

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 331/2010
(22) Anmeldetag: 03.03.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2012

(51) Int. Cl. : **G02B 21/06** (2006.01)
F21V 7/04 (2006.01)

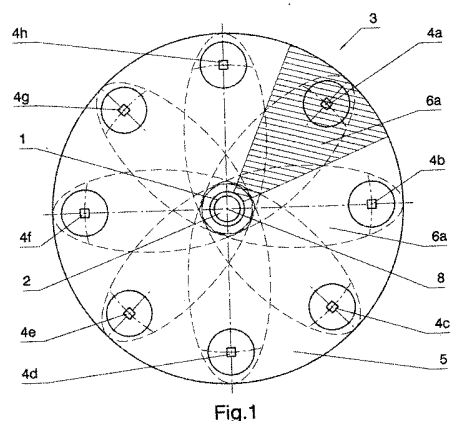
(56) Entgegenhaltungen:
JP 2005292642A
US 2007268704A1

(73) Patentinhaber:
PHOTONIC OPTISCHE GERÄTE GMBH &
COKG
A-1160 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
FEGER DIETER MAG.
WIEN (AT)
FERTNER REMBERT DIPL.ING.
KLAGENFURT (AT)
KITTAG GERD
WIEN (AT)

(54) LICHTLEITER-BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG

(57) Eine Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung (3) für die Mikroskopie, Endoskopie od. dgl. mit mindestens zwei, jeweils zumindest auf eine Reflektorzone(6a,6b) gerichteten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a,4b,4c,4d,4e,4f,4g,4h) deren Lichtstrahlung divergent ist und deren Lichtstrahlung zu einem gemeinsamen Ort geführt ist, wobei die den Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a,4b,4c,4d,4e,4f,4g,4h) gegenüberliegenden Reflektorzonen (6a,6b) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass alle Reflektorzonen (6a,6b) das reflektierte Licht der voneinander separiert angeordneten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a,4b,4c,4d,4f,4g,4h) mit divergenter Lichtstrahlung auf die Eintrittsfläche (2) des an die Beleuchtungseinrichtung (3) ankuppelbaren Lichtleiters (1) fokussiert projizieren.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung für die Mikroskopie, Endoskopie, od. dgl. mit mindestens zwei, jeweils zumindest auf eine Reflektorzone gerichteten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays deren Lichtstrahlung divergent ist und deren Lichtstrahlung zu einem gemeinsamen Ort geführt ist.

[0002] Aus der DE 10 2004 013 226 A1 ist eine Leuchtdioden-Reflektoreinheit bekannt, bei der vorgeschlagen wird, durch eine „entsprechende“ Gestaltung des Reflektors und der Austrittsöffnung die Form des austretenden Lichtstrahls, bspw. kreis- od. linienförmig od. entsprechend der grafischen Gestaltung als Pfeil od. dgl. mit einem weitgehend einstellbaren Abstrahlwinkel auszubilden.

[0003] Dieser bekannte Vorschlag soll es auch möglich machen, durch „geeignete“ Ausbildung der Reflektorfläche einen leistungsfähigen Fahrzeug-Scheinwerfer herzustellen, wobei Aufblend- od. Abblendlicht zur Ausleuchtung der Fahrbahn durch Inbetriebnahme verschiedener Leuchtdioden-Gruppen aktiviert wird.

[0004] Mit diesem Vorschlag soll auch erreichbar sein, eine Transformation einer ringförmigen Linienlichtquelle in eine gerichtete, möglichst punktförmige Strahlungsquelle zu verwirklichen. Eine in dem bekannten Vorschlag beschriebene Variante sieht vor, LED-Chips dicht an dicht ringförmig anzuordnen und durch einen „optimierten“ Reflektor das Licht dieser LEDs zu einem möglichst punktförmigen Fokus außerhalb der Anordnung zu transformieren. Der bekannte Vorschlag weist auch darauf hin, dass bei sehr hoher Packungsdichte von Infrarotdioden mit einer jeweiligen Kantenlänge von 0,3mm und Leistung von 50mW/Chip entlang des Umfangs von 16 cm eines Reflektors und Konzentration der reflektierten Strahlung in einem Fokus von etwa 1mm², Prozesse wie Löten und Schneiden durchaus möglich sind.

[0005] Dieser bekannte Vorschlag beschreibt also die Anordnung von Leuchtdioden und einem Reflektor, über dessen Krümmungsverlauf lediglich angegeben ist, dass er weder sphärisch noch parabolisch ist. Anwendungen für diese bekannte LED-Reflektoreinheit ist eine LED-Beleuchtungseinrichtung für Fahrzeuge, eine Infrarot-Löteinrichtung und eine Infrarot-Schneideeinrichtung. Als Beleuchtungseinrichtung für einen Lichtleiter ist diese bekannte Leuchtdioden-Reflektoreinheit nicht geeignet.

[0006] Aus der JP 200529642 A ist eine Beleuchtungseinrichtung mit Leuchtdioden für einen Bild-Projektor bekannt. Um eine möglichst gleichmäßige Lichtintensität über die Bild-Projektionsfläche zu erreichen, ist vor jeder Leuchtdiode eine Kondensorlinse angeordnet, die die divergente Lichtstrahlung jeder Leuchtdiode in parallele Lichtstrahlung konvertiert. Die parallele Lichtstrahlung gelangt an einen Reflektor, der das über der Kondensorlinsen erhaltene Licht mit paralleler Strahlung in den Hohlraum eines Lichtintegrators projiziert. Um die die Bild-Projektionsfläche auszuleuchten, ist am Ausgang des Lichtintegrators ein optisches Aufweitungssystem vorgesehen. Da jeder Leuchtdiode eine Kondensorlinse vorgeordnet werden muss ist der bauliche Aufwand hoch.

[0007] Die US 2007268704 beschreibt ebenfalls eine Beleuchtungseinrichtung mit Leuchtdioden für einen Bild-Projektor. Mehrere Leuchtdioden sind innerhalb eines Reflektors angeordnet, wobei eine Vielzahl derartiger Leuchtdioden-Reflektor-Baueinheiten derart angeordnet und ausgebildet sind, dass konvergente Lichtstrahlung aller Baueinheiten zu einem ersten Brennpunkt eines zwei Brennpunkte aufweisenden Spiegelsystems projiziert wird. Der zweite Brennpunkt dieses Spiegelsystems liegt im Eintrittsbereich eines hohlen Lichtintegrators, an dessen Ausgang das Licht für die Bild-Projektion verfügbar ist. Diese Konstruktion ist sehr aufwendig und weist durch die Verwendung einer Vielzahl von Reflektoren und des Spiegelsystems eine große Baugröße auf.

