

(19)



(11)

EP 3 056 800 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(51) Int Cl.:
F21S 8/10 ^(2006.01) **F21V 14/06** ^(2006.01)
F21Y 115/30 ^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **16000183.0**

(22) Anmeldetag: **27.01.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
 PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

(72) Erfinder: **Tontsch, Friedrich-Uwe**
DE - 85051 Ingolstadt (DE)

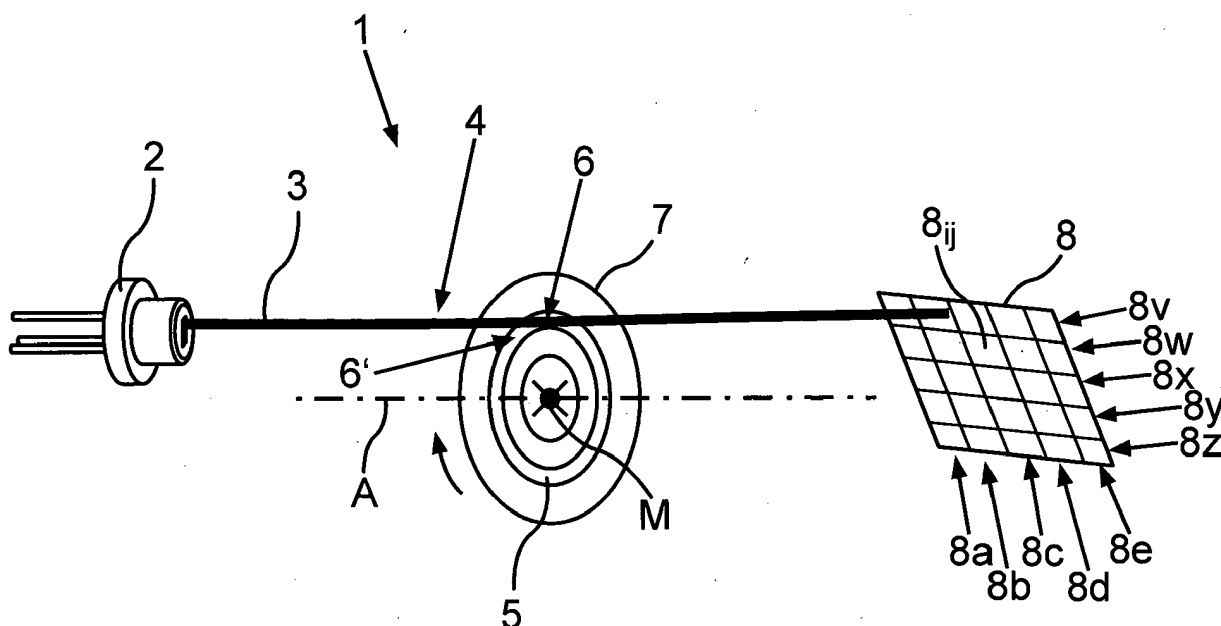
(74) Vertreter: **Thielmann, Frank**
AUDI AG
Patentabteilung
85045 Ingolstadt (DE)

(30) Priorität: **10.02.2015 DE 102015001693**

(54) BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

(57) Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Laserlichtquelle (2, 2a-2l) zum Ausstrahlen eines Laserlichtstrahls (3, 3a-3l) und einem diffraktiven optischen Element (5, 5a-5f), von welchem zumindest ein Teilbereich (5_{ij}, 6, 6') in einem Strahlgang (4, 4a-4l) des Laserlichtstrahls (3, 3a-3l) angeordnet ist, wobei das diffraktive optische Element (5, 5a-5f) gegenüber der Laserlichtquelle (2, 2a-2l)

um eine Rotationsachse (A) drehbar angeordnet ist, so dass unterschiedliche Teilbereiche (5_{ij}, 6, 6') des diffraktiven optischen Elements (5, 5a-5f) mit jeweils verschiedenen optischen Eigenschaften durch eine Rotation um die Rotationsachse (A) in den Strahlgang (4, 4a-4l) drehbar sind, um mit geringem mechanischen und elektronischen Aufwand eine flexible Beleuchtung zu erreichen.

**Fig.1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einer Laserlichtquelle zum Ausstrahlen eines Laserlichtstrahls und mit einem diffraktiven optischen Element, von welchem zumindest ein Teilbereich in einem Strahlengang des Laserlichtstrahls angeordnet ist.

[0002] Im Automobilbereich finden Laserlichtquellen für Scheinwerfer mehr und mehr Verwendung. Hierbei können ein oder mehrere Laserlichtstrahlen über ein Ablenkensystem in eine Umgebung eines Kraftfahrzeugs gelenkt werden, um diese auszuleuchten. Alternativ können der oder die Laserlichtstrahlen auch auf ein Konverterelement, einen "Phosphor", gelenkt werden, welches so zur Abstrahlung eines die Umgebung des Kraftfahrzeugs ausleuchtenden Lichtes in einer von der Farbe des Laserlichtstrahls verschiedenen Farbe angeregt wird. Für das Ablenken der Laserstrahlen kommen hier im Allgemeinen Mikrospiegelsysteme oder elektro- beziehungsweise akustooptische Kristalle oder Modulatoren zum Einsatz. Es gibt jedoch auch andere Ansätze zum Handhaben von Laserlichtstrahlen in Beleuchtungseinrichtungen eines Kraftfahrzeugs. So können auch diffraktive optische Elemente, welche über Wellenbeugung einen optischen Effekt erzeugen mit einer Laserlichtquelle zum Einsatz kommen.

[0003] So offenbart beispielsweise die DE 103 33 370 A1 eine Beleuchtungseinrichtung für ein Automobil, mit einer Lichtquelle und einer Linse. Dabei weist die Linse auf einer ihrer Flächen eine diffraktive Struktur auf. Als Lichtquelle wird hier eine Laserlichtquelle vorgeschlagen.

