

BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Juni 2017 (22.06.2017)



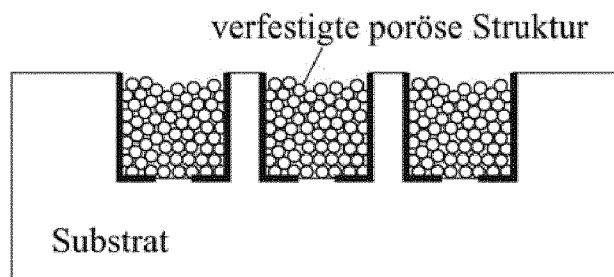
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/102708 A9

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 33/50 (2010.01) *F21K 9/64* (2016.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/080762
- (22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2016 (13.12.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 122 323.6
18. Dezember 2015 (18.12.2015) DE
10 2016 106 841.1
13. April 2016 (13.04.2016) DE
- (71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).
- (72) Erfinder: HOFMANN, Ulrich; Edendorfer Str. 177 k,
25524 Itzehoe (DE). QUENZER, Hans-Joachim;
Schubertstraße 10, 25524 Itzehoe (DE). LISEC, Thomas;
Sandberg 112, 25524 Itzehoe (DE). VON WANTOCH,
Thomas; Saarbrückenstraße 34, 24114 Kiel (DE).
- (74) Anwalt: STREHL, SCHÜBEL-HOPF & PARTNER;
Maximilianstrasse 54, 80538 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, DJ, 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, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CONVERTER FOR GENERATING A SECONDARY LIGHT FROM A PRIMARY LIGHT, LIGHTING MEANS WHICH CONTAINS SUCH A CONVERTER, AND METHOD FOR PRODUCING THE CONVERTER AND THE LIGHTING MEANS

(54) Bezeichnung : KONVERTER ZUR ERZEUGUNG EINES SEKUNDÄRLICHTS AUS EINEM PRIMÄRLICHT, LEUCHTMITTEL, DIE SOLCHE KONVERTER ENTHALTEN, SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DER KONVERTER UND LEUCHTMITTEL



Figur 5d'

(57) Abstract: The invention relates to a converter assembly for converting a primary light into a secondary light, comprising at least one element which has a light-converting structure with open pores and which is laterally held by a frame. The surfaces of both the light-converting structure as well as of the inner face of the frame are covered with a transparent layer such that each of the aforementioned elements forms an areal in which a property of the incident light and preferably of the wavelength thereof is changed. In specific embodiments, the converter assembly can be part of display assemblies or of miniaturized components for example. The invention also relates to a method for producing the converter assembly.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Konverteranordnung zur Umwandlung eines Primärlichts in ein Sekundärlicht, umfassend mindestens einen Körper, der eine lichtkonvertierende Struktur mit offenen Poren aufweist und seitlich von einem Rahmen gehalten wird, wobei die Oberflächen sowohl der lichtkonvertierenden Struktur als auch der Innenseiten des Rahmens mit einer transparenten Schicht bedeckt sind, derart, dass jeder der genannten Körper ein Areal bildet, in dem eine Eigenschaft des einfallenden Lichtes und vorzugsweise dessen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

(48) Datum der Veröffentlichung dieser berichtigten**Fassung:**

8. September 2017

(15) Informationen zur Berichtigung:

siehe Mitteilung vom 8. September 2017

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Konverter zur Erzeugung eines Sekundärlichts aus einem Primärlicht, Leuchtmittel, die solche Konverter enthalten, sowie Verfahren zur Herstellung der Konverter und Leuchtmittel

Die vorliegende Erfindung betrifft Konverter ("Konverteranordnungen") zur Umwandlung eines Primärlichts in ein Sekundärlicht. Die Konverter sind dadurch gekennzeichnet, dass sie einen oder mehrere, häufig eine Vielzahl von Körpern aufweisen, die einfallendes oder durchtretendes Primärlicht in Sekundärlicht umwandeln. Je nach Anordnung können sie dieses Licht streuen oder gerichtet aussenden. Jeder Körper enthält eine poröse, lichtkonvertierende Struktur, deren Oberflächen mit einer transparenten vorzugsweise anorganischen, vorzugsweise oxidischen Schicht bedeckt sind. Jeder Körper ist mindestens von einem Rahmen umgeben, der ebenfalls von der genannten transparenten Schicht bedeckt ist. Die Konverteranordnungen können sehr unterschiedliche Formen besitzen. So können sie z.B. eine Vielzahl extrem kleiner Körper (mit Abmessungen bis in den μm -Bereich hinein) aufweisen, die in Form von Arrays angeordnet sind, wobei jeder Körper durch den ihn umgebenden Rahmen vom benachbarten Körper getrennt vorliegt. In anderen Ausführungsformen können die Körper größer sein und Rahmen beliebiger Geometrie besitzen. Arrays mit einer Vielzahl der genannten Körper können mit entsprechenden Arrays optischer Bauteile wie Spiegeln oder Lasern zu Leuchtmitteln mit einer größeren Abstrahlfläche kombiniert werden. Alternativ lassen sich die Arrays vereinzeln oder Konverter mit nur einem oder wenigen lichtkonvertierenden Körpern herstellen; einzelne mit Rahmen umgebene Körper oder kleinere Arrays daraus können dann in mikroelektronischen Bauelementen verarbeitet werden. Die Erfindung ist jedoch nicht auf Konverteranordnungen für die Mikroelektronik beschränkt, vielmehr stellt sie auch größere Konverteranordnungen und entsprechende Leuchtf lächen bereit.

Die erfindungsgemäßen Konverter können im Zuge der Herstellung von Bauelementen auf Siliziumbasis, ICs und dergleichen integriert werden, da sie mit Hilfe von in diesem Bereich üblichen Ätz-, Maskierungs- und Abscheidetechniken ausgeführt werden können.

Die sogenannte Remote-Phosphor-Technik gewinnt zunehmend an Bedeutung für moderne Beleuchtungssysteme. Sie beruht darauf, dass bestimmte Leuchtstoffe (Phosphore) einfallendes Licht einer bestimmten Wellenlänge mit hoher Effizienz in Licht einer anderen (längeren) Wellenlänge konvertieren können. Durch Mischen verschiedener Phosphore kann auf diese Weise zum einen weißes Licht erzeugt werden. Zum anderen können in Kombination mit Lichtquellen wie Halbleiterlasern Beleuchtungssysteme mit sehr hoher Intensität auf kleinstem Raum hergestellt werden. Bedingt durch Streueffekte in dem die Phosphore enthaltenden Konverter wird das Sekundärlicht vergleichsweise gleichmäßig über dessen Fläche abgestrahlt, selbst wenn das Primärlicht, wie im Falle eines Lasers, scharf gebündelt ist. Ein Beispiel dafür sind die neuen LARP (Laser Activated Remote Phosphor) Laser-

Schweinwerfer des BMW i8, die eine sehr hohe Leuchtdichte aufweisen und die maximale Reichweite des Fernlichts (1-Lux-Grenze) von 320 m (LED-Fernlicht) auf 710 m erhöhen. Für LEDs und LED-basierte Leuchtmittel ist das ebenfalls von Vorteil, wie in Shani, "Fundamentals of planar remote phosphor LEDs", Luger Research e.U., Issue 29, 2012, beschrieben. Es wäre jedoch auch wünschenswert, die laterale Streuung bei Bedarf limitieren zu können, um möglichst punktförmige Sekundärlichtquellen zu erhalten.

Die Beschichtung blauer LEDs mit phosphorhaltigen Schichten zur Erzeugung weißen Lichtes wurde schon vor längerer Zeit von Cree eingeführt. Studien bezüglich der Konzentration der Phosphore und deren Dicke zur Erzielung von weißem Licht haben N. T. Tran et. al. in "Studies of phosphor concentration and thickness for phosphor-based white light-emitting-diodes", J. Lightwave Technol., Vol. 26, No. 21, 2008 unternommen. Anhand eines Materials, das blaue Wellenlängen absorbiert und gelb emittiert (YAG:Ce) und sich daher gut für die Lichtkonversion von blau emittierenden Si-LEDs eignet, wurden Phänomene wie die Brechungsindex-Differenz zwischen Phosphor und der umgebenden Matrix untersucht, was zu Streu-, Einfang- und Absorptionseffekten innerhalb des Bereichs führt, in dem sich der Phosphor befindet. Durch diese Effekte wird die Wirksamkeit der Phosphore verringert. Die theoretischen Studien wurden unter der Annahme simuliert, dass sphärische Phosphor-Partikel mit einem Matrixmaterial mit einem Brechungsindex von 1,46 vermischt in einem tassenförmigen Raumbereich unmittelbar oberhalb eines LED-Chips eingefüllt waren.

Die Effizienz der Lichtkonversion in direkt auf die LED aufgetragenen Konverterschichten leidet jedoch erheblich unter der von der LED abgegebenen Wärmeenergie. Außerdem kommt es zum Phänomen der Rückreflexion an den Oberflächen des schichtförmig aufgetragenen Phosphors. Um den Wärmeeintrag in die Phosphor-Schicht zu verringern, wird in der Remote-Phosphor-Konfiguration die phosphorhaltige Konverterschicht in einem gewissen Abstand zur LED platziert. Ebenfalls von N. T. Tran und Mitarbeitern wurde des Weiteren der Einfluss der Größe solcher Phosphor-Partikel auf die emittierte Lichtmenge und die Konversionseffizienz untersucht (Tran et. al, "Effect of phosphor particle size on luminous efficacy of phosphor-converted white LED", J. Lightwave Technol., Vol. 27, No. 22, 2009). Diese Untersuchungen erfolgten sowohl an Vorrichtungen, in denen das lichtkonvertierende Element unmittelbar in Kontakt mit der LED stand, als auch an Remote-Phosphor-Konstrukten. Mit Remote-Phosphor-Konfigurationen werden auch die Reflexions-Phänomene verringert, siehe Shani, a.a.O.

Zumeist werden die Phosphore mit organischen Materialien wie z.B. Silikon gemischt und als Dickschicht durch Drucken, Dispensieren oder Aufschleudern auf einen Träger aufgebracht. Es lassen sich auch freistehende Konverter beliebiger Form z. B. durch Spritzguss herstellen.

Mit steigender Lichtleistung kommt es aber auch in Remote-Phosphor-Konfigurationen zu Alterungseffekten. Einen wesentlichen Anteil daran hat die schlechte Wärmeleitfähigkeit und

geringe thermische Stabilität der bei der Konverterherstellung verwendeten organischen Materialien. Von M. Meneghini et al. wurde in "Thermally activated degradation of remote phosphors for application in LED lighting", IEEE Transact. on Dev. and Mat. Reliability, Vol. 13, No. 1, 2013, nach einer Auslagerung bei 150°C sowohl für die Trägerplatte des Konverters, bestehend aus Polycarbonat, als auch die darauf befindliche Konverterschicht, basierend auf Silikon, eine drastische Degradation festgestellt. C.-C. Tsai et. al. konnten in "Ultra-high thermal-stable glass phosphor layer for phosphor-converted white light-emitting diodes", J. Display Technol., Vol. 9, No. 6, 2013, zeigen, dass glasbasierte Phosphorschichten eine wesentlich höhere thermische Stabilität aufweisen als silikonbasierte und auch nach einer Auslagerung bei 350°C keine Degradation aufweisen. Problematisch ist jedoch, dass auch glasbasierte Phosphore wegen der hohen Herstellungstemperaturen chemisch oder thermisch bedingt degradieren können. Eine Lösung dieses Problems bietet DE 10 2013 226 630 A1. Dort wird beschrieben, dass sich unter Einsatz von Gläsern mit spezieller Zusammensetzung glasbasierte Konverterschichten bzw. -formkörper bei Temperaturen von 350-400°C erzeugen lassen. Ein weiterer Vorteil der Verwendung von Glas als Matrixmaterial ist, dass dessen Brechungsindex durch Zugabe entsprechender Elemente an den der Phosphore (ca. 1,8) angepasst werden kann. Dadurch wird die Lichtstreuung unterdrückt und somit die Lichtausbeute erhöht.

Hauptanwendung der Remote-Phosphor-Technik sind Beleuchtungssysteme auf der Basis von LEDs. Vergleichsweise große Konverter können z. B. mittels Spritzgießen hergestellt werden. Zur Herstellung kleiner Konverteranordnungen, die im Nutzen auf ein Substrat mit LEDs aufgebracht werden können, schlagen H. Liu et. al. in "LED wafer level packaging with a remote phosphor cap", Proc. EMAP, Lantau, Island, 2012, vor, eine Phosphor-Silikon-Paste in eine Aluminium-Form mit einer Vielzahl kleiner Vertiefungen zu drücken, die zuvor mit einem Trennmittel besprüht worden war. Nach dem Glätten der Oberfläche und Härten der Paste in einem Ofen konnte ein entsprechend strukturierter Film gewonnen werden. Dieser wird anschließend mit hochviskosem Silikon auf einem mit Durchbrechungen versehenen Deckelwafer montiert, der seinerseits auf einem Basiswafer aus Silicium mit vormontierten LEDs angebracht wird.

Für den strukturierten Auftrag können sowohl bei der Verwendung von Phosphoren in einer Glasmatrix (L. Yang et al., "Preparation of phosphor glass via screen printing technology and packaged performance for LEDs", Proc. ICEPT, Dalian, China, 2013) als auch in einer Silikonmatrix (J. C. C. Lo et. al., "Multilayer dispensing of remote phosphor for LED wafer level packaging with pre-formed silicone lens", Proc. ESTC, Helsinki, Finland, 2014) Pasten eingesetzt werden, die mit Techniken wie Siebdruck, Molding oder Dispensing aufgetragen werden können. Molding und Dispensing sind dabei eher für niedrigviskose Lösungen auf organischer Basis geeignet. Hochviskose Lösungen oder Pasten, wie z. B. glasbasierte

Phosphore, lassen sich mittels Siebdruck gut aufbringen. Typische Abmessungen so erzeugter Konverteranordnungen liegen bei $>100\text{ }\mu\text{m}$.