[0008] Für Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtungen für die Mikroskopie, Endoskopie, Machine-Vision, od. dgl. ist es sinnvoll, den baulichen bzw. konstruktiven Aufwand gering zu halten und daher möglichst wenige, aber als Hochleistungs-Leuchtdioden oder als Leuchtdioden-Arrays

ausgebildete Lichtquellen zu verwenden, wobei tatsächlich die an der Eintrittsfläche eines Lichtleiters verfügbare Lichtausbeute möglichst hoch ist, wie dies aber mit einer rotationsförmigen Ausbildung der Reflektoreinheit nach dem bekannten Vorschlag, der einen einzigen Reflektor für alle Leuchtdioden vorsieht, nicht möglich ist. Der Wirkungsgrad dieser bekannten Reflektoreinheit ist bspw. bei der Anordnung von zwei Leuchtdioden gering.

[0009] Gemäß der Erfindung wird daher bei einer Beleuchtungseinrichtung der eingangs beschriebenen Art vorgeschlagen, dass die den Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays gegenüberliegenden Reflektorzonen derart ausgebildet und angeordnet sind, dass alle Reflektorzonen das reflektierte Licht der voneinander separiert angeordneten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays mit divergenter Strahlung auf die Eintrittsfläche des an die Beleuchtungseinrichtung ankuppelbaren Lichtleiters fokussiert projizieren. Durch die fokussierte Projektion wird in vorteilhafter Weise jede als Lichtquelle ausgebildete Leuchtdiode bzw. jedes Leuchtdioden-Array an der Eintrittsfläche des Lichtleiters abgebildet. Dies ist in vorteilhaft einfacher Weise erst dadurch erreichbar, dass jeder Lichtquelle eine bestimmte Reflektorzone gegenüberliegt bzw. zugeordnet ist, die optimal für höchstmögliche Lichtausbeute ausgebildet ist, wobei die Verwendung von Kondensor-Linsen od. dgl. vermieden wird.

[0010] Besonders einfach kann die Beleuchtungseinrichtung hergestellt werden, wenn gemäß weiterer Ausgestaltung der Erfindung, jede Reflektorzone als innen reflektierender Hohlkörper od. als außen reflektierender Vollkörper ausgebildet ist. Durch diese konstruktive Ausführung jeder einzelnen Reflektorzone kann durch Zusammensetzen in einfacher Weise modulartig ein Reflektor für alle Leuchtdioden bzw. Leuchtdioden-Arrays gebaut werden.

[0011] Um eine möglichst gleichmäßige Lichtverteilung an der Eintrittsfläche des Lichtleiters zu erreichen wird nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, dass die Reflektorzonen rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind.

[0012] In vorteilhaft einfacher Weise können Reflektorzonen für jede Leuchtdiode od. für jedes Leuchtdioden-Array nach einem weiteren Merkmal der Erfindung hergestellt werden, wenn alle Reflektorzonen in od. an einem einzigen, rotationssymmetrischen einen Reflektor bildenden Hohlkörper od. Vollkörper ausgebildet sind.

[0013] Eine besonders hohe Lichtausbeute und bestmögliche Abbildung aller Leuchtdioden an der Eintrittsflächen des Lichtleiters ist dadurch erzielbar, dass nach einem weiteren Merkmal der Erfindung jede der Reflektorzonen als zumindest annähernd halbe Oberfläche eines Ellipsoids ausgebildet ist, wobei in einem Brennpunkt jedes Ellipsoids eine Leuchtdiode od. ein Leuchtdioden-Array und im anderen Brennpunkt die Eintrittsfläche des Lichtleiters vorgesehen ist.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass im Reflektor oder in einem zentralen Hohlraum im Reflektor ein Träger für mindestens zwei Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays angeordnet ist, wobei die Achsen der von den Leuchtdioden emittierten Lichtkegel in einer, vorzugsweise, senkrecht zur Rotationsachse des Reflektors angeordneten Ebene liegen, und jede Reflektorzone vorzugsweise asphärisch ausgebildet ist. Hiedurch ist eine raumsparende und flache Konstruktion bzw. Bauweise der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung möglich.

[0015] Um auch eine optimale Kühlung der Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays bei dieser Ausführungsform der Erfindung zu erreichen, wird nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, dass der Träger für die Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays aus wärmeleitendem Werkstoff gefertigt ist und durch eine zentrale Öffnung im Reflektor ragt und mit einem Kühlkörper wärmeleitend mechanisch verbunden ist.

[0016] Um die von den Leuchtdioden ausgehende Wärmestrahlung vom, gegebenenfalls aus Kunststoff gefertigten, Lichtleiter fernzuhalten wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass das von den Reflektorzonen reflektierte Licht der Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays über einen in der Rotationsachse des Reflektors angeordneten zusätzlichen symmetrischen Reflexionskörper an die Eintrittsfläche des ankuppelbaren Lichtleiters geführt sind. Hiedurch können in vorteilhafter Weise die Leuchtdioden bzw. Leuchtdioden-

Arrays mit einem großflächigen Kühlkörper ausgerüstet werden, der weit und abgewandt vom Lichtleiter anordbar ist.

[0017] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Reflexionskörper eine Anzahl von symmetrisch zueinander angeordneten Reflexionsflächen aufweist, die der Anzahl der Reflektorzonen entspricht. Diese erfindungsgemäße Ausbildung des Reflexionskörpers ermöglicht die Projektion des Lichts aller Lichtquellen mit höchst möglichem Wirkungsgrad.

[0018] Zur Anpassung der Größe der Abbildung der Lichtquellen an die Größe der Eintrittsfläche des Lichtleiters, wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass das vom Reflektor zur Eintrittsfläche des ankuppelbaren Lichtleiters direkt od. indirekt projizierte Licht über mindestens eine sphärische oder asphärische Linse geführt ist, die mit dem Reflektor vorzugsweise als bauliche Einheit ausgeführt ist. Hiedurch wird eine möglichst geringe Verluste aufweisende Einkoppelung des Lichts in den Lichtleiter erreicht.

[0019] Die Ausbildung des Reflektors als Spritzgussteil aus Kunststoff ermöglicht eine einfache Herstellung. Vorteilhaft können am Spritzgussteil Halterungen zur Befestigung des Reflektors mitgespritzt werden.

[0020] Bei Ausbildung des Reflektors als Spritzgussteil aus optisch transparentem Werkstoff kann auch die Geometrie der einzelnen Reflexionszonen des Reflektors derart ausgelegt werden, dass diese Reflexionszonen nicht verspiegelt werden müssen und die Reflexion des von den Leuchtdioden emittierten Lichts über Totalreflexion erfolgt. Insbesondere bei der elliptischen Ausbildung der zum Teil einander überlappenden Reflexionszonen kann die optische Geometrie auf die Ausnutzung der Totalreflexion ausgelegt werden. Dies senkt die Kosten der Herstellung der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung.

