は300 μm以下であり、有利には0 μm以上100 μm以下である。この手段によりプロジェクタにおいて高い放射密度が達成される。

【0045】

有利には、光学素子は光路の一方側ではほぼ長方形の断面を有する。これにより光学素子においてコーンビームの断面形状は光変調器の光受信領域の断面に少なくとも部分的に適合する形状へ調整される。

【0046】

30

これに代えてまたはこれに加えて、光学素子が第1の面に沿って第1の最大放射角を有し、第2の面に沿って第1の最大放射角とは異なる第2の最大放射角を有するように構成することもできる。言い換えれば、光学素子は、光入力側を通して入射してきた光が第1の面に沿って第1の最大角で走行し、第2の面に沿って第2の最大角で光出力側から発光されるように構成されている。第1の面および第2の面は特に光学素子の放射主方向に対して平行に延在している。有利には第1の面および第2の面は相互に垂直に配置される。この手段により、光変調器に対するコーンビームの適合化が達成される。

【0047】

有利には、第1の最大放射角は10°以上13°以下であり、第2の最大放射角は13°以上18°以下である。

40

【0048】

以下に、図1～図40に関連して、本発明のプロジェクタまたはその要素の有利な実施例を説明する。

【0049】

図1にはプロジェクタの断面図が示されている。図2には図1のプロジェクタの光変調器の光受信領域の平面図が示されている。図3にはルミネセンスダイオードチップの断面図が示されている。図4には光源および光学素子の一部の第1の構成の断面部分図が示されている。図5には光源および光学素子の一部の第2の構成の断面部分図が示されている。図6には光源および光学素子の一部の第3の構成の断面部分図が示されている。図7には光源および光学素子の一部の第4の構成の断面部分図が示されている。図8には光源お

50

よび光学素子の一部の第5の構成の断面部分図が示されている。図9には第1の実施例の光源の平面図が示されている。図10には第2の実施例の光源の断面図が示されている。図11には第3の実施例の光源の断面図が示されている。図12には第4の実施例の光源上の第1の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図13には第2の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図14には第5の実施例の光源上の第3の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図15には第6の実施例の光源上の第4の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図16には第7の実施例の光源上の第5の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図17には第6の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図18には第8の実施例の光源の斜視図が示されている。図19には第9の実施例の光源の斜視図が示されている。図20には第10の実施例の光源の斜視図が示されている。図21には第11の実施例の光源の斜視図が示されている。図22のAには第12の実施例の光源の斜視図、Bにはその平面図が示されている。図23には第13の実施例の光源上の第7の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図24には第14の実施例の光源の斜視図が示されている。図25には第15の実施例の光源の斜視図が示されている。図26には第16の実施例の光源の斜視図が示されている。図27には第17の実施例の光源の斜視図が示されている。図28には第18の実施例の光源上の第8の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図29には光源用ケーシングの第1の構成の斜視図が示されている。図30には光源用ケーシングの第2の構成の斜視図が示されている。図31には光源用ケーシングの第3の構成の斜視図が示されている。図32には光源用ケーシングの第4の構成の斜視図が示されている。図33のAには第9の実施例の光学素子の斜視図、Bには第10の実施例の光学素子の斜視図、Cには第19の実施例の光源上の第11の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図34のAには第12の実施例の光学素子の斜視図、Bには第13の実施例の光学素子の斜視図、Cには第14の実施例の光学素子の斜視図、Dには第15の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図35には第20の実施例の光源上の第16の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図36には第21の実施例の光源上の第17の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図37には第18の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図38には第19の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図39には第20の実施例の光学素子の斜視図が示されている。図40には図39の光学素子の後方の光路および図37の光学素子の後方の光路で測定された光強度と光軸までの距離との関係を表すグラフが示されている。

【0050】

各実施例および各図を通して、同一の要素または同様の機能を有する要素にはそれぞれ同じ参照符号を付してある。図示されている要素は縮尺どおりに描かれてはならず、むしろ理解しやすくするために部分的に大きめに描かれていることに注意されたい。

【0051】

図1に示されているプロジェクタ4は光源2、光学素子1および光変調器3を含む。もちろんプロジェクタ4は他の種々の素子を有することができるが、実施例を理解しやすくするためにここでは省略している。

【0052】

光源2、光学素子1および光変調器3はプロジェクタ4の光路に沿って配置されている。ここで光路は必ずしも直線状に延在しなくてよく、例えば偏向素子などにより任意に偏向されたり、分光器を介して1重または多重に分割されたりすることができる。

【0053】

光源2は複数のルミネセンスダイオードチップ21を有している。これに代えて唯一のルミネセンスダイオードチップを使用することもできるが、その場合、複数のルミネセンスダイオードチップの光出力面全体に相応する大きさの光出力面を有さなければならない。ルミネセンスダイオードチップは最大放射角 β を有する。ここで最大放射角 β とはルミネセンスダイオードチップ21の放射主方向で発光される光出力の少なくとも0.5%に相当する光出力を有する光の所定の方向での角度である。ルミネセンスダイオードチップは例えば最大放射角 β が90°に良好に近似する薄膜ルミネセンスダイオードチップであ

る。

【0054】

図3には薄膜ルミネセンスダイオードチップの概略的な断面図が示されている。薄膜ルミネセンスダイオードチップは薄膜層列211を有しており、この薄膜層列の厚さは20 μm 以下、例えば約9 μm である。

【0055】

薄膜層列211の主表面にはほぼ全面にわたってリフレクタ216が設けられている。薄膜層列211は、リフレクタ216が支持体部215に面して接する向きで支持体部215に被着されている。支持体部215は例えば支持体基板である。これに代えて、支持体部215がルミネセンスダイオードチップ21の要素でなく、薄膜層列211のうちリ
10
フレクタ216の被着された側が直接にチップケーシングまたはその他のチップ支持体のチップ実装面に被着されるように構成することもできる。

【0056】

薄膜層列211は、n型ドープ領域212、電磁放射を発光する活性領域213およびp型ドープ領域214を備えた半導体層列を含む。

【0057】

本発明の薄膜発光ダイオードチップにおいては基本的に90°より大きな放射角では無視できるほど小さな光強度の光しか発光されないものとする。

【0058】

図2には光変調器3の光受信領域31が示されている。この光受信領域は例えば相互に独立に少なくとも1つの軸線を中心として傾動する複数のマイクロミラーを備えたマイクロミラーチップである。マイクロミラーの傾動により投影すべき画像のピクセルの明暗が切り換えられる。光受信領域はマイクロミラーにより定義される。つまり光受信領域の外輪郭はマイクロミラーチップのうち外側に配置されているマイクロミラーの外側エッジに沿って延在する。
20

【0059】

マイクロミラーチップに代えて、光変調器3は例えば液晶マイクロディスプレイ（マイクロLCD）であってもよい。このとき光はミラーの傾動によってではなくフィルタのオンオフによって変調される。他に光変調器としていわゆるLCOS（Liquid Crystal on Silicon）を用いることもできる。
30

【0060】

光受信領域31はこの実施例では長方形の受光面を有しているが、これは正方形または他の形状であってもよい。光受信領域31の長方形の受光面は例えば対角線32が0.5インチまたは0.8インチである。ここでは1インチ25.4mmとする。この受光面の長さとの比は3:4または9:16である。

【0061】

図1の光変調器3の光受信領域31は最大受容角 α を有する。光受信領域がマイクロミラーチップである場合、最大受容角は例えばマイクロミラーの平常位置から最大傾動位置までの角度に相当する。この角度は例えば $\pm 12^\circ$ 、 $\pm 14.5^\circ$ 、または $\pm 15^\circ$ である。最大受容角の値は例えば10°以上20°以下である。
40

【0062】

最大受容角 α よりも大きい角度で光が光受信領域31へ入射すると、少なくとも設定された状態ではこの光を変調することができなくなる。したがって、光源2から発光されたコーンビーム22のダイバージェンスを光学素子によりできるだけ低減し、少なくとも光の大部分が最大受容角 α よりも小さい角度で光変調器3の光受信領域31へ入射することが重要である。コーンビーム22は例えば光学素子1から20°以下の最大角 γ で入射する。最大角度 γ は例えば12°である。

【0063】

ルミネセンスダイオードチップ21の個数Nに対して、 $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A$
50