Intelligente Beleuchtungssysteme gewinnen zunehmend an Bedeutung für Anwendungen wie z.B. Bildprojektoren oder adaptive Scheinwerfer. Viele Entwicklungen basieren auf

- 5 Mikrosiegeln, die das Licht einer externen Quelle moduliert reflektieren. Das können einzelne Scanner-Spiegel mit ausreichend großer Auslenkung in x- und y-Richtung bzw. ausreichend hoher Scan-Frequenz sein. So beschreiben U. Hofmann et. al. in "A novel vacuum-packaged low-power scanning mirror with inclined 3D-shaped window", Proc. Transducers, Beijing, China, 2011, ein entsprechendes für Displayanordnungen entwickeltes Bauelement. Ein Scanner
- 10 speziell für adaptive Scheinwerfer ist in T. Aoyagi et. al. "A raster-output 2D MEMS scanner with an $8\times 4\text{ mm}$ mirror for an automotive time-of-flight image sensor", Proc. Transducers, Barcelona, Spain, 2013, beschrieben. Eine andere Möglichkeit besteht in der Verwendung eines Arrays, bestehend aus sehr kleinen Spiegeln, die zwischen zwei Positionen hin und her gekippt werden. Ein Beispiel dafür ist die DLP-Technologie von Texas Instruments, basierend auf ca.
- 15 $10\times 10\text{ }\mu\text{m}^2$ großen Mikrosiegeln aus Aluminium. Mittlerweile sind DLP-Chips mit bis zu 2560×1600 Einzelementen kommerziell verfügbar.

Im Artikel von V. Milanović et al. "High brightness MEMS mirror based head-up display (HUD) modules with wireless data streaming capability" Proc. SPIE Conf. on MOEMS and Miniaturized Systems XIV, San Francisco, CA, 2015, wird über die Verwendung eines phosphorbasierten

20 Konverters in Kombination mit einem MEMS-Mikrospiegel für ein Head-Up-Display berichtet. Der modulierte Lichtstrahl einer einzelnen Laserquelle wird dabei zuerst auf die Konverterplatte und erst danach das Sekundärlicht über einen Falt-Spiegel auf die eigentliche Projektionsfläche (Frontscheibe eines Fahrzeuges) projiziert. Nachteilig ist, dass die Abbildung durch die Lichtstreuung im ganzflächig aufgetragenen Phosphor an Schärfe verliert.

- 25 Ein besseres Ergebnis kann erzielt werden, wenn die Konverterplatte mit einer Anordnung separater Leuchtstoffpunkte (Bildpunkte, Pixel) versehen ist, wie in DE 10 2013 226 650 A1 offenbart. In dieser Druckschrift ist in Kombination mit einer Konverterplatte mit separaten Pixeln auch der Einsatz von MEMS-Spiegeln zur Modulation des Primärlichts (Laserstrahls) vorgesehen. Auf Verfahren zur Herstellung der Konverterpixel wird nicht eingegangen.

- 30 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Konverter mit lichtkonvertierendem Material zur Umwandlung eines Primärlichts in ein Sekundärlicht bereitzustellen, die sich für die sog. "Remote-Phosphor"-Technik eignen und eingetretenes Licht in gewünschtem Maße streuen. Dann, wenn die Konverter-Arrays einer Mehrzahl oder Vielzahl von einzelnen lichtkonvertierenden Arealen auf engem Raum und ggf. mit sehr geringen Größen (z.B. mit
- 35 Abmessungen im μm -Bereich) aufweisen, sollen diese Areale so zueinander ausgerichtet sein, dass sie ohne zusätzliche Maßnahmen keinen unmittelbaren optischen Kontakt zueinander

besitzen und somit ein seitliches "Übersprechen" ausgeschlossen ist. Die Konverter sollen sich in ihrer Grundform vorzugsweise mit rein anorganischen Materialien herstellen lassen, gegebenenfalls aber geeignet sein, an Materialgrenzflächen mit organischen Materialien zusammenzuwirken. Sie sollen vorzugsweise in einem Temperaturbereich herstellbar sein bzw. Temperaturen aushalten, die Anwendungen in der klassischen Mikroelektronik-Mikrooptik wie in siliziumbasierten Chips oder ICs ermöglichen.

In Lösung der Aufgabe stellen die Erfinder Konverter zur Umwandlung eines Primärlichts in ein Sekundärlicht bereit. Jede Konverteranordnung umfasst mindestens einen Körper, der eine lichtkonvertierende Struktur mit offenen Poren aufweist und seitlich von einem Rahmen gehalten wird, wobei die Oberflächen sowohl der lichtkonvertierenden Struktur als auch der Innenseiten des Rahmens mit einer transparenten Schicht, vorzugsweise einer anorganischen Schicht aus einer Metallverbindung, bedeckt sind. Die Bedeckung ist in der Regel vollständig.

Im Ausdruck "lichtkonvertierende Struktur mit offenen Poren" soll zum Ausdruck kommen, dass die lichtkonvertierende Struktur als solche nicht als Monolith, sondern offenporig vorliegt. Das soll aber nicht unbedingt bedeuten, dass die in der lichtkonvertierenden Struktur vorhandenen Poren "leer", also mit Gas gefüllt oder evakuiert sein müssen. Stattdessen können sie teilweise oder vollständig mit einem anderen Material verfüllt sein, wie weiter unten näher erläutert.

Die Erfindung wird nachfolgend u.a. anhand von Figuren näher erläutert, die folgendes zeigen:

Fig. 1 stellt schematisch eine mögliche Herstellung erfindungsgemäßer Konverter (substratgestützt) dar,

Fig. 2 zeigt auf der linken Seite einen durch Siebdruck erzeugten Konverter ohne Rahmen um die einzelnen lichtkonvertierenden Areale und auf der rechten Seite einen erfindungsgemäßen Konverter, bei dem jedes Areal mindestens von einem Rahmen umgeben ist,

Fig. 3 zeigt die Möglichkeiten der Einkopplung von Primärlicht in eine erfindungsgemäße Konverteranordnung,

Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Konverter, bei dem das Substrat unterhalb der porösen lichtkonvertierenden Körper entfernt wurde,

Fig. 5a-e und c'-e' stellt schematisch eine mögliche Herstellung von erfindungsgemäßen Konvertern dar, deren Rahmen zur Verbesserung der Reflexion seitlich metallisiert sind, einmal mit und einmal ohne Aperturblende,

Fig. 6 zeigt zwei mögliche Konverteranordnungen mit Aperturblenden ("pinholes"), die als miniaturisierte Punktlichtquellen dienen können,

In **Fig. 7** sind zwei Konverteranordnungen mit geneigten Seitenflächen gezeigt, in **Fig. 7a** mit pinhole und Metallisierung auf den Innenseiten der Kavität und in **Fig. 7b** nur mit metallisierten Seitenflächen,

in **Fig. 8a bis c** sind Konverteranordnungen mit Mikrolinsen zur Fokussierung und/oder Kollimierung des Primärlichts (**Fig. 8a**) oder des Sekundärlichts (**Fig. 8b**) gezeigt. Figur 8c zeigt eine Anordnung mit beidseitig aufgetragenen Mikrolinsen,

Fig. 9 zeigt eine Konverteranordnung mit einer planaren, beidseitig entspiegelten Abdeckung,

Fig. 10 zeigt eine Konverteranordnung in Analogie zum Bildschirm eines Fernsehers, bestehend aus einem Array von Gruppen (Bildpunkten) mit jeweils drei lichtkonvertierenden Arealen mit unterschiedlichen lichtkonvertierenden Eigenschaften,

Fig. 11 stellt eine schematische Draufsicht auf ein Array aus gleichartigen lichtkonvertierenden Arealen mit einfacher Geometrie dar,

Fig. 12 stellt eine solche Draufsicht auf ein Array aus lichtkonvertierenden Arealen dar, die unterschiedliche Formen, Geometrien und Größen besitzen,

Fig. 13 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer adaptiven Lichtquelle, eines Displays bzw. einer Werbetafel unter Verwendung von erfindungsgemäßen Konverterarrays,

Fig. 14 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines miniaturisierten Projektors unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Konverterarrays und eines MEMS-Scanners,

Fig. 15 zeigt ein Array von Punktlichtquellen, deren Sekundärlicht in unterschiedlichen Spektralbereichen liegt,

Fig. 16 ist eine schematische 3D-Ansicht und ein Querschnitt durch ein farbiges Mikrodisplay, und

Fig. 17 ist eine schematische 3D-Ansicht und ein Querschnitt durch eine Anordnung, die aus einem einzelnen LED-Chip und einem darüber aufgetragenen Chip mit komplexer Konverterstruktur besteht.

Die erfindungsgemäße Konverteranordnung besitzt aufgrund ihrer porösen Struktur eine Vielzahl von inneren, gekrümmten Oberflächen, an denen das eintretende und auch das bereits konvertierte Licht gestreut werden. Die transparente anorganische Schicht aus einer Metallverbindung sorgt dabei für einen guten Korrosionsschutz des lichtkonvertierenden Materials, was aufgrund der großen inneren Oberflächen der Körper, die ja in der Regel mit der umgebenden Atmosphäre in Kontakt stehen, von besonderer Bedeutung ist.

Die Anzahl der Körper in einer Konverteranordnung kann stark schwanken und gegebenenfalls sehr hoch sein. In allen Fällen ist jeder Körper seitlich von einem Rahmen umgeben, der innenseitig, also zum Körper hin, ebenfalls von der genannten transparenten Schicht bedeckt ist. Gegebenenfalls kann der oder jeder der Körper (oder aber auch nur ein Teil der Körper)

5 außerdem auf einem Substrat aufliegen und von diesem gestützt sein, das auch die Rahmenstruktur(en) bildet. Eine einzelne Konverteranordnung kann in einer ersten Ausführungsform eine Vielzahl extrem kleiner solcher Körper (mit Abmessungen bis in den μm -Bereich hinein) aufweisen, die in Form von Arrays angeordnet sind, wobei jeder Körper durch den ihn umgebenden Rahmen vom benachbarten Körper getrennt vorliegt. In anderen
10 Ausführungsformen können die Körper größer sein und Rahmen beliebiger Geometrie besitzen.

Jeder der genannten Körper ist in der Regel durchgehend mit Poren durchsetzt, wobei die Poren in Form und Größe in der Regel unterschiedlich sind. Generell werden Form und Größe der Poren durch Form und Größe der bei der Herstellung verwendeten Partikel bestimmt. Da die Partikel meist nicht alle gleich sind, streuen Form und Größe der Poren innerhalb eines
15 Körpers zufällig um ein statistisches Mittel. Jedoch kann auch ein Gradient in Richtung der freien Oberfläche eingestellt werden, z. B. bei Sedimentation der Partikel aus einer Lösung.

Der Rahmen besitzt in der Regel eine ebene Unter- und Oberseite; das von ihm umfasste Volumen kann vollständig oder teilweise mit dem Körper befüllt sein. Dessen Geometrie und der Befüllungsgrad werden je nach Bedarf gewählt. Die einzelnen Körper können eine hohe
20 Strukturtiefe besitzen, und/oder die Rahmen können völlig mit den Körpern ausgefüllt sein.

Jeder Körper der Konverteranordnung bildet ein Areal, in welchem eine Eigenschaft des einfallenden Lichts, vorzugsweise dessen Wellenlänge, verändert wird. Vorzugsweise sind die einzelnen Areale der Konverteranordnung an die Struktur des Bau- oder Beleuchtungselements angepasst, für das sie vorgesehen ist. Im Falle eines Bauelements mit sehr kleinen
25 Primärlichtquellen, wie Lasern oder Mikrospiegeln, wird man beispielsweise die Fläche der Areale auf die Fläche der Primärlichtquellen (z.B. Laser oder Mikroskopiegel) abstimmen. Diese Fläche kann quadratisch, rechteckig, rund oder von einer anderen, beliebigen Form sein und beispielsweise Abmessungen von ca. $10 \times 10 \mu\text{m}$ oder sogar noch darunter besitzen. Natürlich können die Abmessungen auch größer sein, beispielsweise bis zu $100 \times 100 \mu\text{m}$ und mehr;
30 zunehmend werden entsprechende Bau- oder Beleuchtungselemente jedoch eher mit noch kleineren Lichtquellen ausgebildet, sodass die Areale häufig Flächen von ca. $50 \times 50 \mu\text{m}$ und darunter einnehmen werden. Die Tiefe der Areale kann wesentlich größer sein als ihre Länge und/oder Breite und beispielsweise etwa $100 - 1000 \mu\text{m}$ betragen. Dies ist jedoch keinesfalls zwingend. Die Areale können auch eher flach gestaltet sein, d.h. die Tiefe kann kleiner sein als
35 ihre Länge und /oder Breite, wenn das für eine höhere Wirkung von Vorteil ist. Häufig besitzen

die Areale einer Konverteranordnung identische Abmessungen. Dies muss jedoch nicht sein; eine alternative Ausgestaltung wird weiter unten beschrieben.

Das Material des porösen Körpers mit lichtkonvertierenden Eigenschaften wird je nach Bedarf ausgewählt. Es handelt sich dabei vorzugsweise um ein lumineszierendes Material, das
5 nachstehend auch als Phosphor bezeichnet wird. Dessen Zusammensetzung kann frei gewählt werden. So können zur Erzeugung von weißem Licht aus blau emittierenden Si-LEDs die von N. T. Tran a.a.O. untersuchten YAG:Ce-Materialien verwendet werden. Dies ist jedoch nur ein Beispiel, der Fachmann kennt eine Vielzahl von lichtkonvertierenden Materialien, die dem Grunde nach ebenfalls für die Erfindung in Frage kommen. So sind für Beleuchtungs- sowie
10 Display-Anwendungen sind neben den gelben Phosphoren auch die roten (z.B. $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$, CASN) sowie blauen (z.B. $\text{Sr}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$, SMS) und grünen (z.B. $\text{Ba}_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$, BSO) Phosphore von Interesse. Grundsätzlich können alle kommerziell erhältlichen und einsetzbaren Phosphore verwendet werden. Zur Herstellung der porösen Körper können aber auch Partikel aus Gläsern oder anderen Matrixmaterialien eingesetzt werden, die chemisch homogen oder
15 physikalisch homogen verteilte lumineszierende Verbindungen, Verbindungscluster oder Nanopartikel enthalten. In einer wiederum anderen Ausführungsform können die Oberflächen der Körper, d.h. auch die im Inneren der Körper enthaltenen Poren, mit lumineszierendem Material beschichtet sein. Das Material mit lichtkonvertierenden Eigenschaften ist vorzugsweise ein rein anorganisches Material, es kann in seltenen Fällen aber auch organische Komponenten
20 besitzen.

Die Konverteranordnungen der vorliegenden Erfindung können in einer ersten Ausgestaltung des diesbezüglichen Herstellungsverfahrens mit Hilfe von Partikeln erzeugt werden, die lose in die entsprechenden Rahmen eingefüllt und anschließend mit der transparenten Schicht aus anorganischem Material verbunden wurden. Die Partikel sind vorzugsweise aus rein
25 anorganischem Material aufgebaut; da die nachstehend näher beschriebene Verbindung der Teilchen untereinander bei relativ milden Temperaturen (maximal 400°C , in einigen Fällen nur bis zu 150°C oder gar 60°C , z.B. im Falle der Abscheidung von Al_2O_3 mittels ALD) erzeugt werden kann, können aber auch organische Materialien eingesetzt werden, soweit diese die genannten Temperaturen ohne Zersetzung oder nennenswerte Alterung ertragen.

