

(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
26. April 2012 (26.04.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/052326 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F21V 29/02 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/067766

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Oktober 2011 (12.10.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 042 599.0
19. Oktober 2010 (19.10.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM AG** [DE/DE]; Hellabrunner Str. 1, 81543 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HERRMANN, Siegfried** [DE/DE]; Hauptstr. 24, 94362 Neukirchen (DE). **KRAUS, Robert** [DE/DE]; Franz-Winzinger-Weg 22, 93051 Regensburg (DE). **MAIWALD, Hubert** [DE/DE]; Sebastian-Kneipp-Str. 36, 93073 Neutraubling (DE). **VON MALM, Norwin** [DE/DE]; Stockloher Str. 8, 93152 Thumhausen (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LUMINOUS DEVICE AND METHOD FOR COOLING A SEMICONDUCTOR LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung : LEUCHTVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KÜHLEN EINER HALBLEITERLICHTQUELLE

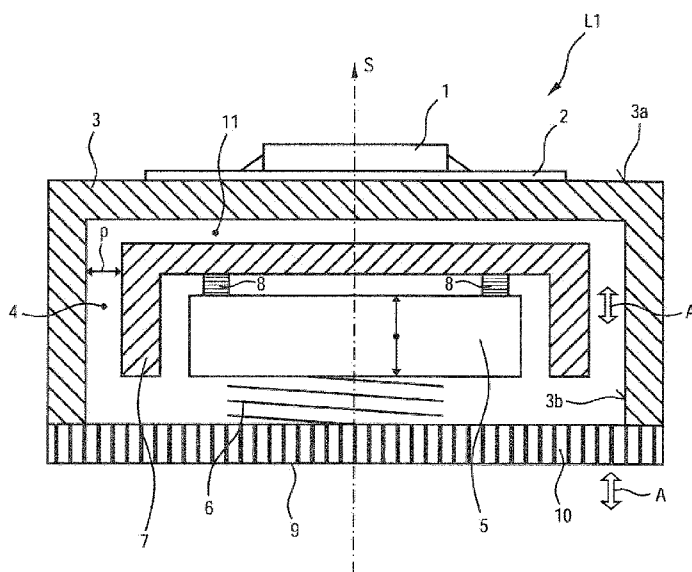


Fig.1

(57) Abstract: The luminous device (L1) comprises at least one semiconductor light source (1) and an oscillation generating element for generating a cooling air flow, wherein the oscillation generating element is a transformer (5) for operating the at least one semiconductor light source (1). The method serves for cooling at least one semiconductor light source (1), wherein an airflow (L) for cooling the at least one semiconductor light source (1) is generated by means of an oscillatory movement of a transformer (5) for operating the at least one semiconductor light source (1).

(57) Zusammenfassung: Die Leuchtvorrichtung (L1) weist mindestens eine Halbleiterlichtquelle (1) und ein Schwingungserzeugungselement zur Erzeugung eines Kühlluftstroms auf, wobei das Schwingungserzeugungselement ein Transformator (5) zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) ist. Das Verfahren dient zum Kühlen mindestens einer Halbleiterlichtquelle (1), wobei ein Luftstrom (L) zum Kühlen der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) mittels einer Schwingungsbewegung eines Transformators (5) zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) erzeugt wird.

WO 2012/052326 A1



Veröffentlicht:

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

Beschreibung

Leuchtvorrichtung und Verfahren zum Kühlen einer Halbleiterlichtquelle

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, aufweisend mindestens ein Halbleiterbauelement und ein Schwingungserzeugungselement zur Erzeugung eines Kühlluftstroms zur Kühlung des Halbleiterbauelements. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Kühlen mindestens einer Halbleiterlichtquelle, insbesondere Leuchtdiode.

In DE 10 2008 038 549 A1 wird vorgeschlagen, zur Kühlung von kleinen elektronischen Schaltungen, beispielsweise elektronischen Vorschaltgeräten, einen piezoelektrischen Aktor mit einer davon montierten Schwingmembran mit Ultraschallfrequenzen anzuregen und zu betreiben. Die Schwingungen der Schwingmembran erzeugen einen Luftstrom, der die Schaltung kühlt.

Für Halbleiterleuchtvorrichtungen sind Halbleiterlichtquellen bekannt, welche an einem Kühlkörper angebracht sind. Wird die Halbleiterleuchtvorrichtung nur passiv mittels des Kühlkörpers gekühlt, muss der Kühlkörper verhältnismäßig groß dimensioniert sein, um die erforderliche Kühlleistung zu erreichen. Wird die Halbleiterleuchtvorrichtung aktiv mittels eines den Kühlkörper anblasenden Lüfters gekühlt, kann der Kühlkörper kleiner ausfallen. Jedoch tritt dann ein störendes Betriebsgeräusch des Lüfters auf.

Es ist die **Aufgabe** der vorliegenden Erfindung, eine Kühlmöglichkeit für Halbleiterlichtquellen bereitzustellen, welche bei gleicher Kühlleistung eine geringere Bauform aufweist als ein passiv kühlender Kühlkörper und geräuschärmer ist als ein Lüfter.

