



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 108 651.9**

(22) Anmeldetag: **09.08.2013**

(43) Offenlegungstag: **12.02.2015**

(51) Int Cl.: **F21V 29/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055  
Regensburg, DE**

(72) Erfinder:  
**Moosburger, Jürgen, Dr., 93055 Regensburg, DE;  
Mitic, Gerhard, Dr., 80809 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,  
DE**

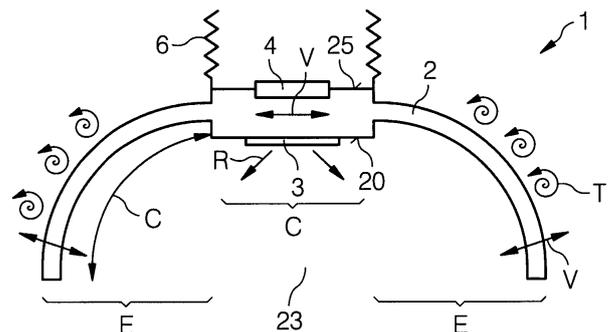
(56) Ermittelte Stand der Technik:  
**DE 10 2009 014 486 A1  
DE 10 2010 039 828 A1  
US 2011 / 0 089 830 A1**

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

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Leuchte und Verfahren zum Betreiben einer Leuchte**

(57) Zusammenfassung: In mindestens einer Ausführungsform umfasst die Leuchte (1) einen Träger (2) mit einer Trägeroberseite (20) und mit einer dieser gegenüberliegenden Trägerrückseite (25). Mindestens eine Leuchtdiode (3) zur Erzeugung von sichtbarem Licht ist direkt an der Trägeroberseite (20) angebracht. Mindestens eine Ultraschallquelle (4) ist in oder direkt an dem Träger (2) befestigt. Im Betrieb wird durch die Ultraschallquelle (4) der Träger (2) zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich angeregt. Durch diese Schwingungen ist eine Kühlung des Trägers (2) durch Luftströmung erreichbar.



**Beschreibung**

**[0001]** Es wird eine Leuchte angegeben. Darüber hinaus wird ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Leuchte angegeben.

**[0002]** Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Leuchte anzugeben, die effizient gekühlt wird.

**[0003]** Diese Aufgabe wird unter anderem durch eine Leuchte und durch ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0004]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Leuchte einen oder mehrere Träger. Der mindestens eine Träger weist eine Trägeroberseite und eine dieser gegenüberliegende Trägerrückseite auf. Bei dem Träger kann es sich um das am meisten wärmeabgebende Element der Leuchte handeln. Weiterhin kann der Träger diejenige Komponente der Leuchte sein, die die Leuchte mechanisch trägt und stützt.

**[0005]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Leuchte eine oder mehrere Leuchtdioden. Die mindestens eine Leuchtdiode ist zur Erzeugung von sichtbarem Licht und/oder von infraroter Strahlung eingerichtet. In diesem Zusammenhang bezeichnet sichtbares Licht insbesondere Wellenlängen zwischen einschließlich 400 nm und 780 nm und infrarote Strahlung bevorzugt Wellenlängen zwischen 780 nm und 1600 nm. Es kann die Leuchte mehrere voneinander verschieden gestaltete Leuchtdioden umfassen, die beispielsweise Strahlung in unterschiedlichen Spektralbereichen oder mit unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung emittieren. Es ist möglich, dass die Leuchtdioden unabhängig voneinander ansteuerbar sind, so dass ein Farbeindruck einer von der Leuchte im Betrieb emittierten Strahlung einstellbar ist. Insbesondere ist die mindestens eine Leuchtdiode zur Erzeugung von weißem Licht eingerichtet.

**[0006]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Leuchtdiode oder ist mindestens eine der Leuchtdioden oder ist die Mehrzahl der Leuchtdioden oder sind alle Leuchtdioden direkt an der Trägeroberseite angebracht. Direkt angebracht bedeutet, dass die Leuchtdiode den Träger an der Trägeroberseite berührt oder dass sich zwischen der Leuchtdiode und der Trägeroberseite lediglich ein Verbindungsmittel zur Befestigung der Leuchtdiode an dem Träger befindet.

**[0007]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Leuchte eine oder mehrere Ultraschallquellen. Die mindestens eine Ultraschallquelle ist in oder direkt an dem Träger angebracht. Das heißt, die

Ultraschallquelle berührt den Träger oder es befindet sich zwischen der Ultraschallquelle und dem Träger lediglich ein Verbindungsmittel.

**[0008]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Ultraschallquelle dazu eingerichtet, im Betrieb den Träger zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich anzuregen. Mit anderen Worten wird im Betrieb über die Ultraschallquelle der Träger in Schwingungen versetzt. Ultraschallbereich bedeutet hierbei insbesondere, dass die Schwingungsfrequenz bei mindestens 20 kHz oder mindestens 25 kHz und bevorzugt bei höchstens 1 MHz liegt. Durch diese mechanischen Schwingungen erfolgt eine Kühlung des Trägers durch Luftströmung, insbesondere durch turbulente Luftströmung, und/oder durch einem erhöhten Wärmeübergangskoeffizienten.