[0004] Die FR 3 009 061 A1 beschreibt ein Beleuchtungs- und/oder Signalsystem mit einer verbesserten Formung von Streustrahlung. Dort wird ein von einer primären Lichtquelle ausgesendeter Lichtstrahl auf ein scheibenförmiges optisches Element gelenkt, welches zumindest einen holografischen Bereich aufweist. Dieses optische Element kann weiterhin Prismen zur Beeinflussung von Streustrahlung aufweisen und ist zudem bewegbar.

[0005] Aus der WO 2010/058323 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung bekannt, bei der von einer Lichtquelle ausgesendetes Licht von einem optischen Element auf ein schirmartiges Element gelenkt wird, wobei letzteres zumindest eine physikalische Eigenschaft wie etwa die Farbe oder Polarisation des durchtretenden Lichtes beeinflusst.

[0006] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Beleuchtungseinrichtung bereitzustellen, mittels welcher mit geringem mechanischen und elektronischen Aufwand eine flexible Beleuchtung erreicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0008] Eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrich-

tung für ein Kraftfahrzeug weist mehrere Laserlichtquellen zum Ausstrahlen von Laserlichtstrahlen und ein diffraktives optisches Element, von welchem zeitgleich mehrere Teilbereiche in jeweiligen Strahlgängen der Laserlichtstrahlen angeordnet sind, auf. Bei der Beleuchtungseinrichtung kann es sich insbesondere um eine Scheinwerfereinrichtung handeln. Zum Erzielen einer flexiblen Beleuchtungseinrichtung mit einem geringen mechanischen und elektronischen Aufwand ist dabei unter anderem vorgesehen, dass das diffraktive optische Element gegenüber der Laserlichtquelle um eine Rotationsachse drehbar angeordnet ist. Somit sind unterschiedliche Teilbereiche des diffraktiven optischen Elements, welche jeweils verschiedene optische Eigenschaften aufweisen, durch eine Rotation um die Rotationsachse in die Strahlgänge drehbar. Es können somit jeweils durch die unterschiedlichen Teilbereiche die Laserlichtstrahlen unterschiedlich beeinflusst werden, also insbesondere abgelenkt und/oder in ihren Intensitätsprofilen angepasst werden. Das hat den Vorteil, dass eine flexible Beleuchtung erreicht ist, deren Eigenschaften über ein Rotieren oder Drehen des diffraktiven optischen Elements einstellbar sind.

[0009] Es können somit unterschiedliche Teilbereiche des diffraktiven optischen Elements gleichzeitig durch je eine der unterschiedlichen Laserlichtquellen beleuchtet werden. Das hat den Vorteil, dass bei der Verwendung von mehreren Laserdioden, welche zum Erreichen einer vorbestimmten Lichtleistung oder Intensität eines Beleuchtungs- oder Scheinwerferlichtes im Stand der Technik erforderlich sind, zum Erreichen dieser vorbestimmten Lichtleistung kein Kombinieren der einzelnen Laserstrahlen ("beam combining") erforderlich ist. Entsprechend können die sonst erforderlichen diesbezüglichen Bauteile hier eingespart werden. Überdies konzentriert sich so weniger Leistung auf einen Punkt, was hitze- und sicherheitstechnisch vorteilhaft ist. In einem Betrieb mit einer kontinuierlichen Rotation des optischen Elementes wird so auch bei gleichbleibender Drehzahl die Frequenz, in welcher ein bestimmter Teilbereich des diffraktiven optischen Elements bestrahlt wird, erhöht. Dies kann für eine verbesserte Lichtqualität, beispielsweise ein vermindertes Flimmern, genutzt werden. Sind den unterschiedlichen Teilbereichen wie im vorherigen Absatz definiert unterschiedliche Ablenkwinkel zugeordnet, so kann über die Verwendung mehrerer Laserlichtstrahlen auch Einfluss auf die räumliche Verteilung des Lichtschwerpunktes und somit eine Verformung einer resultierenden Lichtverteilung genommen werden.

[0010] Die folgenden Ausführungen für einen einzigen Laserlichtstrahl können entsprechend für alle von den mehreren Laserlichtquellen ausgesendeten Laserlichtstrahlen gelten.

[0011] Über die spezifische Ausgestaltung des diffraktiven optischen Elements kann der Laserlichtstrahl nahezu beliebig in seiner Intensitätsverteilung angepasst und/oder abgelenkt werden. Insbesondere ist es so möglich, dass die Intensitätsverteilung im Laserlichtstrahl,

das "Strahlprofil", selber nicht mehr einer üblichen Gauß-Verteilung folgt, sondern einer vorbestimmten Verteilung, beispielsweise einer sogenannten "TopHat" Intensitätsverteilung, bei welcher innerhalb eines vorbestimmten, flächigen Bereichs der Laserlichtstrahl gleichmäßig eine Maximalintensität erreicht, welche durch einen scharfen, nahezu abrupten Übergang zu einer Nullintensität begrenzt wird. Derartige Intensitätsverteilungen oder Strahlprofile können auch als "circular flat-top beam" mit kreisförmigen flächigem Bereich, "linear flat-top beam" mit linien- oder rechteckförmigen flächigem Bereich oder "square flat-top beam" mit quadratischem flächigem Bereich ausgeführt sein. Das hat den Vorteil, dass sich damit eine Umgebung der Beleuchtungseinrichtung besonders präzise und genau beleuchten lässt, beispielsweise über ein hochgenaues Bestrahlen der bekannten Konverterelemente ("Phosphore") zur Wellenlängenkonversion von Lichtstrahlen oder auch direkt über den Laserlichtstrahl selber. Überdies kann eine von dem Laserlichtstrahl beleuchtete Fläche ("Spot") oder ein beleuchteter Flächen- oder Raumbereich so auf einfache Weise sehr homogen ausgeleuchtet oder bestrahlt werden.

[0012] Über die spezifische Ausgestaltung des diffraktiven optischen Elements beziehungsweise der unterschiedlichen Teilbereiche, lässt sich unabhängig von anderen optischen Eigenschaften auch eine Strahlaufweitung oder eine Strahlteilung realisieren. Das hat den Vorteil, das so unterschiedlich große Flächen, sogenannte "Spots", homogen durch den Laserlichtstrahl beleuchtet werden können.