35

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind insbesondere den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

- 5 Die Aufgabe wird gelöst durch eine Leuchtvorrichtung, aufweisend mindestens eine Halbleiterlichtquelle und ein Schwingungserzeugungselement zur Erzeugung eines Kühlluftstroms, wobei das Schwingungserzeugungselement ein Transformator zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle ist.

10

Die typischerweise auftretende Vibration des Transformators wird also gezielt zur Erzeugung eines Luftstroms eingesetzt, welcher die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (direkt oder indirekt) kühlt. So kann bei gleicher Baugröße eine Kühlleistung im Vergleich zu einer rein passiven Kühlung verbessert werden bzw. eine bei gleicher Kühlleistung kompaktere Bauform ermöglicht werden. Die Nutzung des Transformators benötigt keine weiteren lärm erzeugenden Bauelemente, so dass eine solche Leuchtvorrichtung geräuschärmer ist als eine
15 Leuchtvorrichtung mit einem Lüfter.
20

Der Transformator ist in anderen Worten zusätzlich zu seiner Wandlerfunktion als ein Schwingungserzeugungselement zur Erzeugung eines Kühlluftstroms ausgebildet. Der Transformator
25 kann insbesondere ein elektrisches Versorgungssignal, z.B. eine Versorgungsspannung, in ein elektrisches Betriebssignal, z.B. eine Betriebsspannung, zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle umwandeln.

30 Zur Erzeugung des Kühlluftstroms kann der Transformator stationär angeordnet sein. Die stationäre Anordnung kann insbesondere umfassen, dass ein Schwerpunkt des Transformators bei dessen Betrieb nicht schwingt. Der Transformator kann dann z.B. einen Luftstrom mittels einer Vibration außenliegender
35 Oberflächen erzeugen.

Alternativ oder zusätzlich kann der Transformator (als solcher) schwingfähig angeordnet sein. Die schwingfähige Anordnung kann insbesondere umfassen, dass ein Schwerpunkt des Transformators bei dessen Betrieb schwingt. Der Transformator
5 kann dann einen Luftstrom z.B. mittels einer Verdrängung erzeugen.

Der Luftstrom kann die mindestens eine Halbleiterlichtquelle direkt kühlen, z.B. mittels eines Überstreichens der mindestens einen Halbleiterlichtquelle, und/oder indirekt kühlen, z.B. mittels eines Überstreichens mindestens eines mit der mindestens einen Halbleiterlichtquelle thermisch gekoppelten Elements, z.B. eines Kühlkörpers.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der Transformator ein Piezotransformator ist. Im Gegensatz zu einem konventionellen elektromagnetischen Transformator, bei dem die Sekundär- und Primärseite über ein Magnetfeld gekoppelt sind, erfolgt beim Piezotransformator die Kopplung mechanisch. Genutzt wird dabei sowohl das piezoelektrische wie auch das inverse piezoelektrische Prinzip. Dadurch lässt sich eine äußerst kompakte Bauform realisieren, insbesondere mit einer Bauhöhe von unter 1 mm. Wegen des in weiten Grenzen flexiblen Formfaktors eignen sich Piezotransformatoren insbesondere für Lampenvorschaltgeräte usw. Ein weiterer Vorteil ist ein Wirkungsgrad von rund 95%, der damit deutlich über dem Wert von konventionellen elektromagnetischen Transformatoren liegt. Gerade bei Geräten, die mit Batterien oder Akkus betrieben werden, erhöht sich damit die Betriebsdauer. Da die Kopplung der Primär- und Sekundärseite beim Piezotransformator rein mechanisch erfolgt, treten EMV-Probleme, wie sie bei elektromagnetischer Kopplung auftreten, nicht auf. Dies ist insbesondere von Vorteil, falls der Piezotransformator in unmittelbarer Nähe von empfindlichen MOS-ICs betrieben wird, die mit niedrigen Versorgungs- und Signalspannungen sowie hohen Impedanzen arbeiten. Durch seine technischen Vorteile eignen sich Piezotransformatoren insbesondere als Wandler für LED-

Beleuchtungssysteme. Die Verwendung des Piezotransformators weist den Vorteil auf, dass er im Gegensatz zu dem konventionellen elektromagnetischen Transformator stärker schwingt und so einen stärkeren Luftstrom erzeugen kann.

5

Es ist eine Weiterbildung, dass der Transformator mit einer Resonatorstruktur gekoppelt ist, so dass die Schwingungen des Transformators großflächiger an die Luft übertragbar sind, was eine Kühlleistung verbessern kann.

10

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Transformator an einer Schwingungseinrichtung gehaltert ist. Die Schwingungseinrichtung ermöglicht ein Schwingen des Transformators (als solchem bzw. dessen Schwerpunkts). Der Transformator kann
15 mittels der Schwingungseinrichtung insbesondere freischwingend gelagert oder gehaltert sein. Die Schwingungseinrichtung entkoppelt in anderen Worten den Transformator mechanisch von einer stationären oder nicht-schwingenden Unterlage oder Basis. Die Schwingungseinrichtung kann z.B. ein Federelement,
20 insbesondere eine Spiralfeder oder ein Gummiblock, sein.

