

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. August 2019 (01.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/145165 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F21V 5/04 (2006.01) A01G 7/04 (2006.01)
F21V 5/08 (2006.01) G02B 19/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/050671

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Januar 2019 (11.01.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 201 043.9
24. Januar 2018 (24.01.2018) DE

(71) Anmelder: OSRAM GMBH [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: SCHMIDT, Tobias; Weidachstr. 6, 85748 Garching (DE).

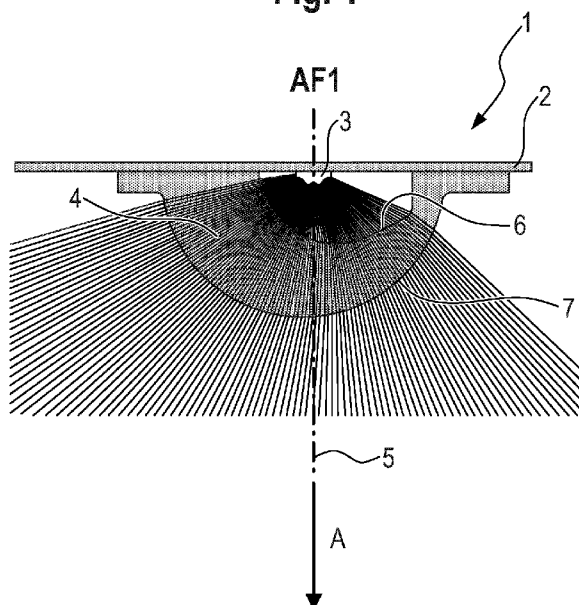
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) Title: OPTOELECTRONIC COMPONENT AND COMPONENT COMPOSITE THEREOF

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT SOWIE BAUELEMENTVERBUND DARAUS

Fig. 1



(57) Abstract: The present invention relates to optoelectronic components (1) for horticulture, comprising a carrier body (2), at least one semiconductor light source (3) and a covering body which is formed as an asymmetrical lens (4) and is arranged above the at least one semiconductor light source (3). The invention also relates to a component composite thereof.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft optoelektronische Bauelemente (1) für den Gartenbau mit einem Trägerkörper (2), mindestens einer Halbleiterlichtquelle (3) und einem als asymmetrische Linse (4) ausgebildeten Abdeckkörper, der über der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (3) angeordnet ist. Die Erfindung betrifft ferner einen Bauelementverbund hieraus.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2019/145165 A1

RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

- 1 -

**OPTOELEKTRONISCHES BAUELEMENT SOWIE BAUELEMENTVERBUND DA-
RAUS****BESCHREIBUNG**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optoelektronisches
5 Bauelement sowie einen Bauelementverbund.

Gartenbaubeleuchtungen zur Aufzucht von Nutz- und Zier-
pflanzen sind im Stand der Technik schon lange bekannt,
angefangen von einfachen Glühbirnen über Metalldampf-
lampen bis hin zu den modernen optoelektronischen Beleuch-
10 tungssystemen der Licht emittierenden Dioden (LEDs) auf
Hableiterbasis sowie auf Basis von organischen LEDs
(OLEDs). Die bekanntesten Beispiele sind die Gewächshäu-
ser (engl. Greenhouses) aus Glas oder mittlerweile trans-
parenten Kunststoffen, die insbesondere in den Wintermo-
15 naten eine zusätzliche und kontrollierte Beleuchtung be-
nötigen.

Die optoelektronischen Bauelemente der vorliegenden Er-
findung und ein daraus hergestellter Bauelementverbund
eignen sich - ohne hierauf beschränkt zu sein - besonders
20 für den sogenannten „Indoor-Gartenbau“. Hierunter ver-
steht man den (großtechnischen) Anbau von Nutz- und Zier-
pflanzen im Inneren eines Gebäudes, um die Pflanzen ganz-
jährig unabhängig von irgendwelchen Wetter- und Lichtbe-
dingungen unter kontrollierten Umgebungsbedingungen zu
25 kultivieren und dann für ihre bestimmungsgemäße Verwen-
dung abzuernten (auch bezeichnet als Horticulture-
Beleuchtung).

Ambitioniertere Pflanzenanbauprojekte in der heutigen
Zeit beschäftigen sich jedoch mit viel komplexeren Formen

- 2 -

des Indoor-Anbaus, nämlich mit großen und hohen Hallen, die zum Teil oder gänzlich vom Tageslicht abgeschirmt sind, in welchen die Pflanzen in einzelnen Pflanzkisten oder Pflanzenschalen dreidimensional bis zu Gebäudehöhen von über 30 m gestapelt werden und ähnlich einem Lager-
5 system über Rollen und Transportbänder vollautomatisch positioniert werden können und ihr Licht von jeweiligen Beleuchtungseinrichtungen beziehen. Derartige hocheffiziente Pflanzenaufwuchs-Systeme, auch als Vertical Farming
10 bezeichnet, kommen beispielsweise beim sogenannten „City Farming“ oder „Urban Farming“ zur Anwendung.

Ein weiteres Beispiel von Indoor-Beleuchtungseinrichtungen für Pflanzenbestrahlung sind Pflanzenwachstumsschränke, wie sie beispielsweise von der
15 Firma Agrilution angeboten werden. Diese Schränke können in Privatwohnungen, Geschäften oder Restaurants aufgestellt werden und nehmen in ihrer Bedeutung immer mehr zu, da die moderne Beleuchtungstechnik, z.B. auf Basis von LEDs, über hohe Lichtausbeuten bei gleichzeitig nied-
20 riger Leistungsaufnahme verfügt, so dass derartiges Indoor-Farming energetisch erst in jüngerer Zeit attraktiv wurde. Indoor-Beleuchtungseinrichtungen für Pflanzenbe-
strahlung können eine Vielzahl von funktionellen Komponenten umfassen, insbesondere Lichtquellen (LED, Laser,
25 OLED), Lichtquellen-Betriebsgeräte, Steuereinrichtungen für die Lichtquellen-Betriebsgeräte, Sensorik, Rückkopplungseinrichtungen, Kontrollgeräte, tag- und nachtspezifische Beleuchtungsszenarien, sommer- und winterspezifische
Beleuchtungsszenarien, Luftbewegungs-
30 Messeinrichtungen, Mess- und Analyse-Einrichtungen, Luftfeuchtigkeitsmesseinrichtungen, Temperaturmesseinrichtun-

- 3 -

gen, Kommunikationseinrichtungen zu Rechen- und Auswertesystemen, Robotersysteme, wie selbstfahrende Beleuchtungs-, Mess- und Ernte-Einrichtungen (AGV = auto-guided vehicles), Datenbanken, Cloud-Anbindung und damit Internet-of-Things (IoT) Fähigkeit, Machine-Learning Anbindung, Data Analytics, Einbindung in ökologische Energieversorgungskreisläufe, Einbindung in Vorratsplanung (Supply-on-Demand) und User-Interfaces, sowie optoelektronische Einrichtungen wie Linsen, Spiegel, Filter, Leuchtstoffe und dergleichen. Eine Lichtquelle kann dabei Strahlungsleistung im ultravioletten und/oder sichtbaren und/oder infraroten Spektralbereich emittieren. Die Steuereinrichtung bezieht Inputgrößen von beispielsweise Messsensoren (wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit) und von ausgewählten Lichtrezepten, und steuert die Intensität und/oder Farbe und/oder Betriebsmodus der Lichtquellen. Dadurch kann je nach Wachstumsphase und Reifegrad der Pflanzen eine optimale Beleuchtung bereitgestellt werden.

Gerade für solche Indoor-Gartenbau-Anlagen sind für eine erfolgreiche Aufzucht von Pflanzen jedoch besonders hohe Anforderungen an die Beleuchtungsinstallation zu stellen, insbesondere in Bezug auf strahlungstechnische Eigenschaften der Lichtquellen wie spektrale Intensität, Abstrahlcharakteristik, Farbort, Variation der spektralen Einzelintensitäten und damit Einstellung des Farborts sowie einer pflanzenwachstums-spezifischen Bestrahlungsstärke und Lichtspektrum, Lichtsteuerung durch Modulation (Pulsweitenmodulation, Pulsbetrieb) und die photomorphogenetische Beeinflussung von Pflanzen. Dabei soll der Begriff Pflanzen alle Arten von Anbau-Produkten oder

- 4 -

Nutzpflanzen umfassen, wie bspw. Gemüse (Salate), Nüsse, Früchte, Pilze, Blumen, Cannabis, Arzneipflanzen oder medizinische Pflanzen und Kräuter, hydroponische Gewächse, tropische Pflanzen, Algen, Wasserpflanzen, Seegras, Setzlinge, Saatgut, Gras, Zierbäume. Es ist bekannt, dass die Pflanzen bzw. Gewächse je nach Wachstums- und Reifephase eine optimale Strahlung geeigneter Wellenlängenverteilung und Intensität benötigen. Dies wird auch als wachstumsbezogene Lichtrezepte bezeichnet.

Um die Schwierigkeit der Beleuchtungsproblematik zu verstehen, muss man bedenken, dass Pflanzen mit Hilfe von Licht CO_2 und H_2O im Rahmen der Photosynthese in Kohlenhydrate umwandeln und daraus ihre Stoffwechselprozesse energetisch versorgen und die Biosynthese von Materialien bewirken, die das Wachstum der Pflanzen ausmachen. Dies schließt beispielsweise eine Stammverlängerung, Vergrößerung der Blattflächen, Blütenbildung, Fruchtbildung usw. ein.

Es ist aus der allgemeinen Pflanzenphysiologie bekannt, z.B. zusammengefasst dargestellt in EP 2 934 089 B1, dass die meisten höheren Pflanzen das natürliche Sonnenlicht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 300 nm und 800 nm benötigen. Hierbei haben sich zwei Absorptionsspitzen der grünen Blattfarbstoffe Chlorophyll a und Chlorophyll b, die sich in den roten und blauen Bereichen von 625-675 nm bzw. von 425-475 nm befinden, als besonders wichtig für die Pflanzenbeleuchtung herausgestellt. Hinzu kommt, dass es in UV-Nähe im Bereich von 300-400 nm noch weitere Absorptionspeaks gibt. Darüber hinaus liegen noch weitere Peaks im IR-Bereich von 700-800 nm.