[0021] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung wird vorgeschlagen, dass mehrere sphärische, konkave Reflektorzonen vorgesehen sind, die in einem Winkel zueinander geneigt angeordnet sind, wobei das Licht jeder Leuchtdiode od. jedes Leuchtdioden-Arrays asymmetrisch in größerem Abstand von der Symmetrieachse, außerhalb des Brennpunkts der zugeordneten Reflektorzone auf diese gerichtet ist, und wobei vorzugsweise in der Rotationsachse die Eintrittsfläche des Lichtleiters vorgesehen ist. Durch diese Ausbildung und Anordnung der Reflektorzonen und der Leuchtdioden bzw. Leuchtdioden-Arrays wird in vorteilhaft einfacher Weise eine Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung geschaffen, die einen sehr hohen Wirkungsgrad aufweist und eine Abbildung der Leuchtdioden an der Eintrittsfläche des Lichtleiters annähernd im Maßstab 1:1 ermöglicht. Dieser Abbildungsmaßstab ermöglicht daher in vorteilhafter Weise, bspw. die Verwendung von Hochleistungs-Leuchtdioden bzw. Hochleistungs-Leuchtdioden-Arrays mit einem Durchmesser der lichtemittierenden Fläche von 3 bis 5mm und die Einspeisung in einen Lichtleiter mit einem Durchmesser von 3 bis 5 mm. Darüberhinaus sind sphärisch ausgebildete Reflektoren bzw. Reflektorzonen einfacher und daher kostengünstiger als parabolische und asphärische Reflektoren anderer Geometrie herstellbar.

[0022] Um möglichst viel von den Leuchtdioden bzw. Leuchtdioden-Arrays emittiertes Licht auf die Reflektorzonen zu richten, wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, dass das von jeder Leuchtdiode od. vor jedem Leuchtdioden-Array emittierte Licht über Lichtkonzentratoren, Reflektoren od. dgl. auf die zugeordnete Reflektorzone gerichtet ist.

[0023] Um in einfacher Weise die Größe, d.h. die Querschnittsfläche der über alle Reflektorzonen reflektierten Lichtstrahlung in einfacher Weise, mit hohem Wirkungsgrad zu reduzieren, wird nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgeschlagen, dass zwischen den Reflektorzonen und der Eintrittsfläche des Lichtleiters ein optischer Querschnittswandler vorgesehen ist, wobei am Lichtaustritt mit vorzugsweise reduziertem Querschnitt die Eintrittsfläche des Lichtleiters ankuppelbar ist. Diese erfindungsgemäße Konstruktion ermöglicht somit eine einfache Anpassung der reflektierten Strahlenbündel an Lichtleiter mit kleinerem oder größerem Querschnitt als die einzelnen Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays aufweisen.

[0024] In den Zeichnungen ist die Erfindung in mehreren Ausführungsformen schematisch beispielsweise dargestellt. Hierbei zeigen

- [0025] Fig. 1 eine Draufsicht einer ersten Ausführungsform der Lichtleiter Beleuchtungseinrichtung,
- [0026] Fig. 2 teilweise geschnitten eine Seitenansicht der ersten Ausführungsform,
- [0027] Fig. 3 teilweise geschnitten eine Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform,
- [0028] Fig. 4 teilweise geschnitten eine Seitenansicht einer dritten Ausführungsform,
- [0029] Fig. 5 einen Querschnitt einer vierten Ausführungsform,
- [0030] Fig. 6 einen Querschnitt einer fünften Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung,
- [0031] Fig. 7 eine sechste Ausführungsform, mit einem Lichtkonzentrator vor der Eintrittsfläche des Lichtleiters,
- [0032] Fig. 8 eine siebente Ausführungsform, mit mit Reflektoren ausgerüsteten Leuchtdioden,
- [0033] Fig. 9 die symmetrische Anordnung von drei Leuchtdioden und Reflektoren, und
- [0034] Fig. 10 eine achte Ausführungsform der Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung, teilweise geschnitten.

[0035] In den Fig. 1 und 2 ist mit 1 ein Lichtleiter bezeichnet, der Licht zur Beleuchtung eines mit einem nicht dargestellten Mikroskop, Endoskop, od. dgl. zu untersuchenden Objekts führt. Auf die Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 wird das Licht der Beleuchtungseinrichtung 3 projiziert. Der Lichtleiter 1 ist in nicht dargestellter Weise über eine mechanische Kupplung in seiner Position zur Beleuchtungseinrichtung 3 entfernbar gehalten.

[0036] Die Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung 3 weist als Lichtquellen Hochleistungs-Leuchtdioden 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h auf, die von einer nicht dargestellten Konstantstromquelle mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0037] Den Licht emittierenden Flächen der Leuchtdioden 4a bis 4h ist gegenüberliegend ein Reflektor 5 angeordnet, der rotationssymmetrisch ausgebildet ist. Dieser Reflektor 5 ist als verspiegelter Hohlkörper ausgebildet und weist sektormäßig angeordnete, zum Teil einander überlappende Reflektorzonen 6a auf, deren Anzahl gleich der Anzahl der Leuchtdioden 4a bis 4h ist. In Fig. 1 ist lediglich die Reflektorzone 6a schraffiert veranschaulicht, die der Leuchtdiode 4a gegenüberliegend angeordnet ist.

[0038] Die Reflektorzone 6a ist als halbe, innen verspiegelte Oberfläche eines rotationssymmetrischen Ellipsoids 7 ausgebildet. In einem Brennpunkt dieses Ellipsoids 7 ist die Leuchtdiode 4a angeordnet. Der andere Brennpunkt des Ellipsoids liegt in der Rotationsachse 8 des Reflektors 5 und somit auf der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1. Jeder der Leuchtdioden 4a bis 4h ist eine Reflektorzone 6a des Reflektors 5 gegenüberliegend angeordnet, die gleichartig wie die der Leuchtdiode 4a zugeordnete und in den Fig. 1 und 2 dargestellte Reflektorzone 6a ausgebildet ist. Jede der Leuchtdioden 4a bis 4h liegt in einem Brennpunkt der ihr zugeordneten Reflektorzone 6a, der gemeinsame Ort der anderen Brennpunkte liegt auf der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1.

[0039] Zur Abfuhr der von den Leuchtdioden 4a bis 4h entwickelten Wärme sind diese auf dem Kühlkörper 9 angeordnet. Die Leuchtdioden 4a bis 4h können auch als Leucht-Dioden-Array ausgebildet sein, um möglichst viel Lichtenergie über jede Reflektorzone 6a an die Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 zu führen.

