



(10) **DE 10 2014 118 672 B3** 2015.10.01

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 118 672.9**  
(22) Anmeldetag: **15.12.2014**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **01.10.2015**

(51) Int Cl.: **F21V 31/00 (2006.01)**  
**H01L 33/52 (2010.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung  
Kiel - Stiftung des öffentlichen Rechts, 24148 Kiel,  
DE**

(74) Vertreter:  
**Hansen und Heeschen Patentanwälte, 21680  
Stade, DE**

(72) Erfinder:  
**Sticklus, Jan, 24340 Eckernförde, DE;  
Kwasnitschka, Tom, Dr., 24114 Kiel, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

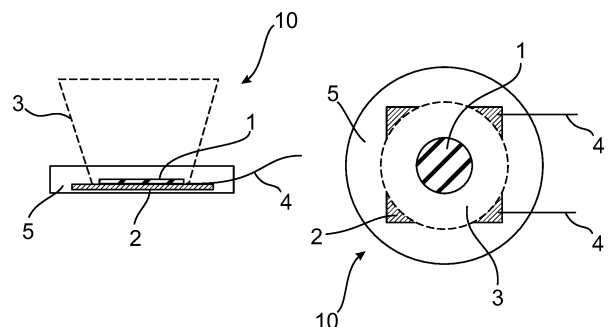
<b>DE</b>	<b>10 2008 009 808</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2008 012 002</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>2004 / 0 200 122</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2004 / 0 218 389</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 154 156</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>2 505 906</b>	<b>A2</b>
<b>JP</b>	<b>2008- 53 545</b>	<b>A</b>

**JP 2008 053 545 A - Datenbankauszüge aus  
den Datenbanken WPI und EPODOC plus Figuren  
1 bis 5**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Leuchten-Vergussverfahren mit den Schritten: Einbringen einer konfigurierten und mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte in eine wenigstens teilweise optisch-transparente Vergussform (16), wobei die Vergussform (16) in einer Vakuumkammer (11) angeordnet ist und die Leuchte in der Vergussform (16) derart fixiert wird, dass die Leuchte die Wandungen der Vergussform nicht berühren; Einbringen einer optisch-transparenten Vergussmasse (18) in die Vergussform (16) bis die Leuchte umschlossen ist; Detektion einer Quantität und Qualität einer Blasenfreiheit der optisch-transparenten Vergussmasse (18) durch einen optischen Sensor oder Bild-detektor (14), wobei eine Regelung des Druckes in der Vakuumkammer (11) zur Beeinflussung der Blasen und/oder eine Regelung einer Schwenk-/Neigevorrichtung (12) zur Bewegung der Vakuumkammer (11) und/oder der Vergussform (16) zur Austreibung detektierter Gas-/Luftblasen (19) aus der optisch-transparenten Vergussmasse (18) erfolgt. Ferner betrifft die Erfindung eine Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung mit: einer Vakuumkammer (11), einer wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) zur Aufnahme einer mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte, einer Druckmesseinrichtung (15) mit einer Druckregelung für den Druck innerhalb der Vakuumkammer (11), einem Bild-detektor (14) zur Detektion von Gas-/Luftblasen innerhalb der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16), eine Schwenk-/Neigevorrichtung (12) zum direkten

oder indirekten Schwenken und Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) durch Verschwenken und/oder Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) oder der Vakuumkammer (11), einer Auswerte-, Speicherungs- und Regelungseinheit zur Regelung der Schwenk-/Neigevorrichtung (12) und/oder des Druckes innerhalb der Vakuumkammer (11).



**Beschreibung**

1257704004A2B26/\$file/shininglight\_viewable.pdf  
gezeigt.

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von in Vergussmasse, wie z.B. PU, vergossenen Leuchten, die insbesondere LED-Leuchten für den Einsatz in der Tiefsee bereitstellen sowie eine Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten, insbesondere LED-Leuchten, nach dem Oberbegriff der unabhängigen Ansprüche.

**[0002]** Die Herstellung von Leuchten, bei der wesentliche Bauteile der Leuchte miteinander einschuss- und blasenfrei vergossen werden und so nicht nur zur Stabilität der Halterung der Bauteile, sondern auch zur Bauteilereduktion, Vereinfachung der Herstellung, Verbesserung des Austauschs, der Wartungs- und Servicearbeiten, der Ausfallsicherheit und weiterer Vorteile u.a. durch die Modularität beitragen, ist für viele Fragestellungen gewünscht.

**[0003]** Eines der wesentlichen Probleme, welches z.B. bei optischen Inspektions- und Kartieraufgaben in der Tiefsee oder in Offshore-Bauwerksbereichen in großen Tiefen auftritt, ist die Druckfestigkeit von Leuchten mit hinreichender Ausleuchtung der zu untersuchenden Bereiche.

**[0004]** Die Anforderungen an Leuchtmittel, die unter Wasser, bei hohem Druck in großen Tiefen, auftreten, sind vielschichtig. Neben einer hohen Energieeffizienz, wird viel Wert auf eine wartungsarme, kompakte, einfache Konstruktion mit bevorzugt relativ kleiner Geometrie und kostengünstiger Fertigung gelegt. Besonders im Einsatz an Autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUVs) spielen dabei eine hohe Lichtausbeute und möglichst kleine, leichte Bauformen eine große Rolle.

**Stand der Technik**

**[0005]** Bei klassischen Verfahren zur Herstellung von Leuchtmitteln, die für die Anwendung in der Tiefsee geeignet sind, werden bekannte geeignete Leuchten in aufwendig gefertigten eigenen Druckgehäusen untergebracht, welche groß, schwer und komplex aufgebaut sind und zudem Schwierigkeiten bei der Wärmeableitung der Leuchten aufweisen.

**[0006]** Für die jeweiligen Anwendungen als Blitzleuchte, Stroboskopieleuchte oder Dauerlicht sind dabei unterschiedliche Leuchtmittel mit jeweils eigenen aus den Anforderungen abgeleiteten Gehäusegeometrien bekannt, wie z.B. durch die Firma Kongsberg Maritime Ltd. In ihrer Firmenschrift: „UT2 the magazine of the society for underwater technology, Shining a Light on LEDs (Article Reprint)“, January 2010, online: <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/06F29EA95A55158> CC

**[0007]** Neben bekannten Xenon- und Quecksilberdampflampen werden, wie dort gezeigt, zunehmend auch LED-Leuchten in Druckgehäusen montiert.

**[0008]** Die DE 20 2008 012 002 U1 zeigt eine LED-Leuchte mit Polyurethanharz (PU) Verguss für einen Einsatz an Offshore-Windenergieanlagen mit U-förmigem Gehäuse und LEDs auf einer Leiterplatte. Die LED-Leuchte ist durch den Verguss witterungsbeständig und bietet eine gute Hafteigenschaft an den umgebenden Wandungen, in die die LED-Leuchte eingebettet ist.

