



(10) **DE 10 2012 107 480 A1** 2013.02.21

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 107 480.1**

(22) Anmeldetag: **15.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **21.02.2013**

(51) Int Cl.: **H01L 31/024 (2012.01)**

**H01L 31/0232 (2012.01)**

**H01L 31/10 (2012.01)**

**G01J 1/02 (2012.01)**

**G02B 21/00 (2012.01)**

(66) Innere Priorität:

**20 2011 109 809.9 16.08.2011**

**20 2012 007 786.4 29.02.2012**

**20 2012 007 787.2 29.02.2012**

(71) Anmelder:

**Leica Microsystems CMS GmbH, 35578, Wetzlar,  
DE**

(74) Vertreter:

**Dr. Müller Patentanwälte, 65597, Hünfelden, DE**

(72) Erfinder:

**Schreiber, Frank, 69221, Dossenheim, DE;**

**Widzowski, Bernd, 69221, Dossenheim, DE;**

**Seyfried, Volker, 69226, Nussloch, DE; Birk,**

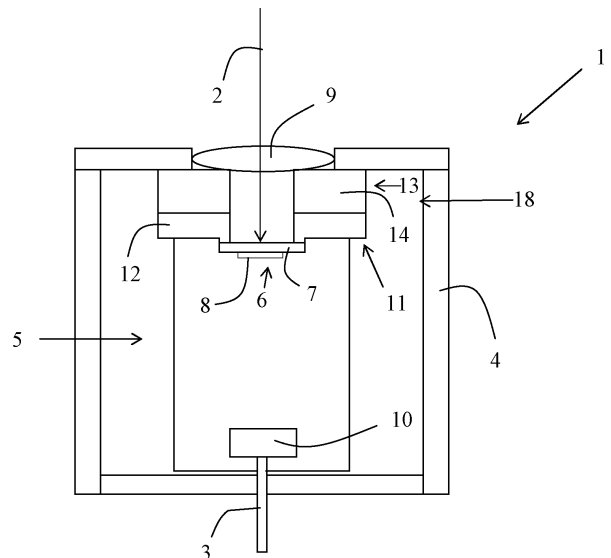
**Holger, 74909, Meckesheim, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Detektorvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Detektorvorrichtung, die dazu ausgebildet ist Licht zu empfangen und elektrische Signale zu erzeugen, mit einem Gehäuse und einem in dem Gehäuse angeordneten Detektor, wobei der Detektor einen Lichtsensor aufweist, der dazu ausgebildet ist, Licht zu empfangen und Elektronen freizusetzen. Die Detektorvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass der Lichtsensor auf einem niedrigeren elektrischen Potentialniveau liegt, als das Gehäuse, und dass der Detektor durch eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse steht, wobei innerhalb des Gehäuses die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes entgegengesetzt ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Detektorvorrichtung, die dazu ausgebildet ist Licht zu empfangen und elektrische Signale zu erzeugen, mit einem Gehäuse und einem in dem Gehäuse angeordneten Detektor, wobei der Detektor einen Lichtsensor aufweist, der dazu ausgebildet ist, Licht zu empfangen und Elektronen freizusetzen.

**[0002]** Detektorvorrichtungen der eingangs genannten Art weisen oft einen temperaturabhängigen Dunkelstrom auf, der Rauschen verursacht. Durch Kühlen kann dieser Dunkelstrom verringert werden.

**[0003]** Aus DE 10 2009 036 066 A1 ist ein optoelektronischer Detektor bekannt, der eine mit dem Detektor wärmeleitend verbundene Kühlvorrichtung, nämlich ein Peltierelement, aufweist. Zur Vermeidung des Entstehens von Tauwasser auf einer Oberfläche des optoelektronischen Detektors, ist ein Sensor zur Ermittlung eines momentanen Werts bezüglich der Umgebungsluftfeuchte und der Umgebungstaupunkttemperatur vorgesehen. Der Sensor ist mit einer Steuereinheit verbunden, welche die Kühlvorrichtung in Abhängigkeit des Werts steuert. Dieser optoelektronische Detektor hat den Vorteil, dass auf eine Kühlung nicht gänzlich verzichtet ist. Er hat jedoch den Nachteil, dass die tatsächliche Kühlleistung auf ein geringes Maß begrenzt ist; nämlich auf das Maß, bei dem kein Tauwasser entsteht. Dies hat im Ergebnis zur Folge, dass ein Detektorrauschen nur unzureichend vermieden ist.

**[0004]** In derselben Druckschrift wird eine andere Detektorvorrichtung erwähnt, bei der Detektor samt der Kühlvorrichtung, typischerweise einem Peltierelement, in einem luftdichten Gehäuse verkapselt ist, das mit einem getrockneten Gas gefüllt oder evakuiert ist. Die Abwärme der Kühlvorrichtung kann bei dieser Vorrichtung einem Kühlkörper zugeführt werden, der mit der Kühlvorrichtung wärmeleitend verbunden ist und/oder zum Beheizen anderer Bauteile, beispielsweise einem Eintrittsfenster des Gehäuses, verwendet werden. Diese Detektorvorrichtung wird jedoch als nachteilig ausgewiesen, weil die luftdichte Verkapselung aufwendig ist.

**[0005]** Tatsächlich hat sich in der Praxis sogar gezeigt, dass diese Detektorvorrichtung noch weitere Nachteile hat. Insbesondere ist das Kühlen oft nicht sehr effektiv. Darüber hinaus gestaltet sich das Kühlen als besonders schwierig, wenn sich der Detektor auf einem anderen elektrischen Potentialniveau befinden muss, als das Gehäuse. In diesem Fall kann das Peltierelement nicht einfach zwischen Gehäuse und Detektor angeordnet werden. Eine solche Potentialdifferenz ist zumeist dann notwendig, wenn innerhalb des Detektors eine Beschleunigung von Photoelektronen erfolgen soll.

**[0006]** Beispielsweise aus US 5,508,740, aus US 5,596,228 oder aus US 4,833,889 sind Detektorvorrichtungen bekannt, bei denen jeweils auf der einer Lichteinfallseite eines Lichtsensors abgewandten Seite eine aktive Kühlvorrichtung vorgesehen ist. Diese Detektorvorrichtungen haben den Nachteil, dass ein Großteil der Kühlleistung ungenutzt verloren geht.

**[0007]** Auch aus WO99/59186 ist eine Detektorvorrichtung mit einer Kühlung, nämlich eine Detektorvorrichtung mit einem mittels eines Peltierelements gekühlten Photomultiplier bekannt.

**[0008]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Detektorvorrichtung anzugeben, die eine Detektion von Licht, insbesondere von Licht, das von einer mikroskopischen Probe ausgeht, bei einem besonders guten Signal-zu-Rauschverhältnis ermöglicht.

**[0009]** Die Aufgabe wird durch eine Detektorvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtsensor auf einem niedrigeren elektrischen Potentialniveau liegt, als das Gehäuse, und dass der Detektor durch eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse steht, wobei innerhalb des Gehäuses die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes entgegengesetzt ist.

**[0010]** Bei der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung ist eine effiziente Kühlung ermöglicht, die das Auftreten von störenden und signalverfälschenden Dunkelströmen zumindest stark reduziert.

**[0011]** Bei einer vorteilhaften Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung als Detektor einen Photomultiplier-Detektor (PMT) auf. Bei einem solchem PMT-Detektor, treffen Photonen auf eine Photokathode und lösen durch den äußeren photoelektrischen Effekt Elektronen aus dessen Oberfläche. Diese freigesetzten Photoelektronen werden in einem elektrischen Feld beschleunigt und treffen auf weitere Elektroden oder Dynoden.

**[0012]** Bei einer besonderen Ausführungsform hat die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung den besonderen Vorteil, dass durch das Anordnen des Lichtsensors, beispielsweise einer Photokathode, auf einem niedrigen elektrischen Potentialniveau auf einfache Weise und weitgehend ohne zusätzliche Bauteile, wie bei einer Dynodenkaskade eines Photomultipliers, eine hohe Beschleunigung der freigesetzten Elektronen ermöglicht ist. Störende und signalverfälschende Einflüsse von zusätzlichen Bauteilen sind hierdurch wirkungsvoll vermieden.

**[0013]** Bei einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass die von dem Lichtsensor freigesetzten Elektronen innerhalb des Detektors frei fliegend mittels ausschließlich einer einzigen Beschleunigungsstufe über eine Beschleunigungsstrecke beschleunigt werden. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass die von dem Lichtsensor freigesetzten Elektronen innerhalb des Detektors frei fliegend mittels ausschließlich einer einzigen Beschleunigungsstufe über eine Beschleunigungsstrecke mit einer Beschleunigungsspannung von mehr als 1500 V, insbesondere mehr als 2000 V, insbesondere mehr als 4000 V, insbesondere mehr als 6000 V, insbesondere ca. 8000 V beschleunigt werden.

**[0014]** Bei einer anderen Ausführung ist vorgesehen, dass die von einem lichtempfindlichen Medium freigesetzten Elektronen mit Hilfe mehrerer Beschleunigungsstufen vervielfacht werden und dann der daraus resultierende Strom gemessen wird, wie bei oben genannten PMT-Detektor.

**[0015]** Zur Erzeugung eines ausreichend hohen Detektionssignales kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Beschleunigungsstufe ein Absorber zur Vervielfachung der Zahl der Elektronen und/oder eine Lawinendiode nachgeschaltet ist, die unterhalb ihrer Durchbruchspannung betrieben wird.

**[0016]** Vorzugsweise ist die Zwischenanordnung hochspannungsfest und elektrisch durchschlagsfest ausgebildet. Um dies zu erreichen, können besondere Bauteile und Materialien verwendet werden, von denen exemplarisch weiter unten einige erwähnt und beschrieben sind.

**[0017]** Die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung kann derart aufgebaut sein, dass die Potentialdifferenz zwischen dem Lichtsensor und dem Gehäuse mehr als 1500 V, insbesondere mehr als 2000 V, insbesondere mehr als 4000 V, insbesondere mehr als 6000 V, insbesondere ca. 8000 V beträgt. Eine solche Detektorvorrichtung ist in der Lage Detektionssignale abzugeben, die deutlich weniger verrauscht sind, als Signale von Systemen mit Photomultipliern.

**[0018]** Vorzugsweise ist die Zwischenanordnung zwischen einer Lichtsensorebene des Lichtsensors und einer Eintrittsöffnungsebene des Gehäuses, in der eine Eintrittsöffnung für das zu detektierende Licht vorhanden ist, angeordnet. Hierbei kann vorgesehen sein, dass das zu detektierende Licht durch die Zwischenanordnung hindurch, beispielsweise durch einen in die Zwischenanordnung integrierten durchsichtigen Block, insbesondere einen Glasblock, oder durch einen Durchtrittskanal hindurch verläuft. Es kann alternativ auch vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung zwischen einer Lichtsensorebene des Lichtsensors und einer Eintrittsöffnungsebene des Gehäuses, in der eine Eintrittsöffnung für das

zu detektierende Licht vorhanden ist, angeordnet und dass das zu detektierende Licht an der Zwischenanordnung vorbei zu dem Lichtsensor gelangt.

**[0019]** Bei einer besonderen Ausführungsform weist der Detektor ein eigenes Detektorgehäuse auf, wobei die Zwischenanordnung zwischen dem Gehäuse und dem Detektorgehäuse angeordnet ist.

**[0020]** Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung und das Detektorgehäuse mechanisch ineinander greifen und/oder dass der Detektor ein eigenes Detektorgehäuse mit einem umlaufenden Vorsprung aufweist, die in eine umlaufende Nut der Zwischenanordnung oder eines Bauteils der Zwischenanordnung eingreift. Diese Ausführungen haben den Vorteil einer besonderen mechanischen Stabilität. Insbesondere besteht bei diesen Ausführungen nicht die Gefahr einer ungewollten Dejustierung der Komponenten zueinander.