Die Partikel können aus einem einzigen Material bestehen, es kann jedoch auch ein Gemisch von Partikeln aus unterschiedlichen Materialien eingesetzt werden. Werden Partikelgemische aus zwei oder mehr Partikelarten eingesetzt, können beide oder alle der Partikelarten aus einem lichtkonvertierenden Material bestehen, beispielsweise, um Sekundärlicht einer bestimmten Farbe zu erhalten. Alternativ oder kumulativ kann es von Vorteil sein,
30 lichtkonvertierende Partikel mit Partikeln aus einem Material zu mischen, das nicht direkt zur Lichtkonversion vorgesehen ist, das jedoch insgesamt gesehen eine Verbesserung der

Konvertereigenschaften herbeiführt, indem es z. B. Lichtstreuung und –absorption optimiert. Da, wie oben erwähnt, die lichtkonvertierenden Partikel auch selbst das Sekundärlicht wieder absorbieren, hat deren Konzentration einen Einfluss auf die Konvertereffizienz, wie von N. T. Tran a.a.O. beschrieben. In einer Ausführungsform der Erfindung werden daher

- 5 lichtkonvertierende Partikel mit Partikeln gemischt ("verdünnt"), die aus einem optisch transparenten, jedoch nicht lichtkonvertierenden Material mit vorgegebenem Brechungsindex bestehen. Prinzipiell kann auch eine weitere Art von optisch transparenten, jedoch nicht lichtkonvertierenden Partikeln beigemischt werden, die einen von den ersten beiden Partikelarten abweichenden Brechungsindex aufweisen und als Streuzentren für eine optimale
- 10 Streuung des Primärlichts innerhalb der Konverterstruktur dienen. Meistens ist das Beimischen von Streuzentren jedoch nicht erforderlich, da das Vorhandensein von luftgefüllten Poren zwischen den Partikeln für eine ausreichende Lichtstreuung sorgt. Es kann im Gegenteil erforderlich sein, die Lichtstreuung innerhalb der porösen Konverterstrukturen zu unterdrücken. Das kann z. B. durch Aufbringen einer Antirefektionsschicht erfolgen, die auch die gesamte
- 15 innere Oberfläche der porösen Konverterstruktur bedeckt. Wie bei der Erzeugung der porösen Strukturen kann das z.B. mittels ALD geschehen.

Die Größe der Partikel ist nicht kritisch, sie beeinflusst aber die Konvertereffizienz. Die diffuse Abstrahlung und die Emissionsstrahlung der Partikel sind nicht notwendigerweise identisch. Eingestrahlt Licht wird absorbiert (von den Wänden des Konverters, von den

- 20 lichtkonvertierenden Partikeln und ggf. von den "verdünnenden" Partikeln). N. T. Tran haben in ihrem Artikel in Journal of Lightwave Technology, a.a.O., das Verhalten von Partikeln mit Durchmessern zwischen 0,05 und 50 μm in zwei spezifischen geometrischen Umgebungen untersucht. Die Partikel lagen dabei in einer Matrix vor, deren Brechungsindex um 0,34 von dem der Partikel abwich. Die Lichtleistung stieg ab einem Durchmesser von ca. 0,5 μm bis zu
- 25 einem Maximum bei ca. 20 μm und sank dann wieder ab. Aber auch andere Effekte spielen eine Rolle. Die Erfindung ist nicht auf Partikeldurchmesser wie von N. T. Tran et al. beschrieben beschränkt; es hat sich jedoch herausgestellt, dass Konverter mit günstigen Eigenschaften erhalten werden, wenn die Partikel Größenbereiche zwischen ca. 1 und 100 μm vorzugsweise zwischen ca. 5 und 50 μm und stärker bevorzugt von zwischen ca. 8 und 30 μm Durchmesser
- 30 (durchschnittlicher Wert) besitzen. Günstig ist es, wenn die Partikel eine runde oder annähernd sphärische oder rundlich-längliche (eiförmige) Form aufweisen. Ein notwendiges Kriterium ist dies jedoch nicht, fördert aber die Ausbildung einer regelmäßigen Porenstruktur. Auch sollte in sehr kleinen Konverterarealen darauf geachtet werden, dass mehr als ein und vorzugsweise mindestens 10 Partikel nebeneinander zu liegen kommen können, es können aber natürlich
- 35 auch sehr viel mehr sein. Mit anderen Worten, die Größe der verwendeten Partikel sollte auf die Größe der Konverterareale abgestimmt sein.

Die Partikel können auf beliebige Weise in die Areale der Konverterstruktur gelangt sein, beispielsweise durch Aufrieseln, durch Rakeln des trockenen Materials oder eines Schlammes oder Dispensieren einer Suspension oder eines Schlammes, wobei eventuell vorhandenes Suspensionsmittel bzw. andere Flüssigkeiten anschließend abgedampft werden, bevor die
5 Verfestigung durchgeführt wird.

Die Körper der erfindungsgemäßen Konverteranordnungen müssen nicht notwendigerweise aus Partikeln aufgebaut sein. Alternativ ist es möglich, poröse lichtkonvertierende Materialien einzusetzen, die sich auf andere Weise herstellen lassen. Werden lichtkonvertierende Materialien auf Glasbasis oder in einer Glasmatrix eingesetzt, können z.B. bekannte Techniken
10 zur Herstellung von Glasfritte bzw. porösen Gläsern genutzt werden wie das Vycor-Glas-Verfahren (ein Verfahren, bei dem phasengetrennte Alkaliboratgläser durch Extraktion einer löslichen Phase porös gemacht werden).

Die lichtkonvertierenden Körper der erfindungsgemäßen Konverterstrukturen sind in den einzelnen Arealen mit einer transparenten Schicht, vorzugsweise einer anorganischen Schicht,
15 bedeckt. Auch wenn der Körper mit Hilfe von pulverförmigen Partikeln hergestellt wurde, liegen diese also nicht lose oder verschiebbar nebeneinander. Dabei ist die Festigkeit der durch die Schicht bewirkten Verbindung der Partikel untereinander, wenn diese als Ausgangsmaterial dienten, so groß, dass die Körper als Ganzes aus den Arealen herausgenommen und z.B. mit einer Pinzette gehalten werden können, ohne auseinanderzubrechen. Die Verbindung der
20 Partikel, wenn diese als Ausgangsmaterial dienten, ist damit unter normalen Bedingungen (d.h. ohne äußere Krafteinwirkung) stabil und hält auch leichten mechanischen Einwirkungen stand.

Das Material der transparenten Schicht ist vorzugsweise frei von organischen Bestandteilen. Stärker bevorzugt besteht die Schicht aus einer Metallverbindung, vorzugsweise einem Metalloxid; es kann sich jedoch auch um ein Metallnitrid oder ein Metallocarbid oder eine
25 Kombination (z.B. ein Oxinitrid oder ein Carbonitrid) aus den vorgenannten Materialien oder dergleichen handeln. Je nach Bedarf kann dieses Material unter eher niedriger brechenden Oxiden wie z.B. Aluminiumoxid oder Siliciumoxid oder unter eher höherbrechenden Oxiden wie Titandioxid oder Zirkoniumdioxid gewählt werden, um geeignete Reflexionseigenschaften einzustellen. Wie schon erwähnt kann es erforderlich sein, die Lichtstreuung an den
30 Übergängen zwischen Partikeln und luftgefüllten Poren innerhalb der porösen Konverterstrukturen mittels einer Antirefleksionsbeschichtung zu unterdrücken. Diese kann aus einer einzelnen Schicht oder einer Schichtfolge bestehen.

Die Abscheidung der transparenten anorganischen Schicht erfolgt vorzugsweise mittels eines chemischen Dampfabscheidungsverfahrens (chemical vapor deposition, CVD). Insbesondere hat
35 sich die Abscheidung durch ALD (Atomlagen-Abscheidung, atomic layer deposition) als günstig erwiesen. Bei dieser werden nacheinander zwei verschiedene Komponenten im gasförmigen

Zustand in den Reaktionsraum eingeleitet. Nachdem sich die erste Komponente in einer monomolekularen Schicht an der Oberfläche der Partikel angelagert hat und der Reaktionsraum wieder abgepumpt wurde, kommt es nach Einleitung der zweiten Komponente zur Reaktion mit der auf der Oberfläche absorbierten ersten Komponente und zur Bildung einer nur wenige
5 Angström dicken Schicht. Durch vielfaches Wiederholen dieser Prozedur wird eine besonders gleichmäßige Schicht erzeugt. Die Schichtdicke wird hauptsächlich über die Zahl der Beschichtungsvorgänge eingestellt. Daher sind auch Schichtkombinationen aus verschiedenen Materialien leicht realisierbar. Wird ALD zur Herstellung der Schicht eingesetzt, genügen in manchen Fällen bereits Schichtdicken von nur 5 nm, um eine mechanisch stabile Verfestigung
10 zu erreichen, wenn als Ausgangsmaterial für den Körper lichtkonvertierende Partikel eingesetzt wurden. Günstig sind Schichtdicken von mindestens 10 nm oder mehr, beispielsweise im Bereich von 50 bis 100 nm. Die Schichtdicke ist nach oben jedoch theoretisch nicht begrenzt; die Schicht kann ggf. so dick werden, dass die Poren innerhalb des Körpers auf die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens oder noch weniger zusammenschrumpfen oder sogar ganz mit dem
15 Schichtmaterial befüllt werden. Mit der letztgenannten Maßnahme lässt sich die Streuwirkung der erfindungsgemäßen Konverteranordnung gezielt beeinflussen.

Der Vorteil der Herstellung der Körper mit Hilfe von Partikeln liegt darin, dass lose Partikel aus lichtkonvertierendem Material bzw. geeignete Partikelgemische bequem in mehrere Vertiefungen/Formen bzw. Kavitäten eines Substrats eingefüllt und dort verfestigt werden
20 können. Die entsprechende Technik ist aus WO 2012/104106 A1 bekannt. Das Substrat kann vor der Befüllung vorbehandelt oder anschließend chemisch oder mechanisch weiterverarbeitet und mit anderen Komponenten eines späteren Bauelements kombiniert werden, was nachstehend für eine Vielzahl von möglichen Ausgestaltungen näher erläutert werden wird.

Die entsprechenden Verfahrensschritte zur erfindungsgemäßen Herstellung des/der
25 erfindungsgemäßen Konverter(s) sind in **Figur 1** schematisch dargestellt: Gemäß Schritt (a) wird ein Array von Kavitäten entsprechend den Abmessungen der Konverteranordnung in einem Substrat bereitgestellt bzw. ausgebildet. Das kann z.B. durch Trockenätzen eines Si-Substrats mittels Lackmaske erfolgen. Im nächsten Schritt (Schritt (b)) werden die Kavitäten mit losen lichtkonvertierenden Partikeln befüllt. In Schritt (c) werden die losen lichtkonvertierenden
30 Phosphorpartikel sodann zu festen, porösen Strukturen verfestigt. Die transparente, mechanisch stabile Schicht ummantelt alle lichtkonvertierenden Phosphorpartikel, die sich in jeder einzelnen Kavität befinden.

Mit dem Verfahren der WO 2012/104106 A1 gelingt es, selbst μm -große Partikel bis auf den Boden einer mehrere 100 μm tiefen Kavität vollständig mit einer homogenen Schicht zu
35 ummanteln. So lässt sich mit diesem Verfahren beispielsweise eine poröse Struktur aus monodispersen, kugelförmigen oder annähernd kugelförmigen Partikeln mit ca. 10 μm

Durchmesser erzeugen. Zur Verfestigung kann eine Schicht aus einem geeigneten Material, beispielsweise einem Oxid wie Al_2O_3 , mit einer Dicke von nur 75 nm bei 300°C abgeschieden werden, zum Beispiel mittels ALD. Die Erfinder konnten anhand geeigneter Versuche, z.B. mit einer Kavität mit einer Fläche von 1200 x 1200 μm und einer Tiefe von ca. 400 μm , feststellen, dass selbst dann, wenn die Dicke der ALD-Schicht nur ca. 1 % des Partikeldurchmessers beträgt, sich die Partikel auch unter Schock (Herunterfallen) nicht aus der Kavität herauslösen. Sie konnten auch nachweisen, dass die ALD-Schicht alle Oberflächen der Teilchen bedeckt, da der Körper ausschließlich offene Poren besitzt. Diese Schicht verbindet die Partikel an denjenigen Punkten fest und mechanisch stabil, an denen sie aneinanderstoßen.

5

10

Die freistehenden porösen Strukturen sind erstaunlich fest. Eine Handhabung mit einer herkömmlichen Pinzette ist möglich.

Das Trägermaterial der erfindungsgemäßen Trägerstrukturen wird je nach Bedarf gewählt. Da Silizium gut ätzbar ist und sich zur Wafer- und Chipherstellung eignet, kann der Träger aus Silizium bestehen. Es sind aber auch andere Trägermaterialien möglich, sofern diese die Beschichtungstemperaturen von maximal etwa 400°C, vorzugsweise 250°C oder sogar nur 60°C, wie oben beschrieben, aushalten, ohne einen für das spätere Produkt nachteiligen Schaden zu erleiden.

15

20

Wie erwähnt, werden in der Regel sowohl die Partikel als auch das Trägermaterial unter rein anorganischen Materialien ausgewählt, auch wenn dies nicht in allen Fällen zwingend ist. Die Beschichtung der Partikel ist ebenfalls anorganisch; sie besteht häufig aus einem Oxid, Nitrid oder Oxinitrid des Aluminiums oder eines anderen Metalls.

25

30

Die Poren zwischen den Partikeln können im Wesentlichen frei bleiben (sie sind dann mit der Gasatmosphäre befüllt, die im Konverter bzw. im Bauelement herrscht, das den Konverter enthält, ggf. auch bei anderen als Umgebungsdrücken, beispielsweise Unterdruck): Wenn, wie oben beschrieben, die Dicke der Beschichtung nur ca. 1% des Durchmessers der Partikel ausmacht, wird das Porenvolumen durch den Beschichtungsvorgang kaum verringert. Eine solche Verringerung kann jedoch bei Bedarf herbeigeführt werden, indem entweder die Beschichtung wesentlich dicker gemacht wird, wie oben beschrieben. Alternativ kann das Porenvolumen nachträglich auch mit einem anderen Material und/oder einem anderen Verfahren verfüllt werden. Hierfür sind auch organische Materialien nicht ausgeschlossen.

Die erfindungsgemäßen Konverteranordnungen besitzen unter anderem die folgenden Vorteile:

- Soweit sie frei von organischen Materialien sind, können sie in weiteren Verarbeitungsstufen auch wesentlich höheren Temperaturen ausgesetzt werden, sofern die für die Lichtkonversion verantwortlichen Materialien dies zulassen.