[0013] Es lässt sich so beispielsweise auch ein intensitätsschwacher Nebenstrahl, beispielsweise zur Strahlmessung, insbesondere für ein Sicherheitskonzept, erzeugen. Auch ein Glätten eines Strahlquerschnitts ist damit zu erzielen sowie eine Vielzahl von symmetrischen beziehungsweise asymmetrischen Strahlprofilen der Intensität des Laserstrahls.

[0014] Von besonderer Bedeutung ist, dass der Laserlichtstrahl durch die unterschiedlichen optischen Eigenschaften der unterschiedlichen Teilbereiche in unterschiedliche Raumbereiche abgelenkt werden kann. Dadurch können durch den Laserlichtstrahl vorgebbare Flächenbereiche, welche in Ihrer Größe den Durchmesser des Laserlichtstrahls übertreffen, beleuchtet und abgefahren oder abgerastert werden. Dabei kann es sich beispielsweise um Flächenbereiche auf einem Konverterelement oder auch um Flächenbereiche in einer Umgebung der Beleuchtungseinrichtung, insbesondere eine Straße, handeln.

[0015] Diese zu erzielenden Eigenschaften sind dabei kombinierbar und vorab durch die spezifische Ausgestaltung des optischen Elementes bestimmbar. Damit erfordern sie keine elektronisch oder mechanisch komplexen Aufbauten. Dies ermöglicht auch einen hohen Grad an Kompaktheit bei einer gleichzeitig sehr großen Genauigkeit. Insgesamt wird so eine große Flexibilität der Beleuchtung erreicht.

[0016] Das diffraktive optische Element kann dabei sowohl als transmissives System, beispielsweise als Glas- oder Kunststoffbauteil ausgeführt sein, als auch als ein reflektives System, beispielsweise in Form einer strukturieren Metallplatte. Insbesondere kann das diffraktive optische Element als ein Band auf einem Träger realisiert sein, der beispielsweise als um die Rotationsachse drehbare Scheibe ausgeführt ist. Damit eignet sich der Ansatz für eine Vielzahl von Bauraumgeometrien.

[0017] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass das diffraktive optische Element ringförmig ist und die Rotationsachse durch den Mittelpunkt des von dem ringförmigen diffraktiven optischen Elements gebildeten Ringes verläuft. Das diffraktive optische Element kann somit einen Ring bilden oder die Form eines Ringes aufweisen. Das hat den Vorteil, dass eine Vielzahl von unterschiedlichen Teilbereichen des diffraktiven optischen Elements nacheinander in den Strahlengang eingebracht werden kann und so auf einfache Weise, nämlich durch ein einfaches Drehen des diffraktiven optischen Elements um die Rotationsachse, der Laserlichtstrahl gemäß den optischen Eigenschaften der unterschiedlichen Teilbereiche modifiziert wird.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das diffraktive optische Element im Betrieb der Beleuchtungseinrichtung durch einen Antrieb kontinuierlich und insbesondere gleichmäßig gedreht wird. Insbesondere kann dies einer Geschwindigkeit von mehr als 50 Umdrehungen/Sekunde erfolgen, bevorzugt mit einer Geschwindigkeit von zwischen 100 und 200 Umdrehungen/Sekunde. Die genannten Zahlen gelten insbesondere für eine Ausführung mit einer Laserlichtquelle und/oder einem Laserlichtstrahl, in dessen Strahlengang ein Teilbereich des diffraktiven optischen Elements angeordnet ist. Sind mehrere Laserlichtquellen und/oder solche Laserlichtstrahlen vorhanden, so können insbesondere die Zahlen um einen entsprechenden Faktor reduziert werden. Dies gilt, wenn die entsprechenden Laserlichtstrahlen identische Raum- oder Flächenbereiche abfahren oder abtasten. Wird beispielsweise der identische Flächenbereich von vier Laserlichtstrahlen abgefahren, so kann die Geschwindigkeit um den Faktor vier reduziert werden, muss also nur noch mehr als 12,5 Umdrehungen/Sekunde haben und liegt bevorzugt zwischen 25 und 50 Umdrehungen/Sekunde. Das hat den Vorteil, dass so auf mechanisch und elektronisch auf besonders einfache Weise ein periodisches Beugen des Laserlichtstrahles erfolgt. Somit wird der Laserlichtstrahl periodisch gemäß den optischen Eigenschaften der Teilbereiche modifiziert. Bei einer Mindestgeschwindigkeit von 50 Umdrehungen/Sekunde lässt sich hier besonders leicht ein für den menschlichen Betrachter nicht wahrnehmbares periodisches Wiederholen erzeugen. Besonders ist hier eine Geschwindigkeit zwischen 100 und 200 Umdrehungen/Sekunde geeignet, da somit auch die mechanische Belastung der zugehörigen Bauteile begrenzt ist.

[0019] In einer besonders bevorzugten Ausführungs-

form ist vorgesehen, dass in den unterschiedlichen Teilbereichen des diffraktiven optischen Elements der auftreffende Laserlichtstrahl jeweils in einem unterschiedlichen Winkel abgelenkt wird, der für den jeweiligen Teilbereich spezifisch ist. Der Winkel kann hier relativ zu dem Strahlengang des Laserlichtstrahls zwischen Laserlichtquelle und diffraktivem optischen Element definiert sein. Somit ist mittels des diffraktiven optischen Elements ein Raumbereich, der durch die unterschiedlichen Winkel bestimmt ist, durch den Laserlichtstrahl abfahrbar. Es kann also durch einen ersten Teilbereich des diffraktiven optischen Elements der auftreffende Laserlichtstrahl in einem ersten Winkel abgelenkt werden und in einem zweiten, von dem ersten unterschiedlichen Teilbereich der Laserlichtstrahl in einem zweiten, von dem ersten unterschiedlichen Winkel abgelenkt werden. So lässt sich nach Art einer Braunschen Röhre oder nach Art bekannte laserbasierten Scheinwerfer ein Raumbereich durch den Laserstrahl abtasten oder beleuchten. Das hat den Vorteil, dass der Raumbereich auf kompakte und bauteilarme Weise durch den Laserstrahl abfahrbar ist. Im Gegensatz zu den bekannten Mikrospeiegelsystemen sind hier auch in den Randbereichen des abgefahrenen Raumbereichs keine längeren Aufenthaltszeiten des Laserstrahles gegeben. Dies führt in einem Kraftfahrzeug zu einem erwünschten Leuchtbild, da so eine unverhältnismäßige oder überproportionale Helligkeit in den Randbereichen der Lichtverteilung vermieden wird. Überdies ist so die Notwendigkeit für jede Achse im Raum einen Spiegel oder eine Ablenkeinheit bereitzustellen, wie es im Stand der Technik der Fall ist, entfallen. Die Problematik der Strahlablenkung wird hier durch ein einteiliges System mit einem einzigen Betriebsparameter, nämlich der Rotationsgeschwindigkeit des diffraktiven optischen Elements gegeben. Der mechanische und elektronische Aufwand ist also minimiert.