**[0009]** Die DE 10 2012 201 447 A1 zeigt eine LED mit einer sehr dünnen Schutzschicht von 1 bis 100 µm, die die auf einer Leiterplatte angebrachte LED gegen Umwelteinflüsse schützen soll, ohne die optischen Eigenschaften wesentlich zu verändern.

**[0010]** Die DE 10 2011 106 252 A1 zeigt einen mehrteiligen Aufbau einer Leuchte mit einem vorgefertigten Leuchtenkörper mit transparentem Abschnitt als Lichtaustrittsfläche des Gehäuses und einem Leuchtmittelträger als Platine mit Kontakten und Hohlräumen, der mit einer Vergußmasse zugegossen wird und damit für den Einsatz in Feuchträumen, Kühlräumen oder explosionsgefährdeten Räumen geeignet ist.

**[0011]** Die DE 10 2008 009 808 A1 zeigt eine LED Lichtleiste mit konturierter Vergussmasse als ein Linsenersatz. Die LED ist auf einer Platine angebracht, die auf einem Trägermaterial aus Metall, Kunststoff oder Holz aufliegt. Die Vergussmasse bietet einen Feuchtigkeitsschutz, Schlagschutz, Kratzschutz oder Korrosionsschutz. Das Trägermaterial ragt aus der Vergussmasse heraus.

**[0012]** Die US 2004/0200122 A1 zeigt einen beleuchtbaren künstlichen Fischköder mit in einem Gehäuse untergebrachten LEDs, Elektronik und Batterien, der für das Meeressfischen auf Tunfische geeignet ist, die in bis zu 80m Tiefe geangelt werden.

**[0013]** Die JP 2008 053 545 A zeigt eine LED auf einem Trägersubstrat, welche durch Erhitzen und Schmelzen eines Glaspulvers, die LED zwischen Trägersubstrat und aufgeschmolzenem Glaspulver einschließt.

**[0014]** Die US 2009/0154156 A1 zeigt eine oder mehrere LEDs, die auf einem Substrat aus isolierendem Material aufgesetzt ist/sind mit leitfähigen Verbindungen und Reflektoren, die von einem optisch durchlässigen oder halbdurchlässigen Material, wie Plastik oder einem Elastomer umschlossen sind.

**[0015]** Die EP 2 505 906 A2 zeigt ein Verfahren zum Herstellen eines Beleuchtungskörpers auf LED-Basis als Leuchtmittel-Ersatz für eine Leuchtstoffröhre. Dabei wird ein mit mehreren LEDs bestücktes Trägerband mit Leiterbahnen und weiteren elektronischen Bauteilen auf dem Wege der Kunststoffextrusion in einen thermoplastischen Kunststoff eingebettet.

**[0016]** Die US 2004/0218389 A1 zeigt eine LED-Lampe für den Einsatz auf Bootstrailern/Booten mit auf einer Leiterplatte angeordneten LEDs welche von einem Biopolymer umschlossen sind, um Wasser abstoßend (water resistant) bzw. Wasser dicht (water proof) zu wirken und einen gewissen Schlagschutz zu bieten.

**[0017]** Vergussverfahren für druckneutral aufgebaute LED-Leuchten die als sogenannter Vakuumverguß in einer Unterdruckkammer erfolgen sind u.a. durch das Verbundprojekt Druckneutrale Systeme (DNS) bekannt, an dem deutsche Institute und Firmen beteiligt sind (Broschüre: Maritime Erfolgsgeschichten, Forschung für Schifffahrt und Meerestechnik, PTJ-Projekträger Jülich, Dez 2012, S. 43 bis 45, FKZ: DNS 03SX220/03SX276, <http://foerderportal.bund.de/foekat>).

**[0018]** Für derartige Anwendungen ist es wichtig, den Verguss im Vakuum durchzuführen. Das gilt vor allem für mehrere Bauteile, die miteinander mit starken Hinterschneidungen oder auf sehr engem Raum gemeinsam zu vergießen sind.

**[0019]** Im Vergussmaterial, wie auch in kleinen Hohlräumen, beispielsweise bei Drahtwicklungen, können kleine Luftbläschen eingeschlossen sein. Diese können unter anderem die Hochspannungsfestigkeit gefährden oder Korrosion verursachen, sofern sie Feuchtigkeit mit einbringen. Um eine ausnahmslose Blasenfreiheit zu gewährleisten, muss der gesamte Aufbereitungs-, Förder- und Dosierprozess deshalb unter Vakuum durchgeführt werden.

**[0020]** Der Vakuumprozess ist auch ein geeignetes Verfahren, wenn es sich um feuchtigkeitsempfindliche Gießharze handelt. Die Verarbeitung unter Vakuum soll dabei unerwünschte Nebenreaktion des Vergussmediums oder die Aufnahme von Luft ausschließen.

**[0021]** Wird in der Produktion von einem Vakuum gesprochen, ist eine Druckminderung in der Regel bis auf ein Millibar gemeint. Beim Verguss von elektronischen Bauteilen ist also ein reales Vakuum, also komplette Luftleere nicht notwendig.

**[0022]** Je weiter der Luftdruck abgesenkt wird, umso länger dauert das Evakuieren und umso mehr Energiekosten und Zeitaufwand sind damit verbunden. Aus diesem Grund wird im Stand der Technik das Va-

kuum gezielt auf die jeweilige Aufgabenstellung abgestimmt.

**[0023]** Nicht zu vernachlässigen ist dabei, dass nicht jedes Bauteil eine starke Druckreduzierung verträgt. Während ein Wickelgut weitgehend unempfindlich ist, kann die eingekapselte Luft in einem Kondensator, bei äußerem relativen Unterdruck zwischen 2 und 50 Millibar, den Kondensator zum Platzen bringen. Das bedeutet wiederum, dass sich bei Verguss mit geringerem Druck in einem derartigen Bauteil immer noch Luftspuren befinden können, die von der Vergussmasse eingeschlossen werden.

**[0024]** Die am Projekt Druckneutrale Systeme (DNS) Tiefsee „Gestaltung, Umsetzung und Erprobung von druckneutralen Systemen und Einrichtungen für den Langzeitunterwasserbetrieb in Fahrzeugen und Unterwasserbauwerken in der Tiefsee“ beteiligte Firma Enitech (Rostock) kam dabei zu dem Schluss, dass „... der einfache Verguss einer Baugruppe in einem gebauten Kunststoffgehäuse mit Einbettungsverguss und abschließenden Hautverguss als Membran nicht geeignet ist und nach einigen Tauchversuchen bei den meisten Baugruppen ausfiel. Nach Umstellung der Vergusstechnologie auf geschlossene Vergussysteme mit großen Membranflächen (Tütenkonzept) konnten zuverlässige elektronische Baugruppen hergestellt und ohne Ausfälle betrieben werden.“ (Schriftenreihe Projekträger Jülich, ISBN 978-3-89336-922-5, S. 125 bis 129, vollständig frei verfügbar im Internet auf dem Jülicher Open Access Server (JUWEL) unter [www.fz-juelich.de/zb/juwel](http://www.fz-juelich.de/zb/juwel)).