$d \cdot \sin^2(\beta) \cdot n^2$ が成り立つ。

【0064】

光源2として所定の大きさのルミネセンスダイオードチップ21が用いられる場合、前述の式に基づいてルミネセンスダイオードチップの個数Nが求められ、これによりルミネセンスダイオードチップから発光される放射が最大の効率で利用される。これに代えて、ルミネセンスダイオードチップ21の個数Nを固定に設定し、前述の式に基づいてルミネセンスダイオードチップの可能な寸法またはルミネセンスダイオードチップの光出力面の可能な面積を求めることもできる。

【0065】

前述の式のnについてどのような値を用いるかは、ルミネセンスダイオードチップからの光出力が相応の手段によってどのように制御されるかに依存して定められる。

10

【0066】

ルミネセンスダイオードチップと光学素子とのあいだの光路に空隙が存在しており、ルミネセンスダイオードチップの光出力面に結合媒体が存在しないとき、 $n=1$ である。このケースが図4に示されており、ここではルミネセンスダイオードチップ21、特にその光出力面にカプセル化材料または結合媒体の材料が存在しない。

【0067】

カプセル化材料または結合媒体の材料とは、例えば、ルミネセンスダイオードチップ21から発光された光に対して透過性を有し、ルミネセンスダイオードチップの半導体材料と同程度の屈折率を有する誘電体材料であると理解されたい。これにより半導体材料と周囲媒体との界面でのフレネル損失および全反射は著しく低減される。

20

【0068】

フレネル損失とは屈折率が跳躍的に変化する界面での反射に基づいて生じる損失である。屈折率の跳躍的な変化の典型的な例は空気と誘電体材料とのあいだを電磁放射が通過する場合、つまり例えば光が光学素子から周囲へ出射される場合または周囲から光学素子へ入射する場合である。

【0069】

各ルミネセンスダイオードチップ21と光学素子1とのあいだには空隙5が存在する。これに代えて、空隙5に空気以外のガスを充填してもよいし、空隙5を真空としてもよい。

30

【0070】

図5に示されている構造においても光学素子1と各ルミネセンスダイオードチップ21とのあいだに空隙5が存在している。図4と比べて異なるのは、図5では複数のルミネセンスダイオードチップ21がカプセル化材料24により特に完全にカプセル化されており、湿分などの外部影響から保護されている点である。ただし当該のカプセル化材料24は、ルミネセンスダイオードチップ21の主発光面の上方においてルミネセンスダイオードチップの横幅の0.2倍以下の厚さ241しか有さないもので、本発明で云う結合媒体ではない。

【0071】

長方形のルミネセンスダイオードチップでは、ルミネセンスダイオードチップの横幅は長方形の長辺の長さに相応する。一般には、ルミネセンスダイオードチップの対向するエッジ間の横方向最大距離が当該の横幅として選択される。

40

【0072】

正方形のルミネセンスダイオードチップでは、チップエッジ間の横方向距離は例えば1mmである。ここでカプセル化材料24がルミネセンスダイオードチップ、特にその光出力面を平面的にカバーしている場合、当該のカプセル化材料は本発明で云う結合媒体ではないことを理解されたい。有利にはカプセル化材料24は薄く構成されており、特に有利には200μm以下の厚さ241を有する。こうした条件のもとではカプセル化材料24は本発明の結合媒体とはならない。

【0073】

50

厚さが $200\ \mu\text{m}$ より大きいときにはカプセル化材料 24 は結合媒体と見なされ、これにより n の値はカプセル化材料 24 の屈折率に等しく選定される。

【0074】

図 6～図 8 には結合媒体 6 の例が示されている。図 6 に示されている実施例では、結合媒体は例えばルミネセンスダイオードチップ 21 を光学素子 1 の誘電性のベースボディへ光学的に結合する材料から成る。結合材料は例えば光学素子の誘電性ベースボディの屈折率またはルミネセンスダイオードチップ 21 の半導体材料の屈折率または 2 つの材料の屈折率の中間へ適合理化された屈折率を有する透光性ゲルである。ゲルに代えて例えばエポキシ樹脂またはレジスト状材料を使用することもできる。

【0075】

結合材料 6 の屈折率は有利には光学素子 1 の誘電性のベースボディの屈折率とルミネセンスダイオードチップ 21 の半導体材料の屈折率とのあいだに存在する。重要なのは当該の屈折率が 1 より有意に大きいということである。例えば結合媒体に対して、屈折率が 1.3 より大きい結合材料、有利には屈折率が 1.4 より大きい結合材料が用いられる。このために例えばシリコンが採用される。しかし液体などの他の物質を結合媒体として用いることもできる。水は例えば屈折率が約 1.3 より大きく、基本的には結合媒体として適している。

【0076】

図 7 に示されている実施例では、結合媒体 6 はルミネセンスダイオードチップ 21 の上方に成形された結合素子から成る。この例では、エポキシ樹脂またはシリコンを含む材料から成るレンズ状素子がルミネセンスダイオードチップ 21 の主表面に被着されている。このレンズ状素子を介してルミネセンスダイオードチップ 21 から出力され光学素子 1 へ入力されるべき光が増大される。

【0077】

図 7 に示されているレンズ状素子はルミネセンスダイオードチップから発光されたコーンビームの到達範囲に与える影響に関して、図 6 に示されている結合材料と同様に作用する。レンズ状素子はルミネセンスダイオードチップに対する非プレーナ型のカバーまたは平坦でないカバーであり、ルミネセンスダイオードチップの到達範囲を拡大させる。到達範囲の拡大率はレンズ状素子の屈折率のほぼ 2 乗である。この点に関してもレンズ状素子は図 6 に示されている結合材料と同様に作用する。ただし、図 7 に示されているような平坦でないカバーを用いると、光がこのカバーから出て光学素子へ入射する際に付加的なフレネル損失を生じ、その点が図 6 とは異なる。

【0078】

図 8 に示されている実施例では、結合媒体 6 は接着剤薄膜層から成り、この接着剤薄膜層を介してルミネセンスダイオードチップ 21 が直接に光学素子 1 の光路に被着され、光学素子 1 に光学的に結合されている。これはちょうど図 6 の実施例と同様である。このとき、 $0.7 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2) \leq N \leq 1.3 * (A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ が成り立つ。

【0079】

次の表 1 に数値 N , x , y の定義の例を示す。光受信領域はそれぞれ 12° の最大受容角 α を有する。最大放射角 90° および一辺 1mm の正方形形状を有する薄膜ルミネセンスダイオードチップが用いられる。ここでは、ルミネセンスダイオードチップには結合媒体が存在せず、ルミネセンスダイオードチップと光学素子とのあいだに空隙が存在するので、 $n = 1$ である。

【0080】

薄膜層列の厚さは $10\ \mu\text{m}$ 、側面の面積は 0.04mm^2 である。ルミネセンスダイオードチップの側面からは全放射の 1% 未満の光しか出射されないため、この実施例では側面からの光出力は無視してよい。したがって光出力面の面積 A_D はこの実施例では 1.0mm^2 とされる。これに代えて、薄膜層列の側面からの光出力を考慮し、光出力面の面積を 1.04mm^2 とすることもできる。ただし側面からの光出力を無視したほうが有利で

10

20

30

40

50

ある。

【0081】

【表1】

	l_M [mm]	b_M [mm]	Qu. N	Qu. X	Qu. y	N	x	y
1.	10.16	7.62	3.35	1.58	2.11	4	2	2
2.	11.10	6.23	2.98	1.29	2.3	3	1	3
3.	16.26	12.19	8.57	2.53	3.38	9	3	3
4.	16.26	12.19	8.57	2.53	3.38	6	2	3
5.	17.71	9.96	7.63	2.07	3.68	6	2	3
6.	17.71	9.96	7.63	2.07	3.68	8	2	4

10

【0082】

ここで、"Qu. N"は商 $(A_M * \sin^2(\alpha)) / (A_D * \sin^2(\beta) * n^2)$ を表し、"Qu. x"は商 $(l_M * \sin(\alpha)) / (l_D * \sin(\beta))$ を表し、"Qu. y"は商 $(b_M * \sin(\alpha)) / (b_D * \sin(\beta))$ を表す。