Es ist eine Weiterbildung, dass die Schwingungseinrichtung mindestens eine bevorzugte Schwingungsrichtung aufweist. Dadurch kann die Schwingung des Transformators gerichtet werden, um einen definierten, besonders effektiven Kühlluftstrom zu erzeugen. Die Schwingungseinrichtung kann eine Schwingung des Transformators beispielsweise im Wesentlichen in eine lineare Schwingungsbewegung umsetzen. Die Schwingungseinrichtung kann dann z.B. in der bevorzugten Schwingungsrichtung
25 einen besonders geringen Elastizitätsmodul aufweisen (besonders nachgiebig sein) und z.B. quer zu der bevorzugten Schwingungsrichtung einen erhöhten Elastizitätsmodul und/oder Anschläge aufweisen. Der nicht-schwingende Kühlkörper kann einen Teil der Schwingungseinrichtung aufweisen, z.B. indem
30 er seitliche Anschläge bereitstellt.

35

Es ist noch eine weitere Ausgestaltung, dass die mindestens eine Halbleiterlichtquelle an einem (relativ zu der Leuchtvorrichtung) stationären oder nicht-schwingenden Kühlkörper angebracht ist und der Transformator schwingfähig in einer Kavität (oder Hohlraum) des nicht-schwingenden Kühlkörpers untergebracht ist. Bei Betrieb kann der Transformator also in der Kavität schwingen. Der Transformator kann somit als ein (insbesondere geringverdichtender) Kolben dienen, der in dem nicht-schwingenden Kühlkörper bewegt wird, wobei die Kavität als ein Zylinder dient. So kann ein besonders starker Luftzug über die (innere) Oberfläche des Kühlkörpers mit einer effektiven Konvektionswirkung erzeugt werden.

Die mindestens eine Halbleiterlichtquelle kann insbesondere an einer Außenseite des nicht-schwingenden Kühlkörpers angeordnet sein, während die Kavität durch eine Innenseite des nicht-schwingenden Kühlkörpers begrenzt ist.

Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass die Kavität luftoffen ist. So kann durch einen Luftaustausch zwischen der Kavität und der Außenseite erwärmte Luft aus der Kavität herausgedrückt und kühlere Frischluft angesaugt werden, was eine Kühlwirkung weiter erhöht. Unter einer Luftoffenheit kann insbesondere verstanden werden, dass die Kavität mittels mindestens eines Luftdurchlasskanals mit einer Außenseite des Kühlkörpers verbunden ist.

Es ist zudem eine Ausgestaltung, dass die Kavität mittels eines nicht-schwingenden luftdurchlässigen Bodens abgedeckt ist. Dadurch kann die Luftoffenheit auf eine besonders einfache Weise erreicht werden. Es lässt sich ein besonders starker Luftstrom an einer dem Boden gegenüberliegenden Decke der Kavität erzeugen. Insbesondere falls die Halbleiterlichtquelle(n) an der Decke angebracht sind, (z.B. an einer der Kavität abgewandten Seite der Decke) wird eine besonders hohe Kühlwirkung erreicht.

Es ist außerdem eine Ausgestaltung, dass die Schwingungseinrichtung, insbesondere Federelement, auf dem luftdurchlässigen Boden angebracht ist. Dadurch wird eine besonders kompakte und preisgünstige Bauform ermöglicht.

5

Es ist noch eine Ausgestaltung, dass der Transformator fest mit einem mitschwingenden Kühlkörper verbunden ist, wobei der mitschwingende Kühlkörper mit dem nicht-schwingenden Kühlkörper durch einen Luftspalt getrennt ist. Der mitschwingende Kühlkörper kann somit als ein (geringverdichtender) Kolben dienen, der in dem nicht-schwingenden Kühlkörper bewegt wird, wobei die Kavität als Zylinder dient. Während die Form des mitschwingenden Kühlkörpers auf die Kühlleistung hin optimiert ist und diesbezüglich z.B. auf einen Spaltabstand zu dem nicht-schwingenden oder stationären Kühlkörper, kann der Transformator davon hochgradig unabhängig auf einen guten Wirkungsgrad hin optimiert sein.

Es ist ferner eine Ausgestaltung, dass die Leuchtvorrichtung eine Lampe ist. Die Lampe kann insbesondere eine Retrofitlampe sein, z.B. eine Halogenlampen-Retrofitlampe oder eine Glühlampen-Retrofitlampe.