**[0025]** Die Firma Enitech (Rostock), die sich mit dem druckneutralen Vergießen Elektronik für den Einsatz in der Tiefsee beschäftigt, zeigt z.B. einen nach diesem Verfahren hergestellten LED Scheinwerfer ENI-Light 50 (Datenblatt, Jan 2014, [http://www.enitech.de/files/produkte/Datenblatt\\_LED.pdf](http://www.enitech.de/files/produkte/Datenblatt_LED.pdf)).

**[0026]** Das angeführte Tütenkonzept umfasst eine dünnwandige feste Silikonschicht, die Tüte, in die jeweils ein Bauteil mit einer flüssigen Vergussmasse eingebracht wird. Dabei werden zum Teil auch Halte- und Trägerstrukturen mit vergossen und mit festen Deckeln versehen. Mehrere dieser Tüten können wiederum in einer Tüte zusammengefasst und gemeinsam miteinander vergossen werden.

**[0027]** Die angeführten Mängel des Standes der Technik werden mit dem erfinderischen Verfahren zur Herstellung von in Vergussmasse, wie z.B. PU, vergossenen Leuchten, die insbesondere LED-Leuchten für den Einsatz in der Tiefsee bereitstellen, sowie einer Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten, insbesondere LED-Leuchten, beseitigt.

**[0028]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und sicheres Verfahren zum blasenfreien Verguss einer Leuchte für den Einsatz in der Tiefsee und eine Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten, bereitzustellen, mit der insbesondere LED-Leuchten herstellbar sind, die bis in große Meerestiefen einsetzbar sind.

**[0029]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Vorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

**[0030]** Das Leuchten-Vergussverfahren erfolgt mit den Schritten: Einbringen einer konfigurierten und mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte in eine wenigstens teilweise optisch-transparente Vergussform, wobei die Vergussform in einer Vakuumkammer angeordnet ist und die Leuchte in der Vergussform derart fixiert wird, dass die Leuchte die Wandungen der Vergussform nicht berührt; Einbringen einer optisch-transparenten Vergussmasse in die Vergussform bis die Leuchte und etwaig weitere zu vergießende Bauteile der Leuchte umschlossen sind; Detektion einer Quantität und Qualität einer Blasenfreiheit der optisch-transparenten Vergussmasse durch einen optischen Sensor oder Bilddetektor, wobei eine Regelung des Druckes in der Vakuumkammer zur Beeinflussung der Blasen und/oder eine Regelung einer Schwenk-/Neigevorrichtung zur Bewegung der Vakuumkammer und/oder der Vergussform zur Austreibung detektierter Gas-/Luftblasen aus der optisch-transparenten Vergussmasse erfolgt.

**[0031]** Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung mit: einer Vakuumkammer, einer wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform zur Aufnahme einer mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte, einer Druckmesseinrichtung mit einer Druckregelung für den Druck innerhalb der Vakuumkammer, einem Bilddetektor zur Detektion von Gas-/Luftblasen innerhalb der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform, eine Schwenk-/Neigevorrichtung zum direkten oder indirekten Schwenken und Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform durch Verschwenken und/oder Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform oder der Vakuumkammer, einer Auswerte-, Speicherungs- und Regelungseinheit zur Regelung der Schwenk-/Neigevorrichtung und/oder des Druckes innerhalb der Vakuumkammer.

**[0032]** Der Bilddetektor ist als aktiver Sensor, als Kamera ausgebildet und bevorzugt durch eine Lichtquelle für Gegenlicht bei einer Durchleuchtung unterstützbar.

**[0033]** Die Vakuumkammer ist wenigstens teilweise optisch-transparent ausgebildet, so dass der Bilddetektor außerhalb der Vakuumkammer anordenbar ist.

**[0034]** Ein Zufuhrmittel ist zur Zuführung einer optisch-transparenten Vergussmasse vorgesehen.

**[0035]** Die Schwenk-/Neigevorrichtung ist innerhalb der Vakuumkammer zum ausschließlichen Verschwenken der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform angeordnet.

**[0036]** Die wenigstens teilweise optisch-transparente Vergussform ist vollständig optisch-transparent ausgebildet.

**[0037]** Wenigstens eine Seite der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform weist eine konkave Geometrie auf.

**[0038]** Das erfinderische Verfahren verwendet z.B. eine oder mehrere großflächige LEDs oder LED-Arrays, welche auf einem vorzugsweise metallischen Substrat, z.B. aus Aluminium, oder Träger montiert sind mitsamt ihren Zuleitungen, passenden optionalen Reflektoren in einer dünnen Vergussmasse, z.B. Polyurethanschicht ohne Schaffung von Hohlräumen eingegossen werden und somit wasserdicht und unter Umgebungsdruck in der Tiefsee eingesetzt werden können.

**[0039]** Je nach technischer Ausführung können Schnittstellen und/oder Bauteile, wie Elektronikbausteine, Teil des Gießlings sein. Die Geometrie des Gießlings kann variiert werden, damit verschiedene Möglichkeiten der Befestigung und direkte Integration in eine z.B. externe, vorgegebene Struktur entstehen. Die Befestigungen können als Ausnehmungen, Zungen, Verzahnungen, Klammern, Löcher, Gewindelöcher, Gewinde, Klemmungen oder dergleichen ausgebildet werden.

**[0040]** Eine minimale Teileanzahl einer LED-Leuchte ist durch eine LED, z.B. SMD-LED, Zuleitung, z.B. Anschlußdrähte, und Vergußmasse bestimmt. Optional kann ein Träger für LEDs oder LED-Arrays und/oder ein Reflektor mit vergossen werden. Auf Platinen, Gehäuse und Scheiben kann verzichtet werden.

**[0041]** Die Herstellung von waagerechten Flächen unter Bauteilen in geringer Schichtstärke durch Verguss, selbst im Vakuum, ist bekanntermaßen schwierig, wie durch den Stand der Technik hinreichend belegt. Bei nur teilvergossenen Bauteilen wie beispielsweise Reflektoren von Leuchten sind waagerechte Flächen jedoch oft unvermeidbar.

**[0042]** Da Blasen im Verguss insbesondere bei hohen Druckunterschieden zwischen Leuchte und Umgebung, wie z.B. bei Tiefseeanwendungen uner-

wünscht sind, geringe Schichtstärken jedoch für die Wärmeabfuhr z.B. von LEDs erforderlich sind wurde das erfinderische Verfahren und die erfinderische Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten entwickelt.