20

【0083】

例1、例2では光受信領域の受光面の対角線で見ても0.5 inchの光変調器が用いられている。1 inchは25.4 mmとする。光受信領域の受光面の幅および長さの比は例1では3:4であり、例2では9:16である。驚くべきことに、ルミネセンスダイオードチップの個数Nについて、長さおよび幅を考慮して、例1では値領域 $3.22 \pm 30\%$ という結果が得られた。合理的な値としては $N=4$ または $x=2$ 、 $y=2$ であり、つまり 2×2 マトリクスのルミネセンスダイオードチップが効率的であるということになる。

【0084】

例2では値領域 $2.86 \pm 30\%$ という結果が得られ、個数Nについてより小さい値が妥当であった。このときには例えば 1×3 マトリクスのルミネセンスダイオードチップが

30

【0085】

例3～例6では0.8 inchの光変調器が用いられ、このうち光受信領域の受光面の幅および長さの比が例3、例4では3:4、例5、例6では9:16である。

【0086】

個数Nが設定され、ルミネセンスダイオードチップのサイズが上述した式に相応に計算されれば、本発明の装置の最適化が特に有利に行われる。例えば0.5 inch、幅および長さの比3:4、最大受容角 12° の光変調器に対しては、長さ1.06 mm、幅0.8 mmの長方形形状のルミネセンスダイオードチップが4つ用いられる。最大受容角 15° の光変調器に対しては、長さ1.0 mm、幅0.875 mmの長方形形状のルミネセンスダイオードチップが6つ用いられる。

40

【0087】

これらの例ではルミネセンスダイオードチップに結合媒体は存在せず、 $n=1$ である。ルミネセンスダイオードチップに屈折率 $n=2$ の材料から成る結合媒体を設ける場合、上述の式により計算されるチップの長さおよび幅は $1/2$ の大きさでよい。この場合、効率的でありかつより小さいルミネセンスダイオードチップを使用することができる。

【0088】

次の表は薄膜層列の側面からの光出力を無視しないケース、すなわち光出力面の面積 A_D が 1.04 mm^2 となるケースを示している。このとき"Qu. N"は小さな差しか生じず、結果として選定される個数Nには影響しない。

50

【0089】

【表2】

	l_M [mm]	b_M [mm]	Q_u, N	Q_u, X	Q_u, y	N	x	y
1.	10.16	7.62	3.22	1.58	2.11	4	2	2
2.	11.10	6.23	2.86	1.29	2.3	3	1	3
3.	16.26	12.19	8.24	2.53	3.38	9	3	3
4.	16.26	12.19	8.24	2.53	3.38	6	2	3
5.	17.71	9.96	7.33	2.07	3.68	6	2	3
6.	17.71	9.96	7.33	2.07	3.68	8	2	4

10

【0090】

図10に示されている光源は支持体23上に被着された少なくとも1つのルミネセンスダイオードチップ21を含む。光源の支持体23ははんだを介してルミネセンスダイオードチップ21が実装されるチップ支持体232を含む。チップ支持体は例えば電氣的絶縁材料から成り、有利には高い熱伝導性を有する。チップ支持体は、例えば、ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ホウ素、表面酸化されたケイ素、ダイヤモンド、プラスチック-炭素繊維化合物、ガラス-炭素繊維化合物および／またはガラス-ダイヤモンド粒子化合物を有する。

20

【0091】

チップ支持体232は熱伝導性の基板231上に被着されている。この熱伝導性の基板は熱伝導性材料を有するか、または熱伝導性材料から成る。可能な材料は、例えば、銅、アルミニウム、マグネシウムおよび／または銅-モリブデン-銅層列CMCである。熱伝導性基板231はルミネセンスダイオードチップ21において駆動により形成された熱に対するヒートシンクとして用いられる。チップ支持体232は良好な熱伝導性を有する材料から成り、有利には熱伝導性の基板231に直接に接合される。

30

【0092】

チップ支持体232上には、例えばルミネセンスダイオードチップ21のコンタクトのためのチップコンタクト面および／または導体路となるメタライゼーション層が形成される。ルミネセンスダイオードチップ21の電気端子面は熱伝導性のワイヤに電氣的に接続され、付加的に電極として機能する。

【0093】

これに代えて、図19～図21に示されているように、熱伝導性の基板に電氣的絶縁層239を設け、この電氣的絶縁層の上に導電性材料から成る薄膜層を被着し、この薄膜層をエッチングによりパターニングして導体路を形成することができる。有利には、電氣的絶縁層および導電性薄膜層は、ルミネセンスダイオードチップ21が熱伝導性の基板の直接上方のチップ支持体の実装される領域において除去される。これによりルミネセンスダイオードチップの放熱能および発光能は著しく高まる。チップ支持体が絶縁層上に被着される場合に比べて、発光される放射強度の35%の増大を達成することができる。こうした構造を備えた光源の例が図19～図21に示されている。

40

【0094】

図11に示されている実施例では、光源はダイレクト銅ボンディング支持体すなわちDCB支持体を含む。DCB支持体は導電性のカバー234を備えた支持体コア部233を有する。導電性のカバー234は例えば銅を有するかまたは銅から成る。支持体コア部233は有利には電氣的絶縁性材料から成る。ここで導電性のカバー234はパターニングされており、これにより光源2またはルミネセンスダイオードチップ21のための

50

導体路が形成される。

【0095】

支持体コア部233は例えば、AlN、Al₂O₃、SiC、BN、ダイヤモンド、ガラス繊維化合物、プラスチック繊維化合物、炭素繊維化合物、ガラス-ダイヤモンド化合物のうち少なくとも1つの材料を有するかまたはこれらの材料の少なくとも1つから成る。特に有利には、支持体コア部233の材料は窒化アルミニウムおよび／または酸化アルミニウムである。

【0096】

図12に示されている構造では、光源2が差込部25を有する光源モジュールとして形成されている。光源2は相応のプラグインコネクタを介して簡単に電氣的に接続することができる。光源の支持体23は図11に則して説明した構成を有する。カバー234の材料からルミネセンスダイオードチップと差込部25とを電氣的に接続する導体路26が形成されている。

10

【0097】

光源2の電気回路はさらにルミネセンスダイオードチップを静電放電から保護する保護素子27すなわちESD保護素子を含む。保護素子27は例えばバリスタ、コンデンサまたはダイオードである。保護素子は例えばルミネセンスダイオードチップに対して平行または反平行に、例えばダイオードの順方向に対して平行または反平行に接続される。また、光源2の支持体23は、例えば貫通ピンおよび相応の固定部材を用いて光源モジュールを簡単に機械的に実装するための実装用孔28を有する。

20

【0098】

光源2ではルミネセンスダイオードチップの上方に複数の光学素子1が配置されている。複数の光学素子は例えば相互に一体に形成されている。光学素子1はCPC状に構成されており、光学素子1は光源から発光された光を内壁で反射させるベースボディ11およびこれによって定義される中空室を有する。

【0099】

光源2の各ルミネセンスダイオードチップは例えばそれぞれ1つずつの光学素子に対応している。光学素子の光路のうちルミネセンスダイオードチップに近い部分に、一辺がルミネセンスダイオードチップの水平方向の長さの1.5倍以下、有利には1.25倍以下の光入力側開口部が設けられている。ルミネセンスダイオードチップのできるだけ近傍に小さい光入力側を配置する場合、ルミネセンスダイオードチップから発光される光のダイバージェンスを効率的に低減し、高い発光密度のコーンビームを形成することができる。

30

【0100】

各ルミネセンスダイオードチップに1つずつ光学素子1に対応させることに代えて、複数のルミネセンスダイオードチップを図13に示されているような1つの光学素子に対応させることもできる。当該の光学素子はCPC状に構成されており、反射性の内壁により定義される中空室を備えたベースボディ11を有する。当該の光学素子は例えば6つのルミネセンスダイオードチップ21に対応するように構成されている。

【0101】

高い効率を得るために、各ルミネセンスダイオードチップ21は相互にできるだけ近傍に配置されなければならない。隣接するルミネセンスダイオードチップは相互に例えば50μm未満の間隔を有する。特に有利には、隣接するルミネセンスダイオードチップどうしはきわめて小さい間隔しか有さない。

40

【0102】

光学素子1の光入力側および光出力側は例えば長方形の形状を有する。これに代えて光入力側がほぼ正方形の形状を有するようにすることもできる。複数のチップに対応する1つの光学素子によって、各チップに対応する複数の光学素子を用いる場合と同程度のダイバージェンスの低減を達成するには、チップの四角形の長さは複数の光学素子全体の四角形の長さよりも大きくなければならない。

