



(10) **DE 10 2017 111 712 B4** 2023.09.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 111 712.1**
(22) Anmeldetag: **30.05.2017**
(43) Offenlegungstag: **30.11.2017**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.09.2023**

(51) Int Cl.: **F21V 9/40** (2018.01)
G02B 27/18 (2006.01)
G02F 1/35 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

2016-108050	31.05.2016	JP
2017-020127	07.02.2017	JP

(73) Patentinhaber:

CANON KABUSHIKI KAISHA, Tokio, JP

(74) Vertreter:

TBK, 80336 München, DE

(72) Erfinder:

Ohkoba, Minoru, Tokio, JP; Kurata, Yuya, Tokio, JP; Kadowaki, Ryota, Tokio, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2015 / 0 171 372	A1
US	2015 / 0 333 233	A1
EP	2 113 949	A2

(54) Bezeichnung: **Wellenlängenumwandlungsbauelement, Lichtquellengerät und Bildprojektionsgerät**

(57) Hauptanspruch: Wellenlängenumwandlungsbauelement, das dazu eingerichtet ist, ein Fluoreszenzlicht durch Umwandlung einer Wellenlänge eines einfallenden Lichts zu erzeugen, wobei das Wellenlängenumwandlungsbauelement umfasst:

zahlreiche Fluoreszenzpartikel (1);

zahlreiche Streupartikel (2); und

ein Bindemittel (3), in dem die zahlreichen Fluoreszenzpartikel und die zahlreichen Streupartikel dispergiert sind; dadurch gekennzeichnet, dass:

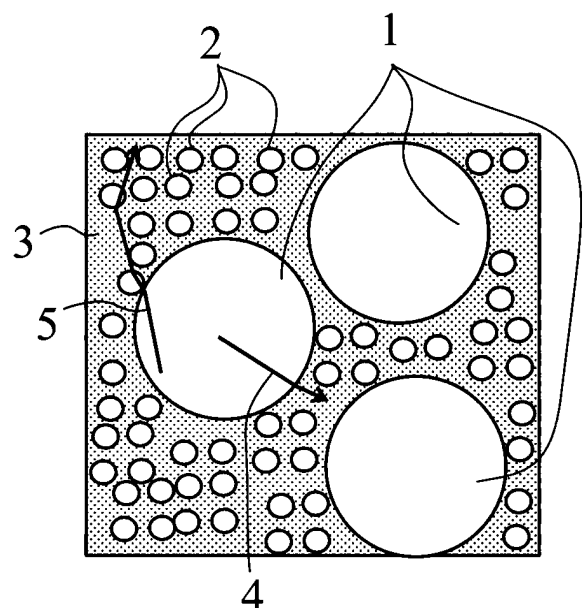
ein minimaler Partikeldurchmesser der zahlreichen Streupartikel (2) $\frac{1}{4}$ oder mehr und 4-mal oder weniger einer Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes ist;

ein Volumenverhältnis der zahlreichen Streupartikel (2) an einem Gesamtvolumen des Bindemittels (3) und der zahlreichen Streupartikel (2) 25% oder mehr und 50% oder weniger ist;

das Fluoreszenzpartikel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,7 oder mehr und 2,0 oder weniger aufweist;

das Bindemittel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,4 oder mehr und 1,6 oder weniger aufweist; und

das Streupartikel einen Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des Fluoreszenzpartikels und dem Brechungsindex des Bindemittels aufweist.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wellenlängenumwandlungselement, das dazu eingerichtet ist, eine Wellenlänge eines Anregungslichtes zur Erzeugung eines Fluoreszenzlichtes umzuwandeln, und insbesondere ein Wellenlängenumwandlungsbaulement, das dazu geeignet ist, für ein Lichtquellengerät für ein Bildprojektionsgerät (Projektor) verwendet zu werden.

Stand der Technik

[0002] Wellenlängenumwandlungsbaulemente oder Lichtquellengeräte umfassen eines, das einen Teil eines Anregungslichtes wie etwa eines Laserlichtes zur Erzeugung eines Fluoreszenzlichtes umwandelt, dessen Wellenlänge (d.h., Farbe) von dem des Anregungslichtes verschieden ist, und ein kombiniertes Licht erzeugt, bei dem das Fluoreszenzlicht mit einem nicht umgewandelten Licht kombiniert ist, das ein Licht ist, dessen Wellenlänge nicht durch einen Fluoreszenzkörper (Phosphor) umgewandelt ist, und dadurch dasselbe wie das des Anregungslichtes ist. Von dem Anregungslicht ist das nicht umgewandelte Licht ein Licht, das durch Streupartikel gestreut (reflektiert) wird, ohne den Fluoreszenzkörper zu erreichen.

[0003] Die japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2011-180353 A offenbart ein Wellenlängenumwandlungsbaulement, dessen Wellenlängenumwandlungseffizienz derart verbessert ist, dass eine Wärmestrahlung von seinem Fluoreszenzkörper durch Hinzufügen von Füllstoffen (winzigen Partikeln) als Streuern, deren Wärmeleitfähigkeit zu dem Fluoreszenzkörper hoch ist, und einem Harz zum Halten des Fluoreszenzkörpers verbessert ist. Andererseits offenbart die japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. JP 2015-089898 A ein Wellenlängenumwandlungsbaulement, dessen Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz von den Fluoreszenzkörperpartikeln durch Anhaften von anorganischen Oxidpartikeln an die Fluoreszenzkörperpartikel verbessert ist.

[0004] Bei dem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift JP 2011-180353 A offenbarten Wellenlängenumwandlungsbaulement umschließt das Harz die Partikel (Füllstoffe) mit hoher Wärmeleitfähigkeit, und daher ist es schwierig, nur durch Verwendung des Wellenlängenumwandlungsbaulements einen Wärmeleitfähigkeitsverbesserungseffekt zur Kühlung des Fluoreszenzkörpers bereitzustellen. Somit ist es schwierig, bei einem Lichtquellengerät, das

dieses Wellenlängenumwandlungsbaulement verwendet, einen Leuchtdichteverbesserungseffekt zu erwarten.

[0005] Obwohl das in der japanischen Patentoffenlegungsschrift JP 2015-089898 A offenbarte Wellenlängenumwandlungsbaulement im Prinzip die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz verbessern kann, trennen sich bei einem Mischvorgang zur gleichförmigen Mischung der Fluoreszenzkörperpartikel, an denen die anorganischen Oxidpartikel angehaftet sind, tatsächlich die anorganischen Oxidpartikel von den Fluoreszenzkörperpartikeln weg in das Harz (Bindemittel). Auch falls die anorganischen Oxidpartikel sich nicht von den Fluoreszenzkörperpartikeln trennen, werden Luftblasen zwischen diesen Partikeln gefangen.

[0006] In diesem Fall wird der Leuchtdichteverbesserungseffekt gering.

[0007] Die Druckschrift EP 2 113 949 A2 zeigt eine Verkapselung für eine phosphorkonvertierte weißlichtemittierende Diode.

[0008] Die Druckschrift US 2015/0 333 233 A1 zeigt eine lichtemittierende Vorrichtung.

[0009] Die Druckschrift US 2015/0 171 372 A1 zeigt fluoreszierendes Material, fluoreszierendes Beschichtungsmaterial, ein Phosphorsubstrat, ein elektronisches Gerät und ein LED-Gehäuse.

ERFINDUNGSZUSAMMENFASSUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung stellt ein Wellenlängenumwandlungsbaulement bereit, das im Vergleich zu herkömmlichen eine Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz, das bedeutet, eine Fluoreszenzlichtemissionseffizienz, verbessern kann, obgleich es eine einfache Struktur aufweist. Die vorliegende Erfindung stellt ferner ein Lichtquellengerät bereit, das das vorgenannte Wellenlängenumwandlungsbaulement verwendet, und stellt ein Bildprojektionsgerät bereit, das das Lichtquellengerät verwendet.

[0011] In ihrer ersten Ausgestaltung stellt die vorliegende Erfindung ein Wellenlängenumwandlungsbaulement gemäß den Patentansprüchen 1 und 4 bis 11 bereit.

[0012] In ihrer zweiten Ausgestaltung stellt die vorliegende Erfindung ein Wellenlängenumwandlungsbaulement gemäß den Patentansprüchen 2 bis 11 bereit.

[0013] In ihrer dritten Ausgestaltung stellt die vorliegende Erfindung ein Lichtquellengerät gemäß Patentanspruch 12 bereit.

[0014] In ihrer vierten Ausgestaltung stellt die vorliegende Erfindung ein Bildprojektionsgerät gemäß Patentanspruch 13 bereit.

[0015] Weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung offensichtlich.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Fig. 1 zeigt eine Konfiguration eines Projektors, der ein Wellenlängenumwandlungsbaulement verwendet, das ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist.

Fig. 2A zeigt eine Fluoreszenzkörperschicht in dem Wellenlängenumwandlungsbaulement des Ausführungsbeispiels.

Fig. 2B zeigt eine Fluoreszenzkörperschicht in einem Wellenlängenumwandlungsbaulement, das ein herkömmliches Beispiel ist.

Fig. 3A zeigt eine durchlässige Fluoreszenzkörperschicht.

Fig. 3B zeigt eine reflektive Fluoreszenzkörperschicht.

Fig. 4 zeigt ein Vorhandensein oder eine Abwesenheit eines Verbesserungseffekts einer Fluoreszenzlichtemissionseffizienz bei einem Ausführungsbeispiel 1.

Fig. 5 zeigt einen optischen Tunneleffekt bei dem Ausführungsbeispiel 1.

Fig. 6 zeigt ein Vorhandensein oder eine Abwesenheit eines Verbesserungseffekts einer Fluoreszenzlichtemissionseffizienz bei einem Ausführungsbeispiel 2.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0016] Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung beschrieben.

[0017] Wie bei dem vorstehend beschriebenen Wellenlängenumwandlungsbaulement gemäß der japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2015-089898 A, ist das Anhaften von winzigen Partikeln wie etwa anorganischen Oxidpartikeln an Oberflächen des Fluoreszenzkörpers zur Extraktion eines Lichtes, das auf herkömmliche Weise in dem Fluoreszenzkörper absorbiert wurde, effektiv. Auch falls die winzigen Partikeln nicht an den Fluoreszenzkörper angehaftet sind, d.h. auch falls die winzigen Partikel (Streupartikel bei diesem Ausführungsbeispiel) von dem Fluoreszenzkörper getrennt sind, kann jedoch ein Fluoreszenzlicht aus dem Inneren des Fluoreszenzkörpers wie folgt extrahiert werden.

[0018] Das innerhalb des Fluoreszenzkörpers vorliegende und an seinen Oberflächen intern total reflektierte Fluoreszenzlicht entweicht (strahlt aus) einmal als ein evaneszentes Licht in eine Umgebung dieser Oberfläche außerhalb des Fluoreszenzkörpers. Es ist notwendig, dieses evaneszente Licht zu extrahieren, bevor es in den Fluoreszenzkörper zurückkehrt. Mit anderen Worten, ein Anordnen der winzigen Partikel in der Umgebung der Oberfläche des Fluoreszenzkörpers um das evaneszente Licht aufzunehmen, bevor es in den Fluoreszenzkörper zurückkehrt, und seine Ausbreitungsrichtung zu ändern, verringert ein Licht, das aufgrund der internen Totalreflektion an der Oberfläche des Fluoreszenzkörpers den Fluoreszenzkörper nicht nach außen hin verlässt.

[0019] Dies ermöglicht eine Verbesserung der Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz.

[0020] **Fig. 1** zeigt eine Konfiguration eines Bildprojektionsgeräts (Projektor) 200, das ein nachstehend in jedem seiner konkreten Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beschriebenes Wellenlängenumwandlungsbaulement verwendet.

[0021] Der Projektor 200 umfasst eine blaue Laserdiode (LD) 101 als eine Lichtquelle, und das Wellenlängenumwandlungsbaulement 102. Der Projektor 200 umfasst ferner einen dichroitischen Spiegel 103, eine Paneleinheit 104 mit einem optischen Farbtrenn- und Kombinationssystem und einem Flüssigkristallbaulement als einem Lichtmodulationsbaulement, sowie eine Projektionslinse 105. Das Lichtmodulationsbaulement kann ein digitales Mikroskopiergerät sein. Ein von der blauen LD 101 emittierter blauer Laser (blaues Licht) wird von dem dichroitischen Spiegel 103 zu dem Wellenlängenumwandlungsbaulement 102 zur Projektion als ein Anregungslicht reflektiert. Das Wellenlängenumwandlungsbaulement 102 umfasst ein (nicht dargestelltes) Substrat und eine auf dem Substrat ausgebildete Fluoreszenzkörperschicht (Phosphorschicht). Die Fluoreszenzkörperschicht wandelt eine Wellenlänge eines Teils des Anregungslichtes zur Erzeugung eines gelben Lichtes als ein Fluoreszenzlicht um, und erzeugt ein weißes Licht als ein kombiniertes Licht, bei dem das gelbe Licht mit einem blauen Licht als einem nicht umgewandelten Licht, dessen Wellenlänge dieselbe wie die des Anregungslichtes ist, kombiniert ist. Die blaue LD 101 und das Wellenlängenumwandlungsbaulement 102 bilden ein Lichtquellengerät. Das Lichtquellengerät kann den dichroitischen Spiegel 103 umfassen.

[0022] Das weiße Licht wird durch den dichroitischen Spiegel 103 transmittiert, oder passiert außerhalb des dichroitischen Spiegels 103 und tritt dann in die Paneleinheit 104 ein.

[0023] Das optischen Farbtrenn- und Kombinations-system in der Paneleinheit 104 trennt das weiße Licht in drei Farblichter (R, G und B), um die drei jeweiligen Farblichter in die entsprechenden Flüssigkristallpaneele einzubringen. Die drei Farblichter, die durch die Flüssigkristallpaneele bildmoduliert werden, werden durch das optische Farbtrenn- und Kombinationssystem miteinander kombiniert, und durch die Projektionslinse 105 auf eine (nicht gezeigte) Projektionsoberfläche wie etwa einem Schirm projiziert.

[0024] Dadurch wird ein Farbbild als ein projiziertes Bild angezeigt.

[0025] Fig. 2A zeigt eine Struktur der Fluoreszenzkörperschicht, die in dem Wellenlängenumwandlungsbaulement 102 bei diesem Ausführungsbeispiel bereitgestellt ist. Fig. 2B zeigt eine Struktur einer Fluoreszenzkörperschicht als ein Vergleichsbeispiel hinsichtlich dieses Ausführungsbeispiels. Die Fluoreszenzkörperschicht umfasst viele Fluoreszenzkörperpartikel 1 und viele Streupartikel 2. Gemäß den Fig. 2A und Fig. 2B weisen die Streupartikel 2 einen kleineren Durchmesser als die Fluoreszenzkörperpartikel 1 auf. Die Fluoreszenzkörperschicht umfasst ferner ein Bindemittel 3, das die Fluoreszenzkörperpartikel 1 und die Streupartikel 2 umfasst. Pfeile 4, 5 und 6 zeigen optische Pfade des Fluoreszenzlichtes.

