



(10) **DE 10 2014 208 661 A1** 2015.11.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 208 661.2**

(22) Anmeldetag: **08.05.2014**

(43) Offenlegungstag: **26.11.2015**

(51) Int Cl.: **H01S 5/026** (2006.01)

H01L 33/50 (2010.01)

(71) Anmelder:

OSRAM GmbH, 80807 München, DE

(72) Erfinder:

**Windisch, Reiner, 93186 Pettendorf, DE; Sorg,
Jörg, 93053 Regensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

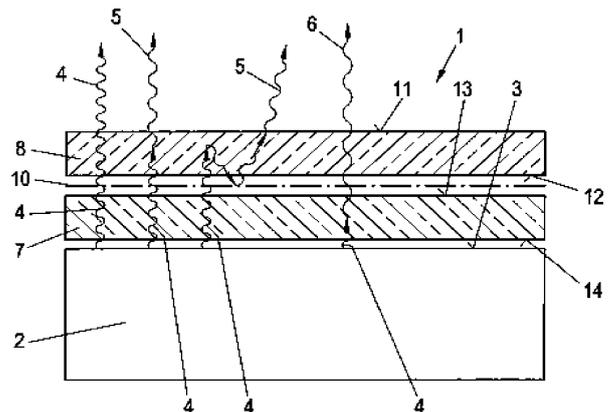
DE	10 2009 037 732	A1
US	2008 / 0 089 089	A1
US	2008 / 0 211 386	A1
US	2011 / 0 156 071	A1
US	2012 / 0 228 653	A1
JP	2012- 018 977	A
JP	2007- 142 268	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Konversionselement zur Konversion von kurzwelliger Pumpstrahlung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Konversionselement (1) zur zumindest teilweisen Konversion von kurzwelliger Pumpstrahlung (4) zu Konversionsstrahlung (5, 6) längerer Wellenlänge, wozu das Konversionselement (1) aus einem ersten Konversionskörper (7) zur Emission langwelliger Konversionsstrahlung (6) und einem zweiten Konversionskörper (8) zur Emission mittelwelliger Konversionsstrahlung (5) aufgebaut ist, wobei zwischen den beiden Konversionskörpern (7, 8) ein Bandsperrfilter (10) angeordnet ist, der für die kurzwellige Pumpstrahlung (4) und die langwellige Konversionsstrahlung (6) transmissiv ist, vom zweiten Konversionskörper (8) in Richtung des ersten Konversionskörpers (7) abgegebenes mittelwelliges Konversionslicht (5) jedoch zumindest teilweise reflektiert, um einer Reabsorption davon im ersten Konversionskörper (7) vorzubeugen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Konversionselement zur zumindest teilweisen Konversion von kurzwelliger Pumpstrahlung zu Konversionsstrahlung längerer Wellenlänge.

Stand der Technik

[0002] Ein Konversionselement kann beispielsweise in Verbindung mit einer LED eingesetzt werden und deren kurzwellige und damit höherenergetische Pumpstrahlung konvertieren. Als Pumpstrahlung bzw. Pumplicht wird also insbesondere elektromagnetische Strahlung bzw. Licht angesehen, die bzw. das dazu geeignet ist, mittels eines geeigneten Konversionselements zumindest teilweise in niederenergetischere Strahlung, insbesondere Licht, umgewandelt zu werden. Die LED ist in diesem Beispiel also eine dem Konversionselement zugeordnete Pumpstrahlungsquelle, und bei der davon emittierten Pumpstrahlung kann es sich beispielsweise um ultraviolette Strahlung oder um blaues Pumplicht handeln. Die resultierende Konversionsstrahlung, die das Konversionselement auf die Bestrahlung mit dem Pumplicht bzw. der Pumpstrahlung hin emittiert, hat eine längere Wellenlänge und ist üblicherweise sichtbares Licht. Um beispielsweise Weißlicht zu erzeugen, werden dabei im Stand der Technik mehrere Konversionsmaterialien, also Leuchtstoffe, in einer Mischung vorgesehen.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, ein besonders vorteilhaftes Konversionselement anzugeben.

Darstellung der Erfindung

[0004] Erfindungsgemäß löst diese Aufgabe ein Konversionselement zur zumindest teilweisen Konversion von kurzwelliger Pumpstrahlung zu Konversionsstrahlung längerer Wellenlänge, welches Konversionselement einen ersten Konversionskörper aufweist, der dazu ausgelegt ist, die kurzwellige Pumpstrahlung zum Teil in langwellige Konversionsstrahlung zu konvertieren, einen zweiten Konversionskörper, der dazu ausgelegt ist, die kurzwellige Pumpstrahlung zumindest zum Teil in mittelwellige Konversionsstrahlung zu konvertieren, und einen Bandsperrfilter, der für die kurzwellige Pumpstrahlung und die langwellige Konversionsstrahlung jedenfalls weitgehend transmissiv ist, die mittelwellige Konversionsstrahlung jedoch zumindest zum Teil reflektiert, wobei der erste Konversionskörper und der zweite Konversionskörper jeweils eine Pumpstrahlungseintrittsfläche und eine Konversionsstrahlungsaustrittsfläche aufweisen, und wobei der Bandsperrfilter zwischen der Konversionsstrahlungsaustrittsfläche des

ersten Konversionskörpers und der Pumpstrahlungseintrittsfläche des zweiten Konversionskörpers angeordnet ist, um in dem zweiten Konversionskörper erzeugte und in Richtung dessen Pumpstrahlungseintrittsfläche emittierte mittelwellige Konversionsstrahlung zumindest zum Teil zu reflektieren, und zwar in Richtung der Konversionsstrahlungsaustrittsfläche des zweiten Konversionskörpers.

[0005] Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der nachstehenden Beschreibung, wobei in der Darstellung nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrichtungs-, Verfahrens- bzw. Verwendungsaspekten unterschieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen.

