

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
30. Oktober 2014 (30.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2014/173720 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 33/50* (2010.01) *H01L 33/56* (2010.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/057534
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
14. April 2014 (14.04.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
10 2013 207 460.3  
24. April 2013 (24.04.2013) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS  
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **KÖLPER, Christopher**; Liskircherstr. 11,  
93049 Regensburg (DE). **DIEZ, Carola**; Liskircherstr. 11,  
93049 Regensburg (DE).
- (74) **Anwalt: Patentanwaltskanzlei WILHELM & BECK**;  
Prinzenstr. 13, 80639 München (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

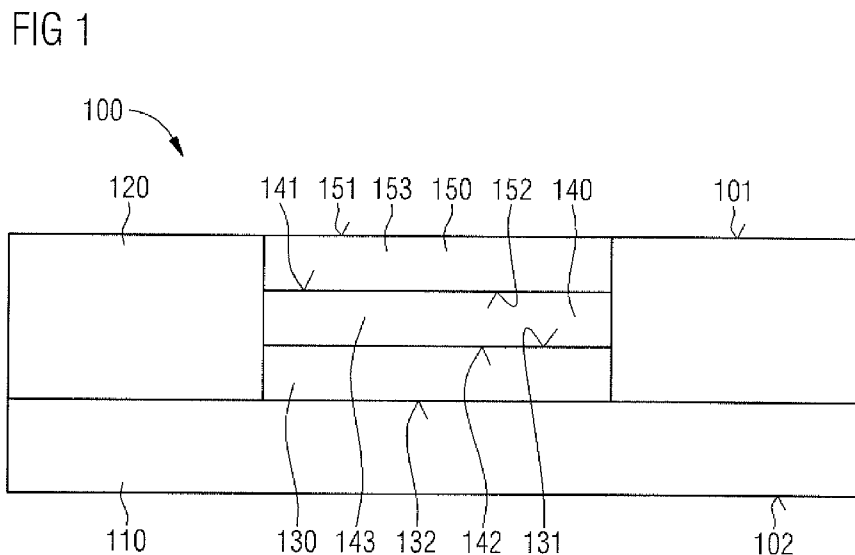
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,  
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,  
ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,  
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

- (54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT
- (54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT



(57) **Abstract:** An optoelectronic component comprises an optoelectronic semiconductor chip, a converter element which is arranged above the optoelectronic semiconductor chip and is designed to convert the wavelength of light emitted by the optoelectronic semiconductor chip, and a light-scattering element which is arranged above the converter element and has embedded light-scattering particles. The light-scattering particles have a size distribution with a full width at half maximum of less than 100 nm.

(57) **Zusammenfassung:** Ein optoelektronisches Bauelement umfasst einen optoelektronischen Halbleiterchip, ein über dem optoelektronischen Halbleiterchip angeordnetes Konverterelement, das dazu ausgebildet ist, eine Wellenlänge eines von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittierten Lichts zu

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/173720 A1



Beschreibung

Optoelektronisches Bauelement

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches  
5 Bauelement gemäß Patentanspruch 1.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen  
Patentanmeldung 10 2013 207 460.3, deren Offenbarungsgehalt  
hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Möglichkeiten  
10 bekannt, optoelektronische Bauelemente, beispielsweise  
Leuchtdioden-Bauelemente, herzustellen, die im Betrieb weißes  
Licht emittieren. Ein Typ zur Emission von weißem Licht vor-  
gesehener optoelektronischer Bauelemente weist optoelektro-  
nische Halbleiterchips, beispielsweise Leuchtdioden-Chips  
15 (LED-Chips), auf, die ausgebildet sind, Licht mit einer Wel-  
lenlänge aus dem blauen Spektralbereich zu emittieren. Bei diesen  
optoelektronischen Bauelementen ist außerdem ein wellenlän-  
genkonvertierendes Element vorgesehen, das einen Leuchtstoff  
aufweist. Das wellenlängenkonvertierende Element absorbiert  
20 einen Großteil des durch den optoelektronischen Halbleiterchip  
emittierten Lichts mit einer Wellenlänge aus dem blauen  
Spektralbereich und emittiert seinerseits Licht mit einer  
größeren Wellenlänge, beispielsweise Licht mit einer Wellenlänge  
aus dem gelben oder orangen Spektralbereich. Das im wellen-  
25 längenkonvertierenden Element erzeugte Licht vermischt sich mit  
dem verbleibenden Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen  
Spektralbereich. Das gemischte Licht unterschiedlicher Wel-  
lenlängen erscheint als weißes Licht mit einer gewünschten  
korrelierten Farbtemperatur.

30 Im Betrieb emittieren derartige optoelektronische Bauelemente  
weißes Licht. Im abgeschalteten Zustand erscheinen solche  
optoelektronischen Bauelemente von außen allerdings gelblich, da  
ein blauer Spektralanteil eines von außen auf das wellenlän-  
genkonvertierende Element des optoelektronischen Bauelements  
35 fallenden Lichts durch das wellenlängenkonvertierende Element

teilweise in Licht einer anderen Wellenlänge, beispielsweise in gelbes Licht, konvertiert wird. Das von dem optoelektronischen Bauelement reflektierte Licht weist dadurch einen höheren Gelbanteil auf als das übrige Umgebungslicht.

5 Es ist bekannt, das gelbliche Aussehen derartiger optoelektronischer Bauelemente im abgeschalteten Zustand durch Vorsehen eines lichtstreuenden Elements an der Außenseite des wellenlängenkonvertierenden Elements zu reduzieren. Das lichtstreuende Element weist dabei typischerweise lichtstreuende Partikel mit Radien zwischen 100 nm und 2000 nm auf. Das lichtstreuende Element streut von außen auf das optoelektronische Bauelement auftreffendes Umgebungslicht teilweise zurück, bevor dieses das wellenlängenkonvertierende Element erreicht. Dadurch wird nur ein geringerer Anteil des blauen  
10 Lichtanteils in gelbes Licht gewandelt und das optoelektronische Bauelement erscheint weniger gelblich. Allerdings wird durch das lichtstreuende Element auch im Betrieb des optoelektronischen Bauelements durch den optoelektronischen Halbleiterchip emittiertes Licht teilweise zurückgestreut, so dass die Effizienz des optoelektronischen Bauelements sinkt. Eine stärkere Reduzierung des Gelbeindrucks des abgeschalteten optoelektronischen Bauelements geht dabei auch mit einer stärkeren Reduzierung der Effizienz des optoelektronischen Bauelements einher.

25 Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein optoelektronisches Bauelement bereitzustellen. Diese Aufgabe wird durch ein optoelektronisches Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind verschiedene Weiterbildungen angegeben.

30 Ein optoelektronisches Bauelement umfasst einen optoelektronischen Halbleiterchip, ein über dem optoelektronischen Halbleiterchip angeordnetes Konverterelement, das dazu ausgebildet ist, eine Wellenlänge eines von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittierten Lichts zu konvertieren, und ein über  
35 dem Konverterelement angeordnetes lichtstreuendes Element, das eingebettete lichtstreuende Partikel aufweist. Dabei weisen die

lichtstreuenden Partikel eine Größenverteilung mit einer Halbwertbreite von weniger als 100 nm auf.

Vorteilhafterweise ist das lichtstreuende Element des optoelektronischen Bauelements dadurch ausgebildet, Licht wellenlängenabhängig zu streuen. Die Streuung von Licht erfolgt dabei gemäß der Mie-Theorie an den lichtstreuenden Partikeln des lichtstreuenden Elements. Der Streuquerschnitt und die Winkelverteilung des gestreuten Lichts hängen dabei von der Größe der lichtstreuenden Partikel und der Wellenlänge des Lichts ab. Die Größen der lichtstreuenden Partikel des lichtstreuenden Elements weichen wegen der geringen Halbwertbreite der Größenverteilung der lichtstreuenden Partikel nur in geringem Maß voneinander ab. Dadurch wird die Abhängigkeit des Streuquerschnitts von der Wellenlänge des Lichts vorteilhafterweise nicht über die Gesamtheit der lichtstreuenden Partikel des lichtstreuenden Elements herausgemittelt. Vielmehr weist das lichtstreuende Element als Ganzes wellenlängenabhängige Streueigenschaften auf.

