

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7217558号  
(P7217558)

(45)発行日 令和5年2月3日(2023.2.3)

(24)登録日 令和5年1月26日(2023.1.26)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 B	3/02 (2006.01)	G 0 2 B	3/02
G 0 2 B	3/06 (2006.01)	G 0 2 B	3/06

請求項の数 10 (全25頁)

(21)出願番号	特願2021-536580(P2021-536580)	(73)特許権者	397002201 株式会社トヨテック
(86)(22)出願日	令和1年8月1日(2019.8.1)		愛知県豊川市西豊町二丁目3番地
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/030274	(74)代理人	110000534 弁理士法人真明センチュリー
(87)国際公開番号	WO2021/019771	(72)発明者	山本 高広 愛知県豊川市西豊町二丁目3番地 株 式会社トヨテック内
(87)国際公開日	令和3年2月4日(2021.2.4)	審査官	横井 亜矢子
審査請求日	令和4年1月17日(2022.1.17)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投光レンズ及び投光装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光源から出射された光が入射する入射面と、  
前記入射面とは反対側の面であって前記入射面を通った光を投光側へ出射する出射面と、  
を備え、

前記入射面および前記出射面と交わる光軸をZ軸とし、そのZ軸と直交しつつ互いに直交する軸をX軸およびY軸とした場合、

前記入射面および前記出射面は、XZ断面およびYZ断面においてそれぞれZ軸に関し線対称に形成され、

XZ断面における前記入射面は、前記光源側に凹の曲線であって、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなり、

YZ断面における前記出射面は、前記投光側に凹の曲線であり、

XZ断面において、Z軸と前記入射面との交点における前記入射面の曲率の絶対値は、Z軸と前記出射面との交点における前記出射面の曲率の絶対値よりも大きく、

YZ断面において、Z軸と前記入射面との交点における前記入射面の曲率の絶対値は、Z軸と前記出射面との交点における前記出射面の曲率の絶対値よりも小さいことを特徴とする投光レンズ。

## 【請求項2】

前記入射面は、Z軸と前記入射面との交点におけるXZ断面の曲率の絶対値が、Z軸と前記入射面との交点におけるYZ断面の曲率の絶対値よりも大きく、

10

20

前記出射面は、Z軸と前記出射面との交点におけるYZ断面の曲率の絶対値が、Z軸と前記出射面との交点におけるXZ断面の曲率の絶対値よりも大きいことを特徴とする請求項1記載の投光レンズ。

【請求項3】

前記入射面および前記出射面は、XZ断面およびYZ断面に関してそれぞれ対称に形成されるアナモフィック面であることを特徴とする請求項1又は2に記載の投光レンズ。

【請求項4】

前記入射面および前記出射面の一方は、X軸方向またはY軸方向のいずれか一方に垂直な断面が直線状のシリンジカル面であり、

前記入射面および前記出射面の他方は、X軸方向およびY軸方向に垂直な断面が両方とも曲線状のトロイダル面であることを特徴とする請求項3記載の投光レンズ。

10

【請求項5】

XZ断面における前記出射面は、Z軸近傍が凹であってZ軸から離れた位置で凸に変化する曲線により形成されていることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の投光レンズ。

【請求項6】

YZ断面における前記出射面は、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる凹の曲線であることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の投光レンズ。

【請求項7】

XZ断面において、

前記光源から出射された光線は、発散角が0°より大きく半値半角以下の範囲の内側光線を含み、

前記入射面への前記内側光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて前記入射面への前記内側光線の入射角が大きくなる位置に前記光源を置いた場合に、

前記内側光線が前記入射面に入射して屈折した第1X屈折光線は、前記内側光線を延長した第1X延長線に対してZ軸とは反対側に位置し、

前記第1X屈折光線が前記出射面に入射して屈折した第2X屈折光線は、前記第1X屈折光線を延長した第2X延長線に対してZ軸とは反対側に位置し、

前記第1X屈折光線と前記第1X延長線との間の第1X偏角は、前記入射面への前記内側光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて大きくなり、

前記第2X屈折光線と前記第2X延長線との間の第2X偏角は、前記出射面への前記第1X屈折光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて大きくなるように、

前記入射面および前記出射面の形状が設定されていることを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の投光レンズ。

20

30

【請求項8】

YZ断面において、

前記入射面から前記出射面へ向かう光線が第1Y屈折光線であり、

前記第1Y屈折光線が前記出射面に入射して屈折した第2Y屈折光線は、前記第1Y屈折光線を延長した第2Y延長線に対してZ軸とは反対側に位置し、

前記第2Y屈折光線と前記第2Y延長線との間の第2Y偏角は、前記出射面への前記第1Y屈折光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて大きくなるように、

前記出射面の形状が設定されていることを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の投光レンズ。

40

【請求項9】

前記光源から出射された光の波長における屈折率が1.56以上の材料によって形成されていることを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の投光レンズ。

【請求項10】

Z軸方向に光を出射する光源と、請求項1から9のいずれかに記載の投光レンズと、を備える投光装置であって、

前記光源から出射される光は、XZ断面およびYZ断面における光強度分布がそれぞれ

50

Z軸に関して線対称であり、Z軸から離れるにつれて光強度が小さくなり、XZ断面における発散角がYZ断面における発散角よりも大きいことを特徴とする投光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源からの光を矩形形状の範囲に投光する投光レンズ及び投光装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

物体検出装置や距離計測装置の投光系、表示装置のバックライト等に用いられる投光装置には、光源からの光を投光レンズによって広い範囲に投光するものが知られている。特許文献1には、投光範囲を長円状にしつつ、その投光範囲内の光強度を確保するために、出射面を複雑な三次元形状に形成すると共に、その出射面による投光範囲の形成などに影響を及ぼさないように入射面を半球状にする投光レンズが記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第6460878号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

しかしながら、上記特許文献1に記載された技術では、投光レンズを通った光の投光範囲が長円状なので、例えば、物体検出装置により矩形形状の範囲の物体を検出するために、その検出範囲を長円状の投光範囲の内側に含めた場合、検出範囲外に投光される光量が多くなり易い。そうすると、相対的に検出範囲内の光強度が低下し、物体検出装置の検出感度が低下するという問題が生じる。

【0005】

本発明は上述した問題点を解決するためになされたものであり、投光範囲を矩形形状に近づけつつ、その投光範囲内の光強度を確保できる投光レンズ及び投光装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的を達成するために本発明の投光レンズは、光源から出射された光が入射する入射面と、前記入射面とは反対側の面であって前記入射面を通った光を投光側へ出射する出射面と、を備え、前記入射面および前記出射面と交わる光軸をZ軸とし、そのZ軸と直交しつつ互いに直交する軸をX軸およびY軸とした場合、前記入射面および前記出射面は、XZ断面およびYZ断面においてそれぞれZ軸に関し線対称に形成され、XZ断面における前記入射面は、前記光源側に凹の曲線であって、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなり、YZ断面における前記出射面は、前記投光側に凹の曲線であり、XZ断面において、Z軸と前記入射面との交点における前記入射面の曲率の絶対値は、Z軸と前記出射面との交点における前記出射面の曲率の絶対値よりも大きく、YZ断面において、Z軸と前記入射面との交点における前記入射面の曲率の絶対値は、Z軸と前記出射面との交点における前記出射面の曲率の絶対値よりも小さい。

40

【発明の効果】

【0007】

請求項1記載の投光レンズによれば、XZ断面において、入射面が光源側に凹の曲線であり、Z軸と入射面との交点における入射面の曲率の絶対値が、Z軸と出射面との交点における出射面の曲率の絶対値よりも大きいので、光源からの光を入射面によって主にX軸方向に広げることができる。また、YZ断面において、出射面が投光側に凹の曲線であり、Z軸と入射面との交点における入射面の曲率の絶対値が、Z軸と出射面との交点にお

50

る出射面の曲率の絶対値よりも小さいので、光を出射面によって主にY軸方向に広げることができる。このように、光源からの光を、入射面によって主にX軸方向に広げた後、出射面によって主にY軸方向に広げるので、投光レンズを通った光の投光範囲を矩形形状に近づけることができる。

**【0008】**

さらに、XZ断面における入射面の曲率の絶対値がZ軸から離れるにつれて小さくなるので、入射面によって光線束を、Z軸近傍で大きく拡散しつつ、Z軸からX軸方向に離れた周辺部で小さく拡散できる。これにより、出射面に到達した光の光強度を、Z軸近傍で減少できると共に、Z軸からX軸方向に離れた周辺部で増加できる。光源から出射される光の光強度が大きい部分をZ軸に合わせることによって、入射面を通過して出射面に到達した光の光強度をX軸方向の略全長に亘って確保できる。このような光強度の光線束が出射面によって主にY軸方向に広げられるので、投光レンズを通った光の光強度を投光範囲の略全体に亘って確保できる。

10

**【0009】**

請求項2記載の投光レンズによれば、請求項1記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。入射面は、Z軸と入射面との交点におけるXZ断面の曲率の絶対値が、Z軸と入射面との交点におけるYZ断面の曲率の絶対値よりも大きいので、光を入射面によってY軸方向に小さくX軸方向に大きく拡散できる。また、出射面は、Z軸と出射面との交点におけるYZ断面の曲率の絶対値が、Z軸と出射面との交点におけるXZ断面の曲率の絶対値よりも大きいので、光を出射面によってX軸方向に小さくY軸方向に大きく拡散できる。これらの結果、光源からの光をX軸方向に広げる役割とY軸方向に広げる役割とを、それぞれ入射面と出射面とに分担させ易くできるので、投光レンズを通った光の投光範囲をより矩形形状に近づけつつ、その投光範囲内の光強度を確保し易くできる。

20

**【0010】**

請求項3記載の投光レンズによれば、請求項1又は2に記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。入射面および出射面は、XZ断面およびYZ断面に関してそれぞれ対称に形成されるアナモフィック面である。これにより、入射面におけるX軸方向への光の広げ方とY軸方向への光の広げ方とをそれぞれ個別に設定し易くできると共に、出射面におけるX軸方向への光の広げ方とY軸方向への光の広げ方とをそれぞれ個別に設定し易くできる。その結果、光の投光範囲を矩形形状に近づけつつ、その投光範囲内の光強度を確保するための投光レンズを設計し易くできる。