**[0043]** Eine weitere Aufgabe bei der Herstellung solcher dünnwandig vergossener Leuchten ist es, möglichst wenig Ausschuss zu produzieren.

**[0044]** Daher muss der Prozess des Vergusses durch eine Regelung die Qualität des Vergussvorganges unterstützen. Voraussetzung für die Beobachtbarkeit ist eine transparente Vakuumkammer bzw. ein Vakuumkammer in der optische Beobachtungen, z.B. durch Fenster, durchführbar sind. Weiter ist eine transparente Vergussform sowie eine transparente Vergussmasse erforderlich, die eine optische Kontrolle ermöglicht. Hilfsmaßnahmen, wie eine zusätzliche Durchleuchtung, z.B. intensives Gegenlicht für einen optischen Sensor, können die Detektion von Blasen in der Vergussmasse erleichtern.

**[0045]** Um diese an waagerechten Flächen unterhalb des Vergussgutes gefangenen Blasen auszutreiben wird in dieser Vorrichtung eine Schwenk- oder Neige Vorrichtung sowie eine besonders ausgeformte Vergussform verwendet. Weiter wird die Blasengröße mit einem regelbaren variablen Unterdruck in der Kammer beeinflusst. Dadurch ist eine Automatisierung auch für die Herstellung größerer Stückzahlen möglich. Dabei wird vorzugsweise ein Bildsensor für die optische Kontrolle eingesetzt, der insbesondere Rechner gestützt in einem Regelmodul eine Auswertung, Speicherung durchführt und eine Schwenk-Neigevorrichtung entsprechend regelt und die Bewegung der Blase oder der Blasen verfolgt. Gegebenenfalls kann das Vakuum variiert werden bzw. dabei geregelt ein erneuter Zyklus expandieren-evakuieren gestartet werden.

**[0046]** Nach Austreiben der Blase/n ist der Vorgang beendet und es kann drucktechnisch expandiert werden.

**[0047]** Die angeführten Mängel des Standes der Technik werden mit dem erfinderischen Verfahren zur Herstellung eines Vergusses einer Leuchte, z.B. von einer LED Leuchte für den Einsatz in der Tiefsee, beseitigt.

**[0048]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten, in einem kontrollierten, möglichst blasenfreien Verguss einer Leuchte, insbesondere LED Leuchte für den Einsatz in der Tiefsee und eine Vorrichtung zur Herstellung derartiger Leuchten bereitzustellen.

**[0049]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst.

**[0050]** Das erfinderische Verfahren zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten verwendet z.B. eine oder mehrere großflächige LEDs oder LED-Arrays, welche auf einem vorzugsweise metallischen Substrat, z.B. aus Aluminium, oder Träger montiert sind mitsamt ihren Zuleitungen, passenden optionalen Reflektoren in einer dünnen Vergussmasse, z.B. Polyurethanschicht ohne Schaffung von Hohlräumen eingegossen werden und somit wasserdicht und unter Umgebungsdruck in der Tiefsee eingesetzt werden können.

**[0051]** Je nach technischer Ausführung können Schnittstellen und/oder Bauteile, wie Elektronikbausteine, Teil des Gießlings sein. Die Geometrie des Gießlings kann variiert werden, damit verschiedene Möglichkeiten der Befestigung und direkte Integration in eine z.B. externe, vorgegebene Struktur entstehen. Die Befestigungen können als Ausnehmungen, Zungen, Verzahnungen, Klammern, Löcher, Gewindelöcher, Gewinde, Klemmungen oder dergleichen ausgebildet werden.

**[0052]** Eine minimale Teileanzahl einer LED-Leuchte ist durch eine LED, z.B. Hochleistungs-LED, Zuleitung, z.B. Anschlußdrähte, und Vergußmasse bestimmt. Optional kann ein Träger für LEDs oder LED-Arrays und/oder ein Reflektor mit vergossen werden. Auf Platinen, Gehäuse und Scheiben kann verzichtet werden.

**[0053]** Die LED, LEDs oder LED-Arrays werden für den Vergussvorgang je nach Bauform mit oder ohne Träger und/oder je nach Anforderung mit oder ohne Reflektor oder Reflektoren fertig konfiguriert und nur an einem Anschlussdraht oder mehreren Anschlussdrähten der Zuleitung schwebend im Vakuum mit PU vergossen. Besonders geeignet ist die Verwendung eines mit Schrumpfschlauch ummantelten lackierten Drahtes als Anschlussdraht und Zuleitung, da dabei eine gute Haftung des PU auf dem Lack des Drahtes sichergestellt ist. Die Vergussmasse bietet an lackierten Drähten eine langfristige, mechanisch belastbare Dichtigkeit. Gleichzeitig dienen die lackierten Draht-Zuleitungen als Fixierpunkte während des Vergussvorganges und halten LED und Reflektor schwebend in der Vergussform.

**[0054]** Um einen möglichst blasenfreien Verguss herzustellen, wird beim erfinderischen Verfahren zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten der Gießling in eine plankonkave Vergussform, bei der der Boden konkav ausgeformt ist, gegossen. Der Verguss erfolgt in relativem Vakuum in Bereichen des sogenannten Feinvakuum (1 bis 10<sup>-3</sup>

hPa). Dabei werden die detektierbaren Blasen eines Gases oder der Luft hinsichtlich der Größe beim Verguss proportional zur Erhöhung des relativen Vakuums kleiner bzw. bei Verringerung des relativen Vakuums größer.

**[0055]** Dieser Effekt wird ausgenutzt, um während des Vergussvorgangs eine gute Blasenableitung durch Abrollen der Blasen über den konkaven Boden zu erzwingen, indem die Vergussform um die Brennnachse der konkaven Ausformung des Bodens verschwenkt wird.

**[0056]** Die Kontrolle der Qualität der Blasenfreiheit wird auf optischem Wege, über ein Sensorsystem erfasst.

**[0057]** In Abhängigkeit von der optischen Prüfung erfolgt die Regelung der Verschwenkung der Vergussform.

**[0058]** Durch den Verguss sind alle elektrischen Teile isoliert und es bleiben keine Hohlräume, welche unter Druck zu strukturellen Belastungen, Aufreißen des Vergusses und Undichtigkeiten mit folgender Korrosion führen könnten. Ein Reflektor, z.B. bei einer LED, wird mit eingegossen. Innerhalb des Reflektors ist die LED lediglich mit einer dünnen PU Schicht überzogen, sodass sich nur geringe Änderungen der Abstrahlcharakteristik unter Wasser in Bezug auf die Anwendung an Luft ergeben. Der dünne Verguss des LED Trägers oder Substrats sorgt innerhalb hinreichend definierter Toleranzen im Unterwasserbetrieb für eine ausreichende Kühlung. Durch die komplette Ummantelung mit PU, ist die Schockfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit der gesamten Einheit weiter erhöht. Da dadurch auch keine Metalloberfläche Kontakt zur Umgebung hat, sind Korrosion und elektrochemische Vorgänge unterbunden.