[0020] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Beleuchtungseinrichtung mehrere konzentrische ringförmige diffraktive optische Elemente, welche als Bänder bezeichnet werden können, aufweist und dabei mehrere jeweils einen Laserlichtstrahl ausstrahlende Laserlichtquellen umfasst. Dabei ist von jedem ringförmigen diffraktiven optischen Element ein Teilbereich in dem Strahlengang eines der Laserlichtstrahlen angeordnet. Insbesondere sind die konzentrischen ringförmigen diffraktiven optischen Elemente dabei auf einem gemeinsamen Träger angeordnet. Der Träger kann als drehbare Scheibe ausgeführt sein. Da die Beugung der Laserlichtstrahlen in den unterschiedlichen optischen Teilbereichen der diffraktiven optischen Elemente unabhängig voneinander ist, können die unterschiedlichen diffraktiven optischen Elemente beziehungsweise deren Teilbereiche frei den gewünschten optischen Effekten zugeordnet werden. Diese unterschiedlichen Effekte können über ein An- und Abschalten der zugeordneten Laserlichtquellen dann an- oder abgeschaltet werden. Das hat den Vorteil, dass im Vergleich zu einer Ausführungsform mit einem einzigen diffraktiven optischen

Element eine kompaktere Bauform beziehungsweise ein geringerer Maximaldurchmesser des oder der drehbaren diffraktiven optischen Elemente beziehungsweise des gemeinsamen Trägers erreicht wird. Überdies kann so auch ein ansonsten gegebenenfalls erforderlicher Strahlkombinierer eingespart werden. Über das An- und Abschalten der den Laserlichtquellen zugeordneten optischen Effekte ist auch eine erhöhte Flexibilität der Beleuchtung erzielt.

[0021] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist hier vorgesehen, dass mittels der unterschiedlichen diffraktiven optischen Elemente durch die zugeordneten unterschiedlichen Laserlichtstrahlen unterschiedliche Raumbereiche abfahrbar sind. Es können somit unterschiedliche Lichtfunktionen durch die unterschiedlichen diffraktiven optischen Elemente beziehungsweise deren zugeordnete Laserlichtquellen realisiert werden. So kann beispielsweise ein erster Laserlichtstrahl, welcher durch ein erstes diffraktives optisches Element abgelenkt wird, einen Raumbereich abfahren, der einem Abblendlicht entspricht. Ein zweiter Laserlichtstrahl kann dann beispielsweise über ein zweites diffraktives optisches Element genau den Raumbereich abfahren, welcher zusätzlich zum Abblendlicht für ein Fernlicht auszu-leuchten ist. Die Raumbereiche können hier einem Konverterelement oder einer Umgebung der Beleuchtungseinrichtung zugeordnet sein. Damit kann die Beleuchtungseinrichtung auf äußerst einfache Weise zwischen unterschiedlichen Lichtfunktionen hin- und herschalten, nämlich einfach indem die entsprechende Laserlichtquelle ab- oder angeschaltet wird. Eine mechanische Ansteuerung unterschiedlicher Komponenten oder dergleichen ist hingegen nicht erforderlich.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Beleuchtungseinrichtung ein Konverterelement oder mehrere Konverterelemente, einen oder mehrerer der sogenannten "Phosphore", aufweist, zum Konvertieren einer Wellenlängenverteilung. Dabei ist diese Konverterelement oder sind Konverterelemente im Strahlengang der Laserlichtstrahlen nach dem diffraktiven optischen Element angeordnet. Das hat den Vorteil, dass der Laserlichtstrahl nach Art bekannter Laserscheinwerfer in ein sogenanntes "Weißlicht" mit hohem Gelbanteil zur Beleuchtung einer Umgebung der Beleuchtungseinrichtung konvertiert wird und somit ein für den menschlichen Betrachter angenehmes Licht zum Beleuchten einer Umgebung der Beleuchtungseinrichtung entsteht. Gerade hier ist die Verwendung des drehbaren diffraktiven optischen Elements besonders vorteilhaft, da eine komplexe mechanische und elektronische Ansteuerung in einem Ablenssystem für dynamische Laserlichtanwendungen ersetzt werden kann.

[0023] Überdies kann so auf einfache Art und Weise die Wärmeverteilung auf den Phosphor, welche im Stand der Technik grundsätzlich problematisch ist, verbessert werden, da sich das beschriebene System für eine Anwendung ohne eine zusätzliche Einrichtung zum Strahlkombinieren ("beam combining") eignet. Hier treffen

nämlich bevorzugt statt eines einzigen Laserlichtstrahls mit hoher Intensität an einer Stelle mehrere Laserlichtstrahlen geringerer Intensität an mehreren Stellen auf den Phosphor und regen diesen dort zum Leuchten an. Entsprechend ist dann auch die Gefahr einer lokalen Überhitzung und gegebenenfalls Beschädigung des Phosphors verringert.