[0040] Die Beleuchtungseinrichtung 3 gemäß Fig. 3 ist mit einem rotationssymmetrischen Reflektor 5 ausgerüstet, dessen verspiegelte Reflektorzonen 6a asphärisch gekrümmt ausgebildet sind. Der Reflektor 5 weist zentrisch mit seiner Rotationsachse 8 eine Öffnung 10 auf, in die der aus wärmeleitendem Werkstoff gefertigte Träger 11 für vier Leuchtdioden 4a bis 4d ragt. Die Leuchtdioden 4a bis 4d sind derart am Träger 11 angeordnet, dass die optischen Achsen der emittierten Lichtkegel in einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse 8 des Reflektors 5 liegen. Der Träger 11 führt die von den Leuchtdioden 4a bis 4d entwickelte Wärme an den

Kühlkörper 9. Da der Kühlkörper 9 gem. Fig. 3 hinter dem Reflektor 5 angeordnet ist und somit weit entfernt von der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 ist, wird der Lichtleiter durch die von den Leuchtdioden 4a bis 4d entwickelte Wärme nur in geringem Ausmaß erwärmt.

[0041] Die Beleuchtungseinrichtung 3 gem. Fig. 4 ist mit zwei Leuchtdioden 4a, 4b ausgerüstet, die jeweils als Leuchtdioden-Array ausgebildet und am Kühlkörper 9 angeordnet sind. Jeder Leuchtdiode 4a, 4b liegt eine Reflektorzone 6a gegenüber, die unterschiedlich zu den Ausführungsbeispielen gem. Fig. 1 bis 3 das Licht nicht direkt auf die Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 projiziert, sondern über einen Reflexionskörper 12, der symmetrisch mit gekrümmten Reflexionsflächen versehen ist. Der Reflexionskörper 12 ist zentrisch zur Rotationsachse 8 des Reflektors 5 in der Beleuchtungseinrichtung 3 angeordnet und führt das über die Reflektorzonen 6a empfangene Licht an die Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1. Die Reflektorzonen 6a gemäß Fig. 4 sind größer als die Reflektorzonen 6a der Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 3, sodass die Ausführungsform nach Fig. 4 auch für gegenüber Einzel-Leuchtdioden größerflächiger Leuchtdioden-Arrays einen sehr hohen Wirkungsgrad erbringt.

[0042] In Fig. 5 ist eine Beleuchtungseinrichtung 3 dargestellt, deren Reflektorgeometrie mit der Ausbildung der Reflektorzonen 6a und des Reflexionskörpers 12 gem. Fig. 4 übereinstimmt. Gem. Fig. 5 ist der Reflektor 5 als einstückiger Spritzgussteil aus optisch transparentem Werkstoff hergestellt. Dieser Spritzgussteil ist in seiner Form derart gestaltet, dass seine Oberflächen die Geometrie der Reflektorzonen 6a und des zusätzlichen Reflexionskörpers 12 gem. Fig. 4 als Reflexionsflächen 12a aufweist. Die Oberflächen des Reflektors 5 sind in den Bereichen der Reflexionszonen 6c und der Reflexionsflächen 12a verspiegelt ausgeführt.

[0043] In Fig. 6 ist die Beleuchtungseinrichtung 3 gem. Fig. 5, ausgerüstet mit dem als einstückiger Spritzgussteil hergestelltem Reflektor 5, dargestellt, wobei zur Erhöhung der Lichtbündelung die Ein- und Austrittsflächen des aus optisch transparentem Werkstoff hergestellten Reflektors 5 als Linsen 13, 14 ausgebildet sind. Diese Linsen 13, 14 können als sphärische od. asphärische Linsen ausgebildet sein.

[0044] Die Reflektorzonen 6a können jeweils auch als Einzel-Bauteil hergestellt sein, die an einer gemeinsamen Halterung befestigt sind. Durch den Zusammenbau der einzelnen Reflektorzonen 6a oder durch Ausbildung und Anordnung der Reflektorzonen 6a an bzw. in einem Hohlkörper od. an einem Vollkörper erhält man den kompakten Bauteil, der als der Reflektor 5 bezeichnet ist.

[0045] Der den Reflektor 5 bildende Hohl- od. Vollkörper bzw. der mit den Reflektorzonen 6a ausgerüstete Bauteil kann aus oberflächenverspiegeltem Metall, Kunststoff, od. lichtdurchlässigem Kunststoff gefertigt sein.

[0046] Die Geometrie der einander zum Teil überlappenden Reflektorzonen 6a, des Reflexionskörpers 12, der Reflexionsflächen 12a gem. der Fig. 1 bis 6 ist rechnerisch derart zu ermitteln, dass eine fokussierte Abbildung aller Leuchtdioden bzw. Leuchtdioden-Arrays 4a bis 4h auf der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 erfolgt. Hierbei ist in die Rechnung miteinzubeziehen, dass die Form und Größe der Abbildung der Lichtquellen möglichst der Form und Größe der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 entspricht.

[0047] Die in den Fig. 7, 8 und 10 dargestellten Ausführungsformen zeigen eine Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung 3 mit sphärischen konkaven Reflektorzonen 6b, wobei bei den Ausführungsformen gem. der Fig. 7 und 8 die Halterung der Reflektorzonen 6b nicht dargestellt ist. Gem. Fig. 10 sind kreisförmige sphärische Reflektorzonen 6b auf der Halterung 15 befestigt. Die Halterung 15 zusammen mit den Reflektorzonen 6b bildet den Reflektor 5.

[0048] Mit 16 ist die Symmetrieachse der sphärischen Reflektorzonen 6b bezeichnet.

[0049] Jede Leuchtdiode 4a, 4b ist im Abstand von der Symmetrieachse 16 jeder zugeordneten Reflektorzone 6b angeordnet. Hierbei soll diese off-set-Anordnung der Lichtquelle derart getroffen werden, dass der Winkel zwischen den einfallenden und reflektierten Lichtstrahlen etwa 30 Grad od. weniger beträgt.

[0050] Die Reflektorzonen 6b sind derart geneigt zueinander angeordnet, dass die reflektierten Lichtstrahlen aller Reflektorzonen 6b zur Achse des Lichtleiters 1 gerichtet sind. Bei der Ausführungsform gem. Fig. 7 ist vor der Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 ein optischer Querschnittswandler 17 angeordnet, dessen Ausgang gegenüber seinem Eingang einen reduzierten Querschnitt aufweist, der in Form und Größe dem Querschnitt des Lichtleiters 1 bzw. dessen Eintrittsfläche 2 entspricht. Der Eingangsquerschnitt des optischen Querschnittwandlers 17 ist deutlich größer als der Querschnitt seines Ausgangs. Auf den Eingang des optischen Querschnittwandlers 17 treffen die von den Reflektorzonen 6b reflektierten Lichtstrahlen der Leuchtdioden 4a, 4b oder Leuchtdioden-Arrays.