**[0059]** Durch das Fehlen von Druckkörpern sind die einzelnen LED-Leuchten sehr leicht und erzeugen nur wenig Abtrieb unter Wasser. Daher wird ihr Einsatz auf Tauchrobotern von der Stückzahl her lediglich durch die bereitstellbare Energieversorgung und den Einbauraum, weniger jedoch durch ihr Gewicht begrenzt.

**[0060]** Da die erfinderische LED Leuchte üblicher Weise nur für relativ kurze Zeit (einige Millisekunden) in einem Blitzbetrieb eingesetzt wird, bei dem energiereiche Blitze über kürzere Intervalle abgegeben werden, können in dieser Betriebsart deutlich höhere Ströme fließen als im Dauerbetrieb der LED Leuchte. Dabei ist die Auswahl der Leistung einer LED nur durch die Substrats- bzw. Trägerfläche sowie eine Mindestschichtdicke der Vergussmasse mit bekannter abführbarer Verlustleistung (Wärme) durch die PU Masse begrenzt.

**[0061]** Die erfinderische LED Leuchte kann durch das Herstellungsverfahren einfach an die Erfordernisse angepasst werden, indem z.B. die jeweilige LED an die Beleuchtungsanforderungen angepasst wird.

**[0062]** Durch Bestimmung der Farbtemperatur einer zu verbauenden LED in der LED Leuchte wird z.B. eine Anpassung des Lichtspektrums in Abhängigkeit der zu erwartenden Distanz der Ausleuchtung unter Wasser erreicht.

**[0063]** Eine Änderung der Richtcharakteristik ist durch die Wahl geeigneter Reflektoren möglich, wobei auch gängige Reflektoren aus Kunststoffen genutzt werden können. Mit einer gezielten Formung der Geometrie des Reflektors, ist die Erzeugung eines definierten Lichtkegels unter Wasser erreichbar.

**[0064]** Die Anwendungsgebiete für eine erfinderische LED Leuchte im Tiefseebereich an jegliche Art von Unterwasserrobotern, z.B. ROV, AUV, hängenden Sonden oder an und in autonomen Meeresbodenobservatorien, ist sehr vielseitig.

**[0065]** Neben dem Einsatz als Blitz-Array zur Fotografie und für stroboskopische Zeitlupenaufnahmen von Gasaustritten am Meeresboden ist die LED Leuchte als Arbeitsleuchte im Dauerbetrieb einsetzbar.

**[0066]** Aufgrund der einfachen kostengünstigen Herstellung und dem geringen Gewicht der einzelnen Einheiten ist die Anwendung sehr gut skalierbar hin zu sehr starken Beleuchtungsanlagen. Gleichzeitig werden hohe Einsparungen beim Energiebedarf durch eine stroboskopische Ansteuerung möglich. Im Gegensatz zu Xenonblitzlampen erlauben LEDs sehr hohe Wiederholraten, was entscheidend für eine lückenlose Abdeckung bei Fotokartierungen des Meeresbodens sein kann und Hochgeschwindigkeitsblitzen bei Videoanwendungen erlaubt.

**[0067]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren.

**[0068]** Es zeigen:

**[0069]** Fig. 1 Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED auf einem Träger mit Reflektor in Seitenansicht und in Aufsicht,

**[0070]** Fig. 2 Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED auf einem Träger in Seitenansicht und in Aufsicht,

**[0071] Fig. 3** Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED-Array mit LEDs jeweils auf einem Träger in Seitenansicht und in Aufsicht,

**[0072] Fig. 4** Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED auf einem Träger mit Schnittstelle bzw. elektronischem Baustein und Reflektor in Seitenansicht und in Aufsicht,

**[0073] Fig. 5** Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED-Array mit LEDs jeweils auf einem Träger in Seitenansicht und in Aufsicht in einer weiteren Variante

**[0074] Fig. 6** Eine erfinderische LED-Leuchte mit einem LED auf einem Träger mit Reflektor in Seitenansicht und plankonkaver Geometrie der Vergussmasse.

**[0075] Fig. 7** Eine Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten

**[0076] Fig. 1** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einer LED (1) auf einem Träger (2) mit Reflektor (3) in Seitenansicht und in Aufsicht. Die LED (1) ist auf einem metallischen Träger (2), z.B. aus Aluminium fixiert, z.B. verklebt. Auf den Träger (2) ist ein Reflektor (3) gestellt, der die LED (1) umfasst und eine trichterförmige Fokussierung der Beleuchtungsrichtung ermöglicht. Am Träger ist jeweils eine Zuleitung (4) befestigt, z.B. verlötet, gesteckt oder gecrimpt, die die LED (1) elektrisch kontaktieren und die Energieversorgung sicherstellen. Die Vergussmasse (5) ist als dünne kreisförmige Scheibe ausgeformt, die die LED (1) und den Träger (2) vollständig einschließt. Der Reflektor (3) und die Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0077] Fig. 2** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einer LED (1) auf einem Träger (2) in Seitenansicht und in Aufsicht. Die LED (1) ist auf einem metallischen Träger (2) fixiert. Am Träger ist jeweils eine Zuleitung (4) befestigt, z.B. verlötet, die die LED (1) elektrisch kontaktieren und die Energieversorgung sicherstellen. Die Vergussmasse (5) ist als dünne rechteckige Platte ausgeformt, die die LED (1) und den Träger (2) vollständig einschließt. Die Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0078] Fig. 3** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einem LED-Array aus vier Einzel-LEDs (1) jeweils auf einem Träger (2) in Seitenansicht und in Aufsicht. Die jeweilige LED (1) des LED-Arrays ist auf einem metallischen Träger (2) fixiert. Die Träger (2) sind in Serie durch Zuleitungen (4) miteinander, die LEDs (1) elektrisch kontaktierend, verbunden. Die Vergussmasse (5) ist als dünne kreisförmige Scheibe ausgeformt, die die LEDs (1), die Zwischenverbindungen als Zuleitungen (4) zwischen den einzelnen LEDs (1) des LED Arrays und die Träger