- 5 -

Ein weiteres photoaktives System in Pflanzen ist das sogenannte Phytochrom-System. Dieses beinhaltet zwei Komponenten deren Absorptionsspitzenwerte im Rotbereich bei 660 nm bzw. im Fernrotbereich bei 730 nm liegen. Phytochrom-Aktivität steuert unterschiedliche Reaktionen wie beispielsweise Blattdehnung, Nachbarwahrnehmung, Schattenvermeidung, Stammelongation, Samenkeimung und Blüteninduktion.

Aus diesem pflanzenphysiologischen Vorspann ist es ersichtlich, wie komplex - neben der erforderlichen Wirtschaftlichkeit - das Problem einer artifiziellen Beleuchtung von Pflanzen bei einem groß angelegten Indoor-Gartenanbau tatsächlich ist.

Neben den oben erwähnten Wellenlängenbereichen, die mit einer Beleuchtungsvorrichtung abzudecken sind, müssen unter anderem noch folgende weitere Beleuchtungsanforderungen beachtet werden:

- Wirkungsgrad der verwendeten Leuchtmittel bzw. der verwendeten Optiken,
- 20 - Homogenität der Beleuchtungsstärke auf der Zielebene,
- Farbhomogenität bei fester Lichtfarbe als auch bei variabel einstellbarer Lichtfarbe,
- Farbeinstellbarkeit (spektrale Abstrahlcharakteristik, spektralbereichsweise Erhöhung oder Erniedrigung eines Spektralbereiches),
- 25 - Geringe Abschattung außen liegender Pflanzen und
- Geringe seitliche Überstrahlung der Zielfläche.

- 6 -

Bislang sind im Stand der Technik eine Reihe von Beleuchtungssystemen und Leuchtmitteln im Pflanzenbau zum Einsatz gekommen. Eine Vielzahl davon setzt LEDs ohne zusätzliche Optik ein, so dass die Abstrahlcharakteristik
5 lediglich vom Aufbau bzw. von der Anordnung der einzelnen LEDs abhängt.

Andere Leuchten (optoelektronische Bauelemente) weisen Optiken auf, die entlang einer Längsachse einer längsgestreckten (linearen) Leuchte mittig angeordnet sind und
10 eine in Bezug auf die Längsachse symmetrische Form aufweisen.

LED-Leuchten des Standes der Technik, wie zum Beispiel in der DE 202017002850 U1 beschrieben, weisen lineare symmetrische Linsen auf. Diese haben jedoch den Nachteil,
15 dass sie in einer Pflanzenbeleuchtungseinrichtung zu einer Lichtverteilung führen, bei welcher es in den Außenbereichen zu einer Abschattung der weiter außen liegenden Pflanzen kommt. Dies führt zu ungleichmäßigem Pflanzenwuchs in der beleuchteten Einheit. Insbesondere wachsen
20 die Pflanzen im Bereich der besseren Beleuchtung schneller und dort, wo die Beleuchtung schwächer ist bzw. die Abschattung größer, wachsen die Pflanzen langsamer, was zu einem ungleichmäßigen Wachstum bzw. unterschiedlicher Reife der einzelnen Pflanzen führt.

25 Andererseits können symmetrische Optiken so ausgebildet sein, dass sie einen extrem breiten Lichtkegel abstrahlen, und somit auch die am Rande gelegenen Pflanzen ausleuchten. Allerdings ist der Lichtkegel dann so weit aufgeweitet, dass ein großer Teil des Lichts den bepflanzten
30 Bereich verlässt, womit diese Optiken ineffizient sind.

- 7 -

Optiken mit starker Lichtbrechung können außerdem eine chromatische Aberration sowie Fresnel-Reflexion aufweisen. Die Fresnel-Reflexion reduziert die Effizienz der Leuchte, die chromatische Aberration führt zu Farbinhomogenitäten.

Ausgehend vom Stand der Technik der LED-Leuchten mit linearen symmetrischen Linsen ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein optoelektronisches Bauelement zur Verfügung zu stellen, mit welchem Beleuchtungsinstallationen für den modernen Pflanzenbau realisiert werden können, welche eine möglichst hohe Homogenität der Beleuchtungsstärke und/oder der Lichtfarbe auf einer Bestrahlungsebene aufweisen, sowie eine möglichst kleine Abschattung in den Außenbereichen einer Pflanzenanordnung aufweisen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein optoelektronisches Bauelement gemäß Anspruch 1 sowie einen Bauelementverbund gemäß Anspruch 11.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein optoelektronisches Bauelement mit

- einem Trägerkörper;
- mindestens einer Halbleiterlichtquelle oder Lichtquelle;
- und einem als asymmetrische Linse ausgebildeten sich linear oder länglich in eine Längsrichtung erstreckenden Abdeckkörper, der vor der mindestens einen Halbleiterlichtquelle angeordnet ist,

- 8 -

- wobei die Linse in Bezug auf eine Ebene, in welcher eine Hauptabstrahlrichtung A der Lichtquelle liegt und welche Ebene zur Längsrichtung parallel ist, keine Spiegelsymmetrie aufweist.

5 Die Erfindung betrifft ferner einen Bauelementverbund mit einer Mehrzahl von erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelementen, wobei die optoelektronischen Bauelemente des Bauelementverbundes mit Abstand zweireihig angeordnet sind und die asymmetrischen Linsen der optoelektronischen
10 Bauelemente eines Bauelementverbunds so platziert sind, dass sie in Bezug auf die Längs-Mittenlinie zwischen den optoelektronischen Bauelementen eines Bauelementverbundes symmetrisch angeordnet sind. Mit anderen Worten sind die asymmetrischen Linsen spiegelbildlich platziert, weisen
15 also beispielsweise die ‚dicken Seiten‘ der Linsen auf einander zu.

Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung wird unter dem Begriff „optoelektronisches Bauelement“ beispielsweise eine Leuchte verstanden, welche typischerweise eine Mehr-
20 zahl von Lichtquellen, insbesondere Halbleiterlichtquellen, aufweist. Die Mehrzahl von Lichtquellen kann dabei modulartig zusammengefasst sein. Ein solches Modul kann beispielsweise individuell angesteuert werden.

Eine oder mehrere solche/r erfindungsgemäße/n asymmetrische/n Linse/n überdeckt/überdecken vorzugsweise dabei
25 alle Lichtquellen einer Reihe von Lichtquellen, insbesondere einer linearen Reihe. Eine solche Reihe von Lichtquellen kann insbesondere eine Reihe von Lichtquellen eines ersten optoelektronischen Bauelementes sein, welches
30 Teil einer ersten Reihe von Bauelementen sein kann. Es

- 9 -

können dann, wie oben ausgeführt, optoelektronische Bauelemente zweireihig angeordnet sein. Eine weitere asymmetrische Linse oder mehrere weitere asymmetrische Linsen, die spiegelbildlich zu der Linse oder den Linsen der ersten Reihe von Bauelementen angeordnet ist/ sind, überdeckt/überdecken dann vorzugsweise eine Reihe von Lichtquellen eines Bauelementes der zweiten Reihe von optoelektronischen Bauelementen.

Unter dem Begriff „Bauelementverbund“ wird für die Zwecke der vorliegenden Erfindung ein Verbund aus solchen Leuchten (optoelektronischen Bauelementen) verstanden. Beispielsweise werden zwei Leuchten benötigt, um eine Zielfläche zum Indoor-Farming gemäß den oben genannten Anforderungen auszuleuchten.

Durch die erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelemente und insbesondere durch den Einsatz eines als asymmetrische Linse ausgebildeten Abdeckkörpers, der über den Halbleiterlichtquellen angeordnet ist, ergibt sich gleichzeitig ein hoher Wirkungsgrad der eingesetzten Bauelemente, eine möglichst homogene Bestrahlungsstärke im geforderten Wellenlängenbereich und/oder eine möglichst gute Farbhomogenität bei möglichst geringer Abschattung von außenliegenden Pflanzen.

Durch den Einsatz asymmetrischer Linsen wird erreicht, dass lineare Bauelementverbunde über einer vorzugsweise rechteckigen Pflanzenschale so angeordnet werden können, dass die Bestrahlung von jeder Längsseite der Pflanzenschale zum großen Teil in Richtung der gegenüberliegenden Seite der Pflanzenschale erfolgt und auf der jeweils näherliegenden Seite einen steilen Abfall der Bestrahlungs-

- 10 -

stärke aufweist, so dass nur ein kleiner Bruchteil der Strahlung außerhalb des näherliegenden Randes der Pflanzenschale gelangt bei gleichzeitig minimierter Schattenbildung an der näherliegenden Randseite. Der Bauelementverbund auf der gegenüberliegenden Seite bestrahlt die Pflanzenschale in analoger Weise, so dass für einen gegebenen Ort zwischen beiden Bauelementverbunden die Abschwächung der Bestrahlung des einen Bauelementverbundes durch die dort intensivere Bestrahlung des anderen gegenüberliegenden Bauelementverbundes ausgeglichen wird. Hierdurch ergibt sich eine über die Zielfläche homogen verteilte Bestrahlungsstärke, insbesondere im sichtbaren Spektralbereich und/oder im nahen ultravioletten (UV-A, 300-380 nm) und/oder im nahen infraroten Bereich (800 - 1000 nm).