30

**【0011】**

請求項4記載の投光レンズによれば、請求項3記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。入射面および出射面の一方は、X軸方向またはY軸方向のいずれか一方に垂直な断面が直線状のシリンダカル面である。入射面および出射面の他方は、X軸方向およびY軸方向に垂直な断面が両方とも曲線状のトロイダル面である。トロイダル面よりも形成が容易で、誤差感度の小さいシリンダカル面によって、一方向に光を拡散し易くできると共に、トロイダル面によって、他方向に光を拡散し易くしつつ一方向の光の拡散の仕方を調整できる。その結果、投光レンズを通った光の投光範囲を矩形形状に調整し易くできると共に、その投光範囲内の光強度を確保し易くできる。

40

**【0012】**

請求項5記載の投光レンズによれば、請求項1から4のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。XZ断面における出射面は、Z軸近傍が凹であってZ軸から離れた位置で凸に変化する曲線により形成されている。これにより、出射面から出射された光線束を、Z軸近傍で大きく拡散しつつ、Z軸からX軸方向に離れた周辺部で小さく拡散できるので、光強度をZ軸からX軸方向に離れた周辺部で増加できる。

**【0013】**

請求項6記載の投光レンズによれば、請求項1から5のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。YZ断面における出射面は、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる凹の曲線である。これにより、出射面から出射された光線

50

束を、Z軸近傍で大きく拡散しつつ、Z軸からY軸方向に離れた周辺部で小さく拡散できるので、光強度をZ軸からY軸方向に離れた周辺部で増加できる。

【0014】

請求項7記載の投光レンズによれば、請求項1から6のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。XZ断面において、光源から出射された光線は、発散角が0°より大きく半値半角以下の範囲の内側光線を含む。XZ断面において、内側光線が入射面に入射して屈折した光線を第1X屈折光線とし、内側光線を延長した線を第1X延長線とする。さらに、第1X屈折光線が出射面に入射して屈折した光線を第2X屈折光線とし、第1X屈折光線を延長した線を第2X延長線とする。入射面への内側光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて、入射面への内側光線の入射角が大きくなる位置に光源を置いた場合に、以下の2つの条件を満たす形状に、XZ断面における入射面および出射面が設定されている。

10

【0015】

1つ目の条件は、第1X屈折光線が第1X延長線に対してZ軸とは反対側に位置し、第2X屈折光線が第2X延長線に対してZ軸とは反対側に位置することである。2つ目の条件は、入射面への内側光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて、第1X屈折光線と第1X延長線との間の第1X偏角が大きくなり、出射面への第1X屈折光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて、第2X屈折光線と第2X延長線との間の第2X偏角が大きくなることである。これらが満たされることで、内側光線をX軸方向の広い範囲に拡散でき、投光レンズをX軸方向に広角化できる。

20

【0016】

請求項8記載の投光レンズによれば、請求項1から7のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。YZ断面において、入射面から出射面へ向かう光線を第1Y屈折光線とし、第1Y屈折光線が出射面に入射して屈折した光線を第2Y屈折光線とし、第1Y屈折光線を延長した線を第2Y延長線とする。YZ断面において、第2Y屈折光線が第2Y延長線に対してZ軸とは反対側に位置すると共に、出射面への第1Y屈折光線の入射位置がZ軸から離れるにつれて、第2Y屈折光線と第2Y延長線との間の第2Y偏角が大きくなるように、出射面の形状が設定されている。これにより、出射面によってY軸方向の広い範囲に光線を拡散できるので、Y軸方向に投光レンズを広角化できる。

30

【0017】

請求項9記載の投光レンズによれば、請求項1から8のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。光源から出射された光の波長における屈折率が1.56以上の材料によって投光レンズが形成されている。これにより、投光レンズを小型化しながら広角化できる。

【0018】

請求項10記載の投光装置は、Z軸方向に光を出射する光源と、請求項1から9のいずれかに記載の投光レンズと、を備えるものであって、請求項1から9のいずれかに記載の投光レンズの奏する効果に加え、次の効果を奏する。光源から出射される光は、XZ断面およびYZ断面における光強度分布がそれぞれZ軸に関して線対称であり、Z軸から離れるにつれて光強度が小さくなり、XZ断面における発散角がYZ断面における発散角よりも大きい。この光は、光強度が入射面によってZ軸近傍で減少しつつZ軸からX軸方向に離れた周辺部で増加するように、入射面によって主にX軸方向に広げられた後、出射面によってY軸方向に広げられる。その結果、投光装置は、光の投光範囲を矩形状に近づけつつ、その投光範囲の略全体に亘って光強度を確保できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第1実施例における投光装置の斜視図である。

【図2】(a)は投光レンズのXZ断面図であり、(b)は投光レンズのYZ断面図である。

50

【図 3】光源から出射される光の光強度分布図である。

【図 4】(a) は X Z 断面の入射面における入射角、屈折角、偏角と光源からの光線の発散角との関係図であり、(b) は X Z 断面の出射面における入射角、屈折角、偏角と光源からの光線の発散角との関係図であり、(c) は Y Z 断面の出射面における入射角、屈折角、偏角と光源からの光線の発散角との関係図である。

【図 5】(a) は投光装置による投光範囲を示す図であり、(b) は X 軸方向の光強度分布図であり、(c) は Y 軸方向の光強度分布図である。

【図 6】(a) は第 2 実施例における投光レンズの X Z 断面図であり、(b) は投光レンズの Y Z 断面図である。

【図 7】(a) は投光装置による投光範囲を示す図であり、(b) は X 軸方向の光強度分布図であり、(c) は Y 軸方向の光強度分布図である。

10

【図 8】(a) は第 3 実施例における投光レンズの X Z 断面図であり、(b) は投光レンズの Y Z 断面図である。

【図 9】(a) は投光装置による投光範囲を示す図であり、(b) は X 軸方向の光強度分布図であり、(c) は Y 軸方向の光強度分布図である。

【図 10】(a) は第 4 実施例における投光レンズの X Z 断面図であり、(b) は投光レンズの Y Z 断面図である。

【図 11】(a) は投光装置による投光範囲を示す図であり、(b) は X 軸方向の光強度分布図であり、(c) は Y 軸方向の光強度分布図である。

【図 12】(a) は第 5 実施例における投光レンズの X Z 断面図であり、(b) は投光レンズの Y Z 断面図である。

20

【図 13】(a) は投光装置による投光範囲を示す図であり、(b) は X 軸方向の光強度分布図であり、(c) は Y 軸方向の光強度分布図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、好ましい実施形態について、添付図面を参照して説明する。まず、一実施形態における投光装置および投光レンズについて、図 1 から図 4 (c) を参照し、第 1 実施例の投光装置 10 及び投光レンズ 11 を用いて説明する。なお、図 2 (a) 及び図 2 (b) は、光源 2 を模式的に点状とし、投光レンズ 11 の各断面のみを図示して、その断面の奥に見える部分を省略している。

30

【0021】

図 1 に示すように、投光装置 10 は、近赤外光を出射する光源 2 と、その光源 2 からの光を拡散して投光側（光源 2 とは反対側）へ出射する投光レンズ 11 と、を備えている。投光装置 10 は、物体検出装置や距離計測装置の投光系に用いられる。光源 2 から投光レンズ 11 へ向かう光軸を Z 軸とし、その Z 軸と直交しつつ互いに直交する軸をそれぞれ X 軸および Y 軸とする。Z 軸および X 軸を含む断面を X Z 断面とし、Z 軸および Y 軸を含む断面を Y Z 断面とする。各図面には、これらの X 軸、Y 軸、Z 軸が一点鎖線で示されている。

【0022】

光源 2 は、750 ~ 1400 nm の範囲から選択された単波長の近赤外光によるガウシアンビームを Z 軸方向に出射するレーザーダイオード素子である。図 3 に例示されるように、光源 2 から出射される光は、X Z 断面および Y Z 断面における光強度分布が Z 軸に関して線対称であり、Z 軸から離れるにつれて光強度が小さくなる。また、光源 2 から出射される光は、X Z 断面における発散角  $\theta_x$  が Y Z 断面における発散角  $\theta_y$  よりも大きく、その投光範囲が X 軸を長軸とした楕円形状である。

40

【0023】

図 1、図 2 (a) 及び図 2 (b) に示すように、投光レンズ 11 は、光源 2 から入射した光を広い範囲に投光するための 1 枚のレンズである。投光レンズ 11 は、投光範囲が矩形状に近づくと共に、その投光範囲の略全体に亘って光強度を確保できるように、光源 2 から入射した光を変換して投光する。

50

## 【 0 0 2 4 】

光源 2 から出射される光が単波長なので、色収差を考慮せずに投光レンズ 1 1 を設計できる。また、投光レンズ 1 1 は、光源 2 から出射された光の波長における屈折率が 1 . 5 6 以上の材料によって形成されている。これにより、投光レンズ 1 1 を小型化しながら広角化できる。

## 【 0 0 2 5 】

投光レンズ 1 1 は、光源 2 から出射された光が入射する入射面 1 2 と、入射面 1 2 とは反対側の面である出射面 1 3 と、を備えている。入射面 1 2 及び出射面 1 3 は、Z 軸と交わり、X Z 断面および Y Z 断面がそれぞれ Z 軸に関して線対称に形成されている。なお、入射面 1 2 は、X Z 断面が必ず曲線であり、Y Z 断面が直線であっても良い。また、出射面 1 3 は、Y Z 断面が必ず曲線であり、X Z 断面が直線であっても良い。

10

## 【 0 0 2 6 】

本明細書において、入射面 1 2 及び出射面 1 3 の形状の説明は、各面の有効径内に関するものであり、その有効径外の入射面 1 2 及び出射面 1 3 の形状は適宜設定可能である。なお、入射面 1 2 及び出射面 1 3 の有効径内は、光源 2 から出射された光線のうち、Z 軸上の光強度を 1 とした場合に  $1 / e^2$  ( e : ネイピア数 ) 以上の相対強度をもつ光線が通る範囲である。

## 【 0 0 2 7 】

まず、入射面 1 2 及び出射面 1 3 の X Z 断面および Y Z 断面について説明する。X Z 断面において、入射面 1 2 は、光源 2 側に凹の曲線であって、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。さらに X Z 断面において、Z 軸と入射面 1 2 との交点における入射面 1 2 の曲率の絶対値が、Z 軸と出射面 1 3 との交点における出射面 1 3 の曲率の絶対値よりも大きい。これにより、光源 2 からの光を入射面 1 2 によって主に X 軸方向に広げることができる。