- Die Herstellungstemperatur der Konverteranordnung ist bei einer Herstellung gemäß WO 2012/104106 A1 vergleichsweise niedrig, so dass auch thermisch empfindliche lichtkonvertierende Materialien nicht degradieren. ALD-Abscheidungen erfolgen typischerweise bei Temperaturen zwischen 100°C und 300°C. Für die Herstellung herkömmlicher "Remote-Phosphor"-Anordnungen aus glasbasierten Phosphoren werden dagegen auf jeden Fall Temperaturen über 400°C, oftmals sogar über 600°C benötigt, um ein Gemisch von Phosphor- und Glaspartikeln zu einer einheitlichen Masse zu verschmelzen. Erfindungsgemäß kann auf Verarbeitungsschritte wie Schmelzvorgänge im Herstellungsgang der Konverteranordnungen verzichtet werden, wenn die lichtkonvertierende Struktur mit offenen Poren z.B. durch das "Verkleben" von (z.B. gesinterten) Partikeln mit Hilfe von CVD-Verfahren wie ALD erzeugt wird. Bei Anwendung des vorgenannten Verfahrens kommt es auch nicht zu Schrumpfungseffekten.
- Es können einzelne Konverterareale mit lateralen Abmessungen deutlich unter 100 µm hergestellt werden. Gleichzeitig kann deren Tiefe (Höhe) mehrere 100 µm betragen.
- Die einzelnen "Konverterpixel" (vorstehend als "Areale" bezeichnet) sind in ein Trägermaterial eingebettet, so dass im Unterschied zu siebgedruckten Arrays das seitliche Übersprechen zwischen benachbarten Pixeln reduziert wird, wenn das Substratmaterial selbst nicht transparent bzw. entsprechend beschichtet ist. Ein Vergleich der erfindungsgemäßen Konverter-Arrays mit siebgedruckten Arrays ist in **Figur 2** dargestellt.
- Insbesondere kleine Konverteranordnungen können effektiv gekühlt werden, wenn das Trägermaterial aus einem gut wärmeleitenden Material wie z. B. Metall, Silizium oder Keramik besteht. Deren Wärmeleitfähigkeit ist um Größenordnungen höher als die von Silikon, Kunststoffen oder Glas.
- Durch die allseitige Ummantelung mit der transparenten, anorganischen Schicht werden die lichtkonvertierenden Partikel vor Korrosion geschützt.

In einer spezifischen Ausgestaltung der Erfindung wird die Schicht, die die lichtkonvertierenden Partikel verbindet, als Antireflexschicht genutzt. Dies lässt sich beispielsweise mit oxidischen Materialien wie TiO_2 , SiO_2 oder Al_2O_3 realisieren, deren Antireflexeigenschaften in dünnen Schichten bekannt sind. Vorzugsweise werden diese Schichten mittels ALD abgeschieden, da sich auf diese Weise auch alle inneren Oberflächen der porösen Strukturen beschichten und sehr gut definierte Schichtdicken erzielen lassen. Auf diese Weise können Verluste innerhalb der Konverteranordnung minimiert werden, ohne dass die Zwischenräume zwischen den Phosphorpartikeln mit einem Material mit angepasstem Brechungsindex verfüllt werden müssen.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung werden die Poren innerhalb der einzelnen Areale der Konverterstruktur nach der Abscheidung der verbindenden Schicht mit einer organischen Füllmasse verfüllt. Außerdem kann die Oberfläche eines, mehrerer oder aller Körper oder die gesamte Konverterstruktur mit einer einlagigen oder mehrlagigen Beschichtung versehen werden. Durch solche Maßnahmen kann zum einen die mechanische Stabilität, insbesondere gegenüber thermomechanischen Stress etwa bei Temperaturwechselbelastungen, verbessert werden. Zum anderen kann die unter Umständen mögliche Kondensation von Wasser innerhalb der porösen Partikelmatrix unterbunden werden (Hydrophobisierung). Die gute Wärmeleitung innerhalb des Partikelverbunds wird hierdurch nicht beeinträchtigt. Das Auffüllen der Poren mit einer organischen Füllmasse, z. B. aus einem Epoxidharz, Silikon oder Polyimid, kann auch dabei helfen, optische Verluste an den Grenzflächen zu vermeiden. Zusammen mit der Beschichtung der Partikel mit einer Antireflexschicht können dadurch höhere Lichtausbeuten erzielt werden.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das Primärlicht in einzelne erfindungsgemäße Konverter-Areale oder in Arrays solcher Areale einzukoppeln und das erzeugte Sekundärlicht auszukoppeln. **Figur 3** zeigt zwei dieser Möglichkeiten. Für die Ausgestaltung der **Figur 3a** wurden die lichtkonvertierenden Partikel in vorgefertigte, z.B. vorgeätzte Vertiefungen eines Trägers, hier eines Substrates, eingefüllt und anschließend durch die Aufbringung der Beschichtung wie oben beschrieben, verfestigt. Diese Ausgestaltung ist hinsichtlich der Kühlung der Konverter gegenüber der Ausgestaltung der **Figur 3b** vorteilhafter, sofern das Substrat aus einem gut wärmeleitenden Material besteht. In der Ausgestaltung der **Figur 3b** ist das Substrat unterhalb der Konverteranordnungen entfernt worden, beispielsweise durch Ätzen oder Schleifen, sodass das Primärlicht von unten eingekoppelt werden kann. Dadurch ergeben sich neue Möglichkeiten bezüglich der Anordnung der optischen Komponenten eines Beleuchtungssystems, die in den nachfolgenden Ausführungen näher beschrieben werden.

Wie voranstehend erwähnt, kann das Entfernen des Substrats unterhalb der Konverteranordnungen auf verschiedene Weisen erfolgen. In der Ausgestaltung der **Figur 4a** ist die Substratdicke in den die Konverterareale umgebenden und diese tragenden Bereichen unverändert geblieben; das Substrat ist aber unterhalb der Areale entfernt worden. Im Falle eines Si-Substrats kann das z.B. mittels Trockenätzen mit Lackmaske von der Rückseite her erfolgen. In **Figur 4b** ist das ursprüngliche Substrat bodenseitig ganzflächig entfernt worden, was im Falle von Si-Substraten z.B. mittels Schleifen und Polieren erfolgen kann. Variante (b) ist die etwas einfachere, da auf der Rückseite des Substrats keine zusätzliche Lackmaske erforderlich ist. Nachteilig ist jedoch, dass unter Umständen die transparente anorganische Schicht auf der äußersten Oberfläche des die lichtkonvertierenden Strukturen enthaltenden Körpers beschädigt werden kann. Ein wesentlicher Vorteil der Variante in Fig. 4a ist die bessere

Kühlung der Konverteranordnung, vorausgesetzt, das Substrat ist gut wärmeleitend. Eine Kombination beider Varianten ist ebenfalls denkbar.

Wenn zumindest teilweise rückseitig Licht in die Partikel-Areale der erfindungsgemäßen Konverteranordnung eingekoppelt werden kann, ist eine Beleuchtung "von unten", also
5 rückseitig relativ zur Abstrahlungsrichtung, möglich.

In einer weiteren, mit allen zuvor dargestellten Ausgestaltungen der Erfindung kombinierbaren Ausführungsform können die Seitenwände, gegebenenfalls auch der Boden der im Substrat erzeugten Kavitäten mit einer reflektierenden Metallschicht versehen werden, um die Lichtausbeute zu verbessern. Hierfür kann vor dem Einbringen der lichtkonvertierenden Partikel
10 z. B. ein Metall, z. B. Aluminium oder Silber, aufgesputtert oder aufgedampft werden. Dabei wird die Kavität vollständig ausgekleidet. Bei Bedarf kann die so erzeugte Metallschicht durch einen anschließenden ganzflächigen isotropen Trockenätzprozess auf allen lateralen Flächen, d. h. vom Boden der Kavität und der Substratoberfläche, wieder entfernt werden. Dies kann
15 günstig sein, wenn anschließend die Rückseite des Substrats entfernt wird, um ein Einkoppeln des Primärlichts von der Unterseite zu ermöglichen, wie oben beschrieben. Diese Ausgestaltung lässt sich bei verschiedenen Trägermaterialien realisieren; sie ist besonders günstig, wenn als Trägermaterial Silizium verwendet wird. In **Figur 5 a-e** sind die einzelnen Schritte gezeigt, mit denen sich eine derartige erfindungsgemäße Konverteranordnung erzeugen lässt, die eine rückseitige Einstrahlung des Primärlichts ermöglicht. Es sollte jedoch
20 klar sein, dass die Schritte (c) und (e) weggelassen werden können, wobei eine Konverteranordnung entsteht, die der in (d) gezeigten Anordnung ähnlich ist, bei der jedoch der Boden des Substrats weiter mit einer metallischen Spiegelschicht bedeckt ist, um die Reflexion des von der Vorderseite eingestrahnten Primärlichts (siehe ~~Fig. 10a~~) zu verbessern. Im Einzelnen zeigen die Abschnitte der Figur 5: das Erzeugen einer Kavität bzw. eines Arrays von
25 Kavitäten entsprechend den Abmessungen der Konverteranordnung (Fig. 5a), das Aufbringen einer Metallschicht, die die Substratoberfläche bedeckt und die Kavitäten vollständig bzw. nahezu auskleidet (Fig. 5b), das Aufbringen einer Maskierung (z.B. einer Lackmaske) zum selektiven Ätzen von Öffnungen in der Metallschicht auf dem Boden der Kavitäten, z.B. durch einen anisotropen Trockenätzprozess (Fig. 5c), das Befüllen der Kavitäten mit losen
30 lichtkonvertierenden Partikeln und das Verfestigen der Partikel zu festen, porösen Strukturen durch Abscheidung einer Schicht mittels CVD, insbesondere mittels Atomic Layer Deposition (Fig. 5d) und das Entfernen des Substrats unterhalb der Konverteranordnungen, um die Unterseite der Konverter (Boden der Kavität) zu exponieren (Fig. 5e).

Wird nach dem Aufbringen der Metallschicht gemäß Fig. 5b eine zusätzliche Maskierung
35 (Lackmaske) auf das Substrat aufgebracht, kann die Metallschicht auf dem Boden der Kavität vor dem Einbringen der Phosphorpartikel strukturiert werden, ohne dass das Metall ganzflächig

auf allen lateralen Flächen entfernt werden muss. Auf diese Weise lässt sich z. B. eine Aperturblende im Metall realisieren. Dies ist in den **Figuren 5c'-e'** gezeigt, die ausgehend von einem Substrat mit metallausgekleideten Kavitäten, wie in Fig. 5b dargestellt, den weiteren Verfahrensablauf schematisch abbilden. Im Einzelnen zeigen die Abschnitte c' bis e' der Figur 5: das Aufbringen einer Maskierung (z.B. einer Lackmaske) zum selektiven Ätzen von Öffnungen in der Metallschicht auf dem Boden der Kavität, z.B. durch einen anisotropen Trockenätzprozess (Fig. 5c'), das Befüllen der Kavität bzw. der Kavitäten mit losen lichtkonvertierenden Partikeln und das Verfestigen dieser Partikel zu festen, porösen Strukturen durch Abscheidung einer Schicht mittels CVD, vorzugsweise mittels Atomic Layer Deposition (ALD) (Fig. 5d'), und das Entfernen des Substrats unterhalb der Konverteranordnung, um die Unterseite der Konverterareale (Boden der Kavität) freizustellen (Fig. 5e').

Konverteranordnungen mit sehr kleinen, kreisförmigen Aperturblenden (Pinholes) können z. B. als Punktlichtquellen dienen. Die Aperturblenden können jedoch auch jede beliebige andere Form haben.

Aperturblenden können natürlich auch im Substratmaterial erzeugt werden. Dafür können z.B. zuerst Kavitäten in einem Substrat erzeugt, diese mit lichtkonvertierenden Partikeln befüllt und letztere wie oben beschrieben zu einer porösen Struktur verfestigt werden, wie in Figur 1a-c gezeigt. Anschließend wird das Substrat von der Unterseite her teilweise abgetragen, sodass sich die mit der porösen Struktur befüllten Areale auf einer nur noch dünnen Unterlage mit definierter Restdicke befinden. Schließlich werden von unten her Aperturblenden (Pinholes) im verbleibenden Substratmaterial geöffnet. Im Falle von Silizium bzw. Metallen kann das z. B. durch Trockenätzen mittels Lackmaske erfolgen.

Figur 6 fasst die zwei Möglichkeiten der Herstellung von Aperturblenden zusammen. **Fig. 6a** entspricht der umgedrehten (auf den Kopf gestellten) Struktur in Fig. 5e mit Aperturblenden in der Metallschicht, die ursprünglich auf den Boden des Substrats abgeschieden und strukturiert wurde. Hier wurde das Substrat anschließend entfernt. **Fig. 6b** zeigt eine Struktur mit Aperturblenden im Substrat. Diese Variante bietet den Vorteil einer verbesserten Kühlung der Konverteranordnung, da um die einzelnen Konverterareale herum mehr Trägermaterial stehen bleibt, weil das Substrat auf der Bodenseite der Konverterareale nicht vollständig entfernt ist. Beide Varianten können natürlich auch miteinander kombiniert werden. In diesem Fall muss allerdings nach dem Ätzen der Aperturblende im Substratmaterial gemäß Fig. 6b noch das Metall geöffnet werden, mit dem die Kavität vor dem Einbringen der lichtkonvertierenden Partikel ausgekleidet wurde (falls dies nicht schon vor dem Einbringen der Partikel erfolgte). In Abhängigkeit vom Metall stehen dazu verschiedene trocken- und nasschemische Ätzprozesse zur Verfügung.

Um die Auskopplung des Sekundärlichts zu verbessern, können die Konverterstrukturen auch geneigte Seitenflächen aufweisen, siehe **Figur 7a-b**. Hierfür kann beim Herstellen der Kavitäten im Substrat, das häufig durch Ätzen erfolgt, die Neigung entsprechend eingestellt werden.

Schritt (a) des oben im Zusammenhang mit der Figur 5 beschriebenen Verfahrens wird hierbei

entsprechend modifiziert. Wird ein Silizium-Substrat eingesetzt, kann neben dem Fachmann bekannten Trockenätzprozessen auch noch das anisotrope Ätzen in wässriger KOH- oder wässriger Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung (TMAH-Lösung) zum Einsatz kommen.

Dabei entstehen rechtwinklige Kavitäten mit einem Neigungswinkel der Seitenflächen von 54° .

Insbesondere das Ätzen in KOH-Lösung führt im Vergleich zum Trockenätzen zu wesentlich glatteren Seitenflächen, was deren Reflexionsverhalten verbessert. Wenn der

erfindungsgemäße Konverter mit Hilfe dieses Verfahrens erzeugt wird, muss jedoch auf eine besonders enge Anordnung der Areale zueinander verzichtet werden, da die Dichte nasschemisch geätzter Konverterpixel aufgrund der geneigten Seitenflächen stets niedriger ist.