[0006] Mit dem ersten und zweiten Konversionskörper werden also mindestens zwei Konversionskörper vorgesehen, die zwar mit derselben kurzwelligen Pumpstrahlung angeregt werden können, sich jedoch hinsichtlich der spektralen Eigenschaften der jeweilig daraufhin emittierten Konversionsstrahlung unterscheiden. Die vom ersten Konversionskörper emittierte Konversionsstrahlung ist langwellig, vorzugsweise handelt es sich dabei um rotes Konversionslicht; die vom zweiten Konversionskörper emittierte Konversionsstrahlung ist hingegen mittelwellig, und es handelt sich vorzugsweise um grünes Konversionslicht. Bevorzugt ist eine Anregung bzw. Anregbarkeit (soweit allein das Konversionselement in Rede steht) mit blauem Pumplicht, wobei die Anregung im Allgemeinen beispielsweise auch im Ultravioletten erfolgen kann.

[0007] Der erste Konversionskörper konvertiert nur einen Teil des Pumplichts, der übrige Teil durchsetzt dann den zweiten Konversionskörper und kann von diesem im Allgemeinen auch vollständig (Vollkonversion) oder zum Teil (Teilkonversion) konvertiert werden.

[0008] Mit dem ersten und zweiten Konversionskörper sind nun zunächst die entsprechenden Konversionsmaterialien, also Leuchtstoffe, räumlich getrennt voneinander vorgesehen, eben nach langwelliger/mittelwelliger Konversionsstrahlung aufgetrennt. Mit dem zwischen den beiden Konversionskörpern angeordneten Bandsperrfilter wird nun zumindest ein Teil der im zweiten Konversionskörper erzeugten, jedoch in Richtung des ersten Konversionskörpers emittierten Lichts zurückreflektiert. Damit gelangt also weniger mittelwellige Konversionsstrahlung in den ersten Konversionskörper und wird entsprechend mehr davon an der Konversionsstrahlungsaustrittsfläche des zweiten Konversionskörpers abgegeben.

[0009] Die Erfinder haben nämlich festgestellt, dass es anderenfalls zu einer Reabsorption der mittelwelligen Konversionsstrahlung im ersten Konversionskörper

per kommen kann. Im bevorzugten Fall des mittelwelligen grünen Konversionslichts haben sie insbesondere eine Reabsorption des kurzwelligen Grünanteils beobachtet, sodass dieser im resultierenden Gesamtspektrum geschwächt und damit beispielsweise die Farbwiedergabe schlechter ist.

[0010] An dieser Stelle ist auch anzumerken, dass, wenngleich von Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche und Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche die Rede ist, in der Regel nicht bereits das Konversionsmaterial an sich der Konversionsstrahlung eine Richtung vorgibt, sondern die Emission prinzipiell omnidirektional erfolgt. Dementsprechend wird in einem Konversionskörper nicht nur zur Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche, sondern auch zur Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche hin Konversionsstrahlung abgegeben.

[0011] Ist als Pumpstrahlungsquelle beispielsweise eine LED vorgesehen und mit ihrer Abstrahlfläche der Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des ersten Konversionskörpers zugeordnet, tritt aus dieser Eintrittsfläche auch langwellige Konversionsstrahlung aus und fällt auf die LED. Zwischen LED und Konversionselement kann deshalb auch ein Eintrittsfilter vorgesehen sein, der für die Pumpstrahlung transmissiv, für die langwellige Konversionsstrahlung jedoch reflektiv ist. Da ein solcher Filter jedoch zusätzlichen Aufwand und damit erhöhte Kosten bedeutet, kann im Falle der LED auch darauf verzichtet werden, weil auch diese selbst einen Teil der ersten Konversionsstrahlung reflektieren kann.

[0012] Wenngleich der Bandsperrfilter insoweit noch aufwendiger sein kann, als auch ein zweiter Wellenlängenbereich (die langwellige Konversionsstrahlung) transmittiert werden muss, hat er sich im Gesamtsystem als vorteilhaft erwiesen. Es sind nämlich insbesondere durch Reabsorptionen bedingte „Lücken“ im mittelwelligen, vorzugsweise grünen Spektralbereich auf andere Weise schlecht oder nur mit erheblichem Aufwand zu vermeiden.

[0013] Eine von den Erfindern angedachte Alternative wäre beispielsweise, für den ersten Konversionskörper ein Konversionsmaterial vorzusehen, welches im Bereich der mittelwelligen Konversionsstrahlung nicht absorbiert, sodass die mittelwellige Konversionsstrahlung den ersten Konversionskörper durchsetzen und (zumindest zum Teil) an der LED reflektiert werden würde. Dies ist jedoch schon insoweit nachteilig, als die Wahl des Konversionsmaterials damit beschränkt wäre, was die Optimierung an anderer Stelle einschränken kann (etwa die Farbwiedergabe oder Effizienz betreffend).

[0014] Der für die kurzwellige Pumpstrahlung und die langwellige Konversionsstrahlung „weitgehend transmissive“ Bandsperrfilter muss nicht die gesamte jeweilige Strahlung (zu 100 %) transmittieren. Für

die langwellige Konversionsstrahlung liegt die Transmissivität bei vorzugsweise mindestens 70 %, weiter bevorzugt mindestens 80 %, besonders bevorzugt mindestens 85 %. Für die kurzwellige Pumpstrahlung liegt die Transmissivität vorzugsweise bei mindestens 80 %, weiter bevorzugt mindestens 90 %, besonders bevorzugt mindestens 95 %. Betrachtet wird hierbei jeweils ein Mittelwert der Transmissivität über den Spektralbereich der jeweiligen Strahlung. Im Falle der langwelligen Konversionsstrahlung beziehen sich die Angaben auf die konkrete Situation im Konversionselement, also auf die vom ersten Konversionskörper „erzeugte“ und „in Richtung“ der Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des zweiten Konversionskörpers emittierte Strahlung (inklusive verschiedener Winkel, siehe die nachstehenden Erläuterungen zur „mittleren Reflektivität“). Die Angaben zur Transmission der Pumpstrahlung beziehen sich auf eine Situation mit senkrechtem Strahlungseinfall.