Dabei wird Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich durch das lichtstreuende Element vorteilhafterweise stärker gestreut als Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich. Dadurch wird ein blauer Spektralanteil eines Umgebungslichts vorteilhafterweise an einem Vordringen zu dem Konverterelement des optoelektronischen Bauelements gehindert, wodurch auch eine Konversion des blauen Lichtanteils des Umgebungslichts in gelbes Licht verhindert wird. Gelbes Licht hingegen kann das lichtstreuende Element durchdringen und erfährt dabei nur in geringerem Maße eine Streuung. Dadurch kann auch gelbes Licht, das im Betrieb des optoelektronischen Bauelements im Konverterelement aus von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittiertem Licht erzeugt worden ist, das lichtstreuende Element weitgehend ungehindert durchdringen, wodurch ein Effizienzverlust des optoelektronischen Bauelements vermieden wird. Hierdurch kann das optoelektronische Bauelement im Betrieb vorteilhafterweise eine hohe Effizienz aufweisen,

während es im ausgeschalteten Zustand nur in geringem Maße einen gelblichen Eindruck vermittelt.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weisen die lichtstreuenden Partikel des lichtstreuenden Elements  
5 eine Größenverteilung mit einer Halbwertbreite von weniger als 50 nm auf, bevorzugt eine Größenverteilung mit einer Halbwertbreite von weniger als 20 nm. Vorteilhafterweise unterliegt die Wellenlängenabhängigkeit der Streuung an den lichtstreuenden Partikeln des lichtstreuenden Elements dadurch einer besonders  
10 geringen Mittelung, wodurch die Streueigenschaften des lichtstreuenden Elements als Ganzes eine besonders deutlich ausgeprägte Wellenlängenabhängigkeit aufweist.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weisen die lichtstreuenden Partikel einen durchschnittlichen  
15 Radius zwischen 30 nm und 200 nm auf, bevorzugt einen durchschnittlichen Radius zwischen 40 nm und 150 nm, besonders bevorzugt einen durchschnittlichen Radius zwischen 40 nm und 100 nm. Vorteilhafterweise streut das lichtstreuende Element des optoelektronischen Bauelements Licht mit einer Wellenlänge aus  
20 dem blauen Spektralbereich dann mit wesentlich größerem Streuquerschnitt als Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich. Dadurch kann Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich das lichtstreuende Element weitgehend ungehindert durchdringen, während das lichtstreuende Element  
25 Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich stark streut.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weisen die lichtstreuenden Partikel  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{GaN}$ ,  $\text{ZnO}$  oder ein Glas auf. Vorteilhafterweise besitzt das Material  
30 der lichtstreuenden Partikel dadurch eine Brechzahl  $n$ , die größer als eine Brechzahl  $n$  des Materials einer Matrix des lichtstreuenden Elements ist, in die die lichtstreuenden Partikel eingebettet sind.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements  
35 weist das lichtstreuende Element ein optisch transparentes

Material auf, wobei die lichtstreuenden Partikel in das optisch transparente Material eingebettet sind. Vorteilhafterweise erfolgt dann keine oder nur eine geringe Absorption von Licht an dem optisch transparenten Material des lichtstreuenden Elements, 5 wodurch eine Reduzierung der Effizienz des optoelektronischen Bauelements vorteilhafterweise verhindert wird.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weist das lichtstreuende Element Silikon auf. Vorteilhafterweise ist Silikon optisch weitgehend transparent und weist eine 10 niedrige Brechzahl auf. Außerdem lässt sich Silikon vorteilhafterweise einfach verarbeiten, wodurch das optoelektronische Bauelement einfach und kostengünstig herstellbar ist.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements weist das lichtstreuende Element eine Dicke zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 15 200  $\mu\text{m}$  auf. Vorteilhafterweise bewirkt das lichtstreuende Element dann eine ausreichende Abschirmung des Konverterelements vor von außen einfallendem Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements 20 weist das Konverterelement einen eingebetteten Leuchtstoff auf. Vorteilhafterweise kann der in das Konverterelement eingebettete Leuchtstoff von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittiertes Licht absorbieren und Licht mit einer anderen Wellenlänge emittieren. Dadurch bewirkt der in das Konverterelement ein- 25 gebettete Leuchtstoff eine Wellenlängenkonversion. Durch Mischung des von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittierten Lichts mit dem von dem Leuchtstoff des Konverterelements emittierten Licht kann sich weißes Licht mit einer gewünschten korrelierten Farbtemperatur ergeben.

30 In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist der optoelektronische Halbleiterchip ausgebildet, Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und 500 nm zu emittieren. Beispielsweise kann der optoelektronische Halbleiterchip auf dem Indium-Gallium-Nitrid-Materialsystem basieren. Vorteilhaft- 35 erweise kann Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und

500 nm durch das Konverterelement in Licht mit einer größeren Wellenlänge konvertiert werden. Dadurch lässt sich aus dem durch den optoelektronischen Halbleiterchip emittierten Licht andersfarbiges Licht erzeugen.

5 In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist das Konverterelement ausgebildet, von dem optoelektronischen Halbleiterchip emittiertes Licht in Licht mit einer Wellenlänge zwischen 500 nm und 800 nm zu konvertieren. Vorteilhafterweise ergibt eine Mischung des durch das Konverterelement erzeugten  
10 Lichts mit einem Anteil des durch den optoelektronischen Halbleiterchip emittierten Lichts weißes Licht mit einer gewünschten korrelierten Farbtemperatur.

In einer Ausführungsform des optoelektronischen Bauelements ist der optoelektronische Halbleiterchip ein Leuchtdiodenchip. Das  
15 optoelektronische Bauelement ist dann ein Leuchtdioden-Bauelement.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen  
20

Figur 1 eine schematische Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelements;

25 Figur 2 ein Größenverteilungsdiagramm einer Größe lichtstreuender Partikel;

Figur 3 ein Rückstreudiagramm eines partikelgrößenabhängigen Verlaufs eines Rückstreuquerschnitts;

Figur 4 ein Streudiagramm eines partikelgrößenabhängigen  
30 Verlaufs eines Streuquerschnitts;

Figur 5 ein Streuverhältnisdiagramm eines partikelgrößenabhängigen Streuquerschnittverhältnisses unterschiedlicher Wellenlängen zueinander und

Figur 6 ein Effizienzdiagramm zur Darstellung eines Zusammenhangs zwischen einem Farbeindruck und einer Effizienz des optoelektronischen Bauelements.

Figur 1 zeigt eine schematisierte Schnittdarstellung eines optoelektronischen Bauelements 100. Das optoelektronische Bauelement 100 kann beispielsweise ein Leuchtdioden-Bauelement sein. Das optoelektronische Bauelement 100 ist dazu vorgesehen, weißes Licht zu emittieren, also Licht mit einer weiß erscheinenden spektralen Zusammensetzung mit einer festgelegten korrelierten Farbtemperatur (CCT).

Das optoelektronische Bauelement 100 weist eine Oberseite 101 und eine der Oberseite 101 gegenüberliegende Unterseite 102 auf. Die Unterseite 102 des optoelektronischen Bauelements 100 wird durch einen Träger 110 gebildet. Der Träger 110 kann, in Figur 1 nicht dargestellte, elektrische Anschlusselemente des optoelektronischen Bauelements 100, beispielsweise Lötkontaktflächen, und andere elektrische Leitungen aufweisen.

Auf einer der Unterseite 102 des optoelektronischen Bauelements 100 abgewandten Oberseite des Trägers 110 ist ein optoelektronischer Halbleiterchip 130 angeordnet. Der optoelektronische Halbleiterchip 130 weist eine Oberseite 131 und eine der Oberseite 131 gegenüberliegende Unterseite 132 auf. Die Unterseite 132 des optoelektronischen Halbleiterchips 130 ist dem Träger 110 zugewandt.

An der Unterseite 132 des optoelektronischen Halbleiterchips 130 können elektrische Kontaktflächen des optoelektronischen Halbleiterchips 130 angeordnet sein, die in elektrisch leitender Verbindung mit entsprechenden Kontaktstellen des Trägers 110 stehen. Der Träger 110 stellt in diesem Fall elektrisch leitende Verbindungen zwischen elektrischen Anschlusselementen des

optoelektronischen Bauelements 100 und den elektrischen Kontaktflächen des optoelektronischen Halbleiterchips 130 her.

Der optoelektronische Halbleiterchip 130 ist dazu ausgebildet, an seiner Oberseite 131 elektromagnetische Strahlung zu emittieren. Der optoelektronische Halbleiterchip 130 kann insbesondere dazu ausgebildet sein, elektromagnetische Strahlung mit einer Wellenlänge aus dem sichtbaren Spektralbereich, also sichtbares Licht, zu emittieren. Insbesondere kann der optoelektronische Halbleiterchip 130 dazu ausgebildet sein, Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich zu emittieren. Beispielsweise kann der optoelektronische Halbleiterchip 130 ausgebildet sein, Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und 500 nm zu emittieren.

Der optoelektronische Halbleiterchip 130 kann beispielsweise ein Leuchtdiodenchip (LED-Chip) sein. In diesem Fall kann der optoelektronische Halbleiterchip 130 beispielsweise auf dem Indium-Gallium-Nitrid-Materialsystem (InGaN-Materialsystem) basieren. Der optoelektronische Halbleiterchip 130 könnte aber auch als Laserchip ausgebildet sein.

Über der Oberseite 131 des optoelektronischen Halbleiterchips 130 des optoelektronischen Bauelements 100 ist ein Konverterelement 140 angeordnet. Das Konverterelement 140 weist eine Oberseite 141 und eine der Oberseite 141 gegenüberliegende Unterseite 142 auf. Die Unterseite 142 des Konverterelements 140 ist der Oberseite 131 des optoelektronischen Halbleiterchips 130 zugewandt.

