

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-190628

(P2012-190628A)

(43) 公開日 平成24年10月4日(2012.10.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
F 2 1 V	9/14	(2006.01)	F 2 1 V	9/14		3 K 2 4 3		
F 2 1 S	2/00	(2006.01)	F 2 1 S	2/00	3 1 1	5 F 0 4 1		
F 2 1 S	8/10	(2006.01)	F 2 1 S	8/10	1 5 0			
F 2 1 V	9/16	(2006.01)	F 2 1 V	9/16	1 0 0			
H O 1 L	33/50	(2010.01)	H O 1 L	33/00	4 1 0			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-52374 (P2011-52374)
 (22) 出願日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)

(71) 出願人 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (74) 代理人 100090240
 弁理士 植本 雅治
 (72) 発明者 川上 康之
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内
 Fターム(参考) 3K243 AA01 AA08 AC06
 5F041 AA03 AA05 AA33 EE25 FF11

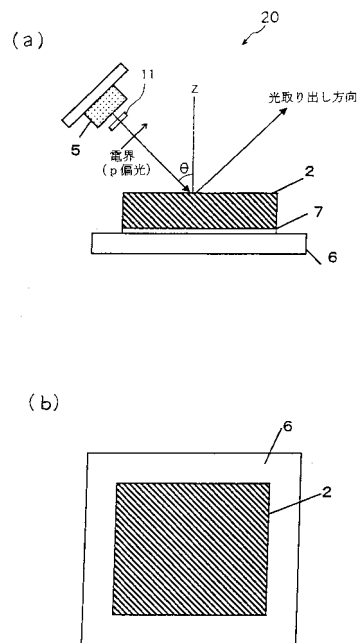
(54) 【発明の名称】 光源装置および照明装置

(57) 【要約】

【課題】 従来に比べて十分な高輝度化を図ることが可能であり、かつ、色むらの少ない高品質な光パターンを得ることの可能な光源装置を提供する。

【解決手段】 可視光を励起光として発光する固体光源5と、固体光源5からの励起光により励起され蛍光を発光する蛍光体層2とを備え、固体光源5と蛍光体層2とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した蛍光体層2からの光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、固体光源2と蛍光体層2との間には、偏光手段11が設けられており、該偏光手段11は、固体光源5からの励起光の電界ベクトルが、励起光の蛍光体層2への入射方向と蛍光体層2の入射面の法線zとによりなす平面に平行となるように、固体光源5からの励起光を偏光する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した前記蛍光体層からの光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源と前記蛍光体層との間には、偏光手段が設けられており、該偏光手段は、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように、前記固体光源からの励起光を偏光することを特徴とする光源装置。

10

【請求項 2】

可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した前記蛍光体層からの光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源に前記固体光源からの励起光自体が偏光しているものを用いる場合、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように、前記固体光源を設置することを特徴とする光源装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 記載の光源装置において、前記固体光源からの励起光の偏光比（ p 偏光成分と s 偏光成分との比（ s 偏光 / p 偏光））が 1 % 以下 ~ 5 % 以下であることを特徴とする光源装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の光源装置において、 n_1 を入射側の屈折率とし、 n_2 を蛍光体層の屈折率とすると、前記固体光源からの励起光の前記蛍光体層の入射面への入射角 θ が、

$$\arctan((n_2 - 0.5) / n_1) < \theta < \arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$$

の範囲であることを特徴とする光源装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の光源装置において、前記蛍光体層の面のうち励起光が入射する側の面とは反対側に反射面が設けられていることを特徴とする光源装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の光源装置が用いられていることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置および照明装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

LED 等の光半導体と蛍光体層を組み合わせた光源装置は広く普及しているが、近年では高輝度化が進み、一般照明や自動車のヘッドランプなどその応用範囲が広がってきている。このような光源装置は、今後も高輝度化することで、さらに多様な用途での普及が進むと考えられている。

【0003】

このような光半導体と蛍光体層を組み合わせた光源装置を高輝度化するための手段として、光半導体に大電流を投入し光半導体からの励起光強度を強めることが考えられるが、実際には蛍光体層で熱が発生し、蛍光体層において樹脂成分の変色や蛍光体の温度消光に

50

よる蛍光強度の低下が生じてしまう。このため、結果として、発光強度は飽和、減少し、光半導体と蛍光体層を組み合わせた光源装置の高輝度化は困難であった。

【0004】

ここで、蛍光体層内の樹脂成分の変色とは、通常、蛍光体層は一定の形状に再現性良く形成するため、蛍光体粉末を樹脂成分と混練してペースト状に調製し、印刷法等を用いて塗布形成しており、この樹脂成分が加熱され200程度以上になると変色してしまう現象のことである。樹脂成分は本来透明であるため、熱により樹脂成分に変色が起きると、光半導体からの励起光や蛍光体層からの蛍光の一部を吸収してしまい、高輝度化を妨げる要因となっていた。

【0005】

また、蛍光体の温度消光とは、蛍光体を加熱すると蛍光強度が低下する現象のことである。温度消光により蛍光強度が低下すると、蛍光に変換されなかったエネルギーが熱となるため蛍光体の発熱量が増加し、さらに蛍光体の温度が上昇して温度消光が進み、蛍光強度もさらに低下するという現象が起きる。このため、熱により発生する蛍光体の温度消光も、高輝度化を妨げる要因となっていた。

【0006】

これらの問題を解決するために、特許文献1には、樹脂を含まない蛍光体層を用いた光源装置が提案されている。この場合、蛍光体層は、樹脂成分を含まないため変色は起こらず、さらに蛍光体層を温度感受性の低い蛍光体のセラミック層とするために温度消光が起きないので、高輝度化が可能である。また、図1のように蛍光体層92を光半導体(固体光源)95と直接接合することで、蛍光体層92で発生した熱を光半導体(固体光源)95側に放散することを意図していた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2006-005367号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、従来図1に示すような光半導体(固体光源)95と蛍光体層92とが直接接合された光源装置では、光半導体(固体光源)95からの励起光によって励起された蛍光体層92からの発光(蛍光)のうち光半導体(固体光源)95側とは反対側に射出する蛍光と、蛍光体層92で吸収されずに蛍光体層92を透過する光半導体(固体光源)95からの励起光とを用いている。つまり、図1の光源装置は、蛍光体層92を透過する光を利用する透過方式のものとなっている。

【0009】

ここで、蛍光体層92からの射出光を考えると、上記透過光とともに蛍光体層92との界面で反射されて光半導体(固体光源)95側へ戻って行く光、つまり反射光も存在しており、この光(反射光)は、光半導体(固体光源)95に再吸収されるため、照明光として利用できない光になってしまうという問題があった。