[0051] Die Ausführungsform der Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung 3 gem. Fig. 8 zeigt eine Anordnung und Ausbildung der Reflektorzonen 6b wie anhand Fig. 7 beschrieben. Die Leuchtdioden 4a, 4b sind gem. Fig. 8 jeweils mit einem Lichtkonzentrator ausgerüstet. Diese Lichtkonzentratoren sind als Reflektoren 18 ausgebildet, wobei die Verwendung von Parabol-Reflektoren od. asphärische Reflektoren zu einer starken Bündelung des von den Leuchtdioden emittierten Lichtes vor dem Auftreffen auf den Reflektorzonen 6b führt. Das reflektierte Licht wird direkt auf die Eintrittsfläche 2 des Lichtleiters 1 projiziert.

[0052] Die Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung 3 gem. Fig. 10 ist wie anhand von Fig. 7 beschrieben mit zwei zueinander geneigten Reflektorzonen 6b ausgerüstet, die den Leuchtdioden 4a, 4b gegenüberliegen. Die die Reflektorzonen 6b tragende Halterung 15 ist als Kühlkörper ausgebildet, der mit der Basisplatte 19 durch Verschraubung mechanisch verbunden ist. Auf der Basisplatte 19 sind die Leuchtdioden 4a, 4b im Abstand von der Symmetrieachse 16 der sphärischen Reflektorzonen 6b montiert. Über die 20a, 20b erfolgt die elektrische Energieversorgung der Leuchtdioden 4a, 4b.

[0053] Durch diese beschriebene Anordnung von Lichtquellen und Reflektorzonen wird die Lichtquelle zumindest annähernd im Maßstab 1:1 abgebildet. Der bei der Reflexion der Lichtstrahlen an den Reflektorzonen 6b auftretende Astigmatismus reduziert den Wirkungsgrad der Beleuchtungseinrichtung 3. Zur weitgehenden Korrektur dieses Astigmatismus ist im Strahlengang jeder Leuchtdiode 4a, 4b od. jedes Leuchtdioden-Arrays eine kreiszylindrische Linse 21 angeordnet, deren Achse senkrecht zum Hauptstrahl des von der Leuchtdiode 4a, 4b emittierten Lichtkegels und in der Zeichenebene der Fig. 10 liegt.

[0054] Fig. 9 veranschaulicht in Draufsicht die rotationssymmetrische Anordnung von drei sphärischen zueinander geneigten Reflektorzonen 6b und drei Leuchtdioden 4a, 4b, 4c, wie anhand der Ausführungsformen gem. der Fig. 7, 8 und 10 beschrieben. Die Achse des Lichtleiters 1 liegt in der Rotationsachse 8 der Reflektorzonen 6b.

[0055] Die Erfindung ist auf die beschriebenen und dargestellten Ausführungsformen nicht beschränkt.

Patentansprüche

1. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung für die Mikroskopie, Endoskopie od. dgl. mit mindestens zwei, jeweils zumindest auf eine Reflektorzone gerichteten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays deren Lichtstrahlung divergent ist und deren Lichtstrahlung zu einem gemeinsamen Ort geführt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h) gegenüberliegenden Reflektorzonen (6a, 6b) derart ausgebildet und angeordnet sind, dass alle Reflektorzonen (6a, 6b) das reflektierte Licht der voneinander separiert angeordneten Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a, 4b, 4c, 4d, 4f, 4g, 4h) mit divergenter Lichtstrahlung auf die Eintrittsfläche (2) des an die Beleuchtungseinrichtung (3) ankuppelbaren Lichtleiters (1) fokussiert projizieren.
2. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Reflektorzone (6a, 6b) als innen reflektierender Hohlkörper od. als außen reflektierender Vollkörper ausgebildet ist.

3. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung, nach Anspruch 1 od. 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reflektorzonen (6a, 6b) rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind.
4. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung, nach Anspruch 2 od. 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass alle Reflektorzonen (6a, 6b) in od. an einem einzigen, rotationssymmetrischen einen Reflektor (5) bildenden Hohlkörper od. Vollkörper ausgebildet od. angeordnet sind.
5. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Reflektorzonen (6a) als zumindest annähernd halbe Oberfläche eines Ellipsoids ausgebildet ist, wobei in einem Brennpunkt jedes Ellipsoids eine Leuchtdiode od. ein Leuchtdioden-Array (4a bis 4h) und im anderen Brennpunkt die Eintrittsfläche (2) des Lichtleiters (1) vorgesehen ist.
6. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Reflektor (5) oder in einem zentralen Hohlraum im Reflektor (5) ein Träger (11) für mindestens zwei Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a bis 4d) angeordnet ist, wobei die Achsen der von den Leuchtdioden (4a bis 4d) emittierten Lichtkegel in einer, vorzugsweise, senkrecht zur Rotationsachse (8) des Reflektors (5) angeordneten Ebene liegen und jede Reflektorzone (6a) vorzugsweise asphärisch ausgebildet ist.
7. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (11) für die Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a bis 4d) aus wärmeleitendem Werkstoff gefertigt ist und durch eine zentrale Öffnung (10) im Reflektor (5) ragt und mit einem Kühlkörper (9) wärmeleitend mechanisch verbunden ist.
8. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das von den Reflektorzonen (6a) reflektierte Licht der Leuchtdioden od. Leuchtdioden-Arrays (4a, 4b) über einen in der Rotationsachse (8) des Reflektors (5) angeordneten zusätzlichen symmetrischen Reflexionskörper (12) an die Eintrittsfläche (2) des ankuppelbaren Lichtleiters (1) geführt sind.
9. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reflexionskörper (12) eine Anzahl von symmetrisch zueinander angeordneten Reflexionsflächen aufweist, die der Anzahl der Reflektorzonen (6a) entspricht.
10. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das vom Reflektor (5) zur Eintrittsfläche (2) des ankuppelbaren Lichtleiters (1) direkt od. indirekt projizierte Licht über mindestens eine sphärische oder asphärische Linse (13, 14) geführt ist, die mit dem Reflektor (5) als bauliche Einheit ausgeführt ist.
11. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung, nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere sphärische, konkave Reflektorzonen (6b) vorgesehen sind, die in einem Winkel zueinander geneigt angeordnet sind, wobei das Licht jeder Leuchtdiode od. jedes Leuchtdioden-Arrays (4a, 4b, 4c) asymmetrisch in größerem Abstand von der Symmetrieachse, außerhalb des Brennpunkts der zugeordneten Reflektorzone (6b) auf diese gerichtet ist, und wobei vorzugsweise in der Rotationsachse (8) die Eintrittsfläche (2) des Lichtleiters (1) vorgesehen ist.
12. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das von jeder Leuchtdiode od. von jedem Leuchtdioden-Array (4a, 4b) emittierte Licht über Lichtkonzentratoren, Reflektoren (18) od. dgl. auf die zugeordnete Reflektorzone (6b) gerichtet ist.
13. Lichtleiter-Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 11 od. 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Reflektorzonen (6b) und der Eintrittsfläche (2) des Lichtleiters (1) ein optischer Querschnittswandler (17) vorgesehen ist, wobei am Lichtaustritt mit vorzugsweise reduziertem Querschnitt die Eintrittsfläche (2) des Lichtleiters (1) ankuppelbar ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