Das Konverterelement 140 weist einen eingebetteten Leuchtstoff 143 auf. Der Leuchtstoff 143 kann beispielsweise in Form von Konverterpartikeln in das Konverterelement 140 eingebettet sein. Der Leuchtstoff 143 kann beispielsweise ein organischer Leuchtstoff oder ein anorganischer Leuchtstoff sein. Der Leuchtstoff 143 kann auch Quantenpunkte aufweisen.

Der in das Konverterelement 140 eingebettete Leuchtstoff 143 ist dazu ausgebildet, Licht mit der durch den optoelektronischen

Halbleiterchip 130 emittierten Wellenlänge zu absorbieren und dafür Licht mit einer anderen, typischerweise größeren, Wellenlänge zu emittieren. Hierdurch bewirkt der Leuchtstoff 143 eine Wellenlängenkonversion. Der Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 kann beispielsweise dazu ausgebildet sein, das von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 emittierte Licht in Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben oder orangen Spektralbereich zu konvertieren. Beispielsweise kann der Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 dazu ausgebildet sein, das von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 emittierte Licht in Licht mit einer Wellenlänge zwischen 500 nm und 800 nm zu konvertieren.

Im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 konvertiert der Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 einen Großteil des von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 an der Oberseite 131 emittierten Lichts in Licht mit einer anderen Wellenlänge. Das unkonvertiert bleibende Restlicht des optoelektronischen Halbleiterchips 130 und das vom Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 konvertierte Licht mischen sich derart miteinander, dass das Mischlicht einen weißen Eindruck mit einer gewünschten korrelierten Farbtemperatur erzeugt. Das weiße Mischlicht tritt an der Oberseite 141 aus dem Konverterelement 140 des optoelektronischen Bauelements 100 aus.

Gewöhnliches Umgebungslicht, beispielsweise Sonnenlicht, weist in der Regel spektrale Anteile unterschiedlicher Wellenlängen auf. So weist Umgebungslicht häufig auch einen Anteil mit der Wellenlänge des von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 emittierten Lichts auf. Träfe solches Umgebungslicht, beispielsweise im abgeschalteten Zustand des optoelektronischen Bauelements 100, von außen auf das Konverterelement 140, so würde der in das Konverterelement 140 eingebettete Leuchtstoff 143 den spektralen Anteil des Umgebungslichts mit der Wellenlänge des durch den optoelektronischen Halbleiterchip 130 emittierten Lichts, beispielsweise den blauen spektralen Anteil, absorbieren und teilweise in Licht einer anderen Wellenlänge, beispielsweise in

gelbes oder oranges Licht, konvertieren. Das von dem Konverterelement 140 zurückgeworfene Licht erschiene dann gegenüber dem sonstigen Umgebungslicht gelblich. Die Oberseite 141 des Konverterelements 140 des optoelektronischen Bauelements 100  
5 sähe im abgeschalteten Zustand des optoelektronischen Bauelements 100 folglich gelb aus.

Um dies zu vermeiden, weist das optoelektronische Bauelement 100 ein lichtstreuendes Element 150 auf. Das lichtstreuende Element 150 weist eine Oberseite 151 und eine der Oberseite 151 gegenüberliegende Unterseite 152 auf. Die Unterseite 152 des  
10 lichtstreuenden Elements 150 ist der Oberseite 141 des Konverterelements 140 zugewandt. Die Oberseite 151 des lichtstreuenden Elements 150 bildet einen Teil der Oberseite 101 des optoelektronischen Bauelements 100. Zwischen seiner Oberseite  
15 151 und seiner Unterseite 152 weist das lichtstreuende Element 150 eine Dicke, die beispielsweise zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 200  $\mu\text{m}$  liegen kann.

Das lichtstreuende Element 150 weist eine Matrix aus einem optisch im Wesentlichen transparenten Material auf. Beispielsweise kann das lichtstreuende Element 150 Silikon aufweisen. In die Matrix des lichtstreuenden Elements 150 sind  
20 lichtstreuende Partikel 153 eingebettet. Die lichtstreuenden Partikel 153 weisen ein Material mit einem Brechungsindex (einer Brechzahl) auf, die sich von dem Brechungsindex des Materials der Matrix des lichtstreuenden Elements 150 unterscheidet. Beispielsweise können die lichtstreuenden Partikel 153  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  
25  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{GaN}$ ,  $\text{ZnO}$  oder ein Glas aufweisen. Die in das lichtstreuende Element 150 eingebetteten lichtstreuenden Partikel 153 sind bevorzugt im Wesentlichen kugelförmig ausgebildet.  
30

Das lichtstreuende Element 150 des optoelektronischen Bauelements 100 ist dazu ausgebildet, auf das lichtstreuende Element 150 auftreffendes und durch das lichtstreuende Element 150 verlaufendes Licht zu streuen. Die Streuung des Lichts erfolgt  
35 dabei an den in das lichtstreuende Element 150 eingebetteten lichtstreuenden Partikeln 153. Die Lichtstreuung im licht-

streuenden Element 150 erfolgt abhängig von der Wellenlänge des Lichts. Licht mit der Wellenlänge des von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 emittierten Lichts, beispielsweise Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, wird im  
5 lichtstreuenden Element 150 stark gestreut. Licht mit der Wellenlänge des durch den Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 emittierten Lichts, beispielsweise Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben oder orangen Spektralbereich, wird im lichtstreuenden Element 150 weniger stark gestreut.

10 Die wellenlängenabhängige Streuung des Lichts im lichtstreuenden Element 150 bewirkt, dass von von außen auf das optoelektronische Bauelement 100 fallendem Umgebungslicht jene spektralen Anteile, deren Wellenlänge der Wellenlänge des von dem optoelektronischen Halbleiterchip 130 emittierten Lichts entspricht, und die durch  
15 den Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 konvertiert würden, durch das lichtstreuende Element 150 mittels starker Streuung an einem Vordringen zum Konverterelement 140 gehindert werden. Dadurch wird eine Wellenlängenkonvertierung dieser spektralen Anteile des Umgebungslichts verhindert, wodurch das  
20 optoelektronische Bauelement 100 im abgeschalteten Zustand von außen betrachtet weniger gelb erscheint. Im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 kann durch den Leuchtstoff 143 des Konverterelements 140 emittiertes Licht, beispielsweise Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben oder orangen  
25 Spektralbereich, das lichtstreuende Element 150 des optoelektronischen Bauelements 100 weitgehend ungehindert durchdringen, ohne stark gestreut zu werden. Hierdurch bewirkt das lichtstreuende Element 150 des optoelektronischen Bauelements 100 im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 nur eine  
30 geringe Abnahme der Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100.

Der durch den optoelektronischen Halbleiterchip 130, das Konverterelement 140 und das lichtstreuende Element 150 gebildete Stapel des optoelektronischen Bauelements 100 ist in  
35 einem Rahmen 120 angeordnet. Der Rahmen schließt an der Oberseite 101 des optoelektronischen Bauelements 100 im Wesentlichen

bündig mit der Oberseite 151 des lichtstreuenden Elements 150 ab. Der Rahmen 120 kann beispielsweise durch ein Vergussmaterial gebildet sein, in das der Stapel aus dem optoelektronischen Halbleiterchip 130, dem Konverterelement 140 und dem lichtstreuenden Element 150 eingegossen ist.

An der Oberseite 101 des optoelektronischen Bauelements 100 kann zusätzlich eine in Figur 1 nicht dargestellte optische Linse angeordnet sein. Die optische Linse kann auch durch das lichtstreuende Element 150 gebildet werden. In diesem Fall kann die Oberseite 151 des lichtstreuenden Elements 150 beispielsweise konvex ausgebildet sein.

Die wellenlängenabhängigen Streueigenschaften des lichtstreuenden Elements 150 basieren auf einer Ausnutzung der Wellenlängenabhängigkeit der Mie-Streuung, wie nachfolgend erläutert wird. Als Mie-Streuung wird eine elastische Streuung elektromagnetischer Wellen an sphärischen Objekten bezeichnet, deren Durchmesser in der Größenordnung der Wellenlänge der Strahlung liegt. Der Streuquerschnitt und die Raumwinkelverteilung der gestreuten elektromagnetischen Strahlung hängen dabei von dem Durchmesser der Partikel, von den Brechungsindizes der Partikel und des die Partikel umgebenden Mediums und von der Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung ab.

Figur 2 zeigt ein schematisches Größenverteilungsdiagramm 200 zur Erläuterung der Größenverteilung der in das lichtstreuende Element 150 eingebetteten lichtstreuenden Partikel 153. Auf einer horizontalen Achse des Größenverteilungsdiagramms 200 ist ein Partikelradius 201 in nm aufgetragen. Auf einer vertikalen Achse des Größenverteilungsdiagramms 200 ist eine relative Häufigkeit 202 der lichtstreuenden Partikel 153 eines festgelegten Partikelradius in willkürlichen Einheiten aufgetragen.