20

## 【 0 0 2 8 】

Y Z 断面において、出射面 1 3 は、投光側 ( 図 2 ( b ) 紙面上側 ) に凹の曲線である。さらに Y Z 断面において、Z 軸と入射面 1 2 との交点における入射面 1 2 の曲率の絶対値が、Z 軸と出射面 1 3 との交点における出射面 1 3 の曲率の絶対値よりも小さい。これにより、入射面 1 2 からの光を出射面 1 3 によって主に Y 軸方向に広げることができる。

## 【 0 0 2 9 】

このように、投光レンズ 1 1 は、光源 2 からの光を入射面 1 2 によって主に X 軸方向に広げて帯状に形成した後、X 軸方向に長い帯状の光を出射面 1 3 によって主に Y 軸方向に広げる。その結果、投光レンズ 1 1 を通った光の投光範囲を矩形状に近づけることができる。

30

## 【 0 0 3 0 】

さらに、このような投光レンズ 1 1 によれば、X 軸方向への光の広げ方と Y 軸方向への光の広げ方をそれぞれ個別に設定し易くできる。そのため、光源 2 からの光の発散角が X Z 断面と Y Z 断面とで異なっても、投光装置 1 0 は、光の投光範囲を矩形状に近づけ易くできる。

## 【 0 0 3 1 】

また、X Z 断面における入射面 1 2 の曲率の絶対値が Z 軸から離れるにつれて小さくなるので、光源 2 からの複数の光線からなる光線束を、入射面 1 2 によって、Z 軸近傍で大きく拡散しつつ、Z 軸から X 軸方向に離れた X 周辺部で小さく拡散できる。これにより、出射面 1 3 に到達した光の光強度を、Z 軸近傍で減少できると共に、X 周辺部で増加できる。

40

## 【 0 0 3 2 】

光源 2 からの光は Z 軸から離れるにつれて光強度が小さくなるので、光源 2 から入射面 1 2 を通って出射面 1 3 に到達した光の光強度を X 軸方向の略全長に亘って確保できる。このような光強度の光線束が出射面 1 3 によって主に Y 軸方向に広げられるので、投光レンズ 1 1 を通った光の光強度を矩形状の投光範囲の略全体に亘って確保できる。よって、

50

矩形形状の範囲の物体を検出する物体検出装置の投光系に投光装置 10 を用いる場合、その検出範囲と、投光装置 10 による投光範囲とを合わせ易くできるので、検出範囲内の光強度を大きくでき、検出感度を向上できる。

【 0 0 3 3 】

光源 2 からの光は、XZ 断面における発散角  $\theta_x$  が YZ 断面における発散角  $\theta_y$  よりも大きいため、投光装置 10 による投光範囲を X 軸方向に大きくし易い。この大きく広げ易い X 軸方向の略全長に亘って、光強度を入射面 12 によって確保できるので、投光装置 10 による投光範囲の略全体に亘って光強度を確保し易くできる。また、元々 Y 軸方向の広がり小さい光源 2 からの光を、入射面 12 によって Y 軸方向に大きく広げることなく、出射面 13 によって主に Y 軸方向に大きく広げるので、投光レンズ 11 を Y 軸方向に小型化できる。

10

【 0 0 3 4 】

YZ 断面における出射面 13 の曲率の絶対値は、Z 軸から離れるにつれて小さくなる。これにより、出射面 13 によって光線束を、Z 軸近傍で大きく拡散しつつ、Z 軸から Y 軸方向に離れた Y 周辺部で小さく拡散できる。これにより、出射面 13 から出射された光の光強度を、Z 軸近傍で減少できると共に、Y 周辺部で増加できる。特に、Z 軸から離れるにつれて光強度が小さくなる光源 2 からの光が、光強度を Z 軸近傍で減少させつつ Y 周辺部で増加させる投光レンズ 11 を通るので、投光装置 10 により投光される光の光強度を Y 軸方向の略全長に亘って確保できる。

【 0 0 3 5 】

以上のように、投光装置 10 により投光される光の光強度は、入射面 12 及び出射面 13 によって Z 軸近傍が減少しつつ、入射面 12 によって X 周辺部が増加し、出射面 13 によって Y 周辺部が増加する。そのため、投光装置 10 は、矩形形状に近づけた投光範囲内において、光強度の等強度線を矩形形状に近づけることができる。

20

【 0 0 3 6 】

XZ 断面における出射面 13 は、Z 軸近傍が投光側に凹であって Z 軸から離れた位置で投光側に凸に変化する曲線により形成されていることが好ましい。これにより、出射面 13 から出射された光線束を、X 周辺部でより小さく拡散できるので、X 周辺部の光強度をより増加できる。

【 0 0 3 7 】

特に、出射面 13 の XZ 断面において、凹から凸に変わる変曲点までの Z 軸からの X 軸方向の距離は、Z 軸から有効径（光源 2 から出射された  $1/e^2$  の相対強度の光線が通る位置）までの X 軸方向の距離を 100% とした場合に、75% 以下であることが好ましい。これにより、出射面 13 から出射された光線束を、X 周辺部の広い範囲で小さく拡散できるので、X 周辺部の光強度をより一層増加できる。

30

【 0 0 3 8 】

入射面 12 は、Z 軸と入射面 12 との交点における XZ 断面の曲率の絶対値が、Z 軸と入射面 12 との交点における YZ 断面の曲率の絶対値よりも大きいことが好ましい。これにより、光を入射面 12 によって Y 軸方向に小さく X 軸方向に大きく拡散できる。また、出射面 13 は、Z 軸と出射面 13 との交点における YZ 断面の曲率の絶対値が、Z 軸と出射面 13 との交点における XZ 断面の曲率の絶対値よりも大きいことが好ましい。これにより、光を出射面 13 によって X 軸方向に小さく Y 軸方向に大きく拡散できる。

40

【 0 0 3 9 】

これらの結果、光源 2 からの光を X 軸方向に広げる役割と Y 軸方向に広げる役割とを、それぞれ入射面 12 と出射面 13 とに分担させ易くできる。よって、投光レンズ 11 を通った光の投光範囲をより矩形形状に近づけつつ、その投光範囲内の光強度を確保し易くできる。

【 0 0 4 0 】

次に、入射面 12 及び出射面 13 の全体形状について説明する。入射面 12 及び出射面 13 は、XZ 断面および YZ 断面に関してそれぞれ対称に形成されるアナモフィック面で

50

あることが好ましい。なお、アナモフィック面には、X軸方向およびY軸方向に垂直な断面が両方とも曲線状のトロイダル面と、X軸方向またはY軸方向のいずれか一方に垂直な断面が直線状であって、X軸方向またはY軸方向のいずれか他方に垂直な断面が曲線状であるシリンドリカル面と、がある。

【0041】

なお、Z軸と各面との交点を原点とし、X軸方向の距離をx、Y軸方向の距離をy、Z軸方向の距離をzとしたとき、トロイダル面（アナモフィック面）は以下の式（1）で示され、X軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面は以下の式（2）で示される。zは、原点よりも投光側の位置で正の値となる。また、Y軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面の形状を示す式は、式（2）のxをyに、 $c_x$ を $c_y$ に、 $k_x$ を $k_y$ に変更したものである。

10

【0042】

【数1】

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}} + \sum_{n=2}^{10} A_{2n} \left[ (1 - B_{2n}) x^2 + (1 + B_{2n}) y^2 \right]^n \cdots (1)$$

20

【数2】

$$z = \frac{c_x x^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2}} + A x^4 + B x^6 + C x^8 + D x^{10} \cdots (2)$$

30

但し、

$c_x$  : XZ断面とZ軸との交点におけるXZ断面の曲率

$c_y$  : YZ断面とZ軸との交点におけるYZ断面の曲率

$k_x$  : XZ断面のコーニック定数

$k_y$  : YZ断面のコーニック定数

A, B, C, D,  $A_i$ ,  $B_i$  : 非球面係数 (iは4~20の範囲の偶数)

【0043】

入射面12及び出射面13がいずれもアナモフィック面であれば、入射面12におけるX軸方向への光の広げ方とY軸方向への光の広げ方をそれぞれ個別に設定し易くできると共に、出射面13におけるX軸方向への光の広げ方とY軸方向への光の広げ方をそれぞれ個別に設定し易くできる。その結果、投光装置10による光の投光範囲を矩形状に近づけつつ、投光範囲内の光強度を確保するための投光レンズ11を設計し易くできる。

40

【0044】

さらに、入射面12及び出射面13がいずれもアナモフィック面なので、X軸方向の全体に亘ってY軸方向への光の広げ方を設定しながら、Y軸方向の全体に亘ってX軸方向への光の広げ方を設定できると共に、それらの設定を個別にできる。その結果、投光装置10は、矩形状に近づけた投光範囲内において、光強度の等強度線を矩形状に近づけ易くできる。

【0045】

50

入射面 1 2 及び出射面 1 3 の一方がシリンドリカル面であり、他方がトロイダル面であることがより好ましい。これにより、トロイダル面よりも形成が容易で、誤差感度の小さいシリンドリカル面によって、一方向に光を拡散し易くできると共に、トロイダル面によって、他方向に光を拡散し易くしつつ一方向の光の拡散の仕方を調整できる。その結果、投光レンズ 1 1 を通った光の投光範囲を矩形状に調整し易くできると共に、その投光範囲内の光強度を確保し易くできる。加えて、その投光範囲内の光強度の等強度線を矩形状に近づけ易くできる。

【 0 0 4 6 】

次に図 2 ( a ) 及び図 2 ( b ) を参照しながら、光源 2 から出射された光線の経路についてより詳しく説明する。図 2 ( a ) に示すように、X Z 断面において、光源 2 から出射される光線は入射面 1 2 及び出射面 1 3 によってそれぞれ屈折し、1 本の光線の経路が形成される。この X Z 断面における 1 本の光線の経路に関して、各線および各角度を以下の通り定義する。