**[0009]** In mindestens einer Ausführungsform umfasst die Leuchte einen Träger mit einer Trägeroberseite und mit einer dieser gegenüberliegenden Trägerrückseite. Mindestens eine Leuchtdiode zur Erzeugung von sichtbarem Licht und/oder zur Erzeugung von infraroter Strahlung ist direkt an der Trägeroberseite angebracht. Mindestens eine Ultraschallquelle ist in oder direkt an dem Träger befestigt. Im Betrieb wird durch die Ultraschallquelle der Träger zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich angeregt. Durch diese Schwingungen ist eine Kühlung des Trägers durch Luftströmung erreichbar.

**[0010]** Für den Einsatz von Leuchtdioden in der Allgemeinbeleuchtung, etwa im Wohnbereich oder am Arbeitsplatz, werden geräuschlose Kühlverfahren benötigt. In der Regel werden Leuchten, die auf Leuchtdioden basieren, passiv gekühlt. Eine Kühlung erfolgt dann durch natürliche, ungezwungene Konvektion. Eine Kühleffizienz ist hierbei insbesondere durch die verfügbare Kontaktfläche zu einem umgebenden Medium wie Luft begrenzt. Aktive Kühlverfahren wie Ventilatoren sind in der Regel unerwünscht, da diese nicht geräuschlos sind.

**[0011]** Bei der hier beschriebenen Leuchte erfolgt eine Kühlung der Leuchte mittels Ultraschall. Dazu wird beispielsweise eine Ultraschallquelle in Form einer Piezokeramik in den Träger gepresst oder an den Träger geklebt. Die Piezokeramik wird im Ultraschallbereich zu Schwingungen angeregt, die sich auf den Träger übertragen. Die Schwingung der Trägeroberfläche verbessert, insbesondere erhöht, zum einen den Wärmeübergangskoeffizienten zur Luft und/oder erzeugt andererseits eine erzwungene Strömung in der umgebenden Luft, auch bekannt unter dem Begriff Acoustic Streaming. Beide Effekte verbessern die Kühlung im Vergleich zur reinen Konvektion insbesondere um mindestens einen Faktor 2. Durch die verbesserte Entwärmung können Leuchten mit ei-

nem Mehrfachen der Lichtleistung von lediglich durch passive Konvektion gekühlte Leuchten bei identischem Volumen gebaut werden. Die Kühlung im Ultraschallbereich erzeugt keine für den Menschen hörbaren Geräusche.

**[0012]** Kühlung durch Ultraschall bezeichnet insbesondere die durch die Ultraschallschwingungen an der Leuchte verursachte Luftströmung und/oder das dadurch verursachte Aufbrechen einer Wärmefront, also das Ablösen oder Stören einer warmen, stationären Luftschicht an einer zu kühlenden Fläche.

**[0013]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Ultraschallquelle direkt an der Trägerrückseite angebracht. Hierdurch ist eine effiziente Übertragung von Schwingungen von der Ultraschallquelle auf den Träger erzielbar.

**[0014]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform überlappen die Leuchtdiode und die Ultraschallquelle teilweise oder vollständig, in Draufsicht auf die Leuchtdiode und/oder auf die Trägeroberseite gesehen. Es befindet sich die Leuchtdiode dann bevorzugt nahe an der Ultraschallquelle.

**[0015]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind die Ultraschallquelle und die Leuchtdiode in einem Zentralbereich des Trägers angebracht. Beispielsweise weist der Zentralbereich in Draufsicht gesehen eine runde Form oder die Form eines regelmäßigen Polygons auf. In Draufsicht gesehen umfasst der Zentralbereich beispielsweise höchstens 20 % der Fläche des gesamten Trägers.

**[0016]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Zentralbereich ringsum und bevorzugt durchgehend und ununterbrochen von einem Randbereich umgeben. In dem Randbereich ist bevorzugt keine Leuchtdiode und keine Ultraschallquelle angebracht. Ebenso ist der Randbereich bevorzugt frei von anderen elektrischen oder elektronischen Komponenten.

**[0017]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Zentralbereich eine größere mittlere Dicke auf als der Randbereich. Weiterhin ist der Zentralbereich bevorzugt weniger schwingungsanfällig als der Randbereich. Es ist möglich, dass der Zentralbereich steifer und biegeester ist als der Randbereich.

**[0018]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Randbereich als Wanne geformt. Innerhalb dieser Wanne ist bevorzugt die mindestens eine Leuchtdiode angeordnet. Es ist möglich, dass die Wanne einen Reflektor für von der Leuchtdiode emittierte Strahlung bildet. Beispielsweise ist die Wanne paraboloid oder ellipsoid geformt, im Querschnitt gesehen. Im Bereich der Wanne ist die Trägeroberseite optional spekulär oder diffus reflektierend ausge-

bildet und kann hierzu mit einer reflektierenden Beschichtung versehen sein.

**[0019]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Randbereich, in Richtung weg von der mindestens einen Leuchtdiode, eine Ausdehnung von mindestens 15 mm oder 30 mm auf. Alternativ oder zusätzlich beträgt diese Ausdehnung höchstens 100 mm oder 80 mm oder 60 mm oder 50 mm. Weist der Randbereich eine Krümmung auf, so bezieht sich der Begriff Ausdehnung auch auf einen Verlauf der Krümmung. Mit anderen Worten kann die Ausdehnung des Randbereichs von einer Breite des Randbereichs, in Draufsicht gesehen, abweichen.