【0010】

また、図1の光源装置では、蛍光体層92の熱を光半導体(固体光源)95側に放散することを意図しているが、光半導体(固体光源)95の励起光強度を高めた場合、蛍光体層92のみならず光半導体(固体光源)95でも発熱が起きるため、蛍光体層92の発熱を同じく発熱している光半導体(固体光源)95の側から放散させることとなり、熱放散の効率が良くないという問題があった。

【0011】

このように、図1の光源装置では、透過方式のものとなっていることと、蛍光体層92の発熱に対する熱放散の効率が良くないということとから、高輝度化に限界があった。

【0012】

10

20

30

40

50

光源装置を高輝度化するのに、本願出願人は、本願の先願（特願2009-286397）に記載のような光源装置を案出した。図2（a）、（b）は、本願の先願に記載の光源装置10の構成例を示す図である。なお、図2（a）は全体の正面図、図2（b）は蛍光体層が設けられている部分の平面図である。図2（a）、（b）を参照すると、この光源装置10では、固体光源5と蛍光体層2を空間的に離して配置し、固体光源5からの励起光を蛍光体層2に入射させて蛍光体層2からの蛍光と励起光とを反射方式で取り出すようにしている。ここで、反射方式とは、前記蛍光体層2の面のうち励起光が入射する側の面とは反対側に設けられた反射面による反射を用いて蛍光と励起光とを取り出す方式であり、反射方式を採用することで、蛍光の反射光と励起光の反射光とを損失が少なく利用できるため高輝度化が可能となる。なお、図2（a）、（b）において、符号6は放熱基板、符号7は蛍光体層2と放熱基板6との接合部である。

10

【0013】

しかしながら、固体光源5と蛍光体層2を空間的に離して配置した反射方式の光源装置10では、蛍光体層2で反射された蛍光（例えば黄色光）と励起光（例えば青色光）とを例えばレンズ系を介して照明光として投射面に照射した場合、蛍光体層2で反射された励起光（例えば青色光）が、投射面に部分的に投影されてしまい、色むらが発生するという問題がある。

【0014】

図3は蛍光体層2で反射された励起光（例えば青色光）が投射面に部分的に投影され色むら（例えば青色が強い色むら）が発生するメカニズムを説明するための図である。固体光源5から蛍光体層2に励起光が入射し、蛍光体層2で吸収された励起光は色変換され等方的に放射される。しかし、一部の励起光は蛍光体層2の表面で正反射してしまい、反射方向に正反射成分としてまとまって出射される。蛍光体層2からの反射光を例えばレンズ系15を介して照明光として投射面70に照射した場合には、ある部分71に励起光（例えば青色光）の正反射成分がまとまって照射されてしまい、この部分71で色むら（例えば青色が強い色むら）となり、品質の悪いものとなっていた。

20

【0015】

本発明は、従来に比べて十分な高輝度化を図ることが可能であり、かつ、色むらの少ない高品質な光パターンを得ることの可能な光源装置および照明装置を提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも1種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した前記蛍光体層からの光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源と前記蛍光体層との間には、偏光手段が設けられており、該偏光手段は、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように、前記固体光源からの励起光を偏光することを特徴としている。

40

【0017】

また、請求項2記載の発明は、可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも1種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した前記蛍光体層からの光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源に前記固体光源からの励起光自体が偏光しているものを用いる場合、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように、前記固体光源を設置することを特徴としている。

50

【 0 0 1 8 】

また、請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の光源装置において、前記固体光源からの励起光の偏光比（p 偏光成分と s 偏光成分との比（s 偏光 / p 偏光））が 1 % 以下 ~ 5 % 以下であることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 4 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の光源装置において、 n_1 を入射側の屈折率とし、 n_2 を蛍光体層の屈折率とすると、前記固体光源からの励起光の前記蛍光体層の入射面への入射角 θ が、 $\arctan((n_2 - 0.5) / n_1) < \theta < \arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$ の範囲であることを特徴としている。

10

【 0 0 2 0 】

また、請求項 5 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の光源装置において、前記蛍光体層の面のうち励起光が入射する側の面とは反対側に反射面が設けられていることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 6 記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の光源装置が用いられていることを特徴とする照明装置である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

請求項 1、請求項 3 乃至請求項 6 記載の発明によれば、可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源と前記蛍光体層との間には、偏光手段が設けられており、該偏光手段は、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように（すなわち、p 偏光となるように）、前記固体光源からの励起光を偏光するので、従来に比べて十分な高輝度化を図ることが可能であり、かつ、色むらの少ない高品質な光パターンを得ることができる。

20

【 0 0 2 3 】

また、請求項 2 乃至請求項 6 記載の発明によれば、可視光を励起光として発光する固体光源と、該固体光源からの励起光により励起され該固体光源の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含む蛍光体層とを備え、前記固体光源と前記蛍光体層とが空間的に離れて配置されており、励起光が入射した光の反射を用いて少なくとも蛍光を取り出すようになっている光源装置であって、前記固体光源に前記固体光源からの励起光自体が偏光しているものを用いる場合、前記固体光源からの励起光の電界ベクトルが、励起光の前記蛍光体層への入射方向と前記蛍光体層の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように（すなわち、p 偏光となるように）、前記固体光源を設置するので、従来に比べて十分な高輝度化を図ることが可能であり、かつ、色むらの少ない高品質な光パターンを得ることができる。

30

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 従来光源装置を示す図である。

【 図 2 】 本願の先願に記載の光源装置の構成例を示す図である。

【 図 3 】 蛍光体層で反射された励起光が投射面に部分的に投影されて色むらが発生するメカニズムを説明するための図である。

【 図 4 】 本発明の光源装置の一構成例を示す図である。

【 図 5 】 励起光の蛍光体層への入射角 θ と反射率との関係を示す図である。

【 図 6 】 蛍光体層の屈折率 n_2 に対して励起光の p 偏光成分の反射率を 1 % 以下にさせる入射角 θ の範囲を示す図である。

50

【図 7】蛍光体層に入射する励起光の角度 が所定範囲のとき色むらが少なくなることを説明するための図である。

【図 8】本発明の光源装置の他の構成例を示す図である。

【図 9】固体光源として半導体レーザーを用いた場合の、固体光源への入力電流（％）に対する固体光源からの励起光の偏光比を示す図である。

【図 10】本発明の光源装置の他の構成例を示す図である。

【図 11】本発明の光源装置の他の構成例を示す図である。

【図 12】本発明の照明装置の一構成例を示す図である。

【図 13】本発明の照明装置の他の構成例を示す図である。

【図 14】本発明の照明装置の他の構成例を示す図である。

【図 15】本発明の照明装置の他の構成例を示す図である。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0026】