【0103】

50

光学素子 1 から発光されるコーンビームが最大開放角 θ を有する場合、光入力側の相応の面積 a に関連して、光コンセントレータとして形成される光学素子の所定の最小長さが要求される。コンパクトなパラボラ状の理想的な光コンセントレータでは、光学素子の最小長さ l について、 $l = a / 2 (1 + \sin \theta) * \cos (\theta) / \sin^2 (\theta)$ が成り立つ。最大開放角を 15° にするためには、光学素子 1 の長さを光入力側の長さの約 9 倍にする必要がある。最大開放角を約 9° にするには約 23 倍の長さを要し、最大開放角を約 20° にするには 5.5 倍の長さを要する。光コンセントレータでの具体的な構成に応じて最小長さ l は最適長さで見なすことができ、この場合にはこの最適長さを 10% までまたは 20% まで下回ってもよい。

【0104】

10

光学素子の光入力側を小さくしていけば、光学素子の光軸に沿った長さを小さくして、発光されるコーンビームに対して所定の最大放射角を達成することができる。これに対して、複数のルミネセンスダイオードチップに 1 つの光学素子に対応させる場合、相応に光入力側が大きくなるので、ルミネセンスダイオードチップに対する光学素子の実装の臨界的重要度は小さくなる。特に有利には、光源ごとに少なくとも 2 つの光学素子が設けられ、これらにそれぞれ複数のルミネセンスダイオードチップが対応する。

【0105】

有利には、光学素子は光出力側ではほぼ長方形の断面を有する。これにより光学素子においてコーンビームの断面形状を光変調器の光受信領域の断面に少なくとも部分的に適合する形状へ調整することができる。

20

【0106】

有利な実施例では光学素子の光入力側は正方形の断面を有する。これは、図 24～図 27 に見られる 2×2 マトリクスを有するルミネセンスダイオードチップなど、正方形の形状に配列されたルミネセンスダイオードチップに対して構成される。また光入力側の断面は長方形であってもよい。

【0107】

これに代えてまたはこれに加えて、光学素子が第 1 の面に沿って第 1 の最大放射角、例えば 11.5° を有し、第 2 の面に沿って第 1 の最大放射角とは異なる第 2 の最大放射角、例えば 15.5° を有してもよい。このとき、光路の光入力側の断面が正方形であっても、光出力側へ向かって形状を変化させて、光出力側の断面を $10\text{mm} \times 7.5\text{mm}$ の長方形とすることができる。こうした光学素子では、特に、相互に対向する反射面の第 1 の対が相互に対向する反射面の第 2 の対よりも急峻に延在する。こうした形状の光学素子の実施例が図 16 または図 33B に示されている。

30

【0108】

CPC 状の光コンセントレータに対する選択手段として、例えば光入力側から光出力側まで直線状に延在する側壁を有する光学素子 1 を用いることもできる。こうした光学素子 1 の例は図 15、図 28、図 33C、図 34D に示されている。

【0109】

光コンセントレータは、円錐台状の誘電性集光器であるかまたは相応の中空室を有するベースボディを備えた集光器である。この種の光コンセントレータの光出力側には球面レンズ、非球面レンズ、または外側へ向かって湾曲した形状のレンズが設けられている。

40

【0110】

非球面の湾曲部は、球面の湾曲部に比べて、光学素子の光軸の距離が増大するにつれて、湾曲の度合を低減できるという利点を有する。これにより、光学素子を通してダイバージェンスを低減すべきコーンビームは点状光源ではなく或る程度の光の広がりを持つ光源であると考えることができる。

【0111】

このような光学素子が CPC 状の光学素子より優れているのは、コーンビームのダイバージェンスを低減できるうえ、光学素子の構造高さを格段に低減できる点である。この種の光学素子のさらなる利点は、射出成形プロセスまたは圧縮加工プロセスにより簡単に製

50

造可能な直線状の側面を有するということである。これに対してC P C 状の光コンセントレータは湾曲部を有するので製造に幾分手間がかかる。

【0112】

光学素子がベースボディを有する中空リフレクタとして形成されている場合、当該のベースボディ11は光源2に固定されるか、光源2に対して位置決めされる。光学素子中空リフレクタとして形成する実施例は図12、図13、図33B、図34B、図34Cに示されている。

【0113】

これに対して、光学素子1が誘電性の光コンセントレータとして形成される場合、一般に、当該の光学素子を光源2に固定するかまたは光源2に対して位置決めするための付加的な固定装置が必要となる。光学素子を誘電性の光コンセントレータとして形成する実施例は図14～図17、図23、図28、図33A、図33C、図34A、図34Dに示されている。

10

【0114】

図23、図28、図14～図16に示されている光学素子は支持部12を有しており、この支持部は光学素子の光入力側へ向かって誘電性のベースボディから或る程度の距離で突出している。

【0115】

支持部12は例えば光学素子を光源2に対して位置決めして正立させるための柱部を含む。この柱部は図15、図16に示されている。これに代えて、支持部12は少なくとも部分的に光学素子の側壁であってもよい。こうした側壁は図14、図23に示されている。

20

【0116】

支持部12に代えて、個別の支持装置を介して光学素子を実装および位置決めすることもできる。例えば光学素子を個別のフレームに差し込むことができる。

【0117】

ルミネセンスダイオードチップは例えばチップケーシング235に実装されており、このことは例えば図29～図32に示されている。チップケーシング235は例えば支持体23上および光源2上に実装されるか、またはチップケーシング235そのものが導電性のコンタクトを備え、駆動により電磁放射を発光する光源として形成される。1つまたは複数のチップケーシング235が支持体23上に実装されている光源の例が図18～図28に示されている。

30

【0118】

チップケーシング235はチップ支持体232およびケーシングフレーム236を含む。チップ支持体232は1つまたは複数のチップ端子領域237および電氣的導体路238を形成するメタライゼーション層を有する。チップ支持体232は一方の対向辺の対にフレーム材料を有さず、これにより導体路238はこの位置でアクセス可能となり、電氣的コンタクトが形成される。

【0119】

チップケーシング235はモノリシックに形成され、ケーシングフレーム236およびチップ支持体232は一体の部材として形成される。これは例えば、セラミックをチップケーシングの材料として用い、ケーシングフレーム236をチップ支持体232上に載置して、セラミック材料を焼結および硬化することにより行われる。続くシントリングプロセスによりケーシングフレーム236とチップ支持体232とが一体の部材として結合される。このことは双方の部材を相互に圧着して未焼結の状態で支持させることにより行ってもよい。

40

【0120】

これに代えて、チップ支持体232およびケーシングフレーム236はそれぞれ別個に構成することもできる。この場合ケーシングフレーム236はチップ支持体232に接着される。

50

【0121】

チップ支持体232および／またはケーシングフレーム236は例えば窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、ガラスセラミック、ガラスおよび／または金属を有する。ケーシングフレーム236はチップ支持体232の材料の熱膨張係数に近い熱膨張係数を有するプラスチックから成るかまたはこの種のプラスチックを有しており、このプラスチックは有利には良好な反射性材料によってコーティングされている。基本的にはフレームは白く着色されるか、白色またはその他の反射性材料によってコーティングされる。

【0122】

チップコンタクト領域237および導体路238は例えば金属コーティング、例えば金コーティングから成る。これは例えば図29、図32のチップケーシングにおいて示されている。

10

【0123】

図30に示されているチップケーシング235ははんだから成るチップコンタクト領域237を有する。例えばチップコンタクト領域237はそれぞれ複数の小さなはんだバンパから定義される。

【0124】

導体路238は例えばアルミニウムを有するかまたはアルミニウムから成る。有利には、アルミニウムはチップコンタクト領域237のはんだに対するはんだストップ部として機能する。

【0125】

20

図31に示されているチップケーシング235は種々の材料から成る導体路238を有する。第1のセクション2381は例えばはんだストップ部として機能するアルミニウムを有しており、第2のセクション2382は別の材料、例えば金を有する。第1のセクション2381により例えば短絡の危険が低減される。さらに、はんだストップ部は、ルミネセンスダイオードチップの実装用のはんだが導体路を濡らし、金コンタクトを損なったり溶解させたりすることを阻止する。