**[0020]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind in dem Randbereich an der Trägerrückseite mehrere Kühlrippen geformt. Es verlaufen die Kühlrippen in Richtung weg von der Leuchtdiode. Hierdurch ist es möglich, dass die Kühlrippen Konvektionsrinnen für Luftwirbel ausbilden, so dass Luft in Richtung weg von den Leuchtdioden geführt wird.

**[0021]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind der Randbereich und der Zentralbereich einstückig gestaltet und bevorzugt aus dem gleichen Material gebildet. Mit anderen Worten handelt es sich dann bei dem Randbereich und dem Zentralbereich nicht um separate Werkstücke.

**[0022]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Leuchtdiode mit einem elektrisch leitfähigen Kleber, mit einer elektrisch leitfähigen Wärmeleitpaste oder mit einem Lot, bevorzugt einem Weichlot wie einem AuSn-Lot, an dem Träger befestigt. Das Befestigungsmittel, mit dem die Leuchtdiode an dem Träger befestigt ist, weist bevorzugt eine Wärmeleitfähigkeit von mindestens 40 W/K·m oder 60 W/K·m oder 100 W/K·m auf. Ein Elastizitätsmodul des Befestigungsmittels beträgt bevorzugt höchstens 100 GPa oder 80 GPa oder 30 GPa oder 10 GPa. Mit anderen Worten weist das Verbindungsmittel dann eine hohe Wärmeleitfähigkeit und eine geringe Steifigkeit auf. Die Leuchtdiode ist thermisch gut an den Träger gekoppelt und gegenüber Schwingungen nur vergleichsweise schlecht an den Träger angekoppelt.

**[0023]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Ultraschallquelle in den Träger eingepresst und/oder ist an dem Träger mit einem Hartlot befestigt, insbesondere mit einem goldhaltigen, silberhaltigen oder zinkhaltigen Lot. Hierdurch ist eine gute Schwingungsankopplung der Ultraschallquelle an den Träger erreichbar.

**[0024]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Träger eines oder mehrere der nachfolgend genannten Materialien, bevorzugt zu einem Gewichtsanteil von mindestens 50 % oder 80 % oder 90 %, auf oder besteht aus einem oder mehreren dieser

Materialien: Titan, Titanlegierung, Stahl, Aluminiumlegierung umfassend Kupfer, Zink, Magnesium und/oder Silizium, wobei ein Gewichtsanteil des Aluminiums der Aluminiumlegierung bevorzugt bei mindestens 60 % oder 80 % liegt.

**[0025]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Leuchte mehrere der Leuchtdioden und auch mehrere der Ultraschallquellen. Eine Anzahl der Leuchtdioden übersteigt bevorzugt eine Anzahl der Ultraschallquellen, beispielsweise um mindestens einen Faktor 1,5 oder 2 oder 3 oder 4.

**[0026]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform sind alle Leuchtdioden an der Trägeroberseite angebracht. Die Ultraschallquellen befinden sich alternativ oder zusätzlich allesamt an der Trägerrückseite oder sind in die Trägerrückseite eingepresst.

**[0027]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die Ultraschallquelle oder weisen die Ultraschallquellen im bestimmungsgemäßen Gebrauch je eine elektrische Leistungsaufnahme von mindestens 0,1 W oder 0,2 W und/oder von höchstens 2 W oder 1 W oder 0,5 W auf. Bevorzugt übersteigt eine Kühlleistung durch die Ultraschallquelle die elektrische Leistungsaufnahme der Ultraschallquelle um mindestens einen Faktor 40 oder 60 oder 80. Beispielsweise führt dann 1 Watt elektrischer Leistungsaufnahme der Ultraschallquelle zu einer Wärmeableitung aus der Leuchte von 60 W, bei einem Unterschied von Faktor 60.

**[0028]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform beträgt ein mittlerer Abstand zwischen benachbarten Ultraschallquellen mindestens 20 mm oder 30 mm oder 40 mm. Alternativ oder zusätzlich liegt dieser mittlere Abstand bei höchstens 80 mm oder 100 mm oder 60 mm. Ein mittlerer Durchmesser der Ultraschallquelle, in Draufsicht gesehen, liegt beispielsweise bei mindestens 2 mm oder 5 mm oder 10 mm und/oder bei höchstens 30 mm oder 25 mm oder 20 mm oder 15 mm.

**[0029]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt ein Abstand der Leuchtdioden zur jeweils nächstgelegenen Ultraschallquelle bei höchstens 30 % oder 20 % oder 15 % des mittleren Abstands zwischen den Ultraschallquellen. Es befinden sich die Leuchtdioden dann also vergleichsweise nahe an den Ultraschallquellen. Beispielsweise liegen alle Leuchtdioden innerhalb eines Kreises um einen Mittelpunkt einer Ultraschallquelle, wobei dieser Kreis einen Radius höchstens eines 1,5-Fachen eines Durchmessers der Ultraschallquelle aufweist.

**[0030]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform befindet sich die Ultraschallquelle oder mindestens eine der Ultraschallquellen oder alle Ultraschallquellen teilweise oder vollständig innerhalb einer Ausneh-

mung des Trägers. Bevorzugt ist die mindestens eine Ultraschallquelle dann von außerhalb der Leuchte nicht sichtbar. Es ist möglich, dass die zumindest eine Ultraschallquelle in der Ausnehmung allseitig und/oder vollständig von einem Material des Trägers umgeben ist.