**[0021]** Wie bereits erwähnt, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Lichtweg für das zu detektierende Licht innerhalb des Gehäuses, insbesondere vollständig, durch Glas, insbesondere einen Glasblock, insbesondere durch Quarzglas, verläuft und/oder dass die Zwischenanordnung wenigstens einen Glasblock, insbesondere aus Quarzglas, aufweist, durch den der Lichtweg für das zu detektierende Licht verläuft. Auf diese Weise ist weitgehend vermieden, dass sich auf dem Lichtweg Schmutz oder Kondenswasser ablagert und dass das zu detektierende Licht ungewollt abgeschwächt oder abgelenkt wird.

**[0022]** In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform, wird der Lichtweg durch einen Spalt unterbrochen, der zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen und als thermisch isolierendes Element dient. Dieser Spalt kann mit einem Gas, einer durchsichtigen, thermisch und elektrisch isolierenden Flüssigkeit oder einem durchsichtigen, flexiblen thermisch isolierenden Feststoff gefüllt sein. Das Medium im Spalt kann die Funktion eines Immersionsmediums annehmen und somit Reflexion an den Glasoberflächen vermindern und den optischen Wirkungsgrad steigern.

**[0023]** Eine besonders effiziente Kühlung des Lichtsensors ist bei einer besonderen Ausführungsform erreicht, bei der die Zwischenanordnung auf der Lichteinfallseite des Lichtsensors in unmittelbarem Kontakt zu dem Lichtsensor und/oder zu einem den Lichtsensor tragenden Substrat steht.

**[0024]** Wie bereits erwähnt, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass ein Lichtweg für das zu detektierende Licht festgelegt ist, der durch die Zwischenanordnung, insbesondere ein Kühlbauteil der Zwischenanordnung, hindurch oder an der Zwischenanordnung vorbei verläuft. Auf diese Weise kann eine

symmetrische und gleichmäßige Kühlung des Lichtsensors, insbesondere auf seiner Lichteinfallseite, erreicht werden, wodurch das Dunkelstromverhalten erheblich verbessert ist.

**[0025]** Bei einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass der Lichtsensor und das Gehäuse mittels der Zwischenanordnung wärmeleitend verbunden sind, wobei die Kontaktfläche der Zwischenanordnung mit dem Lichtsensor kleiner ist, als die Kontaktfläche der Zwischenanordnung mit dem Gehäuse. Eine solche Ausführung hat den ganz besonderen Vorteil, dass einerseits ein besonders guter Wärme Abtransport von dem Lichtsensor weg gewährleistet ist, während andererseits die freie Zugänglichkeit der lichtempfindlichen Oberfläche des Lichtsensors für das zu detektierende Licht allenfalls geringfügig eingeschränkt ist.

**[0026]** Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weist die Zwischenanordnung mehrere Kühlbauteile auf, die schichtartig gestapelt sind. Insbesondere können die Kühlbauteile ringförmig ausgebildet sein, so dass ein Durchtrittskanal für das zu detektierende Licht vorhanden ist. In dem Durchtrittskanal kann insbesondere auch ein durchsichtiger Block, insbesondere ein Glasblock, angeordnet werden, durch den das zu detektierende Licht verläuft.

**[0027]** Insoweit kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung mehrere ringförmige Kühlbauteile aufweist, die schichtartig gestapelt sind, und dass die ringförmigen Kühlbauteile einen Glasblock, insbesondere aus Quarzglas, umgeben, durch den der Lichtweg für das zu detektierende Licht verläuft.

**[0028]** Bei einer besonderen Ausführungsform weist die Zwischenanordnung mehrere ringförmige Kühlbauteile auf, die schichtartig gestapelt sind. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass die Stapelrichtung parallel zur Wärmetransportrichtung verläuft.

**[0029]** Bei einer besonderen Ausführung kann vorgesehen sein, dass wenigstens zwei Kühlbauteile koaxial zueinander angeordnet sind. Hierbei kann insbesondere vorgesehen sein, dass der Lichtweg für das zu detektierende Licht entlang der Rotations-symmetrieachse der Kühlbauteile verläuft. Darüber hinaus kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung in Kontakt zu einem Eintrittsfenster oder einer Eintrittsoptik des Gehäuses steht. Eine solche Anordnung zeichnet sich dadurch aus, dass ein Lichtsensor des Detektors besonders effektiv gekühlt werden kann, weil ein direkter Wärmetransport von dem Lichtsensor bzw. seinem Substrat zu dem Gehäuse erfolgt.

**[0030]** Es kann vorteilhaft insbesondere vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung mehrere Kühlbauteile aufweist, die thermisch in Reihe geschaltet sind. Insbesondere kann ganz besonders vorteilhaft vorgesehen sein, dass eines der Kühlbauteile als passives Kühlbauteil, bspw. als Bornitridring, ausgebildet ist und in unmittelbarem Kontakt zu einem Lichtsensor und/oder zu einem Lichtsensortragenden Substrat steht.

**[0031]** In besonders vorteilhafter Weise ist bei einer besonderen Ausführungsform vorgesehen, dass wenigstens eines der Kühlbauteile als wärmeleitendes, elektrisch isolierendes Zwischenelement ausgebildet ist und/oder dass wenigstens eines der Kühlbauteile als passives Kühlbauteil ausgebildet ist, durch das hindurch ein Wärmestrom stattfindet.

**[0032]** Alternativ oder zusätzlich kann vorteilhaft auch vorgesehen sein, dass wenigstens eines der Kühlbauteile als aktives Kühlbauteil, insbesondere als Peltierelement oder als Wärmepumpe oder als Heat-Pipe, ausgebildet ist. Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist das Kühlbauteil als ringförmiges Peltierelement ausgebildet. Eine solche Ausführung bietet den Vorteil, dass durch die Ringmitte der Lichtweg für das zu detektierende Licht verlaufen kann, so dass der Lichtweg beim Durchtritt durch das ringförmige Peltierelement im Wesentlichen koaxial zur Rotations-symmetrieachse des ringförmigen Peltierelements angeordnet ist.

**[0033]** Insbesondere um den oben genannten Potentialdifferenzen standhalten zu können, ist bei einer besonderen Ausführungsform vorgesehen, dass wenigstens eines der Kühlbauteile zumindest teilweise aus einem elektrisch isolierenden und thermisch leitenden Material, insbesondere aus Bornitrid, Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid, Diamant, synthetischem Diamant, einem flexiblen wärmeleitenden Material, wärmeleitendem Gummi oder einer Kombination aus diesen Materialien, besteht. Diese Stoffe zeichnen sich einerseits durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit und andererseits durch eine sehr geringe elektrische Leitfähigkeit aus. Darüber hinaus bieten diese Materialien den Vorteil, dass sie, bspw. durch Schleifen, Drehen oder Fräsen, einfach und genau bearbeitbar sind.

**[0034]** Bei einer besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass wenigstens eines der Kühlbauteile sowohl ein elektrischer Isolator, als auch ein thermischer Leiter ist. Insbesondere um dies zu erreichen, kann das Kühlbauteil zumindest teilweise aus einem Kompositmaterial bestehen. Beispielsweise kann das Kühlbauteil jeweils einen Kern aus einem thermisch leitenden Material, beispielsweise aus einem Metall, wie beispielsweise Aluminium oder Kupfer, aufweisen, der wenigstens teilweise von einem elektrischen Isolator umgeben ist. Insbesondere kann vorgesehen

sein, dass der umgebende elektrische Isolator – bezogen auf die Wärmeleitungsrichtung – dünner ist, als der Kern. Insbesondere kann der Kern eine Dicke von mehreren Millimetern oder gar mehreren Zentimetern aufweisen.

**[0035]** Als Kompositbauteil kann das Kühlbauteil, insbesondere aufgrund der leichten Bearbeitbarkeit eines beispielsweise metallischen Kerns, ohne größeren Aufwand auch in außergewöhnlichen Formen hergestellt werden.

**[0036]** Einerseits fungiert der Kern als Abstandhalter beispielsweise zwischen dem Lichtsensor und einem Gehäuse oder beispielsweise zwischen dem Lichtsensor und einem, insbesondere als Peltierelement ausgeführten, Kühlbauteil. Darüber hinaus wird die Eigenschaft der guten Wärmeleitfähigkeit des Blocks ausgenutzt. Zur Herbeiführung einer elektrischen Isolation ist der Block von einem elektrischen Isolator umgeben. Bei einer besonderen Ausführung ist der elektrische Isolator als Isolatorfolie, insbesondere als Kunststofffolie ausgeführt. Beispielsweise bietet sich die Verwendung einer Kaptonfolie an. Da eine geeignete Kunststofffolie, beispielsweise eine Kaptonfolie, bereits bei einer Dicke von Bruchteilen eines Millimeters eine sehr hohe elektrische Durchschlagfestigkeit aufweisen kann, kann die elektrische Isolatorfolie wesentlich dünner ausgebildet sein, als der Kern. Hierdurch wird insbesondere erreicht, dass die elektrische Isolatorfolie kaum thermisch isolierend wirkt. Die besondere Kombination des wärmeleitenden Kerns mit der dünneren elektrischen Isolationsfolie führt zu einem Kühlbauteil, das sowohl elektrisch isolierend, als auch thermisch leitend ist.

**[0037]** Der umgebende elektrische Isolator kann auch aus einem zunächst flüssigen Material bestehen, das beispielsweise durch Streichen, Aufspritzen oder Tauchen auf den Kern aufgebracht wird und dort aushärtet.

**[0038]** In besonders vorteilhafter Weise kann vorgesehen sein, dass eines der Kühlbauteile als passives Kühlbauteil ausgebildet ist, durch das hindurch ein Wärmestrom stattfindet. Von besonderem Vorteil ist es, wenn das passive Kühlbauteil eine gute Wärmeleitfähigkeit aufweist, um einen schnellen Wärmetransport zu gewährleisten. Insoweit kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens einer der Kühlbauteile eine Wärmeleitfähigkeit größer  $1 \text{ W/mK}$ , insbesondere größer  $10 \text{ W/mK}$ , insbesondere größer  $100 \text{ W/mK}$ , ganz insbesondere größer  $500 \text{ W/mK}$  aufweist.

**[0039]** Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist die Zwischenanordnung bzw. wenigstens eines der Kühlbauteile der Zwischenanordnung derart geformt und dimensioniert, dass sie sich passgenau und möglichst großflächig an das zu kühlende

Bauteil der Detektorvorrichtung, insbesondere an einen Lichtsensor und/oder an ein Lichtsensortragendes Substrat, anschmiegen kann. Hierdurch ist eine besonders gute Kühlung erreichbar. Gleiches gilt in analoger Weise auch für den Fall, dass eines der Kühlbauteile als aktives Kühlbauteil ausgebildet ist. Die Ausformung der Zwischenanordnung erfolgt jedoch vorzugsweise stets derart, dass die Funktion des Detektors und/oder die Funktion von Teilen des Detektors nicht nachteilig, bspw. durch Abschattung eines Lichtweges, beeinträchtigt ist.

**[0040]** Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung, die insbesondere dann einsetzbar ist, wenn der Detektor und/oder Teile des Detektors auf einem anderen elektrischen Potentialniveau liegen, als das Gehäuse, ist die Zwischenanordnung oder wenigstens eines der Kühlbauteile elektrisch weitgehend isolierend ausgebildet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens eines der Kühlbauteile eine elektrische Leitfähigkeit kleiner als  $10^{-7} \text{ S/m}$ , insbesondere kleiner als  $10^{-8} \text{ S/m}$  aufweist.

**[0041]** Insbesondere für Ausführungsformen, bei denen hohe Potentialdifferenzen vorliegen kann – nach einem unabhängigen Erfindungsgedanken, der auch losgelöst von einer speziellen Anordnung und Ausführung der Zwischenanordnung umsetzbar ist – vorteilhaft vorgesehen sein, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens ein Kühlbauteil der Zwischenanordnung zur Erhöhung der Kriechstromfestigkeit an einer Außenfläche einen mittels eines Labyrinths und/oder mittels Rippen und/oder mittels wenigstens einer Nut und/oder mittels wenigstens einem Vorsprung verlängerten Kriechweg aufweist.