【0126】

ケーシングフレームはチップケーシング235に実装されるルミネセンスダイオードチップとともに成形材料を用いるのに適している。このためにチップフレームの内部には例えば少なくとも部分的に成形材料が充填される。成形材料は一方ではルミネセンスダイオードチップをカプセル化し、外部影響から保護する。これに代えてまたはこれに加えて、1つまたは複数の発光物質に対する母型材料として成形材料を用い、当該の成形材料がルミネセンス変換素子を形成するようにしてもよい。これに代えて、ルミネセンス変換素子を薄膜層としてルミネセンスダイオードチップの光出力面に直接に被着してもよい。

30

【0127】

有利には、1つの光源の複数のルミネセンスダイオードチップに対して種々のルミネセンス変換素子が設けられる。つまり各ルミネセンス変換素子は種々の発光物質または発光物質の混合物を有する。例えば、4つのルミネセンスダイオードチップ21に1つの青色発光物質、1つの赤色発光物質および2つの緑色発光物質が設けられる。ここで2つの緑色発光物質は同じものである。

40

【0128】

青色発光物質に代えて、ルミネセンス変換素子の設けられていない青色発光ルミネセンスダイオードを用いることもできる。

【0129】

発光物質を用いる際には、少なくとも部分的に可視光以外の波長を有する電磁放射を発光するルミネセンスダイオードチップが使用される。例えば当該のルミネセンスダイオードチップはAlInGa_Nをベースとし、駆動により紫外領域の電磁放射を発光する。

【0130】

ルミネセンス変換素子として、LED分野で使用されている公知の全ての変換器が適する。こうした変換器に適する発光物質および発光物質の混合物の例として、独国出願第1

50

0036940号明細書の従来技術に記載されているクロロシリケート、国際公開第2000/33390号明細書の従来技術に記載されているオルトシリケート、硫化物、チオ金属、バナジン酸塩、米国特許第6616862号明細書の従来技術に記載されているアルミン酸塩、酸化物、ハロフォスフェート、独出願第10147040号明細書の従来技術に記載されている窒化物、サイオン、サイアロン、米国出願第2004/062699号明細書の従来技術に記載されているガーネット、YAG:Ceなどの希土類およびアルカリ土類が挙げられる。

【0131】

図22a～図23に示されている光源2は例えば上述した形状に成形されたルミネセンスダイオードチップ21を有する。これらの図に示されているチップケーシング235のケーシングフレームは、ルミネセンスダイオードチップ21の上方に光学素子1を位置決めするための補助手段として用いられる成形された切欠を有する。

10

【0132】

ケーシングフレームの切欠は正方形または長方形の基本形状を有しているが、それぞれの角に丸みを帯びた拡張部を有する。こうして、切欠の丸みを帯びた拡張部を用いて、光学素子1のエッジを技術的に簡単にケーシングフレームへ挿入することができる。

【0133】

光学素子1は、図38に示されているような面積一定の断面を備えた光導波体として構成することもできるし、図37に示されているような光出力側へ向かって面積の増大する断面を備えた光導波体として構成することもできる。光導波体は光源2からの光の混合に用いられ、これにより、特に光源が種々の色の光を発光するルミネセンスダイオードチップ21および／または種々の色の光を発光するルミネセンス変換素子を有する場合に、均一なコーンビームが得られる。

20

【0134】

特に有利には、光導波体の光出力は投影レンズを介して結像される。なぜならこの位置まで来たコーンビームは光導波体により大幅な混合を受けているからである。これに対して、光導波体からの距離が大きくなるにつれて、コーンビームの分離の度合は大きくなる。

【0135】

当該の光導波体の断面は有利には偶数角形の形状を有する。特に、光導波体は光入力側から光出力側へ向かって直線状に延在する部分面を有する。光導波体にも支持部12を設けることができる。この支持部12はベースボディの側方において所定の距離で光入力側の方向へ向かって突出している。ベースボディおよび支持部12は有利には同じ材料から一体に構成される。

30

【0136】

図40には支持部12が光導波体からの発光に与える影響が示されている。図40のグラフには光強度分布と光導波体の光軸までの距離との関係が示されている。このグラフでは、図37に示されているような支持部なしの光導波体の後方の光路において測定された光強度が破線で、図39に示されているような支持部を備えた光導波体の後方の光路において測定された光強度が実線で描かれている。2つの曲線から、光混合に用いられる光導波体からの光出力に対して支持部12の影響はほとんどないことがわかる。

40

【0137】

図36には支持部を備えた混合器の概略図が示されている。図35に示されている実施例では光導波体1はさいころ状の形状を有する。図35の光学素子では、前述した実施例とは異なり、光入力側の近傍でベースボディの下部に支持部が延在している。

【0138】

図14～図16、図18、図19、図28、図33Cおよび図36に示されている光源2は電氣的接続のための差込部25を有するのに対し、図20、図21に示されている光源2は複数の電氣的コンタクトピン29を有する。後者の電氣的コンタクトピン29は光源2を1つまたは複数の相応の差込部に接続するのに適する。

50

【0139】

図22a、図23および図35には変形例が示されている。これらの図に示されている光源2では、光源は電気コンタクト面291、29を介して電氣的に接続されている。この接続は例えばはんだを介して行われる。

【0140】

本明細書において説明している種々の特徴はプロジェクタでの適用に限定されるものではないが、プロジェクタと共働することにより特に有利な効果を発揮する。本発明の種々の特徴は他の分野にも適用可能である。光源は例えば自動車のヘッドランプまたは一般照明に用いることができる。光学素子も本発明の目的以外の種々の目的に用いることができる。ルミネセンス変換素子、光源用の支持体、チップケーシング、ルミネセンスダイオードチップまたは光学素子の構造および配置についても同じことが当てはまる。

10

【0141】

本発明の種々の特徴については実施例に示されている以外の組み合わせも可能である。本発明は新規な種々の特徴ならびにそれらの種々の組み合わせを包含する。このことは特に、これらの特徴またはその組み合わせが明示的に特許請求の範囲または実施例に示されていない場合であっても相当する。

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図1】プロジェクタの断面図である。

【図2】図1のプロジェクタの光変調器の光受信領域の平面図である。

20

【図3】ルミネセンスダイオードチップの断面図である。

【図4】光源および光学素子の一部の第1の構成の断面部分図である。

【図5】光源および光学素子の一部の第2の構成の断面部分図である。

【図6】光源および光学素子の一部の第3の構成の断面部分図である。

【図7】光源および光学素子の一部の第4の構成の断面部分図である。

【図8】光源および光学素子の一部の第5の構成の断面部分図である。

【図9】第1の実施例の光源の平面図である。

【図10】第2の実施例の光源の断面図である。

【図11】第3の実施例の光源の断面図である。

【図12】第4の実施例の光源上の第1の実施例の光学素子の斜視図である。

30

【図13】第2の実施例の光学素子の斜視図である。

【図14】第5の実施例の光源上の第3の実施例の光学素子の斜視図である。

【図15】第6の実施例の光源上の第4の実施例の光学素子の斜視図である。

【図16】第7の実施例の光源上の第5の実施例の光学素子の斜視図である。

【図17】第6の実施例の光学素子の斜視図である。

【図18】第8の実施例の光源の斜視図である。

【図19】第9の実施例の光源の斜視図である。

【図20】第10の実施例の光源の斜視図である。

【図21】第11の実施例の光源の斜視図である。

【図22】Aは第12の実施例の光源の斜視図、Bはその平面図である。

40

【図23】第13の実施例の光源上の第7の実施例の光学素子の斜視図である。

【図24】第14の実施例の光源の斜視図である。

【図25】第15の実施例の光源の斜視図である。

【図26】第16の実施例の光源の斜視図である。

【図27】第17の実施例の光源の斜視図である。

【図28】第18の実施例の光源上の第8の実施例の光学素子の斜視図である。

【図29】光源用ケーシングの第1の構成の斜視図である。

【図30】光源用ケーシングの第2の構成の斜視図である。

【図31】光源用ケーシングの第3の構成の斜視図である。

【図32】光源用ケーシングの第4の構成の斜視図である。

50

【図 3 3】 A は第 9 の実施例の光学素子の斜視図、B は第 10 の実施例の光学素子の斜視図、C は第 19 の実施例の光源上の第 11 の実施例の光学素子の斜視図である。

【図 3 4】 A は第 12 の実施例の光学素子の斜視図、B は第 13 の実施例の光学素子の斜視図、C は第 14 の実施例の光学素子の斜視図、D には第 15 の実施例の光学素子の斜視図である。