**[0031]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die Leuchte einen, insbesondere genau einen Schraubsockel. Der Schraubsockel ist dazu eingerichtet, die Leuchte elektrisch und mechanisch zu kontaktieren. Insbesondere ist die Leuchte einzig über den Schraubsockel elektrisch kontaktierbar und mechanisch befestigbar.

**[0032]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist der Schraubsockel direkt an dem Träger angebracht. Es ist möglich, dass der Schraubsockel in thermischem Kontakt zu dem Träger steht und eine kühlende Fläche der Leuchte darstellt. Ebenso ist es möglich, dass der Schraubsockel bezüglich der Ultraschallschwingungen von dem Träger entkoppelt ist oder dass sich eine Vorrichtung zur Schwingungsdämpfung zwischen dem Träger und dem Schraubsockel befindet.

**[0033]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst der Träger elektrische Leiterbahnen und/oder elektrische Kontaktflächen. Beispielsweise sind an der Trägeroberseite und/oder an der Trägerrückseite elektrische Leiterbahnen angebracht. Zwischen den Leiterbahnen und einem Basiskörper des Trägers kann eine elektrisch isolierende Schicht vorhanden sein. Über die Leiterbahnen und/oder die Kontaktflächen sind die Ultraschallquelle und die Leuchtdiode elektrisch angeschlossen. Ferner sind an dem Träger bevorzugt Steuereinrichtungen zur Ansteuerung der mindestens einen Ultraschallquelle und/oder zur Ansteuerung der mindestens einen Leuchtdiode angebracht. Sind mehrere Ultraschallquellen vorhanden, so werden diese bevorzugt in Resonanz betrieben und entsprechend aufeinander abgestimmt angesteuert.

**[0034]** Darüber hinaus wird ein Verfahren zum Betreiben einer Leuchte angegeben. Insbesondere wird mit dem Verfahren eine Leuchte betrieben, wie in einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen angegeben. Merkmale der Leuchte sind daher auch für das Verfahren offenbart und umgekehrt.

**[0035]** In mindestens einer Ausführungsform wird mit dem Verfahren eine Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche betrieben. Die Ultraschallquelle versetzt den Träger der Leuchte im Betrieb zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich. Durch die Schwingungen erfolgt eine Kühlung des Trägers durch eine turbulente, trägeroberflächennahe Luftströmung. Trägeroberflächennah kann bedeuten, dass die Luftströmung in einem

Abstand von bis zu 1 mm oder 2 mm oder 3 mm an dem Träger erfolgt.

**[0036]** In mindestens einer Ausführungsform liegt die Schwingungsfrequenz der Ultraschallquelle und/oder der mechanischen Schwingungen bei mindestens 25 kHz oder 50 kHz oder 75 kHz. Alternativ oder zusätzlich liegt die Schwingungsfrequenz bei höchstens 250 kHz oder 200 kHz oder 150 kHz.

**[0037]** Gemäß zumindest einer Ausführungsform liegt eine Schwingungsamplitude des Trägers unmittelbar an der Ultraschallquelle, beispielsweise an einem Berührungspunkt des Trägers mit der Ultraschallquelle oder an einem Punkt, an dem ein Verbindungsmittel zwischen der Ultraschallquelle und dem Träger den Träger berührt, bei höchstens 4 µm oder 3 µm. An einer von der Ultraschallquelle beabstandet liegenden Stelle des Trägers liegt die Schwingungsamplitude bevorzugt bei mindestens 15 µm oder 20 µm und/oder bei höchstens 90 µm oder 60 µm oder 40 µm. Beabstandet bedeutet beispielsweise in einem Abstand zur Ultraschallquelle von mindestens 10 mm oder 20 mm oder 30 mm.

**[0038]** Nachfolgend wird eine hier beschriebene Leuchte und ein hier beschriebenes Verfahren unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

**[0039]** Es zeigen:

**[0040]** Fig. 1 bis Fig. 5 schematische Schnittdarstellungen und Draufsichten auf Ausführungsbeispiele von hier beschriebenen Leuchten, die mittels Ultraschall gekühlt werden.

**[0041]** In Fig. 1A ist in einer schematischen Schnittdarstellung und in Fig. 1B in einer schematischen Draufsicht eine Leuchte 1 dargestellt. Die Leuchte 1 umfasst einen Träger 2 mit einer Trägeroberseite 20 und einer dieser gegenüberliegenden Trägerrückseite 25.

**[0042]** An der Trägeroberseite 20 ist in einem Zentralbereich C eine Leuchtdiode 3 zur Abstrahlung einer Strahlung R angebracht, zum Beispiel von sichtbarem Licht oder von nahinfraroter Strahlung. Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen kann es sich bei der Leuchtdiode 3 um eine gehauste Leuchtdiode handeln oder auch um eine ungehauste Leuchtdiode. Mit anderen Worten kann die Leuchtdiode 3 einen Leuchtdiodenchip umfassen, der direkt an der Trägeroberseite 20 angebracht ist, oder auch

ein Gehäuse, das an der Trägeroberseite 20 angebracht ist.