Bevorzugterweise umfasst die mindestens eine Halbleiterlichtquelle mindestens eine Leuchtdiode. Bei Vorliegen mehrerer Leuchtdioden können diese in der gleichen Farbe oder in verschiedenen Farben leuchten. Eine Farbe kann monochrom (z.B. rot, grün, blau usw.) oder multichrom (z.B. weiß) sein. Auch kann das von der mindestens einen Leuchtdiode abgestrahlte Licht ein infrarotes Licht (IR-LED) oder ein ultraviolettes Licht (UV-LED) sein. Mehrere Leuchtdioden können ein Mischlicht erzeugen; z.B. ein weißes Mischlicht. Die mindestens eine Leuchtdiode kann mindestens einen wellenlängenumwandelnden Leuchtstoff enthalten (Konversions-LED). Die mindestens eine Leuchtdiode kann in Form mindestens einer einzeln gehäuseten Leuchtdiode oder in Form mindestens eines LED-Chips vorliegen. Mehrere LED-Chips können auf einem gemeinsamen

Substrat ("Submount") montiert sein. Die mindestens eine Leuchtdiode kann mit mindestens einer eigenen und/oder gemeinsamen Optik zur Strahlführung ausgerüstet sein, z.B. mindestens einer Fresnel-Linse, Kollimator, und so weiter. Anstelle oder zusätzlich zu anorganischen Leuchtdioden, z.B. auf Basis von InGaN oder AlInGaP, sind allgemein auch organische LEDs (OLEDs, z.B. Polymer-OLEDs) einsetzbar. Alternativ kann die mindestens eine Halbleiterlichtquelle z.B. mindestens einen Diodenlaser aufweisen. Die Halbleiterlichtquelle kann mit einem Leuchtstoff zusammenwirken, z.B. unmittelbar angrenzend an eine Emitterfläche, in der Nähe einer Emitterfläche und/oder entfernt von einer Emitterfläche ("Remote Phosphor").

Es ist noch eine Weiterbildung, dass mindestens ein Baustein eines Treibers (Treiberbaustein) zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle, insbesondere der gesamte Treiber, an einem (mit)schwingenden Element angebracht ist, z.B. an dem Transformator (ggf. über eine Leiterplatte) oder an dem mitschwingenden Kühlkörper. Dadurch mag der mindestens eine Treiberbaustein direkt in dem Luftstrom gekühlt werden, so dass eine noch kompaktere Bauform ermöglicht wird. Der Treiber kann insbesondere elektrisch zwischen den Transformator und die mindestens eine Halbleiterlichtquelle geschaltet sein.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Kühlen mindestens einer Halbleiterlichtquelle, wobei ein Luftstrom zum Kühlen der mindestens einer Halbleiterlichtquelle mittels einer Schwingungsbewegung eines Transformators zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle, insbesondere zum Umwandeln einer Versorgungsspannung in eine Betriebsspannung, erzeugt wird.

Es ist eine Ausgestaltung, dass der Transformator schwingend aufgehängt ist und mit einem schwingenden Kühlkörper fest verbunden ist, wobei der Transformator mit dem schwingenden

Kühlkörper in einer luftoffenen Kavität eines nicht-schwingenden Kühlkörpers schwingt.

In den folgenden Figuren wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels schematisch genauer beschrieben. Dabei können zur Übersichtlichkeit gleiche oder gleichwirkende Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sein.

Fig.1 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine Leuchtvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig.2 zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine Leuchtvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig.1 zeigt eine Leuchtvorrichtung L1 gemäß einer ersten Ausführungsform mit einer Halbleiterlichtquelle in Form einer Leuchtdiode 1. Die Leuchtvorrichtung L1 weist eine Längsachse S auf, zu der sie insbesondere im Wesentlichen rotationssymmetrisch oder drehsymmetrisch (mit diskreten Symmetriewinkeln) ausgestaltet sein kann. Die Leuchtdiode 1 ist mit ihrer Rückseite auf einer Leiterplatte 2 flächig aufliegend befestigt. Die Leuchtdiode 1 strahlt nach oben oder vorne in einen vorderen Halbraum.

Die Leiterplatte 2 ist flächig auf einer Außenseite 3a eines ersten, stationären oder nicht-schwingenden Kühlkörpers 3 befestigt, so dass der Kühlkörper 3 in gutem thermischen Kontakt mit der Leuchtdiode 1 steht. Während eines Betriebs der Leuchtdiode 1 kann so ein erheblicher Teil der von der Leuchtdiode erzeugten Abwärme auf den Kühlkörper 3 abgeführt werden. Der Kühlkörper 3 kann insbesondere aus einem gut wärmeleitfähigen Material mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda > 15$ W/(m·K) bestehen, insbesondere mit $\lambda > 100$ W/(m·K), z.B. mit Aluminium und/oder Kupfer.

Der Kühlkörper 3 weist einen rückwärtig oder nach hinten offenen Hohlraum oder Kavität 4 auf, deren Wand einer Innenseite 3b des Kühlkörpers 3 entspricht. Innerhalb der Kavität 4 befindet sich ein Piezotransformator 5, der mit seiner Unterseite an einem ersten Ende einer Spiralfeder 6 befestigt ist. Der Piezotransformator 5 vibriert während seines Betriebs, wobei die Vibrationen zu einer Schwingung des Piezotransformators 5 als solchem (einschließlich seines Schwerpunkts) an der Spiralfeder 6 führt. Durch die Spiralfeder 6 wird eine Schwingung des Piezotransformators 5 entlang der Längsachse S der Leuchtvorrichtung bevorzugt, so dass dieser im Wesentlichen linear entlang der Längsachse S und in der ebenfalls entlang der Längsachse S ausgerichteten Kavität 4 schwingt. Eine Schwingung quer zu der Längsachse wird durch die Spiralfeder 6 unterdrückt; zusätzlich oder alternativ kann eine Querschwingungskomponente durch die als Anschlag wirkende Innenseite 3b des Kühlkörpers 3 begrenzt werden.