【図 3 5】 第 20 の実施例の光源上の第 16 の実施例の光学素子の斜視図である。

【図 3 6】 第 21 の実施例の光源上の第 17 の実施例の光学素子の斜視図である。

【図 3 7】 第 18 の実施例の光学素子の斜視図である。

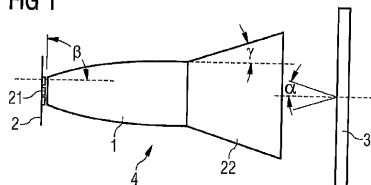
【図 3 8】 第 19 の実施例の光学素子の斜視図である。

【図 3 9】 第 20 の実施例の光学素子の斜視図である。

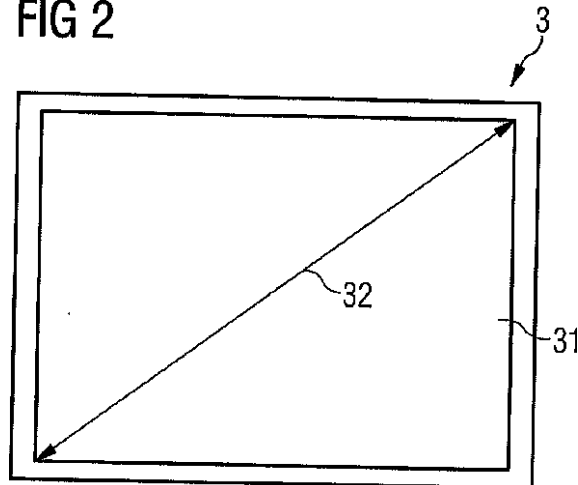
【図 4 0】 図 3 9 の光学素子の後方の光路および図 3 7 の光学素子の後方の光路で測定された光強度と光軸までの距離との関係を表すグラフである。