**[0043]** Eine Ultraschallquelle 4, bevorzugt in Form einer Piezokeramik, ist an der Trägerrückseite 25 angebracht. Die Ultraschallquelle 4 kann in die Trägerrückseite 25 eingepresst sein. Die Ultraschallquelle 4 ist dazu eingerichtet, im Betrieb der Leuchte 1 den Träger 2 zu Schwingungen im Ultraschallbereich anzuregen. Eine Schwingungsrichtung der Schwingungen ist durch Doppelpfeile V symbolisiert. In dem Zentralbereich C erfolgt eine Schwingung der Ultraschallquelle 4 bevorzugt in Richtung parallel zu der Trägeroberseite 20.

**[0044]** Ferner weist der Träger 2 einen Randbereich E auf. In dem Randbereich E ist der Träger dünner geformt und optional mit Kühlrippen 22 versehen, die an der Trägerrückseite 25 angebracht sind. In Fig. 1A sind die Kühlrippen 22 nicht dargestellt. Eine Ausdehnung L entlang des Randbereichs E des Trägers 2 liegt bevorzugt bei ungefähr 50 mm. In dem Randbereich E schwingt der Träger 2 bevorzugt stärker und insbesondere senkrecht zur jeweils lokalen Trägeroberseite 20.

**[0045]** Durch die Ultraschallquelle 4 wird der Träger 2 in dem Randbereich E in Schwingungen versetzt, so dass sich turbulente Luftwirbel T ausbilden, die geführt durch die Kühlrippen 22 in Richtung weg von der Leuchtdiode 3 propagieren und hierdurch eine verstärkte Kühlung der Leuchte 1 bewirken. Durch den dicker gestalteten Zentralbereich C des Trägers 2 und durch die sich nahe der Ultraschallquelle 4 befindliche Leuchtdiode 3 ist ein Einfluss der Ultraschallschwingungen auf die Leuchtdiode 3 selbst reduziert. Ebenso kann zwischen der Leuchtdiode 3 und dem Träger 2 ein schwingungsdämpfendes, thermisch gut leitfähiges Verbindungsmittel angebracht sein, in den Figuren jeweils nicht gezeichnet.

**[0046]** Beispielsweise ist die Leuchtdiode 3 über eine elektrische Kontaktfläche und über einen Bonddraht elektrisch mit dem Träger 2 kontaktiert. Der Träger 2 umfasst hierzu bevorzugt Leiterbahnen und/oder Kontaktflächen und/oder Durchkontaktierungen zur Bestromung der Leuchtdiode 3 und der Ultraschallquelle 4. Solche elektrischen Verbindungsmittel sind zur Vereinfachung der Darstellung in den Figuren jeweils nicht gezeichnet, ebenso wenig wie Ansteuereinheiten für die Leuchtdiode 3 und/oder die Ultraschallquelle 4.

**[0047]** Ferner umfasst die Leuchte 1 bevorzugt Befestigungsvorrichtungen 6 zur externen elektrischen Kontaktierung und mechanischen Halterung. Es ist möglich, dass die Befestigungsvorrichtung 6 in Form eines Schraubgewindes oder einer Steckverbindung oder einer Abhängung ausgestaltet ist. Bei der Leuchte 1 kann es sich um ein sogenanntes Retro-

fit für eine Glühbirne oder für einen Halogenstrahler oder auch für eine röhrenförmige Leuchtstofflampe handeln.

**[0048]** Der Träger **2** ist, insbesondere in dem Randbereich E, als Wanne **23** geformt und kann als Reflektor für die von der Leuchtdiode **3** emittierte Strahlung R dienen. Beispielsweise ist über diese Wanne **23** eine Strahlformung erzielbar.

**[0049]** Abweichend von der Darstellung gemäß Fig. 1B ist es auch möglich, dass die Leuchte als langer Streifen mit mehreren in Reihe angeordneten Leuchtdioden **3** ausgebildet ist, vergleiche auch Fig. 2B. Die Darstellung gemäß Fig. 1A ist dann als Schnitt durch einen solchen langen Streifen, senkrecht zur Längsausdehnung, anzusehen.

**[0050]** In Fig. 2A ist eine Schnittdarstellung und in Fig. 2B eine Draufsicht auf ein weiteres Ausführungsbeispiel der Leuchte **1** gezeigt. Die Leuchtdioden **3** sind in einer Reihe auf dem Träger **2** angeordnet. Die Trägeroberseite **20** wie auch die Trägerrückseite **25** sind planar und eben gestaltet. An der Trägerrückseite **25** befinden sich die Ultraschallquellen **4**.

**[0051]** Ein mittlerer Abstand D zwischen den Ultraschallquellen **4** liegt beispielsweise bei ungefähr 50 mm. Die Leuchtdioden **3** sind in einem geringeren mittleren Abstand zueinander angeordnet.

**[0052]** Weitere Komponenten der Leuchte **1** wie eine Abdeckung der Leuchtdioden **3** oder auch eine rückseitige Abdeckung der Ultraschallquellen **4** sind zur Vereinfachung der Darstellung in den Figuren jeweils nicht gezeichnet. Solche Komponenten können auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorhanden sein.

**[0053]** Bei der Leuchte **1** gemäß Fig. 2 handelt es sich beispielsweise um eine abgehängte Deckenbeleuchtung zur indirekten Beleuchtung, beispielsweise für Büros. Über die Befestigungsvorrichtungen **6**, zum Beispiel Schnüre, Drähte oder Kabel, ist es möglich, dass die Leuchte **1** frei an einer Decke hängt. Die Anzahl der dargestellten Leuchtdioden **3** und Ultraschallquellen **4** ist nur schematisch zu verstehen. Bevorzugt umfasst die Leuchte **1** deutlich mehr als die dargestellte Anzahl der Leuchtdioden **3** und/oder der Ultraschallquellen **4**.