Konverterareale mit geneigten Seitenflächen können in denselben Ausgestaltungen gebildet werden, wie oben für die Areale mit geraden Seitenrändern beschrieben, d.h. sie können eine reflektierende Metallauskleidung besitzen oder nicht, sie können bodenseitig für die

Einstrahlung von Primärlicht geöffnet sein oder nicht, und diese Öffnung kann gegebenenfalls die Form eines "Pinholes" zur Einstrahlung von Primärlicht haben bzw. als Aperturblende ausgestaltet sein, wie voranstehend in den verschiedenen Varianten beschrieben. Figur 7a

zeigt eine Ausgestaltung mit "Pinhole" und Metallisierung auf den Innenseiten der Kavität. Figur 7b zeigt eine Ausgestaltung, in der nur die Seitenflächen metallisiert sind.

In einer spezifischen Ausgestaltung der Erfindung wird die Konverteranordnung mit einer Einrichtung zur Fokussierung oder Kollimierung z.B. mit Mikrolinsen (gewölbten Grenzflächen zum angrenzenden Medium) kombiniert, um das einfallende Primärlicht oder das austretende

Sekundärlicht zu fokussieren. Drei mögliche Varianten dieser Ausgestaltung sind in **Figur 8a-c** gezeigt. Fig. 8a zeigt eine Ausgestaltung mit Fokussierung/Kollimierung des Primärlichts durch

eine einseitig aufgebrachte Linsenkonstruktion. Fig. 8b zeigt eine Konverteranordnung mit Fokussierung/Kollimierung des austretenden Sekundärlichts. Auf diese Weise können ein höherer Füllfaktor und eine Kontrast-Verschärfung erzielt werden. In Fig. 8c sind beidseitig

Linsen angebracht. Diese haben laut Figur dieselbe Geometrie; selbstverständlich ist es möglich, dass die oberseitigen und die unterseitigen Linsen aus unterschiedlichen Materialien, z.B. Materialien mit unterschiedlichen Brechungsindices, bestehen und/oder unterschiedliche

Formen/Geometrien besitzen. Das Aufbringen der Mikrolinsen kann dabei auf Substratebene erfolgen, wobei nur ein einziges Bauteil oder Linsensubstrat (oder eine geringere Zahl von

Bauteilen oder Linsensubstraten im Vergleich zur Anzahl der Konverterareale), das in der passenden Geometrie über/unter jedem Konverterareal eine gewölbte Struktur (Linse) besitzt, mit dem Konvertersubstrat verbunden wird. Ist das Linsensubstrat aus Glas gebildet, kann die Verbindung z.B. durch anodisches Bonden erfolgen. Andere Prozesse, wie Solder-, Glasfrit-

oder Adhesive-Bonden sind ebenfalls möglich. Alternativ kann das Linsensubstrat auch aus einem organischen, transparenten Material bestehen, wenn dessen Temperaturstabilität ausreichend ist, um bei nachfolgend vorgesehenen Prozessen nicht zu degradieren. Alternativ können einzelne Konverterareale oder Gruppen mit einer kleineren Anzahl von

5 Konverterarealen mit Mikrolinsen versehen werden. So kann das Trägerelement bzw. kann das Substrat gegebenenfalls zuerst in Chips oder kleinere Konverterbereiche mit weniger Arealen vereinzelt werden, an denen dann separat entsprechende Linsen angebracht werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können die Konverteranordnungen mit einer Abdeckung verbunden werden, die vorzugsweise einseitig oder beidseitig mit einer

10 Entspiegelungsschicht versehen ist. **Figur 9** zeigt eine solche Konverteranordnung mit einer planaren, beidseitig entspiegelten Abdeckung. Die planare Abdeckung kann z.B. aus Glas oder einem anderen, im erforderlichen Spektralbereich transparenten und bevorzugt thermisch beständigen Material bestehen. In einer ersten Variante dieser Ausgestaltung ist die Abdeckung planar. Diese Variante eignet sich vor allem dann, wenn die Entspiegelung durch diese

15 Abdeckung auf Substratebene, d.h. für eine Vielzahl von nebeneinanderliegenden Arrays, gleichzeitig und gleichartig erfolgen soll. Eine oder mehrere Entspiegelungsschichten können jedoch auch auf die gewölbten Oberflächen von zuvor aufgetragenen Mikrolinsen (siehe Fig. 8) abgeschieden werden, beispielsweise durch Sputtern, Aufdampfen, CVD (chemical vapor deposition) oder ALD (atomic layer deposition). Die Mikrolinsen in Fig. 8b können ebenfalls mit

20 Entspiegelungsschichten versehen werden.

In einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen und Ausführungsformen kombinierbar ist, werden unterschiedliche lichtkonvertierende Partikel eingesetzt, um Multicolor-Abbildungen zu ermöglichen. Hierfür werden in einer ersten Ausführungsform einzelne Areale des Konverters mit unterschiedlichen

25 lichtkonvertierenden Partikeln befüllt, wobei sich in jedem Areal aber nur eine Partikelart befindet. Dabei können mehrere Areale in gewünschter Geometrie dieselbe Partikelart enthalten. Diese Areale werden zu Gruppen (Arrays) zusammengefasst, um z.B. größere Bereiche (z. B. in Form eines Pfeils, Sterns, Quadrats) zu erhalten, die identisches Licht abstrahlen. In einer alternativen Ausführungsform können Gruppen von Arealen

30 (Konverterarrays) erzeugt werden, die im fertigen Bauelement zusammen nur einen Bildpunkt ergeben. Jedes Areal dieser Arrays enthält eine andere Art von Partikeln. Dies ist in **Figur 10** schematisch dargestellt. Zur Herstellung solcher Konverteranordnungen kann z. B. der Prozessablauf, wie er in Fig. 1 und Fig. 5 gezeigt ist, mehrfach auf einem und demselben Substrat wiederholt werden. Dies gelingt, indem bereits fertig mit einer ersten Partikelart befüllte

35 und verfestigte Areale mit einer Maske abgedeckt werden, bevor ein zweiter, dann ggf. z.B. auch dritter und weiterer Arbeitsschritt durchgeführt wird, bei dem zweite Vertiefungen in das Substrat eingebracht und dann, wie bereits gezeigt, mit einer zweiten Partikelart befüllt und

verfestigt werden. Erst wenn alle vorgesehenen Kavitäten erzeugt und mit verfestigten Partikeln bestückt sind, werden die weitergehenden Schritte wie ein teilweises oder vollständiges Wegschleifen von bodenseitigem Substrat, das Erzeugen von Lochblenden u. dgl. durchgeführt.

5 Eingangs der Erfindungsbeschreibung wurde die Geometrie der Areale erläutert. Dort wurde ausgeführt, dass die Areale einer Konverterstruktur häufig identische Abmessungen besitzen. Auch wurden dort vor allem Areale beschrieben, deren Oberflächengeometrie relativ regelmäßig ist, d.h. die Form von Quadraten, Rechtecken, regelmäßigen Vielecken oder Kreisen oder dergleichen besitzt. Eine Aufsicht auf eine solche Konverterstruktur ist in **Figur 11** schematisch gezeigt. In alternativen Ausgestaltungen ist dies jedoch anders: Weder müssen die
10 Areale einer Konverterstruktur immer gleich groß sein, noch müssen sie immer dieselbe und/oder eine regelmäßige Form aufweisen.

Eine solche Alternative kann beispielsweise genutzt werden, um optische Effekte auszugleichen. Dafür kann es nämlich erforderlich sein, dass die Pixelgröße variiert wird, z. B. von der Mitte zum Rand. In solchen Fällen besitzen die Areale weiterhin dieselbe
15 Oberflächengeometrie; ihre Fläche wird jedoch von der Mitte der Konverterstruktur zum Rand hin größer oder kleiner. Alternativ (ggf. auch zusätzlich) können die Oberflächen der Areale komplexere Geometrien besitzen, z.B. die Form von Zeichen, Buchstaben, Ziffern oder Icons haben. Eine Konverterstruktur mit jeweils unterschiedlich geformten Arealen ist in **Figur 12** gezeigt. Selbst wenn das Primärlicht solch eine Konverterstruktur nur teilweise beleuchtet, wird
20 aufgrund der Streuung in den einzelnen Arealen das Sekundärlicht gemäß deren Form abgestrahlt. Prinzipiell kann die Oberfläche der Kavitäten daher jede beliebige Form und Größe aufweisen.

In weiterführenden Ausgestaltungen der Erfindung lassen sich die oben beschriebenen Konverteranordnungen in vielen verschiedenen Vorrichtungen nutzen.

25 In einer ersten Variante dieser Möglichkeiten werden Konverteranordnungen mit größeren Arrays von mit lichtkonvertierenden Partikeln gefüllten Arealen eingesetzt. Beispiele hierfür sind die Nutzung in adaptiven Scheinwerfern und Beleuchtungen, Displays oder Werbetafeln. Großflächige Displays und Werbetafeln basierend auf der Remote-Phosphor-Technik werden bereits kommerziell angeboten. Ein adaptiver Remote-Phosphor-Scheinwerfer wird in der schon
30 erwähnten Druckschrift DE 10 2013 226 650 A1 beschrieben. In derartigen Vorrichtungen können die herkömmlichen Leuchtstoffflächen durch erfindungsgemäße zweidimensionale Konverterarrays mit XY Pixeln, angebracht über entsprechenden primären Leuchtquellen, realisiert werden. **Figur 13** zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Displays, z.B. einer Werbetafel, unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Konverterarrays. Wie darin schematisch
35 dargestellt, lassen sich auch große Flächen durch kachelartige Aneinanderreihung einzelner Konverterarrays erzielen. Zur Modulation des Primärlichts wird z.B. ein 2D-Scanner verwendet.

Im Falle adaptiver Scheinwerfer kann ein Konverterarray genutzt werden, bei dem entweder mit lichtkonvertierenden Partikeln gefüllte Areale in Substratvertiefungen vorhanden sind, wobei die Primärlichteinstrahlung und die Sekundärlichtabstrahlung über dieselbe Oberfläche der Konverterarrays erfolgt, wie schematisch in Figur 3a gezeigt, oder die mit lichtkonvertierenden Partikeln gefüllten Areale befinden sich in einem gitterartigen Träger ohne Boden und können dementsprechend rückseitig mit Primärlicht beleuchtet werden, wie schematisch in Figur 3b gezeigt.

In einer zweiten Variante der Erfindung werden die erfindungsgemäßen Konverteranordnungen in miniaturisierten Bauelementen eingesetzt. Ein erstes Beispiel für diese Ausgestaltung der Erfindung sind miniaturisierte Projektoren. Da sich, wie oben ausgeführt, sehr kleine mit lichtkonvertierenden Partikeln gefüllte Areale realisieren lassen, können diese als sehr kleine, optisch voneinander isolierte Pixel eingesetzt werden. So kann ein 2D-Konverterarray mit einem 2D-MEMS-Scanner kombiniert und auf kleinstem Raum in einem Gehäuse zusammengefasst werden. Ein Beispiel hierfür ist in **Figur 14** gezeigt, in der der prinzipielle Aufbau eines miniaturisierten Projektors unter Verwendung eines erfindungsgemäßen Konverterarrays und eines MEMS-Scanners wiedergegeben ist. Der Projektor umfasst ein Gehäuse, das auf einer Seite eine durchgehende Ausnehmung zur Einkopplung eines Primärlichts aufweist. Innerhalb des Gehäuses wird das Primärlicht über eine Spiegelfläche auf einen beweglichen Spiegel gelenkt, dessen Neigung bzw. Auslenkung z.B. piezoelektrisch oder über Elektroden elektrostatisch eingestellt werden kann. Von diesem Spiegel wird das Licht zu einer weiteren Ausnehmung im Gehäuse geführt, die mit einer erfindungsgemäßen Konverteranordnung verschlossen ist. Durch die einzelnen Areale der Konverteranordnung kann Licht vom beweglichen Spiegel hindurchtreten, wobei es in Sekundärlicht umgewandelt wird. Zur Fokussierung ist es weiterhin möglich, über den Arealen ein Linsenarray anzuordnen, derart, dass das aus jedem der Areale austretende Licht in geeigneter Weise gebündelt oder auf andere Weise wie erforderlich gelenkt wird. Alternativ kann ein derartiges Linsenarray auch auf der Rückseite der Konverterstruktur, also im Innern des miniaturisierten Projektors angeordnet sein, wie es schematisch in Fig. 8a gezeigt ist. Dabei kann jede einzelne Konverterstruktur eine eigene Linse erhalten, es können jedoch auch mehrere Konverterstrukturen von einer Linse überdeckt werden, z. B. wenn das Array aus Bildpunkten besteht, die jeder für sich mehrere Farben zusammenfassen. Eine Entspiegelung wie grundsätzlich in Fig. 9 gezeigt kann alternativ oder zusätzlich integriert sein. Um eine ggf. erforderliche Kühlung zu optimieren, sollte das Gehäuse des Projektors gut wärmeleitend sein. Auch kann es günstig sein, die seitlichen Rahmenstrukturen der lichtkonvertierenden Areale möglichst voluminös zu halten, was sich beispielsweise mit Maßnahmen erreichen lässt, wie sie im Zusammenhang der Erläuterungen zu Fig. 4a und 4b gezeigt sind. Zusätzlich können die Rahmenstrukturen des Konverterarrays auf beiden Seiten mit einer besonders gut leitfähigen Beschichtung versehen

werden. Zudem kann das Gehäuse so ausgestaltet werden, dass die im Konverterarray entstehende Wärme gut über dessen Einspannung abgeführt wird.

Weitere Anwendungsgebiete sind Mikroskopie und Spektrometrie.

Für erstere sind einzelne, punktförmige Lichtquellen, z.B. hergestellt gemäß Fig. 7 unter Verwendung einer Aperturblende, von Interesse. Ein Scanner ist zum Einbringen des Primärlichts nicht erforderlich, das kann z. B. über eine Glasfaser oder einen anderen geeigneten Wellenleiter erfolgen. Die Punktlichtquelle kann auch direkt über bzw. vor der Primärlichtquelle montiert werden.