[0026] Nachstehend ist zunächst eine Beschreibung eines Prinzips der Fluoreszenzlichtextraktion aus dem Fluoreszenzkörperpartikel 1 bei diesem Ausführungsbeispiel gegeben. Das Vergleichsbeispiel gemäß Fig. 2B zeigt einen Fall, bei dem eine Konzentration der Streupartikel 2 in dem Bindemittel 3 geringer als bei diesem Ausführungsbeispiel ist. In diesem Fall umfasst das innerhalb des Fluoreszenzkörperpartikels 1 erzeugte Fluoreszenzlicht ein Licht, das eine Oberfläche des Fluoreszenzkörperpartikels 1 in einem nahezu rechten Winkel erreicht, um das Fluoreszenzkörperpartikel 1 gemäß dem optischen Pfad 4 nach außen zu verlassen, und ein Licht, das eine Partikelgrenzfläche in einem flacheren Winkel als dem nahezu rechten Winkel erreicht, um daran intern total reflektiert zu werden und dabei gemäß dem optischen Pfad 6 innerhalb des Fluoreszenzkörperpartikels 1 zu verbleiben (d.h. ein Licht, das von dem Fluoreszenzkörperpartikel 1 absorbiert wird). Das innerhalb des Fluoreszenzkörperpartikels 1 erzeugte Licht umfasst ferner ein Licht, das die Partikelgrenzfläche an einem Zwischenwinkel zwischen den Winkeln der optischen Pfade 4 und 6 erreicht. Abhängig von der Durchlässigkeit und Reflektivität entsprechend diesem Zwischenwinkel verlässt ein Teil dieses Zwischenwinkellichtes das Fluoreszenzkörperpartikel 1 nach außen und ein verbleibender Teil dessen wird durch das Fluoreszenzkörperpartikel 1 absorbiert. Das durch das Fluoreszenzkörperpartikel 1 absorbierte Fluoreszenzlicht wird direkt in

Wärme umgewandelt. Dies verursacht einen Fluoreszenzlichtverlust, d.h. es verringert die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz.

[0027] Dieses in Fig. 2A gezeigte Ausführungsbeispiel verbessert die Konzentration der Fluoreszenzkörperpartikel 1 derart, dass eine nachstehend beschriebene Bedingung erfüllt ist, und dadurch die Streupartikel 2 in der Nähe jedes der Fluoreszenzkörperpartikel 1 gleichmäßig angeordnet sind. Eine solche Anordnung der Streupartikel 2 stellt einen optischen Tunneleffekt bereit. Gemäß dem optischen Pfad 5 verursacht der optische Tunneleffekt, dass das Fluoreszenzlicht, das die Partikelgrenzfläche an einem flacheren Winkel erreicht und ursprünglich in dem Fluoreszenzkörperpartikel 1 intern total reflektiert wird, sich zu den in der Nähe dieses Fluoreszenzkörperpartikels 1 vorliegenden Streupartikeln 2 ausbreitet. Ein Extrahieren des Fluoreszenzlichtes von dem Fluoreszenzkörperpartikel 1 durch die in der Nähe dieses Fluoreszenzkörperpartikels 1 vorliegenden Streupartikel 2 ermöglicht somit eine Verbesserung der Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz aus dem Wellenlängenumwandlungsbaulement 102, mit anderen Worten, die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz des Wellenlängenumwandlungsbaulements 102.

[0028] Nachstehend ist eine Beschreibung des Fluoreszenzkörperpartikels 1 (nachstehend der Einfachheit halber als „ein Fluoreszenzkörper“ bezeichnet), des Streupartikels 2 (nachstehend der Einfachheit halber als ein „Streuer“ bezeichnet), des Bindemittels 3 und des (in den Fig. 3A und Fig. 3B gezeigten) Substrates des Wellenlängenumwandlungsbaulements 102 dieses Ausführungsbeispiels gegeben.

<Fluoreszenzkörper>

[0029] Als Fluoreszenzkörper kann irgendein Material verwendet werden, solange es eine Eigenschaft aufweist, eine Wellenlänge eines Anregungslichtes zur Erzeugung eines Fluoreszenzlichtes umzuwandeln. Gewöhnlich wird ein anorganisches Material verwendet, das durch ein blaues Licht angeregt wird, dessen Wellenlänge von ungefähr 440 nm bis ungefähr 470 nm reicht. Dieses Ausführungsbeispiel kann ebenso dieses Material verwenden. Beispielsweise kann als ein ein gelbes Fluoreszenzlicht erzeugender Fluoreszenzkörper wie das Wellenlängenumwandlungsbaulement 102 gemäß Fig. 1 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$, $(\text{Sr},\text{Ba})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$ und $\text{Ca}_x(\text{Si},\text{Al})_{12}(\text{O},\text{N})_{16}:\text{Eu}^{2+}$ verwendet werden. $\text{Ca}_x(\text{Si},\text{Al})_{12}(\text{O},\text{N})_{16}:\text{Eu}^{2+}$ wird allgemein als α -Sialon-Fluoreszenzkörper bezeichnet, und erzeugt ein Fluoreszenzlicht von gelb bis orange. Als ein ein rotes Fluoreszenzlicht erzeugender Fluoreszenzkörper kann $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca},\text{Sr})\text{AlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$, $(\text{Ca},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$, $\text{KSiF}_6:\text{Mn}^{4+}$

+, und $\text{KTiF}_6\text{:Mn}^{4+}$ verwendet werden. Als ein Fluoreszenzkörper, der ein grünes Fluoreszenzlicht erzeugt, kann $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}\text{:Ce}^{3+}$, $(\text{Lu},\text{Y})_3\text{Al}_5\text{O}_{12}\text{:Ce}^{3+}$, $\text{Y}_3(\text{Ga},\text{Al})_5\text{O}_{12}\text{:Ce}^{3+}$, $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{:Ce}^{3+}$, $\text{CaSc}_2\text{O}_4\text{:Eu}^{2+}$, $(\text{Ba},\text{Sr})_2\text{SiO}_4\text{:Eu}^{2+}$, $\text{Ba}_3\text{Si}_6\text{O}_{12}\text{N}_2\text{:Eu}^{2+}$, $(\text{Si},\text{Al})_6(\text{O},\text{N})_8\text{:Eu}^{2+}$ und $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}\text{:Eu}^{2+}$ verwendet werden.

[0030] Als Partikel des Fluoreszenzkörpers (Fluoreszenzkörper) werden zumeist solche verwendet, deren Partikeldurchmesser 1 μm oder größer und 100 μm oder kleiner sind. Dieses Ausführungsbeispiel kann ebenso Fluoreszenzkörperpartikel mit solchen Durchmessern verwenden. Dieses Ausführungsbeispiel kann ferner Nanofluoreszenzkörperpartikel verwenden, deren Partikeldurchmesser 1 μm oder kleiner sind. Das Verwenden solcher Fluoreszenzkörperpartikel kann die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz verbessern. Jedoch ist es bevorzugt, dass ein durchschnittlicher (mittlerer) Partikeldurchmesser der Fluoreszenzkörper größer als der der nachstehend beschriebenen Partikel des Streuers (der Streuer) ist.