**[0054]** Bei der Schnittdarstellung gemäß Fig. 3 sind die Leuchtdioden **3** jeweils nahe an den Ultraschallquellen **4** angeordnet. Es ist möglich, dass in Draufsicht gesehen die Leuchtdioden **3** jeweils mit den Ultraschallquellen **4** überlappen. Eine entsprechende Anordnung der Leuchtdioden **3** relativ zu den Ultraschallquellen **4** kann auch in allen anderen Ausführungsbeispielen vorliegen.

**[0055]** Dadurch, dass die Leuchtdioden **3** nahe der Ultraschallquellen **4** angeordnet sind, ist erreichbar, dass eine Schwingungsamplitude des Trägers **2** an den Leuchtdioden **3** relativ klein ist. Es schwingt dann der Träger **2** bevorzugt am meisten in den Bereichen mittig zwischen den Ultraschallquellen **4**. Durch eine Reduzierung der Schwingungsbelastung an den Leuchtdioden **3** ist eine Lebensdauer der Leuchte **1** erhöhbar.

**[0056]** Bei der Leuchte **1**, wie in der Schnittdarstellung in Fig. 4A und in der Draufsicht in Fig. 4B dargestellt, kann es sich um eine Wohnraumbelichtung handeln, die zu einer direkten Beleuchtung eingerichtet ist. Die Leuchte **1** umfasst Befestigungsvorrichtungen **6** etwa zum Abhängen von einer Decke oder zum Anbringen an einer Wand.

**[0057]** Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen ist es möglich, dass die Leuchtdioden **3** in einem regelmäßigen, matrixförmigen Muster an der Trägeroberseite **20** angeordnet sind. Auch eine Anordnung analog zu Fig. 3 kann vorgesehen sein, so dass die Leuchtdioden **3** dann abweichend von der Darstellung gemäß Fig. 4B in einzelnen Bereichen nahe der Ultraschallquellen **4** dichter angeordnet sind.

**[0058]** Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5, siehe die Schnittdarstellung in Fig. 5A und die Draufsicht in Fig. 5B, ist die mindestens eine Ultraschallquelle **4** innerhalb einer Ausnehmung **24** in dem Träger **2** angebracht. Die Leuchtdioden **3** sind an der bevorzugt planaren Trägeroberseite **20** befestigt. Der Bereich des Trägers **2**, an dem die Leuchtdioden **3** angebracht sind, ist bevorzugt dicker gestaltet als die restlichen Teile des Trägers **2**. Es sind die Leuchtdioden **3** beispielsweise kreisförmig an der Trägeroberseite **20** angeordnet.

**[0059]** Schwingende Bereiche des Trägers **2** sind bevorzugt Seitenflächen **26**, insbesondere nur oder überwiegend die Seitenflächen **26**. Die Seitenflächen **26** weisen eine Ausdehnung in Richtung senkrecht zur Trägeroberseite **20** auf, die einer Tiefe H der Ausnehmung **24** entspricht. Anders als dargestellt ist die Tiefe H der Ausnehmung **24** bevorzugt größer als ein Durchmesser der Ausnehmung. Beispielsweise liegt die Tiefe H und somit eine Längsausdehnung der schwingenden Seitenflächen **26** bei mindestens 20 mm oder 30 mm und/oder bei höchstens 80 mm.

**[0060]** An der Trägerrückseite **25** ist ferner als Befestigungsvorrichtung **6** für die Leuchte **1** ein Schraubsockel **5** angebracht.

**[0061]** Wie auch in allen anderen Ausführungsbeispielen sind die Leuchtdioden **3** bevorzugt derart angeordnet und ist der Träger **2** bevorzugt derart ausgebildet, dass eine Schwingungsamplitude an den

Leuchtdioden **3** gering ist. Insbesondere wird auch eine Schwingungsfrequenz der Ultraschallquelle **4** so gewählt, dass keine resonante Schwingungsanregung in den Leuchtdioden **3** oder in Befestigungsmitteln, etwa Bonddrähten, erfolgt.

**[0062]** Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Leuchte
<b>2</b>	Träger
<b>20</b>	Trägeroberseite
<b>22</b>	Kühlrippe
<b>23</b>	Wanne
<b>24</b>	Ausnehmung im Träger
<b>25</b>	Trägerrückseite
<b>26</b>	Seitenfläche des Trägers
<b>3</b>	Leuchtdiode
<b>4</b>	Ultraschallquelle
<b>5</b>	Schraubsockel
<b>6</b>	Befestigungsvorrichtung
<b>C</b>	Zentralbereich
<b>D</b>	Abstand zwischen benachbarten Ultraschallquellen
<b>E</b>	Randbereich
<b>H</b>	Tiefe der Ausnehmung
<b>L</b>	Ausdehnung des Randbereichs
<b>R</b>	Strahlung
<b>T</b>	Wirbel
<b>V</b>	Schwingungsrichtung

#### Patentansprüche

1. Leuchte **(1)** mit  
 – einem Träger **(2)** mit einer Trägeroberseite **(20)** und mit einer dieser gegenüberliegenden Trägerrückseite **(25)**,  
 – mindestens einer Leuchtdiode **(3)** zur Erzeugung von sichtbarem Licht, die direkt an der Trägeroberseite **(20)** angebracht ist, und  
 – mindestens einer Ultraschallquelle **(4)**, die in oder direkt an dem Träger **(2)** angebracht ist, wobei  
 – im Betrieb durch die Ultraschallquelle **(4)** der Träger **(2)** zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich anregbar ist, sodass durch die Schwingungen eine Kühlung des Trägers **(2)** durch eine erzwungene Luftströmung und/oder durch einen erhöhten Wärmeübergangskoeffizienten erfolgt.