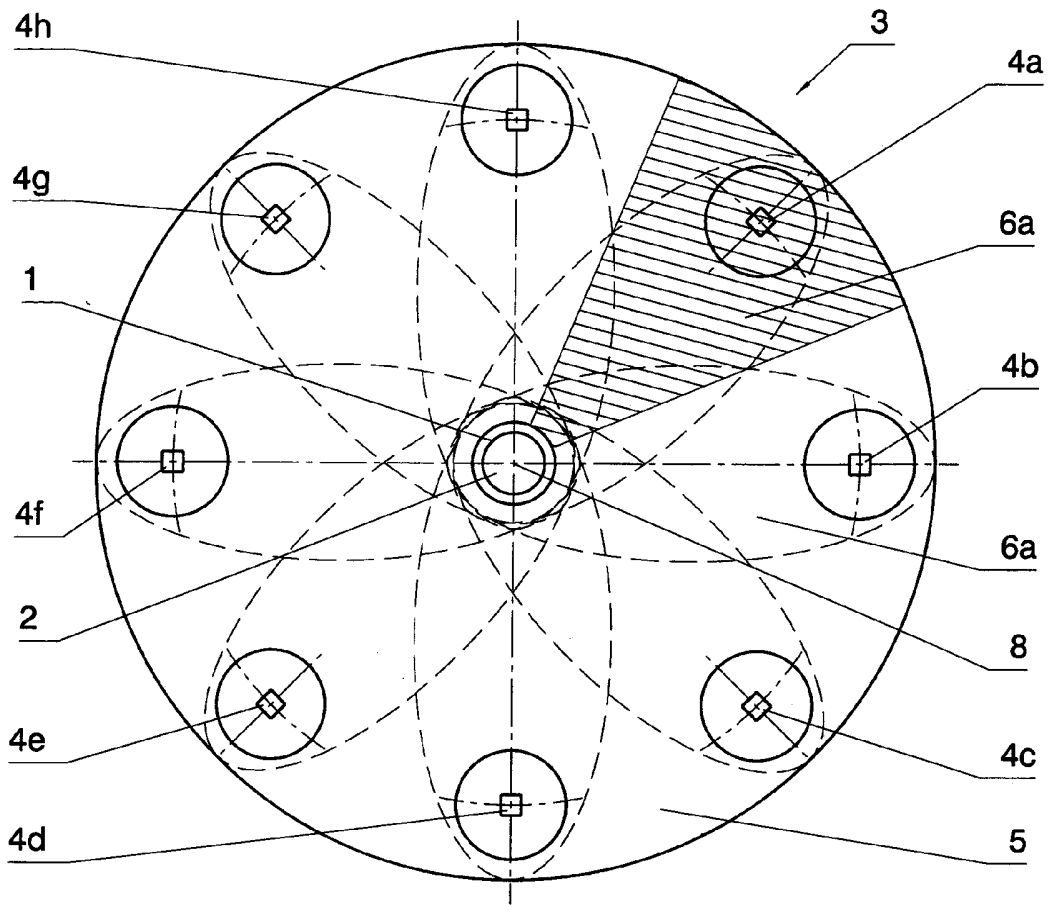


Fig.1

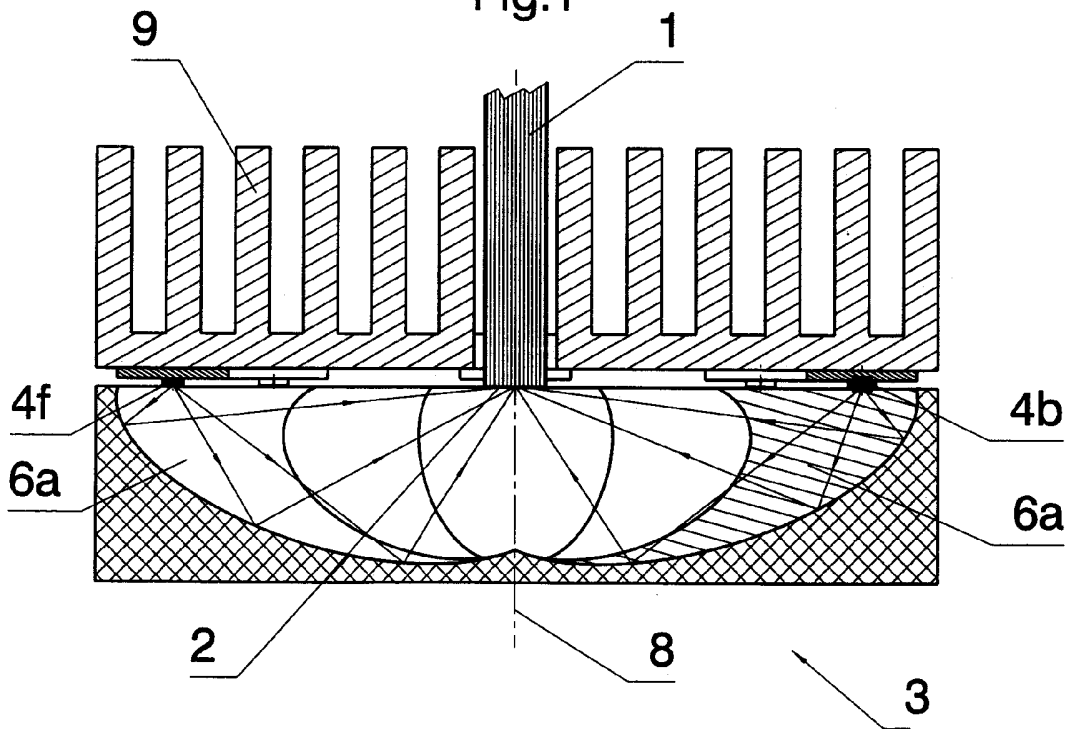


Fig.2

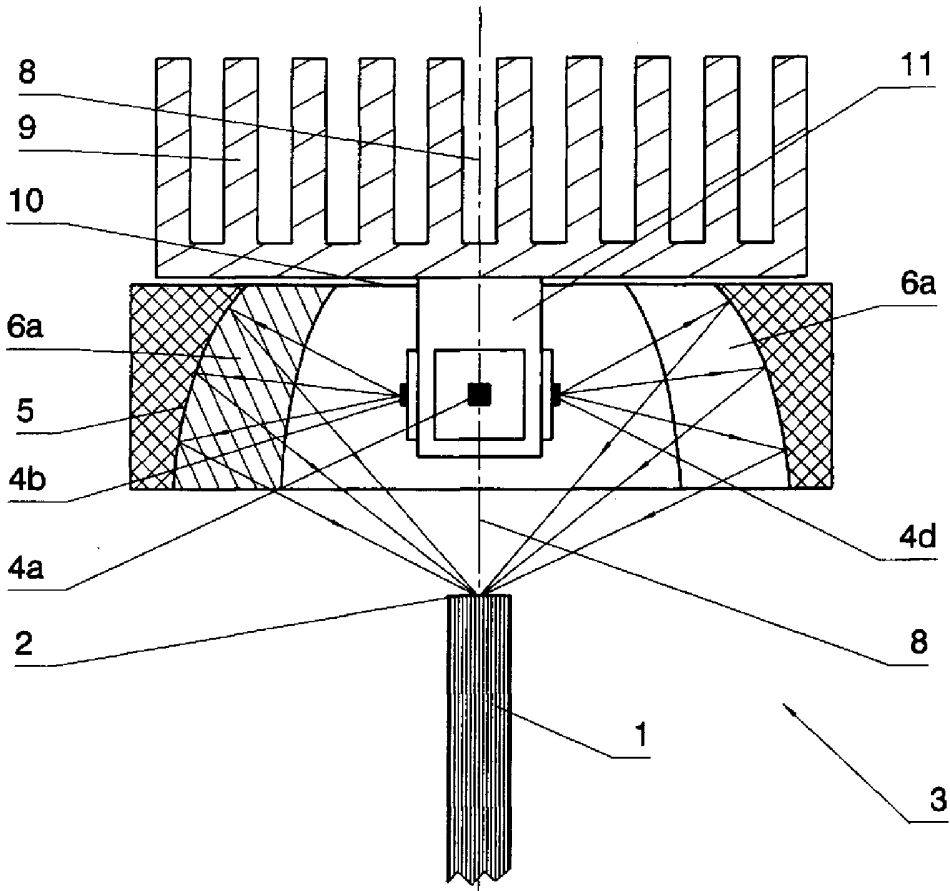


Fig.3