Arrays aus einzeln selektierbaren Punktlichtquellen, deren Sekundärlicht jeweils in einem anderen möglichst schmalbandigen Bereich des Spektrums liegt, können in Spektrometern eingesetzt werden. Bisher hat man die Wellenlänge in derartigen Vorrichtungen mittels Blenden oder Filtern selektiert. Das ist mit erheblichen Intensitätsverlusten verbunden, da dadurch der überwiegende Anteil der Primärlichtintensität ausgeblendet bzw. absorbiert wird. Zudem ist eine Mechanik zur Positionierung der Blende bzw. Selektion der Filter erforderlich. Mit der in **Figur 15** schematisch dargestellten Konverteranordnung, die sich z.B. in ein miniaturisiertes System, wie in Fig. 14 gezeigt, eingebunden werden kann, lässt sich beides verbessern. Fig. 15 zeigt ein Array von Punktlichtquellen, deren Sekundärlicht in unterschiedlichen Spektralbereichen liegt. λ_1 - λ_5 entspricht der Wellenlänge im Zentrum des jeweiligen Spektralbereiches. Soweit das Primärlicht durch das lichtkonvertierende Material nicht vollständig konvertiert wird, kann es bei der in Fig. 15 gezeigten Anordnung z.B. durch eine planare Abdeckung herausgefiltert werden. Eine solche Abdeckung kann wie die in Fig. 9 gezeigte Abdeckung gestaltet sein. Dabei kann die Abdeckung selbst als Filter agieren bzw. eine Filterschicht tragen.

Ein System wie in Fig. 14 dargestellt kann auch als adaptives Blitzlicht dienen. Dauer und Intensität des Blitzlichts werden schon heute bei einer fotografischen Aufnahme an die Lichtverhältnisse angepasst. Von Interesse wäre es daher sicherlich auch, die Ausleuchtung individuell einzustellen. In einer Ausgestaltung kann die gewünschte Ausleuchtung durch eine synchron zur Auslenkung des Scanners gesteuerte Intensitätsmodulation des Primärlichts erreicht werden. In einer weiteren Ausgestaltung kann die gewünschte Ausleuchtung durch eine gezielte periodische Modulation der Auslenkung des Scanners erreicht werden. Beide Verfahren können auch kombiniert werden. Bei einer ausreichend hohen Scangeschwindigkeit des Scanners sowie Lichtleistung des Sekundärlichts kann auf diese Weise eine zu fotografierende Szene in Bruchteilen einer Sekunde für eine Aufnahme ausgeleuchtet werden.

In weiteren Varianten von in miniaturisierten optoelektronischen Bauelementen eingesetzten erfindungsgemäßen Konverteranordnungen werden diese mit Mikro-LED-Arrays anstelle von 1D- oder 2D-Scannern kombiniert. Von Vorteil ist, dass solche Systeme ohne bewegliche Teile

auskommen, weder Lichtquelle noch eine aufwendige Optik benötigen und sich noch weiter miniaturisieren lassen. Mikro-LED-Arrays sind von hohem Interesse für die optische Kommunikation, miniaturisierte Displays z. B. für Datenbrillen oder "wearable computers" oder die maskenfreie Photolithographie. J. J. D. McKendry et. al. haben in "Visible-light communications using a CMOS-controlled micro-light-emitting-diode array", J. Lightwave Technol., Vol. 30, No. 1, 2012, ein Array aus 10x10 LEDs mit einem Wiederholabstand (Stepmaß) von 100 µm und einem Pixeldurchmesser von 45 µm in einer InGaN-Epitaxieschicht auf einem Siliziumsubstrat erzeugt. Von W. C. Chong et. al., "1700 pixels per inch (PPI) passive-matrix micro-LED display powered by ASIC", Proc. CSICs, La Jolla, CA, 2014, wird ein LED-Array mit 256x192 nur 15x15 µm² großen, getrennt ansteuerbaren Pixeln beschrieben, das durch Flip-Chip-Bonden mit einem Treiberchip integriert wurde. Diese miniaturisierten LEDs innerhalb eines Arrays emittieren jedoch alle in einer Farbe, die durch das verwendete Halbleitermaterial vorgegeben ist. Zur Herstellung farbiger (RGB) Mikrodisplays sind daher Konverter erforderlich. Mittels bekannter Techniken lassen sich Pixelabmessungen von wenigen 10 µm jedoch nicht realisieren. Mit erfindungsgemäßen Konvertern gelingt dies hingegen. **Figur 16** zeigt eine schematische 3D-Ansicht und einen Querschnitt durch ein farbiges Mikrodisplay, bestehend aus einem Chip 1 mit Mikro-LED-Array und einem darüber aufgetragenen Chip 2 mit Konverterstrukturen, die als Array von eng beieinanderliegenden lichtkonvertierenden Arealen ausgebildet und in Größe, Form und Stepmaßen an das Mikro-LED-Array angepasst sind. Die Verbindung zwischen einem solchen Chip 2 mit den Konverterstrukturen und einem Chip 1 mit einem Micro-LED-Array kann auf Chip- oder Substratebene (Waferebene) unter Verwendung bekannter Techniken, wie z. B. Kleben oder Bonden, erfolgen.

Anstelle von Arrays können auch einzelne LEDs, herkömmliche Bauteile oder Mikro-LEDs mit Konverteranordnungen kombiniert werden, wobei deren Einzelstrukturen im Gegensatz zum in Fig. 16 gezeigten System vorzugsweise stets alle gleichzeitig leuchten sollen, um z. B. kurze Phrasen, Zahlenfolgen oder Icons abbilden zu können. **Figur 17** zeigt in schematischer 3D-Ansicht und im Querschnitt ein Ausführungsbeispiel auf der Basis eines herkömmlichen LED-Chips, der durch Drahtbonden kontaktiert werden kann. Hierbei handelt es sich um ein Bauelement, bestehend aus einem Basis-Chip mit einer LED-Leuchtfäche sowie einer als Deckelchip ausgebildeten erfindungsgemäßen Konverterstruktur.

* * *

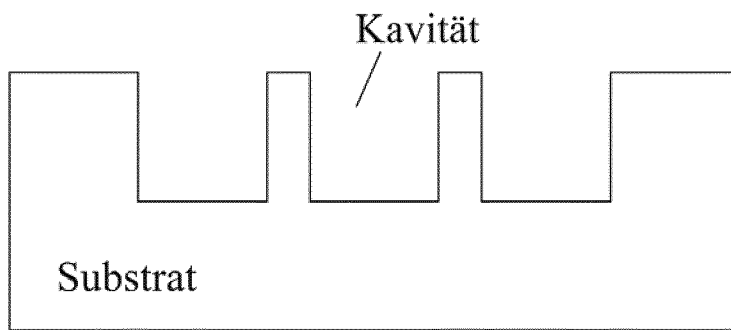
Ansprüche

1. Konverteranordnung zur Umwandlung eines Primärlichts in ein Sekundärlicht, umfassend mindestens einen Körper, der eine lichtkonvertierende Struktur mit offenen Poren aufweist und seitlich von einem Rahmen gehalten wird, wobei die Oberflächen sowohl der lichtkonvertierenden Struktur als auch der Innenseiten des Rahmens mit einer transparenten Schicht bedeckt sind, derart, dass jeder der genannten Körper ein Areal bildet, in dem eine Eigenschaft des einfallenden Lichtes und vorzugsweise dessen Wellenlänge verändert wird.
2. Konverteranordnung nach Anspruch 1, worin der mindestens eine Körper auf einem Substrat aufliegt und von diesem gestützt ist, wobei das Substrat auch die Rahmenstruktur bildet.
3. Konverteranordnung nach Anspruch 1, worin der mindestens eine Körper eine unterseitige Fläche besitzt, die der Einstrahlung von Licht zugänglich ist, und oberseitig eine Fläche besitzt, die der Abstrahlung von Licht zugänglich ist.
4. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend eine Mehrzahl der genannten Körper, worin die einzelnen Körper durch den sie umgebenden Rahmen voneinander getrennt sind.
5. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend eine Mehrzahl der genannten Körper, wobei eine Oberseite eines jeden der Körper eine Fläche zwischen $100\text{ }\mu\text{m}^2$ und $0,25\text{ mm}^2$ und/oder jeder der Körper eine Tiefe zwischen 50 und $500\text{ }\mu\text{m}$ aufweist.
6. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die Tiefe des mindestens einen Körpers größer ist als ein größter Durchmesser seiner Oberfläche oder einer seiner Oberflächen.
7. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend eine Mehrzahl der genannten Körper, worin die Fläche der Oberseite der einzelnen Körper zum Rand der Konverteranordnung hin größer oder kleiner wird, während die geometrische Form dieser Oberseite jeweils gleich bleibt.
8. Konverteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, umfassend eine Mehrzahl der genannten Körper, worin die geometrische Form einer Oberseite eines jeden der genannten Körper variiert.

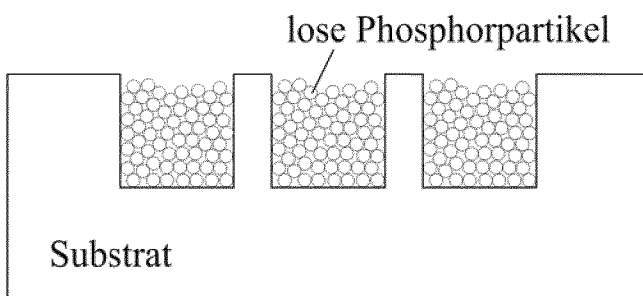
9. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die lichtkonvertierende Struktur eines jeden Körpers aus lose eingefüllten Partikeln besteht, die durch die transparente Schicht untereinander verbunden sind.
10. Konverteranordnung nach Anspruch 9, worin die Partikel ausschließlich aus anorganischem Material bestehen.
11. Konverteranordnung nach Anspruch 9 oder 10, worin alle Partikel einer jeden lichtkonvertierenden Struktur aus einem lichtkonvertierenden Material bestehen, wobei entweder alle Partikel aus demselben lichtkonvertierenden Material bestehen oder worin ein erster Teil der Partikel aus einem ersten lichtkonvertierenden Material und ein zweiter Teil der Partikel aus einem zweiten lichtkonvertierenden Material besteht.
12. Konverteranordnung nach Anspruch 9 oder 10, worin ein erster Teil der Partikel aus einem lichtkonvertierenden Material besteht und ein zweiter Teil der Partikel aus einem nicht lichtkonvertierenden, optisch transparenten Material besteht.
13. Konverteranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, worin die Partikel einen durchschnittlichen Durchmesser im Bereich von 1 bis 50 μm , vorzugsweise von 10 bis 20 μm aufweisen.
14. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die transparente Schicht eine Schicht aus einem anorganischen Material ist, bei dem es sich vorzugsweise um eine Metallverbindung, insbesondere um ein Metalloxid, ein Metallnitrid oder ein Metalloxinitrid eines Metalls oder einer Mischung mehrerer Metalle, handelt und das vorzugsweise antireflektive Eigenschaften besitzt.
15. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die transparente anorganische Schicht eine Dicke im Bereich von 5 nm bis 5 μm und vorzugsweise von 10 nm bis 300 nm oder von 10 nm bis 1 μm besitzt.
16. Konverteranordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, worin die Dicke der transparenten Schicht 0,5 bis 50 % des Durchmessers der Partikel beträgt.
17. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die Innenseiten eines jeden Rahmens mit einer metallischen Spiegelschicht versehen sind.
18. Konverteranordnung nach Anspruch 2 und Anspruch 17, worin die Oberfläche des Substrats, auf der oder die die genannten Körper aufliegt/aufliegen, mit einer metallischen Spiegelschicht versehen sind.

19. Konverteranordnung nach Anspruch 3 oder einem davon abhängigen Anspruch, worin die unterseitige Fläche des Körpers teilweise mit einer metallischen Spiegelschicht bedeckt ist, derart, dass eine mittige Lochblende unbedeckt bleibt.
20. Konverteranordnung nach Anspruch 2 oder einem davon abhängigen Anspruch, worin das Substrat in jedem der Bereiche, in denen der oder die Körper darauf aufliegen, mit einer durchgehenden Öffnung versehen ist, durch die Primärlicht in den oder die Körper eingekoppelt werden kann.
21. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die offenen Poren der lichtkonvertierenden Struktur mit einer anorganischen oder organischen Füllmasse verfüllt sind.
22. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, worin die seitlichen Rahmen des oder der Körper senkrecht oder geneigt sind.
23. Konverteranordnung nach Anspruch 3 oder einem davon abhängigen Anspruch, weiterhin umfassend eine Fokussier- und/oder Kollimiereinrichtung, die sich unterhalb oder oberhalb oder unter- und oberhalb eines Teils der Areale oder eines jeden Areals befindet, in dem eine Eigenschaft des einfallenden Lichtes verändert wird, wobei die Fokussier- und/oder Kollimiereinrichtung aus einzelnen Linsen oder einer Linsenstruktur, die sich über die Konverteranordnung erstreckt, besteht, derart, dass sich unterhalb und/oder oberhalb eines jeden der genannten Areale ein Element der Linsenstruktur befindet, das außenseitig eine gebogene Fläche besitzt, wobei die Linsen oder die Linsenstruktur einseitig oder beidseitig eine Entspiegelungsschicht aufweisen kann/können.
24. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, deren Areale, in denen eine Eigenschaft des einfallenden Lichtes verändert wird, mit einer planaren Abdeckung versehen sind, wobei die Abdeckung einseitig oder beidseitig eine Entspiegelungsschicht aufweisen kann.
25. Konverteranordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche mit einer Vielzahl der genannten Areale, worin eine erste Gruppe von Arealen mit einer ersten Art lichtkonvertierender Partikel und eine zweite und gegebenenfalls weiterhin eine dritte oder eine dritte und eine vierte Gruppe von Arealen mit einer zweiten Art und gegebenenfalls weiterhin einer dritten oder einer dritten und vierten Art von lichtkonvertierenden Partikeln befüllt ist, wobei jeweils Areale mit derselben Art lichtkonvertierender Partikel in gewünschten Bereichen der Konverteranordnung zu Arrays zusammengefasst sind, die identisches Licht abstrahlen.