Das erfindungsgemäße optoelektronische Bauelement mit asymmetrischer Linse ist einfach und ohne großen technischen Aufwand herzustellen. Zur Berechnung der Linsenform kann man das Verfahren des „Tailoring“ oder das Verfahren der geometrischen Konstruktion benutzen. Lehrbücher, die sich mit diesen Themen beschäftigen, sind zum Beispiel „Introduction to nonimaging optics“ von Julio Chavez und „Nonimaging Optics“ von Roland Winston, Juan C. Minano und Pablo Benitez. Hierbei kann in einer Ausgestaltungsform beachtet werden, dass die Lichtstrahlen in einer Querschnittsebene der Linse bei Eintritt in die Linse und beim Austritt aus dieser eine etwa gleich große Brechung erfahren. Wäre die Brechung an einer Ebene der Linse oder des Linsenkörpers (Einkoppel- oder Auskoppelfläche) deutlich größer, dann könnte dies zu vermehrter chromatischer Aberration führen. Der hier gewählte Ansatz der gleich-

- 11 -

starken Brechung verbessert also die Farbhomogenität. Mit
Vorteil kann die Brechung der von der Halbleiterlicht-
quelle emittierbaren elektromagnetischen Strahlung in der
Linse im Wesentlichen zwischen einer Einkoppelfläche der
5 Linse und einer Auskoppelfläche der Linse gleich aufge-
spalten sein. Beispielsweise kann die von der Halbleiter-
lichtquelle emittierte elektromagnetische Strahlung ihre
Richtung beim Eintritt in die Linse über eine oder die
Einkoppelfläche, insbesondere im Wesentlichen, um densel-
10 ben Winkel ändern, wie beim Austreten aus der Linse über
eine oder die Auskoppelfläche. Ein weiterer Aspekt ist
die Reduktion von Fresnel-Reflexionen. Je größer der Win-
kel ist, unter dem ein Lichtstrahl auf eine Grenzfläche
trifft, desto mehr Licht wird reflektiert. Vermeidet man
15 einen Aufbau, wo ein Winkel deutlich größer ist als der
zweite, da der Eintritts- und Austrittswinkel gleich groß
sind, dann reduziert man die Fresnel-Reflexionen und er-
höht die Effizienz des optischen Aufbaus.

Die Linse selber kann einfach durch Spritzguss, lineare
20 Extrusion oder Prägung hergestellt sein. Die Linse selber
kann aus Kunststoff, Silikon oder Glas gefertigt sein.

Mit den erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelementen
lassen sich beispielsweise Pflanzenleuchten für recht-
eckige Pflanzenschalen realisieren, welche eine deutlich
25 homogenere Ausleuchtung der Pflanzenschalen ermöglichen.

Ferner sind die mit den erfindungsgemäßen Bauelementen
ausgestatteten Beleuchtungsinstallationen für den Pflan-
zenbau robust in Bezug auf eine durch den Pflanzenwuchs
verursachte Änderung des Quelle-Ziel-Abstandes, der bei-
30 spielsweise im Bereich von 300 mm bis 450 mm liegen kann.

- 12 -

Die optoelektronischen Bauelemente, insbesondere ausgerüstet mit LEDs oder OLEDs, sind aufgrund der oben gezeigten Eigenschaften bestens geeignet, um den Anforderungen des großtechnischen Indoor-Farmings, insbesondere vertical Farming, City Farming, Urban Farming, wie auch für kleinere (Einbau-)Einheiten für Eigenheime oder Wohnungen zu entsprechen.

Als Lichtquelle kann eine LED oder können mehrere LEDs eingesetzt werden, wobei die LED oder eine der mehreren LEDs Strahlung mit einer der folgenden Farben bzw. einem der folgenden Wellenlängenbereiche emittiert: UV, blau, grün, rot, IR. Die mindestens eine LED kann mindestens einen wellenlängenumwandelnden Leuchtstoff enthalten (Konversions-LED). Der Leuchtstoff oder ein weiterer Leuchtstoff kann entfernt von der Leuchtdiode angeordnet sein ("Remote Phosphor"). Die LED kann in Form mindestens einer einzeln gehäusten LED oder in Form mindestens einer Leuchtdiode, die einen oder mehrere LED-Chips aufweist, vorliegen. Es können mehrere LED-Chips auf einem gemeinsamen Substrat ("Submount") montiert sein und eine LED bilden oder einzeln oder gemeinsam beispielsweise auf einer Platine (z.B. FR4, Metallkernplatine, etc.) befestigt sein ("CoB" = Chip on Board). Anstelle oder zusätzlich zu anorganischen LEDs, beispielsweise auf Basis von AlInGaN oder InGaN oder AlInGaP, sind allgemein auch organische LEDs (OLEDs, z.B. Polymer-OLEDs) einsetzbar. Alternativ kann die lichtemittierende Komponente eine Laserdiode oder eine Laserdiodenanordnung sein, insbesondere eine LARP-Lichtquelle (LARP = Laser Activated Remote Phosphor). Auch IR-emittierende VCSEL (Vertical Cavity Surface-Emitting Laser) können verwendet werden. Denkbar

- 13 -

ist auch eine OLED-Leuchtschicht oder mehrere OLED-Leuchtschichten oder einen OLED-Leuchtbereich vorzusehen. Die Emissionswellenlängen der lichtemittierenden Komponenten können im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten Spektralbereich liegen. Die jeweiligen Lichtquellen können mit einer Primäroptik zur Strahlformung ausgestattet sein.

Als eine Hauptabstrahlrichtung einer Lichtquelle, die eine Primäroptik einschließen kann, wird die Richtung bezeichnet, in welcher der Vektor-Schwerpunkt der nach Lichtstärke gewichteten Ausbreitungsrichtungen der emittierten Strahlung (Primärstrahlung und Sekundärstrahlung) liegt.

Zusätzlich oder alternativ zur Pflanzenbeleuchtung können die erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelemente auch in Scheinwerfern für Fahrzeugbeleuchtungen, Effektlichtbeleuchtungen, Entertainmentbeleuchtungen, Architainmentbeleuchtungen, Allgemeinbeleuchtung, medizinischer und therapeutischer Beleuchtung oder Beleuchtungen für Aquarien und Tierzucht Verwendung finden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die Linse in Bezug auf eine senkrecht zur Trägerebene oder zum plattenförmigen oder ebenen Trägerkörper stehende Ebene, welche parallel zur Längsrichtung der Linse ist, asymmetrisch ausgestaltet sein.

Vorzugsweise ist die längliche und/oder schalenförmige und/oder - im Querschnitt gesehen - u-förmige oder sichelförmige Linse im Querschnitt gesehen asymmetrisch ausgestaltet. Es ist weiter denkbar, die Linse zylindrisch auszugestalten. Weiter vorzugsweise ist eine innere

- 14 -

Fläche oder Einkoppelfläche der Linse, die hin zum Trägerkörper weisen kann, konkav und eine äußere Fläche oder Auskoppelfläche der Linse konvex ausgestaltet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform erstrecken sich die
5 Einkoppelfläche und die Auskoppelfläche der Linse jeweils entlang eines Bogens oder einer Kurve. Die Einkoppelfläche und die Auskoppelfläche können sich dabei - im Querschnitt gesehen - in einer Erstreckungsrichtung zunächst von dem, insbesondere plattenförmigen, Trägerkörper weg-
10 erstrecken und sich ab einem bestimmten Erstreckungsweg wieder hin zum Trägerkörper erstrecken. Im Querschnitt und in Erstreckungsrichtung der Flächen - ausgehend von einem ersten Endabschnitt der Flächen hin zu einem zweiten Endabschnitt - gesehen wird vorzugsweise ein Abstand
15 zwischen der Einkoppelfläche und der Auskoppelfläche größer, womit auf einfache Weise eine gewünschte Asymmetrie der Linse ausgebildet werden kann. Mit anderen Worten kann die Linse im Querschnitt quer zur Längsachse gesehen, insbesondere etwa, eine Bogenform aufweisen. Die Dicke der Linse kann entlang der Bogenform von einer Seite zur anderen Seite, insbesondere stetig, zunehmen. Vorzugsweise ist der Flächenkurvenzug des Linsenquerschnitts an der Einkoppelfläche und der Auskoppelfläche stetig differenzierbar.

25 Die Linse kann des Weiteren zwei Halteabschnitte oder Flanschabschnitte aufweisen, zwischen denen sich die Einkoppelfläche und Auskoppelfläche erstrecken. Über die Flanschabschnitte, die sich etwa parallel zum Trägerkörper und voneinander weg erstrecken, kann die Linse am
30 Trägerkörper befestigt werden. Die Flanschabschnitte erstrecken sich vorzugsweise in einer Ebene.

- 15 -

Eine Homogenität der Bestrahlungsstärke auf einer Zielebene durch eine Anordnung von erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelementen liegt vorzugsweise zwischen 0,25 bis 0,50, bevorzugt zwischen 0,35 bis 0,50, wobei
5 die Homogenität das Verhältnis von minimaler Bestrahlungsstärke zu maximaler Bestrahlungsstärke sein kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann die mindestens eine Halbleiterlichtquelle mittels einer Steuereinrichtung in ihrer Intensität und/oder Farbe und/oder ihrem Betriebsmodus veränderbar sein.
10

Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

15 Fig. 1 eine Querschnittansicht eines erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelementes gemäß einer Ausführungsform;

Fig. 2a und b eine schematische Positionierung einer Beleuchtung nach dem Stand der Technik (Fig. 2a) und
20 eine Beleuchtung unter Verwendung der erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelemente entlang den Längsseiten einer Pflanzenschale (Fig. 2b);

Fig. 3 eine schematische Darstellung der Bestrahlungskarakteristik des erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelements, welches bei einer Längsseite
25 einer Pflanzenschale positioniert ist;

- 16 -

Fig. 4 Diagramme mit Bestrahlungsstärkeverteilungen eines zweireihigen Bauelementverbundes in Abhängigkeit vom Quelle-Ziel-Abstand;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines erfindungsge-
5 mäßen Bauelementverbundes über einer Zielebene;

Fig. 6 Diagramme mit Bestrahlungsstärkeverteilungen eines lückenlosen, zweireihigen Bauelementverbundes in Abhängigkeit vom Quelle-Ziel-Abstand; und

Fig. 7 ein Diagramm einer Bestrahlungsstärkeverteilung,
10 wenn lediglich einer der beiden Bauelementverbunde Licht emittiert.

Ausführungsbeispiele

Beispiel 1

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine erste bei-
15 spielerhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung AF 1.