Während der Piezotransformator 5 mit seiner Unterseite an der Spiralfeder 6 befestigt ist, sind seine senkrecht zu der Längsachse S ausgerichtete(n) Mantelseite(n) und seine in Richtung der Längsachse S ausgerichtete Vorderseite von einem schalenförmigen, mitschwingenden Kühlkörper 7 überdeckt. Der Kühlkörper 7 kann insbesondere aus einem gut wärmeleitfähigen Material mit einer Wärmeleitfähigkeit $\lambda > 15 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ bestehen, insbesondere mit $\lambda > 100 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, z.B. mit Aluminium und/oder Kupfer. Der Kühlkörper 7 ist durch mindestens ein Verbindungselement 8 fest mit dem Transformator 5 verbunden, d.h., dass der Kühlkörper 7 und der Transformator 5 nicht gegeneinander schwingen. Das Verbindungselement 8 kann insbesondere thermisch leitfähig sein. Der mitschwingende Kühlkörper 7 ist durch einen seitlichen Spalt p von dem nicht-schwingenden Kühlkörper 3 getrennt.

Die Spiralfeder 6 ist mit ihrem anderen Ende an einer luftdurchlässigen Abdeckung oder Boden 9 befestigt. Der luftdurchlässige Boden 9 verschließt eine hintere oder rückwärti-

ge Öffnung der Kavität 4 und ist an dem nicht-schwingenden Kühlkörper 3 befestigt. Der Boden 9 ist somit selbst auch nicht-schwingend oder stationär. Für eine Erlangung der Luftdurchlässigkeit weist der Boden 9 mehrere Luftdurchlasskanäle 5 10 zwischen der Kavität 4 und einer Umgebung auf.

Bei einem Betrieb der Leuchtvorrichtung L1 ist eine Primärseite des Piezotransformators 5 mit einer Versorgungswechselspannung beaufschlagt, wodurch die Primärseite schwingt. Eine 10 Sekundärseite ist mechanisch mit der Primärseite verbunden und wird von der Primärseite in Schwingung versetzt. Durch die mechanischen Schwingungen wird an der Sekundärseite ein elektrisches Signal erzeugt, welches zum Betreiben der Leuchtdiode vorgesehen ist, ggf. nach einer Signalbehandlung, 15 z.B. einer Gleichrichtung. Die durch den Piezoeffekt erzeugten Schwingungen oder Vibrationen bewirken auch, dass der Piezotransformator 5 und der mitschwingende Kühlkörper 7 auf der Spiralfeder 6 schwingen, und zwar im Wesentlichen entlang der Längsachse S.

20 Der mitschwingende Kühlkörper 7 läuft somit nach Art eines Kolbens in der Kavität 4 auf und ab, wobei die Kavität 4 wie ein Zylinder wirkt. Dadurch wird Luft A in einem Raum 11 zwischen der Vorderseite des mitschwingenden Kühlkörpers 7 und 25 der Kavität 4 abwechselnd komprimiert und entspannt, wodurch sich ein Luftstrom in dem Raum 11 und dem Spalt p ergibt. Dadurch wiederum wird erwärmte Luft A durch den luftdurchlässigen Boden 9 aus der Kavität 4 herausgedrückt und kältere Luft A durch den luftdurchlässigen Boden 9 in die Kavität 4 hin- 30 eingesaugt. Insgesamt wird so ein kühlender Luftstrom über die Oberflächen der Kühlkörper 3 und 7 erzeugt, als auch ein Luftaustausch mit der Umgebung. So können indirekt die Leuchtdiode 1 als auch der Piezotransformator 5 gekühlt werden.

35 **Fig.2** zeigt als Schnittdarstellung in Seitenansicht eine Leuchtvorrichtung L2 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Die

Leuchtvorrichtung L2 ist als eine Glühlampen-Retrofitlampe zum Ersatz einer herkömmlichen Glühlampe ausgestaltet.

Die Leuchtvorrichtung L2 arbeitet grundsätzlich analog zu der
5 Leuchtvorrichtung L1, wobei hier jedoch die rückwärtig offene Kavität 4 durch ein elektrisches Anschlusselement in Form eines Edisonsockels 12 abgeschlossen ist. Da der Edisonsockel 12 nicht luftoffen oder luftdurchlässig ist, sind seitlich in dem nicht-schwingenden Kühlkörper 13 Luftdurchlassöffnungen
10 14 vorhanden, durch welche ein Luftaustausch zwischen der Kavität 4 und der Umgebung bei betriebener Leuchtvorrichtung L2 stattfinden kann.

Der Kühlkörper 13 kann an seiner seitlichen Mantelfläche mehrere Kühlrippen o.ä. aufweisen. Um sich als Glühlampen-Retrofitlampe einem Formfaktor einer herkömmlichen Glühlampe
15 zumindest anzunähern, ist die Leuchtdiode 1 von einem lichtdurchlässigen Kolben 15 überwölbt, welche an dem Kühlkörper 13 befestigt ist.