[0015] Die „kurzwellige“ Strahlung ist (im Vergleich zur Konversionsstrahlung) hochenergetische elektromagnetische Strahlung, die „mittelwellige“ Strahlung ist elektromagnetische Strahlung geringerer Energie als die kurzwellige Strahlung, jedoch höherer Energie als die „langwellige“ elektromagnetische Strahlung.

[0016] Das bevorzugt rote (langwellige) Konversionslicht hat vorzugsweise eine Wellenlänge $\lambda_{\text{peak}} \geq 600 \text{ nm}$, besonders bevorzugt $\lambda_{\text{peak}} \geq 610 \text{ nm}$. Dementsprechend soll der Bandsperrfilter vorzugsweise zwischen 600 nm und 650 nm eine vorstehend konkretisierte Transmissivität haben.

[0017] Das bevorzugt grüne (mittelwellige) Konversionslicht kann beispielsweise eine Peakwellenlänge λ_{peak} zwischen 470 nm und 600 nm haben. Dementsprechend liegt in bevorzugter Ausgestaltung in diesem Bereich auch ein (spektrales) Reflexionsfenster des Bandsperrfilters, welches eine Breite von mindestens 50 nm, vorzugsweise mindestens 75 nm, besonders bevorzugt mindestens 100 nm, hat und in dem die mittlere Reflektivität mindestens 25 %, vorzugsweise mindestens 40 %, besonders bevorzugt mindestens 50 %, beträgt.

[0018] Betrachtet wird hierbei die mittlere Reflektivität, die also über dem Spektralbereich des entsprechenden Reflexionsfensters gemittelt ist. Die Angaben beziehen sich dabei auf konkret das vom zweiten Konversionskörper „erzeugte“ und „in Richtung“ seiner Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche, also in einer der eigentlichen Nutzlichtrichtung entgegengesetzter Richtung, abgegebene Licht und damit auf die tatsächlich im jeweiligen Konversionselement gegebene Situation, in der also auch Licht schräg auf den Bandsperrfilter fällt. Soweit dessen optische Eigenschaften also vom Einfallswinkel abhängen, wird mit den Angaben zur Reflektivität integral die Situation

im Konversionselement betrachtet (auf die es ja auch ankommt).

[0019] Außerhalb des Reflexionsfensters soll die Reflektivität (wiederum gemittelt) beispielsweise höchstens 10 % bzw. 5 % betragen, jedenfalls im Spektralbereich der kurzwelligeren und langwelligeren Strahlung.

[0020] In einer bevorzugten Weiterbildung liegt in einem Spektralbereich zwischen 500 nm und 550 nm die mittlere Reflektivität des Bandsperrfilters bei mindestens 25 %, und zwar wiederum bezogen auf die Beleuchtungssituation konkret im Konversionselement (weitere bevorzugte Werte, siehe die vorstehende Offenbarung). In anderen Worten liegt also das Reflexionsfenster bevorzugt zwischen 500 nm und 550 nm bzw. überdeckt ein breiteres Reflexionsfenster diesen Bereich.

[0021] In bevorzugter Ausgestaltung weist der erste Konversionskörper ein Nitridosilikat der Form $M_2X_5Y_8$:Eu und/oder SCASN:Eu als Konversionsmaterial auf. Bei einem bevorzugten Nitridosilikat weist die Komponente M Sr und Ba auf, besonders bevorzugt kann sie auch ausschließlich daraus bestehen. Im letztgenannten Fall kann der Anteil von Ba an M beispielsweise mindestens 35 Mol.-%, vorzugsweise mindestens 40 Mol.-%, weiter bevorzugt mindestens 45 Mol.-% ausmachen, wobei eine bevorzugte Obergrenze des Ba-Anteils (von der Untergrenze unabhängig) bei höchstens 75 Mol.-%, vorzugsweise höchstens 65 Mol.-%, weiter bevorzugt höchstens 55 Mol.-%, liegt.

[0022] Die Komponente M kann zusätzlich zu Sr und Ba auch Ca aufweisen, vorzugsweise aus Sr, Ba und Ca bestehen. Hinsichtlich eines bevorzugten Ba-Anteils an M wird auf die vorstehende Offenbarung verwiesen, der Ca-Anteil an M kann dann beispielsweise mindestens 1 Mol.-%, vorzugsweise mindestens 2 Mol.-%, und (von diesen Untergrenzen unabhängig) höchstens 5 Mol.-%, vorzugsweise höchstens 3 Mol.-%, ausmachen.

[0023] Die Komponente X weist Si auf, vorzugsweise besteht sie aus Si; die Komponente Y weist N auf, vorzugsweise besteht sie daraus. Im Allgemeinen kann das Si beispielsweise auch teilweise durch Al und/oder B ausgetauscht sein und/oder es kann für die Komponente Y C und/oder insbesondere O anstelle von N vorhanden sein, letzteres auch herstellungsbedingt.

[0024] Als Dotierung des Nitridosilikats ist Eu vorgesehen, und zwar vorzugsweise zu einem Anteil bezogen auf M von mindestens 0,5 Mol.-%, vorzugsweise mindestens 1 Mol.-%, weiter bevorzugt mindestens 2 Mol.-%, und (davon unabhängig) von höchstens 6 Mol.-%, vorzugsweise höchstens 5 Mol.-%.

[0025] Der bevorzugt alternativ zu dem Nitridosilikat (im Allgemeinen aber auch in Verbindung damit) vorgesehene SCASN-Leuchtstoff ist SrCaAlSiN, ebenfalls mit Eu dotiert. In bevorzugter Ausgestaltung weist der zweite Konversionskörper als Konversionsmaterial ein Granat der Form $A_3B_5O_{12}$:Ce auf. Die Komponente A weist Lu und/oder Y auf, vorzugsweise besteht sie aus Lu, aus Lu und Y oder aus Y; soweit sie aus Lu und Y besteht, sind mindestens 70 Mol.-% Lu bevorzugt, besonders bevorzugt sind mindestens 75 Mol.-%.

[0026] Die Komponente B weist Al auf, vorzugsweise besteht sie aus Al oder aus Al und Ga; im letztgenannten Fall beträgt der Ga-Anteil an B vorzugsweise mindestens 5 Mol.-%, weiter bevorzugt mindestens 10 Mol.-%, wobei (davon unabhängig) höchstens 40 Mol.-%, vorzugsweise höchstens 30 Mol.-%, als Obergrenzen bevorzugt sind.