Ein optoelektronisches Bauelement 1 sieht einen Trägerkörper 2 vor, auf dem Lichtquellen oder Halbleiterlichtquellen 3 angebracht sind. Die Halbleiterlichtquellen 3
20 emittieren bei geeigneter elektrischer Versorgung Licht als Primärstrahlung, beispielsweise blaues oder rotes Licht. Eine Primärstrahlung, bevorzugt eine ultraviolette oder blaue Primärstrahlung, kann aber auch mittels eines Wellenlängenumwandlungselements (Leuchtstoff) in Licht
25 einer bestimmten Wellenlänge (Konversionslicht, beispielsweise gelbes Licht), zumindest teilweise konvertiert werden, wobei dann beispielsweise die Mischung aus unkonvertierter blauer Primärstrahlung und gelber Konver-

- 17 -

sionsstrahlung weißes Nutzlicht ergibt. Als Lichtquellen werden bevorzugt OSRAM OSOLON® und OSRAM Duris® LEDs verwendet, beispielsweise in den Farben Deep Blue (460 nm, GD DASPA1.14), Deep Blue (460 nm, LD CQAR), Deep Blue
5 (460 nm, LD CQDP), Blau (470 nm, GB DASPA1.13), Rot (625 nm, GR DASPA1.23), Rot (625 nm, LR CP7P), Far Red (660 nm, GH CSHPM1.24), Hyper Red (730 nm, Oslon Square Hyper Red), Weiß (4000 K, OSRAM OSOLON® Square GW CSSRM1.BM).

Das optoelektronische Bauelement 1 kann beispielsweise
10 ausschließlich als Halbleiterlichtquellen 3 direkt emittierende LEDs der gleichen Farbe aufweisen, oder ausschließlich phosphor-konvertierte LEDs derselben Farbtemperatur.

Das optoelektronische Bauelement 1 kann beispielsweise
15 eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen in Form von LEDs aufweisen, die ausschließlich zwei unterschiedliche LED-Typen aufweist, beispielsweise Rot und Blau. Andere Kombinationen können sein: Deep Blue und Hyper Red, Weiss und Rot (660 nm), Rot (625 nm) und Hyper-Red (730 nm),
20 usw.

Das optoelektronische Bauelement 1 kann beispielsweise eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen in Form von LEDs aufweisen, die ausschließlich drei unterschiedliche LED-Typen aufweist, beispielsweise Rot und Blau und Weiß.

25 Das optoelektronische Bauelement 1 kann beispielsweise eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen in Form von LEDs aufweisen, die ausschließlich vier unterschiedliche LED-Typen aufweist, beispielsweise Blau, Weiß, Rot (625 nm) und Far Red (720 nm).

- 18 -

Das optoelektronische Bauelement 1 kann beispielsweise eine Anordnung von Halbleiterlichtquellen in Form von LEDs aufweisen, die ausschließlich fünf unterschiedliche LED-Typen aufweist, beispielsweise Deep Blue (460 nm) Blau (470 nm), Weiß (4000 K), Rot (625 nm) und Far Red (720 nm).

Weitere Varianten ergeben sich aus der Kombination von Halbleiterlichtquellen in Form von LEDs, die sichtbares Licht emittieren, mit solchen, die unsichtbares Licht (UV, IR) emittieren. Auch sind Kombinationen mit einer größeren Anzahl unterschiedlicher LEDs denkbar.

Bezüglich der Anordnung der verschiedenfarbigen Lichtquellen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. So können die Lichtquellen verschiedener Farbe gruppenweise platziert werden, oder abwechselnd in Gruppen und Einzel-LEDs, oder gleichförmig verteilt, oder stochastisch verteilt.

Eine besonders bevorzugte Anordnung für ein optoelektronisches Bauelement 1 ist (im Folgenden als Anordnung 1 bezeichnet): Deep Blue, Weiss, Hyper Red, Far Red, Deep Blue, Weiss, Hyper Red, Far Red, Deep Blue, Weiss, Hyper Red, Far Red, Deep Blue, Weiss, Hyper Red, Far Red, Deep Blue, Weiss, Hyper Red, Far Red.

Eine weitere besonders bevorzugte Anordnung für ein optoelektronisches Bauelement 1 ist (im Folgenden als Anordnung 2 bezeichnet): Deep Blue, Far Red, Weiss, Hyper Red, Deep Blue, Far Red, Weiss, Hyper Red, Deep Blue, Far Red, Weiss, Hyper Red, Deep Blue, Far Red, Weiss, Hyper Red, Deep Blue, Far Red, Weiss, Hyper Red.

- 19 -

Alle oder ein Teil der oben genannten Lichtquellen können eine Primärlinse aufweisen.

Durch die Verwendung einer Vielzahl von Lichtquellen können wachstumsspezifische Beleuchtungsszenarien (Farbe,
5 Intensität, Konstantlicht, gepulstes Licht) als pflanzen-spezifische Lichtrezepte bereitgestellt werden. Diese können dann in einer Datenbank abgespeichert und von Steuerungsprogrammen aufgerufen und aktiviert werden. Dazu können Lichtsteuersysteme verwendet werden, wie sie
10 beispielsweise in EP 2829160 A1, EP 2774459 A1, US 2010301773 und US 2010295482 A1 beschrieben sind.

Als Abdeckkörper wird eine asymmetrische Linse 4 über den Halbleiterlichtquellen 3 angebracht. Die asymmetrische Linse 4 weist eine Ebene 5 auf, in welcher eine Hauptabstrahlrichtung A der Halbleiterlichtquellen 3 liegt, und
15 die zur Längsrichtung des optoelektronischen Bauelements parallel ist, so dass die Linse 4 keine Spiegelsymmetrie in Bezug auf die Ebene 5 aufweist. Hierdurch erhält die Linse 4 eine Asymmetrie, welche die aus den Halbleiterlichtquellen 3 austretende Strahlung unterschiedlich
20 stark in unterschiedliche Richtungen austreten lässt. Der Abdeckkörper bzw. die asymmetrische Linse 4 erstreckt sich senkrecht zur Zeichenebene, insbesondere zylindrisch. Die Längserstreckung kann im Bereich von wenigen
25 Zentimetern bis zu einigen Metern liegen.

Die Linse ist hierbei so geformt, dass die elektromagnetische Strahlung ihre Richtung beim Eintritt in die Linse 4 an der Einkoppelfläche 6 im Wesentlichen um denselben Winkel ändert, wie beim Austreten aus der Linse 4 an der
30 Auskoppelfläche 7. Die Lichtbrechung wird also gleichmä-

- 20 -

Big auf die Einkoppel- und Auskoppelfläche verteilt, um mit guter Effizienz eine hohe Homogenität im Hinblick auf die Beleuchtungsstärke und/oder die Farbe auf der Bestrahlungsebene und ein asymmetrisches Strahlprofil bereitzustellen. Die von der Linse erfasste Abstrahlung in der Schnittebene bzw. im Querschnitt gesehen überdeckt einen Winkelbereich von ca. $\pm 80^\circ$.

Die asymmetrische Linse 4, insbesondere deren ortsabhängige Krümmungen, lassen sich durch dem Fachmann wohlbekannte Verfahren aus der allgemeinen Linsenoptik für die erwünschte Strahlungsintensitätsverteilung und Refraktion berechnen. Dabei ist die äußere Linsenfläche konvex und die innere Linsenfläche konkav ausgeführt, wobei die Dicke der Linse in der in Fig. 1 dargestellten Schnittebene von einer Seite zur anderen (nicht notwendigerweise monoton) zunimmt und wobei der Flächenkurvenzug stetig differenzierbar ist. So eine Linse kann auch als Isolinse bezeichnet werden.

Mit der vorab berechneten Geometrie der asymmetrischen Linse 4 lässt sich ein Werkzeug herstellen, mit welchem die Linse 4 beispielsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff hergestellt werden kann.

Die in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform AF 1 eines optoelektronischen Bauelementes 1 weist im Zusammenspiel mit einer weiteren Vorrichtung 1a (siehe Fig. 2b, 4 und 5) in einem Bauelementverbund 8 eine stark verbesserte Homogenität der Bestrahlungsstärke auf der Bestrahlungsebene auf.

Beispiel 2

- 21 -

Die optoelektronischen Bauelemente 1,1a, siehe Figur 2b, 4 und 5 werden zu einem Bauelementverbund 8 angeordnet. Als Ziel dient jeweils eine bei Pflanzenschalen im industriellen Maßstab übliche rechteckige Zielebene beispielsweise mit Abmessungen von 1200 mm X 3000 mm. Der Quelle-Ziel-Abstand D, siehe Figur 5, beträgt in diesem Beispiel 300 mm, 375 mm und 450 mm.

Fig. 2a zeigt für eine Leuchte des Standes der Technik mit linear symmetrischen Linsen in schematischer Darstellung die Schattenbildung und den für den Pflanzenwuchs ineffektiven Lichtaustritt jeweils für den kürzesten Abstand $D1 = 300$ mm (obere Linie) und den größten Abstand $D2 = 450$ mm (untere Linie). Die eingezeichneten Pfeile repräsentieren die äußeren Bestrahlungsbegrenzungslinien, zum Beispiel ermittelt durch einen Bestrahlungsstärkeabfall von $1 / e^2$ des Maximums des von der Leuchte emittierten Strahlenbündels. Eine Schattenbildung bedeutet, dass beim Hochwachsen der Pflanzen die weiter außen liegenden weniger Strahlungsleistung erhalten, da die weiter innen liegenden diese aufgrund der flachen Einstrahlung absorbieren. Dieser Sachverhalt ist beim kürzeren Quelle-Ziel-Abstand besonders ausgeprägt. Beim größeren Quelle-Ziel-Abstand ist die Strahlungsverteilung hingegen zu breit, so dass Strahlung seitlich ungenutzt an der Bestrahlungsfläche vorbei geht. Selbst wenn zwei Leuchten des Standes der Technik mit linear symmetrischen Linsen voneinander beabstandet platziert würden, würde das die beschriebene Problematik nicht beheben. Gemäß Fig. 2a kennzeichnet der mit dem Bezugszeichen 9 bezeichnete Pfeil den „Schatten für kurzen Ab-

- 22 -

stand" und der mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnete Pfeil den „Strahlungsaustritt für großen Abstand“.