10

【 0 0 4 7 】

光源 2 から入射面 1 2 までの光線を X 光線 1 4 とする。X 光線 1 4 が入射面 1 2 に入射して屈折した光線を第 1 X 屈折光線 1 5 とする。X 光線 1 4 を延長した仮想線を第 1 X 延長線 1 6 とする。第 1 X 屈折光線 1 5 が出射面 1 3 に入射して屈折した光線を第 2 X 屈折光線 1 7 とする。第 1 X 屈折光線 1 5 を延長した仮想線を第 2 X 延長線 1 8 とする。

【 0 0 4 8 】

X 光線 1 4 と、その X 光線 1 4 が入射した位置の入射面 1 2 の法線 1 9 との角度を入射角 1 とする。第 1 X 屈折光線 1 5 と、その第 1 X 屈折光線 1 5 が交わる位置の入射面 1 2 の法線 1 9 との角度を屈折角 2 とする。第 1 X 屈折光線 1 5 と、その第 1 X 屈折光線 1 5 が入射した位置の出射面 1 3 の法線 2 0 との角度を入射角 3 とする。第 2 X 屈折光線 1 7 と、その第 1 X 屈折光線 1 7 が交わる位置の出射面 1 3 の法線 2 0 との角度を屈折角 4 とする。第 1 X 屈折光線 1 5 と、その第 1 X 屈折光線 1 5 が入射面 1 2 で交わる位置の第 1 X 延長線 1 6 との角度を第 1 X 偏角 5 とする。第 2 X 屈折光線 1 7 と、その第 2 X 屈折光線 1 7 が出射面 1 3 で交わる位置の第 2 X 延長線 1 8 との角度を第 2 X 偏角 6 とする。

20

【 0 0 4 9 】

X Z 断面において、X 光線 1 4 は、発散角  $\theta$  が  $0^\circ$  より大きく半値半角以下の範囲の X 内側光線を含んでいる。なお、X 光線 1 4 の半値半角とは、X 光線 1 4 のうち Z 軸上の光強度を 1 とした場合に 0.5 の相対強度をもつ光線と、Z 軸との間の角度である。

30

【 0 0 5 0 】

X Z 断面における入射面 1 2 が光源 2 側に凹の曲線であるとき、入射面 1 2 への X 内側光線の入射位置が Z 軸から離れるにつれて、入射面 1 2 への X 内側光線の入射角 1 が大きくなる位置に光源 2 を置いた場合に、その X 内側光線により形成される各径路が以下の 2 つの条件を満たす形状に入射面 1 2 及び出射面 1 3 を設定することが好ましい。

【 0 0 5 1 】

1 つ目の条件は、第 1 X 屈折光線 1 5 が第 1 X 延長線 1 6 に対して Z 軸とは反対側に位置し、第 2 X 屈折光線 1 7 が第 2 X 延長線 1 8 に対して Z 軸とは反対側に位置することである。2 つ目の条件は、入射面 1 2 への X 内側光線の入射位置が Z 軸から離れるにつれて第 1 X 偏角 5 が大きくなり、出射面 1 3 への第 1 X 屈折光線 1 5 の入射位置が Z 軸から離れるにつれて第 2 X 偏角 6 が大きくなることである。これらが満たされることで、X 内側光線を X 軸方向の広い範囲に拡散でき、投光レンズ 1 1 を X 軸方向に広角化できる。

40

【 0 0 5 2 】

次いで、図 2 ( b ) に示す Y Z 断面においても同様に、光源 2 から出射される光線は入射面 1 2 及び出射面 1 3 によってそれぞれ屈折し、1 本の光線の経路が形成される。この Y Z 断面における 1 本の光線の経路に関して、各線および各角度を以下の通り定義する。

【 0 0 5 3 】

光源 2 から入射面 1 2 までの光線を Y 光線 2 2 とする。Y 光線 2 2 が入射面 1 2 に入射

50

して屈折した光線を第1 Y 屈折光線 2 3 とする。Y 光線 2 2 を延長した仮想線を第1 Y 延長線 2 4 とする。第1 Y 屈折光線 2 3 が出射面 1 3 に入射して屈折した光線を第2 Y 屈折光線 2 5 とする。第1 Y 屈折光線 2 3 を延長した仮想線を第2 Y 延長線 2 6 とする。

【0054】

Y 光線 2 2 と、その Y 光線 2 2 が入射した位置の入射面 1 2 の法線 2 7 との角度を入射角 1 とする。第1 Y 屈折光線 2 3 と、その第1 Y 屈折光線 2 3 が交わる位置の入射面 1 2 の法線 2 7 との角度を屈折角 2 とする。第1 Y 屈折光線 2 3 と、その第1 Y 屈折光線 2 3 が入射した位置の出射面 1 3 の法線 2 8 との角度を入射角 3 とする。第2 Y 屈折光線 2 5 と、その第2 Y 屈折光線 2 5 が交わる位置の出射面 1 3 の法線 2 8 との角度を屈折角 4 とする。第1 Y 屈折光線 2 3 と、その第1 Y 屈折光線 2 3 が入射面 1 2 で交わる位置の第1 Y 延長線 2 4 との角度を第1 Y 偏角 5 とする。第2 Y 屈折光線 2 5 と、その第2 Y 屈折光線 2 5 が出射面 1 3 で交わる位置の第2 Y 延長線 2 6 との角度を第2 Y 偏角 6 とする。

10

【0055】

YZ 断面における入射面 1 2 は直線でも良いので、第2 Y 屈折光線 2 5 が第2 Y 延長線 2 6 に対して Z 軸とは反対側に位置すると共に、出射面 1 3 への第1 Y 屈折光線 2 3 の入射位置が Z 軸から離れるにつれて第2 Y 偏角 6 が大きくなるように、出射面 1 3 の形状が設定されることが好ましい。これにより、出射面 1 3 によって Y 軸方向の広い範囲に Y 光線 2 2 を拡散できるので、投光レンズ 1 1 を Y 軸方向に広角化できる。

【0056】

なお、YZ 断面においても同様に、Y 光線 2 2 は、発散角 が  $0^\circ$  より大きく半値半角以下の範囲の Y 内側光線を含んでいる。なお、Y 光線 2 2 の半値半角とは、Y 光線 2 2 のうち Z 軸上の光強度を 1 とした場合に 0.5 の相対強度をもつ光線と、Z 軸との間の角度である。

20

【0057】

入射面 1 2 の YZ 断面を曲線により形成しても良い。このとき、YZ 断面において、入射面 1 2 への Y 内側光線の入射位置が Z 軸から離れるにつれて、入射面 1 2 への Y 内側光線の入射角 1 が大きくなる位置に光源 2 を置いた場合に、その Y 内側光線により形成される各径路が以下の 2 つの条件を満たす形状に入射面 1 2 を設定することが好ましい。

【0058】

1 つ目の条件は、第1 Y 屈折光線 2 3 が第1 Y 延長線 2 4 に対して Z 軸とは反対側に位置することである。2 つ目の条件は、入射面 1 2 への Y 内側光線の入射位置が Z 軸から離れるにつれて第1 Y 偏角 5 が大きくなることである。これらが満たされることで、入射面 1 2 の YZ 断面が曲線により形成されても、内側光線を Y 軸方向の広い範囲に拡散でき、投光レンズ 1 1 を Y 軸方向に広角化できる。

30

【実施例】

【0059】

以下、実施例を参照して本発明を具体的に説明するが、本発明はこの実施例に限定されない。なお、各実施例で共通する説明は、第1 実施例でのみ説明し、その他の実施例での説明を省略する。

40

【0060】

(第1 実施例)

図 1、図 2 (a) 及び図 2 (b) に示すように、第1 実施例における投光装置 1 0 は、光源 2 と、1 枚の投光レンズ 1 1 とを備えている。光源 2 は、図 3 に示す光強度分布を有するピーク波長 905 nm の近赤外光を、Z 軸方向に出射するレーザーダイオード素子である。光源 2 からの光の光強度が Z 軸上で最も大きくなるように、光源 2 が配置されている。なお、Z 軸に垂直な断面において、光源 2 からの光の投光範囲は、X 軸を長軸とした楕円形状である。

【0061】

なお、図 3 に示す光強度分布図は、横軸が Z 軸からの発散角 ( $^\circ = \text{deg}$ ) である。

50

図3の縦軸は、Z軸上(発散角が0°)の光強度を1とした場合の相対的な光強度(R E L A T I V E I N T E N S I T Y)である。XZ断面における光強度分布を実線で示し、YZ断面における光強度分布を破線で示している。

【0062】

XZ断面において、相対強度が0.5となるときの発散角である半値半角は約15°であり、相対強度が1/e<sup>2</sup>(約0.135)となるときの発散角は約27°である。YZ断面において、相対強度が0.5となるときの発散角である半値半角は約8°であり、相対強度が1/e<sup>2</sup>となるときの発散角は約13°である。

【0063】

投光レンズ11は、X軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される入射面12と、トロイダル面により形成される出射面13と、を備えている。光源2から入射面12までのZ軸上の距離は10.5mmであり、入射面12から出射面13までのZ軸上の距離は4.7mmである。投光レンズ11は、波長905nmの光に対する屈折率が1.63の合成樹脂により形成されている。

【0064】

また、この投光レンズ11の光学諸値およびレンズデータを表1に示す。なお、本明細書では、一部の値を10のべき乗数をEを用いて表す(例えば、1.0×10<sup>-4</sup>は1.0E-4である)。式(1)や式(2)に示されているが、表1に記載がない定数は0とする。

【表1】

入射面(シリンドリカル面)		出射面(トロイダル面)	
c <sub>x</sub>	-0.667	c <sub>x</sub>	0.004
k <sub>x</sub>	-0.980	k <sub>x</sub>	0.000
A	-0.008	c <sub>y</sub>	0.417
B	2.246E-04	k <sub>y</sub>	-5.000
		A <sub>4</sub>	-1.365E-04
		A <sub>6</sub>	3.046E-08
		B <sub>4</sub>	3.000E-01

【0065】

表1に示す光学諸値を式(1)及び式(2)に代入して得られた入射面12及び出射面13の形状は、以下の通りである。入射面12のXZ断面は、光源2側に凹の曲線であり、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

【0066】

出射面13のXZ断面は、Z軸近傍が投光側に凹であってZ軸から離れた位置で投光側に凸に変化する曲線により形成されている。その凹から凸に変化する変曲点までのZ軸からのX軸方向の距離は、Z軸から有効径までのX軸方向の距離を100%とした場合に、40%となる。出射面13のYZ断面は、投光側に凹の曲線であって、Z軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