2. Leuchte **(1)** nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der

– die Ultraschallquelle **(4)** direkt an der Trägerrückseite **(25)** angebracht ist und sich, in Draufsicht auf die Leuchtdiode **(3)** gesehen, die Ultraschallquelle **(4)** und die Leuchtdiode **(3)** mindestens zum Teil überlappen,

– die Ultraschallquelle **(4)** und die Leuchtdiode **(3)** in einem Zentralbereich (C) des Trägers **(2)** angebracht sind und der Zentralbereich (C) ringsum von einem Randbereich (E) umgeben ist,

– der Zentralbereich (C) eine größere mittlere Dicke aufweist als der Randbereich (E),

– der Randbereich (E) eine Wanne **(23)** formt, innerhalb der die Leuchtdiode **(3)** angeordnet ist, und

– der Randbereich (E), in Richtung weg von der Leuchtdiode **(3)**, eine Ausdehnung (L) zwischen einschließlich 15 mm und 80 mm aufweist.

3. Leuchte **(1)** nach dem vorhergehenden Anspruch, bei der

– der Randbereich (E) an der Trägerrückseite **(25)** mehrere Kühlrippen **(22)** aufweist, die in Richtung weg von der Leuchtdiode **(3)** verlaufen und die Konvektionsrinnen für Luftwirbel bilden, und

– der Randbereich (E) und der Zentralbereich (E) einstückig und aus dem gleichem Material sind.

4. Leuchte **(1)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der

– die Leuchtdiode **(3)** mit einem AuSn-Lot an dem Träger **(2)** befestigt ist, und

– die Ultraschallquelle **(4)** in den Träger **(2)** eingepresst ist und/oder mit einem Ag-Lot oder Zn-Lot an dem Träger **(2)** befestigt ist.

5. Leuchte **(1)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Träger **(2)** eines oder mehrere der nachfolgenden Materialien zu insgesamt mindestens 50 Gewichtsprozent umfasst oder aus einem oder mehreren dieser Materialien besteht: Titan, Titanlegierung, Stahl, Aluminiumlegierung umfassend Kupfer, Zink, Magnesium und/oder Silizium.

6. Leuchte **(1)** nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die mehrere der Leuchtdioden **(3)** und mehrere der Ultraschallquellen **(4)** aufweist, wobei die Leuchtdioden **(3)** an der Trägeroberseite **(20)** und die Ultraschallquellen **(4)** an der Trägerrückseite **(25)** angebracht sind, und wobei eine Anzahl der Leuchtdioden **(3)** größer ist als eine Anzahl der Ultraschallquellen **(4)**.

7. Leuchte **(1)** nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Ultraschallquellen **(4)** im bestimmungsgemäßen Gebrauch je eine elektrische Leistungsaufnahme zwischen einschließlich 0,1 W und 2 W aufweisen, wobei ein mittlerer Abstand zwischen benachbarten Ultraschallquellen **(4)** zwischen einschließlich 20 mm und 80 mm liegt.

8. Leuchte (1) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei der ein Abstand der Leuchtdioden (3) zur nächstgelegenen Ultraschallquelle (4) je höchstens 30 % des mittleren Abstands zwischen den Ultraschallquellen (4) beträgt.

9. Leuchte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der sich die mindestens eine Ultraschallquelle (4) vollständig innerhalb einer Ausnehmung (24) des Trägers (2) befindet und von außerhalb der Leuchte (1) nicht sichtbar ist.

10. Leuchte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die einen Schraubsockel (5) aufweist, wobei die Leuchte (1) über den Schraubsockel (5) elektrisch kontaktierbar und mechanisch befestigbar ist, und wobei der Schraubsockel (5) direkt an dem Träger (2) angebracht ist.

11. Leuchte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Träger (2) elektrische Leiterbahnen und/oder elektrische Kontaktflächen umfasst, mittels derer die mindestens eine Ultraschallquelle (4) und die mindestens eine Leuchtdiode (3) elektrisch angeschlossen sind.

12. Verfahren, mit dem eine Leuchte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche betrieben wird, wobei durch die Ultraschallquelle (4) der Träger (2) der Leuchte (1) zu mechanischen Schwingungen mit Frequenzen im Ultraschallbereich angeregt wird und durch die Schwingungen im Ultraschallbereich eine Kühlung des Trägers (2) durch eine turbulente, trägeroberflächennahe Luftströmung und/oder einem erhöhten Wärmeübergangskoeffizienten erfolgt.

13. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, bei dem die Schwingungen im Ultraschallbereich eine Frequenz zwischen einschließlich 25 kHz und 250 kHz aufweisen, wobei eine Schwingungsamplitude des Trägers (2) unmittelbar an der Ultraschallquelle (4) höchstens 4 µm beträgt und an einer von der Ultraschallquelle (4) beabstandet liegenden Stelle des Trägers (2) zwischen einschließlich 15 µm und 90 µm liegt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen



FIG 2

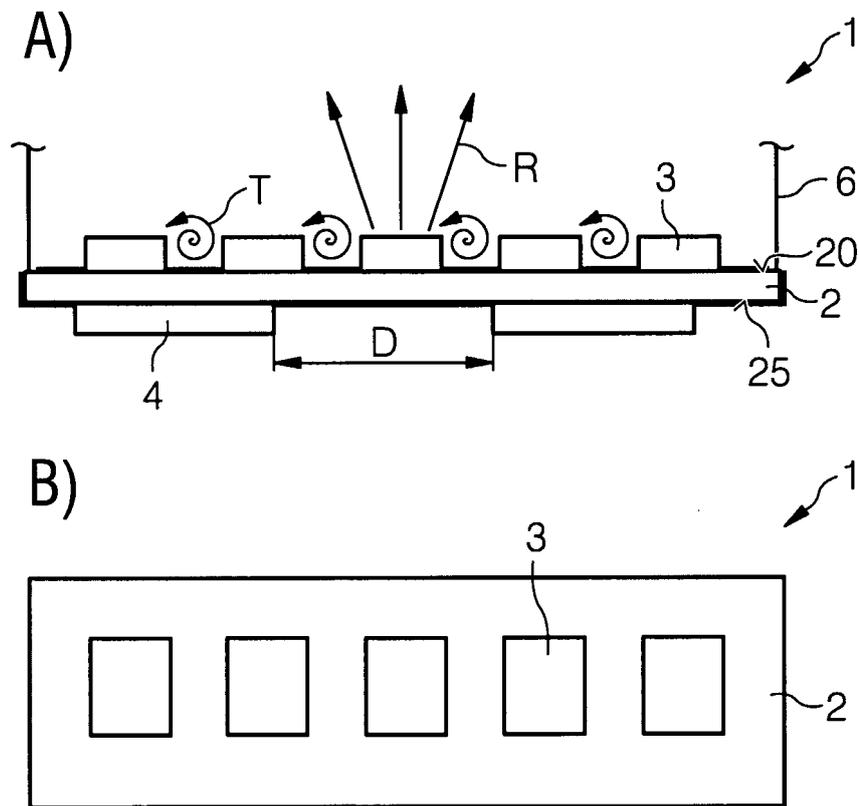


FIG 3

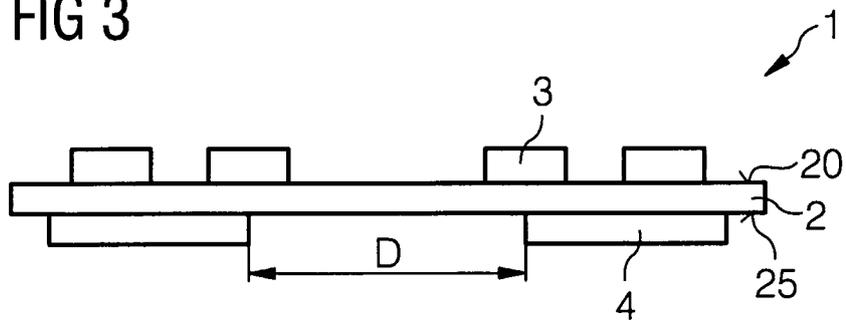


FIG 4

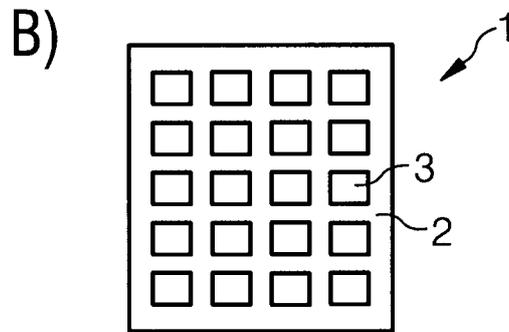
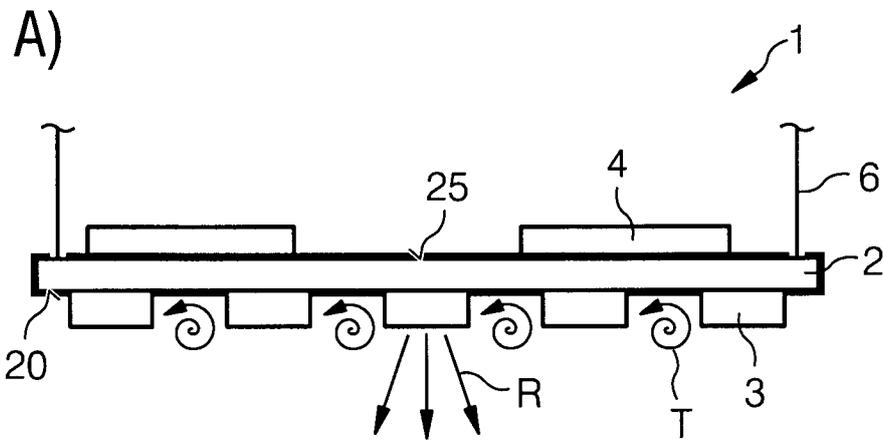


FIG 5