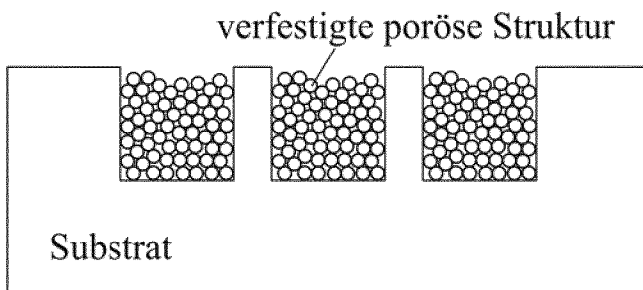
26. Konverteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, worin zwei oder mehr benachbarte Areale jeweils unterschiedliche Arten von lichtkonvertierenden Partikeln enthalten und zu einem Array zusammengefasst sind, das für die Erzeugung nur eines Bildpunktes vorgesehen ist.
27. Displayanordnung, umfassend eine oder mehrere Konverteranordnung(en) nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei das Display einen Spiegel oder einen 2D-Scanner oder eine Punktlichtquelle, beispielsweise einen Laser, aufweist und die Konverteranordnung(en) derart angebracht sind, dass das vom Spiegel, von dem 2D-Scanner oder von der Primärlichtquelle abgestrahlte Licht durch die Konverteranordnung geführt und darin in ein Sekundärlicht konvertiert wird.
28. Miniaturisiertes Bauelement, umfassend ein Substrat mit mindestens einer Primärlichtquelle sowie eine Konverteranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen der Konverteranordnung auf dem Substrat die oder jede der Primärlichtquellen umgibt, derart, dass das Licht der mindestens einen Primärlichtquelle durch einen lichtkonvertierenden Körper der Konverteranordnung geführt wird.
29. Miniaturisiertes Bauelement, umfassend ein Substrat mit mindestens einer Primärlichtquelle sowie ein die mindestens eine Primärlichtquelle beabstandet überdeckendes Gehäuse, dadurch gekennzeichnet, dass gegenüber der mindestens einen Primärlichtquelle eine Konverteranordnung nach Anspruch 3 in das Deckgehäuse integriert ist.
30. Verfahren zur Herstellung einer Konverteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, umfassend die Schritte:
 - (a) Bereitstellen eines flächigen Substrats,
 - (b) Ausbilden mindestens einer Kavität in der Oberfläche des Substrats,
 - (c) Einfüllen von Partikeln mit lichtkonvertierenden Eigenschaften in die mindestens eine Kavität,
 - (d) Abscheiden einer transparenten anorganischen Schicht auf den Partikeln und den Innenseiten des Rahmens mit Hilfe eines chemischen Dampfabscheidungsverfahrens, vorzugsweise mit Hilfe von ALD, und
 - (e) optionales Entfernen des Substrats unterhalb der Konverteranordnung.



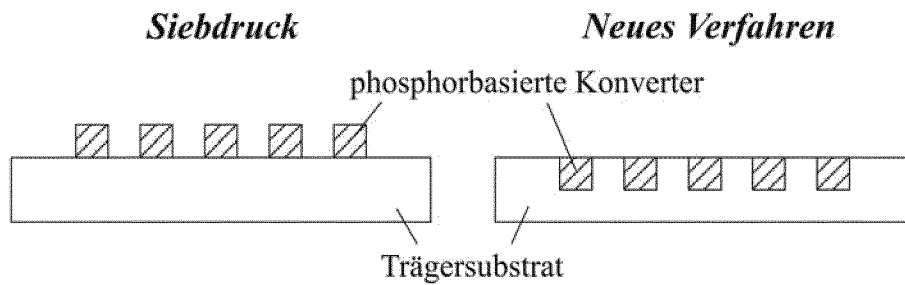
Figur 1a



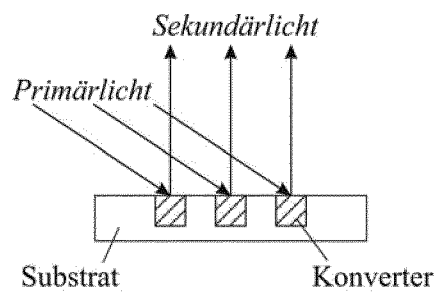
Figur 1b



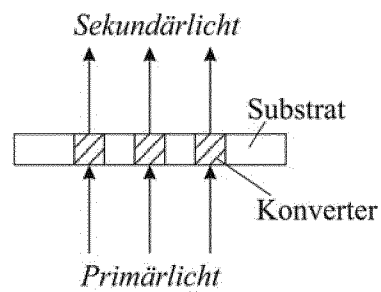
Figur 1c



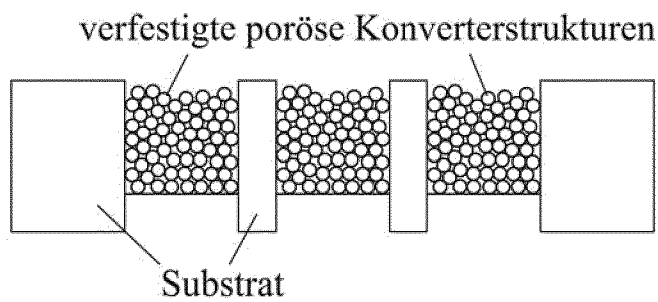
Figur 2



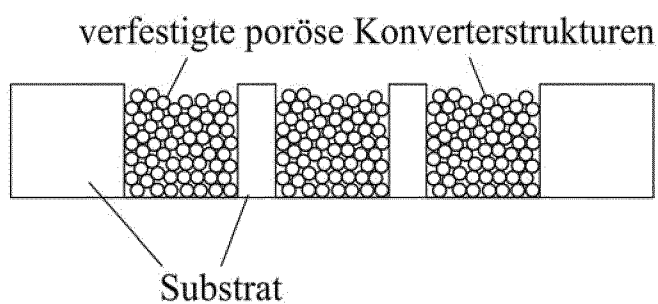
Figur 3a



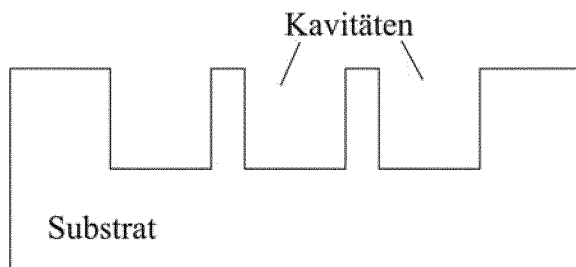
Figur 3b



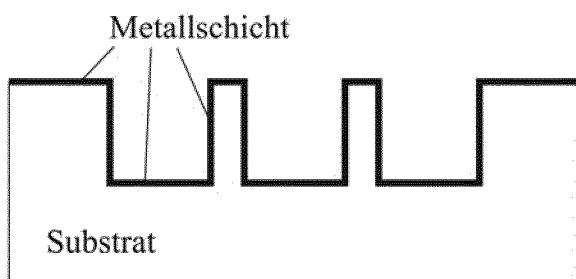
Figur 4a



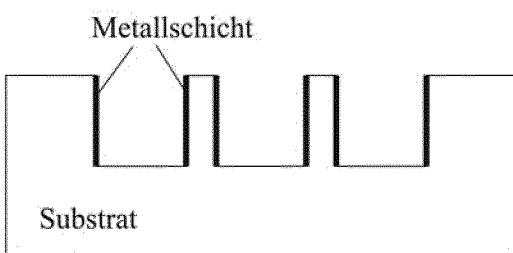
Figur 4b



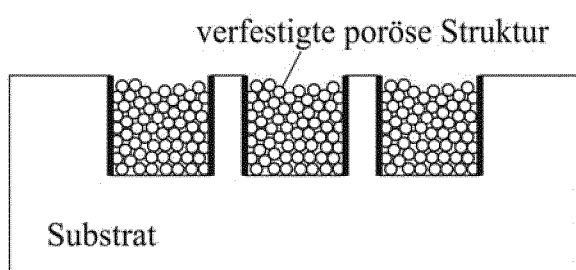
Figur 5a



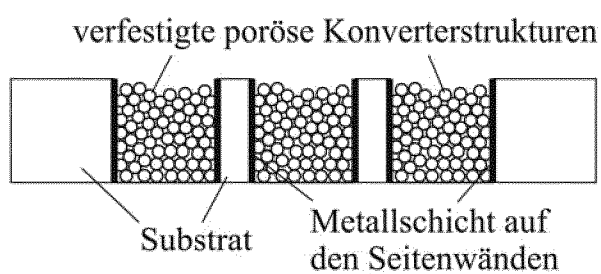
Figur 5b



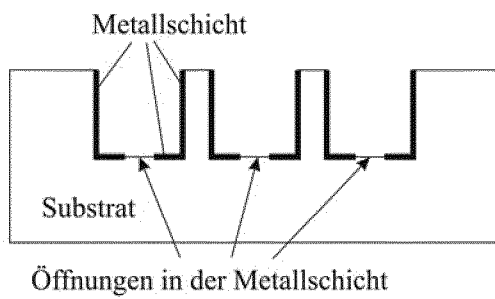
Figur 5c



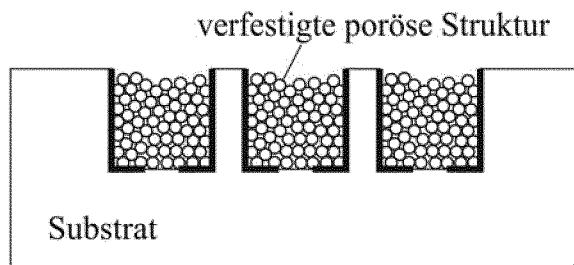
Figur 5d



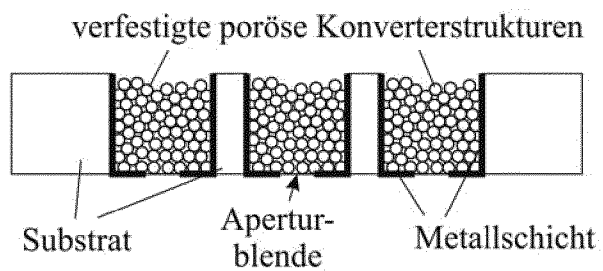
Figur 5e



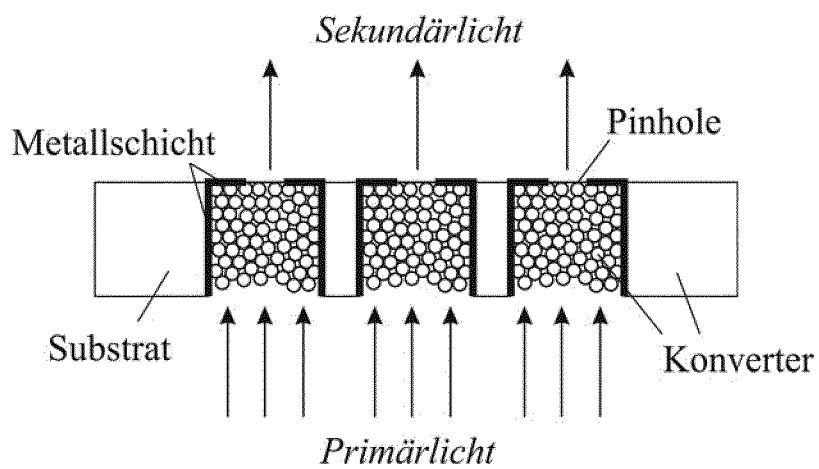
Figur 5c'



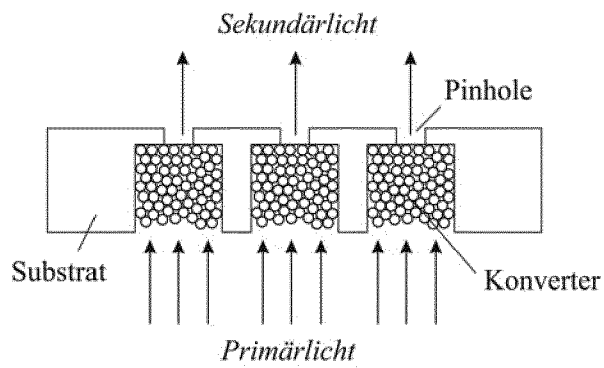
Figur 5d'



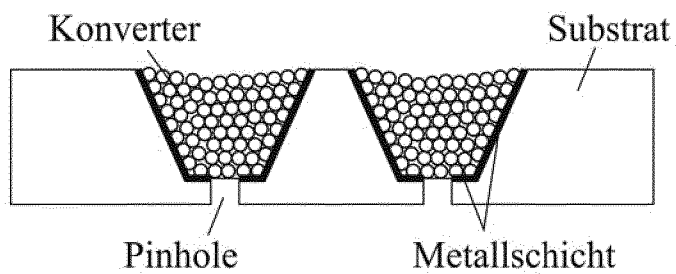
Figur 5e'