[0027] Unabhängig von der genauen Zusammensetzung der Komponenten A und B ist ein Ce-Anteil von mindestens 0,5 Mol.-% bezogen auf A bevorzugt und sind mindestens 0,75 Mol.-%, 1 Mol.-%, 1,25 Mol.-% bzw. 1,5 Mol.-% weiter bevorzugt; als (von den Untergrenzen unabhängige) Obergrenzen können höchstens 3 Mol.-% bevorzugt sein und sind höchstens 2, 5 Mol.-% bzw. 2,25 Mol.-% weiter bevorzugt.

[0028] Bevorzugte Grün-Leuchtstoffe können beispielsweise YAG:Ce, LuAG:Ce oder LuYAG:Ce sein.

[0029] Soweit die vorstehenden Absätze die Zusammensetzung des bzw. der Konversionsmaterialien betreffen, richtet sich die folgende Offenbarung auf die Art deren Bereitstellung, also auf die strukturelle Beschaffenheit des bzw. der Konversionskörper.

[0030] In bevorzugter Ausgestaltung ist der erste und/oder der zweite Konversionskörper als Leuchtstoff-Einkristall vorgesehen, was insbesondere bei einem YAG- oder LuYAG-Leuchtstoff bevorzugt sein kann. Ein entsprechender Leuchtstoff-Einkristall kann beispielsweise aus der Schmelze gezogen werden; es wird also beispielsweise ein Impfkristall in die Schmelze eingebracht und unter langsamem Drehen herausbewegt.

[0031] Alternativ zum Leuchtstoff-Einkristall kann auch eine Leuchtstoff-Keramik als Konversionskörper bevorzugt sein; der Konversionskörper wird dann also beispielsweise durch Sintern hergestellt. Sowohl die vorstehend genannten Granate, insbesondere YAG, LuAG und LuYAG, als auch das Nitridosilikat bzw. der SCASN-Leuchtstoff können jeweils in Form einer jeweiligen Keramik vorgesehen sein.

[0032] Eine Leuchtstoffkeramik bietet generell, wie der Leuchtstoff-Einkristall auch, beispielsweise den Vorteil einer vergleichsweise guten Wärmeleitfähigkeit.

keit, sodass also etwa einer überhitzungsbedingten Degradation des Leuchtstoffs vorgebeugt werden kann. Im Falle sogenannter Second Phase-Keramiken kann zur weiteren Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit auch eine zweite Phase vorgesehen sein, beispielsweise Al_2O_3 .

[0033] Ein weiterer bevorzugter, ebenfalls für Hochtemperaturanwendungen geeigneter Konversionskörper kann aus einem erhöht wärmeleitfähigen Matrixmaterial mit darin eingebettetem Konversionsmaterial vorgesehen sein. Das Matrixmaterial soll dabei eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 0,5 W/mK, vorzugsweise mindestens 1 W/mK, weiter bevorzugt mindestens 1,5 W/mK, haben. Als Matrixmaterial kann also beispielsweise Glas vorgesehen sein, in welchem dann Leuchtstoff-Partikel statistisch verteilt eingebettet sind.

[0034] Im Allgemeinen kann der erste Konversionskörper als Einkristall-/Keramik- oder Wärmeleit-Matrix-Konversionskörper vorgesehen sein und kann der zweite Konversionskörper davon unabhängig auch in einer der drei Varianten vorgesehen sein. Es können also insbesondere auch zwei unterschiedliche Konversionskörper kombiniert werden, etwa ein Einkristall-Konversionskörper mit einem Wärmeleit-Matrix-Konversionskörper. Bevorzugt sind indes beide Konversionskörper als Keramik-Konversionskörper vorgesehen, auch aus Gründen der thermischen Leistungsfähigkeit.

[0035] In diesem Zusammenhang kann ein bereits eingangs genannter Vorteil im Besonderen zum Tragen kommen, nämlich die mit dem Bandsperrfilter gegebene Freiheit, das Konversionsmaterial unabhängig vom Reabsorptionsverhalten zu wählen. Die Erfinder haben nämlich festgestellt, dass sich nicht sämtliche Leuchtstoffe sintern lassen. Mit dem erfindungsgemäßen Konzept können nun einerseits Leuchtstoffe ausgewählt werden, die sich sintern lassen, und werden dabei andererseits mit dem Bandsperrfilter gleichwohl Reabsorptionen vermieden (auch wenn die Leuchtstoffe in dieser Hinsicht eigentlich nicht optimal zueinander passen).

[0036] Der Bandsperrfilter ist vorzugsweise ein Mehrschichtsystem, das also aus mindestens zwei jeweiligen Schichtmaterialien aufgebaut ist, wobei sich die Schichtmaterialien in ihren Brechungsindizes unterscheiden. Ein erstes Schichtmaterial kann beispielsweise Siliziumdioxid und ein zweites Schichtmaterial beispielsweise Titandioxid sein. Aus jedem Schichtmaterial werden dann jeweils eine Vielzahl Schichten gebildet, die so angeordnet sind, dass die verschiedenen Schichtmaterialien abwechselnd aufeinander folgen.

[0037] In bevorzugter Ausgestaltung ist ein als Bandsperrfilter vorgesehenes Mehrschichtsystem di-

rekt auf entweder die Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche des ersten Konversionskörpers oder die Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des zweiten Konversionskörpers abgeschieden, können Konversionskörper und Bandsperrfilter dann also auch gemeinsam gehandhabt werden. Dies kann etwa insoweit vorteilhaft sein, als das Mehrschichtsystem vorzugsweise eine Dicke von nicht mehr als 60 μm hat, weiter bevorzugt nicht mehr als 40 μm , besonders bevorzugt nicht mehr als 30 μm ; Bauteile solch geringer Dicke sind in der Regel nicht für sich allein handhabbar, jedenfalls nicht in einer Massenfertigung, weswegen dann zusätzlich ein transparenter Träger vorgesehen sein müsste, was die Aufbauhöhe und den Aufwand insgesamt vergrößern würde.