Eine Größenverteilung 210 gibt eine exemplarische Verteilung der Größen der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 wieder. Die Größenverteilung 210 ist als schmaler Peak mit einer Halbwertbreite 211 um einen mittleren Partikelradius 212 ausgebildet

Der mittlere Partikelradius 212 liegt zwischen 30 nm und 200 nm. Bevorzugt liegt der mittlere Partikelradius 212 zwischen 40 nm und 150 nm. Besonders bevorzugt liegt der mittlere Partikelradius 212 zwischen 40 nm und 100 nm. Im in Figur 2 dargestellten  
5 Beispiel beträgt der mittlere Partikelradius 212 100 nm.

Die Halbwertbreite 211 der Größenverteilung 210 beträgt weniger als 100 nm. Bevorzugt beträgt die Halbwertbreite 211 der Größenverteilung 210 sogar weniger als 50 nm, besonders bevorzugt sogar weniger als 20 nm. Im in Figur 2 dargestellten  
10 Beispiel liegt die Halbwertbreite 211 der Größenverteilung 210 sogar bei nur etwa 10 nm.

Durch die geringe Halbwertbreite 211 der Größenverteilung 210 der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 des optoelektronischen Bauelements 100 wird verhindert, dass  
15 sich die Wellenlängenabhängigkeit des Streuquerschnitts und der Streuwinkelverteilung herausmittelt. Dadurch weist die Lichtstreuung an der Gesamtheit der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 des optoelektronischen Bauelements 100 eine starke Abhängigkeit von der Wellenlänge des  
20 gestreuten Lichts auf.

Figur 3 zeigt zur Illustration dieser Tatsache ein schematisches Rückstreudiagramm 300. Auf einer horizontalen Achse des Rückstreudiagramms 300 ist der mittlere Partikelradius 212 der Größenverteilung 210 der lichtstreuenden Partikel 153 des  
25 lichtstreuenden Elements 150 des optoelektronischen Bauelements 100 in  $\mu\text{m}$  in logarithmischer Darstellung aufgetragen. Auf einer vertikalen Achse des Rückstreudiagramms 300 ist ein Rückstreiquerschnitt 302 in logarithmischer Darstellung aufgetragen. Der Rückstreiquerschnitt 302 stellt ein Maß für eine  
30 Wahrscheinlichkeit dar, mit der auf das lichtstreuende Element 150 auftreffendes Licht entgegen der Einfallsrichtung zurückgestreut wird. Das Rückstreudiagramm 300 stellt die Verhältnisse exemplarisch für lichtstreuende Partikel 153 mit einem Brechungsindex  $n = 2,5$  dar, die in eine Matrix mit einem  
35 Brechungsindex  $n = 1,4$  eingebettet sind. Das Rückstreudiagramm 300 ist für lichtstreuende Partikel 153 mit einer Größenver-

teilung 210 mit der in Figur 2 dargestellten Halbwertbreite 211 gültig.

Ein erster Rückstreuquerschnittverlauf 310 stellt die Abhängigkeit des Rückstreuquerschnitts 302 vom mittleren Partikelradius 212 beispielhaft für einfallendes Licht mit einer Wellenlänge von 440 nm, also für Licht mit einer Wellenlänge aus dem blauen Spektralbereich, dar. Ein zweiter Rückstreuquerschnittverlauf 320 stellt die Abhängigkeit des Rückstreuquerschnitts 302 vom mittleren Partikelradius 212 beispielhaft für einfallendes Licht mit einer Wellenlänge von 580 nm, also für Licht mit einer Wellenlänge aus dem gelben Spektralbereich, dar. Erkennbar ist, dass sich der erste Rückstreuquerschnittverlauf 310 und der zweite Rückstreuquerschnittverlauf 320 in einem weiten Bereich des mittleren Partikelradius 212 deutlich voneinander unterscheiden. Dies gilt insbesondere in einem mittleren Partikelradiusbereich 301 von 40 nm bis 150 nm. Bei noch kleinerem mittlerem Partikelradius 212 fallen beide Rückstreuquerschnittverläufe 310, 320 stark ab, sinkt also die Streuwahrscheinlichkeit insgesamt stark ab. Bei größerem mittleren Partikelradius 212 nähern sich beide Rückstreuquerschnittverläufe 310, 320 einem gemeinsamen Grenzwert an.

Figur 4 zeigt ein schematisches Streudiagramm 400. Auf einer horizontalen Achse des Streudiagramms 400 ist wiederum der mittlere Partikelradius 212 in  $\mu\text{m}$  in logarithmischer Darstellung aufgetragen. Auf einer horizontalen Achse des Streudiagramms 400 ist ein Streuquerschnitt 402 in logarithmischer Darstellung aufgetragen. Der Streuquerschnitt 402 stellt ein Maß für die Wahrscheinlichkeit einer Streuung an einem lichtstreuenden Partikel 153 insgesamt dar, unabhängig von der Streurichtung.

Ein erster Streuquerschnittverlauf 410 stellt die Abhängigkeit des Streuquerschnitts 402 von dem mittleren Partikelradius 212 für einfallendes Licht mit einer beispielhaften Wellenlänge von 440 nm dar. Ein zweiter Streuquerschnittverlauf 420 stellt die Abhängigkeit des Streuquerschnitts 402 von dem mittleren Partikelradius 212 der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 exemplarisch für einfallendes Licht

mit einer Wellenlänge von 580 nm dar. Die Streuquerschnittverläufe 410, 420 gelten unter denselben Bedingungen und Eigenschaften des lichtstreuenden Elements 150 wie die Rückstreuquerschnittverläufe 310, 320 des Rückstreudiagramms 300 der Figur 3.

Das Streudiagramm 400 zeigt, dass die Streuquerschnittverläufe 410, 420 sich in einem breiten Bereich des mittleren Partikelradius 212 deutlich voneinander unterscheiden. Insbesondere in dem mittleren Partikelradiusbereich 301 des mittleren Partikelradius 212 verläuft der erste Streuquerschnittverlauf 410 deutlich über dem zweiten Streuquerschnittverlauf 420. Dies bedeutet, dass bei einem mittleren Partikelradius 212 der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 aus dem mittleren Partikelradiusbereich 301 die Wahrscheinlichkeit einer Streuung für Licht mit einer Wellenlänge von 440 nm, also für blaues Licht, deutlich größer ist als für Licht mit einer Wellenlänge von 580 nm, also für gelbes Licht. Bei sehr kleinem mittleren Partikelradius 212 fallen beide Streuquerschnittverläufe 410, 420 stark ab, sinkt also die Streuwahrscheinlichkeit insgesamt stark ab. Bei sehr großem mittleren Partikelradius 212 nähern sich beide Streuquerschnittverläufe 410, 420 einem gemeinsamen Grenzwert an.

Dieser Zusammenhang ist deutlicher noch einmal in einem in Figur 5 gezeigten schematischen Streuverhältnisdiagramm 500 dargestellt. Auf einer horizontalen Achse des Streuverhältnisdiagramms 500 ist der mittlere Partikelradius 212 der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 in  $\mu\text{m}$  in logarithmischer Darstellung aufgetragen. Auf einer vertikalen Achse des Streuverhältnisdiagramms 500 ist ein Streuquerschnittverhältnis 502 in logarithmischer Darstellung aufgetragen.

Ein erster Streuquerschnittverhältnisverlauf 510 gibt das Verhältnis des ersten Streuquerschnittverhältnisverlaufs 410 zum zweiten Streuquerschnittverhältnisverlauf 420 des Streudiagramms 400 wieder. Ein Rückstreuquerschnittverhältnisverlauf 520 gibt das Verhältnis des ersten Rückstreuquerschnittverlaufs

310 zum zweiten Rückstreuquerschnittverlauf 320 des Rückstreuendiagramms 300 wieder.

Aus dem Streuverhältnisdiagramm 500 der Figur 5 ist erkennbar, dass der Streuquerschnittverhältnisverlauf 510 im mittleren Partikelradiusbereich 301 des mittleren Partikelradius 212 der lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 deutlich oberhalb des Werts 1 verläuft, der erste Streuquerschnittverlauf 410 also größer als der zweite Streuquerschnittverlauf 420 ist. Dies bedeutet, dass für Licht mit einer Wellenlänge von 440 nm ein größerer Streuquerschnitt 402 besteht als für Licht mit einer Wellenlänge von 580 nm, wenn die lichtstreuenden Partikel 153 des lichtstreuenden Elements 150 eine Größenverteilung 210 mit einem mittleren Partikelradius 212 aus dem mittleren Partikelradiusbereich 301 aufweisen. In diesem Fall kann Licht mit einer Wellenlänge von 580 nm das lichtstreuende Element 150 im Wesentlichen ungestreut durchdringen, während Licht mit einer Wellenlänge von 440 nm an den lichtstreuenden Partikeln 153 des lichtstreuenden Elements 150 gestreut wird.

Die beschriebene Wellenlängenabhängigkeit des Streuquerschnitts 402 der Mie-Streuung an den lichtstreuenden Partikeln 153 des lichtstreuenden Elements 150 des optoelektronischen Bauelements 100 lässt sich ausnutzen, um ein gelbliches Aussehen des optoelektronischen Bauelements 100 im ausgeschalteten Zustand zu reduzieren, ohne dabei die Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100 stark zu verschlechtern.