[0031] Dieses Ausführungsbeispiel verwendet bei der Beschreibung der Partikelgrößen „einen Partikeldurchmesser“, „einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser“ und „einen minimalen Partikeldurchmesser“. Der Partikeldurchmesser ist ein Durchmesser einer Kugel mit demselben Volumen wie das des Partikels. Der durchschnittliche Partikeldurchmesser ist ein durchschnittlicher Wert der minimalen und maximalen Partikeldurchmesser aller Partikel. Falls eine Variation (Standardabweichung) bei den Partikeldurchmessern aller Partikel σ ist, kann der minimale Partikeldurchmesser „der durchschnittliche Partikeldurchmesser - 3σ “ sein, und der maximale Partikeldurchmesser kann „der durchschnittliche Partikeldurchmesser + 3σ “ sein. Der minimale und maximale Partikeldurchmesser können ohne eine Messung der Partikeldurchmesser aller Partikel statistisch geschätzt sein.

[0032] Es ist bevorzugt, dass der Fluoreszenzkörper bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,7 oder mehr und 2,0 oder weniger aufweist.

<Streuer>

[0033] Als Streuer werden Partikel (Puder) mit einem niedrigen Absorptionsvermögen für sichtbares Licht und einer Lichtdurchlässigkeit, wie etwa optisches Glas, Bariumsulfat, TiO_2 , Al_2O_3 und Diamant, verwendet. Dieses Ausführungsbeispiel kann ebenso diese Materialien verwenden. Das optische Glas kann hinsichtlich eines Brechungsindex des Streuers verwendet werden. Zum Beispiel kann ein optisches Glas mit einem Brechungsindex zwischen dem des Fluoreszenzkörpers und des Bindemittels,

wie etwa FS5 (Brechungsindex ist 1,675) und FS15 (Brechungsindex ist 1,698) verwendet werden. Ein Bariumsulfat mit solch einem Brechungsindex kann verwendet werden.

[0034] Es ist bevorzugt, dass der minimale Partikeldurchmesser der Streuer 1/4 oder größer und 4-mal oder kleiner als die Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes ist. Eine Verwendung von Streuern, deren minimale Partikeldurchmesser nicht innerhalb dieses Bereichs sind, kann das Fluoreszenzlicht aus dem Fluoreszenzkörper nicht ausreichend extrahieren. Dies macht es unmöglich, die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz zu verbessern. Falls das Fluoreszenzlicht beispielsweise ein gelbes Licht ist, ist es bevorzugt, dass der minimale Partikeldurchmesser der Streuer 2 μm oder weniger ist, und dass der durchschnittliche Partikeldurchmesser der Streuer 0,1 μm oder größer und 5 μm oder kleiner ist.

<Bindemittel>

[0035] Das Bindemittel wird zur Fixierung der Fluoreszenzkörper und der Streuer verwendet. Das Bindemittel kann aus organischen Bindemitteln und anorganischen Bindemitteln ausgesucht sein. Jedes der organischen und anorganischen Bindemittel wird als ein Verbindungsmaterial zur Behandlung des Fluoreszenzkörpers als ein Stück verwendet. Falls das Substrat verwendet wird, wird das Bindemittel als ein Material zur Fixierung der Fluoreszenzkörper und der Streuer an das Substrat verwendet. Falls das Substrat nicht verwendet wird, wird das Bindemittel als ein Verbindungsmaterial zur Verfestigung der Fluoreszenzkörperschicht verwendet. Von einem Standpunkt einer Wärmebeständigkeit aus werden als das organische Bindemittel oft ein Silikonharz und ein Epoxidharz verwendet. Die anorganischen Bindemittel umfassen wärmebeständige keramische Klebmaterialien wie eine Glasurmasse mit einem niedrigen Schmelzpunkt und das von Toagosei Co. Ltd. hergestellte ARON CERAMIC®. Die Glasurmasse mit dem niedrigen Schmelzpunkt, die gegen Luftbläschen und Volumenschrumpfung widerstandsfähig ist, wird oft verwendet. Dieses Ausführungsbeispiel kann ebenso diese Bindemittel verwenden.

[0036] Es ist bevorzugt, dass das Bindemittel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,4 und größer und 1,6 und kleiner aufweist. Darüber hinaus ist es bevorzugt, dass der Streuer einen Brechungsindex zwischen dem des Fluoreszenzkörpers und dem des Bindemittels aufweist.

[0037] Es ist bevorzugt, dass die Brechungsindizes des Fluoreszenzkörpers und des Streuers eine Differenz von 0,3 oder weniger aufweisen. Es ist bevorzugt, dass die Brechungsindizes des Bindemittels

und des Streuers eine Differenz von 0,1 und mehr aufweisen. Zusätzlich ist es bevorzugt, dass eine Gesamtdicke des Bindemittels (d.h. der Fluoreszenzkörperschicht) mit den Fluoreszenzkörpern und den Streuer 50 µm oder größer und 200 µm oder kleiner ist.

<Substrat>

[0038] Dieses Ausführungsbeispiel kann das Substrat zur Unterstützung der Fluoreszenzkörperschicht in starrer Weise verwenden. Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen jeweils eine Beziehung zwischen einer Fluoreszenzkörperschicht 10 und einem Substrat 8. Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen beide ferner ein Anregungslicht 12 und ein Fluoreszenzlicht 14. **Fig. 3A** zeigt eine durchlässige Art, bei der das Anregungslicht 12 in das lichtdurchlässige Substrat 8 von seiner hinteren (unteren) Seite her eindringt und hindurch transmittiert wird, um auf die an einer vorderen (oberen) Seite des Substrats 8 bereitgestellte Fluoreszenzkörperschicht 10 projiziert zu werden, und dabei das Fluoreszenzlicht 14 extrahiert wird. Bei dieser durchlässigen Art ist es von einem Standpunkt einer Abstrahlung von in dem Fluoreszenzkörper erzeugten Wärme aus bevorzugt, dass als das Substrat 8 eines verwendet wird, das aus einem Material mit einer hohen Lichtdurchlässigkeit und einer hohen Wärmeleitfähigkeit wie etwa Diamant und Saphir ausgebildet ist.

[0039] **Fig. 3B** zeigt eine reflektive Art, bei der das Anregungslicht 12 von einer gegenüberliegenden Seite des Substrats 8 auf die Fluoreszenzkörperschicht 10 projiziert wird, und bei dem das direkt zu der gegenüberliegenden Seite des Substrats 8 emittierte Fluoreszenzlicht 14 und das durch das Substrat 8 reflektierte und danach zu der gegenüberliegenden Seite des Substrats 8 emittierte Fluoreszenzlicht 14 extrahiert werden. Bei dieser reflektiven Art ist es bevorzugt, als das Substrat 8 eines zu verwenden, das aus einem Metall oder dergleichen hergestellt ist, das ein sichtbares Licht reflektiert, ohne es zu transmittieren, und es ist insbesondere bevorzugt, ein Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit wie Al, Cu und Graphit zu verwenden.

<Konzentration und Partikeldurchmesser der Streuer>

[0040] Um die vorstehend beschriebene Fluoreszenzlichtemissionseffizienz (Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz) zu verbessern, ist es notwendig, die Streuer nahe zu dem Fluoreszenzkörper anzuordnen, sodass Abstände dazwischen einen bestimmten Abstand einnehmen. In der nachstehenden Beschreibung ist ein verbleibender Raum in einem Würfel, anders als ein Raum, in dem der Fluoreszenzkörper angeordnet ist, mit dem Bindemittel und den Streuern gefüllt, der minimale Partikeldurchmes-

ser der Streuer durch D vertreten, und Abstände zwischen Streuern durch d vertreten. Der Abstand zwischen dem Fluoreszenzkörper und dem Streuer kann als gleich zu dem Abstand d zwischen den Streuern angesehen werden. Daher kann der Abstand d zwischen dem Fluoreszenzkörper und dem Streuer wie nachstehend ausgedrückt werden.