[0038] Der mit dem Bandsperrfilter beschichtete Konversionskörper kann dann mit dem anderen Konversionskörper verbunden werden, wobei der Bandsperrfilter dazwischen liegt und die Verbindung vorzugsweise über eine Fügeverbindungsschicht zwischen dem Bandsperrfilter und dem anderen Konversionskörper (der nicht mit dem Bandsperrfilter beschichtet ist) hergestellt wird. Die Fügeverbindungsschicht kann beispielsweise eine Klebstoffschicht sein, etwa aus einem Silikon-basierten Klebstoff.

[0039] Generell kann für den ersten und/oder den zweiten Konversionskörper eine Mindestdicke von 80 μm bevorzugt sein, wobei mindestens 90 μm weiter und mindestens 95 μm besonders bevorzugt sind. Davon unabhängig können bevorzugte Obergrenzen beispielsweise bei höchstens 200 μm , vorzugsweise höchstens 150 μm , weiter bevorzugt höchstens 120 μm , liegen.

[0040] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Konversionselements ist an der Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche ein Eintrittsfilter vorgesehen, der für die kurzwellige Pumpstrahlung weitgehend transmissiv, für die langwellige Konversionsstrahlung jedoch zumindest teilweise reflektiv ist. Bezüglich der Transmissivität für die Pumpstrahlung wird auf die vorstehende Offenbarung zum Bandsperrfilter verwiesen; es sollen diese Angaben ausdrücklich auch für den Eintrittsfilter offenbart sein. Der Eintrittsfilter ist vorzugsweise ein Mehrschichtsystem.

[0041] Die Reflektivität der langwelligen Konversionsstrahlung betreffend ist bevorzugt, dass die mittlere Reflektivität für die im zweiten Konversionskörper erzeugte und in Richtung dessen Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche emittierte Konversionsstrahlung mindestens 25 %, weiter bevorzugt mindestens 40 %, besonders bevorzugt mindestens 50 %, beträgt, und zwar gemittelt über den gesamten Spektralbereich der Konversionsstrahlung, also vorzugsweise des roten Konversionslichts. Hinsichtlich der Winkelabhängigkeit wird wiederum die Situation konkret im

Konversionselement betrachtet und damit ein Integral über die verschiedenen Einfallswinkel.

[0042] Die Erfindung betrifft auch eine Beleuchtungsvorrichtung mit einem vorliegend offenbaren Konversionselement und einer Pumpstrahlungsquelle zur Emission der kurzwelligen Pumpstrahlung, die so angeordnet ist, dass im Betrieb der Pumpstrahlungsquelle die kurzwellige Pumpstrahlung auf die Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des ersten Konversionskörpers fällt. Soweit generell im Rahmen dieser Offenbarung auf die Ausbreitung von Strahlung bzw. Licht Bezug genommen wird, soll dies selbstverständlich nicht implizieren, dass zur Erfüllung des Gegenstands auch eine entsprechende Ausbreitung erfolgen muss, sondern es wird eine Vorrichtung beschrieben, die für eine entsprechende Strahlungs- bzw. Lichtausbreitung ausgelegt ist.

[0043] In bevorzugter Ausgestaltung der Beleuchtungsvorrichtung ist als Pumpstrahlungsquelle eine LASER-Quelle vorgesehen, zu welcher das Konversionselement beabstandet angeordnet ist (remote phosphor). Die Laser-Strahlung durchsetzt also beispielsweise zunächst ein Luftvolumen, bevor sie auf die Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des ersten Konversionskörpers trifft. Bei der LASER-Quelle kann es sich beispielsweise um einen UV-Laser oder vorzugsweise Blaulicht-Laser handeln.

[0044] Bei einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Beleuchtungsvorrichtung ist als Pumpstrahlungsquelle eine LED vorgesehen, die an einer Abstrahlfläche die kurzwellige Pumpstrahlung emittiert. Bevorzugt ist eine auf einem III-V-Verbindungshalbleitermaterial basierende LED; besonders bevorzugt ist hierbei ein Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial, etwa $Al_nIn_{1-n}Ga_mN$ mit $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$; die Halbleiterschichtenfolge kann auch Dotierungsstoffe und generell zusätzliche Bestandteile aufweisen, und es sind der Einfachheit halber nur die wesentlichen Bestandteile angegeben. Besonders bevorzugt wird für die erfindungsgemäße Leuchtstoff-LED eine InGaN-LED vorgesehen.

[0045] Der Begriff „LED“ kann sich hierbei sowohl auf eine gehäute LED beziehen, die also beispielsweise auf einem Träger angeordnet, elektrisch kontaktiert und mit einem Hüllkörper bedeckt ist, etwa aus Silikon. Andererseits kann die „LED“ auch ein ungehäuter LED-Chip sein.

[0046] In bevorzugter Ausgestaltung ist das Konversionselement jedenfalls in direktem optischen Kontakt mit der Abstrahlfläche der LED vorgesehen, also entweder in direktem optischen Kontakt mit der Abstrahlfläche des LED-Chips selbst oder im Falle eines gehäuten LED-Chips in direktem optischen Kontakt mit dem Hüllkörper (an welchem in diesem Fall die Lichtabstrahlfläche der LED ausgebildet ist).

[0047] „Direkter optischer Kontakt“ meint, dass die Strahlung zwischen LED-Abstrahlfläche und Konversionskörper-Eintrittsfläche kein Material mit einem Brechungsindex $n < 1,2$ durchsetzen soll; LED-Abstrahlfläche und Konversionskörper-Eintrittsfläche können also entweder direkt aneinandergrenzen (der erste Konversionskörper also beispielsweise an die LED angeformt sein) oder es soll dazwischen eben nur Material mit einem Brechungsindex $n \geq 1,2$ angeordnet sein, etwa eine Fügeverbindingsschicht, vorzugsweise eine Klebstoffschicht. So kann das Konversionselement vorteilhafterweise einerseits relativ zur LED lagefixiert montiert sein und lassen sich andererseits Brechungsverluste verringern.