Figur 6 zeigt zur Illustration dieser Möglichkeit ein schematisches Effizienzdiagramm 600. Auf einer horizontalen Achse des Effizienzdiagramms 600 ist eine Farbabweichung 601 in  $\Delta CxCy$  aufgetragen. Auf einer vertikalen Achse des Effizienzdiagramms 600 ist eine optische Effizienz 602 in  $\Phi E(90^\circ)$ , normiert auf die Effizienz eines Referenzbauteils ohne Streuelement, aufgetragen. Die horizontale Achse gibt an, wie groß die Farbabweichung 601 des optoelektronischen Bauelements 100 im ausgeschalteten Zustand von einem weißen Aussehen ist. Ein kleinerer Wert, also ein Punkt weiter links im Effizienzdiagramm 600, ist

bevorzugt. Die vertikale Achse des Effizienzdiagramms 600 gibt an, wie groß die optische Effizienz des optoelektronischen Bauelements 100 ist. Ein höherer Wert, also ein Punkt weiter oben im Effizienzdiagramm 600, ist bevorzugt.

5 Eine Anzahl herkömmlicher Eigenschaftsverhältnisse 610 stellt Kombinationen von Werten der Farbabweichung 601 und der optischen Effizienz 602 dar, die sich mit einem optoelektronischen Bauelement mit einem lichtstreuenden Element mit eingebetteten  
10 lichtstreuenden Partikeln mit einer sehr breiten Größenverteilung erreichen lassen. Die lichtstreuenden Partikel weisen dabei Größen zwischen 100 nm und 2000 nm auf. Wird die Dichte der in das lichtstreuende Element eingebetteten lichtstreuenden Partikel oder die Dicke des lichtstreuenden Elements erhöht, so reduziert sich die Farbabweichung 601, jedoch auch die optische  
15 Effizienz 602.

Eigenschaftsverhältnisse 611 bis 621 geben Kombinationen der Werte von Farbabweichungen 601 und optischer Effizienz 602 an, die sich bei dem optoelektronischen Bauelement 100 mit dem lichtstreuenden Element 150 mit eingebetteten lichtstreuenden  
20 Partikeln 153 mit der Größenverteilung 210 mit der niedrigen Halbwertbreite 211 erzielen lassen. Der besseren Vergleichbarkeit halber ist bei jedem der Eigenschaftsverhältnisse 611 bis 621 die Dichte des in das Konverterelement 140 eingebetteten Leuchtstoffs 143 so angepasst, dass das im Betrieb des optoelektronischen Bauelements 100 abgestrahlte Licht dieselbe  
25 korrelierte Farbtemperatur von etwa 5500 K aufweist wie die optoelektronischen Bauelemente mit den herkömmlichen Eigenschaftsverhältnissen 610.

Ein erstes Eigenschaftsverhältnis 611 stellt sich bei einem  
30 mittleren Partikelradius 212 von 30 nm ein. Ein zweites Eigenschaftsverhältnis 612 stellt sich bei einem mittleren Partikelradius 212 von 40 nm ein. Ein drittes Eigenschaftsverhältnis 613 stellt sich bei einem mittleren Partikelradius 212 von 50 nm ein. Ein viertes Eigenschaftsverhältnis 614 stellt sich  
35 bei einem mittleren Partikelradius 212 von 60 nm ein. Ein fünftes Eigenschaftsverhältnis 615 stellt sich bei einem mittleren

Partikelradius 212 von 70 nm ein. Ein sechstes Eigenschafts-  
verhältnis 616 stellt sich bei einem mittleren Partikelradius 212  
von 80 nm ein. Ein siebtes Eigenschaftsverhältnis 617 stellt sich  
bei einem mittleren Partikelradius 212 von 90 nm ein. Ein acht  
5 Eigenschaftsverhältnis 618 stellt sich bei einem mittleren  
Partikelradius 212 von 100 nm ein. Ein neuntes Eigenschafts-  
verhältnis 619 stellt sich bei einem mittleren Partikelradius 212  
von 120 nm ein. Ein zehntes Eigenschaftsverhältnis 620 stellt  
sich bei einem mittleren Partikelradius 212 von 150 nm ein. Ein  
10 elftes Eigenschaftsverhältnis 621 stellt sich bei einem  
mittleren Partikelradius 212 von 200 nm ein.

Das Effizienzdiagramm 600 zeigt, dass sich bei einem mittleren  
Partikelradius 212 der in das lichtstreuende Element 150 des  
optoelektronischen Bauelements 100 eingebetteten lichtstreu-  
enden Partikel 153 von bis zu 30 nm (erstes Eigenschaftsver-  
hältnis 611) die Werte der optischen Effizienz 602 und der  
15 Farbabweichung 601 den herkömmlichen Eigenschaftsverhältnissen  
610 annähern, da bei lichtstreuenden Partikeln 153 mit derart  
kleinem mittleren Partikelradius 212 Licht aller Wellenlängen  
nur mit geringem Streuquerschnitt 402 gestreut wird. Bei  
20 mittleren Partikelradien 212 der lichtstreuenden Partikel 153  
des lichtstreuenden Elements 150 von 200 nm (elftes Eigen-  
schaftsverhältnis 621) und mehr nähern sich die Werte der  
optischen Effizienz 602 und der Farbabweichung 601 ebenfalls den  
25 herkömmlichen Eigenschaftsverhältnissen 610 an, da der Streu-  
querschnittverhältnisverlauf 510 in diesem Fall dem Grenzwert 1  
zustrebt, Licht aller Wellenlängen also mit etwa demselben  
Streuquerschnitt 402 gestreut wird. Falls die in das licht-  
streuende Element 150 des optoelektronischen Bauelements 100  
30 eingebetteten lichtstreuenden Partikel 153 jedoch einen  
mittleren Partikelradius 212 aus dem mittleren Partikelradi-  
usbereich 301 von 40 nm bis 150 nm aufweisen, lässt sich  
gleichzeitig eine geringere Farbabweichung 601 und eine höhere  
optische Effizienz 602 des optoelektronischen Bauelements 100  
35 erreichen als dies bei einem optoelektronischen Bauelement mit  
einem lichtstreuenden Element mit eingebetteten lichtstreuenden  
Partikeln mit einer breiten Größenverteilung der Fall ist.

Die Erfindung wurde anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben. Dennoch ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Beispiele eingeschränkt. Vielmehr können hieraus andere Variationen vom Fachmann abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

## Bezugszeichenliste

	100	optoelektronisches Bauelement
	101	Oberseite
5	102	Unterseite
	110	Träger
	120	Rahmen
	130	optoelektronischer Halbleiterchip
	131	Oberseite
10	132	Unterseite
	140	Konverterelement
	141	Oberseite
	142	Unterseite
	143	Leuchtstoff
15	150	lichtstreuendes Element
	151	Oberseite
	152	Unterseite
	153	lichtstreuendes Partikel
20	200	Größenverteilungsdiagramm
	201	Partikelradius
	202	relative Häufigkeit
	210	Größenverteilung
	211	Halbwertbreite
25	212	mittlerer Partikelradius
	300	Rückstreudiagramm
	301	mittlerer Partikelradiusbereich (40 nm bis 150 nm)
	302	Rückstreuquerschnitt
30	310	erster Rückstreuquerschnittverlauf (440 nm)
	320	zweiter Rückstreuquerschnittverlauf (580 nm)
	400	Streudiagramm
	402	Streuquerschnitt
35	410	erster Streuquerschnittverlauf (440 nm)
	420	zweiter Streuquerschnittverlauf (580 nm)
	500	Streuverhältnisdigramm

- 502 Streuquerschnittsverhältnis
- 510 Streuquerschnittsverhältnisverlauf (410/420)
- 520 Rückstreuquerschnittsverhältnisverlauf (310/320)
  
- 5 600 Effizienzdiagramm
- 601 Farbabweichung
- 602 optische Effizienz
- 610 herkömmliches Eigenschaftsverhältnis
- 611 erstes Eigenschaftsverhältnis (30 nm)
- 10 612 zweites Eigenschaftsverhältnis (40 nm)
- 613 drittes Eigenschaftsverhältnis (50 nm)
- 614 viertes Eigenschaftsverhältnis (60 nm)
- 615 fünftes Eigenschaftsverhältnis (70 nm)
- 616 sechstes Eigenschaftsverhältnis (80 nm)
- 15 617 siebtes Eigenschaftsverhältnis (90 nm)
- 618 achtes Eigenschaftsverhältnis (100 nm)
- 619 neuntes Eigenschaftsverhältnis (120 nm)
- 620 zehntes Eigenschaftsverhältnis (150 nm)
- 621 elftes Eigenschaftsverhältnis (200 nm)
  