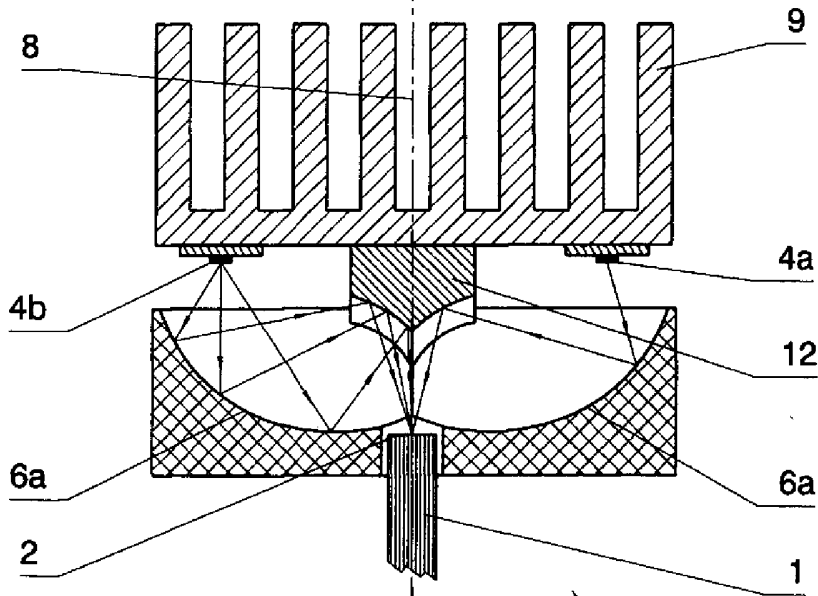


Fig.4

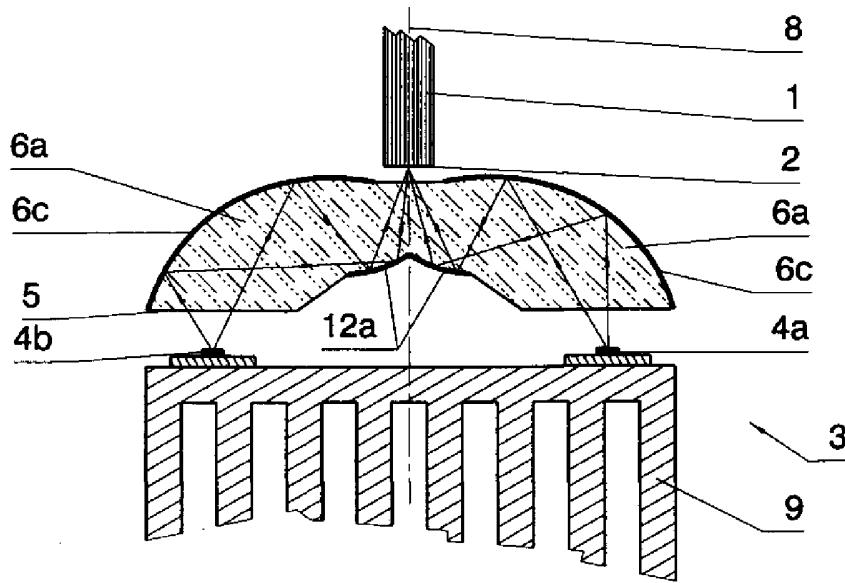


Fig.5

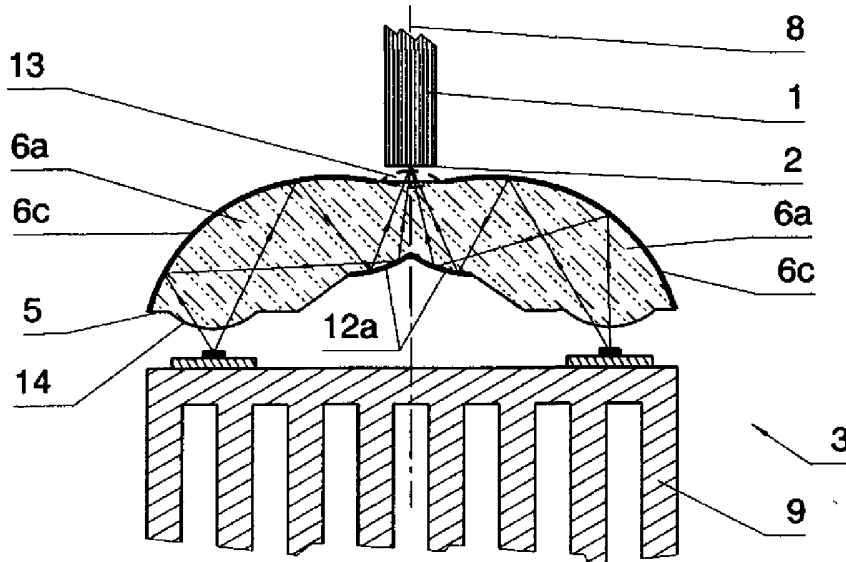


Fig.6

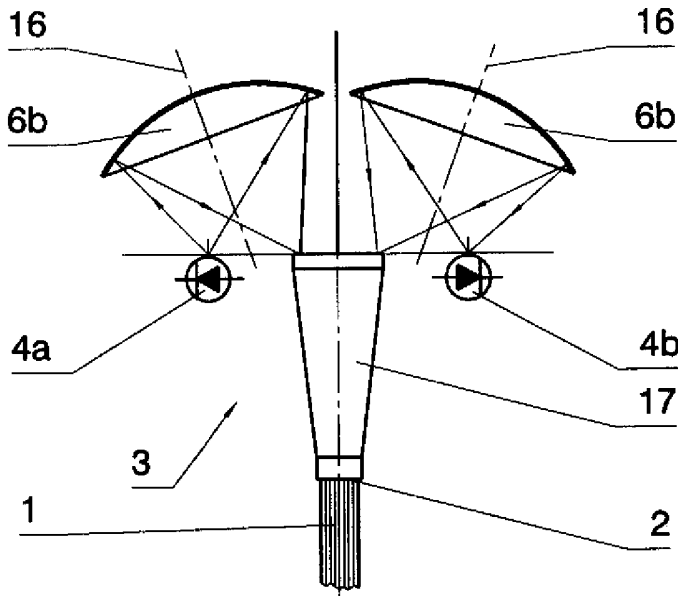