[0048] Bevorzugt ist generell, dass auch der erste Konversionskörper, der Bandsperrfilter und der zweite Konversionskörper im eben beschriebenen Sinne in direktem optischen Kontakt miteinander vorgesehen sind. Besonders bevorzugt ist eben der Bandsperrfilter direkt auf einen der Konversionskörper aufgebracht und ist dieser Verbund über eine Fügeverbindingsschicht, vorzugsweise Klebstoffschicht, mit dem anderen Konversionskörper verbunden.

[0049] Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung eines vorliegend offenbaren Konversionselements, bei welcher die Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche des ersten Konversionskörpers mit kurzwelliger Pumpstrahlung bestrahlt wird, vorzugsweise mit blauem Pumplicht.

[0050] Auch aufgrund der vorliegend beschriebenen Hochtemperatureignung, kann das erfindungsgemäße Konversionselement in besonders vorteilhafter Weise bei Anwendungen eingesetzt werden, die eine hohe Leuchtdichte erfordern, etwa im Bereich der Bühnenbeleuchtung oder der Kraftfahrzeug-Außenbeleuchtung, und zwar besonders bevorzugt zur Ausleuchtung der Straße. Bevorzugt wird das Konversionselement also in einer Beleuchtungsvorrichtung eingesetzt, die das Abblend- und/oder Fernlicht eines Kraftfahrzeugs zur Verfügung stellt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0051] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht immer im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

[0052] Im Einzelnen zeigt:

[0053] Fig. 1 ein erstes erfindungsgemäßes Konversionselement in einer schematischen Schnittdarstellung;

[0054] Fig. 2 ein zweites erfindungsgemäßes Konversionselement in einer schematischen Schnittdarstellung.

[0055] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Konversionselement **1**, das auf eine InGaN-LED **2** als Pumplichtquelle aufgebracht ist und gemeinsam mit dieser eine Beleuchtungsvorrichtung darstellt. Die InGaN-LED **2** emittiert an einer Lichtabstrahlfläche **3** blaues Pumplicht **4**, das von dem Konversionselement **1** zum Teil konvertiert wird, und zwar in grünes Konversionslicht **5** und rotes Konversionslicht **6**. Da nicht das gesamte blaue Pumplicht **4** konvertiert wird, resultiert im Ergebnis weißes Mischlicht.

[0056] Das erfindungsgemäße Konversionselement **1** ist aus einem ersten Konversionskörper **7** und einem zweiten Konversionskörper **8** aufgebaut, wobei das blaue Pumplicht **4** von ersterem zu dem roten Konversionslicht **6** und von letzterem zu dem grünen Konversionslicht **5** konvertiert wird (jeweils nur ein Teil des den entsprechenden Konversionskörper **7**, **8** durchsetzenden Pumplichts **4**).

[0057] Beide Konversionskörper **7**, **8** sind jeweils für sich aus dem jeweiligen Leuchtstoff gesinterte Keramikkörper. Bei dem ersten Konversionskörper **7** handelt es sich um eine SCASN-Keramik und bei dem zweiten Konversionskörper **8** um eine YAG-Keramik. Das erste Konversionslicht **6** ist rotes Licht, das zweite Konversionslicht **5** ist grünes Licht.

[0058] Die Emission des Konversionslichts erfolgt im Prinzip statistisch zufallsverteilt omnidirektional, es wird also vereinfacht gesprochen die Hälfte des Lichts in Richtung zur LED **2** hin abgegeben. Das rote Konversionslicht **6** wird zumindest zum Teil an der LED **2** reflektiert und so letztlich der Anwendung zur Verfügung gestellt. Das grüne Konversionslicht **5** würde im ersten Konversionskörper **7** jedoch weitgehend absorbiert werden, insbesondere ein kurzweiliger Anteil davon. Im Ergebnis wäre die Effizienz reduziert und insbesondere die Farbwiedergabe (aufgrund der „Lücke“ im Spektrum) verschlechtert.

[0059] Erfindungsgemäß ist zwischen dem ersten **7** und dem zweiten Konversionskörper **8** deshalb ein Bandsperrfilter **10** vorgesehen, der das blaue Pumplicht **4** und das rote Konversionslicht **6** weitgehend transmittiert, jedoch zwischen ca. 470 nm und 600 nm ein Reflexionsfenster hat und damit das grüne Konversionslicht **5** jedenfalls zum Teil reflektiert.

[0060] In der Figur sind zwei Situationen für das grüne Konversionslicht **5** dargestellt, nämlich zum einen grünes Konversionslicht **5**, das ohnehin in Richtung der Austrittsfläche **11** des zweiten Konversionskörpers **8** abgegeben wird und zum anderen grünes Konversionslicht **5**, das zur Pumplicht-Eintrittsfläche **12** des zweiten Konversionskörpers **8** abgege-

ben wird. Letzteres wird an dem Bandsperrfilter **10** reflektiert, um anschließend ebenfalls an der Konversionslicht-Austrittsfläche **11** des zweiten Konversionskörpers **8** auszutreten.

[0061] Der Bandsperrfilter **10** ist ein direkt auf den zweiten Konversionskörper **8** abgeschiedenes Mehrschichtsystem.

[0062] Der Verbund aus zweitem Konversionskörper **8** und Bandsperrfilter **10** ist über eine (der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellte) Klebstoffschicht mit der Konversionslicht-Austrittsfläche **13** des ersten Konversionskörpers **7** verbunden, und zwar mittels eines Silikonbasierten Klebstoffs. Der erste Konversionskörper **7** ist seinerseits ebenfalls über eine Schicht aus Silikonbasiertem Klebstoff (nicht dargestellt) mit der LED **2** verbunden. Die Klebstoffschicht ist also zwischen der Pumplicht-Eintrittsfläche **14** des ersten Konversionskörpers **7** und der Lichtabstrahlfläche **3** der LED **2** angeordnet.

[0063] Das von der LED **2** an ihrer Abstrahlfläche **3** emittierte Primärlicht **4** durchsetzt dann also die Klebstoffschicht, um an der Pumplicht-Eintrittsfläche **14** des ersten Konversionskörpers **7** in das Konversionselement **1** einzutreten.