- 20

## Patentansprüche

1. Optoelektronisches Bauelement (100)  
mit einem optoelektronischen Halbleiterchip (130),  
5  
einem über dem optoelektronischen Halbleiterchip (130)  
angeordneten Konverterelement (140), das dazu ausgebildet  
ist, eine Wellenlänge eines von dem optoelektronischen  
Halbleiterchip (130) emittierten Lichts zu konvertieren,  
10  
und einem über dem Konverterelement (140) angeordneten  
lichtstreuenden Element (150), das eingebettete licht-  
streuende Partikel (153) aufweist,  
15  
wobei die lichtstreuenden Partikel (153) eine Größenver-  
teilung (210) mit einer Halbwertbreite (211) von weniger als  
100 nm aufweisen.
2. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß Anspruch 1,  
20  
wobei die lichtstreuenden Partikel (153) eine Größenver-  
teilung (210) mit einer Halbwertbreite (211) von weniger als  
50 nm aufweisen, bevorzugt eine Größenverteilung (210) mit  
einer Halbwertbreite (211) von weniger als 20 nm.
- 25 3. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vor-  
hergehenden Ansprüche,  
wobei die lichtstreuenden Partikel (153) einen durch-  
schnittlichen Radius (212) zwischen 30 nm und 200 nm auf-  
weisen, bevorzugt einen durchschnittlichen Radius (212)  
30  
zwischen 40 nm und 150 nm, besonders bevorzugt einen  
durchschnittlichen Radius (212) zwischen 40 nm und 100 nm.
4. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vor-  
hergehenden Ansprüche,  
35  
wobei die lichtstreuenden Partikel (153)  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  
 $\text{AlN}$ ,  $\text{GaN}$ ,  $\text{ZnO}$  oder ein Glas aufweisen.

5. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das lichtstreuende Element (150) ein optisch transparentes Material aufweist, wobei die lichtstreuenden  
5 Partikel (153) in das optisch transparente Material eingebettet sind.
6. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10 wobei das lichtstreuende Element (150) Silikon aufweist.
7. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das lichtstreuende Element (150) eine Dicke zwischen  
15 5  $\mu\text{m}$  und 200  $\mu\text{m}$  aufweist.
8. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das Konverterelement (140) einen eingebetteten  
20 Leuchtstoff (143) aufweist.
9. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der optoelektronische Halbleiterchip (130) ausgebildet  
25 ist, Licht mit einer Wellenlänge zwischen 400 nm und 500 nm zu emittieren.
10. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 wobei das Konverterelement (140) ausgebildet ist, von dem optoelektronischen Halbleiterchip (130) emittiertes Licht in Licht mit einer Wellenlänge zwischen 500 nm und 800 nm zu konvertieren.
- 35 11. Optoelektronisches Bauelement (100) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der optoelektronische Halbleiterchip (130) ein Leuchtdiodenchip ist.