[0041] Ein Volumen (Einheitsvolumen) V des vorstehend beschriebenen verbleibenden Raums kann ausgedrückt werden als:

$$V = (D + d)^3.$$

[0042] Darüber hinaus kann ein Volumen aller Streuer ausgedrückt werden als:

$$V_d = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^3.$$

[0043] Somit kann ein Verhältnis des Volumens aller Streuer zu einem Gesamtvolumen aller Streuer und des Bindemittels, d.h. eine Konzentration X der Streuer ausgedrückt werden als:

$$X = \frac{V_d}{V} = \frac{1}{(D + d)^3} \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^3 = \frac{\pi}{6} \frac{D^3}{(D + d)^3}.$$

[0044] Im Ergebnis kann der Abstand d unter Verwendung der Konzentration X und des minimalen Partikeldurchmessers D der Streuer wie folgt ausgedrückt werden.

$$d = \left\{ \left(\frac{\pi}{6 X} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right\} \cdot D \quad (1)$$

[0045] Der Abstand d, bei dem die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz verbessert ist, ist eng mit der Konzentration der Streuer verwandt. Falls das Anregungslicht ein blaues Licht ist, und das Fluoreszenzlicht ein gelbes Licht ist, verbessert ein Abstand d von 600 nm oder weniger die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz. Falls beispielsweise Streuer A und C, die nachstehend bei den Ausführungsbeispielen 1 und 2 beschrieben sind, verwendet werden, stellt eine Konzentration (prozentual ausgedrückt) X von 25% oder mehr den Abstand d von 600 nm oder weniger bereit.

[0046] Ein Abstand d von 500 nm oder weniger verbessert ferner die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz, und ein Abstand d von 300 nm oder weniger verbessert die Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz noch weiter.

[0047] Nachstehend ist eine Beschreibung bestimmter Ausführungsbeispiele gegeben (experi-

mentelle Beispiele). In der nachstehenden Beschreibung ist die Konzentration X prozentual ausgedrückt.

[Ausführungsbeispiel 1]

[0048] Fig. 4 zeigt eine Beziehung zwischen Konzentrationen (%) der Streuer und einer Fluoreszenzlichtemissionseffizienz (Fluoreszenzlichtextraktionseffizienz) bei einem ersten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 1). Dieses Ausführungsbeispiel verwendete einen YAG:Eu-Fluoreszenzkörper. Die Fluoreszenzkörper wiesen einen mittleren Partikeldurchmesser von 10 μm und einen minimalen Durchmesser von 5 μm auf. Das Substrat war aus Al ausgebildet und wies eine Dicke von 1 mm auf. Die Streuer waren aus Bariumsulfat ausgebildet. Die Streuer umfassten zwei Arten von Streuern, die ein Streuer A, deren durchschnittlicher und minimaler Partikeldurchmesser jeweils 2 μm und 1 μm sind, und ein Streuer B waren, deren mittlerer und minimaler Partikeldurchmesser jeweils 6 μm und 3 μm sind. Die Konzentrationen der Streuer waren auf 20%, 30%, 40% und 60% eingestellt. Das Bindemittel war ein von Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. hergestelltes Epoxidharz.

[0049] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurden die Fluoreszenzkörper, deren Volumenanteil 0,5 ist, mit den Streuern und dem Bindemittel gemischt, deren Gesamtvolumen 1 ist, um eine Paste zu produzieren, es wurde ein Umrühren und ein Verformen der Paste durchgeführt, die gerührte Paste wurde auf das Aluminiumsubstrat gedruckt, und nachfolgend wurde die gedruckte Paste durch einen Ofen bei 200°C gehärtet.

[0050] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde eine Probe der somit produzierten Fluoreszenzkörperschicht unter Verwendung eines blauen Lasers, dessen Wellenlänge 455 nm ist, als dem Anregungslicht ausgewertet.

[0051] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde als eine Laserlichtquelle eine von Nichia Co., Ltd. hergestellte blaue LD verwendet. Eine Projektion des blauen Lasers auf die Fluoreszenzkörperschicht mit einer Beleuchtungsintensität von 30 W/mm² ergab eine Emissionseffizienz eines gelben Fluoreszenzlichtes gemäß Fig. 4.

[0052] Die Streuer A, deren Konzentrationen 30% und 40% waren, ergaben einen Verbesserungseffekt der Fluoreszenzlichtemissionseffizienz, und andererseits ergaben die Streuer A, deren Konzentrationen 20% und 60% waren, keinen solchen Effekt. Falls die Konzentration 60% war, machte es darüber hinaus ein hoher Anteil von Festkörpern in der Paste schwierig, eine einzelne Schicht der Paste auf das Substrat aufzubringen, und machte es unmöglich, eine irreguläre Oberfläche der Paste durch ein Aus-

gleichen oder dergleichen bei einem Herstellungsvorgang einzuebneten. Dies erhöhte die Oberflächenreflektion und verringerte damit die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz.

[0053] Der minimale Partikeldurchmesser von 1 μm der Streuer A ist 1/4 oder mehr und 4-mal oder weniger der Wellenlänge des gelben Fluoreszenzlichtes. Andererseits verbesserte eine Verwendung der Streuer B, deren minimaler Partikeldurchmesser 3 μm 4-mal größer als die Wellenlänge des gelben Fluoreszenzlichtes ist, unabhängig von deren Konzentration nicht die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz. Dementsprechend wird der Verbesserungseffekt der Fluoreszenzlichtemissionseffizienz bereitgestellt, falls der minimale Partikeldurchmesser der Streuer 1/4 oder mehr und 4-mal oder weniger der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes ist, und das Verhältnis (Konzentration) des Volumens aller Streuer an dem Gesamtvolumen aller Streuer und des Bindemittels 25% oder mehr und 50% oder weniger ist.

[0054] Die vorstehende Bedingung, dass der minimale Partikeldurchmesser der Streuer 1/4 oder mehr und 4-mal oder weniger der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes ist, und dass das Volumenverhältnis aller Streuer zu dem Gesamtvolumen aller Streuer und des Bindemittels 25% oder mehr und 50% oder weniger ist, ist auf andere Fälle als den, bei dem das Anregungslicht das blaue Licht und das Fluoreszenzlicht das gelbe Licht ist, anwendbar.

[0055] Falls der minimale und der durchschnittliche Partikeldurchmesser der Streuer A jeweils 1 μm und 2 μm sowie deren Konzentration 30% ist, ergibt der vorstehende Ausdruck (1) für den Abstand $d(=d_0)$ 407 nm.

[0056] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird eine Lichttransmission T der Fluoreszenzkörperschicht durch einen typischen optischen Tunneleffekt gemäß Fig. 5 geändert. Gemäß Fig. 5 tritt der optische Tunneleffekt maßgeblich auf, falls d/λ 0,5 ist. Die Wellenlänge (oder eine dominante Wellenlänge) des Fluoreszenzlichtes ist ungefähr 550 nm, sodass der Abstand d ungefähr 275 nm ist, falls d/λ 0,5 ist.