図 4 (a) , (b) は、本発明の光源装置の一構成例を示す図である。なお、図 4 (a) は全体の正面図、図 4 (b) は蛍光体層が設けられている部分の平面図であり、図 4 (a) , (b) において図 2 (a) , (b) と同様の箇所、対応する箇所には同じ符号を付している。図 4 (a) , (b) を参照すると、この光源装置 20 は、可視光を励起光として発光する固体光源（発光ダイオードや半導体レーザー）5 と、該固体光源 5 からの励起光により励起され該固体光源 5 の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含む蛍光体層 2 とを備え、固体光源 5 と蛍光体層 2 とが空間的に離れて配置されている。

20

【0027】

ここで、蛍光体層 2 には、実質的に樹脂成分を含んでいないものが用いられる。

【0028】

また、蛍光体層 2 の前記励起光が入射する側の面とは反対側には、放熱基板 6 が設けられており、蛍光体層 2 は、放熱基板 6 に接合部 7 によって接合されている。ここで、接合部 7 には、後述のように、光反射性を有し（光反射面としての機能を有し）、かつ、熱伝導率の大きな材料が用いられるのが良い。

30

【0029】

また、この光源装置 20 では、図 2 (a) , (b) に示した光源装置 10 と同様に、蛍光体層 2 の面のうち固体光源 5 からの励起光が入射する側の面とは反対側に設けられた反射面による反射を用いて少なくとも蛍光（具体的には、蛍光と励起光）を取り出す方式（以下、反射方式と称す）が採用されている。

【0030】

このように、この光源装置 20 は、基本的には、図 2 (a) , (b) に示した光源装置 10 と同様に、固体光源 5 と蛍光体層 2 とを空間的に離して配置し、発光を反射方式で利用することを特徴としている。

【0031】

すなわち、図 1 に示した光源装置のように、蛍光体層 92 が固体光源 95 と接している場合には、高輝度化しようとしても、蛍光体層 92 と固体光源 95 との両方とも加熱されてしまうため、蛍光体層 92 からの熱放散の効率が悪かったが、図 4 (a) , (b) の光源装置 20 では、図 2 (a) , (b) に示した光源装置 10 と同様に、蛍光体層 2 を固体光源 5 から離して配置することで、高輝度化する場合にも、蛍光体層 2 からの熱を、接合部 7 を介して低温の放熱基板 6 へ放散させることが可能となり、蛍光体層 2 からの熱放散効率を、図 1 に示した従来の光源装置に比べて、著しく高めることができる。

40

【0032】

また、図 1 に示した従来の光源装置では、固体光源 95 からの励起光と蛍光体層 92 からの蛍光のうち、固体光源 95 とは反対の側に出射する蛍光と、蛍光体層 92 で吸収され

50

ずに透過する固体光源 9 5 からの励起光とを用いている。つまり透過方式を使用している。ここで、透過方式では、蛍光体層 9 2 からの出射光を考えると、励起光については上記透過光とともに蛍光体層 9 2 との界面で反射されて固体光源 9 5 側へ戻っていく発光、つまり反射光も存在しており、この反射光は固体光源 9 5 に再吸収されるため照明光として利用できない光となってしまう。また、蛍光体層 9 2 からの蛍光は、蛍光体層 9 2 の両面から出射するため、やはり固体光源 9 5 側に出射する光は利用できない。このように、透過方式では、光の利用効率が低下してしまう。また、透過方式では、目的の色度の照明光を得るためには蛍光体層 9 2 の厚みを厚くする必要があり、蛍光体層 9 2 から固体光源 9 5 までの距離が長くなるため、蛍光体層 9 2 からの熱を固体光源 9 5 に放散する上で不利であった。

10

【0033】

これに対して、図 4 (a)、(b) の光源装置 2 0 では、固体光源 5 とは反対の側に出射する光 (励起光、蛍光) を反射面 (例えば接合部 7 の反射面 (接合部 7 の蛍光体層 2 と接するところに設けられた反射面)) で固体光源 5 側に反射する反射方式を採用しているので、図 2 (a)、(b) に示した光源装置 1 0 と同様に、固体光源 5 からの励起光によって励起された蛍光体層 2 からの発光 (蛍光) (すなわち、固体光源 5 側に出射する蛍光) と、蛍光体層 2 で吸収されなかった固体光源 5 からの励起光 (すなわち、蛍光体層 2 で吸収されなかった固体光源 5 からの光の反射光) とを少ない損失で照明光として利用できるため、高輝度化が可能となる。また、透過型に対して反射型では、蛍光体層 2 の厚みが半分以下でも蛍光体層 2 内の光路長が等しくなり、同じ色度の光が得られるため、蛍光体層 2 を薄くすることができ、蛍光体層 2 から基板 6 までの距離が短くなるので、熱放散の面でも有利である。

20

【0034】

このように、図 4 (a)、(b) の光源装置 2 0 では、基本的には、図 2 (a)、(b) に示した光源装置 1 0 と同様に、固体光源 5 と蛍光体層 2 とを空間的に離して配置し、発光を反射方式で利用するので、従来方式に比べて高輝度化を図ることができる。

【0035】

さらに、図 4 (a)、(b) の光源装置 2 0 では、蛍光体層 2 には、実質的に樹脂成分を含んでいないものが用いられるので、熱による変色がなく、光の吸収が少ないことから、より一層の高輝度化を図ることができる。

30

【0036】

ここで、樹脂成分を実質的に含まない蛍光体層 2 とは、蛍光体層の形成に通常使用される樹脂成分が蛍光体層の 5 w t % 以下であるものを意味する。このような蛍光体層を実現するものとして蛍光体粉末をガラス中に分散させたもの、ガラス母体に発光中心イオンを添加したガラス蛍光体、蛍光体の単結晶や蛍光体の多結晶 (以下、蛍光体セラミックスと称す) などが挙げられる。蛍光体セラミックスは、蛍光体の製造過程において、焼成前に材料を任意の形状に成形し、焼成した蛍光体の塊である。蛍光体セラミックスは、その製造工程のうち、成形工程においてバインダーとして有機物を使用する場合があるが、成形後に脱脂工程を設けて有機成分を焼き飛ばすため、焼成後の蛍光体セラミックスには有機樹脂成分は 5 w t % 以下しか残留しない。したがって、ここに挙げた蛍光体層は、実質的に樹脂成分を含まず、無機物質のみから構成されているため、熱による変色が発生することがない。また、無機物質のみからなるガラスやセラミックスは、一般に、樹脂よりも熱伝導率が高いため、蛍光体層 2 から基板 6 への熱放散においても有利である。特に蛍光体セラミックスは、一般的に、ガラスよりもさらに熱伝導率が高く、単結晶より製造コストが安いので、これを蛍光体層 2 に用いるのが好適である。