FIG 1

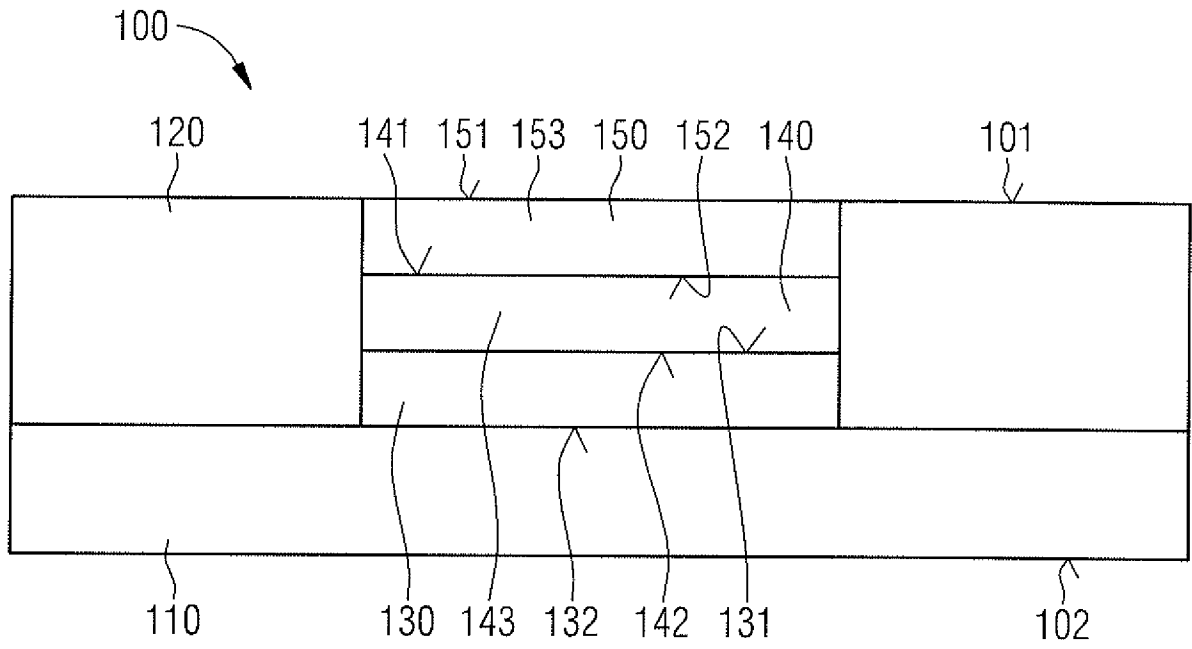


FIG 2

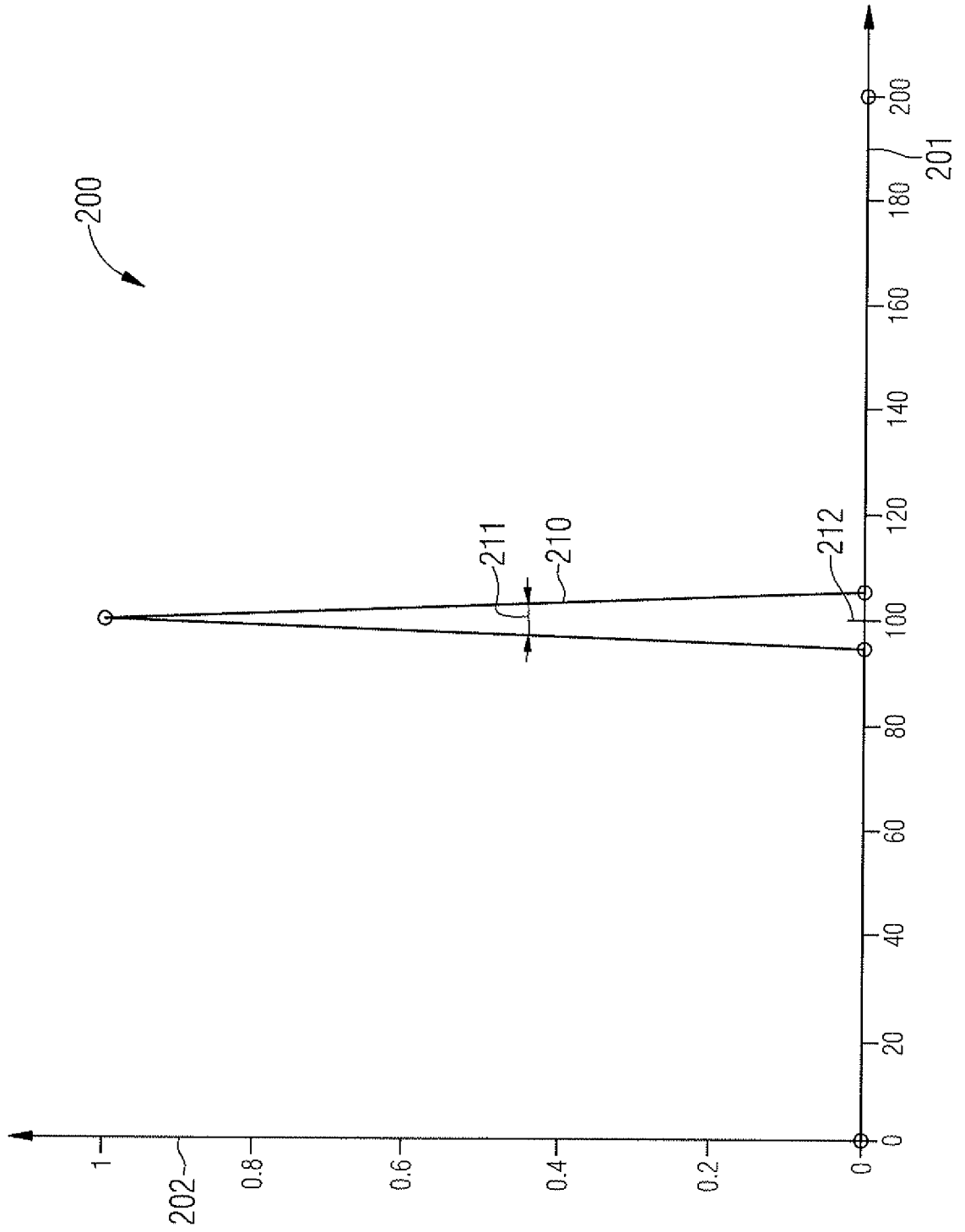


FIG 3

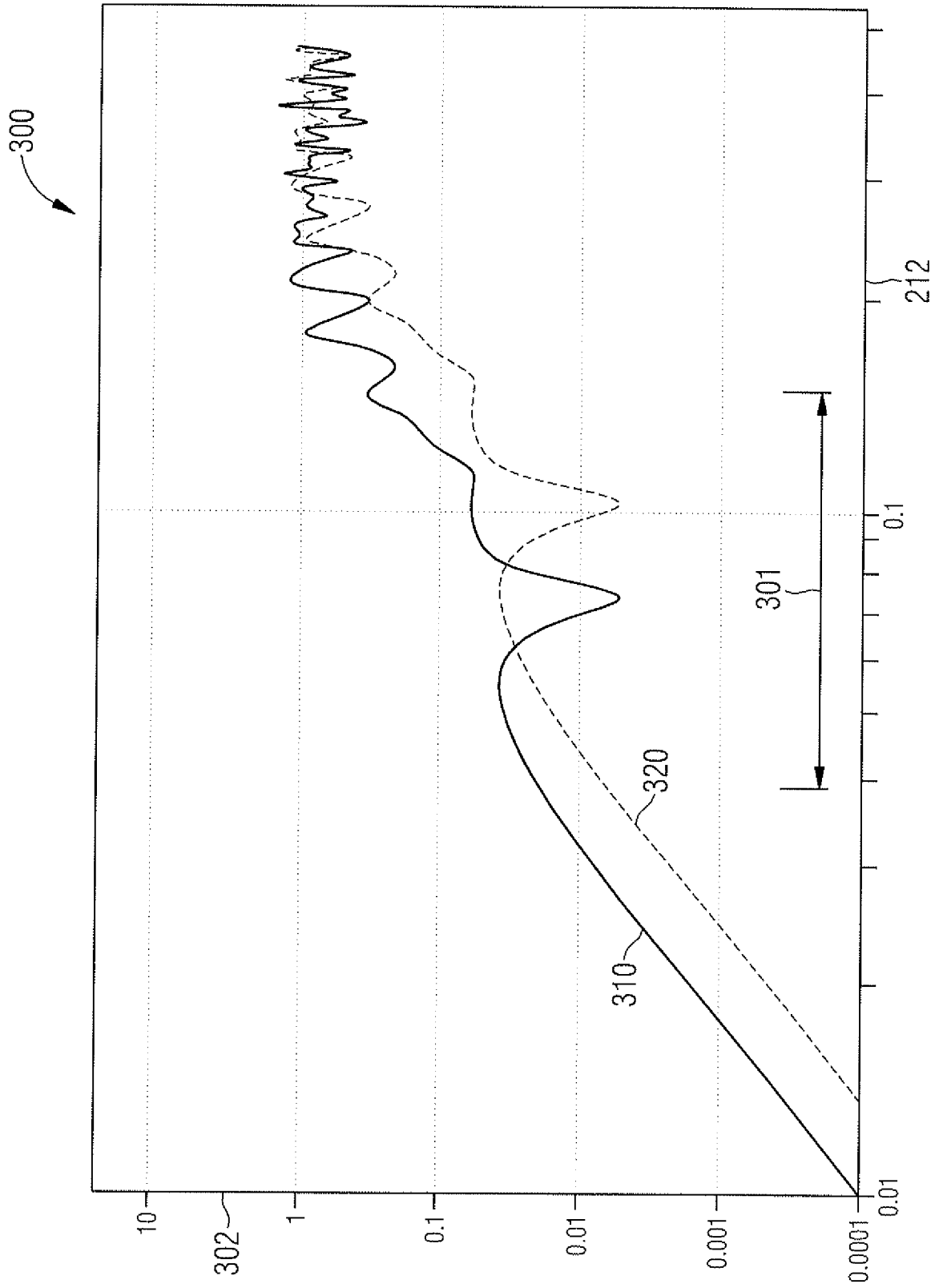


FIG 4

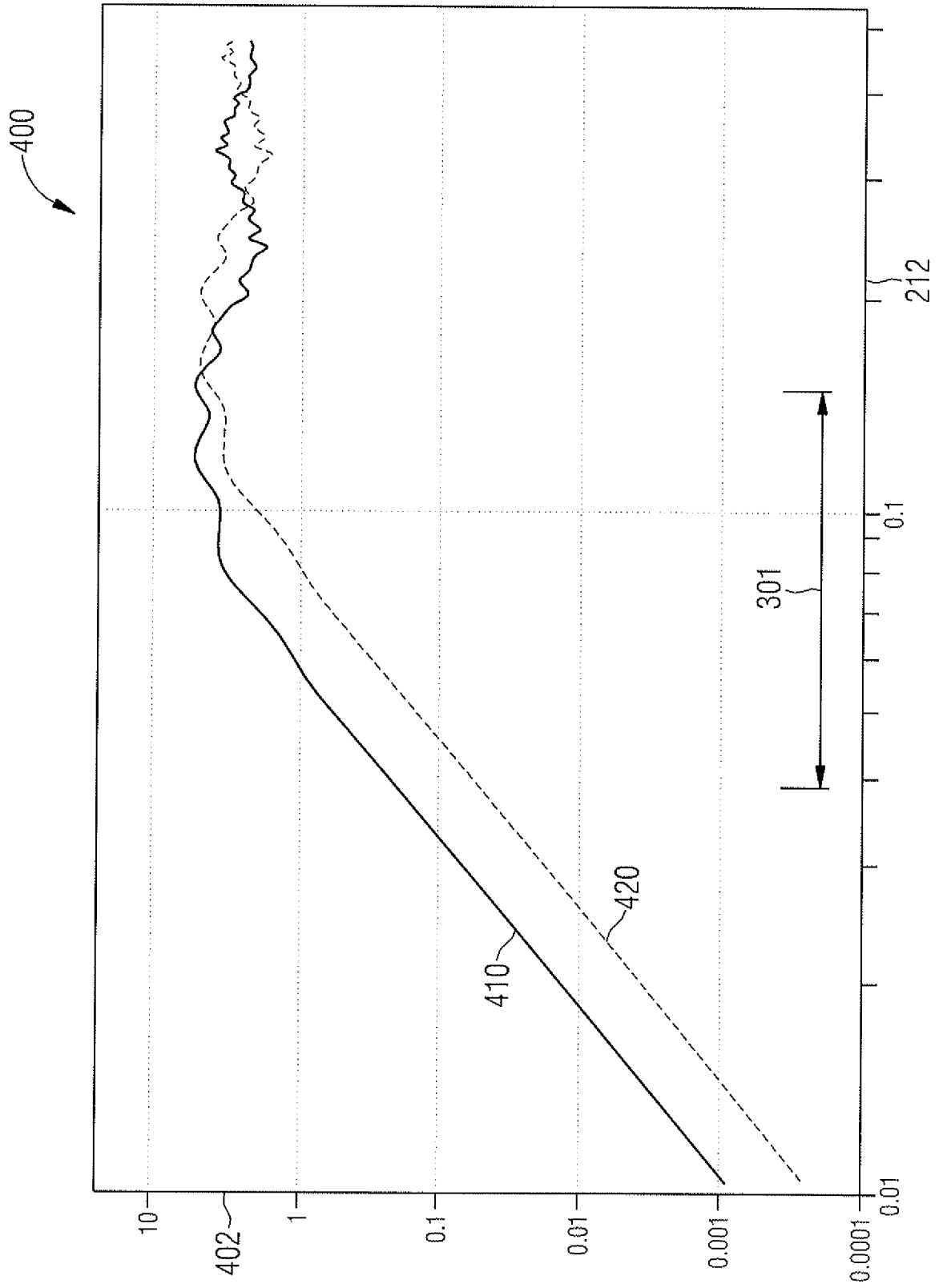


FIG 5

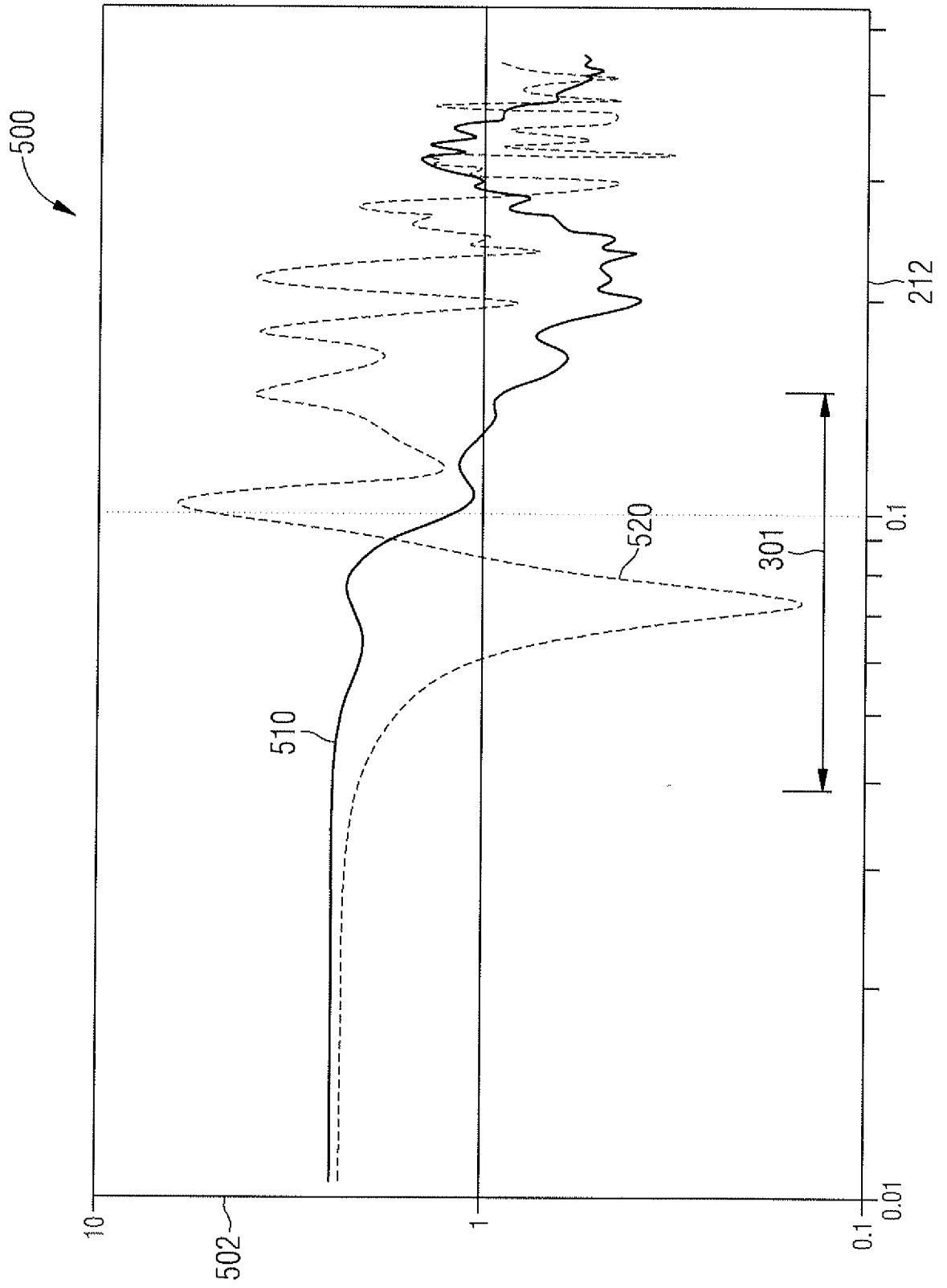
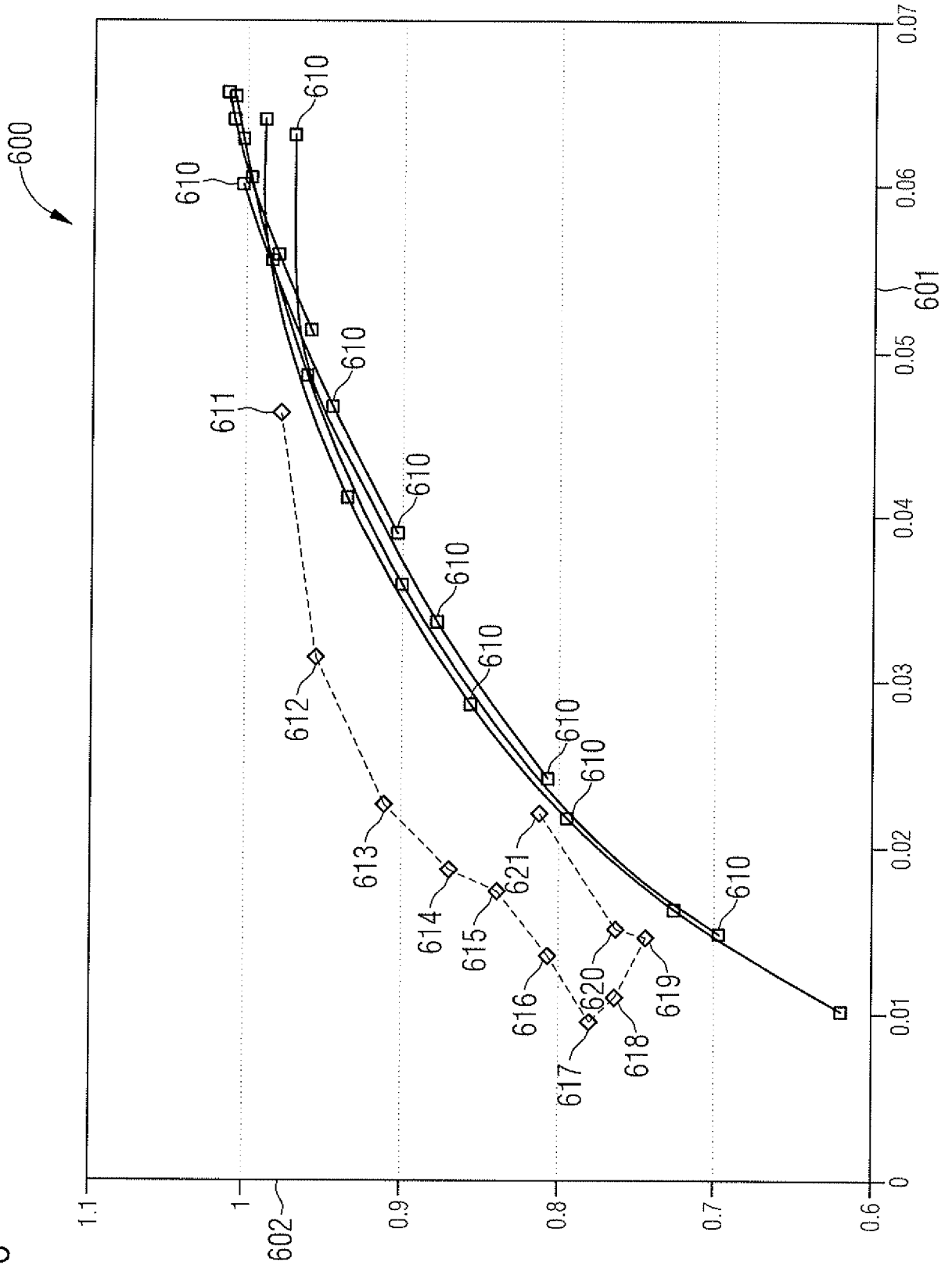


FIG 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/057534

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H01L33/50 H01L33/56 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/001151 A1 (LE TOQUIN RONAN [US]) 6 January 2011 (2011-01-06) paragraphs [0028], [0046], [0053] - [0082]; figures 3,5 -----	1-11
X	US 2012/091490 A1 (FUJIKANE MASAKI [JP] ET AL) 19 April 2012 (2012-04-19) paragraphs [0077] - [0084], [0146]; figure 4F -----	1,3-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">4 June 2014</p>	Date of mailing of the international search report  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">11/06/2014</p>	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Aichmayr, Günther</p>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/057534

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011001151 A1	06-01-2011	CN 102473822 A	23-05-2012
		EP 2452374 A1	16-05-2012
		JP 2012532473 A	13-12-2012
		KR 20120097477 A	04-09-2012
		TW 201130169 A	01-09-2011
		US 2011001151 A1	06-01-2011
		WO 2011005300 A1	13-01-2011
-----			
US 2012091490 A1	19-04-2012	CN 102456821 A	16-05-2012