10

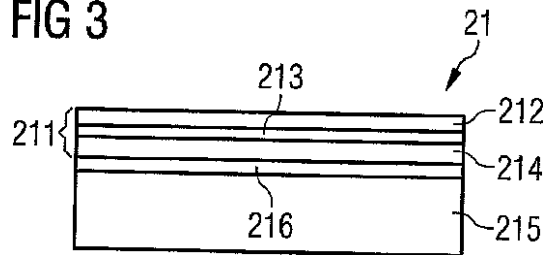
【図 1】
FIG 1



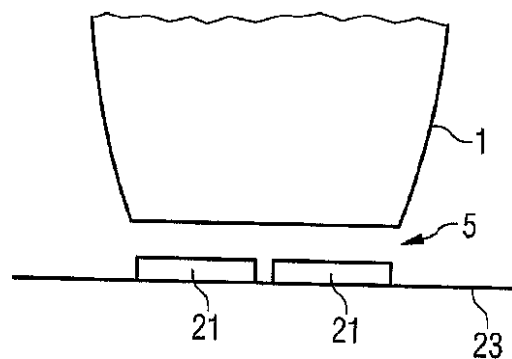
【図 2】
FIG 2



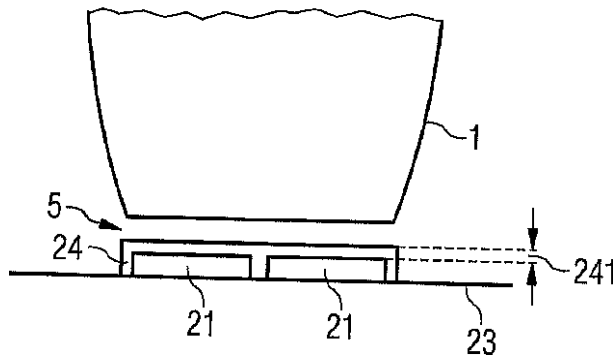
【図 3】
FIG 3



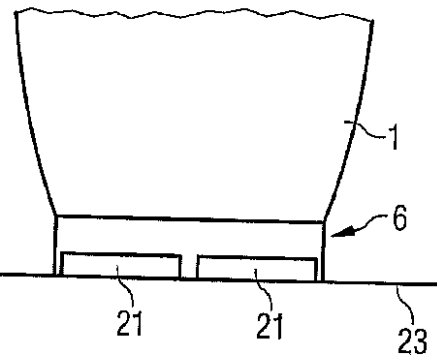
【図 4】
FIG 4



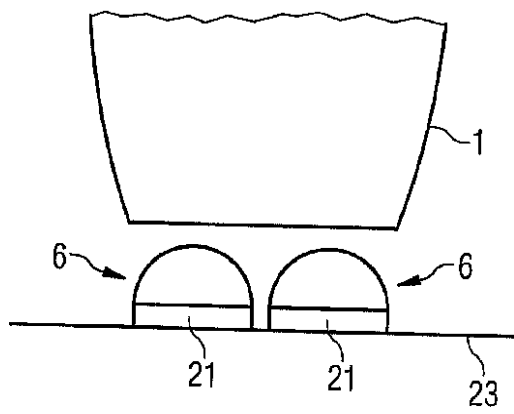
【図 5】
FIG 5



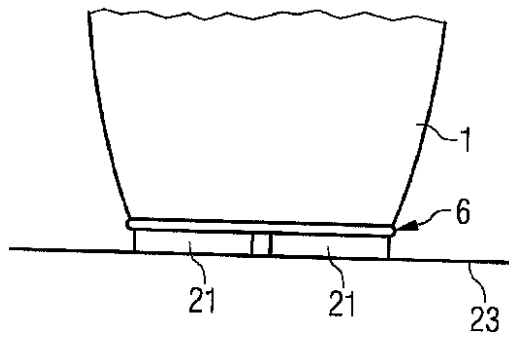
【図 6】
FIG 6



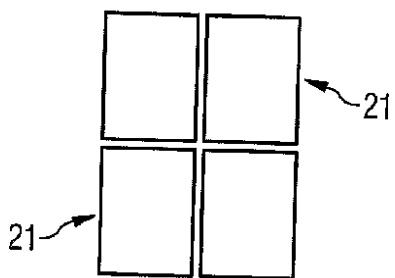
【図 7】
FIG 7



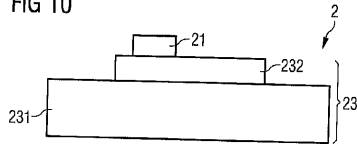
【図 8】
FIG 8



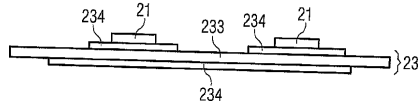
【図 9】
FIG 9



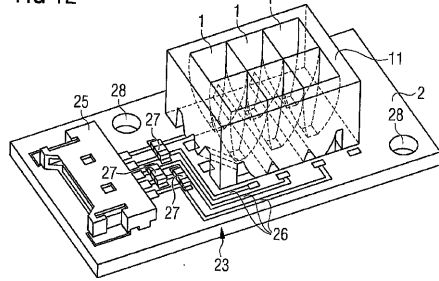
【図 10】
FIG 10



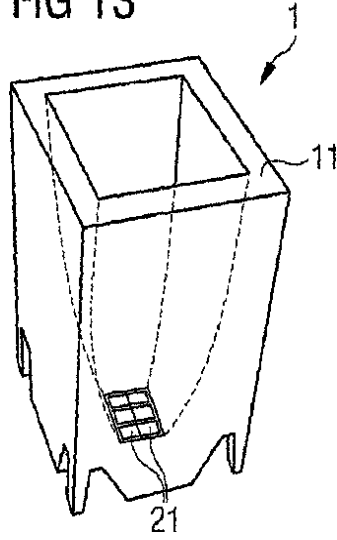
【図 11】
FIG 11



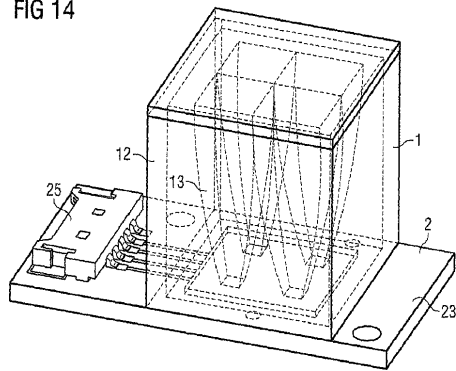
【図 12】
FIG 12



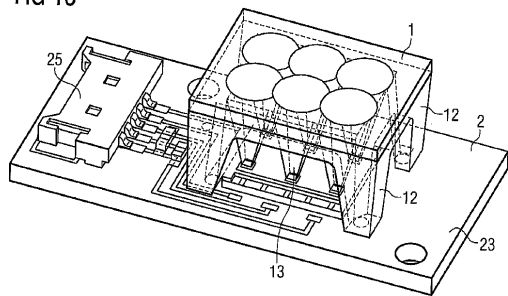
【図 13】
FIG 13



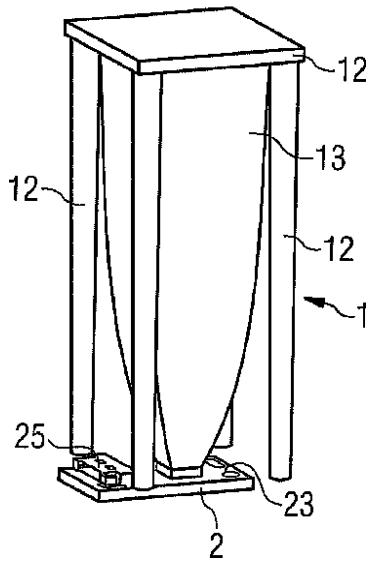
【図 14】
FIG 14



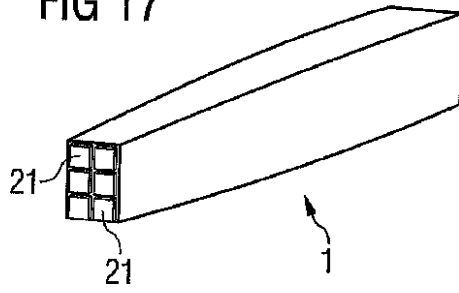
【図 15】
FIG 15



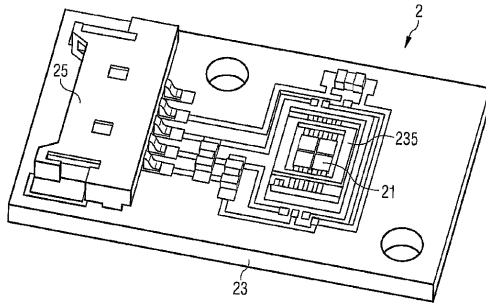
【図 16】
FIG 16



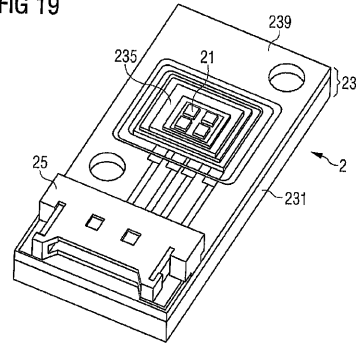
【図 17】
FIG 17



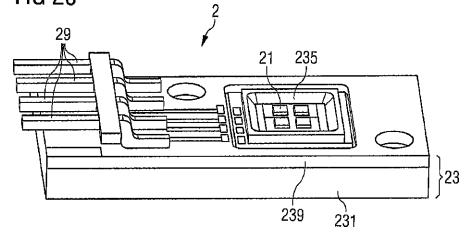
【図 18】
FIG 18



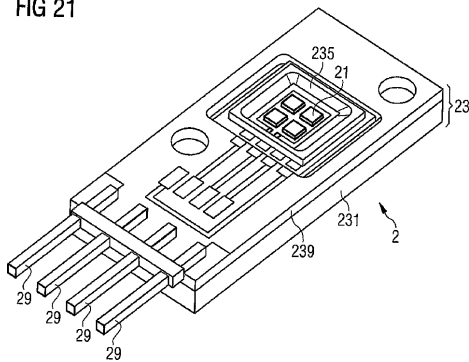
【図 19】
FIG 19



【図 20】
FIG 20



【図 21】
FIG 21



【図 22 B】

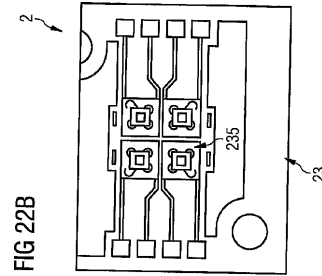


FIG 22B

【図 22 A】

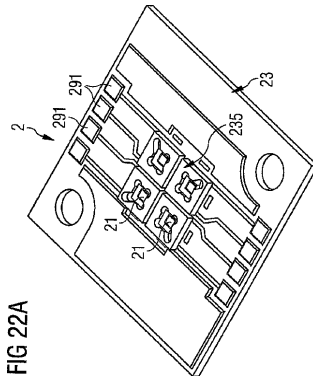
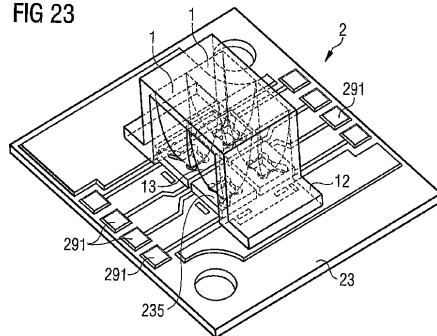
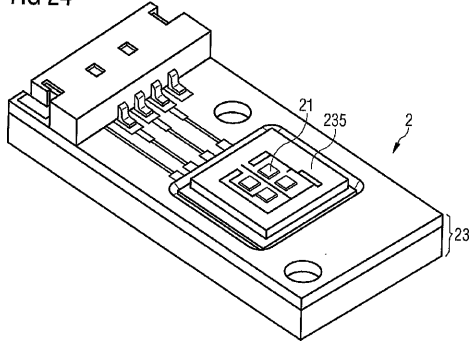