In der Fig. 2b ist die Schattenbildung sowie der effektive Lichtaustritt für zwei optoelektronische Bauelemente 1 und 1a eines Bauelementverbundes 8 gezeigt, welche mit LEDs mit erfindungsgemäßen asymmetrischen Linsen bestückt sind. Dabei sind, wie oben ausgeführt, die asymmetrischen Linsen der beiden optoelektronischen Bauelemente spiegelbildlich angeordnet. Es ist auch denkbar, mittig zwischen den beiden optoelektronischen Bauelementen 1 und 1a ein oder mehrere optoelektronische Bauelemente mit symmetrischer Linse anzuordnen. Gemäß Fig. 2b kennzeichnet der mit dem Bezugszeichen 11 bezeichnete Pfeil einen „geringen Schatten“ und der mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnete Pfeil einen „geringen Strahlungsaustritt“.

Hierbei ist erkennbar, dass jedes der optoelektronischen Bauelemente 1 und 1a eine asymmetrische Strahlungsverteilung zur Zielebene abgibt (die Pfeile haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 2a). Sowohl für einen Quelle-Ziel-Abstand D, siehe Figur 5, von 450 mm (untere Linie) als auch von 300 mm (obere Linie) ergibt sich aufgrund des steileren Lichteinfalls ein deutlich geringerer Abschattungseffekt der äußeren Pflanzen sowie ein geringerer die Zielebene verfehlender Strahlungsaustritt.

Im Zusammenwirken beider optoelektronischer Bauelemente 1, 1a wird eine homogene Beleuchtungsstärke in einer Ebene über der Ziel-Fläche erreicht, wobei die Entfernung der Ebene zur Lichtquelle um etwa ein Drittel kleiner ist als der Abstand von Lichtquelle und Ziel-Fläche. Mit anderen Worten ist die Ebene mit der homogenen Beleuch-

- 23 -

tungsstärke $1/3 \cdot \text{Gesamtabstand}$ von der Ziel-Fläche beab-
standet, wobei als Gesamtabstand der Abstand zwischen der
Lichtquelle und der Ziel-Fläche angesehen wird. Zugleich
kommt es nicht zu einem erhöhten Lichtverlust, der auf-
5 treten würde, wenn man den Lichtkegel aufweiten würde, um
den gesamten Bereich homogen auszuleuchten. Die Effizienz
für ein erfindungsgemäßes Bauelement, also der Bruchteil
der von den Lichtquellen erzeugten Strahlungsleistung,
der die Zielfläche erreicht, liegt (abhängig vom Abstand
10 zwischen den Lichtquellen und der Zielfläche) im Bereich
von 50% bis 80%, bevorzugt von 65% bis 80%, wenn der Ab-
stand zwischen Quellen und Zielfläche sich in dem oben
beschriebenen Rahmen von 300mm bis 450mm befindet. Dies
gilt für die beschriebene Zielfläche mit 1200mm Breite
15 und 3000mm Länge.

Es ist auch denkbar, mehrere optoelektronische Bauelemen-
te 1 nebeneinander anzuordnen (also in der Zeichenebene
lateral versetzt), beispielsweise als 2er oder 3er Ver-
bund, sowie mehrere optoelektronische Bauelemente 1a in
20 gleicher Weise nebeneinander anzuordnen, so dass die Ge-
samtanordnung symmetrisch zu einer Mittellinie ist.

Fig. 3 zeigt in schematischer Darstellung die Bestrah-
lungsstärkeverteilung eines erfindungsgemäßen optoelekt-
ronischen Bauelementes 1 über der Zielebene in Abhängig-
25 keit vom Ort, wobei gemäß Fig. 3 „Z“ für Zielbestrahlung
und „O“ für Ort steht. Dargestellt ist die Ziel-
Bestrahlungsstärke. Die Pfeile haben dieselbe Bedeutung
wie bereits in Fig 2a, 2b erläutert. Hierbei ist die
asymmetrische Charakteristik eines optoelektronischen
30 Bauelementes deutlich erkennbar. Die Vorteile des erfin-
dungsgemäßen optoelektronischen Bauelementes 1 ergeben

- 24 -

sich im Zusammenwirken von zwei beabstandeten Bauelementen 1, 1a mit spiegelbildlich angeordneten asymmetrischen Linsen (höhere Gesamt-Homogenität und steilerer Außenabfall), siehe dazu auch die Erklärungen zu Fig. 7.

- 5 In Fig. 4 sind die Simulationsergebnisse der Bestrahlungsstärkeverteilung eines Bauelementverbundes 8 aus jeweils fünf optoelektronischen Bauelementen 1 und 1a, jeweils bei den Quelle-Ziel-Abständen $D = 300$ mm, $D = 375$ mm und $D = 450$ mm gezeigt. Mit anderen Worten ist die Bestrahlungsstärke AF1 für drei unterschiedliche Quelle-Ziel-Abstände gezeigt. Die Darstellung zeigt einen Blick von oben auf die Bestrahlungsfläche. Die fünf optoelektronischen Bauelemente 1 sind, ebenso wie die fünf Bauelemente 1a, bezüglich der Längsachse der dargestellten Bestrahlungsfläche translationssymmetrisch angeordnet, wobei sie voneinander um ca. 300 mm beabstandet sind, und die äußeren optoelektronischen Bauelemente jeweils in Translationsrichtung einen Abstand zur jeweiligen Außenkante der Bestrahlungsfläche von ca. 150 mm aufweisen.
- 10
- 15
- 20 Die unterschiedlichen Bestrahlungsstärken sind durch unterschiedliche Schraffierungen gekennzeichnet. Selbst bei kürzestem Abstand von $D = 300$ mm ergibt sich noch eine gute homogene Verteilung. Die Homogenität der Beleuchtung, definiert als minimale Bestrahlungsstärke geteilt durch die maximale Bestrahlungsstärke, liegt, abhängig vom Quelle-Ziel-Abstand, im Bereich 0,25 - 0,5, bevorzugt im Bereich 0,35 - 0,5. Die Homogenität für unterschiedliche Spektralbereiche, insbesondere der photobiologisch bedeutsamen Spektralbereiche 400 bis 500 nm (Bereich 1), 500 bis 600 nm (Bereich 2), 600 bis 700 nm (Bereich 3),
- 25
- 30

- 25 -

700 bis 800 nm (Bereich 4), weist dieselbe Bandbreite auf.

In Fig. 4 ist ersichtlich, dass sich die Homogenität der Bestrahlungsstärke mit zunehmendem Quelle-Ziel-Abstand
5 verbessert.

Fig. 5 zeigt nochmals in schematischer Darstellung einen Bauelementverbund 8 zur Pflanzenbeleuchtung, diesmal mit zwei mal fünf in Längsrichtung lückenlos angeordneten optoelektronischen Bauelementen 1, 1a über der Zielebene,
10 welche gemäß Anordnung 1 und/oder Anordnung 2 mit jeweils vier Farbkanälen bestückt sind.

Fig. 6 zeigt die Bestrahlungsstärkeverteilungen für unterschiedliche Quelle-Ziel-Abstände, die sich bei Einsatz eines Bauelementverbundes 8 gemäß Fig. 5 ergeben (mit je-
15 weils fünf optoelektronischen Bauelementen 1, 1a). Gemäß Fig. 6 steht „B“ für die Bestrahlungsstärke. Es findet sich eine gute homogene Beleuchtungssituation für jeden Abstand, insbesondere im Bereich ± 1350 mm, der durch den Bauelementverbund beleuchtet wird, so dass die erfindungsgemäßen optoelektronischen Bauelemente 1, 1a ausge-
20 zeichnet für die Beleuchtung von Pflanzen im Rahmen von Indoor-Farming geeignet sind.

In Fig. 7 ist die Beleuchtungssituation eines zweireihigen Bauelementverbundes 8 gemäß Fig. 5 gezeigt, wenn lediglich eine der beiden Reihen von optoelektronischen Bauelementen 1, 1a Licht emittiert (hier die Bauelemente 1a; Die Beleuchtung mit den Bauelementen 1 wäre spiegelbildlich zur Längsachse). Gemäß Fig. 7 steht „B“ für die Bestrahlungsstärke. Sind alle optoelektronischen Bauele-
25 mente 1, 1a des Bauelementverbundes 8 in Betrieb, so lie-
30

- 26 -

gen hinsichtlich Wirkungsgrad, Homogenität der Beleuchtungsstärke und Farbhomogenität gute Verhältnisse für den Pflanzenanbau vor. Mit dem mit Bezugszeichen 13 bezeichneten Pfeil ist eine sanfte Steigung gekennzeichnet und
5 mit dem mit Bezugszeichen 14 bezeichneten Pfeil ist eine starke Steigung gekennzeichnet.

- 27 -

BEZUGSZEICHENLISTE

	Optoelektronisches Bauelement	1; 1a
	Trägerkörper	2
5	Halbleiterlichtquelle	3
	Asymmetrische Linse	4
	Ebene	5
	Einkoppelfläche	6
	Auskoppelfläche	7
10	Bauelementverbund	8
	Hauptabstrahlrichtung	A
	Ziel-Quelle-Abstand	D

- 28 -

ANSPRÜCHE

1. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) mit
 - einem Trägerkörper (2),
 - mindestens einer Lichtquelle oder Halbleiterlicht-
5 quelle (3),
 - einem als asymmetrische Linse (4) ausgebildeten
sich linear oder länglich in eine Längsrichtung er-
streckenden Abdeckkörper, der vor der mindestens ei-
nen Halbleiterlichtquelle (3) angeordnet ist,
 - 10 - wobei die Linse (4) in Bezug auf eine Ebene, in
welcher eine Hauptabstrahlrichtung A der Lichtquelle
liegt und welche Ebene zur Längsrichtung parallel
ist, keine Spiegelsymmetrie aufweist.
2. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach Anspruch 1,
15 wobei die Linse (4) in Bezug auf eine senkrecht zur
Trägerebene (2) stehende Ebene, die parallel zur
Längsrichtung ist, asymmetrisch ausgestaltet ist.
3. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der
vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die Brechung
20 der von der Halbleiterlichtquelle (3) emittierbaren
elektromagnetischen Strahlung in der Linse (4) im We-
sentlichen gleich aufgespalten ist zwischen einer
Einkoppelfläche (6) der Linse (4) und einer Auskop-
pelfläche (7) der Linse (4).