[0064] Im ersten Konversionskörper **7** wird ein Teil davon zu rotem Konversionslicht **6** konvertiert. Das rote Konversionslicht **6** und das blaue Pumplicht **4** können den Bandsperrfilter **10** passieren und so über die Pumplicht-Eintrittsfläche **12** des zweiten Konversionskörpers **8** in diesen eintreten. Im zweiten Konversionskörper **8** wird wiederum ein Teil des blauen Pumplichts **4** konvertiert, und zwar zu dem grünen Konversionslicht **5**. Das rote Konversionslicht **6** und ein verbleibender Teil des blauen Pumplichts **4** durchsetzen den zweiten Konversionskörper **8** und treten an dessen Konversionslicht-Austrittsfläche **11** zusammen mit dem grünen Konversionslicht **5** aus.

[0065] Fig. 2 zeigt ein zweites erfindungsgemäßes Konversionselement **1**, das in seinem Aufbau prinzipiell jenem gemäß Fig. 1 entspricht. Insoweit wird auf die vorstehende Beschreibung verwiesen, und es bezeichnen dieselben Bezugszeichen dieselben Teile (bzw. dasselbe Licht).

[0066] Bei dem Konversionselement **1** gemäß Fig. 2 ist lediglich zusätzlich an der Pumplicht-Eintrittsfläche **14** des ersten Konversionskörpers **7** ein Eintrittsfilter **21** vorgesehen, der für das blaue Pumplicht **4** transmissiv ist, das rote, im ersten Konversionskörper **7** erzeugte Konversionslicht **6** jedoch reflektiert. Mit dem Eintrittsfilter **21** wird dem roten Konversionslicht **6** im ersten Konversionskörper **7** eine Richtung vorgegeben (es geht indes nicht um das Vermeiden von Reabsorptionen).

[0067] Als Pumplichtquelle ist im Falle des Konversionselements **1** gemäß **Fig. 2** nämlich keine mit der Pumplicht-Eintrittsfläche **14** des ersten Konversionskörpers **7** in direktem optischen Kontakt stehende LED **2** vorgesehen, sondern das Pumplicht wird von einem zum Konversionselement **1** beabstandet angeordneten Blaulicht-Laser emittiert. Dieser ist nicht dargestellt, das Laser-Licht durchsetzt dem Konversionselement **1** vorgelagert einen Luftraum und trifft dann auf den Eintrittsfilter **21** und tritt über die Pumplicht-Eintrittsfläche **14** in den ersten Konversionskörper **7** ein. Hinsichtlich der weiteren Lichtausbreitung wird auf die vorstehende Offenbarung verwiesen.

Patentansprüche

1. Konversionselement **(1)** zur zumindest teilweisen Konversion von kurzwelliger Pumpstrahlung **(4)** zu Konversionsstrahlung **(5, 6)** längerer Wellenlänge, welches Konversionselement **(1)** aufweist einen ersten Konversionskörper **(7)**, der dazu ausgelegt ist, die kurzwellige Pumpstrahlung **(4)** zum Teil in langwellige Konversionsstrahlung **(6)** zu konvertieren, einen zweiten Konversionskörper **(8)**, der dazu ausgelegt ist, die kurzwellige Pumpstrahlung **(4)** zumindest zum Teil in mittelwellige Konversionsstrahlung **(5)** zu konvertieren, und einen Bandsperrfilter **(10)**, der für die kurzwellige Pumpstrahlung **(4)** und die langwellige Konversionsstrahlung **(6)** jedenfalls weitgehend transmissiv ist, die mittelwellige Konversionsstrahlung **(5)** jedoch zumindest zum Teil reflektiert, wobei der erste Konversionskörper **(7)** und der zweite Konversionskörper **(8)** jeweils eine Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(12, 14)** und eine Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche **(11, 13)** aufweisen, und wobei der Bandsperrfilter **(10)** zwischen der Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche **(13)** des ersten Konversionskörpers **(7)** und der Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(12)** des zweiten Konversionskörpers **(8)** angeordnet ist, um in dem zweiten Konversionskörper **(8)** erzeugte und in Richtung dessen Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(12)** emittierte mittelwellige Konversionsstrahlung **(5)** zumindest zum Teil zu reflektieren, und zwar in Richtung der Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche **(11)** des zweiten Konversionskörpers **(8)**.

2. Konversionselement **(1)** nach Anspruch 1, bei welcher die langwellige Konversionsstrahlung **(6)** rotes Konversionslicht und die mittelwellige Konversionsstrahlung **(5)** grünes Konversionslicht ist.

3. Konversionselement **(1)** nach Anspruch 2, bei welchem der Bandsperrfilter **(10)** zwischen 470 nm und 600 nm ein Reflexionsfenster hat, das eine Breite von mindestens 50 nm hat und in dem die mittlere Reflektivität für das im zweiten Konversionskörper **(8)** erzeugte und in Richtung dessen Pumpstrahlung-Ein-

trittsfläche **(12)** emittierte grüne Konversionslicht **(5)** mindestens 25 % beträgt.

4. Konversionselement **(1)** nach Anspruch 3, bei welchem zwischen 500 nm und 550 nm die mittlere Reflektivität für das im zweiten Konversionskörper **(8)** erzeugte und in Richtung dessen Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(12)** emittierte grüne Konversionslicht **(5)** mindestens 25 % beträgt.

5. Konversionselement **(1)** nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei welchem der erste Konversionskörper **(7)** als Konversionsmaterial zumindest eines von einem Nitridosilikat $M_2X_5Y_8:Eu$ und SCASN:Eu aufweist.

6. Konversionselement **(1)** nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei welchem der zweite Konversionskörper **(8)** als Konversionsmaterial ein Granat $A_3B_5O_{12}:Ce$ aufweist.

7. Konversionselement **(1)** nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem zumindest einer von dem ersten Konversionskörper **(7)** und dem zweiten Konversionskörper **(8)** eines von einem Konversionsmaterial-Einkristall und einer Konversionsmaterial-Keramik ist.