Fig.7

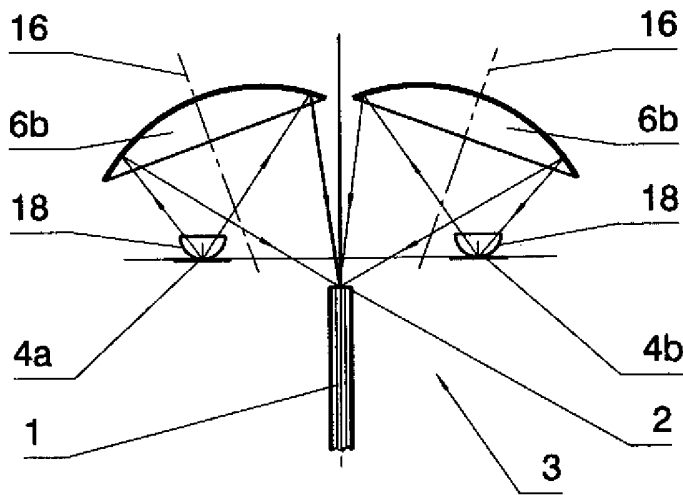


Fig.8

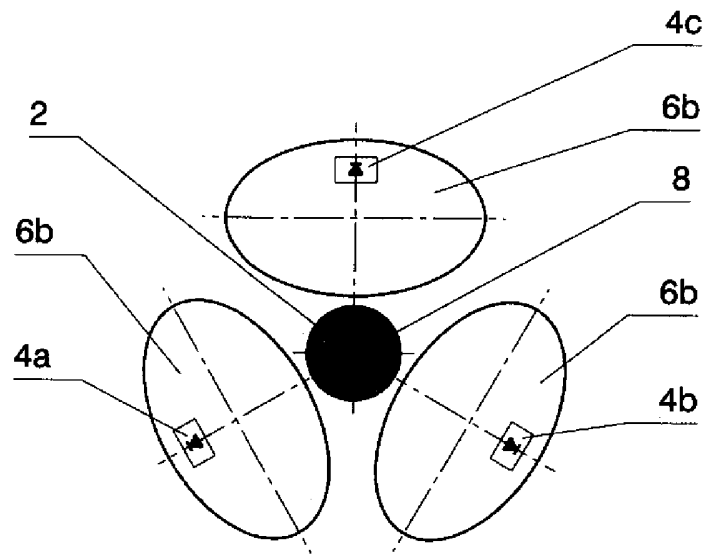


Fig.9

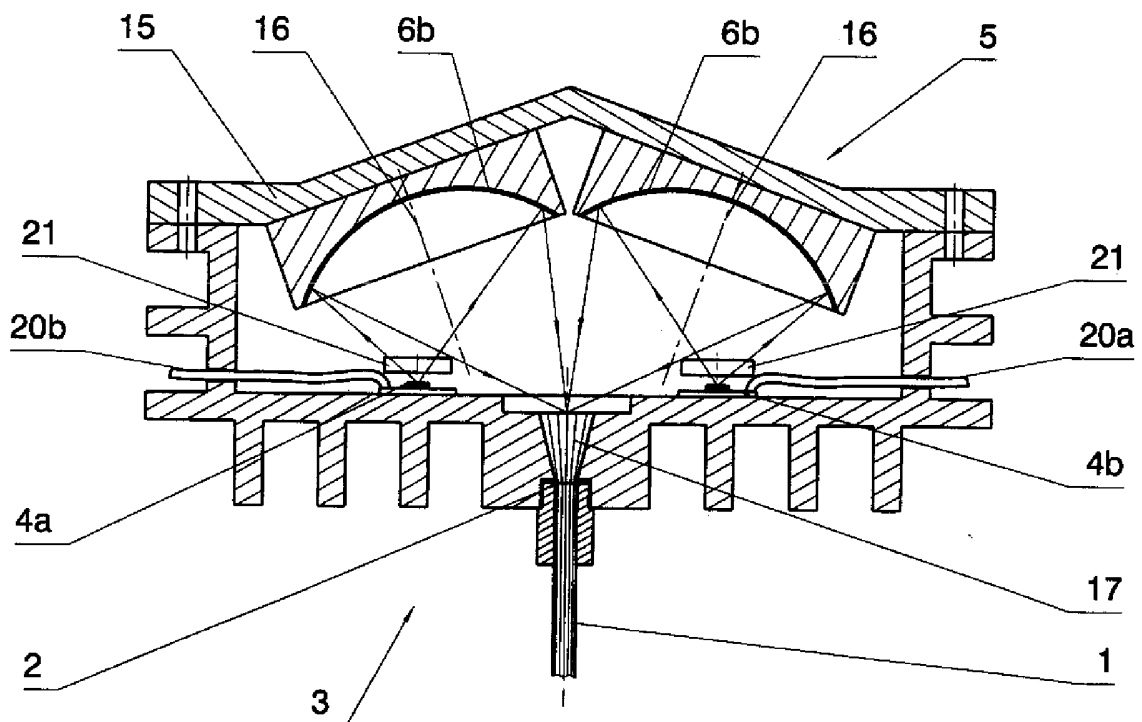


Fig.10