20 Bei der Darstellung der Leuchtvorrichtungen L1 und L2 ist zu besseren Übersichtlichkeit auf eine Darstellung elektrischer Leitungen, Leitungskanäle usw. verzichtet worden. Diese sind jedoch vorhanden, z.B. mindestens eine elektrische Leitung,
25 welche den Transformator mit der mindestens einen Halbleiterlichtquelle verbindet, ggf. über einen Treiber.

Auch ein Treiber kann, obwohl nicht explizit dargestellt, einen Teil der Leuchtvorrichtungen darstellen.

30 Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt.

Allgemein ist das Vorhandensein von Luftdurchlassöffnungen
35 zum Luftaustausch zwischen der Kavität und der Umgebung nicht auf einen bestimmten Bereich der Kavität beschränkt.

In einer anderen Weiterbildung mag der mitschwingende Kühlkörper nicht gut wärmeleitend ausgestaltet sein und mag beispielsweise aus Kunststoff bestehen. Damit wird immer noch der Luftzug zur Kühlung der mindestens einen Halbleiterlichtquelle, insbesondere des nicht-schwingenden Kühlkörpers, erzeugt.

Allgemein mag die mindestens eine Halbleiterlichtquelle außer an einem nicht-schwingenden Element auch an einem (mit)schwingenden Element angebracht sein, z.B. an dem Transformator (ggf. über eine Leiterplatte) oder an dem mitschwingenden Kühlkörper. Dadurch mag eine geringe Schwingung des ausgestrahlten Lichtkegels einhergehen, welcher jedoch sogar vorteilhaft z.B. für eine Vergrößerung der Strahlbreite einsetzbar ist.

Die schwingenden Elemente können auch mechanisch geführt sein, z.B. mittels mindestens einer Führungsschiene.

Bezugszeichenliste

	1	Leuchtdiode
	2	Leiterplatte
5	3	nicht-schwingender Kühlkörper
	3a	Außenseite des Kühlkörpers
	3b	Innenseite des Kühlkörpers
	4	Kavität
	5	Piezotransformator
10	6	Spiralfeder
	7	mitschwingender Kühlkörper
	8	Verbindungselement
	9	Boden
	10	Luftdurchlasskanal
15	11	Raum
	12	Edisonsockel
	13	nicht-schwingender Kühlkörper
	14	Luftdurchlassöffnungen
	15	lichtdurchlässiger Kolben
20	A	Luft
	L1	Leuchtvorrichtung
	L2	Leuchtvorrichtung
	p	Spalt
	S	Längsachse

Patentansprüche

1. Leuchtvorrichtung (L1; L2), aufweisend
 - mindestens eine Halbleiterlichtquelle (1) und
 - 5 – mindestens ein Schwingungserzeugungselement zur Erzeugung eines Kühlluftstroms (A),
 - wobei das Schwingungserzeugungselement ein Transformator (5) zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) ist.
- 10 2. Leuchtvorrichtung (L1; L2) nach Anspruch 1, wobei der Transformator (5) ein Piezotransformator ist.
- 15 3. Leuchtvorrichtung (L1; L2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Transformator (5) an einer Schwingungseinrichtung, insbesondere Federelement, gehalten ist.
- 20 4. Leuchtvorrichtung (L1; L2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Halbleiterlichtquelle (1) an einem nicht-schwingenden Kühlkörper (3; 13) befestigt ist und wobei der Transformator (5) schwingfähig in einer Kavität (4) des nicht-schwingenden Kühlkörpers (3; 13) untergebracht ist.
- 25 5. Leuchtvorrichtung (L1; L2) nach Anspruch 4, wobei die Kavität (4) luftoffen ist.
- 30 6. Leuchtvorrichtung (L1) nach Anspruch 5, wobei die Kavität (4) mittels eines nicht-schwingenden luftdurchlässigen Bodens (9) abgedeckt ist.
- 35 7. Leuchtvorrichtung (L1) nach den Ansprüchen 3 und 6, wobei die Schwingungseinrichtung auf dem luftdurchlässigen Boden (9) angebracht ist.

8. Leuchtvorrichtung (L1; L2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Transformator (5) fest mit einem mitschwingenden Kühlkörper (7) verbunden ist, wobei der mitschwingende Kühlkörper (7) mit dem nicht-schwingenden Kühlkörper (3; 13) durch einen Luftspalt (p) getrennt ist.
9. Verfahren zum Kühlen mindestens einer Halbleiterlichtquelle (1), wobei ein Luftstrom (L) zum Kühlen der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) mittels einer Schwingungsbewegung eines Transformators (5) zum Betreiben der mindestens einen Halbleiterlichtquelle (1) erzeugt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Transformator (5) schwingend aufgehängt ist und mit einem mitschwingenden Kühlkörper (7) fest verbunden ist, wobei der Transformator (5) mit dem mitschwingenden Kühlkörper (7) in einer luftoffenen Kavität (4) eines nicht-schwingenden Kühlkörpers (3; 13) schwingt.