**[0042]** Bei einer ganz besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens ein Kühlbauteil der Zwischenanordnung, insbesondere zur Erhöhung der Kriechstromfestigkeit, wenigstens einen umlaufenden Vorsprung oder wenigstens eine umlaufende Nut aufweist. Eine solche Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass der Kriechweg entlang der Oberfläche des Kühlbauteils bzw. des weiteren Kühlbauteils verlängert wird, so dass die Gefahr eines elektrischen Überschlags zumindest vermindert ist.

**[0043]** Insbesondere für Ausführungsformen, bei denen hohe Potentialdifferenzen vorliegen kann – nach einem unabhängigen Erfindungsgedanken, der auch losgelöst von einer speziellen Anordnung und Ausführung der Zwischenanordnung umsetzbar ist – vorteilhaft vorgesehen sein, dass Zwischenräume die Zwischenanordnung oder wenigstens ein Kühlbauteil der Zwischenanordnung mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllt sind. Insbesondere bei der Verwendung eines thermoelektrischen Wandlers, insbesondere eines Peltierelements, kann zusätzlich

vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Füllmaterial sowohl elektrisch, als auch thermisch isolierend ausgebildet ist. Bei einer besonderen Ausführung ist ein Kühlbauteil der Zwischenanordnung als thermoelektrischer Wandler, insbesondere als Peltierelement ausgebildet, dessen Zwischenräume mit Epoxidharz oder Silikon gefüllt, insbesondere ausgegossen, sind.

**[0044]** Durch das Füllen der Zwischenräume des Kühlbauteils und/oder des weiteren Kühlbauteils mit einem elektrisch isolierenden Material können ungewollte Spannungsüberschläge wirkungsvoll vermieden werden. Durch das Füllen mit elektrisch isolierendem Material ist ein Überspringen von Funken entlang der Oberfläche von inneren Bauteilen, wie beispielsweise der zumeist säulenförmigen oder quaderförmigen Halbleiterelemente eines Peltierelements, wirkungsvoll unterbunden.

**[0045]** Insbesondere zur Vermeidung des Entstehens von Tauwasser kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Gehäuse gasdicht ist und/oder dass in dem Gehäuse ein Vakuum vorliegt. Bspw. kann auch vorgesehen sein, dass das gasdichte Gehäuse mit einem Gas, vorzugsweise einem getrockneten Gas, gefüllt wird, dessen Taupunkt besonders niedrig liegt. Beispielsweise kann es vorteilhaft sein, ein Trocknungsmittel in das Gehäuse einzubringen. Dieses dient dazu, eventuell noch vorhandene Restfeuchte zu entfernen oder eindringende Feuchtigkeit zu absorbieren.

**[0046]** Bei einer besonderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Zwischenanordnung derart angeordnet ist, dass die Abwärme des Detektors und/oder eines, insbesondere aktiven, Kühlbauteils wenigstens ein Eintrittsfenster des Gehäuses und/oder eine Eintrittsoptik des Gehäuses erwärmt. Hierdurch wird in vorteilhafter Weise die Abwärme des aktiven Kühlbauteils zur Vermeidung des Entstehens von Tauwasser auf dem Eintrittsfenster bzw. der Eintrittsoptik verwendet.

**[0047]** Bei einer besonders effizient kühlenden Ausführung ist ein passives Kühlbauteil vorgesehen, das Wärme von dem Lichtsensor und/oder von dem Substrat des Lichtsensors zu einem weiteren, aktiven, Kühlbauteil, insbesondere einem Peltierelement, leitet, das nicht mit dem Lichtsensor und nicht mit einem Substrat des Lichtsensors in unmittelbarem Kontakt steht. Zusätzlich ist vorgesehen, dass das weitere, aktive Kühlbauteil Wärme mittelbar oder unmittelbar an das Gehäuse abgibt. Durch die besondere Reihenfolge der Anordnung ist erreicht, dass die zusätzliche Prozesswärme des aktiven Kühlbauteils nicht durch das passive Kühlbauteil hindurch geleitet werden muss.

**[0048]** Ganz besonders vorteilhaft lässt sich die erfindungsgemäße Detektorvorrichtung mit oder in

einem Mikroskop, insbesondere einem Scanmikroskop oder einem konfokalen Scanmikroskop, einsetzen. Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung eines konfokalen Scanmikroskopes weist dieses mehrere der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtungen auf. Bspw. kann vorgesehen sein, dass den einzelnen Detektorvorrichtungen unterschiedliche Detektionsspektralbereiche zugeordnet sind und/oder zuordenbar sind.

**[0049]** Weitere Ziele, Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger sinnvoller Kombination den Gegenstand der vorliegenden Erfindung, auch unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

**[0050]** Es zeigen:

**[0051]** [Fig. 1](#) schematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0052]** [Fig. 2](#) schematisch ein anderes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0053]** [Fig. 3](#) schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung und

**[0054]** [Fig. 4](#) schematisch ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0055]** [Fig. 5](#) eine Detaildarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Zwischenanordnung der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0056]** [Fig. 6](#) schematisch ein fünftes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0057]** [Fig. 7](#) schematisch ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0058]** [Fig. 8](#) schematisch in einer Explosionsdarstellung des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

**[0059]** [Fig. 9](#) schematisch in einer Explosionsdarstellung des sechsten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

[0060] [Fig. 10](#) schematisch ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

[0061] [Fig. 11](#) schematisch in einer Explosionsdarstellung des siebten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung,

[0062] [Fig. 12](#) schematisch ein achttes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung und

[0063] [Fig. 13](#) schematisch in einer Explosionsdarstellung des achten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung.

[0064] [Fig. 1](#) zeigt eine Detektorvorrichtung **1**, die dazu ausgebildet ist, Licht **2** zu empfangen und an einem elektrischen Ausgang **3** elektrische Signale bereitzustellen. Die Detektorvorrichtung **1** weist ein Gehäuse **4** auf, in dem ein Detektor **5** angeordnet ist.

[0065] Der Detektor **5** weist einen Lichtsensor **6**, nämlich eine auf einem Substrat **7** angeordnete Photokathode **8** auf, die in Transmissionsanordnung betrieben wird. Dies bedeutet, dass die Photokathode **8** auf der Seite das zu detektierende Licht **2** empfängt, die einer Eintrittsoptik **9** des Gehäuses **4** zugewandt ist, und dass die Photokathode **8** auf der von dieser Seite abgewandten Seite Photoelektronen abgibt.

[0066] Die Photokathode **8** und ihr Substrat **7** liegen auf einem Potentialniveau von  $-8000\text{ V}$ , während das Gehäuse **4** auf einem Potentialniveau von  $0\text{ V}$  liegt.

[0067] Der Detektor **5** weist darüber hinaus eine Avalancheodiode **10** auf, die gegenüber dem Gehäuse **4** auf einem Potentialniveau von  $-400\text{ V}$  liegt. Die von der Photokathode **8** erzeugten Photoelektronen werden auf Grund der zwischen der Photokathode **8** und der Avalancheodiode **10** bestehenden Potentialdifferenz beschleunigt und treffen auf eine Avalancheodiode **10**, die elektrische Signale über den elektrischen Ausgang **3** ausgibt. Bei dieser Art von Detektor kann es sich zum Beispiel um einen Hybriddetektor handeln.

[0068] Es ist eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung **18** so eingebaut, dass der Detektor **5** durch die Zwischenanordnung **18** in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse **4** steht, wobei innerhalb des Gehäuses **4** die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes **2** entgegengesetzt ist.

[0069] Die Detektorvorrichtung **1** weist innerhalb des Gehäuses **4** ein Kühlbauteil **11** auf, das als passives Kühlbauteil ausgebildet ist. Konkret ist das Kühlbauteil **11** als wärmeleitendes, elektrisch isolierendes Zwischenelement **12** ausgebildet. Das Zwischen-

element **12** weist eine ringförmige Form auf, wobei die Mittelachse des Zwischenelements koaxial zum Lichtweg des zu detektierenden Lichts **2** verläuft.

[0070] Die Detektorvorrichtung **1** weist darüber hinaus innerhalb des Gehäuses **4** ein weiteres Kühlbauteil **13** auf, das als vorzugsweise ringförmiges Peltierelement **14** ausgebildet ist. Das ringförmige Peltierelement **14** ist koaxial zu dem ringförmigen Zwischenelement **12** angeordnet. Das Peltierelement und das Zwischenelement **12** müssen nicht zwingend ringförmig sein, aber es ist von Vorteil, wenn das Peltierelement und das Zwischenelement **12** koaxial zu einander angeordnet sind.

[0071] Das ringförmige Peltierelement **14** steht in wärmeleitendem Kontakt zu dem Zwischenelement **12**. Das Zwischenelement **12** steht in wärmeleitendem Kontakt zum Substrat **7**.

[0072] Über das wärmeleitende, elektrisch isolierende Zwischenelement **12** kann die Kühlleistung zur Kühlung des Substrats **7** und der Photokathode **8** besonders effektiv genutzt werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, dass die warme Seite des ringförmigen Peltierelements **14** dem Gehäuse **4** und der Eintrittsoptik **9** zugewandt ist. Hierdurch wird die Eintrittsoptik **9** erwärmt, so dass sich kein Tauwasser niederschlagen kann. Der übrige Zwischenraum zwischen dem Detektor **5**, dem Zwischenelement **12** und dem ringförmigen Peltierelement **14** zu dem Gehäuse **4** ist mit einer thermisch und elektrisch isolierenden Vergussmasse (zum Beispiel, Silikon) gefüllt. Der Bereich zwischen der Eintrittsoptik **9** und der Photokathode **8** ist mit einem getrockneten Gas gefüllt.

[0073] [Fig. 2](#) zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung. Wie beim Ausführungsbeispiel der [Fig. 1](#), zeigt [Fig. 2](#) eine Detektorvorrichtung **1**, die dazu ausgebildet ist, Licht **2** zu empfangen und an einem elektrischen Ausgang **3** elektrische Signale bereitzustellen. Die Detektorvorrichtung **1** weist ein Gehäuse **4** auf, in dem ein Detektor **5**, mit einem anderen Aufbau als dem, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist, angeordnet ist.

[0074] Der Detektor **5** weist einen Lichtsensor auf, der aus einer lichtempfindlichen Schicht **7** das in einer besonderen Ausführung auf einem Substrat **7** angeordnet ist, besteht. Bei dieser Art von Detektor kann es sich zum Beispiel um einen Photomultiplier (PMT) handeln. Bei solchem PMT-Detektor, treffen Photonen auf die Photokathode **8** und lösen durch den äußeren photoelektrischen Effekt Elektronen aus deren Oberfläche. Diese freigesetzten Photoelektronen werden in einem elektrischen Feld beschleunigt und treffen auf weitere Elektroden in Dynodenkaskade **40**.



**[0075]** Es ist eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung **18** so eingebaut, dass der Detektor **5** durch die Zwischenanordnung **18** in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse **4** steht, wobei innerhalb des Gehäuses **4** die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes **2** entgegengesetzt ist.

**[0076]** Die Detektorvorrichtung **1** weist innerhalb des Gehäuses **4** ein Kühlbauteil **11** auf, das als passives Kühlbauteil ausgebildet ist. Konkret ist das Kühlbauteil **11** als wärmeleitendes, elektrisch isolierendes Zwischenelement **12** ausgebildet. Das Zwischenelement **12** weist eine ringförmige Form auf, wobei die Mittelachse des Zwischenelements koaxial zum Lichtweg des zu detektierenden Lichts **2** verläuft.

**[0077]** Die Detektorvorrichtung **1** weist darüber hinaus innerhalb des Gehäuses **4** ein weiteres Kühlbauteil **13** auf, das als ringförmiges Peltierelement **14** ausgebildet ist. Das ringförmige Peltierelement **14** ist koaxial zu dem ringförmigen Zwischenelement **12** angeordnet. Das Peltierelement und das Zwischenelement **12** müssen hier auch nicht ringförmig sein, aber sie sollten vorzugsweise koaxial zu einander angeordnet sein. Das Peltierelement und/oder das Zwischenelement könnten aus mehrere Teilen bestehen.

**[0078]** Das ringförmige Peltierelement **14** steht in wärmeleitendem Kontakt zu dem Zwischenelement **12**. Das Zwischenelement **12** steht in wärmeleitendem Kontakt zum Substrat **7**.