[0024] Auf äußerst einfache Art und Weise kann so auch die Helligkeit und Auflösung der Lichtverteilung auf dem Konverterelement eingestellt werden. So kann eine lokale Helligkeit erhöht werden, indem beispielsweise benachbarte Teilbereiche eines diffraktiven optischen Elements ähnliche Eigenschaften aufweisen und beispielsweise einen Laserlichtstrahl auf fast den gleichen Bereich auf den Phosphor ablenken. Der Effekt ist, dass der Laserlichtstrahl langsamer über den Phosphor wandelt und an dieser Stelle die Intensität des von der Konvertereinheit abgestrahlten Lichtes höher ist. Es können auch die Teilbereiche unterschiedlicher diffraktiver optischer Elemente Laserlichtstrahlen auf gleiche oder fast gleiche Bereiche des Phosphors lenken. Die lokale Helligkeit kann dann über ein An- und Abschalten der zugeordneten Laserlichtquellen erhöht und verringert werden. Gleichzeitig oder alternativ kann die Auflösung des auf dem Phosphor leuchtenden Bereiches erhöht werden, beispielsweise indem benachbarte Teilbereiche des diffraktiven optischen Elements einen Laserlichtstrahl auf jeweils kleinere Segmente des Phosphors ablenken. Der Phosphor kann somit durch ein optimierte Strahlfokussierung/-aufweitung besonders effizient genutzt werden.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist hier vorgesehen, dass das eine Konverterelement oder die mehreren Konverterelemente jeweils zumindest teilweise in den unterschiedlichen Raumbereichen, welche mittels des diffraktiven optischen Elements oder der diffraktiven optischen Elemente durch der Laserlichtstrahl oder die Laserlichtstrahlen abgefahren werden, angeordnet sind. Es ist somit ein Konverterelement oder die mehreren Konverterelemente jeweils zumindest teilweise mittels unterschiedlicher diffraktiver optischer Elemente durch unterschiedliche Laserlichtstrahlen beleuchtbar. Entsprechend können den unterschiedlichen Raumbereichen ähnlich dem oben beschriebenen Zusammenhang unterschiedliche Lichtfunktionen zugeordnet werden. Bei der Verwendung von mehreren Konverterelementen ergibt sich hier der Vorteil, dass kleinere Sekundärlinsen verwendet werden können, so dass Bauraum eingespart werden kann und dieser flexibler genutzt werden kann. Dies gibt auch mehr Möglichkeiten für das Design.

[0026] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass an dem diffraktiven optischen Element oder an einem Träger eines diffraktiven optischen Elements eine Referenzmarkierung angeordnet ist. Bei der Referenzmarkierung kann es sich beispielsweise um einen nicht-rotationssymmetrische Markierung, insbesondere in Form eines elliptischen Rings um die Rotationsachse handeln. Die nicht-rotationssymme-

trische Markierung kann auch eine rotationssymmetrische Form, jedoch nicht-rotationssymmetrische Eigenschaften aufweisen, beispielsweise winkelh abhängige Transparenz- oder Reflexionseigenschaften. Es kann sich auch um eine rotationssymmetrische Markierung wie beispielsweise einen Schleifring handeln. Es kann sich auch um einen einzelnen Teilbereich des diffraktiven optischen Elements handeln, welcher den Laserlichtstrahl auf einen Sensor oder eine Messvorrichtung lenkt, welcher sonst nicht von dem Laserlichtstrahl beleuchtet wird. Diese Messvorrichtung kann insbesondere für ein Sicherheitskonzept nutzbar sein. Damit lässt sich der Rotationswinkel des diffraktiven optischen Elements bestimmen. In Folge kann die Beleuchtungseinrichtung entsprechend justiert werden beziehungsweise eine Synchronisation der Rotation des diffraktiven optischen Elements mit den Laserlichtquellen erfolgen.

[0027] In einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass an dem diffraktiven optischen Element oder an einem Träger des diffraktiven optischen Elements ein Kühlflügel angeordnet ist. Bei dem Kühlflügel kann es sich hier insbesondere um einen oder mehrere Kühlflügel oder Ventilatorflügel handeln, welche für eine Luftumwälzung nach Art eines Ventilators sorgen. Das hat den Vorteil, dass die Luftumwälzung und damit die Kühlung in der Beleuchtungseinrichtung verbessert wird. Insbesondere die Gefahr eines Überhitzens des Phosphors wird damit verringert und/oder eine Kühlung der Laserlichtquellen gefördert.

[0028] Alle vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder aber in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind.

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung und

Fig. 2 eine beispielhafte Ausführungsform einer weiteren erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung.

[0030] In den Figuren werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0031] Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Beleuchtungseinrichtung. Die Beleuchtungsein-

richtung 1 umfasst dabei eine Laserlichtquelle 2, welche einen Laserlichtstrahl 3 ausstrahlt, wobei hier der Übersichtlichkeit halber nur eine Laserlichtquelle 2 beziehungsweise ein Laserlichtstrahl 3 dargestellt ist. In einem Strahlengang 4 des Laserlichtstrahls 3 ist hier ein diffraktives optisches Element 5 mit zumindest einem Teilbereich 6 angeordnet. Vorliegend ist das diffraktive optische Element 5 als ringförmiges Band ausgeführt, welches auf einem als Scheibe ausgeführten Träger 7 angeordnet ist. Der Träger 7 ist vorliegend um eine Rotationsachse A drehbar. Damit ist auch das hier als Band ausgeführte diffraktive optische Element 5, welches eine Ring um die Rotationsachse A bildet, um diese drehbar. Die Rotationsachse A verläuft dabei durch den Mittelpunkt M des von dem hier als Band ausgeführten diffraktiven optischen Element 5 gebildeten Ringes.