8. Konversionselement **(1)** nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem zumindest einer von dem ersten Konversionskörper **(7)** und dem zweiten Konversionskörper **(8)** aus einem Matrixmaterial mit einem darin eingebetteten Konversionsmaterial aufgebaut ist, welches Matrixmaterial eine Wärmeleitfähigkeit $\geq 0,5$ W/mK hat.

9. Konversionselement **(1)** nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der Bandsperrfilter **(10)** ein Mehrschichtsystem ist, welches direkt auf eine von der Konversionsstrahlungs-Austrittsfläche **(13)** des ersten Konversionskörpers **(7)** und der Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(12)** des zweiten Konversionskörpers **(8)** abgeschieden ist.

10. Konversionselement **(1)** nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem an der Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(14)** des ersten Konversionskörpers **(7)** ein Eintrittsfilter **(21)** vorgesehen ist, der für die kurzwellige Pumpstrahlung **(4)** jedenfalls weitgehend transmissiv, für die langwellige Konversionsstrahlung **(6)** jedoch zumindest teilweise reflektiv ist.

11. Beleuchtungsvorrichtung mit einem Konversionselement **(1)** nach einem der vorstehenden Ansprüche und einer Pumpstrahlungsquelle **(2)** zur Emission der kurzwelligen Pumpstrahlung **(4)**, wobei die Pumpstrahlungsquelle **(2)** so angeordnet ist, dass im Betrieb die kurzwellige Pumpstrahlung **(4)** auf die Pumpstrahlung-Eintrittsfläche **(14)** des ersten Konversionskörpers **(7)** fällt.

12. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 11 mit einem Konversionselement (1) nach Anspruch 10, bei welcher als Pumpstrahlungsquelle (2) eine LASER-Quelle vorgesehen ist, welche zu dem Konversionselement (1) beabstandet angeordnet ist.

13. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 11, bei welcher als Pumpstrahlungsquelle (2) eine LED vorgesehen ist, die dazu ausgelegt ist, an einer Abstrahlfläche (3) die kurzwellige Pumpstrahlung (4) zu emittieren, vorzugsweise eine InGaN-LED.

14. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, bei welcher die Abstrahlfläche (3) und das Konversionselement (1) in direktem optischen Kontakt miteinander vorgesehen sind.

15. Verwendung eines Konversionselements (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei welcher die Pumpstrahlungs-Eintrittsfläche (14) des ersten Konversionskörpers (7) mit kurzwelliger Pumpstrahlung (4) bestrahlt wird, vorzugsweise zur Bühnenbeleuchtung oder Kfz-Außenbeleuchtung, besonders bevorzugt zur Beleuchtung mit zumindest einem von Abblend- und Fernlicht.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

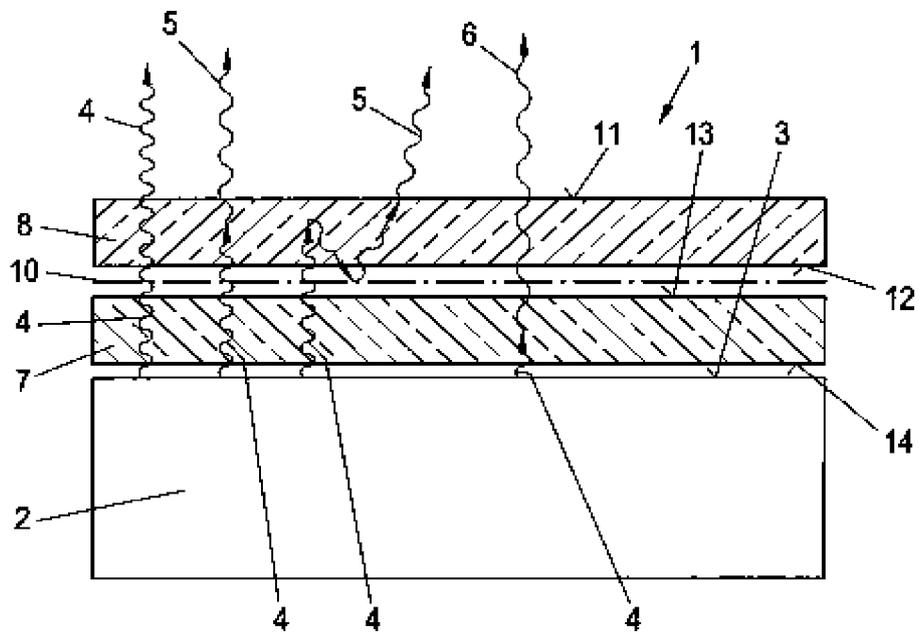


Fig. 1

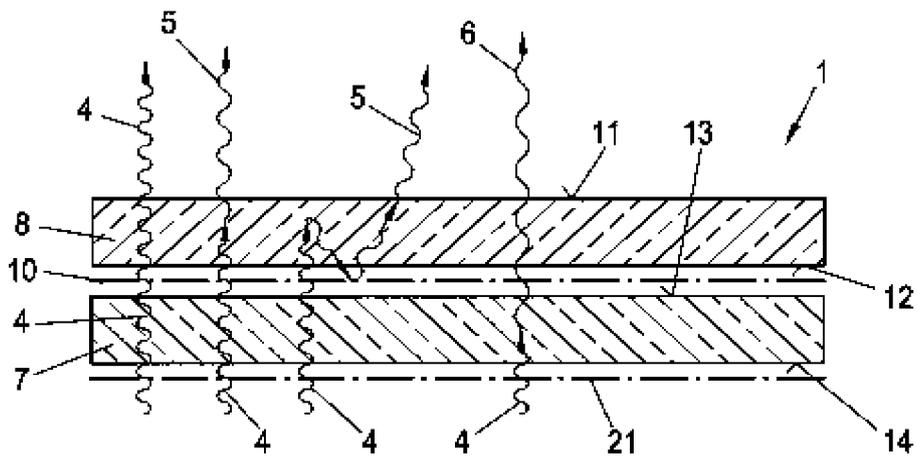


Fig. 2