【0067】

入射面12のXZ断面の曲率c<sub>x</sub>の絶対値0.667は、出射面13のXZ断面の曲率c<sub>x</sub>の絶対値0.004よりも大きく、直線状である入射面12のYZ断面の曲率0よりも大きい。出射面13のYZ断面c<sub>y</sub>の曲率の絶対値0.417は、入射面12のYZ断面の曲率0よりも大きく、出射面13のXZ断面の曲率c<sub>x</sub>の絶対値0.004よりも大きい。

【0068】

入射面12のXZ断面における入射角 $\theta_1$ 、屈折角 $\theta_2$ 、第1X偏角 $\theta_5$ と、XZ断面における発散角 $\theta$ との関係図を図4(a)に示す。出射面13のXZ断面における入射角

3、屈折角 4、第2 X 偏角 6 と、X Z 断面における発散角 との関係図を図4 ( b ) に示す。出射面 1 3 の Y Z 断面における入射角 3、屈折角 4、第2 Y 偏角 6 と、Y Z 断面における発散角 との関係図を図4 ( c ) に示す。

【0069】

図4 ( a )、図4 ( b ) 及び図4 ( c ) は、横軸が発散角 であり、縦軸がその断面における各角度 ( deg ) である。なお、横軸の発散角 が大きい程、各断面への光線の入射位置が Z 軸から離れていることを近似的に示している。また、各図面では、入射角のグラフを実線で示し、屈折角のグラフを破線で示し、偏角のグラフを一点鎖線で示している。さらに、各図面には、半値半角の位置 A と、相対強度が  $1/e^2$  となる時の発散角の位置 B とを二点鎖線で示している。

10

【0070】

第1 X 屈折光線 1 5 が第1 X 延長線 1 6 に対して Z 軸とは反対側に位置する場合に、第1 X 偏角 5 を正の値とする。同様に、第2 X 屈折光線 1 7 が第2 X 延長線 1 8 に対して Z 軸とは反対側に位置する場合に、第2 X 偏角 6 を正の値とし、第2 Y 屈折光線 2 5 が第2 Y 延長線 2 6 に対して Z 軸とは反対側に位置する場合に、第2 Y 偏角 6 を正の値とする。

【0071】

図4 ( a ) 及び図4 ( b ) に示すように、第1 X 偏角 5 及び第2 X 偏角 6 が正の値である。加えて、位置 A よりも発散角 が小さい範囲では、即ち、X 内側光線が入射面 1 2 へ入射する範囲では、発散角 が大きくなるにつれて入射角 1、第1 X 偏角 5 及び第2 X 偏角 6 が大きくなる。これにより、X 内側光線が屈折した第1 X 屈折光線 1 5 や第2 屈折光線 1 7 を、入射面 1 2 及び出射面 1 3 によって X 軸方向の広い範囲に拡散できる。その結果、投光レンズ 1 1 を X 軸方向に広角化できることが分かる。

20

【0072】

さらに、位置 A よりも発散角 が小さい範囲において、発散角 が大きくなるにつれて、第1 X 偏角 5 の増加率が低下していく。この範囲において、入射面 1 2 から出射された第1 X 屈折光線 1 5 同士の間隔を、Z 軸から X 軸方向に離れるにつれて小さくできることが分かる。同様に、位置 A よりも発散角 が小さい範囲において、発散角 が大きくなるにつれて、第2 X 偏角 6 の増加率が低下するので、出射面 1 3 から出射された第2 X 屈折光線 1 7 同士の間隔を、Z 軸から X 軸方向に離れるにつれて小さくできることが分かる。

30

【0073】

また、発散角 が大きくなるにつれて、位置 A と位置 B との間で、第1 X 偏角 5 及び第2 X 偏角 6 の増加が減少へと変化する。この第1 X 偏角 5 及び第2 X 偏角 6 が減少する範囲では、入射面 1 2 から出射された第1 X 屈折光線 1 5 同士の間隔や、出射面 1 3 から出射された第2 X 屈折光線 1 7 同士の間隔を、Z 軸から X 軸方向に離れるにつれてより小さくできることが分かる。

【0074】

また、図4 ( c ) に示すように、第2 Y 偏角 6 が正の値であり、発散角 が大きくなるにつれて第2 Y 偏角 6 が大きくなる。これにより、出射面 1 3 によって Y 軸方向の広い範囲に第2 Y 屈折光線 2 5 を拡散でき、投光レンズ 1 1 を Y 軸方向に広角化できることが分かる。さらに、発散角 が大きくなるにつれて、第2 Y 偏角 6 の増加率が低下するので、出射面 1 3 から出射された第2 Y 屈折光線 2 5 同士の間隔を、Z 軸から Y 軸方向に離れるにつれて小さくできることが分かる。

40

【0075】

なお、図示しないが、直線状の入射面 1 2 の Y Z 断面における入射角 1、屈折角 2、第1 Y 偏角 5 の絶対値は、Y Z 断面における発散角 の増加に比例して増加する。第1 Y 屈折光線 2 3 が第1 Y 延長線 2 4 に対して Z 軸側に位置するので、第1 Y 偏角 5 は負の値である。

【0076】

50

次に、光源 2 を中心とした所定の球面上に実施例 1 の投光装置 1 0 から投光された光の投光範囲の外形線を図 5 ( a ) に示す。図 5 ( a ) の縦軸は、投光装置 1 0 から出射された光線と X Z 断面との Y 軸方向の角度 ( Y A N G L E ( d e g ) ) である。図 5 ( a ) の横軸は、投光装置 1 0 から出射された光線と Y Z 断面との X 軸方向の角度 ( X A N G L E ( d e g ) ) である。なお、X 軸方向の角度および Y 軸方向の角度が 0 ° の位置が Z 軸である。

【 0 0 7 7 】

投光装置 1 0 は、光源 2 からの楕円形状の光を投光レンズ 1 1 によって、図 5 ( a ) に示すように、X 軸方向に長い矩形形状 ( 長方形 ) に形成できる。また、X Z 断面および Y Z 断面に関して、光源 2 からの光、入射面 1 2 及び出射面 1 3 が対称なので、投光装置 1 0 による投光範囲や、投光範囲内の光強度分布を X Z 断面および Y Z 断面に関して対称にできる。

10

【 0 0 7 8 】

投光装置 1 0 による投光範囲において、Y 軸方向の角度が 0 ° のときの X 軸方向の光強度分布を実線で、Y 軸方向の角度が  $\pm 20^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を破線で図 5 ( b ) に示し、X 軸方向の角度が 0 ° のときの Y 軸方向の光強度分布を実線で、X 軸方向の角度が  $\pm 45^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を破線で図 5 ( c ) に示す。図 5 ( b ) 及び図 5 ( c ) の縦軸は、投光装置 1 0 による投光範囲のうち最も大きな光強度を 1 0 0 % とした場合の相対的な光強度 ( R E L A T I V E I N T E N S I T Y ( % ) ) である。図 5 ( b ) の横軸は X 軸方向の角度であり、図 5 ( c ) の横軸は Y 軸方向の角度である。

20

【 0 0 7 9 】

図 5 ( b ) 及び図 5 ( c ) に示すように、投光装置 1 0 は、投光範囲の略全体に亘って、相対強度が 5 0 % 以上となるように光強度を確保できる。さらに、投光装置 1 0 は、投光範囲内の光強度を、Z 軸近傍で小さく、Z 軸から離れた周辺部で大きくできる。

【 0 0 8 0 】

( 第 2 実施例 )

図 6 ( a ) 及び図 6 ( b ) に示すように、第 2 実施例における投光装置 3 0 は、光源 2 と、1 枚の投光レンズ 3 1 とを備えている。投光レンズ 3 1 は、X 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される入射面 3 2 と、Y 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される出射面 3 3 と、を備えている。光源 2 から入射面 3 2 までの Z 軸上の距離は 1 0 . 0 mm であり、入射面 3 2 から出射面 3 3 までの Z 軸上の距離は 4 . 1 mm である。投光レンズ 3 1 は、波長 9 0 5 nm の光に対する屈折率が 1 . 6 3 の合成樹脂により形成されている。

30

【 0 0 8 1 】

また、この投光レンズ 3 1 の光学諸値およびレンズデータを表 2 に示す。式 ( 2 ) 等に表示されているが、表 2 に記載がない定数は 0 とする。

【 表 2 】

入射面 (シリンドリカル面)		出射面 (シリンドリカル面)	
$c_x$	-0.435	$c_y$	0.091
$k_x$	-0.830	$k_y$	-70.000
A	-7.650E-03	A	-8.000E-04

40

【 0 0 8 2 】

表 2 に示す光学諸値を式 ( 2 ) 等に代入して得られた入射面 3 2 及び出射面 3 3 の形状は、以下の通りである。入射面 3 2 の X Z 断面は、光源 2 側に凹の曲線であり、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。出射面 3 3 の Y Z 断面は、投光側に凹の曲線であって、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

【 0 0 8 3 】

50

入射面 3 2 の X Z 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.435 は、直線状である出射面 3 3 の X Z 断面の曲率 0 よりも大きく、直線状である入射面 3 2 の Y Z 断面の曲率 0 よりも大きい。出射面 3 3 の Y Z 断面  $c_y$  の曲率の絶対値 0.091 は、入射面 3 2 の Y Z 断面の曲率 0 よりも大きく、出射面 3 3 の X Z 断面の曲率 0 よりも大きい。

【0084】

なお、入射面 3 2 の X Z 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 X 偏角  $\theta_5$  と、X Z 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、位置 A よりも発散角  $\theta$  が小さい範囲で、発散角の増加に伴って第 1 X 偏角  $\theta_5$  が増加から減少に転じることを除いて、図 4 (a) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。同様に、出射面 3 3 の Y Z 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 Y 偏角  $\theta_6$  と、Y Z 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、位置 A よりも発散角  $\theta$  が小さい範囲で、発散角の増加に伴って第 2 Y 偏角  $\theta_6$  が増加から減少に転じることを除いて、図 4 (c) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。

10

【0085】

また、直線状の出射面 3 3 の X Z 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 X 偏角  $\theta_6$  の絶対値は、X Z 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。直線状の入射面 3 2 の Y Z 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 Y 偏角  $\theta_5$  の絶対値は、Y Z 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。なお、第 2 X 偏角  $\theta_6$  は正の値であり、第 1 Y 偏角  $\theta_5$  は負の値である。