**[0079]** Über das wärmeleitende, elektrisch isolierende Zwischenelement **12** kann die Kühlleistung zur Kühlung des Substrats **7** und der Photokathode **8** besonders effektiv genutzt werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, dass die warme Seite des ringförmigen Peltierelements **14** dem Gehäuse **4** und der Eintrittsoptik **9** zugewandt ist. Hierdurch wird die Eintrittsoptik **9** erwärmt, so dass sich kein Tauwasser niederschlagen kann. Der übrige Zwischenraum zwischen dem Detektor **5**, dem Zwischenelement **12** und dem ringförmigen Peltierelement **14** zu dem Gehäuse **4** ist mit einer thermisch und elektrisch isolierenden Vergussmasse (zum Beispiel, Silikon) gefüllt. Der Bereich zwischen der Eintrittsoptik **9** und der Photokathode **8** ist mit einem getrockneten Gas gefüllt.

**[0080]** **Fig. 3** zeigt schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung, das im Grundaufbau im Wesentlichen den Detektorvorrichtungen entspricht, die in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt sind. Allerdings weist das Kühlbauteil **11**, das als wärmeleitendes, elektrisch isolierendes zwischen Element **12** ausgebildet ist, einen konischen Durchgang für das zu detektierende Licht **2** auf. Darüber hinaus ist das weitere Kühlbauteil **14** mit einem (gegenüber den Ausführungsformen, die in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt sind) im Durchmesser

vergrößerten Durchgang versehen. Außerdem ist ein vergrößertes Eintrittsfenster **9** des Gehäuses **4** eingebaut. Diese Ausführung hat den besonderen Vorteil, dass die numerische Apertur wesentlich vergrößert ist. Dadurch kann insbesondere auch schräg einfallendes Licht ungehindert zu dem als Photokathode **8** ausgebildeten Lichtsensor gelangen.

**[0081]** Insbesondere ist das Eintrittsfenster wesentlich größer als der Lichtsensor, in diesem Beispiel die Photokathode **8**, ausgeführt. Der Radius der freien Öffnung des Kühlbauteils **11** und des weiteren Kühlbauteils **13** nimmt daher von der Photokathode **8** ausgehend in Richtung zum Eintrittsfenster hin zu. Hierdurch wird zusätzlich erreicht, dass auch die Kontaktfläche zwischen dem als Zwischenelement **12** ausgeführten Kühlbauteil **11** und dem weiteren Kühlbauteil **14**, nämlich dem Peltierelement **14**, wesentlich vergrößert ist, was insbesondere eine gute Wärmeableitung gewährleistet.

**[0082]** Bei der in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsform ist außerdem die Kontaktfläche des Kühlbauteils **11** mit dem Substrat **7** des Lichtsensors **6** größer, als die Kontaktfläche des Kühlbauteils **11** mit dem weiteren Kühlbauteil **13**, ohne dass das Kühlbauteil **11** unmittelbar in Kontakt mit weiteren Bauteilen des Detektors **5** steht.

**[0083]** Insbesondere ist hierzu auch die Außenkontur des Kühlbauteils **11** konisch ausgebildet.

**[0084]** Zum Bewirken einer zusätzlichen thermischen Isolation relativ zum Gehäuse ist ein ringförmiger thermischer Isolator **15** vorgesehen, der das Kühlbauteil **11** umgibt.

**[0085]** **Fig. 4** zeigt schematisch ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung, die im wesentlichen Aufbau der in **Fig. 3** gezeigten Ausführung entspricht. Zur Erhöhung der Kriechstromfestigkeit ist der Durchgang für das Licht **2** des Zwischenelements **12** mit einer umlaufenden Rippenstruktur **12a** versehen. Hierdurch ist der Kriechweg von dem Lichtsensor **6** zu dem weiteren Kühlbauteil **13** vergrößert und dadurch die Gefahr eines elektrischen Überschlags wesentlich verringert.

**[0086]** **Fig. 5** zeigt eine Detaildarstellung eines Ausführungsbeispiels einer Zwischenanordnung der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Zwischenräume des weiteren Kühlbauteils **13**, nämlich des Peltierelements **14**, mit einem elektrisch isolierenden Material **16**, beispielsweise mit Silikon, gefüllt sind. Durch das Füllen der Zwischenräume mit einem elektrisch isolierenden Material **16** können ungewollte Spannungsüberschläge wirkungsvoll vermieden werden. Durch das Füllen mit elektrisch isolierenden Material **16** ist ein Überschlagen von Funken entlang der Oberfläche



von inneren Bauteilen, wie den säulenförmigen oder quaderförmigen Halbleiterelementen **17** des Peltierelements **14**, wirkungsvoll unterbunden.

**[0087]** Zusätzlich ist das elektrisch isolierende Material **16** an der Außenseite und im Bereich des Durchganges für das Licht **2** mit Rippen versehen, um den Kriechweg zu verlängern.

**[0088]** **Fig. 6** zeigt schematisch ein fünftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung **1**.

**[0089]** Die Detektorvorrichtung **1** weist ein Gehäuse **4** auf, in dem ein Detektor **5** angeordnet ist. Der Detektor **5** beinhaltet als Lichtsensor **6** eine Photokathode **8**, die in Transmissionsanordnung betrieben wird und auf einem niedrigeren elektrischen Potentialniveau liegt, als das Gehäuse **4**. Der Photokathode ist eine Avalanche diode **10** nachgeschaltet, die die auf Grund einer Lichteinstrahlung freigesetzten Elektronen nach Durchlaufen der dazwischen liegenden Beschleunigungsstrecke erreichen.

**[0090]** Es ist eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung **18** so eingebaut, dass der Detektor **5** durch die Zwischenanordnung **18** in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse **4** steht, wobei innerhalb des Gehäuses **4** die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes **2** entgegengesetzt ist.

**[0091]** Aus der Lichteinstrahlrichtung gesehen ist unmittelbar vor Lichtsensor **6** ein transparentes Substrat, in diesem Fall eine planparallele Glasscheibe **19**, nämlich eine Borsilikatglasscheibe, angeordnet. Vor der Glasscheibe **19** ist ein durchsichtiger Glasblock **20** angeordnet, den das zu detektierende Licht durchläuft, bevor es den Lichtsensor **6** erreicht.

**[0092]** Die Zwischenanordnung **18** weist mehrere ringförmige Kühlbauteile auf, die in Stapelanordnung koaxial zueinander angeordnet sind und in denen der Glasblock **20** angeordnet ist. Unmittelbar angrenzend an die planparallele Glasscheibe **19** ist ein passives Kühlbauteil, nämlich ein Aluminiumnitridring **21** angeordnet, der mit einem Kleber **22** mit dem Glasblock **20** verklebt ist. Der Kleber **22** ist hochspannungsfest ausgebildet und besteht vorzugsweise aus einem Epoxidharz mit einer Durchschlagsfestigkeit von 20 KV/mm.

**[0093]** Angrenzend an den Aluminiumnitridring **21** ist als weiteres Kühlbauteil ein ringförmiges Peltierelement **23** eingebaut. Zwischen dem ringförmigen Peltierelement **23** und dem Gehäuse **4** befindet sich ein thermisch leitendes Medium, zum Beispiel ein Kupferring **24**.

**[0094]** Vorzugsweise sind die freien Räume zwischen dem Detektor **5** und der Zwischenanordnung **18** einerseits und dem Gehäuse **4** andererseits mit Silikon gefüllt.

**[0095]** **Fig. 7** zeigt schematisch ein sechstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung **1**, die sich von der in **Fig. 6** dargestellten Ausführung durch die Form und die Anordnung des Glasblocks **20** unterscheidet. Aus der Lichteinstrahlrichtung gesehen ist unmittelbar vor Lichtsensor **6** ein transparentes Substrat, in diesem Fall ein Glasplatte **19**.

**[0096]** Der Glasblock **20** ist bei der in **Fig. 7** dargestellten Ausführung kegelstumpfförmig ausgebildet, wobei das Ende mit dem kleineren Durchmesser dem Lichtsensor **6** zugewandt ist. Das Ende mit dem größeren Durchmesser bildet das Eintrittsfenster der Detektorvorrichtung **1** und schließt vorzugsweise bündig mit dem Gehäuse **4** ab. Der Glasblock **20** ist mit der warmen Seite des Kühlelementes verbunden, so dass an seiner Außenseite keinesfalls eine Kondensation der Umgebungsfeuchtigkeit stattfinden kann. Glas ist ein schlechter Wärmeleiter. Trotzdem wird etwas Wärme nach Innen transportiert.

**[0097]** Um den Wärmeeintrag in die Glasplatte **19** gering zu halten ist zwischen dem Glasblock **20** und der Glasplatte **19** ein Luftspalt **35** vorhanden. Dieser Luftspalt dient außerdem zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen, die sonst einen Kräfteintrag auf die Glasplatte **19** bewirken könnten. Der Glasblock **20** ist etwas wärmer als die Umgebung im Inneren des Detektors. Trotz des Luftspaltes wird ein wenig Wärmeenergie auf die ihm zugewandte Oberfläche Glasplatte **19** übertragen. Die Glasplatte **19** ist also in der Mitte etwas wärmer als am Rand und auch wärmer als das Kühlbauteil **11**. Etwa vorhandene Restfeuchtigkeit wird sich also am Kühlbauteil **11** oder am Rande der Glasplatte **19** niederschlagen. Das Zentrum und damit der Lichtweg durch die Glasplatte **19** bleiben also von Kondensationsproblemen verschont.

**[0098]** Um Kondensationsprobleme aufgrund von Restfeuchtigkeit im Luftspalt **35** bzw. im restlichen freien Volumen **25** zu vermeiden, können diese mit einem getrockneten Gas oder einem durchsichtigen, elektrisch und thermisch isolierenden Medium (zum Beispiel, Silikonöl) gefüllt sein. Dieses Medium kann gleichzeitig noch so ausgebildet sein, dass es Brechungsindexsprünge, beispielsweise von Luft in Glas und umgekehrt, verringert und somit Reflexe und optische Verluste vermindert. Es würde demgemäß die Funktion eines Immersionsmediums übernehmen.

**[0099]** Der Glasblocks **20** ist bei der in **Fig. 7** dargestellten Ausführung mit einem durchschlagsfesten Kleber **22** an den Kupferring geklebt.

[0100] **Fig. 8** zeigt schematisch in einer Explosionsdarstellung den Aufbau des fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung 1.

[0101] Die Detektorvorrichtung 1 weist ein Gehäuse 4 auf, in dem ein Detektor 5 angeordnet ist. Der Detektor 5 beinhaltet als Lichtsensor 6 eine Photokathode 8, die in Transmissionsanordnung betrieben wird und auf einem niedrigeren elektrischen Potentialniveau liegt, als da Gehäuse 4. Der Photokathode ist eine Avalanchediode 10 nachgeschaltet, die die auf Grund einer Lichteinstrahlung freigesetzten Elektronen nach durchlaufen der dazwischen liegenden Beschleunigungsstrecke erreichen.

[0102] Es ist eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung 18 so eingebaut, dass der Detektor 5 durch die Zwischenanordnung 18 in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse 4 steht, wobei innerhalb des Gehäuses 4 die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes 2 entgegengesetzt ist.

[0103] Der Detektor 5 weist einen zu einer Eintrittsöffnung 26 für das zu detektierende Licht ausgerichteten umlaufenden Vorsprung 27 auf, der in eine Umlaufende Nut 28 der Zwischenanordnung 18 eingreift. Die Nut 28 befindet sich zwischen einem Aluminiumnitridring 21, in den eine Fase eingefräst ist, und einem in den Aluminiumnitridring 21 eingeklebten Glasblock 20, durch den das zu detektierende Licht verläuft.

[0104] Angrenzend an den Aluminiumnitridring 21 ist als weiteres Kühlbauteil ein ringförmiges Peltierelement 23 eingebaut. Angrenzend an das Peltierelement 23 befindet sich ein thermisch leitendes Element, z.B. ein Kupferring 24, dessen Außendurchmesser größer als der des Peltierelements 23 ist. Zwischen dem Kupferring 24 und dem Gehäuse 4 befindet sich zur Abdichtung ein elastischer Ring 29 aus einem flexiblen wärmeleitenden Material, zum Beispiel Gummimaterial.