[0032] Im gezeigten Beispiel weist die Beleuchtungseinrichtung 1 auch ein Konverterelement 8, einen sogenannten Phosphor auf. Das Konverterelement 8 dient dabei zur Wellenlängenkonversion eines auf das Konverterelement 8 gestrahlten Laserlichts, beispielsweise auf Grund von fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Eigenschaften des Konverterelements 8. Zum erleichternden Verständnis ist das Konverterelement 8 in dieser Darstellung in Spalten 8a, 8b, 8c, 8d, 8e und Zeilen 8v, 8w, 8x, 8y, 8z unterteilt. Durch die Zeilen und Spalten wird das Konverterelement 8 vorliegend in Konvertersegmente 8_{ij} aufgeteilt, wobei beispielsweise das Konvertersegment 8_{av} , das Segment des Konverterelements 8 beschreibt, welches in der Spalte 8a und Zeile 8v liegt. Die Anzahl der Spalten und Zeilen hat hier rein beispielhaften Charakter. Überdies muss das Konverterelement 8 nicht tatsächlich in Spalten und Zeilen mit resultierenden Konvertersegmenten 8_{ij} aufgeteilt sein. Vielmehr kann es sich bei dem Konverterelement 8 auch um ein homogen ausgeführtes Konverterelement 8 handeln, welches beispielsweise virtuell in Konvertersegmenten 8_{ij} aufgeteilt ist, die dann von dem Laserlichtstrahl 3 abgefahren werden.

[0033] Im gezeigten Beispiel ist das Konverterelement hinter dem diffraktiven optischen Element 5 beziehungsweise dem Träger 7 angeordnet, da im vorliegenden Beispiel das diffraktive optische Element 5 transmissive Eigenschaften aufweist. Der Laserlichtstrahl 3 dringt somit durch das diffraktive optische Element 5 hindurch und wird durch dieses in einer vorbestimmten Weise auf das Konverterelement 8 bzw. die jeweiligen Konvertersegmente 8_{ij} gelenkt. Ist das diffraktive optische Element 5 beispielsweise nicht mit transmissiven sondern mit reflektiven Eigenschaften ausgeführt, so wird das Konverterelement 8 in dem Strahlengang 4 weiterhin nach dem diffraktiven optischen Element 5 angeordnet sein, jedoch geometrisch dann auf der im Vergleich zur dargestellten Ausführungsform anderen Seite des diffraktiven optischen Elements 5.

[0034] In Betrieb der Beleuchtungseinrichtung 1 strahlt nun zum dargestellten Zeitpunkt die Laserlichtquelle 2 den Laserstrahl 3 auf den Teilbereich 6 des diffraktiven

optischen Elements 5. Der Teilbereich 6 des diffraktiven optischen Elements 5 ist im gezeigten Beispiel so ausgestaltet, dass er den Laserlichtstrahl 3 ablenkt, und zwar in der Darstellung genau auf das Konvertersegment 8_{av} des Konverterelements 8. Dieses wird damit hier zum Emittieren einer Weißlichtstrahlung angeregt. Da das diffraktive optische Element 5 auf dem Träger 7 im Betrieb vorliegend kontinuierlich und bevorzugt mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit in Pfeilrichtung gedreht wird, wird als nächstes ein anderer Teilbereich 6' mit von vom ersten Teilbereich 6 unterschiedlichen optischen Eigenschaften in den Strahlengang 4 gedreht. Im gezeigten Beispiel ist der weitere Teilbereich 6' derart konfiguriert, dass eine Ablenkung des Laserlichtstrahls 3 auf das Konvertersegment 8_{bv} , welches hier benachbart zu dem ersten Konvertersegment 8_{av} angeordnet ist, ablenkt. In diesem Sinne erfolgt die Ablenkung des Laserlichtstrahls 3 auch durch weitere, hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellte Teilbereiche. Der Laserlichtstrahl 3 bewegt sich also auf Grund der Rotation des diffraktiven optischen Elements 5 in Pfeilrichtung auf dem Konverterelement 8 ebenfalls in Pfeilrichtung und fährt das Konverterelement 8 damit vorliegend zeilenweise ab. Über eine Reihe von unterschiedlichen Teilbereichen 6, 6' auf dem diffraktiven optischen Element 5, kann somit das gesamte Konverterelement 8 mit dem Laserlichtstrahl 3 abgefahren und zum Leuchten angeregt werden. In einer alternativen Ausführungsform kann beispielsweise auch auf das Konverterelement 8 verzichtet werden und statt dessen direkt eine Umgebung der Beleuchtungseinrichtung 1 durch den Laserlichtstrahl 3 abgefahren und somit beleuchtet werden.

[0035] Fig. 2 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Beleuchtungseinrichtung. Die Beleuchtungseinrichtung 1 umfasst hier eine Vielzahl von, vorliegend zwölf, Laserlichtquellen 2a bis 2l, welche jeweilige Laserlichtstrahlen 3a bis 3l ausstrahlen. Die Beleuchtungseinrichtung 1 umfasst auch mehrere, vorliegend sechs, diffraktive optische Elemente 5a bis 5f. Diese diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f sind vorliegend als ringartige Bänder auf dem als Scheibe ausgeführten Träger 7 angeordnet. Dabei sind die diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f als konzentrische Ringe um den Mittelpunkt M des Trägers 7 angeordnet. Durch den Mittelpunkt M verläuft auch die Rotationsachse A (Fig. 1). Die diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f sind im gezeigten Beispiel jeweils in eine Vielzahl von Teilbereichen 5_{ij} unterteilt, welche in diesem Beispiel jeweils verschiedene optische Eigenschaften aufweisen. Die Laserlichtquellen 2a bis 2l beziehungsweise deren zugehörige Strahlgänge 4a bis 4l und die Scheibe 7 beziehungsweise die auf der Scheibe 7 angeordneten diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f sind nun derart angeordnet, dass gleichzeitig jeweils unterschiedliche Teilbereiche 5_{ij} der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f durch die Laserlichtquellen 2a bis 2f bestrahlt werden. Im gezeigten Beispiel sind dabei jedem der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f zwei Laserlichtquellen 2a bis 2f zuge-

ordnet, das heißt zur gleichen Zeit werden jeweils zwei unterschiedliche Teilbereiche 5_{ij} oder Segmente eines jeweiligen diffraktiven optischen Elements 5a bis 5f durch die zwei dem jeweiligen diffraktiven optischen Element 5a bis 5f zugeordneten Laserlichtquellen 2a bis 2f bestrahlt. Entsprechend werden die durch die jeweiligen Teilbereiche 5_{ij} der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f reflektierten oder transmittierten, jedenfalls aber gebeugten und vorliegend abgelenkten Laserlichtstrahlen 3a bis 3f unabhängig voneinander abgelenkt und können so benutzt werden um beispielsweise ein Konverterelement 8, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, oder auch eine Umgebung der Beleuchtungseinrichtung 1 abzufahren oder zu beleuchten.