20

【0086】

次に、光源 2 を中心とした所定の球面上に実施例 2 の投光装置 3 0 から投光された光の投光範囲の外形線を図 7 (a) に示す。投光装置 3 0 は、光源 2 からの楕円形状の光を投光レンズ 3 1 によって、図 7 (a) に示すように、X 軸方向に長い矩形形状（長方形）に形成できる。

【0087】

投光装置 3 0 による投光範囲において、Y 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を実線で、Y 軸方向の角度が  $\pm 10^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を破線で図 7 (b) に示し、X 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を実線で、X 軸方向の角度が  $\pm 40^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を破線で図 7 (c) に示す。図 7 (b) 及び図 7 (c) に示すように、投光装置 3 0 は、投光範囲の略全体に亘って、相対強度が 50% 以上となるように光強度を確保できる。

30

【0088】

(第 3 実施例)

図 8 (a) 及び図 8 (b) に示すように、第 3 実施例における投光装置 4 0 は、光源 2 と、1 枚の投光レンズ 4 1 とを備えている。投光レンズ 4 1 は、X 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される入射面 4 2 と、Y 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される出射面 4 3 と、を備えている。光源 2 から入射面 4 2 までの Z 軸上の距離は 10.0 mm であり、入射面 4 2 から出射面 4 3 までの Z 軸上の距離は 4.1 mm である。投光レンズ 4 1 は、波長 905 nm の光に対する屈折率が 1.63 の合成樹脂により形成されている。

40

【0089】

また、この投光レンズ 4 1 の光学諸値およびレンズデータを表 3 に示す。式 (2) 等に表示されているが、表 3 に記載がない定数は 0 とする。

50

【表 3】

入射面 (シリンドリカル面)		出射面 (シリンドリカル面)	
$c_x$	-0.435	$c_y$	0.333
$k_x$	-0.830	$k_y$	-5.000
A	-7.650E-03	A	-6.000E-04

## 【0090】

表 3 に示す光学諸値を式 (2) 等に代入して得られた入射面 4 2 及び出射面 4 3 の形状は、以下の通りである。入射面 4 2 の X Z 断面は、光源 2 側に凹の曲線であり、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。出射面 4 3 の Y Z 断面は、投光側に凹の曲線であって、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

10

## 【0091】

入射面 4 2 の X Z 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.435 は、直線状である出射面 4 3 の X Z 断面の曲率 0 よりも大きく、直線状である入射面 4 2 の Y Z 断面の曲率 0 よりも大きい。出射面 4 3 の Y Z 断面  $c_y$  の曲率の絶対値 0.333 は、入射面 4 2 の Y Z 断面の曲率 0 よりも大きく、出射面 4 3 の X Z 断面の曲率 0 よりも大きい。

## 【0092】

なお、入射面 4 2 の X Z 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 X 偏角  $\theta_5$  と、X Z 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、位置 A よりも発散角  $\theta$  が小さい範囲で、発散角の増加に伴って第 1 X 偏角  $\theta_5$  が増加から減少に転じることを除いて、図 4 (a) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。同様に、出射面 4 3 の Y Z 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 Y 偏角  $\theta_6$  と、Y Z 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、図 4 (c) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。

20

## 【0093】

また、直線状の出射面 4 3 の X Z 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 X 偏角  $\theta_6$  の絶対値は、X Z 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。直線状の入射面 4 2 の Y Z 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 Y 偏角  $\theta_5$  の絶対値は、Y Z 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。なお、第 2 X 偏角  $\theta_6$  は正の値であり、第 1 Y 偏角  $\theta_5$  は負の値である。

30

## 【0094】

次に、光源 2 を中心とした所定の球面上に実施例 3 の投光装置 4 0 から投光された光の投光範囲の外形線を図 9 (a) に示す。投光装置 4 0 は、光源 2 からの楕円形状の光を投光レンズ 4 1 によって変換し、図 9 (a) に示すように、投光範囲を X 軸方向に長い矩形形状 (長方形) に近づけることができる。具体的に、角を対角方向外側へ延ばした矩形形状に投光範囲を近づけることができる。

## 【0095】

投光装置 4 0 による投光範囲において、Y 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を実線で、Y 軸方向の角度が  $\pm 20^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を破線で図 9 (b) に示し、X 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を実線で、X 軸方向の角度が  $\pm 40^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を破線で図 9 (c) に示す。図 9 (b) 及び図 9 (c) に示すように、投光装置 4 0 は、投光範囲の略全体に亘って、相対強度が 50% 以上となるように光強度を確保できる。

40

## 【0096】

(第 4 実施例)

図 10 (a) 及び図 10 (b) に示すように、第 4 実施例における投光装置 5 0 は、光源 2 と、1 枚の投光レンズ 5 1 とを備えている。投光レンズ 5 1 は、X 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンドリカル面により形成される入射面 5 2 と、Y 軸方向に垂直な断

50

面が直線状であるシリンドリカル面により形成される出射面 5 3 と、を備えている。光源 2 から入射面 5 2 までの Z 軸上の距離は 10.5 mm であり、入射面 5 2 から出射面 5 3 までの Z 軸上の距離は 4.1 mm である。投光レンズ 5 1 は、波長 905 nm の光に対する屈折率が 1.63 の合成樹脂により形成されている。

【0097】

また、この投光レンズ 5 1 の光学諸値およびレンズデータを表 4 に示す。式 (2) 等に表示されているが、表 4 に記載がない定数は 0 とする。

【表 4】

入射面 (シリンドリカル面)		出射面 (シリンドリカル面)	
$c_x$	-0.714	$c_y$	0.357
$k_x$	-1.100	$k_y$	-6.000
A	-6.700E-03	A	-4.500E-04
B	1.000E-04	B	4.000E-06

10

【0098】

表 4 に示す光学諸値を式 (2) 等に代入して得られた入射面 5 2 及び出射面 5 3 の形状は、以下の通りである。入射面 5 2 の XZ 断面は、光源 2 側に凹の曲線であり、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。出射面 5 3 の YZ 断面は、投光側に凹の曲線であって、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

20

【0099】

入射面 5 2 の XZ 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.714 は、直線状である出射面 5 3 の XZ 断面の曲率 0 よりも大きく、直線状である入射面 5 2 の YZ 断面の曲率 0 よりも大きい。出射面 5 3 の YZ 断面  $c_y$  の曲率の絶対値 0.357 は、入射面 5 2 の YZ 断面の曲率 0 よりも大きく、出射面 5 3 の XZ 断面の曲率 0 よりも大きい。

【0100】

なお、入射面 5 2 の XZ 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 X 偏角  $\beta_5$  と、XZ 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、位置 A よりも発散角  $\theta$  が小さい範囲で、発散角の増加に伴って第 1 X 偏角  $\beta_5$  が増加から減少に転じることを除いて、図 4 (a) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。同様に、出射面 5 3 の YZ 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 Y 偏角  $\beta_6$  と、YZ 断面における発散角  $\theta$  との関係図は、図 4 (c) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。

30

【0101】

また、直線状の出射面 5 3 の XZ 断面における入射角  $\theta_3$ 、屈折角  $\theta_4$ 、第 2 X 偏角  $\beta_6$  の絶対値は、XZ 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。直線状の入射面 5 2 の YZ 断面における入射角  $\theta_1$ 、屈折角  $\theta_2$ 、第 1 Y 偏角  $\beta_5$  の絶対値は、YZ 断面における発散角  $\theta$  の増加に比例して増加する。なお、第 2 X 偏角  $\beta_6$  は正の値であり、第 1 Y 偏角  $\beta_5$  は負の値である。

40

【0102】

次に、光源 2 を中心とした所定の球面上に実施例 4 の投光装置 5 0 から投光された光の投光範囲の外形線を図 11 (a) に示す。投光装置 5 0 は、光源 2 からの楕円形状の光を投光レンズ 5 1 によって変換し、図 11 (a) に示すように、投光範囲を X 軸方向に長い矩形状 (長方形) に近づけることができる。

【0103】

投光装置 5 0 による投光範囲において、Y 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を実線で、Y 軸方向の角度が  $\pm 20^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を破線で図 11 (b) に示し、X 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を実線で、X 軸方向の角度が  $\pm 45^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を破線で図 11 (c) に示す。図 11

50

(b) 及び図 11 (c) に示すように、投光装置 50 は、投光範囲の略全体に亘って、相対強度が 50% 以上となるように光強度を確保できる。

【0104】

(第 5 実施例)

図 12 (a) 及び図 12 (b) に示すように、第 5 実施例における投光装置 60 は、光源 2 と、1 枚の投光レンズ 61 とを備えている。投光レンズ 61 は、X 軸方向に垂直な断面が直線状であるシリンジカル面により形成される入射面 62 と、トロイダル面により形成される出射面 63 と、を備えている。光源 2 から入射面 62 までの Z 軸上の距離は 10.5 mm であり、入射面 62 から出射面 63 までの Z 軸上の距離は 4.1 mm である。投光レンズ 61 は、波長 905 nm の光に対する屈折率が 1.63 の合成樹脂により形成されている。

10

【0105】

また、この投光レンズ 61 の光学諸値およびレンズデータを表 5 に示す。式 (1) 及び式 (2) に示されているが、表 5 に記載がない定数は 0 とする。

【表 5】

入射面 (シリンジカル面)		出射面 (トロイダル面)	
$c_x$	-0.714	$c_x$	-0.002
$k_x$	-1.000	$k_x$	0.000
A	-0.009	$c_y$	0.417
B	3.246E-04	$k_y$	-5.400
		$A_4$	-8.150E-05
		$A_6$	1.464E-08

20

【0106】

表 5 に示す光学諸値を式 (1) 及び式 (2) に代入して得られた入射面 62 及び出射面 63 の形状は、以下の通りである。入射面 62 の XZ 断面は、光源 2 側に凹の曲線であり、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。出射面 63 の XZ 断面は、Z 軸近傍が投光側に凸の曲線により形成されている。出射面 63 の YZ 断面は、投光側に凹の曲線であって、Z 軸から離れるにつれて曲率の絶対値が小さくなる。