1 / 2

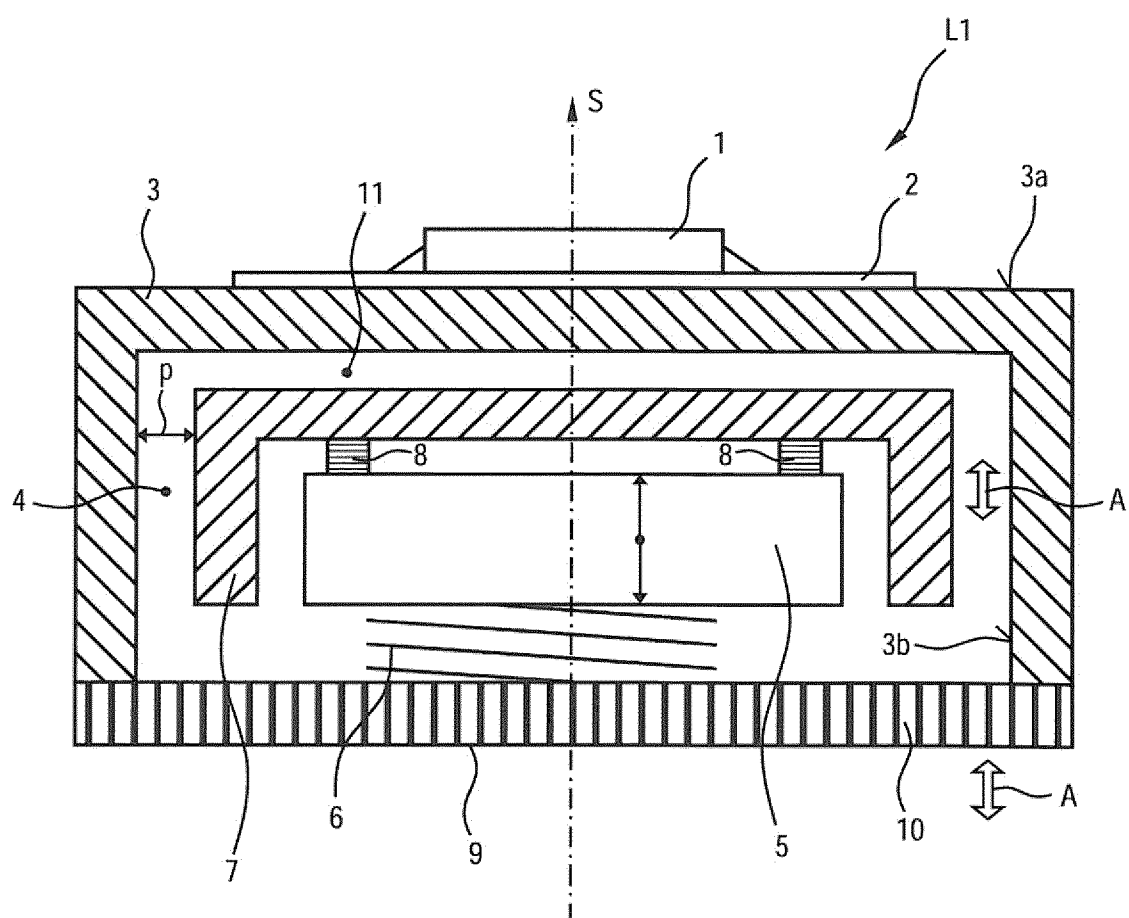


Fig.1

2/2

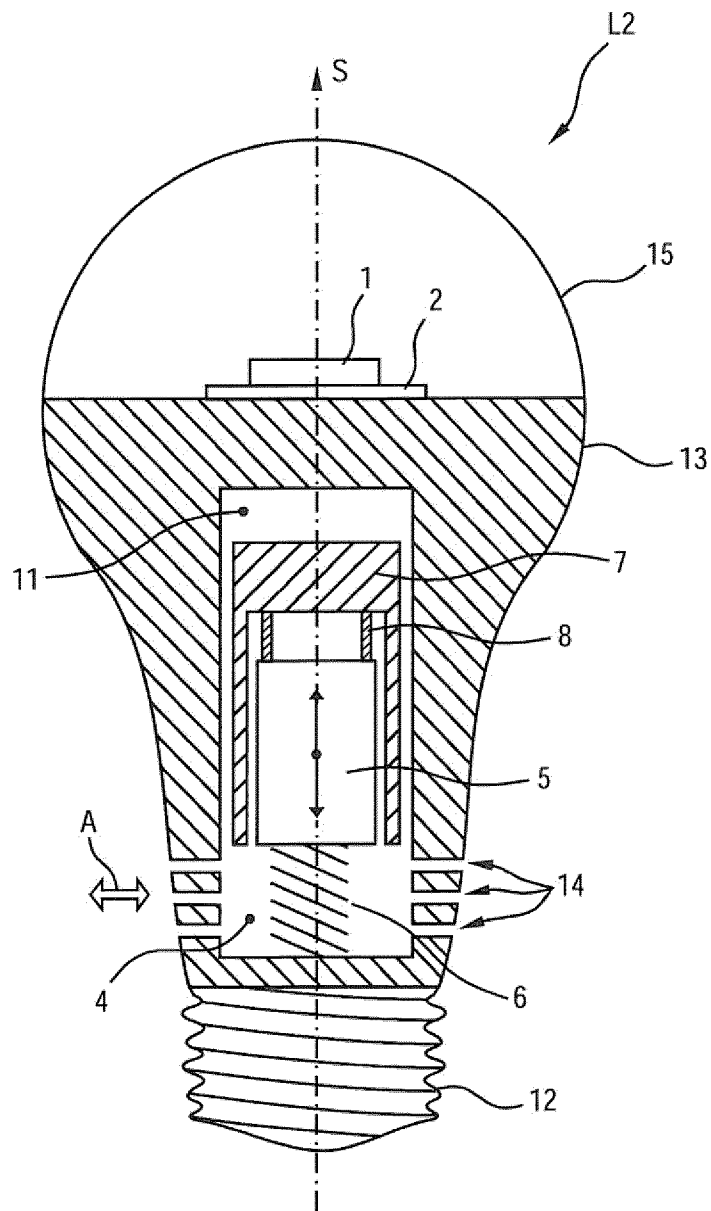


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/067766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F21V29/02
ADD. F21Y101/02

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 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, 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.
A	EP 2 233 832 A1 (ZUMTOBEL LIGHTING GMBH [AT]) 29 September 2010 (2010-09-29) paragraph [0042] paragraph [0044] figure 1	1,9
A	DE 20 2007 003679 U1 (HONG KUAN TECHNOLOGY CO LTD [TW]) 16 May 2007 (2007-05-16) paragraph [0026] figure 2	1,9
A	US 2007/139938 A1 (PETROSKI JAMES T [US] ET AL) 21 June 2007 (2007-06-21) figures 1,21-26 paragraph [0035]	1,9
	----- -/-	



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 document 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

12 January 2012

Date of mailing of the international search report

19/01/2012

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

Prévot, Eric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/067766

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 037862 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 October 2008 (2008-10-30) figures 1,2a,2b paragraph [0033] - paragraph [0034] -----	1,9
A	EP 1 975 505 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 1 October 2008 (2008-10-01) paragraph [0017] figure 4 -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/067766

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2233832	A1	29-09-2010	DE 102009014486 A1	30-09-2010
			EP 2233832 A1	29-09-2010

DE 202007003679	U1	16-05-2007	NONE	

US 2007139938	A1	21-06-2007	US 2007139938 A1	21-06-2007
			WO 2008103676 A1	28-08-2008

DE 102007037862	A1	30-10-2008	NONE	

EP 1975505	A1	01-10-2008	AT 486246 T	15-11-2010
			CN 101641549 A	03-02-2010
			EP 1975505 A1	01-10-2008
			EP 2126463 A1	02-12-2009
			ES 2353933 T3	08-03-2011
			JP 2010522959 A	08-07-2010