40

【0037】

また、蛍光体層 2 は、固体光源 5 からの励起光により励起され固体光源 5 の発光波長よりも長波長の蛍光を発光する少なくとも 1 種類の蛍光体を含んでいる。具体的には、固体光源 5 が可視光として青色光を発光するものである場合、蛍光体層 2 は、例えば、緑、赤、黄色などの蛍光体のうち、少なくとも 1 種類の蛍光体を含んでいる。固体光源 5 が可視

50

光として青色光を発光するものである場合、蛍光体層 2 が、例えば、緑、赤色の蛍光体を含んでいるときには（緑、赤色の蛍光体のそれぞれが例えば均一に分散されて混合されたものとなっているときには）、固体光源 5 からの青色光を蛍光体層 2 に照射するとき、反射光として白色などの照明光を得ることができる。また、固体光源 5 が可視光として青色光を発光するものである場合、蛍光体層 2 が、例えば、黄色の蛍光体だけを含んでいるときには、固体光源 5 からの青色光を蛍光体層 2 に照射するとき、反射光として白色などの照明光を得ることができる。

【0038】

また、図 4 (a) , (b) の光源装置 20 において、放熱基板 6 は、蛍光体層 2 から放散してきた熱を外部へ放散させる役割と、蛍光体層 2 の支持基板の役割も担うものである。このため、高い伝熱特性、加工性などが求められる。この放熱基板 6 には、金属基板や、アルミナなどの酸化物セラミックス、窒化アルミニウムなどの非酸化セラミックスなどが使用可能であるが、特に高い伝熱特性、加工性を併せ持つ金属基板が使用されるのが望ましい。

10

【0039】

また、蛍光体層 2 と放熱基板 6 との接合部 7 には、有機接着剤、無機接着剤、低融点ガラス、金属（金属のろう付け）などを用いることができる。接合部 7 は、光（固体光源 5 からの励起光によって励起された蛍光体層 2 からの発光（蛍光）と、蛍光体層 2 で吸収されなかった固体光源 5 からの光）に対する反射面の役割と、蛍光体層 2 から熱を放散させる役割とを担うものであるから、高い光反射特性と高い伝熱特性を併せ持つ金属（金属のろう付け）が用いられるのが望ましい。もしくは、蛍光体層 2 と放熱基板 6 との接合部 7 には、金属成分を含有する導電性接着剤を用いることもできる。

20

【0040】

ところで、前述したように、固体光源 5 と蛍光体層 2 を空間的に離して配置した反射方式の光源装置、例えば図 2 (a) , (b) の光源装置 10 では、蛍光体層 2 で反射する励起光（例えば青色光）が投射面に部分的に投影されてしまい、色むら（例えば青色が強い色むら）が発生するという問題がある。すなわち、固体光源 5 から蛍光体層 2 に励起光が入射し、蛍光体層 2 で吸収された励起光は色変換され等方的に放射される。しかし、一部の励起光は蛍光体層 2 の表面で正反射してしまい、反射方向に正反射成分としてまとまって出射される。例えば図 3 に示したように、蛍光体層 2 からの反射光をレンズ系 15 を介して照明光として投射面 70 に照射した場合には、ある部分 71 に励起光（例えば青色光）の正反射成分がまとまって照射されてしまい、この部分 71 で色むら（例えば青色が強い色むら）が生じ、品質の悪いものとなっていた。なお、投射面 70 の部分 71 以外の部分は、励起光（例えば青色光）と蛍光体層（例えば黄色蛍光体層）2 からの蛍光（例えば黄色光）との混色により、普通の（色むらのない）白色となっている。

30

【0041】

図 4 (a) , (b) の光源装置 20 では、色むらをなくすために（すなわち、励起光の正反射成分を低減するために）、固体光源（発光ダイオードや半導体レーザー）5 と蛍光体層 2 との間に、偏光手段（例えば偏光子）11 を設けている。ここで、偏光手段（例えば偏光子）11 は、固体光源 5 からの励起光の電界ベクトルが、励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面に平行となるように（すなわち、図 4 (a) の紙面と平行な p 偏光となるように）、固体光源 5 からの励起光を偏光して蛍光体層 2 へ入射させるようになっている。

40

【0042】

特に、固体光源 5 に発光ダイオードを用いる場合には、発光ダイオードからの光自体が偏光していないので、固体光源（発光ダイオード）5 と蛍光体層 2 との間に偏光手段（例えば偏光子）11 を設けることで、偏光を得ることができる。より具体的に、励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面と垂直に、p 偏光成分だけを透過するように偏光子を配置することにより、励起光の電界ベクトルが励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面に平行な光（

50

すなわち p 偏光) を蛍光体層 2 への入射光として得ることができる。

【0043】

図 5 には、励起光の蛍光体層 2 への入射角 θ と反射率との関係が示されている。なお、図 5 において、s 偏光とは、励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面と垂直な偏光であり、図 4 (a), (b) の構成では、固体光源 5 と蛍光体層 2 との間に、固体光源 5 からの励起光の p 偏光成分だけを透過するように偏光手段 (例えば偏光子) 11 を配置することから (すなわち、固体光源 5 からの励起光の s 偏光成分は透過しないようにしていることから)、蛍光体層 2 へは、p 偏光成分だけが入射し、蛍光体層 2 への s 偏光成分の入射はない。

【0044】

図 5 からわかるように、励起光の電界ベクトルが、励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面に平行な場合 (すなわち p 偏光の場合) には、ある入射角 θ の範囲で反射率がほぼ 0 になっている。

【0045】

すなわち、 n_1 を入射側の屈折率とし、 n_2 を蛍光体層 2 の屈折率とするとき、固体光源 5 からの励起光の蛍光体層 2 の入射面への入射角 θ が、次式 (式 1)

$$\arctan((n_2 - 0.5) / n_1) < \theta < \arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$$

の範囲であるとき、励起光の p 偏光成分の反射率は 1% 以下となり (励起光の正反射成分を十分に低減させることができ)、励起光の正反射成分による色むらを解消することができる。図 5 の例では、 n_2 が 1.8 程度となっており、このとき、入射角 θ が 60° を中心とした所定の角度範囲で、励起光の p 偏光成分の反射率は 1% 以下となり (励起光の正反射成分を十分に低減させることができ)、色むらは解消される。