[0105] Die elektrischen Detektionssignale werden über einen Anschlussstecker 30 ausgegeben.

[0106] **Fig. 9** zeigt schematisch in einer Explosionsdarstellung den Aufbau des sechsten Ausführungsbeispiels Detaildarstellung eines neunten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung, das sich von dem in **Fig. 8** dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Glasblock statt mit dem Aluminiumnitridring 21 mit einem Kleber 22 an den Kupferring 24 geklebt ist. Statt eines Kupferrings, kann auch ein anderes thermisch leitendes Element 24 verwendet werden. Zum Beispiel könnte Element 24 ein Aluminiumnitridring oder anderer Metallring sein.

[0107] **Fig. 10** zeigt schematisch ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung, das sich von dem in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Detektor 5 ein PMT-Detektor (beispielsweise wie bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel) ist.

[0108] **Fig. 11** zeigt schematisch in einer Explosionsdarstellung den Aufbau des siebten Ausführungsbeispiels, der sich von dem in **Fig. 8** dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Detektor 5 ein PMT-Detektor (beispielsweise wie bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel) ist.

[0109] **Fig. 12** zeigt schematisch ein achttes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Detektorvorrichtung, das sich von dem in **Fig. 7** dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Detektor 5 ein PMT-Detektor (beispielsweise wie bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel) ist.

[0110] **Fig. 13** zeigt schematisch in einer Explosionsdarstellung den Aufbau des achten Ausführungsbeispiels, der sich von dem in **Fig. 9** dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, dass der Detektor 5 ein PMT-Detektor (beispielsweise wie bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel) ist. Der Glasblock 20 ist an den Kupferring 24, statt an den Aluminiumnitridring 21 wie in **Fig. 11**, geklebt. Statt eines Kupferrings, kann auch ein anderes thermisch leitendes Element 24 verwendet werden. Zum Beispiel, könnte Element 24 ein Aluminiumnitridring oder anderer Metallring sein.

#### Bezugszeichenliste

1	Detektorvorrichtung
2	zu detektierendes Licht
3	elektrischer Ausgang
4	Gehäuse
5	Detektor
6	Lichtsensor
7	Substrat
8	Photokathode
9	Eintrittsoptik
10	Avalanchediode
11	Kühlbauteil
12	Zwischement
12a	Rippenstruktur
13	Weiteres Kühlbauteil
14	Peltierelement
15	Thermischer Isolator
16	elektrisch isolierenden Material
17	Halbleiterelemente
18	Zwischenanordnung
19	Glasplatte; Glasscheibe
20	Glasblock
21	elektrisch isolierendes thermisch leitendes Element; Aluminiumnitridring
22	Kleber

<b>23</b>	Peltierelement
<b>24</b>	thermisch leitendes Element; Kupferring
<b>25</b>	restliches Volumen
<b>26</b>	Eintrittsöffnung
<b>27</b>	Vorsprung
<b>28</b>	Nut
<b>29</b>	elastischer wärmeleitender Ring
<b>30</b>	Anschlussstecker
<b>35</b>	Luftspalt
<b>40</b>	Dynodenkaskade

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102009036066 A1 [\[0003\]](#)
- US 5508740 [\[0006\]](#)
- US 5596228 [\[0006\]](#)
- US 4833889 [\[0006\]](#)
- WO 99/59186 [\[0007\]](#)

## Patentansprüche

1. Detektorvorrichtung, die dazu ausgebildet ist Licht zu empfangen und elektrische Signale zu erzeugen, mit einem Gehäuse und einem in dem Gehäuse angeordneten Detektor, wobei der Detektor einen Lichtsensor aufweist, der dazu ausgebildet ist, Licht zu empfangen und Elektronen freizusetzen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtsensor auf einem niedrigeren elektrischen Potentialniveau liegt, als das Gehäuse, und dass der Detektor durch eine elektrisch isolierende Zwischenanordnung in wärmeleitendem Kontakt zu dem Gehäuse steht, wobei innerhalb des Gehäuses die Wärmeleitungsrichtung der Lichtausbreitungsrichtung des zu detektierenden Lichtes entgegengesetzt ist.

2. Detektorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. die von dem Lichtsensor freigesetzten Elektronen innerhalb des Detektors frei fliegend mittels ausschließlich einer einzigen Beschleunigungsstufe über eine Beschleunigungsstrecke beschleunigt werden oder dass
- b. die von dem Lichtsensor freigesetzten Elektronen innerhalb des Detektors frei fliegend mittels ausschließlich einer einzigen Beschleunigungsstufe über eine Beschleunigungsstrecke mit einer Beschleunigungsspannung von mehr als 1500 V, insbesondere mehr als 2000 V, insbesondere mehr als 4000 V, insbesondere mehr als 6000 V, insbesondere ca. 8000 V beschleunigt werden oder dass
- c. die von einem lichtempfindlichen Medium freigesetzten Elektronen mit Hilfe mehrerer Beschleunigungsstufen vervielfacht werden und dann der daraus resultierende Strom gemessen wird.

3. Detektorvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Beschleunigungsstufe eine Lawinendiode nachgeschaltet, die unterhalb ihrer Durchbruchspannung betrieben wird.

4. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung hochspannungsfest und elektrisch durchschlagsfest ausgebildet ist.

5. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Potentialdifferenz zwischen dem Lichtsensor und dem Gehäuse mehr als 1500 V, insbesondere mehr als 2000 V, insbesondere mehr als 4000 V, insbesondere mehr als 6000 V, insbesondere ca. 8000 V beträgt.

6. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung zwischen einer Lichtsensorebene des Lichtsensors und einer Eintrittsöffnungsebene des Gehäuses, in der eine Eintrittsöffnung für das zu detektierende Licht vorhanden ist, angeordnet ist.

7. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. der Detektor ein eigenes Detektorgehäuse aufweist und dass die Zwischenanordnung zwischen dem Gehäuse und dem Detektorgehäuse angeordnet ist und/oder dass
- b. die Zwischenanordnung und das Detektorgehäuse mechanisch ineinander greifen und/oder dass
- c. der Detektor ein eigenes Detektorgehäuse mit einem umlaufenden Vorsprung aufweist, die in eine umlaufende Nut der Zwischenanordnung oder eines Bauteils der Zwischenanordnung eingreift.

8. Detektorvorrichtung nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Lichtweg für das zu detektierende Licht festgelegt ist, der durch die Zwischenanordnung hindurch oder an der Zwischenanordnung vorbei verläuft.

9. Detektorvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. der Lichtweg für das zu detektierende Licht innerhalb des Gehäuses, insbesondere vollständig, durch Glas, insbesondere einen Glasblock, insbesondere durch Quarzglas, verläuft und/oder dass
- b. die Zwischenanordnung wenigstens einen Glasblock, insbesondere aus Quarzglas, aufweist, durch den der Lichtweg für das zu detektierende Licht verläuft.

10. Detektorvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtweg durch einen Spalt unterbrochen wird, der zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen und/oder als thermisch isolierendes Element dient.

11. Detektorvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt mit ein Medium, insbesondere mit einem Gas und/oder einer durchsichtigen, thermisch und elektrisch isolierenden Flüssigkeit und/oder einem durchsichtigen, flexiblen, thermisch isolierenden Feststoff, gefüllt ist.

12. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung auf der Lichteinfallseite des Lichtsensors in unmittelbarem Kontakt zu dem Lichtsensor und/oder zu einem den Lichtsensor tragenden Substrat steht.

13. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass

- a. die Zwischenanordnung mehrere Kühlbauteile aufweist, die schichtartig gestapelt sind und/oder dass
- b. die Zwischenanordnung mehrere ringförmige Kühlbauteile aufweist, die schichtartig gestapelt sind, und/oder dass
- c. die Zwischenanordnung mehrere Kühlbauteile aufweist, die schichtartig gestapelt sind, wobei die Sta-

pelrichtung parallel zur Wärmetransportrichtung verläuft und/oder dass

d. die Zwischenanordnung mehrere ringförmige Kühlbauteile aufweist, die schichtartig gestapelt sind, und dass die ringförmigen Kühlbauteile einen Glasblock, insbesondere aus Quarzglas, umgeben, durch den der Lichtweg für das zu detektierende Licht verläuft, und/oder dass

e. die Zwischenanordnung mehrere Kühlbauteile aufweist, die thermisch in Reihe geschaltet sind.

14. Detektorvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass

a. wenigstens eines der Kühlbauteile als wärmeleitendes, elektrisch isolierendes Zwischenelement ausgebildet ist und/oder dass

b. wenigstens eines der Kühlbauteile als passives Kühlbauteil ausgebildet ist, durch das hindurch ein Wärmestrom stattfindet und/oder dass

c. wenigstens eines der Kühlbauteile aus einem flexiblen wärmeleitenden Material besteht.

15. Detektorvorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Kühlbauteile als aktives Kühlbauteil, insbesondere als Peltierelement oder als Wärmepumpe oder als Heat-Pipe, ausgebildet ist.

16. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eines der Kühlbauteile zumindest teilweise aus einem elektrisch isolierenden und thermisch leitenden Material, insbesondere aus Bornitrid, Aluminiumnitrid, Aluminiumoxid, Diamant, synthetischem Diamant, wärmeleitendem Gummi oder einer Kombination aus diesen Materialien, besteht.

17. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass

a. wenigstens eines der Kühlbauteile sowohl ein elektrischer Isolator, also auch ein thermischer Leiter ist und/oder dass

b. wenigstens eines der Kühlbauteile zumindest teilweise aus einem Kompositmaterial besteht und/oder dass

c. wenigstens eines der Kühlbauteile einen Kern aus einem thermisch leitendem Material, insbesondere aus Aluminium, aufweist, der wenigstens teilweise von einem elektrischen Isolator, insbesondere einer elektrischen Isolatorfolie, beispielsweise einer Kunststofffolie, umgeben ist und/oder dass

d. wenigstens eines der Kühlbauteile einen Kern aus einem thermisch leitenden Material, insbesondere aus Aluminium, aufweist, der wenigstens teilweise von einem elektrischen Isolator umgeben ist, der bezogen auf die Wärmeleitungsrichtung dünner ist, als der Kern.

18. Detektorvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die

Zwischenanordnung oder wenigstens eines der Kühlbauteile eine Wärmeleitfähigkeit größer 1 W/mK, insbesondere größer 10 W/mK, insb. größer als 100 W/mK, insbesondere größer 500 W/mK aufweist.

19. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens eines der Kühlbauteile eine elektrische Leitfähigkeit kleiner als  $10^{-7}$  S/m, insbesondere kleiner als  $10^{-8}$  S/m, aufweist.

20. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung oder wenigstens eines der Kühlbauteile zur Erhöhung der Kriechstromfestigkeit an einer Außenfläche einen mittels eines Labyrinths und/oder mittels Rippen und/oder mittels wenigstens einer Nut und/oder mittels wenigstens einem Vorsprung verlängerten Kriechweg aufweist.

21. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass

a. dass Zwischenräume der Zwischenanordnung mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllt sind und/oder dass

b. dass Zwischenräume der Zwischenanordnung mit einem elektrisch und thermisch isolierenden Material gefüllt sind und/oder dass

c. das Kühlbauteil und/oder das weitere Kühlbauteil als thermoelektrischer Wandler, insbesondere als Peltierelement ausgebildet sind, dessen Zwischenräume mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllt sind und/oder dass

d. wenigstens eines der Kühlbauteile als thermoelektrischer Wandler, insbesondere als Peltierelement ausgebildet ist, dessen Zwischenräume mit einem elektrisch und thermisch isolierenden Material gefüllt sind und/oder dass

e. wenigstens eines der Kühlbauteile als thermoelektrischer Wandler, insbesondere als Peltierelement ausgebildet ist, dessen Zwischenräume mit Epoxidharz oder Silikon gefüllt sind.

22. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse gasdicht ist und/oder dass in dem Gehäuse ein Vakuum vorliegt.

23. Detektorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenanordnung derart angeordnet ist, dass die Abwärme des Detektors und/oder eines, insbesondere aktiven, Kühlbauteils wenigstens ein Eintrittsfenster des Gehäuses und/oder eine Eintrittsoptik des Gehäuses erwärmt.

24. Optische Vorrichtung, insbesondere Mikroskop oder Scanmikroskop oder konfokales Scanmi-

kroskop, mit wenigstens einer Detektorvorrichtung  
nach einem der Ansprüche 1 bis 23.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

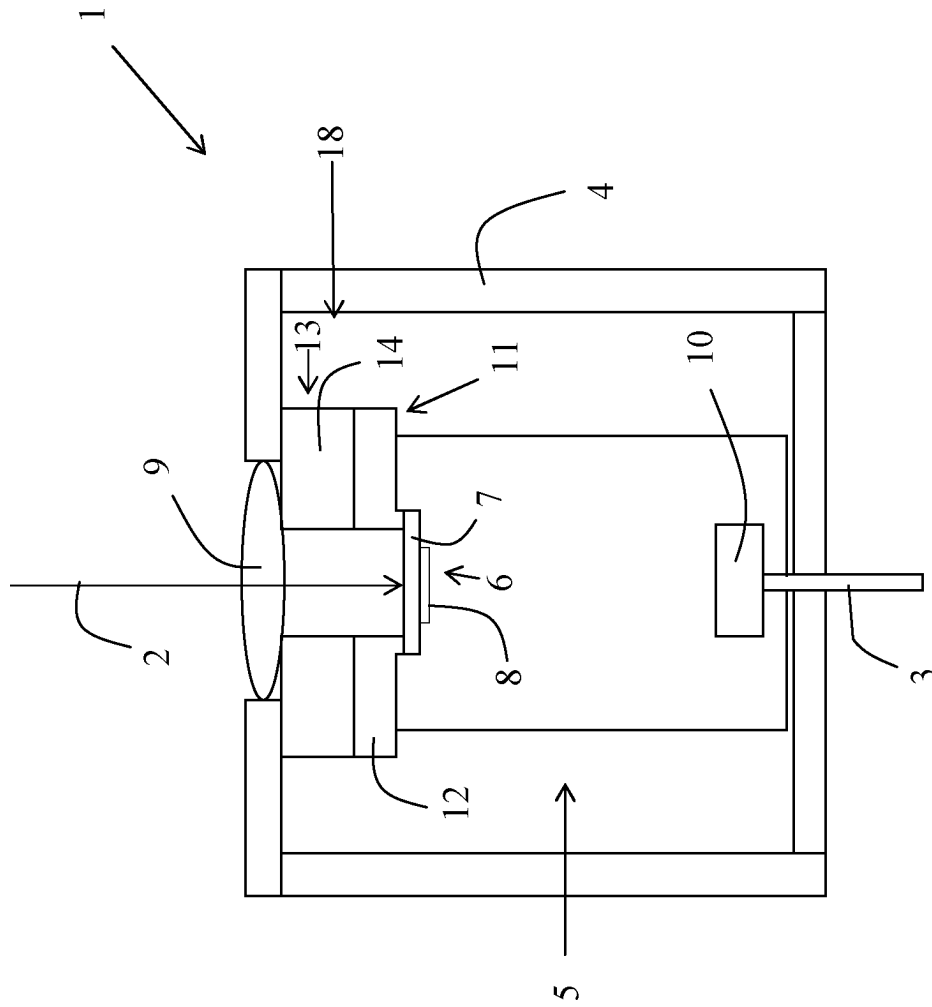


Fig. 1

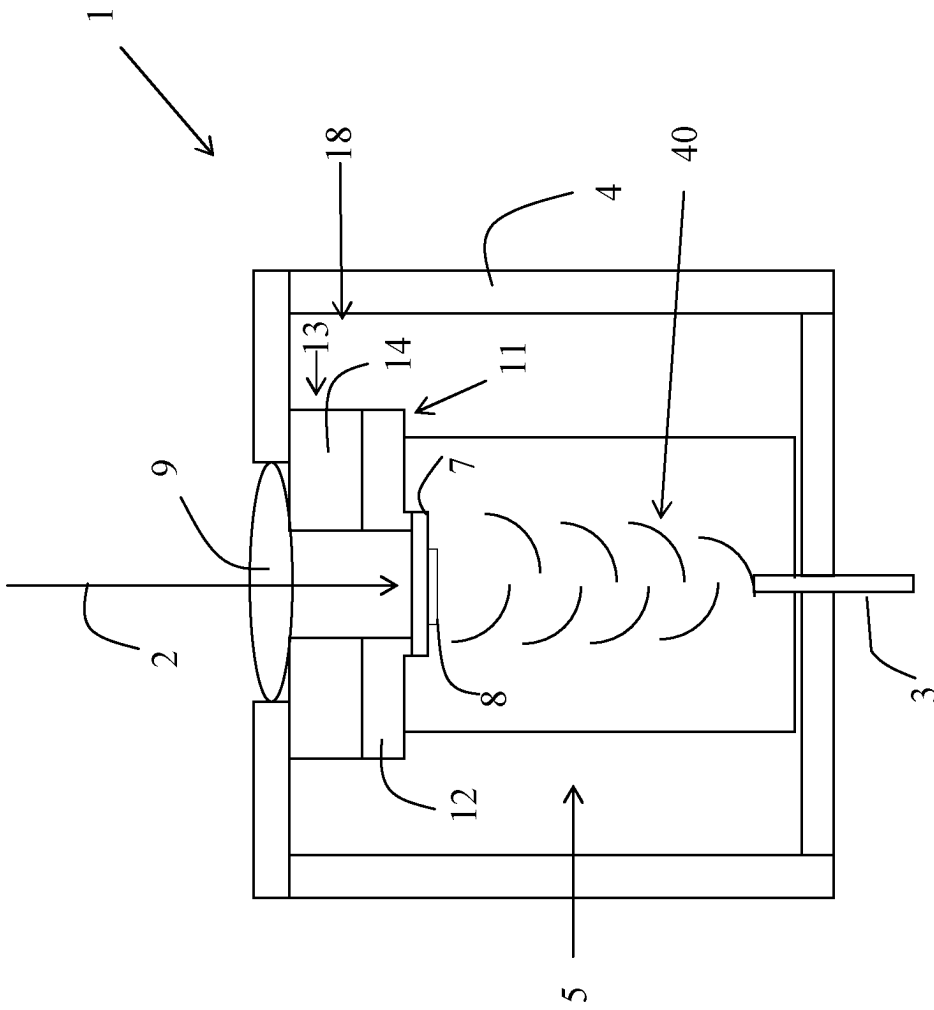


Fig. 2

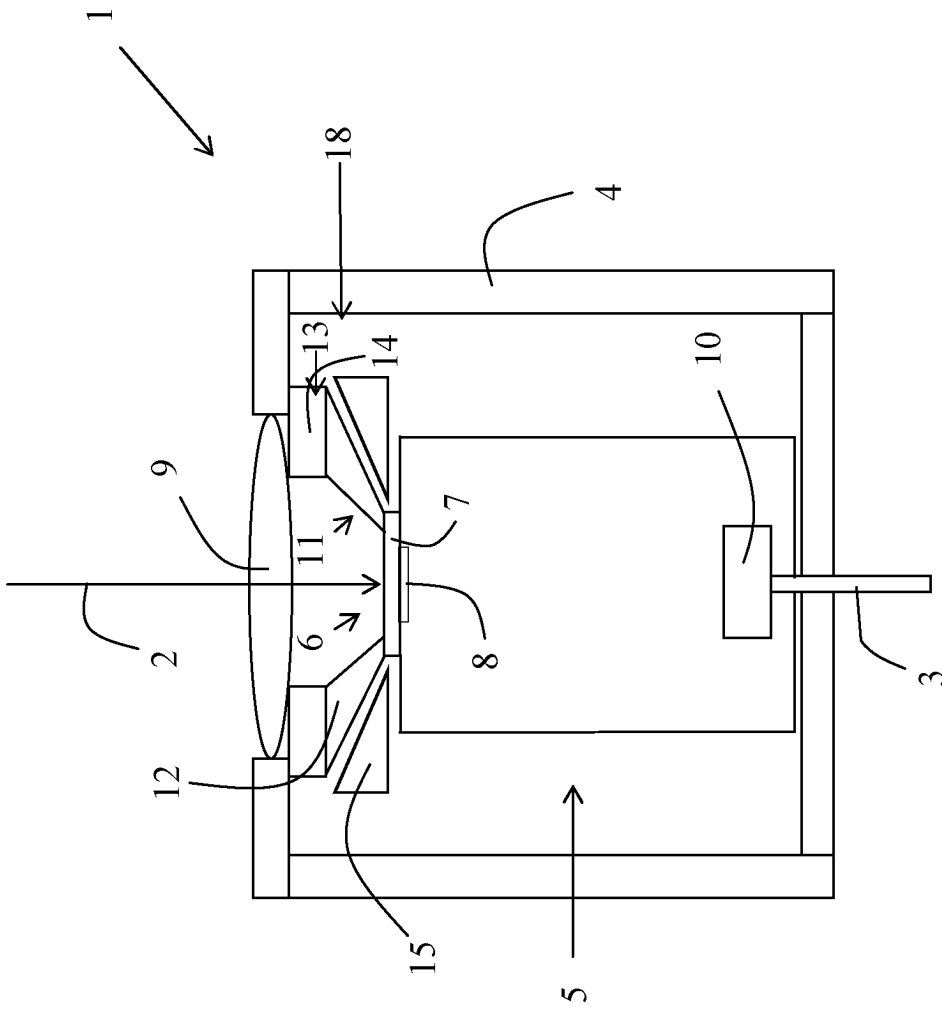


Fig. 3

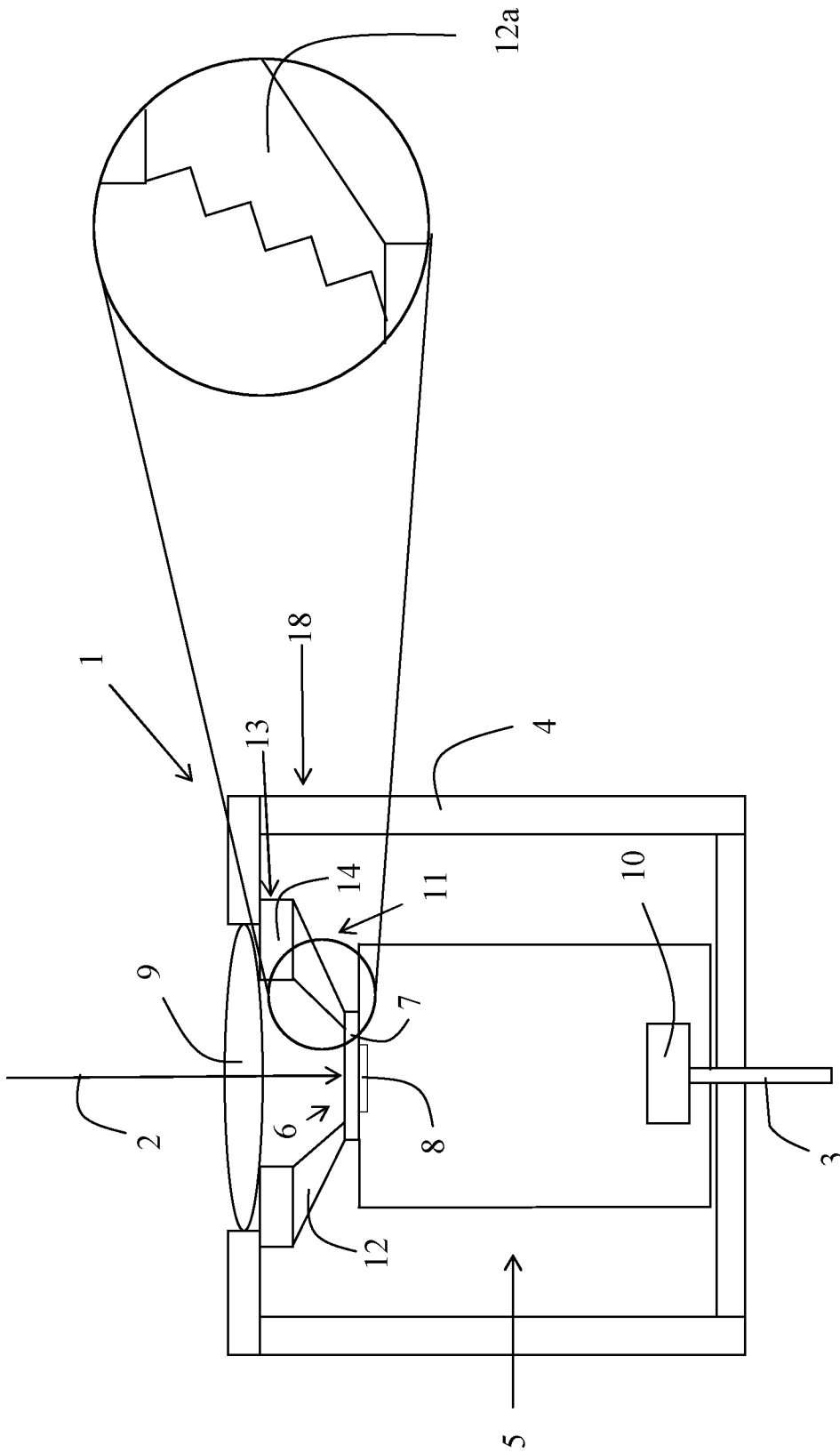


Fig. 4

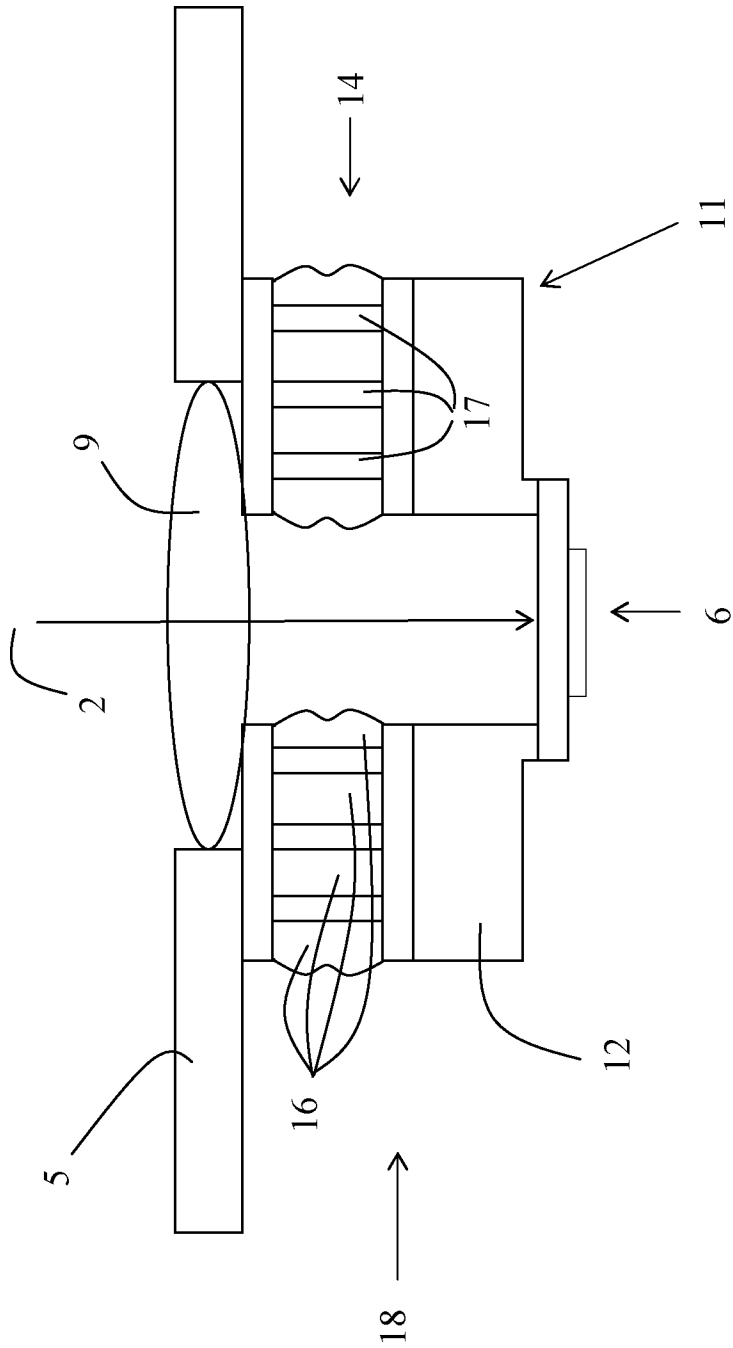