[0057] Bei Betrachtung eines tatsächlichen Querschnitts-REM-Bildes (sog. Querschnitts-SEM-Bild) einer Probe der Fluoreszenzkörperschicht, sind gegenseitig benachbarte Streupartikel nicht mit gleichen Abständen angeordnet, sondern sind bei verschiedenen Abständen von $d_0/2$ bis $2d_0$ angeordnet. Ausgehend davon kann $d_0/2$ als ungefähr gleich zu d betrachtet werden, und dabei ist $d_0/2 \approx d$ 204 nm, sodass davon ausgegangen wird, dass der durch den Ausdruck (1) berechnete Abstand d den Verbesserungseffekt der Fluoreszenzlichtemissionseffizienz bereitstellt.

[Ausführungsbeispiel 2]

[0058] Fig. 6 veranschaulicht in ihrem linken Teil eine Beziehung zwischen Konzentrationen (%) der Streuer und der Fluoreszenzlichtemissionseffizienzen bei einem zweiten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 2). Bei diesem Ausführungsbeispiel wurden zusätzlich zu den bei dem Ausführungsbeispiel 1 beschriebenen Streuern A und B Streuer C verwendet, deren minimaler und durchschnittlicher Partikeldurchmesser jeweils $0,5\ \mu\text{m}$ und $1\ \mu\text{m}$ ist. Ein Fettdruck bei Fig. 6 zeigt einen Bereich an, bei dem die Fluoreszenzlichtemissionseffizienzen um 1% oder mehr verbessert wurden. Dieser Bereich ist einer, bei dem gemäß einem rechten Teil von Fig. 6 der durch den Ausdruck (1) berechnete Abstand d $300\ \text{nm}$ oder weniger ist.

[Ausführungsbeispiel 3]

[0059] Bei einem dritten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 3) wurde ein Volumenverhältnis aller Fluoreszenzkörper an einem Gesamtvolumen aller Fluoreszenzkörper und der Streuer in einem Bereich von 0,5 bis 1,5 geändert, im Detail auf 0,5, 0,75, 1, 1,25 und 1,5. Das Ändern des Verhältnisses ermöglichte ein Einstellen eines Lichtmengenverhältnisses zwischen dem nicht umgewandelten Licht und dem Fluoreszenzlicht, die von der Fluoreszenzkörperschicht emittiert werden. Diese Einstellung ermöglichte das Bereitstellen eines weißen Lichtes mit einer guten Chromatizität.

[Ausführungsbeispiel 4]

[0060] Bei einem vierten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 4) wurde ein Bindemittel aus einem Glas mit einem niedrigen Schmelzpunkt verwendet. Bei diesem Fall änderte sich das Bindemittel nicht in einen niedrigviskosen Zustand, der von dem Silikonharz und dem Epoxidharz verschieden ist, sodass es einfach war, die Fluoreszenzkörper und die Streuer in dem Bindemittel gleichförmig zu dispergieren und dadurch war es möglich, eine Fluoreszenzkörperschicht herzustellen, deren Fluoreszenzlichtemissionseffizienz hoch ist.

[Ausführungsbeispiel 5]

[0061] Bei einem fünften Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 5) wurden Streuer verwendet, deren mittlerer Partikeldurchmesser $0,1\ \mu\text{m}$ oder mehr und $5\ \mu\text{m}$ oder weniger ist. Die Streuer in diesem Ausführungsbeispiel stellten eine gute Lichtdiffusivität und den Verbesserungseffekt der Fluoreszenzlichtemissionseffizienz bereit.

[Ausführungsbeispiel 6]

[0062] Bei einem sechsten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 6) wurden als ein Material der Fluoreszenzkörper ein YAG-Ce verwendet, dessen Brechungsindex 1,82 ist, und als ein Material des Bindemittels wurde ein Silikonharz verwendet, dessen Brechungsindex 1,43 ist. Darüber hinaus wurde bei diesem Ausführungsbeispiel als ein Material der Streuer ein Bariumsulfat verwendet, dessen Brechungsindex 1,64 ist. Ein Auswählen dieser Materialien ermöglichte eine Herstellung der Fluoreszenzkörperschicht, die ein Licht emittieren kann, deren absoluter Leuchtdichtewert um 20% höher als der bei dem Ausführungsbeispiel 1 ist.

[Ausführungsbeispiel 7]

[0063] Bei einem siebten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 7) wurde eine radförmige (oder ringförmige oder scheibenförmige) Fluoreszenzkörperschicht hergestellt, bei der die Fluoreszenzkörper, die Streuer und das Bindemittel miteinander in gleichen Volumenverhältnissen gemischt wurden. Bei diesem Ausführungsbeispiel wurde die Fluoreszenzkörperschicht in einer Umfangsrichtung rotiert, und das Anregungslicht wurde auf einen Umfangsteil der rotierten Fluoreszenzkörperschicht projiziert. Dies ermöglichte, ein Licht von der Fluoreszenzkörperschicht zu bewirken, während Änderungen ihrer Leuchtdichte und Farbe aufgrund von in der Fluoreszenzkörperschicht erzeugter Wärme verringert wurden. Im Einzelnen ermöglichte ein Verwenden der radförmigen Fluoreszenzkörperschicht, deren Dicke $100\ \mu\text{m}$ ist, und deren Durchmesser $10\ \text{cm}$ ist, eine Verringerung der Lumineszenzvariation auf ungefähr 3%. Andererseits verursachte bei einem Fall, bei dem eine Fluoreszenzkörperschicht ohne Streuer verwendet wurde, und bei einem Fall, bei dem eine Fluoreszenzkörperschicht mit zwei Schichten verwendet wurde, bei dem eine Schicht durch Mischen der Streuer mit dem Bindemittel ausgebildet wurde und die andere Schicht durch Mischen der Fluoreszenzkörper mit dem Bindemittel ausgebildet wurde, eine Leuchtdichtevariation von ungefähr 12%.

[Ausführungsbeispiel 8]

[0064] Bei einem achten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 8) wurde die Fluoreszenzkörperschicht durch Mischen der Fluoreszenzkörper und der Streuer mit dem Bindemittel hergestellt, und durch Aufbringen (Drucken) der Mischung auf das Substrat. Dieses Herstellungsverfahren benötigt nur einen Druckvorgang, und reduziert somit die Kosten zur Erzeugung der Fluoreszenzkörperschicht im Vergleich mit einem Fall, bei dem eine Mischung der Fluoreszenzkörper und des Bindemittels sowie eine Mischung der Streuer und des Bindemittels getrennt aufgetragen werden.

[Ausführungsbeispiel 9]

[0065] Bei einem neunten Ausführungsbeispiel (Ausführungsbeispiel 9) wurde auf einem polykristallinen Fluoreszenzkörper (plattenförmiger Fluoreszenzkörper) die Fluoreszenzkörperschicht (Mischung der Streuer und des Silikonharzbindemittels) hergestellt, deren Konzentration von Streuern eine der vorstehend bei den Ausführungsbeispielen 1 und 2 beschriebenen ist. Dieses Ausführungsbeispiel verbesserte die Fluoreszenzlichtemissionseffizienz um 4% im Vergleich zu einem Fall, bei dem ein Silikonharzbindemittel ohne Streuer auf dem polykristallinen Fluoreszenzkörper aufgebracht wurde. Ein ähnliches Ergebnis wurde in einem Fall erzielt, bei dem ein einkristalliner Fluoreszenzkörper anstelle des polykristallinen Fluoreszenzkörpers verwendet wurde.

[0066] Gemäß vorstehender Beschreibung ermöglicht jedes der Ausführungsbeispiel 1 bis 9 das Bereitstellen eines Wellenlängenumwandlungsbaulements, dessen Struktur einfach ist und dessen Fluoreszenzlichtemissionseffizienz hoch ist. Somit ermöglicht ein Verwenden dieses Wellenlängenumwandlungsbaulements ein Bereitstellen eines Lichtquellengeräts, dessen Leuchtdichte höher als die herkömmlicher ist, und ein Bereitstellen eines Projektors, der fähig ist, hellere Bilder als herkömmliche zu projizieren.