【0046】

図 6 には、蛍光体層 2 の屈折率 n_2 に対する上記式 1 を満たす入射角 θ の範囲が示されている。

【0047】

図 7 (a) は図 4 (a), (b) の光源装置 20 の光取り出し方向に蛍光体層 2 からの反射光を所定のレンズ系を介して照明光として照射した場合の、照射パターンを示している。蛍光体層 2 に入射する励起光の角度 θ が $\arctan((n_2 - 0.5) / n_1)$ よりも小さい場合、あるいは $\arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$ よりも大きい場合には、図 7 (a) の照射パターンの各点 P1 から P6 における色度は図 7 (b) となり、中心に近い P1 から P3 の点で昼光色の範囲からはみ出してしまい、色むらとなり、品質の悪いものになってしまう。これに対し、蛍光体層 2 に入射する励起光の角度 θ が $\arctan((n_2 - 0.5) / n_1)$ よりも大きく、かつ $\arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$ よりも小さい場合には (すなわち、上記式 1 を満たす場合には)、図 7 (a) の照射パターンの各点 P1 から P6 における色度は図 7 (c) となり、点 P1 から点 P6 の全てが昼光色の範囲となり、色むらは少なく、高品位な光パターンを得ることができる。

【0048】

このように、図 4 (a), (b) の光源装置 20 では、固体光源 5 と蛍光体層 2 との間に、偏光手段 (例えば偏光子) 11 を設け、ここで、偏光手段 (例えば偏光子) 11 は、固体光源 5 からの励起光の電界ベクトルが、励起光の蛍光体層 2 への入射方向と蛍光体層 2 の入射面の法線 z とによりなす平面に平行となるように (すなわち、p 偏光となるように)、固体光源 5 からの励起光を偏光して (固体光源 5 からの励起光の p 偏光成分だけを透過し、固体光源 5 からの励起光の s 偏光成分は透過しないように偏光して) 蛍光体層 2 へ入射させるようになっており、この際、固体光源 5 からの励起光 (p 偏光) の蛍光体層 2 の入射面への入射角 θ を、

$$\arctan((n_2 - 0.5) / n_1) < \theta < \arctan((n_2 + 0.5) / n_1)$$

の範囲にすると、励起光の p 偏光成分の反射率は 1% 以下となり (励起光の正反射成分を十分に低減させることができ)、励起光の正反射成分による色むらを解消することができる。

10

20

30

40

50

【0049】

なお、図4(a)、(b)の光源装置20では、固体光源(発光ダイオードや半導体レーザー)5と蛍光体層2との間に、偏光手段(例えば偏光子)11を設けたが、固体光源5に半導体レーザーを用いる場合には、半導体レーザーからの光自体が偏光(主にp偏光)しているので、固体光源5と蛍光体層2との間に偏光手段(例えば偏光子)を必ずしも設ける必要はない。

【0050】

すなわち、固体光源5に半導体レーザーを用いる場合には、図4(a)、(b)の光源装置20の構成のかわりに、図8(a)、(b)の光源装置25の構成のものにすることができる。なお、図8(a)、(b)において、図4(a)、(b)と同様の箇所には同じ符号を付している。図8(a)、(b)の光源装置25では、固体光源5に半導体レーザーのように固体光源5からの励起光自体が偏光しているものを用いる場合、固体光源5からの励起光の電界ベクトルが、励起光の蛍光体層2への入射方向と蛍光体層2の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように(すなわち、図8(a)の紙面と平行なp偏光となるように)、固体光源5を設置するようにしている。

【0051】

図9には、固体光源5として半導体レーザーを用いた場合の、固体光源5への入力電流(%)に対する固体光源5からの励起光の偏光比(p偏光成分とs偏光成分との比(s偏光/p偏光))が示されている。ここで、入力電流(%)とは、定格電流に対する入力電流の割合であり、また、偏光比とは、強い偏光方向の強度と、これに直角な偏光方向の強度の比であり、いまの場合、p偏光成分とs偏光成分との比(s偏光/p偏光)である。図9から、固体光源5として半導体レーザーを用いる場合、固体光源5からの励起光の偏光比(s偏光/p偏光)は1%以下~5%以下であり、電流を大きくしていくと、最大入力電流の30%以上のところで偏光比(s偏光/p偏光)が1%以下となるので、これ以上の電流で使用し(固体光源5からの励起光がほぼp偏光成分だけからなり、s偏光成分はほとんど無いようにし)、固体光源5からの励起光の偏光面(p偏光面)が、励起光の蛍光体層2への入射方向と蛍光体層2の入射面の法線とによりなす平面に平行となるように(すなわち、図8(a)の紙面と平行となるように)、固体光源5を設置することにより、励起光の電界ベクトルが励起光の蛍光体層2への入射方向と蛍光体層2の入射面の法線とによりなす平面に平行な光(すなわちp偏光)を蛍光体層2への入射光として得ることができる。

【0052】

そして、この際、固体光源5からの励起光(p偏光)の蛍光体層2の入射面への入射角を、次式(式1)

$$\arctan((n_2 - 0.5)/n_1) < \theta < \arctan((n_2 + 0.5)/n_1)$$

の範囲にすると、前述したように励起光(p偏光)の反射率は1%以下となり(励起光の正反射成分を低減させることができ)、励起光の正反射成分による色むらを解消することができる。

【0053】

このように、図8(a)、(b)の光源装置25では、半導体レーザーのような偏光した固体光源5を使用し、固体光源5からの励起光(p偏光)の蛍光体層2の入射面への入射角を、式1を満たす範囲(すなわち、励起光(p偏光)の反射率が0に近い範囲)とすることにより、正反射成分を低減させ、色むらの少ない高品質な光パターンを得ることができる。

【0054】

なお、図4(a)、(b)の光源装置20、図8(a)、(b)の光源装置25では、1つの蛍光体層2だけが設けられている構成となっているが、例えば図10、図11に示すように(図10、図11はそれぞれ図4、図8に対応)、複数の蛍光体層(図10、図11の例では、2つの蛍光体層2j、2k)が積層された構成にすることもできる。図10、図11の光源装置30、35では、例えば、固体光源5が可視光として青色光を発光

10

20

30

40

50

するものであるとき、蛍光体層 2 j には、緑色の蛍光体からなるものを用い、蛍光体層 2 k には、赤色の蛍光体からなるものを用い、反射光として白色などの照明光を得ることができる。

【0055】

次に、上述した光源装置 20、25、30、35 について、より詳細に説明する。

【0056】

図 4 (a), (b) の光源装置 20、図 8 (a), (b) の光源装置 25、図 10 の光源装置 30、図 11 の光源装置 35 において、固体光源 5 には、可視光領域に発光波長をもつ発光ダイオードや半導体レーザーなどが使用可能である（なお、図 8 (a), (b) の光源装置 25、図 11 の光源装置 35 では、可視光領域に発光波長をもつ半導体レーザーなどが使用可能である）。