- 29 -

4. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die von der Halbleiterlichtquelle (3) emittierbare elektromagnetische Strahlung ihre Richtung beim Eintritt in die Linse (4) an einer oder der Einkoppelfläche (6) im Wesentlichen um denselben Winkel ändert, wie beim Austreten aus der Linse (4) an einer oder der Auskoppelfläche (7).
5. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine innere Fläche der Linse (4) konkav und eine äußere Fläche der Linse (4) konvex ausgeführt ist.
6. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Linse (4) im Querschnitt quer zur Längsrichtung gesehen eine Bogenform hat und die Dicke der Linse (4) entlang der Bogenform von einer Seite zur anderen Seite zunimmt.
7. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Krümmungsradius der inneren Fläche der Linse (4) im Querschnitt quer zur Längsrichtung gesehen von einer Seite zur anderen zunimmt.
8. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei über Halbleiterlichtquellen (3) elektromagnetische Strahlung mit unterschiedlichen Wellenlängenbereichen und/oder Farben emittierbar ist.

- 30 -

9. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches gemeinsam mit weiteren solchen Bauelementen auf einer Zielfläche eine Homogenität der Bestrahlungsstärke von 0,25 bis 0,50 bereitstellt, wobei die Homogenität das Verhältnis von minimaler Bestrahlungsstärke zu maximaler Bestrahlungsstärke ist.
10. Optoelektronisches Bauelement (1;1a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (3) mittels einer Steuereinrichtung in ihrer Intensität und/oder Farbe und/oder Betriebsmodus veränderbar ist.
11. Bauelementverbund (8) mit einer Mehrzahl von optoelektronischen Bauelementen (1;1a) gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Bauelementverbund (8) nach Anspruch 11, bei welchem die optoelektronischen Bauelemente (1;1a) so angeordnet sind, dass die asymmetrischen Linsen (4) in Bezug auf eine Mittelebene zwischen den optoelektronischen Bauelementen (1;1a) spiegelsymmetrisch angeordnet sind.
13. Bauelementverbund (8) nach Anspruch 11 oder 12, wobei dieser derart ausgebildet ist, dass eine homogene Beleuchtungsstärke auf einer Zielfläche und auf einer Ebene über dieser Zielfläche erreicht wird, welche Ebene sich im Abstand zur Halbleiterlichtquelle (3) von zwei Dritteln des Gesamtabstands zwischen der

- 31 -

Halbleiterlichtquelle (3) und der Zielfläche befindet.

14. Bauelementverbund (8) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei welchem optoelektronische Bauelemente (1;1a)
5 in wenigstens einer Reihe linear oder lückenlos linear angeordnet sind.
15. Optoelektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10 oder Bauelementverbund nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei das Bauelement (1; 1a) o-
10 der der Bauelementverbund (8) in der Hortikultur eingesetzt ist.
16. Anordnung mit einer Zielfläche und mindestens einem optoelektronischen Bauelement gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bauelement ausgelegt
15 ist, die Zielfläche mit einer Bestrahlungsstärkeverteilung zu bestrahlen und das Bauelement sich näher an einem Rand der Zielfläche befindet als an einem gegenüberliegenden Rand, und wobei die Bestrahlungsstärkeverteilung zwischen dem Bauelement und dem näher-
20 liegenden Rand der Zielfläche steiler abfällt, d.h. einen Gradienten mit größerem Betrag aufweist, als an allen anderen Stellen.

Fig. 1

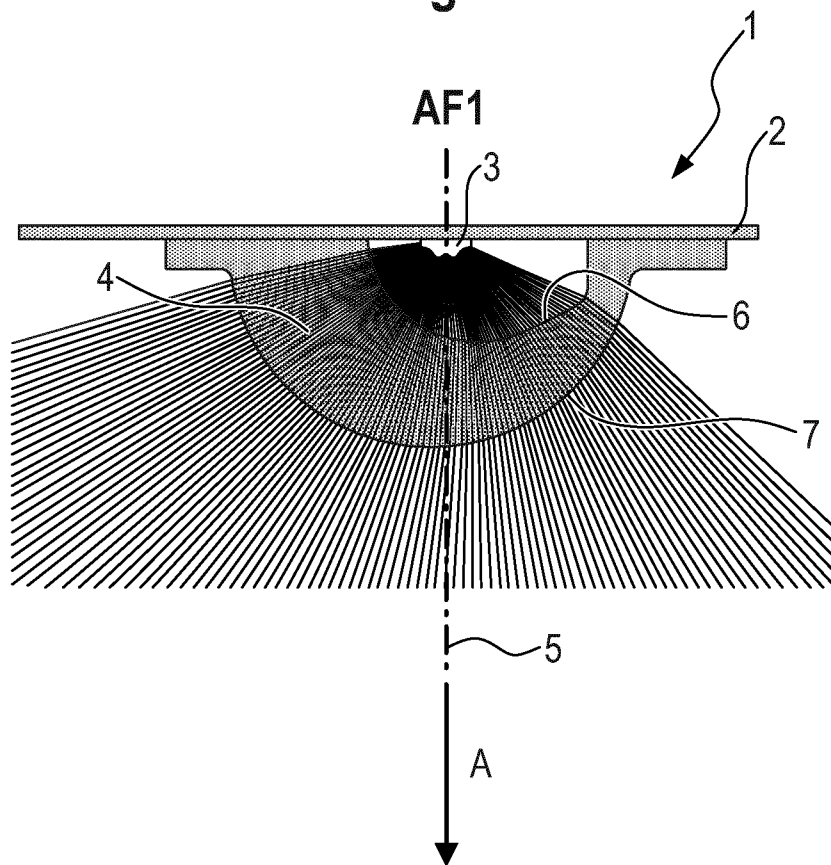


Fig. 2a

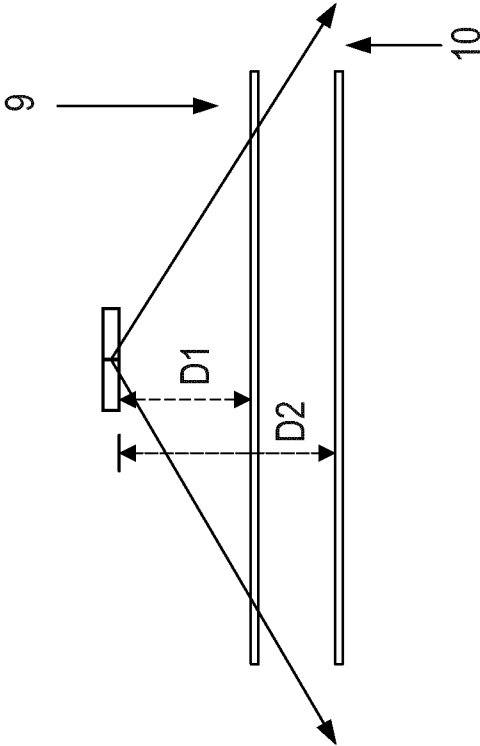
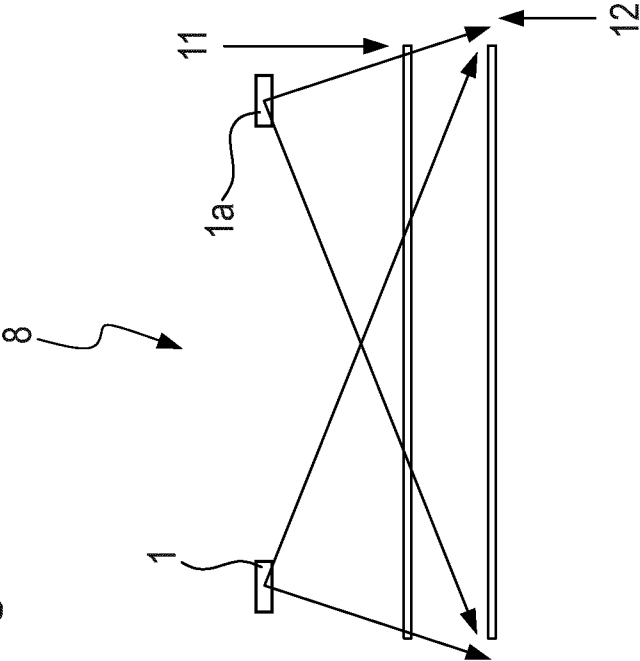