Fig. 5

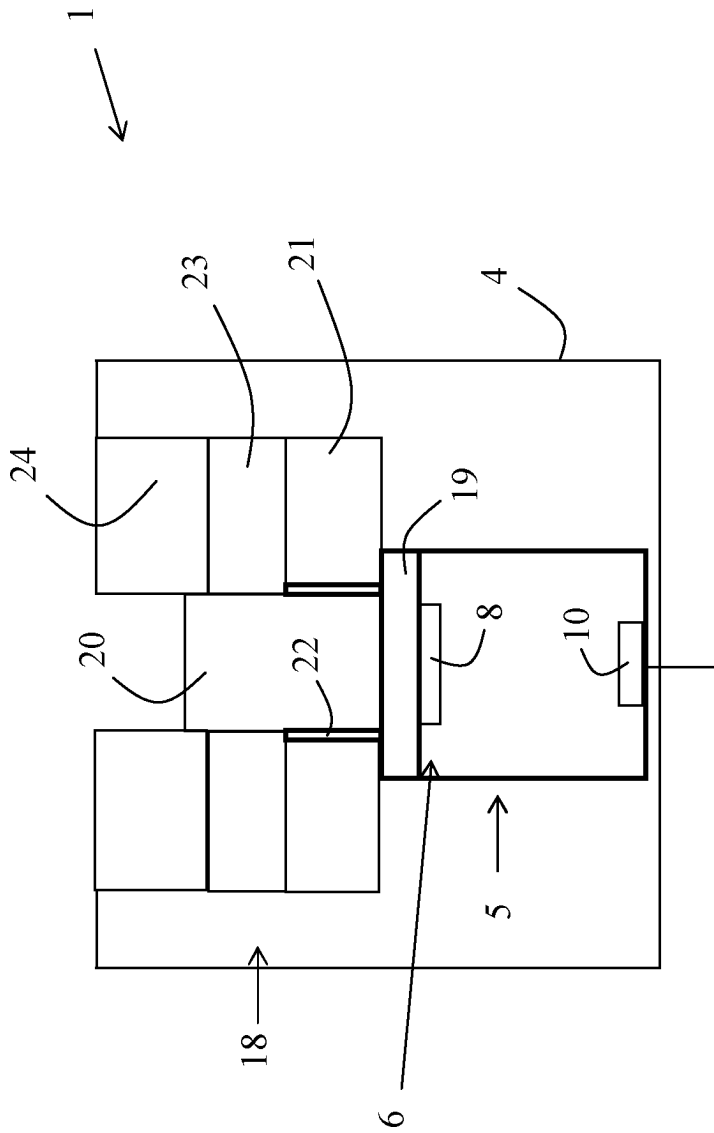


Fig. 6





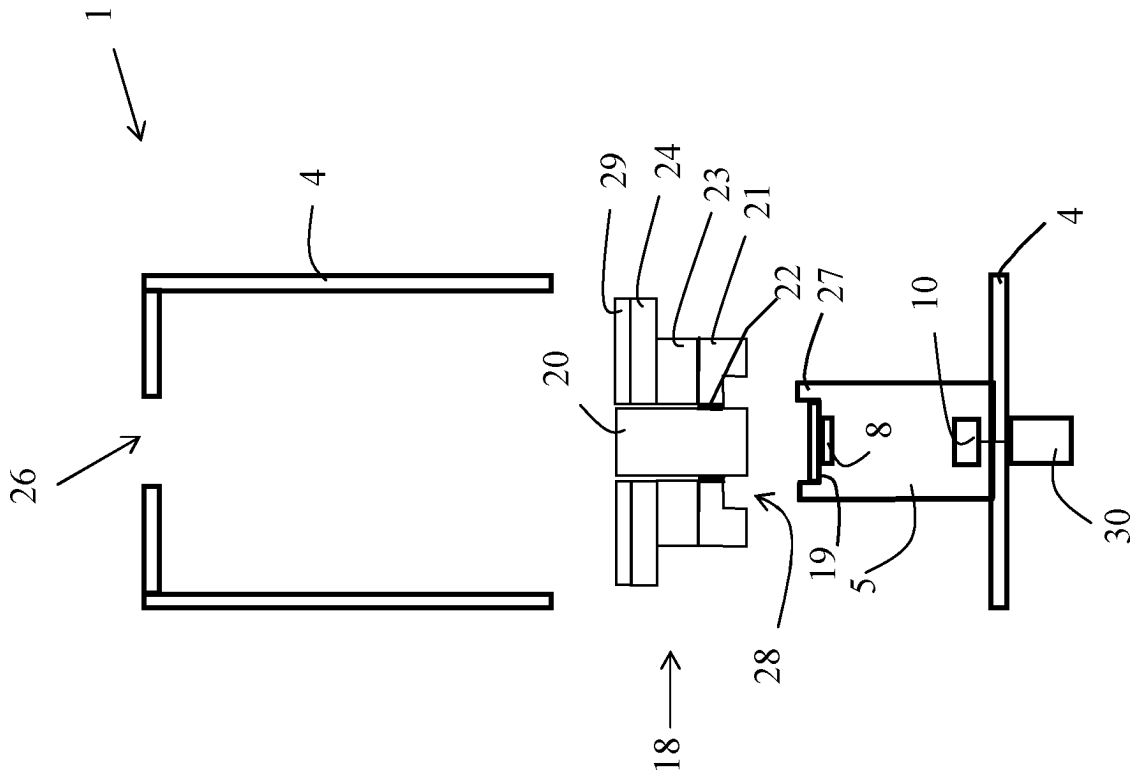


Fig. 8

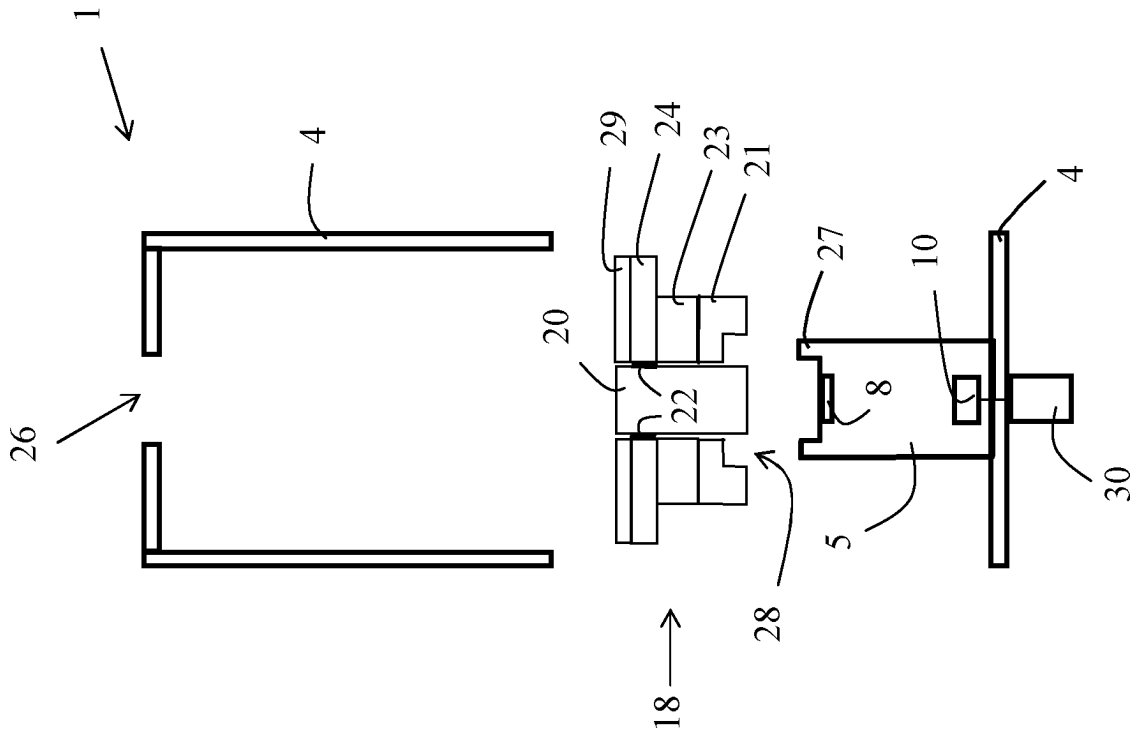


Fig. 9

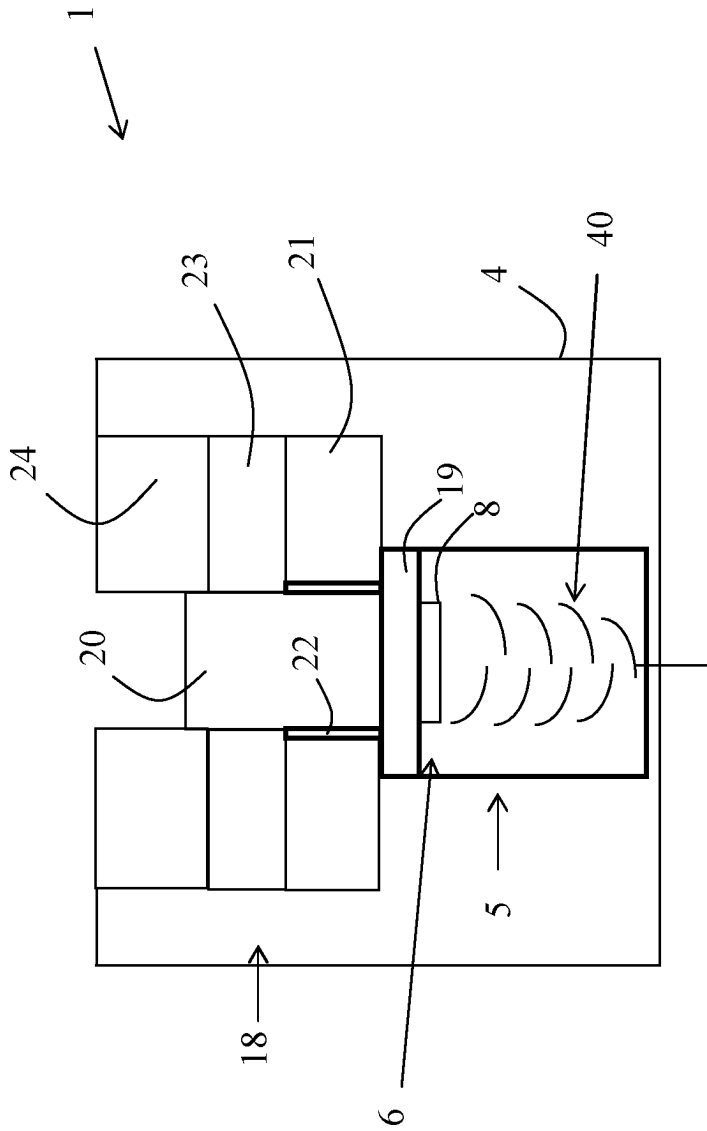


Fig. 10

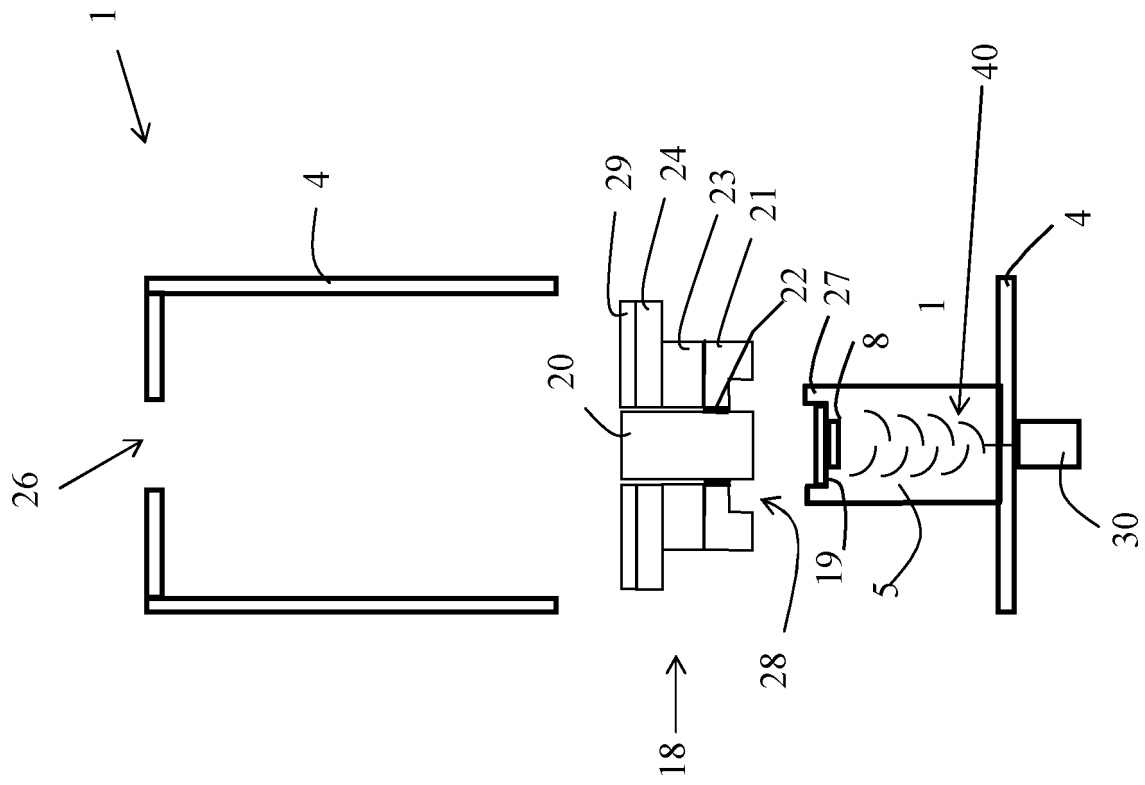


Fig. 11

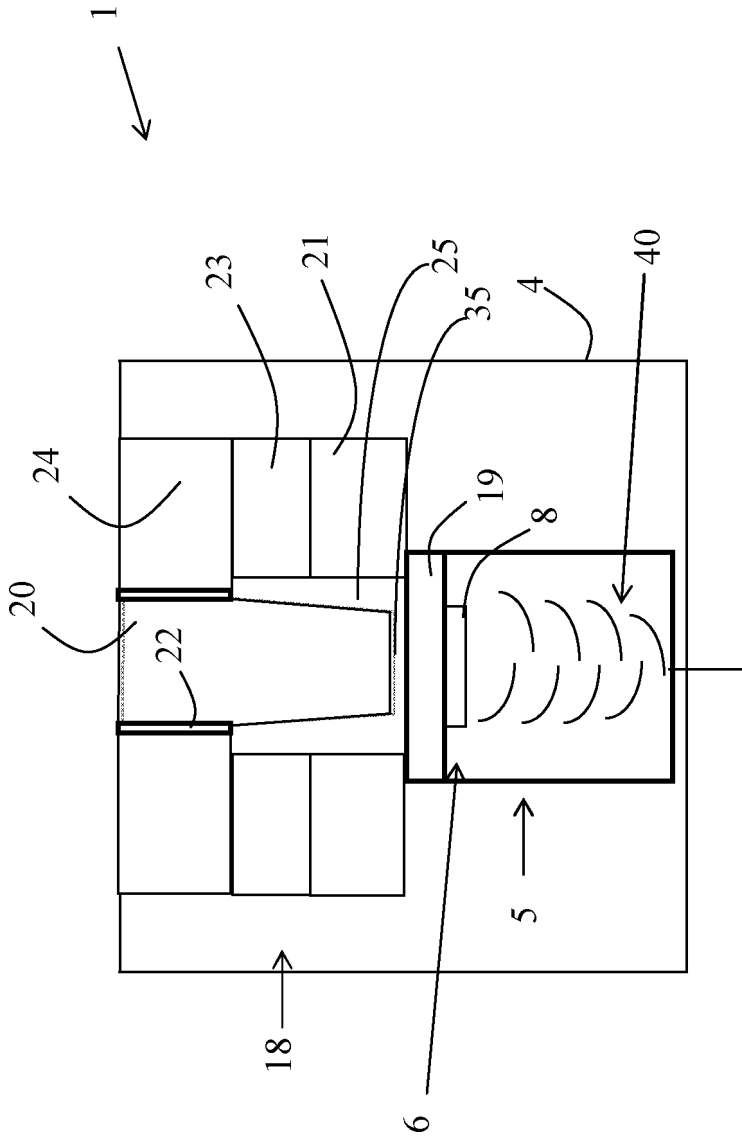


Fig. 12

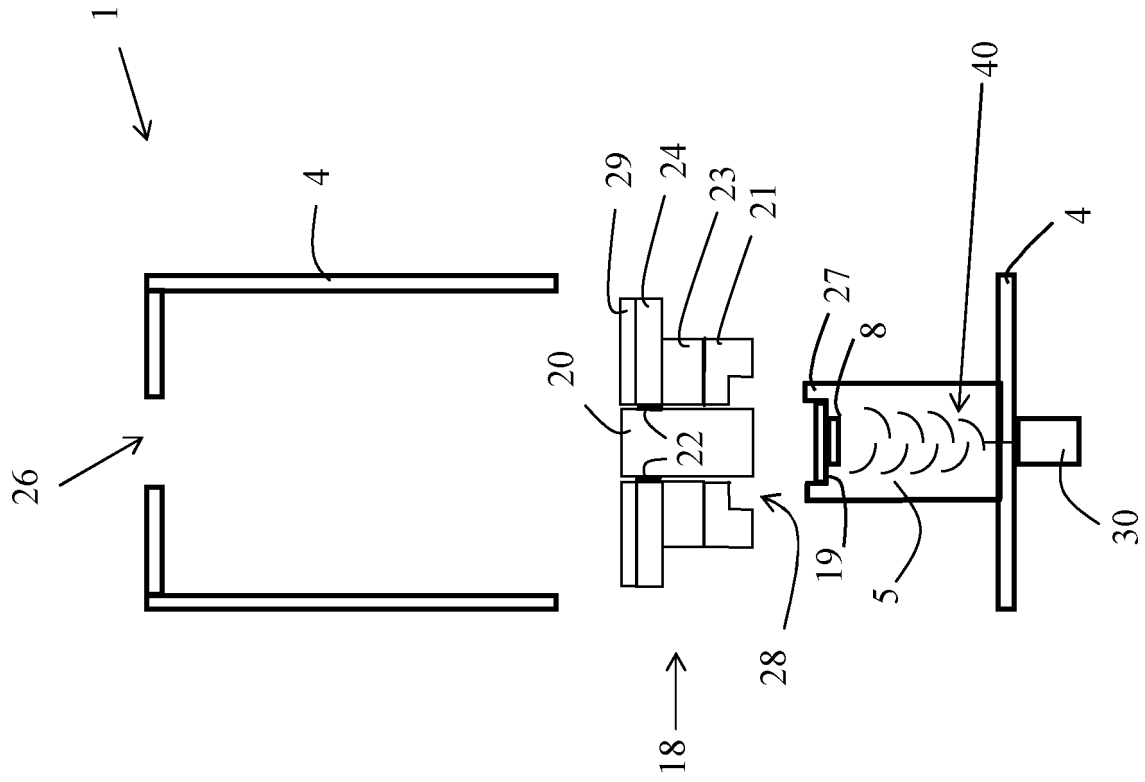


Fig. 13