(2) vollständig einschließt. Die weiteren Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0079] Fig. 4** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einer LED (1) auf einem Träger (2) und einer Schnittstelle/Bauteil (6) in Seitenansicht und in Aufsicht. Die LED (1) ist auf einem metallischen Träger (2) fixiert. Der Träger (2) ist parallel durch Zuleitungen (4) mit einer Schnittstelle bzw. einem elektronischen Baustein, die LED (1) elektrisch kontaktierend, verbunden. Die Vergussmasse (5) ist als dünne kreisförmige Scheibe ausgeformt, die die LED (1) und die Zwischenverbindungen als Zuleitungen (4) zwischen der LED (1), der Schnittstelle bzw. dem elektronischen Baustein und dem Träger (2) vollständig einschließt. Die weiteren Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0080] Fig. 5** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einem LED-Array aus fünf Einzel-LEDs (1) jeweils auf einem Träger (2) in Seitenansicht und in Aufsicht. Die jeweilige LED (1) des LED-Arrays ist auf einem metallischen Träger (2) fixiert. Die Träger (2) sind in Serie durch Zuleitungen (4) miteinander, die LEDs (1) elektrisch kontaktierend, verbunden. Die Vergussmasse (5) ist als dünne rechteckige Platte ausgeformt, die die LEDs (1), die Zwischenverbindungen als Zuleitungen (4) zwischen den einzelnen LEDs (1) des LED Arrays und die Träger (2) vollständig einschließt. Die weiteren Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0081] Fig. 6** zeigt beispielhaft eine erfinderische LED-Leuchte (10) mit einer LED (1) auf einem Träger (2) mit Reflektor (3) in Seitenansicht. Die LED (1) ist auf einem metallischen Träger (2) fixiert. Auf den Träger (2) ist ein Reflektor (3) gestellt, der die LED (1) umfasst und eine trichterförmige Fokussierung der Beleuchtungsrichtung ermöglicht. Am Träger ist eine Zuleitung (4) befestigt, die einen mit Lack beschichteten Draht (9) aufweist, der auf dem Träger (2) fixiert ist, z.B. verlötet, und die LED (1) elektrisch kontaktiert und von einem Schrumpfschlauch (7) umschlossen ist. Die Vergussmasse (5) ist als dünne plankonkave Scheibe ausgeformt, die die LED (1) und den Träger (2) vollständig einschließt. Der Reflektor (3) und die Zuleitungen (4) sind nur zum Teil vergossen.

**[0082] Fig. 7** zeigt beispielhaft eine erfinderische Vorrichtung zur Herstellung von in Vergussmasse vergossenen Leuchten. In einer optisch transparenten Vakuumkammer (11), die auch teilweise optisch transparent oder mit einem Fenster versehen sein kann, ist in einer optisch transparenten Vergussform (16) eine Leuchte, hier beispielhaft eine LED mit Reflektor (17) und nicht gezeigten Zuleitungen (4) frei gehalten. Eine optisch transparente Vergussmasse (18) umschließt die LED mit Reflektor (17), wobei der Reflektor aus der optisch transparenten Vergussmasse (18) herausragt. Durch eine Druckmessein-

richtung (5) kann eine Druckregelung überwacht werden, mit der die Luftblasengröße einer Luftblase (9) in der optisch transparenten Vergussmasse (18) beeinflussbar ist. Die Luftblase (9) wird über einen Bild-detektor (14) detektiert, der durch die optisch transparente Vakuumkammer (11) und die optisch transparenten Vergussform (16) in der optisch transparenten Vergussmasse (18) einen Status von Blasen (9) quantitativ und qualitativ erfasst und an eine nicht gezeigte Auswerte-, Speicherungs- und Regelungseinheit weitergibt. Durch diese Regelungseinheit wird eine Schwenk-/Neigevorrichtung (12) in ihrer Bewegung geregelt, die die optisch transparenten Vakuumkammer (11) bzw. die optisch transparenten Vergussform (16) derart bewegt, dass die Luftblasen (9) aus der optisch transparenten Vergussmasse (18) ausgetrieben werden. Der Bild-detektor kann dabei aktiv betrieben werden und auch durch eine geeignete Lichtquelle für Gegenlicht (13) unterstützt werden.

#### Bezugszeichenliste

1	LED
2	Träger
3	Reflektor
4	Zuleitung
5	Vergussmasse
6	Schnittstelle bzw. elektronisches Bauteil
7	Schrumpfschlauch
8	Konkaver Boden
9	Lackierter Draht
10	LED Leuchte
11	optisch transparente Vakuumkammer
12	Schwenk-/Neigevorrichtung
13	Lichtquelle für Gegenlicht
14	Bild-detektor
15	Druckmesseinrichtung
16	optisch transparente Vergussform
17	LED mit Reflektor
18	optisch transparente Vergussmasse
19	Luftblase

#### Patentansprüche

1. Leuchten-Vergussverfahren mit den Schritten:  
 – Einbringen einer konfigurierten und mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte in eine wenigstens teilweise optisch-transparente Vergussform (16), wobei die Vergussform (16) in einer Vakuumkammer (11) angeordnet ist und die Leuchte in der Vergussform (16) derart fixiert wird, dass die Leuchte die Wandungen der Vergussform nicht berührt;  
 – Einbringen einer optisch-transparenten Vergussmasse (18) in die Vergussform (16) bis die Leuchte umschlossen ist;  
 – Detektion einer Quantität und Qualität einer Blasenfreiheit der optisch-transparenten Vergussmasse

(18) durch einen optischen Sensor oder Bild-detektor (14),  
 wobei  
 – eine Regelung des Druckes in der Vakuumkammer (11) zur Beeinflussung der Blasen und/oder  
 – eine Regelung einer Schwenk-/Neigevorrichtung (12) zur Bewegung der Vakuumkammer (11) und/oder der Vergussform (16) zur Austreibung detektierter Gas-/Luftblasen (19) aus der optisch-transparenten Vergussmasse (18) erfolgt.

2. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung mit:  
 – einer Vakuumkammer (11),  
 – einer wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) zur Aufnahme einer mit einer optisch-transparenten Vergussmasse zu vergießenden Leuchte,  
 – einer Druckmesseinrichtung (15) mit einer Druckregelung für den Druck innerhalb der Vakuumkammer (11),  
 – einem Bild-detektor (14) zur Detektion von Gas-/Luftblasen innerhalb der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16),  
 – eine Schwenk-/Neigevorrichtung (12) zum direkten oder indirekten Schwenken und Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) durch Verschwenken und/oder Neigen der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) oder der Vakuumkammer (11),  
 – einer Auswerte-, Speicherungs- und Regelungseinheit zur Regelung der Schwenk-/Neigevorrichtung (12) und/oder des Druckes innerhalb der Vakuumkammer (11).

3. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
 der Bild-detektor als aktiver Sensor, als Kamera ausgebildet ist  
 und  
 bevorzugt durch eine Lichtquelle für Gegenlicht (13) bei einer Durchleuchtung unterstützbar ist.

4. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vakuumkammer (11) wenigstens teilweise optisch-transparent ausgebildet ist, so dass der Bild-detektor außerhalb der Vakuumkammer (11) anordenbar ist.

5. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Zufuhrmittel zur Zuführung einer optisch-transparenten Vergussmasse (18) vorgesehen ist.

6. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenk-/Neigevorrichtung



(12) innerhalb der Vakuumkammer zum ausschließlichen Verschwenken der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) angeordnet ist.