10

【0057】

より具体的に、図 4 (a), (b) の光源装置 20、図 8 (a), (b) の光源装置 25、図 10 の光源装置 30、図 11 の光源装置 35 において、固体光源 5 には、例えば、GaN 系の材料を用いた発光波長が約 460 nm の青色光を発光する発光ダイオードや半導体レーザーなどを用いることができる（なお、図 8 (a), (b) の光源装置 25、図 11 の光源装置 35 では、例えば、GaN 系の材料を用いた発光波長が約 460 nm の青色光を発光する半導体レーザーなどを用いることができる）。この場合、蛍光体層 2 の蛍光体としては、波長が約 440 nm ないし約 470 nm の青色光により励起されるものとして、例えば、赤色蛍光体には、 $\text{CaAlSiN}_3 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{KSiF}_6 : \text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{KTiF}_6 : \text{Mn}^{4+}$ 等を用いることができ、緑色蛍光体には、 $\text{Y}_3(\text{Ga}, \text{Al})_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ 、 $\text{CaSc}_2\text{O}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Si}, \text{Al})_6(\text{O}, \text{N})_8 : \text{Eu}^{2+}$ 等を用いることができ、黄色蛍光体には、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ (YAG)、 $(\text{Sr}, \text{Ba})_2\text{SiO}_4 : \text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ca}_x(\text{Si}, \text{Al})_{12}(\text{O}, \text{N})_{16} : \text{Eu}^{2+}$ 等を用いることができる。

20

【0058】

蛍光体層 2 としては、これらの蛍光体粉末をガラス中に分散させたものや、ガラス母体に発光中心イオンを添加したガラス蛍光体、樹脂などの結合部材を含まない蛍光体セラミックス等を用いることができる。蛍光体粉末をガラス中に分散させたものの具体例としては、上に列挙した組成の蛍光体粉末を P_2O_3 、 SiO_2 、 B_2O_3 、 Al_2O_3 などの成分を含むガラス中に分散したものが挙げられる。ガラス母体に発光中心イオンを添加したガラス蛍光体としては、 Ce^{3+} や Eu^{2+} を付活剤として添加した Ca-Si-Al-O-N 系や Y-Si-Al-O-N 系などの酸窒化物系ガラス蛍光体が挙げられる。蛍光体セラミックスとしては、上に列挙した組成の蛍光体組成からなり、樹脂成分を実質的に含まない焼結体が挙げられる。これらの中でも透光性を有する蛍光体セラミックスを使用することが望ましい。これは、焼結体中に光の散乱の原因となるポアや粒界の不純物がほとんど存在しないために透光性を有するに至った蛍光体セラミックスである。ポアや不純物は熱拡散を妨げる原因にもなるため、透光性セラミックスは高い熱伝導率を示す。このため蛍光体層として利用した場合には励起光や蛍光を拡散により失うことなく蛍光体層から取り出して利用でき、さらに蛍光体層で発生した熱を効率良く放散することができる。透光性を示さない焼結体でも出来るだけポアや不純物の少ないものが望ましい。ポアの残存量を評価する指標としては蛍光体セラミックスの比重の値を用いることができ、その値が計算される理論値に対して 95% 以上のものが望ましい。

30

40

【0059】

ここで、青色励起の黄色発光蛍光体である $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ 蛍光体を例に、透光性を有する蛍光体セラミックスの製造方法を説明する。蛍光体セラミックスは出発原料の混合工程、成形工程、焼成工程、加工工程を経て製造される。出発原料には、酸化イットリウムや酸化セリウムやアルミナ等、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}^{3+}$ 蛍光体の構成元素の酸化物や、焼成後に酸化物となる炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩等を用いる。出発原料の粒径

50

はサブミクロンサイズのものが望ましい。これらの原料を化学量論比となるように秤量する。このとき焼成後のセラミックスの透過率向上を目的として、カルシウムやシリコンなどの化合物を添加することも可能である。秤量した原料は、水もしくは有機溶剤を用い、湿式ボールミルにより十分に分散、混合を行う。次に混合物を所定の形状に成形する。成形方法としては、一軸加圧法、冷間静水圧法、スリップキャスト法や射出成形法等を用いることができる。得られた成形体を1600～1800で焼成する。これにより、透光性の $Y_3Al_5O_{12} : Ce^{3+}$ 蛍光体セラミックスを得ることができる。

【0060】

以上のようにして作製した蛍光体セラミックスは、自動研磨装置などを用いて、厚さ数十～数百 μm の厚みに研磨し、さらに、ダイヤモンドカッターやレーザーを用いたダイシングやスクライブにより、円形や四角形や扇形、リング形など任意の形状の板に切り出して使用する。

10

【0061】

ここで、蛍光体セラミックスは、空気に対して屈折率が高く、さらに、内部にポアなどの散乱の原因となるものが少なく、光がセラミックス内部を導波するため、板状に成形した場合には側面から出射される発光成分が増加し、正面方向へ出射される発光成分が減少してしまう。この問題を解決するために、セラミックスの表面にエッチングにより凹凸の光取出し構造を設けたり、レンズを実装したり、側面に反射層を設けることで、正面方向へ出射される発光成分を増加させることも可能である。

【0062】

20

また、放熱基板6には、金属基板や酸化物セラミックス、非酸化セラミックスなどを使用可能であるが、特に高い伝熱特性、加工性を併せ持つ金属基板を使用するのが望ましい。金属としては、Al、Cu、Ti、Si、Ag、Au、Ni、Mo、W、Fe、Pdなどの単体や、それらを含む合金が使用可能である。また、放熱基板6の表面に増反射や腐食防止を目的としたコーティングを施しても良い。また、放熱基板6には、放熱性を高めるために、フィンなどの構造を設けても良い。

【0063】

また、蛍光体層2と放熱基板6との接合部7には、有機接着剤、無機接着剤、低融点ガラス、金属ろう付けなどを用いることができる。これらの中でも、高い反射率と伝熱特性を両立可能な金属ろう付けを用いるのが望ましい。セラミックス(蛍光体層2)と金属基板(放熱基板6)との接合は、まず、セラミックス側に金属膜を形成し、その金属膜と金属基板を金属ろう付けすることで可能である。セラミックスへの金属膜の形成は、真空中での蒸着法やスパッタ法、もしくは高融点金属法などが使用可能である。なお、高融点金属法とは、セラミックスの表面に金属微粒子を含む有機バインダーを塗布し、水蒸気と水素を含む還元雰囲気下で1000～1700に加熱する方法である。このとき形成される金属膜には、Si、Nb、Ti、Zr、Mo、Ni、Mn、W、Fe、Pt、Al、Au、Pd、Ta、Cuなどを含む単体や合金が用いられる。また、金属ろう材には、Ag、Cu、Zn、Ni、Sn、Ti、Mn、In、Biなどを含むろう材が使用可能である。必要であれば金属膜と金属の接合面の酸化被膜をフラックスで除去し、接合面に金属ろう材を配置し、200～800に加熱し、冷却することで、接合することができる。また、接合後にセラミックスと金属の膨張係数の差による接合面の破壊を防ぐために、セラミックスと金属の中間の膨張係数を有する物質を介在させて接合を行っても良い。