[0067] Obgleich die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, darf die Erfindung nicht als auf die offenbarten Ausführungsbeispiele begrenzt erachtet werden.

[0068] Das Wellenlängenumwandlungsbaulement (102) wandelt eine Wellenlänge eines Teils eines Anregungslichtes zur Erzeugung eines Fluoreszenzlichtes um, und erzeugt dabei ein kombiniertes Licht, bei dem das Fluoreszenzlicht mit einem nicht umgewandelten Licht kombiniert ist, dessen Wellenlänge dieselbe wie die des Anregungslichtes ist. Das Baulement umfasst einen Fluoreszenzkörper (1), ein Bindemittel (3), das den Fluoreszenzkörper kontaktiert, und viele Streupartikel (2), die in dem Bindemittel umfasst sind. Ein minimaler Partikeldurchmesser der vielen Streupartikel ist 1/4 oder mehr und 4-mal oder weniger einer Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes, und ein Volumenanteil der vielen Streupartikel an einem Gesamtvolumen des Bindemittels und der vielen Streupartikel ist 25% oder mehr und 50% oder weniger.

Patentansprüche

1. Wellenlängenumwandlungsbaulement, das dazu eingerichtet ist, ein Fluoreszenzlicht durch Umwandlung einer Wellenlänge eines einfallenden

Lichts zu erzeugen, wobei das Wellenlängenumwandlungsbaulement umfasst:
 zahlreiche Fluoreszenzpartikel (1);
 zahlreiche Streupartikel (2); und
 ein Bindemittel (3), in dem die zahlreichen Fluoreszenzpartikel und die zahlreichen Streupartikel dispergiert sind; **dadurch gekennzeichnet**, dass:
 ein minimaler Partikeldurchmesser der zahlreichen Streupartikel (2) 1/4 oder mehr und 4-mal oder weniger einer Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes ist;
 ein Volumenverhältnis der zahlreichen Streupartikel (2) an einem Gesamtvolumen des Bindemittels (3) und der zahlreichen Streupartikel (2) 25% oder mehr und 50% oder weniger ist;
 das Fluoreszenzpartikel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,7 oder mehr und 2,0 oder weniger aufweist;
 das Bindemittel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,4 oder mehr und 1,6 oder weniger aufweist; und
 das Streupartikel einen Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des Fluoreszenzpartikels und dem Brechungsindex des Bindemittels aufweist.

2. Wellenlängenumwandlungsbaulement, das dazu eingerichtet ist, ein Fluoreszenzlicht durch Umwandlung einer Wellenlänge eines einfallenden Lichts zu erzeugen, wobei das Wellenlängenumwandlungsbaulement umfasst:
 zahlreiche Fluoreszenzpartikel (1);
 zahlreiche Streupartikel (2); und
 ein Bindemittel (3), in dem die zahlreichen Fluoreszenzpartikel und die zahlreichen Streupartikel dispergiert sind; **dadurch gekennzeichnet**, dass:
 das Fluoreszenzpartikel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,7 oder mehr und 2,0 oder weniger aufweist;
 das Bindemittel bei der Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindex von 1,4 oder mehr und 1,6 oder weniger aufweist;
 das Streupartikel einen Brechungsindex zwischen dem Brechungsindex des Fluoreszenzpartikels und dem Brechungsindex des Bindemittels aufweist; und
 falls D einen minimalen Partikeldurchmesser der zahlreichen Streupartikel (2) repräsentiert, X ein Volumenverhältnis der zahlreichen Streupartikel (2) an einem Gesamtvolumen des Bindemittels (3) und der zahlreichen Streupartikel (2) repräsentiert, und d definiert ist als:

$$d = \left\{ \left(\frac{\pi}{6} \frac{1}{X} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right\} \cdot D,$$

d 600 nm oder weniger ist.

3. Wellenlängenumwandlungsbaulement nach Anspruch 2, wobei d 300 nm oder kleiner ist.

4. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein Volumenverhältnis der zahlreichen Fluoreszenzpartikel an einem Volumen der allen zahlreichen Streupartikel 0,5 oder mehr und 1,5 oder weniger ist.

5. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei:
falls ein Durchschnittswert eines maximalen Partikeldurchmessers und eines minimalen Partikeldurchmessers der Partikel als ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser bezeichnet ist, die zahlreichen Fluoreszenzpartikel (1) einen größeren durchschnittlichen Partikeldurchmesser als den der zahlreichen Streupartikel (2) aufweisen.

6. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der minimale Partikeldurchmesser der zahlreichen Streupartikel (2) 2 μm oder weniger ist.

7. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei, falls ein Durchschnittswert eines maximalen Partikeldurchmessers und eines minimalen Partikeldurchmessers der Partikel als ein durchschnittlicher Partikeldurchmesser bezeichnet ist, die zahlreichen Streupartikel (2) einen durchschnittlichen Partikeldurchmesser von 0,1 μm oder mehr und 5 μm oder weniger aufweisen.

8. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Fluoreszenzpartikel und das Streupartikel (2) bei einer Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindexunterschied von 0,3 oder weniger aufweisen.

9. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Bindemittel (3) und das Streupartikel (2) bei einer Wellenlänge des Fluoreszenzlichtes einen Brechungsindexunterschied von 0,1 oder mehr aufweisen.

10. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei eine Gesamtdicke des Bindemittels (3) mit den zahlreichen Fluoreszenzpartikeln und den zahlreichen Streupartikeln (2) 50 μm oder mehr und 200 μm oder weniger ist.

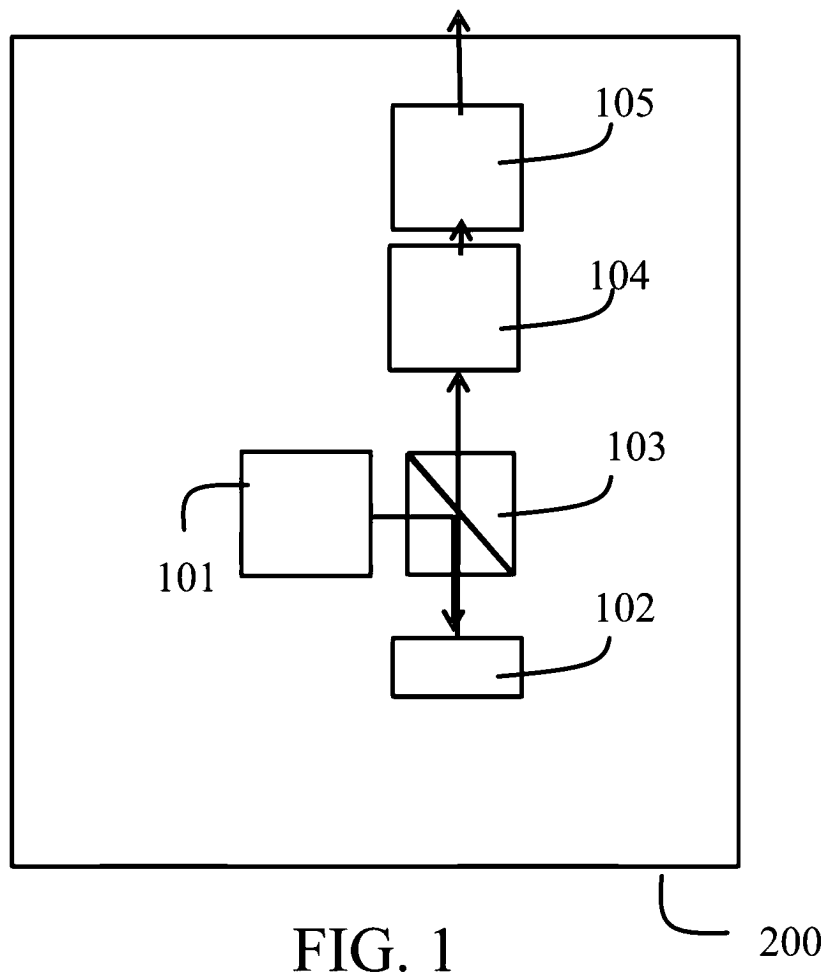
11. Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Bindemittel (3) ringförmig oder scheibenförmig angeordnet ist.