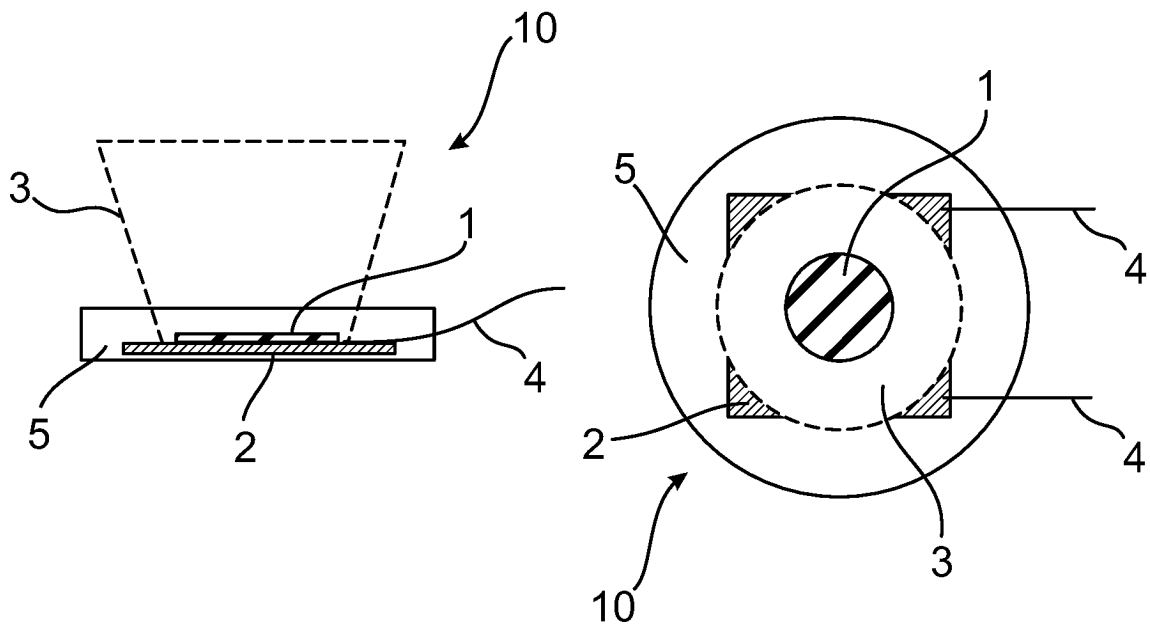
7. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens teilweise optisch-transparente Vergussform (16) vollständig optisch-transparent ausgebildet ist.

8. Verguss-Leuchten-Herstellungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Seite der wenigstens teilweise optisch-transparenten Vergussform (16) eine konkave Geometrie (8) aufweist.

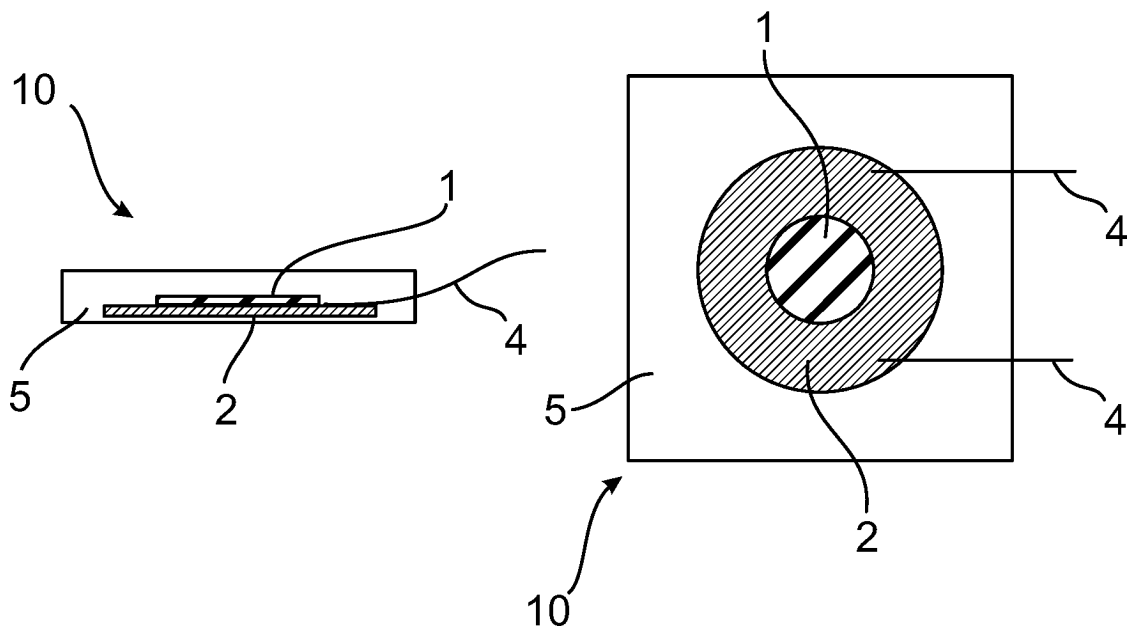
Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