30

40

【0064】

上述したように、本発明では、固体光源5と蛍光体層2を放熱基板6に対して同じ側に設置することで、反射型の光源装置となる。もちろん必要であれば、固体光源5と蛍光体層2との間にレンズなどの光学素子を入れることもできる。

【0065】

また、本発明の上述した光源装置を所定のレンズ系などの光学部品と組み合わせることで、高輝度化が可能な照明装置を提供できる。

【0066】

50

図12、図13、図14、図15には、図4(a)、(b)の光源装置20、図8(a)、(b)の光源装置25、図10の光源装置30、図11の光源装置35の光取り出し方向に所定のレンズ系24、29、34、39をそれぞれ設けた照明装置40、45、50、55が示されている。図12、図13、図14、図15の照明装置40、45、50、55では、光源装置20、25、30、35からの照明光をレンズ系24、29、34、39でそれぞれ集光し、照明に利用することができる。この場合、本発明では、前述したように、励起光の正反射成分が低減された色むらの少ない高品質な照明光を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0067】

本発明は、一般照明や、ヘッドランプ等の自動車用照明などに利用可能である。

【符号の説明】

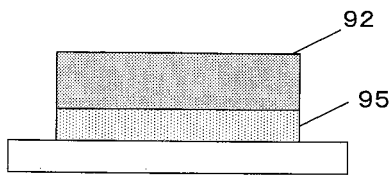
【0068】

- 2 蛍光体層
- 5 固体光源
- 6 放熱基板
- 7 接合部
- 11 偏光手段
- 20、25、30、35 光源装置
- 24、29、34、39 レンズ系
- 40、45、50、55 照明装置

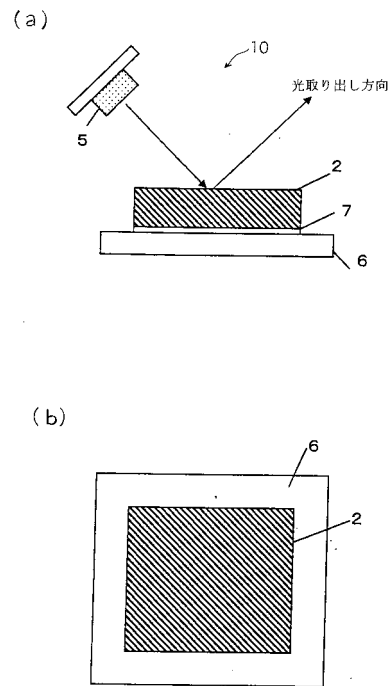
10

20

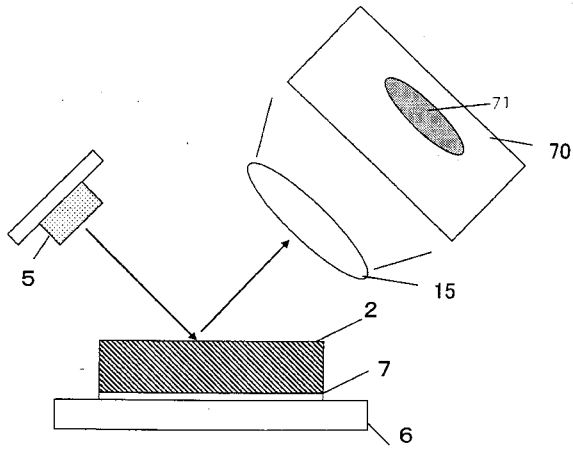
【図1】



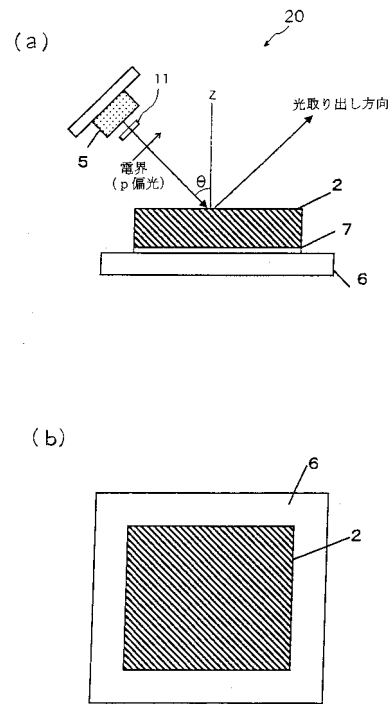
【図2】



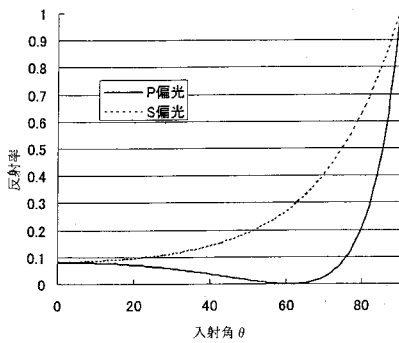
【 図 3 】



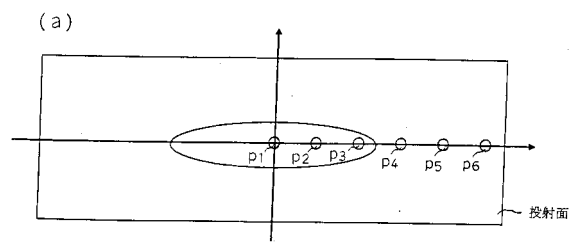
【 図 4 】



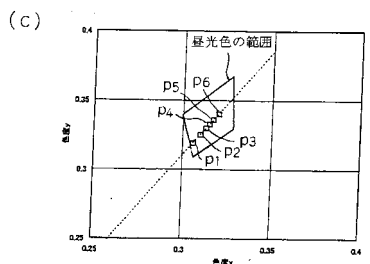
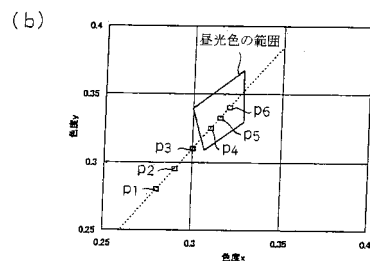
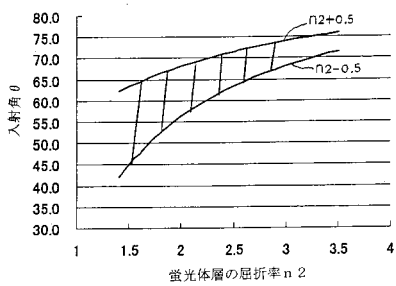
【 図 5 】