12. Lichtquellengerät, mit:
einer Lichtquelle, die dazu eingerichtet ist, ein Anregungslicht zu emittieren; und
einem Wellenlängenumwandlungsbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Ein Bildprojektionsgerät, mit:
einem Lichtquellengerät nach Anspruch 12; und
einem optischen System, das dazu eingerichtet ist, ein Bild unter Verwendung eines Lichtmodulationsbauelements zu projizieren, das dazu eingerichtet ist, das kombinierte Licht von dem Lichtquellengerät zu modulieren.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



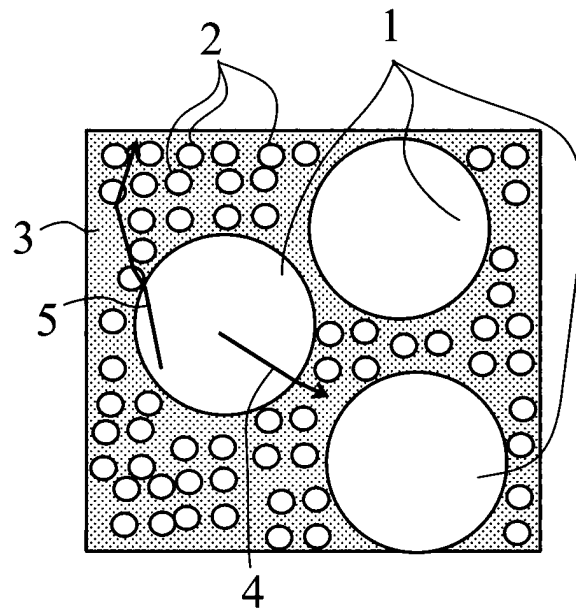


FIG. 2A

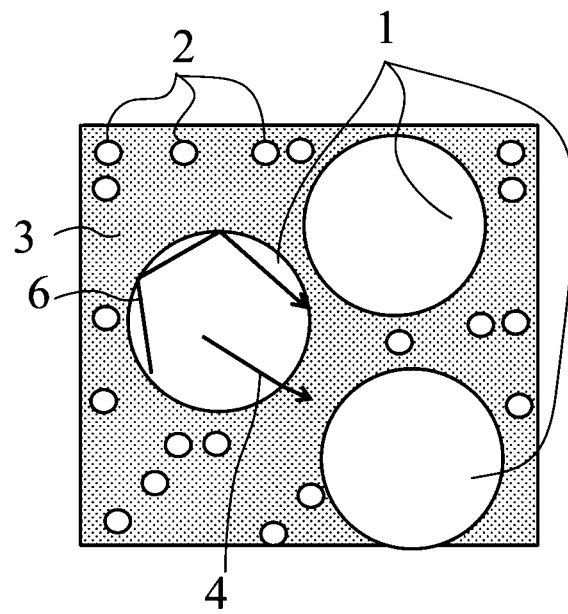


FIG. 2B

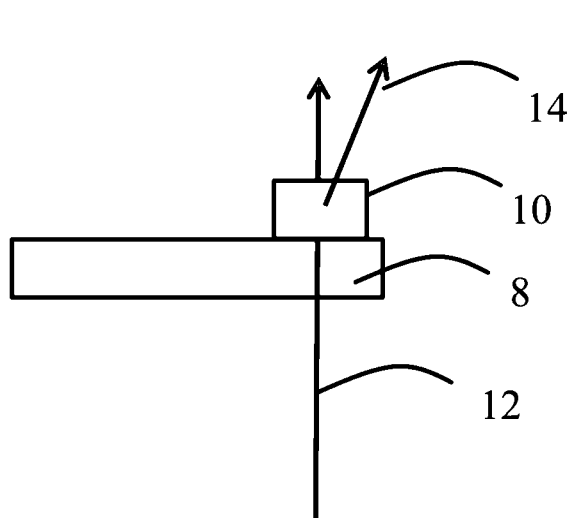


FIG. 3A

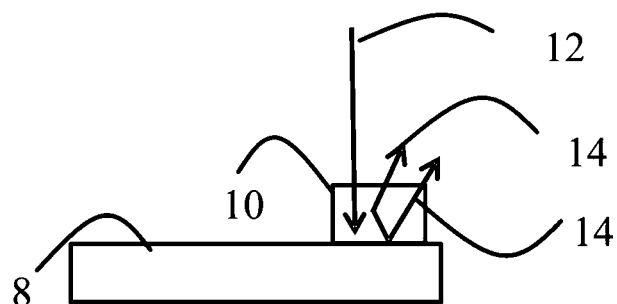


FIG. 3B

PARTIKELDURCHMESSER [um]			ZU HOHE VISKOSITÄT
	1	3	
20%	×	×	
30%	○	×	
40%	○	×	
60%	×	×	
STREUER VOLUMEN- KONZENTRATION [%]	A	B	
STREUER			

FIG. 4

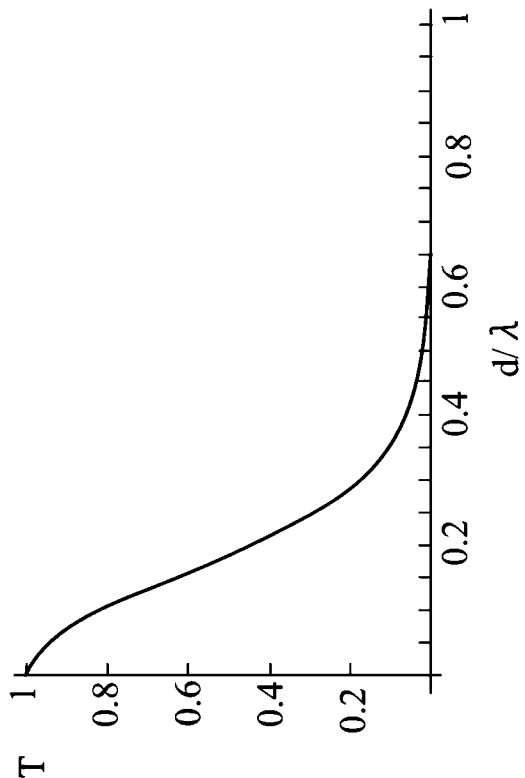


FIG. 5

STREUER VOLUMEN- KONZENTRATION [%]	PARTIKELDURCHMESSER [µm]			ZU HOHE VISKOSITÄT
	C	A	B	
	0.5	1	3	
	20%	1.00	1.00	
	30%	1.01	1.00	
40%	1.03	1.02	1.00	STREUER
60%	×	×	×	
				C

d[nm]	STREUER		
	C	A	B
	0.5	1	3
	20%	378	1134
	30%	102	6112
40%	47	94	282
60%	×	×	×

FIG. 6