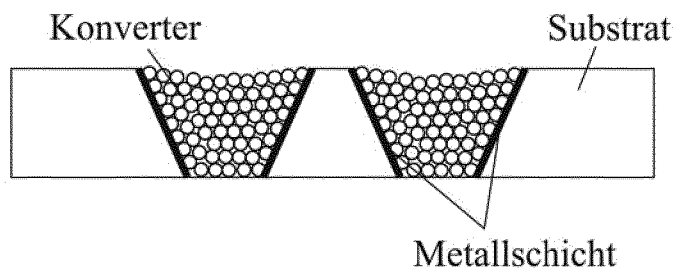
Figur 6a



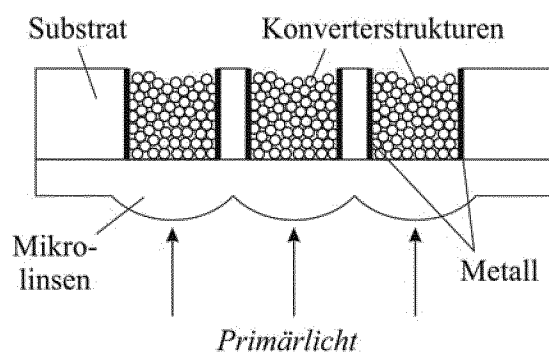
Figur 6b



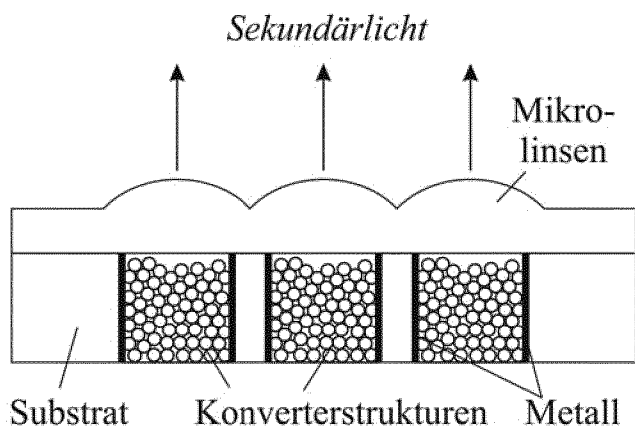
Figur 7a



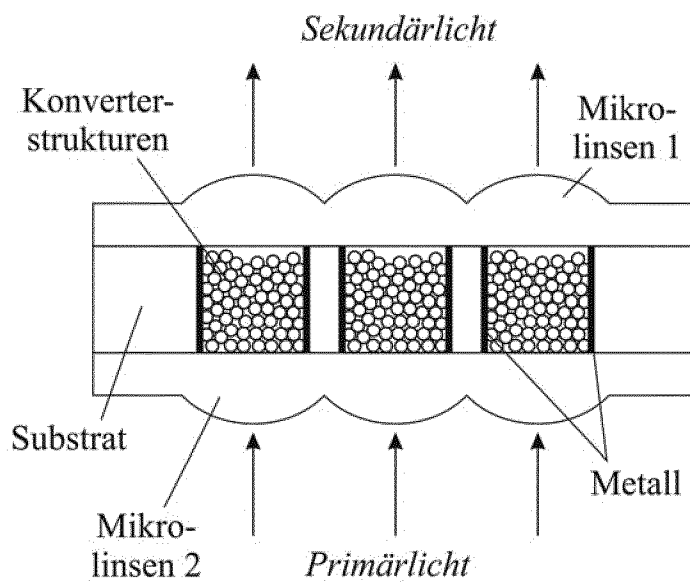
Figur 7b



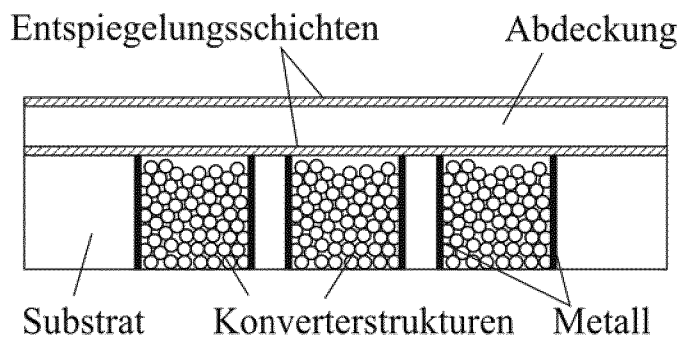
Figur 8a



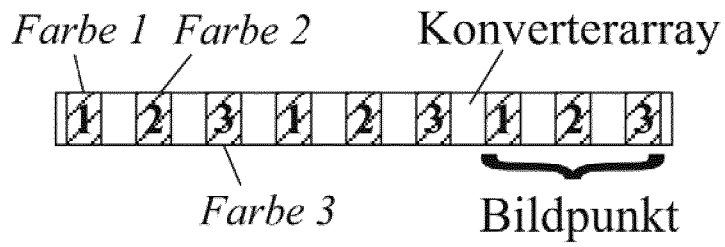
Figur 8b



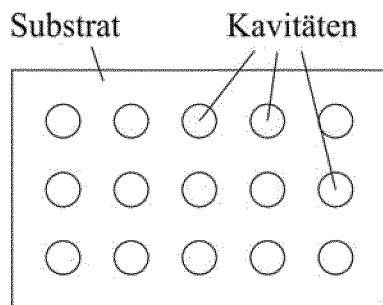
Figur 8c



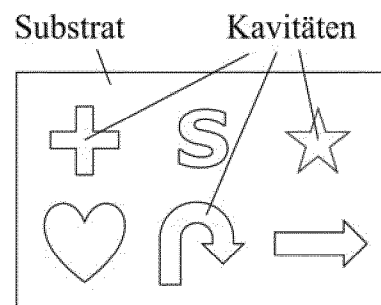
Figur 9



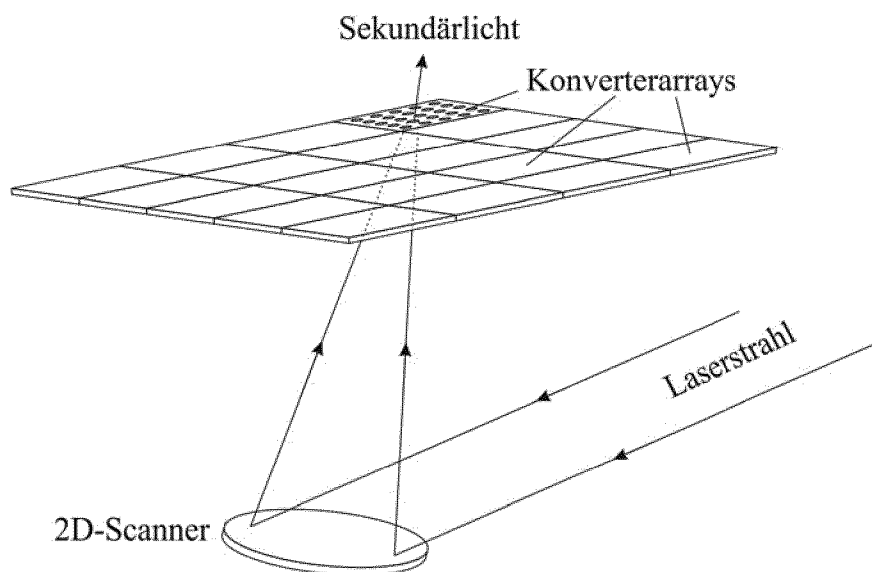
Figur 10



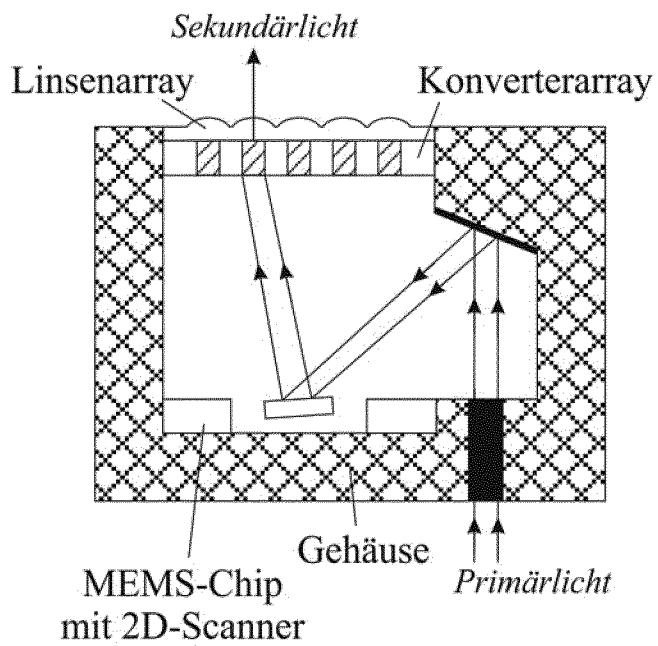
Figur 11



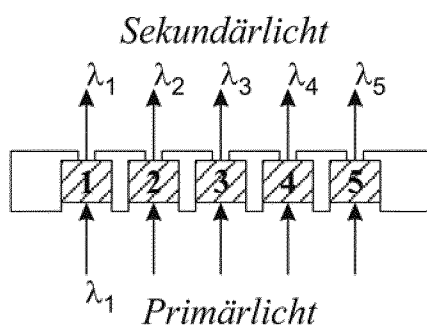
Figur 12



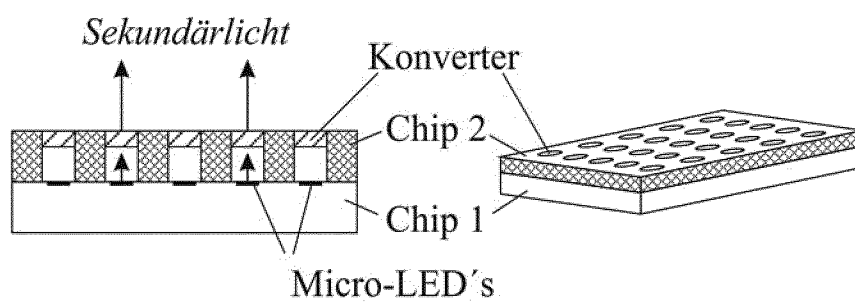
Figur 13



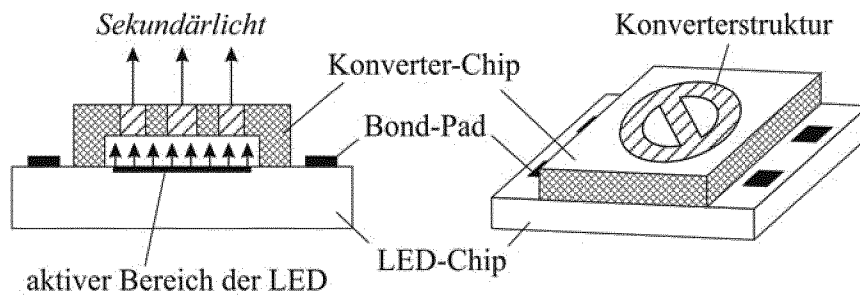
Figur 14



Figur 15



Figur 16



Figur 17

* * *

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/080762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01L33/50 F21K9/64
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01L F21K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/016499 A1 (YEE YOUNG JOO [KR] ET AL) 17 January 2013 (2013-01-17)	1,3-6, 9-16,23, 24,28-30
Y	paragraphs [0058] - [0076], [0078] - [0080], [0090] - [0092]; figures	7,8, 25-27
A	2a,2b,3,8	2,17-22
X	US 2015/184830 A1 (NAGAO NOBUAKI [JP] ET AL) 2 July 2015 (2015-07-02)	1-3, 9-11,14, 17-22,30
A	paragraphs [0074] - [0110]; figures 1-14	4-8,12, 13,15, 16,23-29
Y	US 2014/158982 A1 (PARK IL WOO [KR] ET AL) 12 June 2014 (2014-06-12)	25-27
A	paragraphs [0068] - [0110]; figure 1	1-24, 28-30
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

27 January 2017

Date of mailing of the international search report

03/02/2017

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

Simeonov, Dobri

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/080762

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2009/136351 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; DEEBEN JOSEPHUS P A [NL]; HENDRIK) 12 November 2009 (2009-11-12)	7,8
A	page 19; figures 1-6 -----	1-6,9-30
X	US 2006/261360 A1 (TAKEHASHI NOBUYUKI [JP] ET AL) 23 November 2006 (2006-11-23)	1,4,6, 10,11,14
A	paragraph [0075]; figure 11 -----	2,3,5, 7-9,12, 13,15-30
A	US 2014/071683 A1 (HAMADA TAKAHIRO [JP] ET AL) 13 March 2014 (2014-03-13) the whole document -----	1-30
A	WO 2013/183751 A1 (SHARP KK [JP]) 12 December 2013 (2013-12-12) paragraphs [0133] - [0141]; figure 11 -----	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/080762

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2013016499 A1	17-01-2013	CN 102918667 A	06-02-2013
		EP 2660885 A1	06-11-2013
		KR 20120074899 A	06-07-2012
		US 2013016499 A1	17-01-2013
		WO 2012091312 A1	05-07-2012
US 2015184830 A1	02-07-2015	CN 104603530 A	06-05-2015
		EP 3012523 A1	27-04-2016
		JP 5970661 B2	17-08-2016
		US 2015184830 A1	02-07-2015
		WO 2014203484 A1	24-12-2014
US 2014158982 A1	12-06-2014	KR 20130015847 A	14-02-2013
		US 2014158982 A1	12-06-2014
		WO 2013022215 A2	14-02-2013
WO 2009136351 A1	12-11-2009	CN 102017204 A	13-04-2011
		EP 2277207 A1	26-01-2011
		JP 2011520281 A	14-07-2011
		US 2011044026 A1	24-02-2011
		WO 2009136351 A1	12-11-2009
US 2006261360 A1	23-11-2006	JP 4991173 B2	01-08-2012
		JP 2007201392 A	09-08-2007
		US 2006261360 A1	23-11-2006
US 2014071683 A1	13-03-2014	CN 103534824 A	22-01-2014
		DE 112013002508 T5	23-04-2015
		JP WO2013172025 A1	12-01-2016
		US 2014071683 A1	13-03-2014
		WO 2013172025 A1	21-11-2013
WO 2013183751 A1	12-12-2013	JP 2013254651 A	19-12-2013
		WO 2013183751 A1	12-12-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L33/50 F21K9/64
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L F21K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/016499 A1 (YEE YOUNG JOO [KR] ET AL) 17. Januar 2013 (2013-01-17)	1,3-6, 9-16,23, 24,28-30
Y	Absätze [0058] - [0076], [0078] - [0080], [0090] - [0092]; Abbildungen 2a,2b,3,8	7,8, 25-27
A	----- 2,17-22	
X	US 2015/184830 A1 (NAGAO NOBUAKI [JP] ET AL) 2. Juli 2015 (2015-07-02)	1-3, 9-11,14, 17-22,30
A	Absätze [0074] - [0110]; Abbildungen 1-14	4-8,12, 13,15, 16,23-29
Y	US 2014/158982 A1 (PARK IL WOO [KR] ET AL) 12. Juni 2014 (2014-06-12)	25-27
A	Absätze [0068] - [0110]; Abbildung 1	1-24, 28-30
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

27. Januar 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/02/2017

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

Simeonov, Dobri

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2009/136351 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; DEEBEN JOSEPHUS P A [NL]; HENDRIK) 12. November 2009 (2009-11-12)	7,8
A	Seite 19; Abbildungen 1-6 -----	1-6,9-30
X	US 2006/261360 A1 (TAKEHASHI NOBUYUKI [JP] ET AL) 23. November 2006 (2006-11-23)	1,4,6, 10,11,14
A	Absatz [0075]; Abbildung 11 -----	2,3,5, 7-9,12, 13,15-30
A	US 2014/071683 A1 (HAMADA TAKAHIRO [JP] ET AL) 13. März 2014 (2014-03-13) das ganze Dokument -----	1-30
A	WO 2013/183751 A1 (SHARP KK [JP]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Absätze [0133] - [0141]; Abbildung 11 -----	1-30

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/080762

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2013016499	A1	17-01-2013	CN	102918667 A		06-02-2013
			EP	2660885 A1		06-11-2013
			KR	20120074899 A		06-07-2012
			US	2013016499 A1		17-01-2013
			WO	2012091312 A1		05-07-2012

US 2015184830	A1	02-07-2015	CN	104603530 A		06-05-2015
			EP	3012523 A1		27-04-2016
			JP	5970661 B2		17-08-2016
			US	2015184830 A1		02-07-2015
			WO	2014203484 A1		24-12-2014

US 2014158982	A1	12-06-2014	KR	20130015847 A		14-02-2013
			US	2014158982 A1		12-06-2014
			WO	2013022215 A2		14-02-2013

WO 2009136351	A1	12-11-2009	CN	102017204 A		13-04-2011
			EP	2277207 A1		26-01-2011
			JP	2011520281 A		14-07-2011
			US	2011044026 A1		24-02-2011
			WO	2009136351 A1		12-11-2009

US 2006261360	A1	23-11-2006	JP	4991173 B2		01-08-2012
			JP	2007201392 A		09-08-2007
			US	2006261360 A1		23-11-2006

US 2014071683	A1	13-03-2014	CN	103534824 A		22-01-2014
			DE	112013002508 T5		23-04-2015
			JP	W02013172025 A1		12-01-2016
			US	2014071683 A1		13-03-2014
			WO	2013172025 A1		21-11-2013

WO 2013183751	A1	12-12-2013	JP	2013254651 A		19-12-2013
			WO	2013183751 A1		12-12-2013