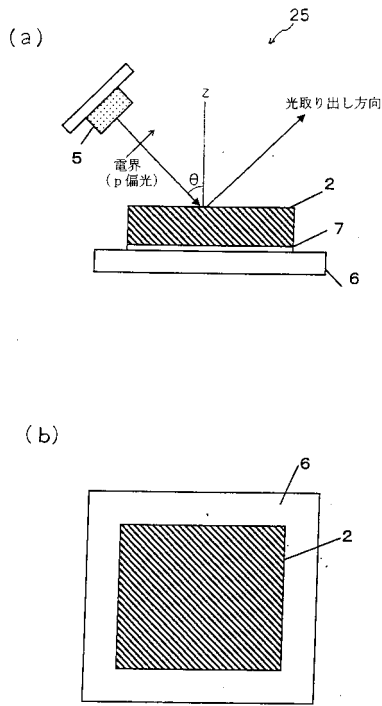
【 図 7 】



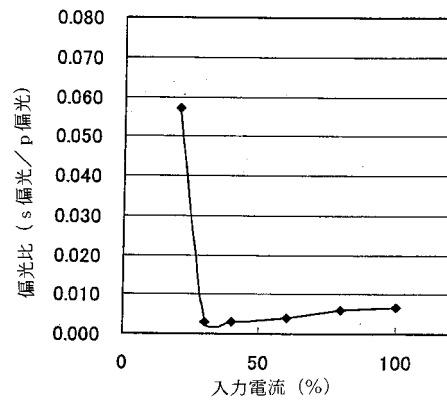
【 図 6 】



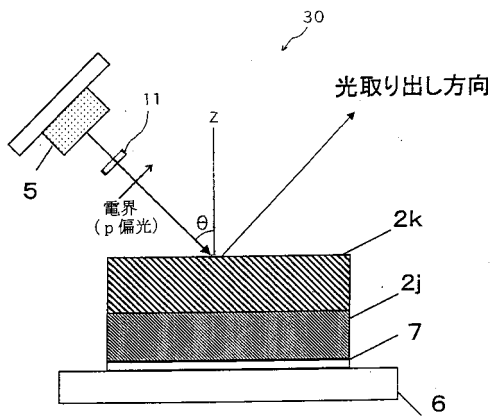
【 図 8 】



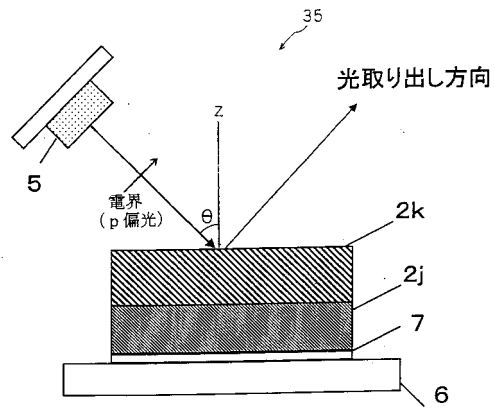
【 図 9 】



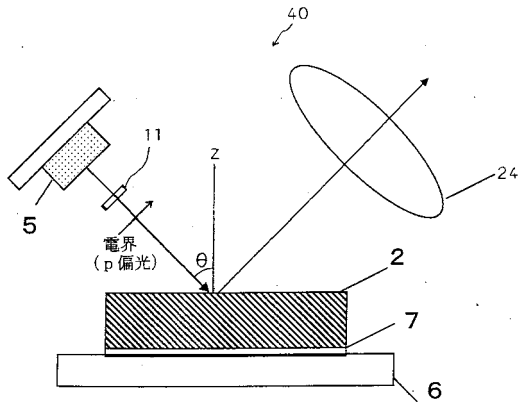
【 図 10 】



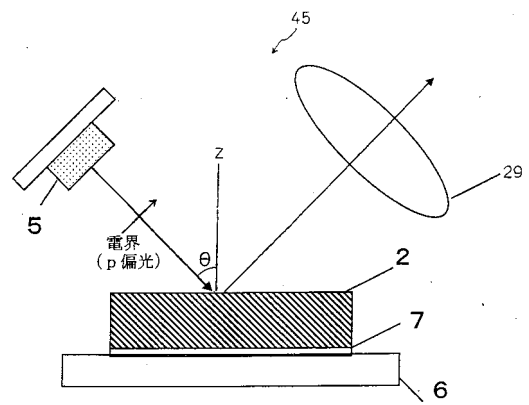
【 図 11 】



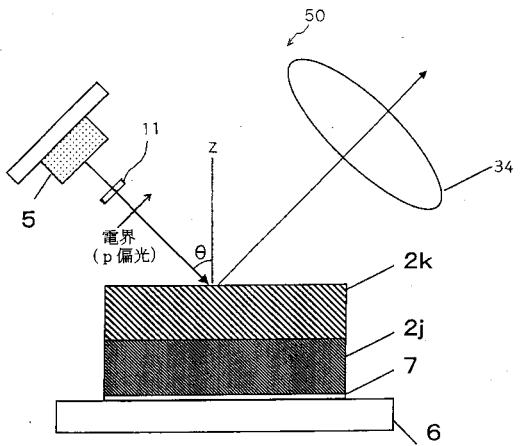
【図 1 2】



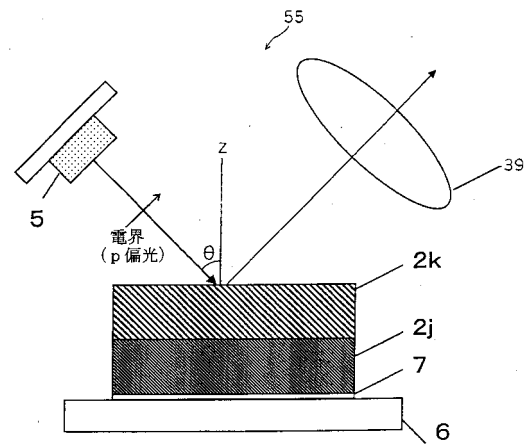
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F 2 1 Y 101/02

(2006.01)

F I

F 2 1 Y 101:02

テーマコード(参考)