		CN 202405309 U	29-08-2012
		JP 5468517 B2	09-04-2014
		JP 2012089652 A	10-05-2012
		US 2012091490 A1	19-04-2012
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2014/057534

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. H01L33/50 H01L33/56 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) H01L		
Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/001151 A1 (LE TOQUIN RONAN [US]) 6. Januar 2011 (2011-01-06) Absätze [0028], [0046], [0053] - [0082]; Abbildungen 3,5 -----	1-11
X	US 2012/091490 A1 (FUJIKANE MASAKI [JP] ET AL) 19. April 2012 (2012-04-19) Absätze [0077] - [0084], [0146]; Abbildung 4F -----	1,3-11
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 4. Juni 2014		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/06/2014
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Aichmayr, Günther

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/057534

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011001151 A1	06-01-2011	CN 102473822 A	23-05-2012
		EP 2452374 A1	16-05-2012
		JP 2012532473 A	13-12-2012
		KR 20120097477 A	04-09-2012
		TW 201130169 A	01-09-2011
		US 2011001151 A1	06-01-2011
		WO 2011005300 A1	13-01-2011
-----			
US 2012091490 A1	19-04-2012	CN 102456821 A	16-05-2012
		CN 202405309 U	29-08-2012
		JP 5468517 B2	09-04-2014
		JP 2012089652 A	10-05-2012
		US 2012091490 A1	19-04-2012
-----			