			RU 2009139239 A	10-05-2011
			US 2010096967 A1	22-04-2010
			WO 2008117211 A1	02-10-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F21V29/02

ADD. F21Y101/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F21V H01L

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.
A	EP 2 233 832 A1 (ZUMTOBEL LIGHTING GMBH [AT]) 29. September 2010 (2010-09-29) Absatz [0042] Absatz [0044] Abbildung 1	1,9
A	DE 20 2007 003679 U1 (HONG KUAN TECHNOLOGY CO LTD [TW]) 16. Mai 2007 (2007-05-16) Absatz [0026] Abbildung 2	1,9
A	US 2007/139938 A1 (PETROSKI JAMES T [US] ET AL) 21. Juni 2007 (2007-06-21) Abbildungen 1,21-26 Absatz [0035]	1,9
	----- -/-	



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" älteres Dokument, 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 anderen 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

12. Januar 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/01/2012

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

Prévot, Eric

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 037862 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30. Oktober 2008 (2008-10-30) Abbildungen 1,2a,2b Absatz [0033] - Absatz [0034] -----	1,9
A	EP 1 975 505 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 1. Oktober 2008 (2008-10-01) Absatz [0017] Abbildung 4 -----	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/067766

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2233832 A1	29-09-2010	DE 102009014486 A1	30-09-2010
		EP 2233832 A1	29-09-2010

DE 202007003679 U1	16-05-2007	KEINE	

US 2007139938 A1	21-06-2007	US 2007139938 A1	21-06-2007
		WO 2008103676 A1	28-08-2008

DE 102007037862 A1	30-10-2008	KEINE	

EP 1975505 A1	01-10-2008	AT 486246 T	15-11-2010
		CN 101641549 A	03-02-2010
		EP 1975505 A1	01-10-2008
		EP 2126463 A1	02-12-2009
		ES 2353933 T3	08-03-2011
		JP 2010522959 A	08-07-2010
		RU 2009139239 A	10-05-2011
		US 2010096967 A1	22-04-2010
		WO 2008117211 A1	02-10-2008