FIG 22A

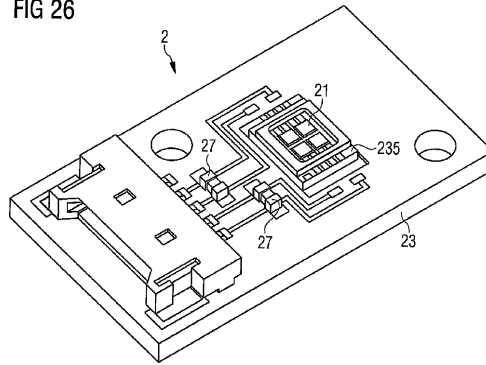
【図 23】
FIG 23



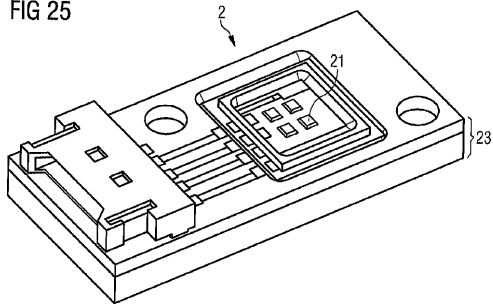
【図 24】
FIG 24



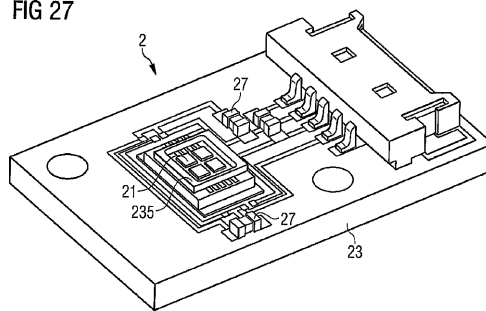
【図 26】
FIG 26



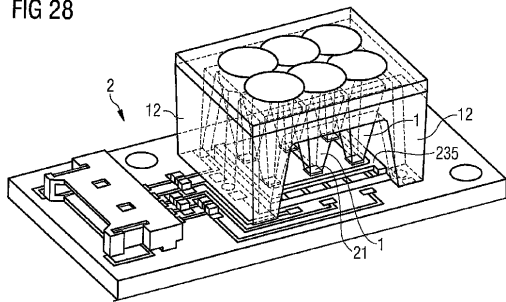
【図 25】
FIG 25



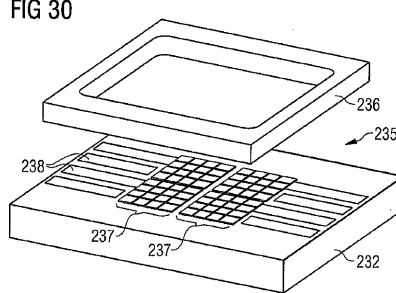
【図 27】
FIG 27



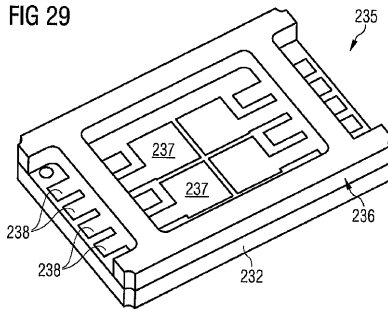
【図 28】
FIG 28



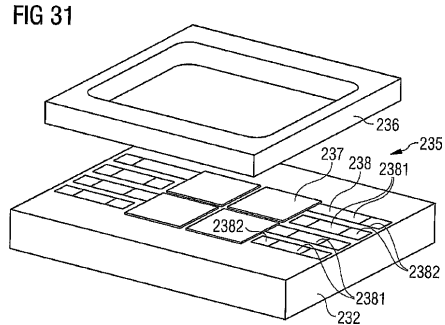
【図 30】
FIG 30



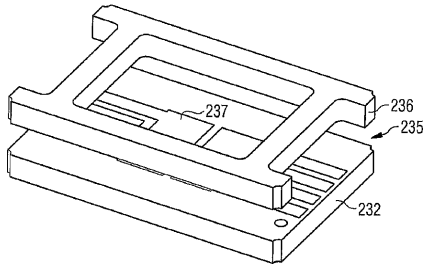
【図 29】
FIG 29



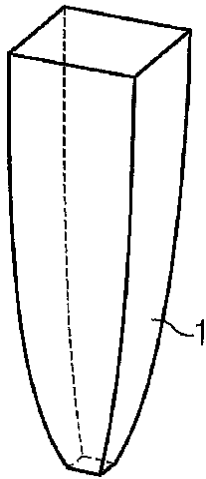
【図 31】
FIG 31



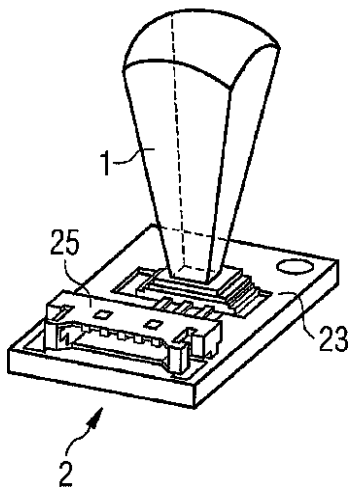
【図 3 2】
FIG 32



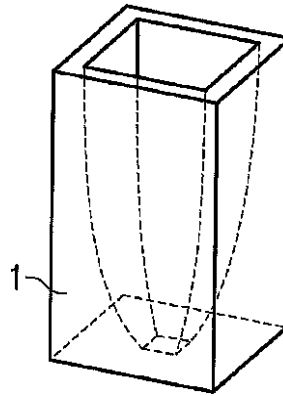
【図 3 3 A】
FIG 33A



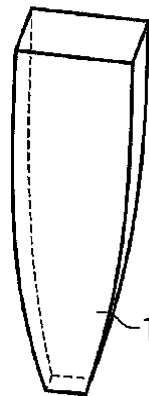
【図 3 3 C】
FIG 33C



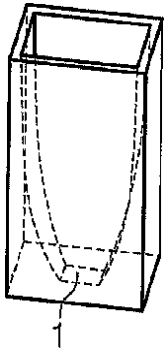
【図 3 3 B】
FIG 33B



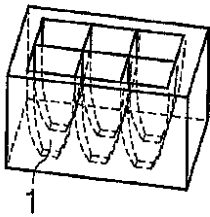
【図 3 4 A】
FIG 34A



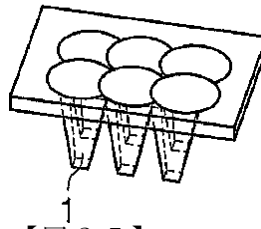
【図 3 4 B】
FIG 34B



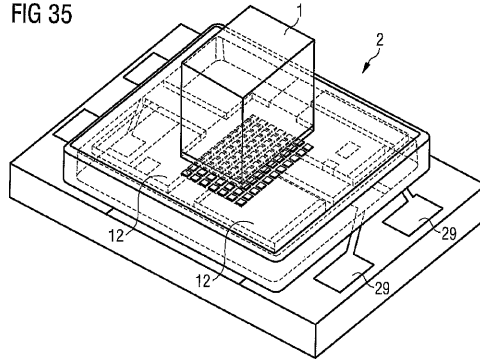
【図 3 4 C】
FIG 34C



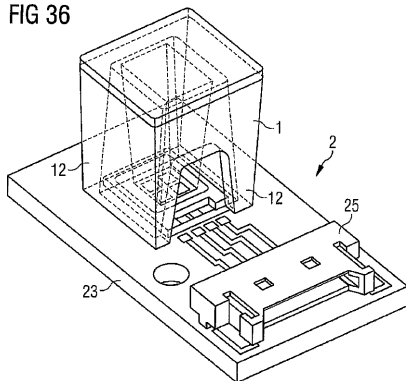
【図 3 4 D】
FIG 34D



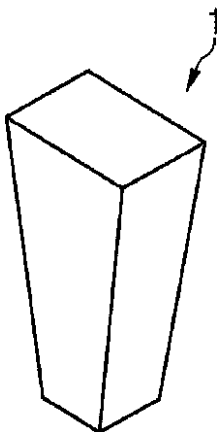
【図 3 5】
FIG 35



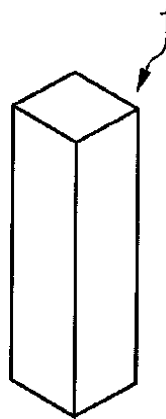
【図 3 6】
FIG 36

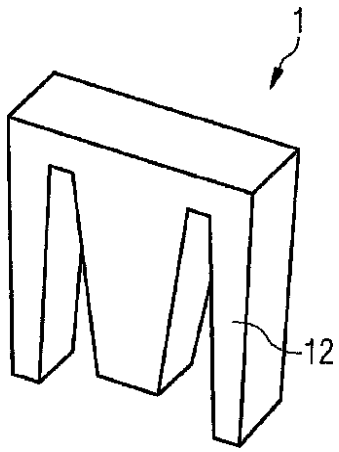


【図 3 7】
FIG 37

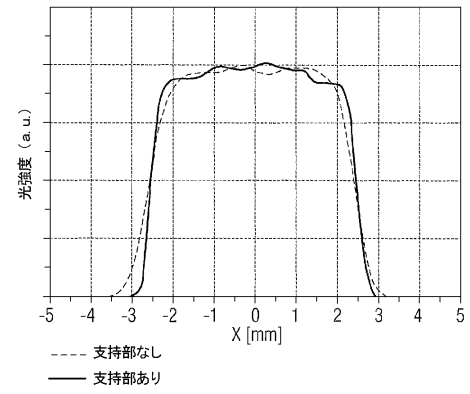


【図 3 8】
FIG 38



【図 39】
FIG 39

【図 40】



フロントページの続き

- (74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ゲアハルト クーン
ドイツ連邦共和国 ケーフェリング アム バーンホーフ 11 アー
- (72)発明者 ヨーゼフ ヒュットナー
ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク デッヒベッテナー シュトラーセ 26
- (72)発明者 マリオ ヴァニンガー
ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク フォアラントヴェーク 4
- (72)発明者 ゲオルク ボーグナー
ドイツ連邦共和国 ラパースドルフ アム ザントビューゲル 12
- (72)発明者 モーリッツ エングル
ドイツ連邦共和国 レーゲンスブルク アドルフ＝シュメッツァー＝シュトラーセ 36
- (72)発明者 パトリック クロモーティス
マレーシア国 ペナン ローロン リーンドロス ベリーザ コート (番地なし)
- (72)発明者 シュテファン グレッチュ
ドイツ連邦共和国 バート アップバッハ ヴァルトシュトラーセ 6

審査官 田井 伸幸

- (56)参考文献 国際公開第2004/097516 (WO, A1)
国際公開第2004/097946 (WO, A1)
特開2000-180962 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/14
F21S 2/00
H01L 33/00
F21Y 101/02