30

【0107】

入射面 62 の XZ 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.714 は、出射面 63 の XZ 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.002 よりも大きく、直線状である入射面 62 の YZ 断面の曲率 0 よりも大きい。出射面 63 の YZ 断面  $c_y$  の曲率の絶対値 0.417 は、入射面 62 の YZ 断面の曲率 0 よりも大きく、出射面 63 の XZ 断面の曲率  $c_x$  の絶対値 0.002 よりも大きい。

【0108】

なお、入射面 62 の XZ 断面における入射角 1、屈折角 2、第 1 X 偏角 5 と、XZ 断面における発散角 との関係図は、図 4 (a) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。同様に、出射面 63 の XZ 断面における入射角 3、屈折角 4、第 2 X 偏角 6 と、XZ 断面における発散角 との関係図は、図 4 (b) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。

40

【0109】

同様に、出射面 63 の YZ 断面における入射角 3、屈折角 4、第 2 Y 偏角 6 と、YZ 断面における発散角 との関係図は、図 4 (c) に示した実施例 1 の関係図と略同様の挙動を示すことが確認されたので、その図示と説明とを省略する。また、直線状の入射面 62 の YZ 断面における入射角 1、屈折角 2、第 1 Y 偏角 5 の絶対値は、YZ 断面における発散角 の増加に比例して増加する。なお、第 1 Y 偏角 5 は負の値である。

50

## 【 0 1 1 0 】

次に、光源 2 を中心とした所定の球面上に実施例 5 の投光装置 6 0 から投光された光の投光範囲の外形線を図 1 3 ( a ) に示す。投光装置 6 0 は、光源 2 からの楕円形状の光を投光レンズ 6 1 によって変換し、図 1 3 ( a ) に示すように、投光範囲を X 軸方向に長い矩形形状（長方形形状）に近づけることができる。具体的に、角を X 軸方向外側へ延ばした矩形形状に投光範囲を近づけることができる。

## 【 0 1 1 1 】

投光装置 6 0 による投光範囲において、Y 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を実線で、Y 軸方向の角度が  $\pm 20^\circ$  のときの X 軸方向の光強度分布を破線で図 1 3 ( b ) に示し、X 軸方向の角度が  $0^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を実線で、X 軸方向の角度が  $\pm 45^\circ$  のときの Y 軸方向の光強度分布を破線で図 1 3 ( c ) に示す。図 1 3 ( b ) 及び図 1 3 ( c ) に示すように、投光装置 6 0 は、投光範囲の略全体に亘って、相対強度が 5 0 % 以上となるように光強度を確保できる。

10

## 【 0 1 1 2 】

次に、上記実施例 1 ~ 5 を比較する。Y 軸方向の投光範囲が狭い実施例 2 では投光範囲を矩形形状にできるが、実施例 2 に対して Y 軸方向の投光範囲を広げた実施例 3 , 4 の投光範囲は、実施例 2 の投光範囲と比較して矩形形状から遠ざかる。一方、このような実施例 2 ~ 4 に対して、実施例 1 , 5 では、投光範囲を Y 軸方向に広くできると共に、投光範囲をより矩形形状に近づけながら、その投光範囲の略全体に亘って光強度を確保し易くできる。ここで、実施例 2 ~ 4 の出射面 3 3 , 4 3 , 5 3 がシリンドリカル面であるに対し、実施例 1 , 5 の出射面 1 3 , 6 3 はトロイダル面である。これらの結果、トロイダル面を用いることによって、投光装置 1 0 , 6 0 による投光範囲を広げても、その投光範囲を矩形形状に近づけ易くできると共に、投光範囲の略全体に亘って光強度を確保し易くできることが分かる。

20

## 【 0 1 1 3 】

出射面 6 3 の X Z 断面の Z 軸近傍が投光側に凸の曲線である実施例 5 と比べて、出射面 1 3 の X Z 断面の Z 近傍が投光側に凹の曲線である実施例 1 では、投光範囲をより矩形形状に近づけながら、その投光範囲の略全体に亘って光強度を確保し易くできる。よって、出射面 1 3 の X Z 断面の Z 近傍を投光側に凹の曲線とすることで、投光装置 1 0 による投光範囲を矩形形状に近づけ易くできると共に、投光範囲の略全体に亘って光強度を確保し易くできることが分かる。

30

## 【 0 1 1 4 】

以上、実施形態および実施例に基づき本発明を説明したが、本発明は上記形態および上記実施例に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。投光レンズ 1 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 の光源 2 側や投光側に、屈折力が殆どないレンズ（カバーガラス等）を設けても良い。

## 【 0 1 1 5 】

上記形態および上記実施例では、光源 2 が、波長 9 0 5 nm の近赤外光を出射するレーザーダイオード素子である場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、波長 7 5 0 ~ 1 4 0 0 nm の近赤外光を出射する光源や、1 4 0 0 nm 以上の赤外光を出射する光源、3 8 0 ~ 7 5 0 nm の可視光を出射する光源、3 8 0 nm 以下の紫外光を出射する光源を用いても良い。この波長における屈折率が 1 . 5 6 以上の材料によって投光レンズ 1 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 を形成することで、投光レンズ 1 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 を小型化しながら広角化できる。

40

## 【 0 1 1 6 】

また、単波長の光を出射する光源に限らず、複数のピーク波長を有するスペクトルの光を出射する光源、例えば LED 光源を用いても良い。この場合、最も強度が大きいピーク波長における屈折率が 1 . 5 6 以上の材料によって投光レンズ 1 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 を形成することで、投光レンズ 1 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 を小型化しながら広角

50

化できる。また、光源の種類に応じて、表示装置のバックライト等に本発明の投光装置を用いても良い。

【0117】

なお、レーザーダイオード素子以外の光源であっても、一般的に、光源から出射された光の光強度は、中心部で大きく、中心部から離れた部分で小さくなる。この光の中心部をZ軸に合わせることで、投光装置から投光された光の光強度を投光範囲の略全体に亘って確保できる。

【0118】

上記実施例では、入射面12, 32, 42, 52, 62がシリンドリカル面であり、出射面13, 33, 43, 53, 63がシリンドリカル面またはトロイダル面である場合に  
10  
ついて説明したが、必ずしもこれに限られるものではない。例えば、入射面をトロイダル面にして出射面をシリンドリカル面にしたり、入射面および出射面の両方をトロイダル面にしても良い。また、入射面や出射面の少なくとも一方を、アナモフィック面以外の自由曲面としても良く、Z軸に関して軸対称な面としても良い。