Fig. 2b



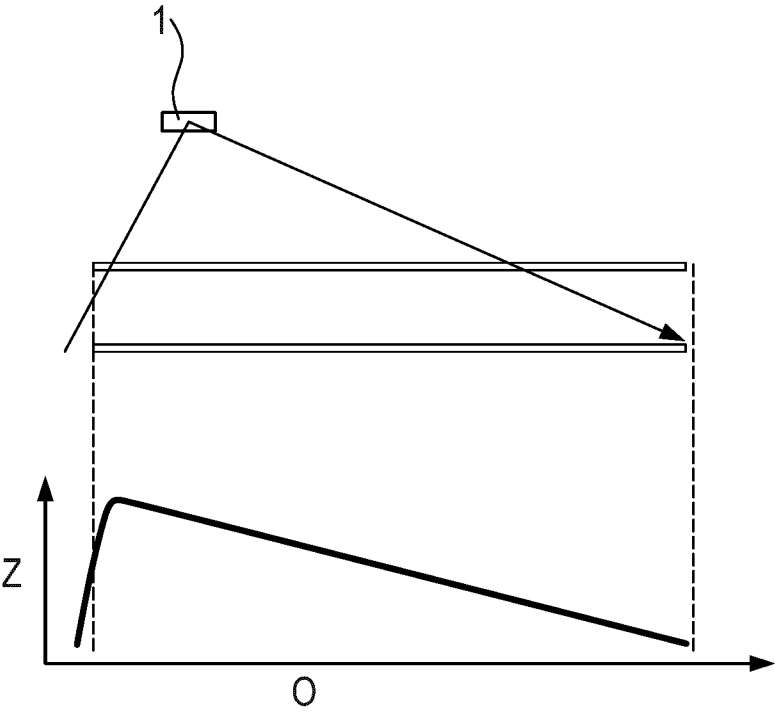


Fig. 3

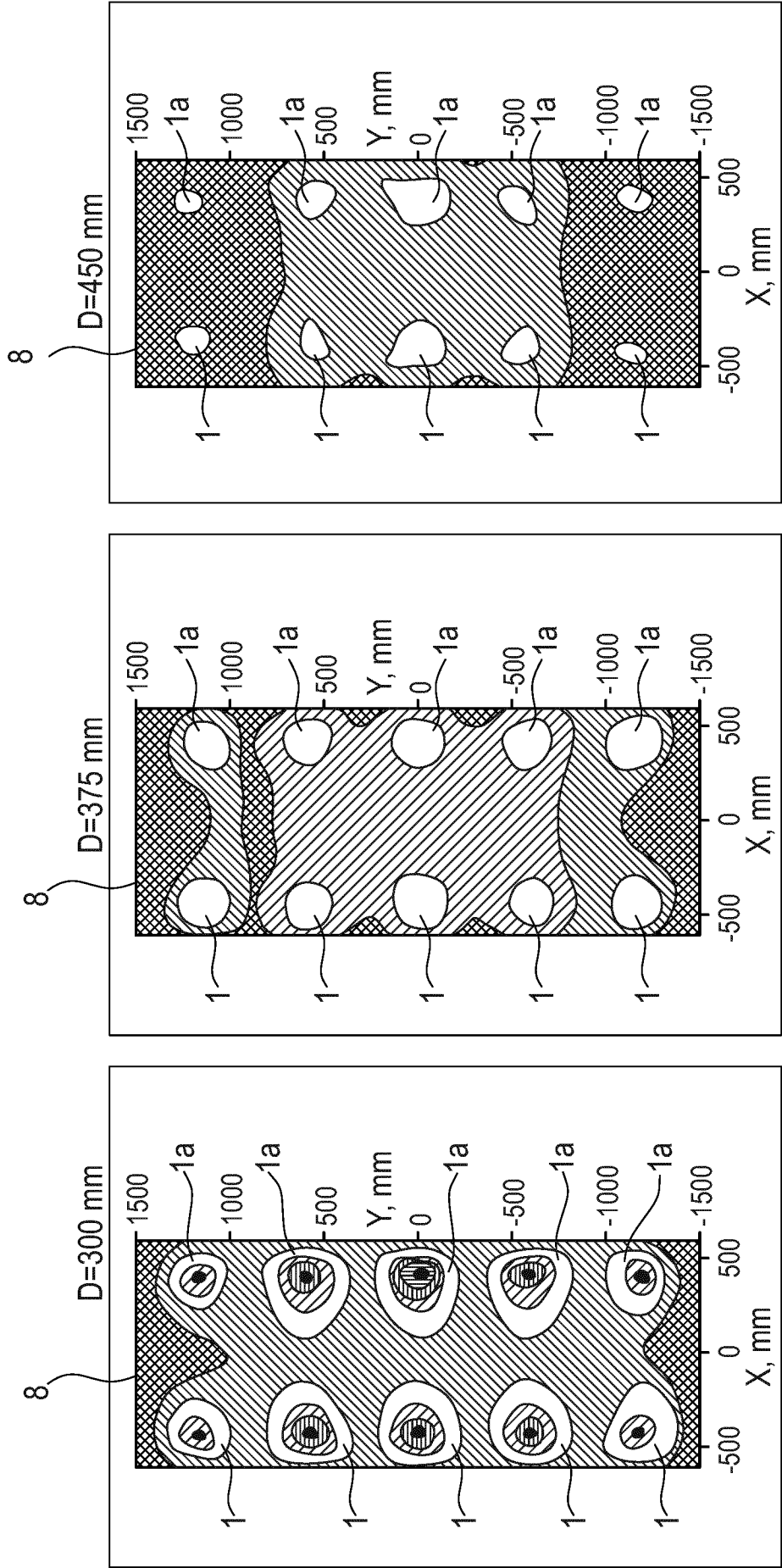


Fig. 4

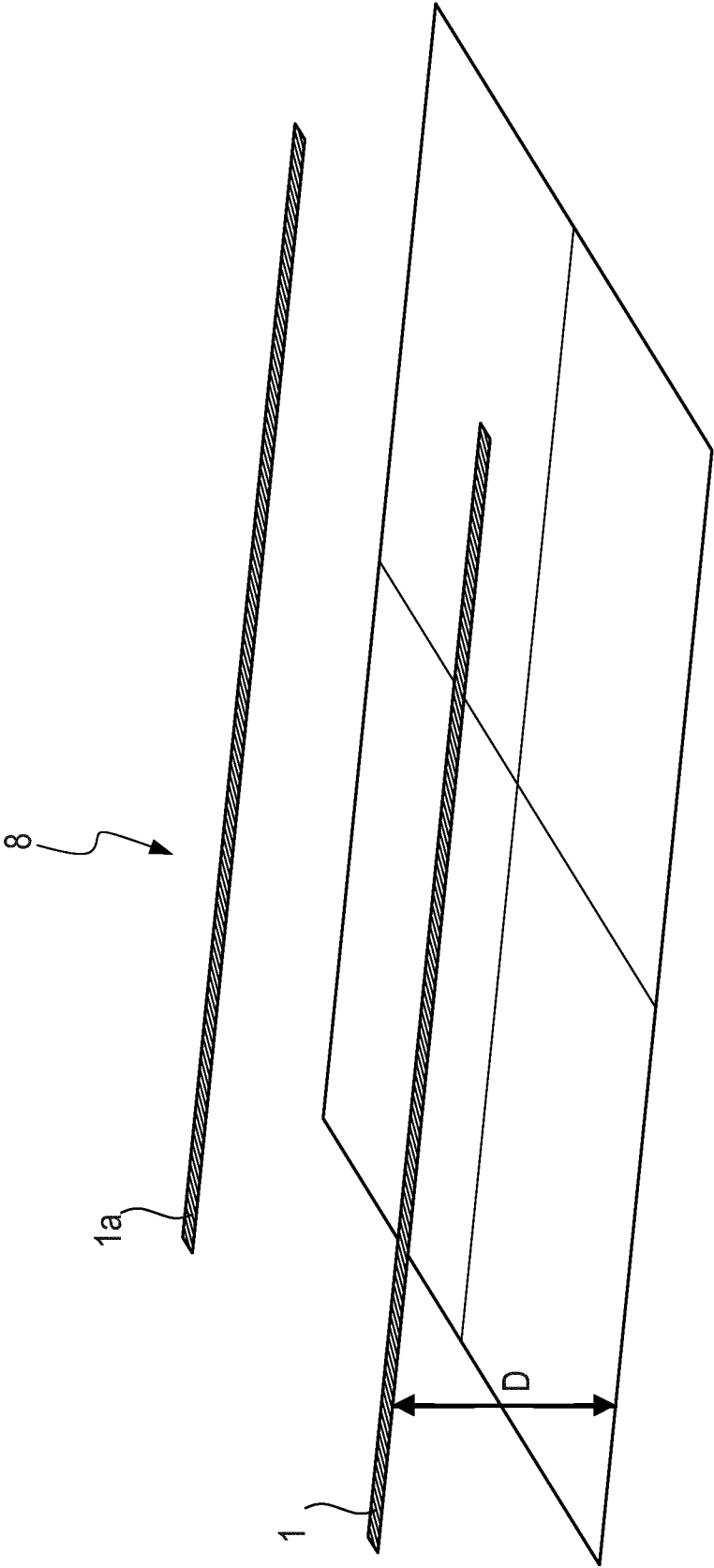


Fig. 5

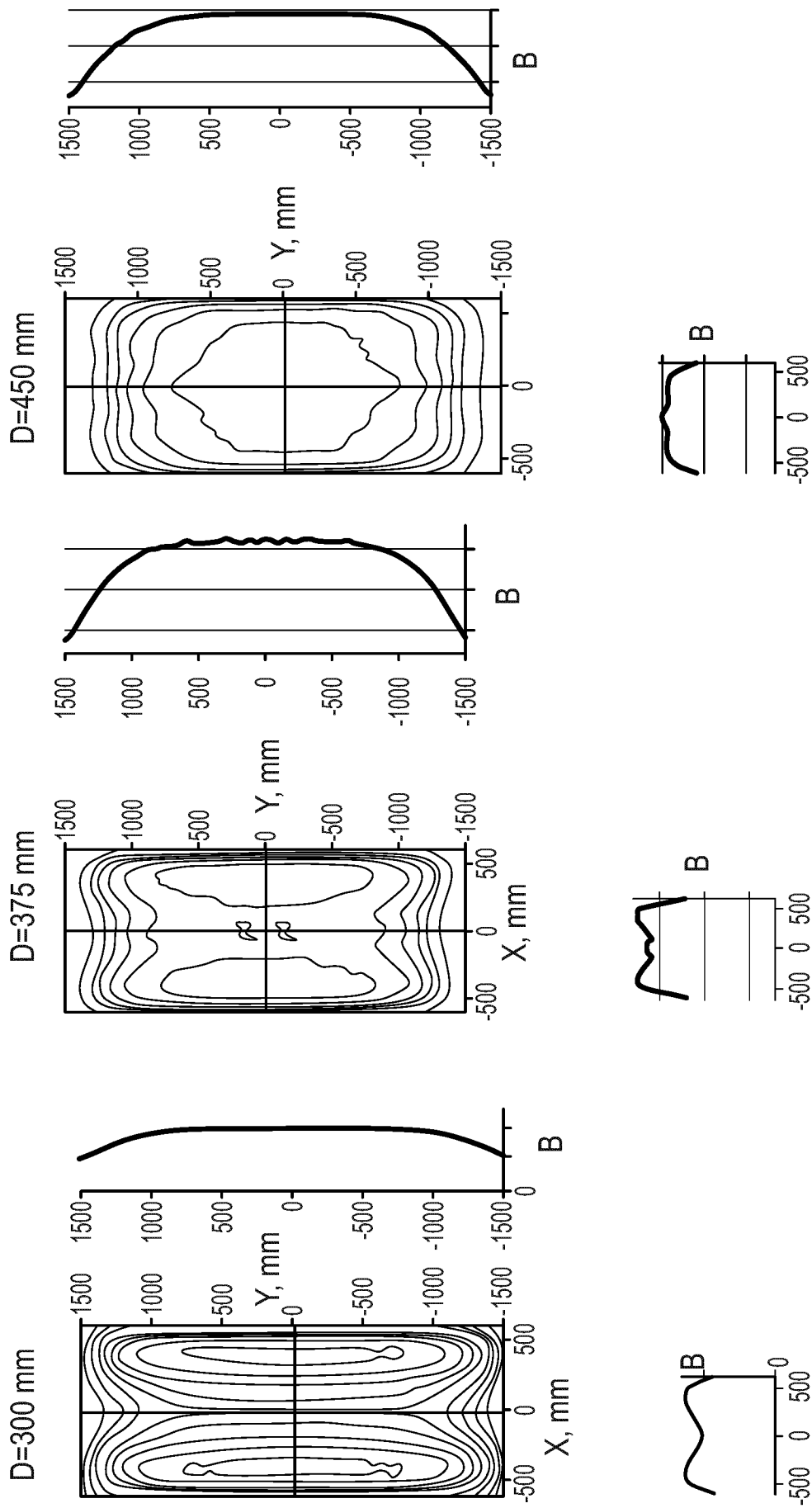


Fig. 6

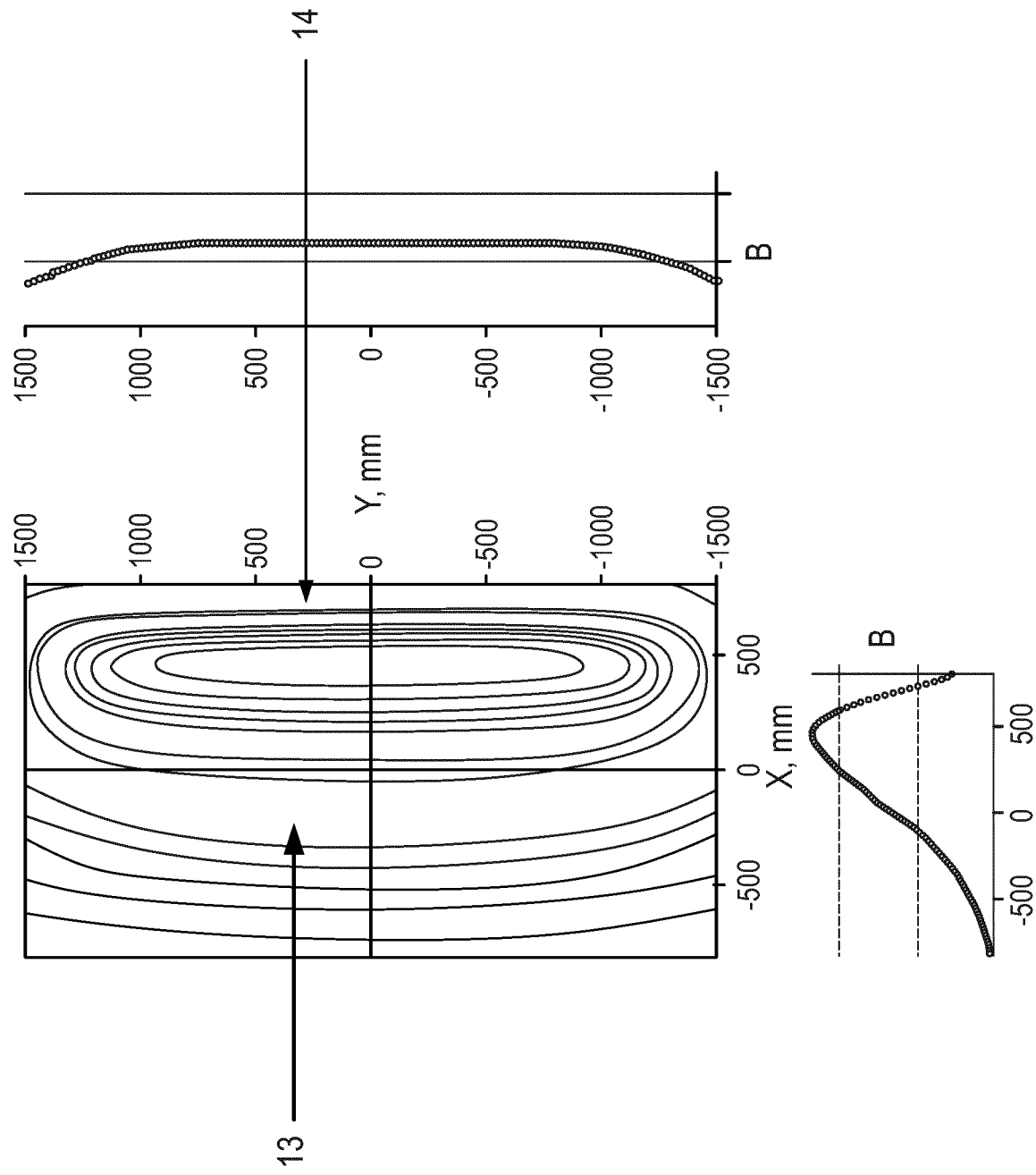


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/050671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F21V 5/04**(2006.01)i; **F21V 5/08**(2006.01)i; **A01G 7/04**(2006.01)i; **G02B 19/00**(2006.01)i

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)

F21V; A01G; G02B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2280216 A2 (FU ZHUN PREC INDUSTRY SHENZHEN CO LTD [CN]; FOXCONN TECH CO LTD [TW]) 02 February 2011 (2011-02-02)	1-14,16
A	paragraphs [0015] - [0018], [0028]; figures 1, 5	15
X	US 2014198487 A1 (TESSNOW THOMAS [US] ET AL) 17 July 2014 (2014-07-17)	1-14,16
A	paragraphs [0059] - [0062], [0079], [0080]; figures 7, 10	15
X	KR 20170143212 A (LEE JU DONG [KR]) 29 December 2017 (2017-12-29)	1-12,14,16
A	paragraphs [0136] - [0146]; figures 8, 9	13,15
X	DE 202017002850 U1 (OSRAM GMBH [DE]) 20 June 2017 (2017-06-20)	1-16
	cited in the application	
	paragraphs [0024] - [0063]; figures 1, 4, 5, 7	
X	WO 2013060527 A1 (OSRAM GMBH [DE]; ZHANG QIHUI [CN]; LIN JING [CN]; HU JIN [CN]; LI ANMI) 02 May 2013 (2013-05-02)	1-5,8-14,16
A	page 7, line 7 - page 9, line 29; figures 1, 2	6,7,15



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

21 March 2019

Date of mailing of the international search report

29 March 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Zwenger, Markus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/050671

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2280216	A2	02 February 2011	CN	101968166	A	09 February 2011
				EP	2280216	A2	02 February 2011
				US	2011019425	A1	27 January 2011
US	2014198487	A1	17 July 2014	NONE			
KR	20170143212	A	29 December 2017	NONE			
DE	202017002850	U1	20 June 2017	CN	207394437	U	22 May 2018