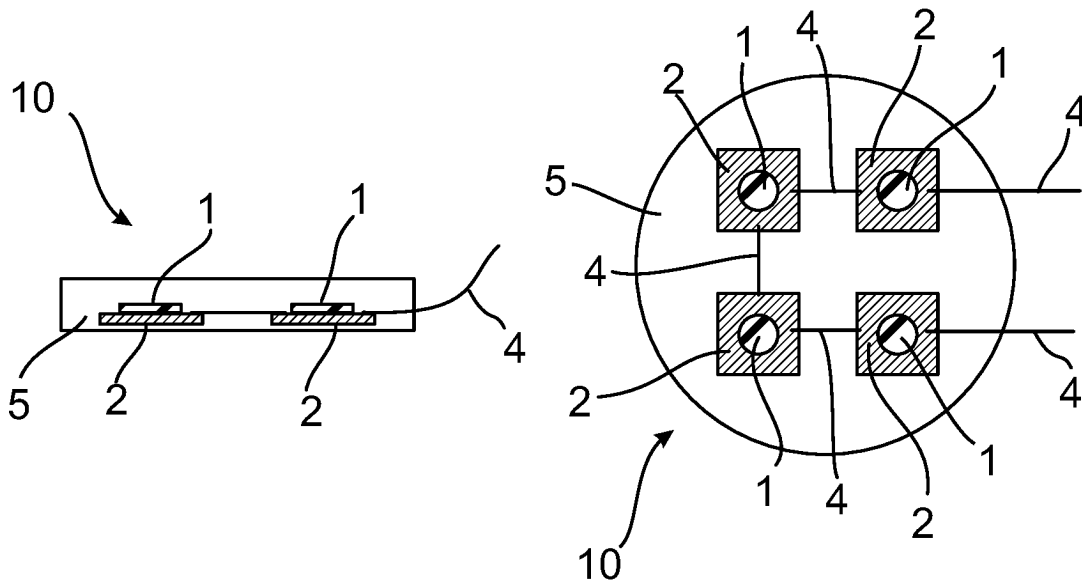
**Fig. 1**



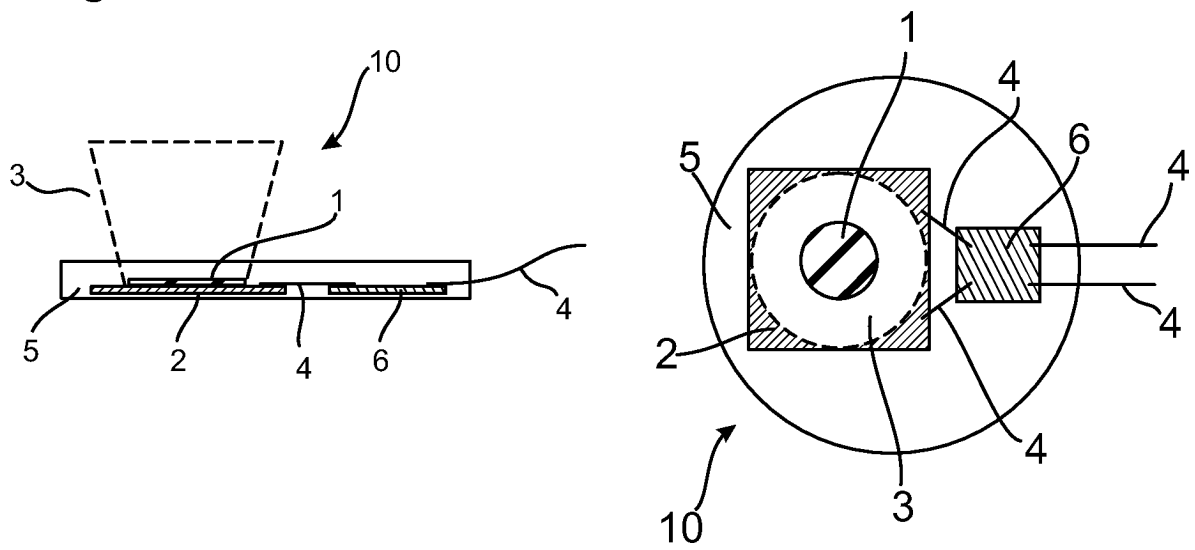
**Fig. 2**



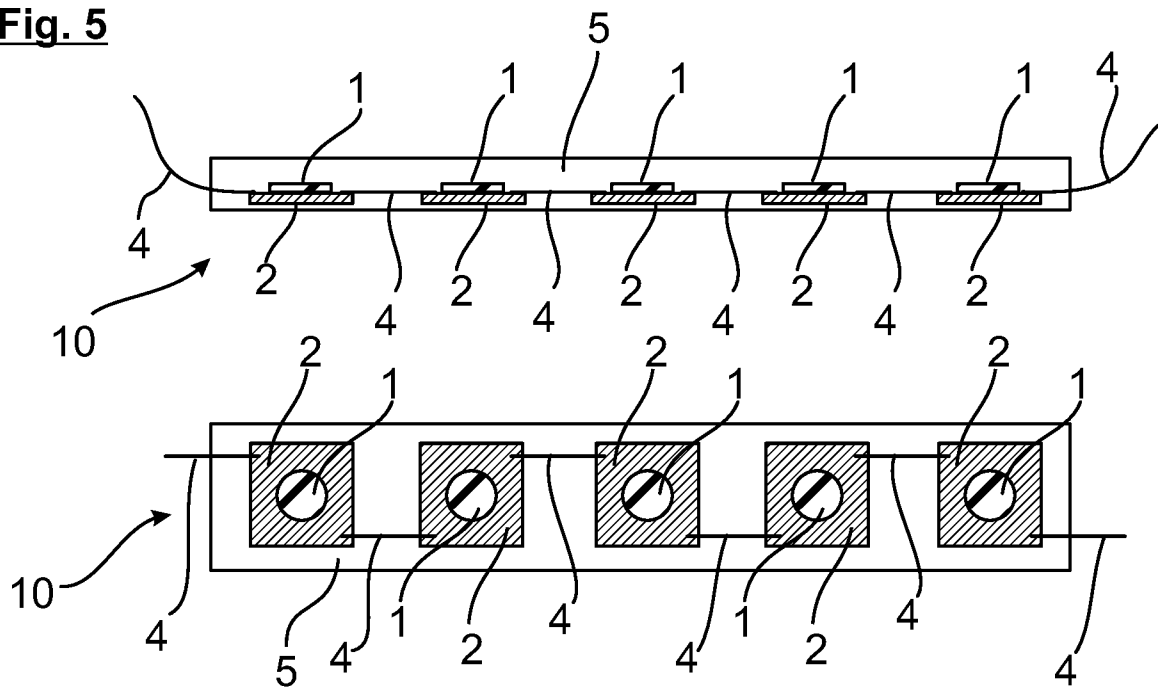
**Fig. 3**



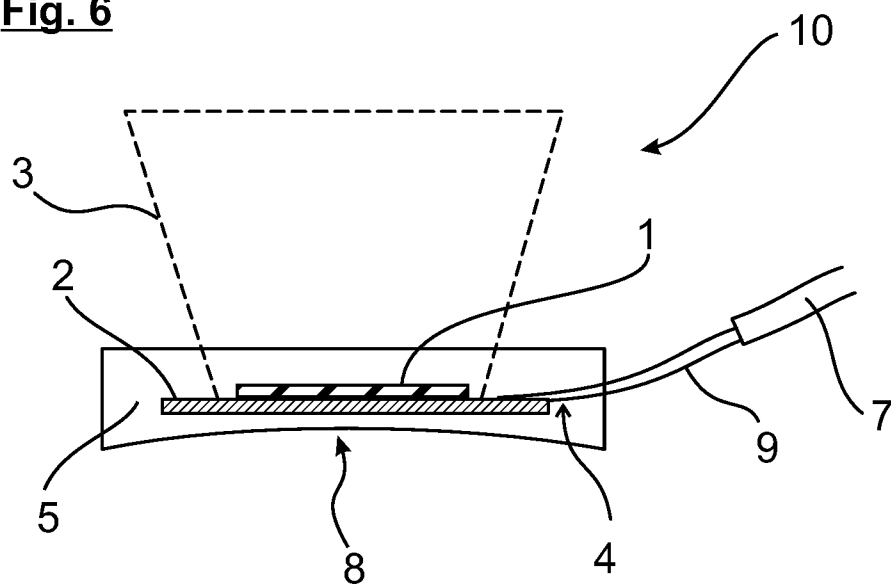
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