【符号の説明】

【0119】

2 光源

10, 30, 40, 50, 60 投光装置

11, 31, 41, 51, 61 投光レンズ

12, 32, 42, 52, 62 入射面  
20

13, 33, 43, 53, 63 出射面

15 第1X屈折光線

16 第1X延長線

17 第2X屈折光線

18 第2X延長線

23 第1Y屈折光線

25 第2Y屈折光線

26 第2Y延長線

5 第1X偏角

6 第2X偏角  
30

6 第2Y偏角

10

20

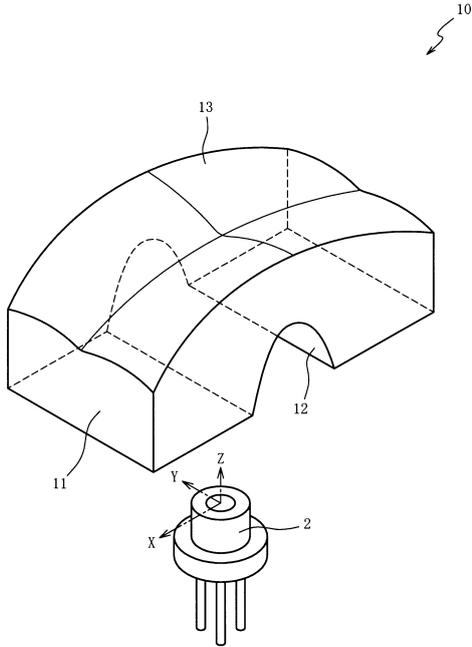
30

40

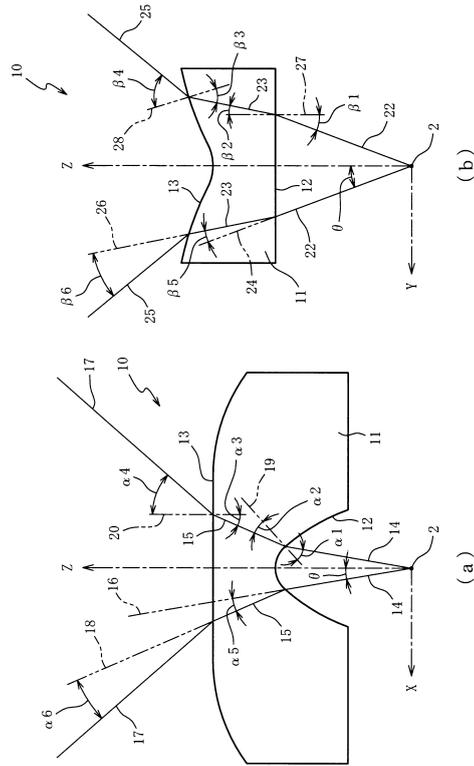
50

【図面】

【図 1】



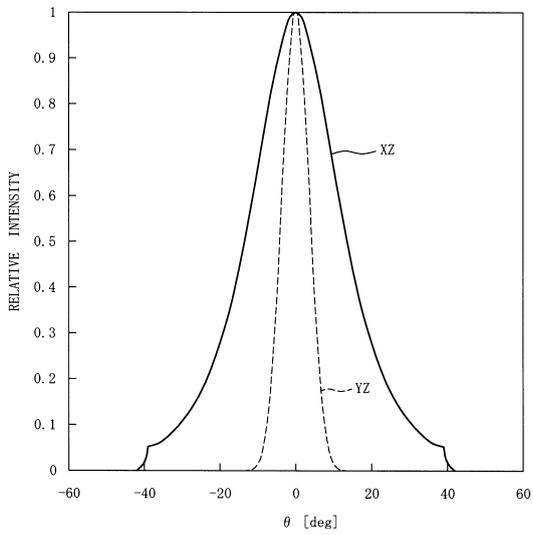
【図 2】



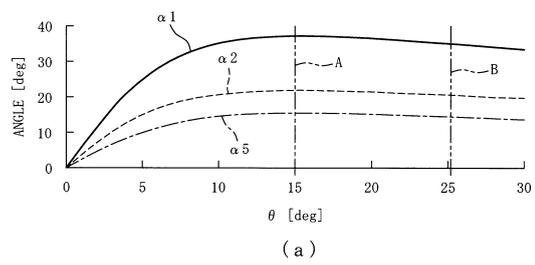
10

20

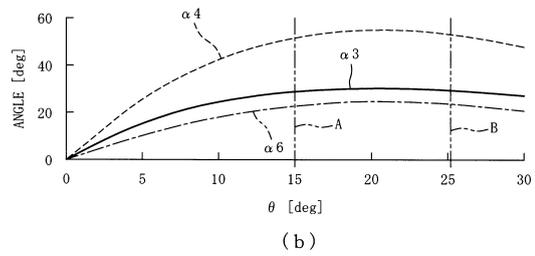
【図 3】



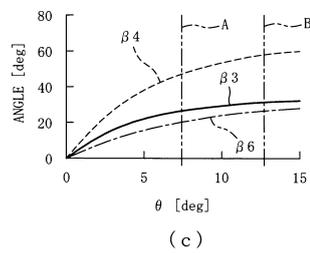
【図 4】



30

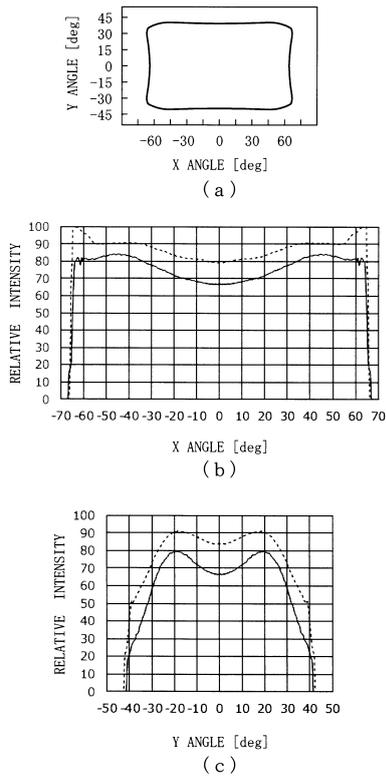


40

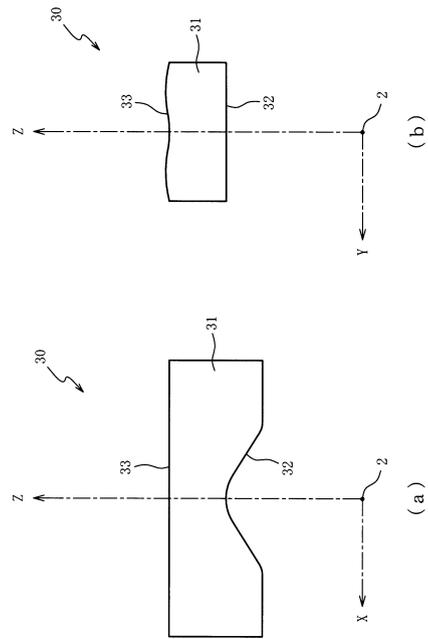


50

【 5 】



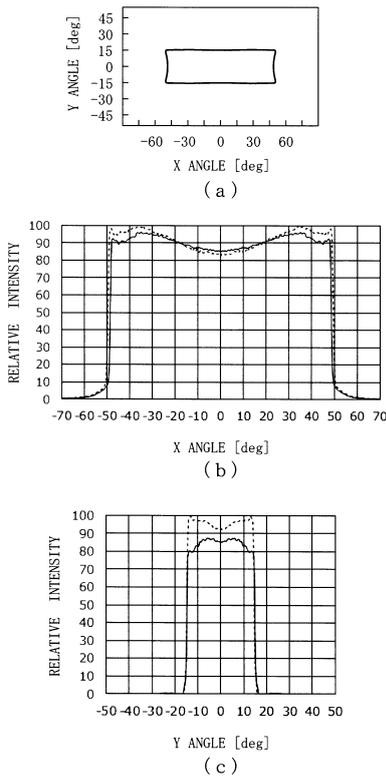
【 6 】



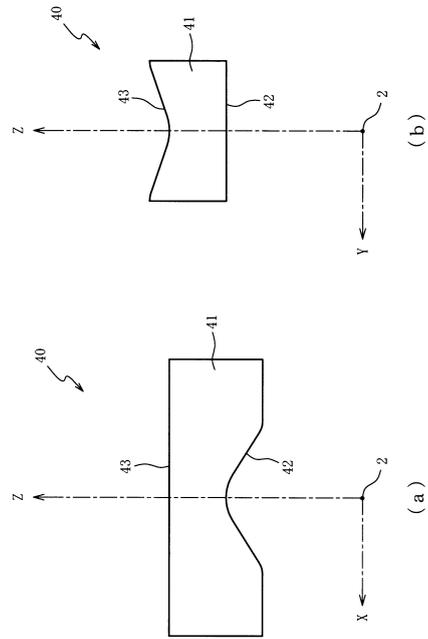
10

20

【 7 】



【 8 】

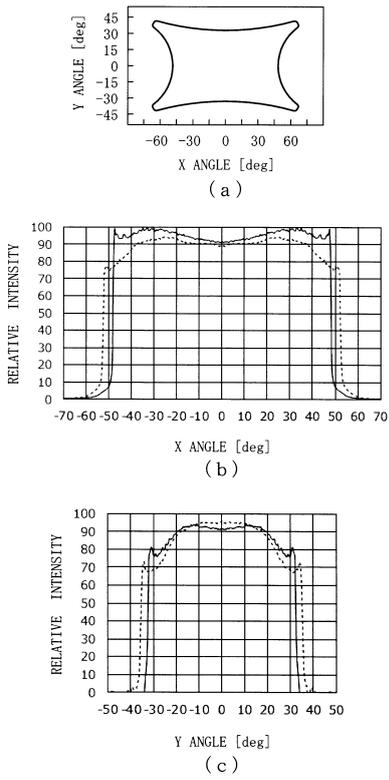


30

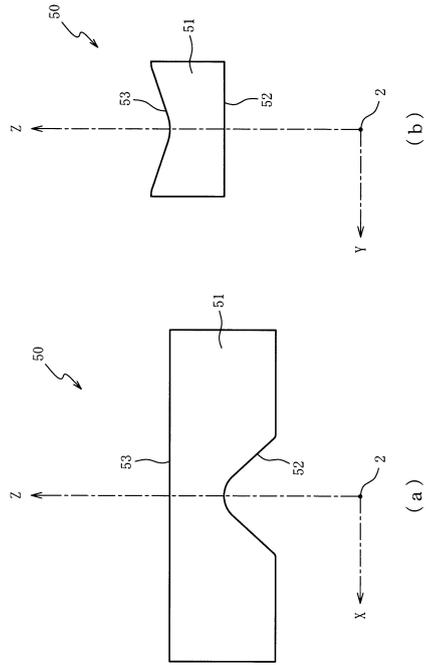
40

50

【図 9】



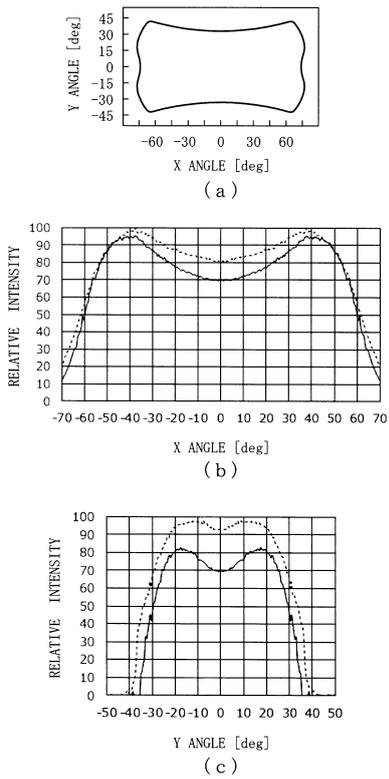
【図 10】



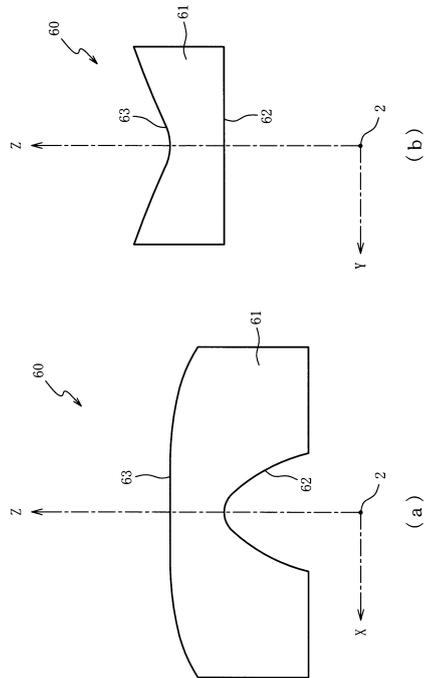
10

20

【図 11】



【図 12】

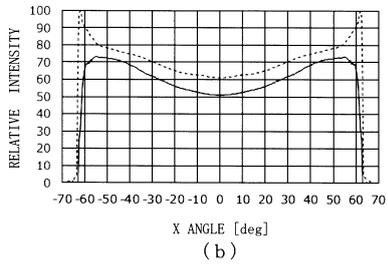
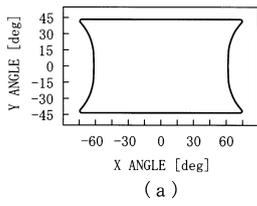


30

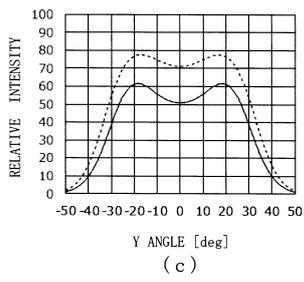
40

50

【 1 3 】



10



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2011-040315(JP,A)  
特開2008-108674(JP,A)  
特開2013-030446(JP,A)  
特開2016-224389(JP,A)  
特開2018-181726(JP,A)  
特開2007-227410(JP,A)  
登録実用新案第3153647(JP,U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G02B 3/00 - 3/14  
F21V 5/04  
H01L 33/58  
H01S 5/022