				DE	202017002850	U1	20 June 2017
WO	2013060527	A1	02 May 2013	CN	103090309	A	08 May 2013
				EP	2771729	A1	03 September 2014
				US	2014286018	A1	25 September 2014
				WO	2013060527	A1	02 May 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F21V5/04 F21V5/08 A01G7/04 G02B19/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F21V A01G G02B		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 280 216 A2 (FU ZHUN PREC INDUSTRY SHENZHEN CO LTD [CN]; FOXCONN TECH CO LTD [TW]) 2. Februar 2011 (2011-02-02)	1-14,16
A	Absätze [0015] - [0018], [0028]; Abbildungen 1, 5	15
X	US 2014/198487 A1 (TESSNOW THOMAS [US] ET AL) 17. Juli 2014 (2014-07-17)	1-14,16
A	Absätze [0059] - [0062], [0079], [0080]; Abbildungen 7, 10	15
X	KR 2017 0143212 A (LEE JU DONG [KR]) 29. Dezember 2017 (2017-12-29)	1-12,14, 16
A	Absätze [0136] - [0146]; Abbildungen 8, 9	13,15
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. März 2019		29/03/2019
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 Zwerger, Markus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 20 2017 002850 U1 (OSRAM GMBH [DE]) 20. Juni 2017 (2017-06-20) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0024] - [0063]; Abbildungen 1, 4, 5, 7 -----	1-16
X	WO 2013/060527 A1 (OSRAM GMBH [DE]; ZHANG QIHUI [CN]; LIN JING [CN]; HU JIN [CN]; LI ANMI) 2. Mai 2013 (2013-05-02)	1-5, 8-14,16
A	Seite 7, Zeile 7 - Seite 9, Zeile 29; Abbildungen 1, 2 -----	6,7,15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/050671

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2280216	A2	02-02-2011	CN 101968166 A 09-02-2011
			EP 2280216 A2 02-02-2011
			US 2011019425 A1 27-01-2011

US 2014198487	A1	17-07-2014	KEINE

KR 20170143212	A	29-12-2017	KEINE

DE 202017002850	U1	20-06-2017	CN 207394437 U 22-05-2018
			DE 202017002850 U1 20-06-2017

WO 2013060527	A1	02-05-2013	CN 103090309 A 08-05-2013
			EP 2771729 A1 03-09-2014
			US 2014286018 A1 25-09-2014
			WO 2013060527 A1 02-05-2013