[0036] Da in Betrieb der Beleuchtungseinrichtung 1 der Träger 7 mit den diffraktiven optischen Elementen 5a bis 5f um den Mittelpunkt M der Scheibe gegenüber den stationären Laserlichtquellen 2a bis 2f rotiert wird, werden in aufeinanderfolgenden Zeitpunkten unterschiedliche Teilbereiche 5_{ij} der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f angestrahlt. Da die unterschiedlichen Teilbereiche 5_{ij} unterschiedliche optische Eigenschaften, vorliegend ein unterschiedliches Ablenkverhalten eines eingestrahnten Lichtes aufweisen, werden die resultierenden abgelenkten, also reflektierten oder transmittierten Laserlichtstrahlen 3a bis 3f sich im Raum bewegen und einen jeweiligen Raumbereich abfahren. Damit lässt sich beispielsweise realisieren, dass die jeweiligen Laserlichtstrahlen 3a bis 3f unterschiedliche Segmente 8a bis 8f (Fig. 1) eines Konverterelements 8 (Fig. 1) abfahren. Da ein solches Konverterelement 8 (Fig. 1) dann an vielen Stellen zugleich bestrahlt wird, wird eine entstehende Hitzeleistung räumlich verteilt und eine im Stand der Technik häufig auftretende Kühlproblematik verringert. Überdies ist so auch ein Kombinieren ("beam-combining") der unterschiedlichen Laserlichtstrahlen 3a bis 3f, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist, überflüssig. Die Verwendung einer Vielzahl von kostengünstigen Laserlichtquellen 2a bis 2f mit einer verhältnismäßig geringen Strahlleistung ist somit auch technisch vorteilhaft gegenüber der Verwendung weniger, allerdings teurer Hochleistungslaserlichtquellen.

[0037] Mittels der unterschiedlichen diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f können nun gezielt vorbestimmte Raumbereiche, beispielsweise besagte Segmente 8_{ij} des Konverterelements 8 (Fig. 1), abgefahren und beleuchtet werden. Somit können den unterschiedlichen diffraktiven optischen Elementen 5a bis 5f auch unterschiedliche Lichtfunktionen zugeordnet werden, beispielsweise indem Raumbereiche durch die Laserlichtstrahlen 2a bis 2f abgefahren werden, welche einer Fern- oder Abblendlichtfunktion entsprechen. Für ein Aktivieren beziehungsweise Deaktivieren der entsprechenden Lichtfunktion muss dann nur die entsprechende Laserlichtquelle 2a bis 2f beziehungsweise angeschaltet werden. Eine veränderte mechanische Ansteuerung von mechanischen Komponenten ist hingegen nicht erforderlich. Entsprechende Steuerkomponenten können

so günstig und langlebig ausgelegt sein.

[0038] Im gezeigten Beispiel ist auf dem scheibenförmigen Träger 7 auch eine Referenzmarkierung 9 angebracht. Diese ist vorliegend als elliptische optische Markierung ausgeführt, welche über einen optischen Sensor detektiert werden kann. Dadurch ist ein Rotationswinkel beziehungsweise die Position des Trägers 7 und damit der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f bestimmbar. Eine alternative Möglichkeit für solch eine Referenzmarkierung ist auch beispielsweise einen oder mehrere der Teilbereiche 5_{ij} nach den bekannten Gesetzen der Optik so zu gestalten, dass ein auftreffender Laserlichtstrahl beispielsweise nicht zu einem Konverterelement 8 (Fig. 1) oder einem sonstigen durch die Beleuchtungseinrichtung 1 zu beleuchtenden Raumbereich abgelenkt wird, sondern zu einem entsprechenden Detektor, welcher diesen Laserlichtstrahl dann detektiert. Auch dieses Signal kann dann ausgewertet und eine Position der diffraktiven optischen Elemente 5a bis 5f beziehungsweise des Trägers 7 bestimmt werden.

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, mit

- einer Laserlichtquelle (2, 2a-2f) zum Ausstrahlen eines Laserlichtstrahls (3, 3a-3f) und
- einem diffraktiven optischen Element (5, 5a-5f), von welchem zumindest ein Teilbereich (5_{ij} , 6, 6') in einem Strahlengang (4, 4a-4f) des Laserlichtstrahls (3, 3a-3f) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Beleuchtungseinrichtung (1) mehrere jeweils einen Laserlichtstrahl (3, 3a-3f) ausstrahlende Laserlichtquellen (2, 2a-2f) umfasst, wobei zeitgleich mehrere der Teilbereiche (5_{ij} , 6, 6') des diffraktiven optischen Elements (5, 5a-5f) in jeweiligen den Laserlichtquellen (2, 2a-2f) zugeordneten Strahlengängen (4, 4a-4f) angeordnet sind, und das diffraktive optische Element (5, 5a-5f) gegenüber den Laserlichtquellen (2, 2a-2f) um eine Rotationsachse (A) drehbar angeordnet und durch einen Antrieb kontinuierlich drehbar ist, sodass unterschiedliche Teilbereiche (5_{ij} , 6, 6') des diffraktiven optischen Elements (5, 5a-5f) mit jeweils verschiedenen optischen Eigenschaften durch eine Rotation um die Rotationsachse (A) in die Strahlengänge (4, 4a-4f) drehbar sind und durch die kontinuierliche Drehung des diffraktiven optischen Elements (5, 5a-5f) die Laserlichtstrahlen (3, 3a-3f) in unterschiedliche Raumbereiche, welche unterschiedlichen Lichtfunktionen entsprechen, ablenkbar und durch die Laserlichtstrahlen (3, 3a-3f) vorgebbare Flächenbereiche abstrahlbar sind.

2. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das diffraktive optische Element (5, 5a-5f) ringförmig
ist und die Rotationsachse (A) durch den Mittelpunkt
(M) des von dem ringförmigen diffraktiven optischen
Elements (5, 5a-5f) gebildeten Ringes verläuft. 5
3. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das diffraktive optische Element (5, 5a-5f) im Betrieb
der Beleuchtungseinrichtung (1) durch einen Antrieb
kontinuierlich drehbar ist, insbesondere mit mehr als
50 Umdrehungen pro Sekunde, bevorzugt mit zwi-
schen 100 und 200 Umdrehungen pro Sekunde. 10
4. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in den unterschiedlichen Teilbereichen (6, 6') des
diffraktiven optischen Elements (5, 5a-5f) der auf-
treffende Laserlichtstrahl (3, 3a-3l) jeweils in einem
unterschiedlichen Winkel abgelenkt wird, der für den
jeweiligen Teilbereich (5_{ij}, 6, 6') spezifisch ist, sodass
mittels des diffraktiven optischen Elements (5, 5a-
5f) ein Raumbereich durch den Laserlichtstrahl (3,
3a-3l) abfahrbar ist. 20 25
5. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Beleuchtungseinrichtung (1) mehrere konzentri-
sche ringförmige diffraktive optische Elemente (5,
5a-5f), welche insbesondere auf einem gemeinsa-
men Träger (7) angeordnet sind, und mehrere je-
weils einen Laserlichtstrahl (3, 3a-3l) ausstrahlende
Laserlichtquellen (2, 2a-2l) umfasst, wobei von je-
dem ringförmigen diffraktiven optischen Element (5,
5a-5f) ein Teilbereich (5_{ij}, 6, 6') in dem Strahlengang
(4, 4a-4l) eines der Laserlichtstrahlen (3, 3a-3l) an-
geordnet ist. 30 35 40
6. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 5 und 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels der unterschiedlichen diffraktiven optischen
Elemente (5, 5a-5f) durch die unterschiedlichen La-
serlichtstrahlen (3, 3a-3l) unterschiedliche Raumbereiche
abfahrbar sind. 45
7. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Beleuchtungseinrichtung (1) eine Konverterein-
heit (8) oder mehrere Konvertereinheiten (8) zum
Konvertieren einer Wellenlängenverteilung auf-
weist, welche im Strahlengang (4, 4a-4l) des Laser-
lichtstrahls (3, 3a-3l) nach dem diffraktiven optischen
Element (5, 5a-5f) angeordnet ist oder sind. 50 55
8. Beleuchtungseinrichtung (1) nach Anspruch 7 und 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die eine Konvertereinheit (8) oder die mehreren Kon-
vertereinheiten jeweils zumindest teilweise in den
unterschiedlichen Raumbereichen angeordnet sind.
9. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem diffraktiven optischen Element (5, 5a-5f)
oder an einem Träger (7) des diffraktiven optischen
Elements (5, 5a-5f) eine Referenzmarkierung (9) an-
geordnet ist.
10. Beleuchtungseinrichtung (1) nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem diffraktiven optischen Element (5, 5a-5f)
oder an einem Träger (7) des diffraktiven optischen
Elements (5, 5a-5f) ein Kühlflügel angeordnet ist.

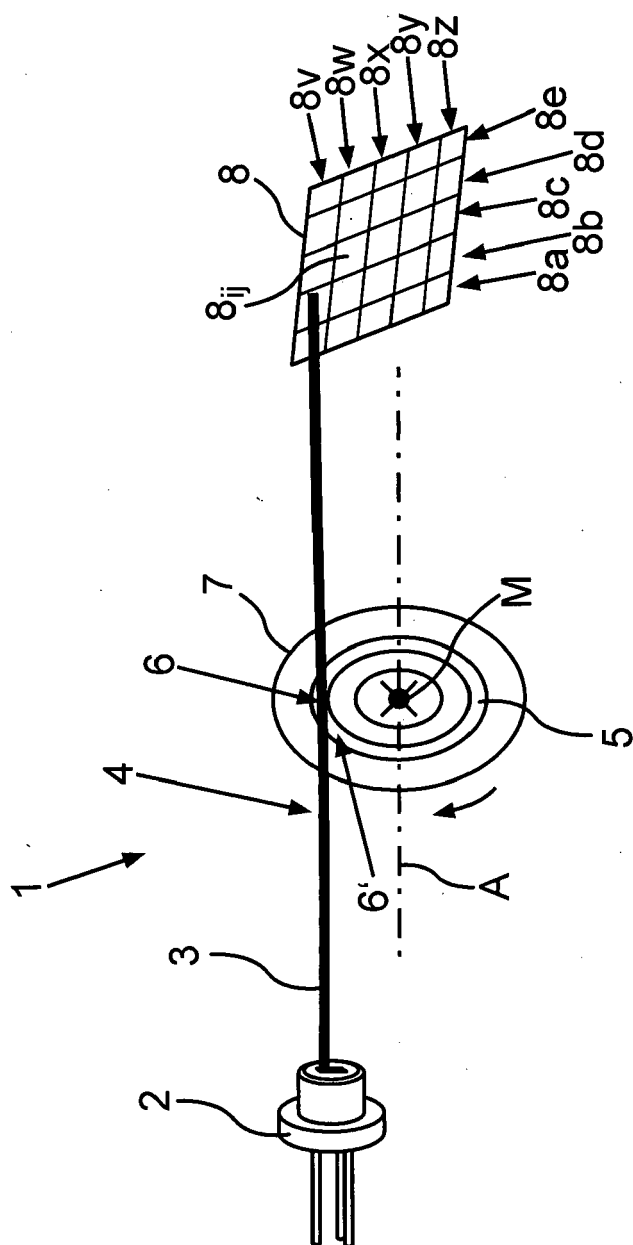


Fig.1

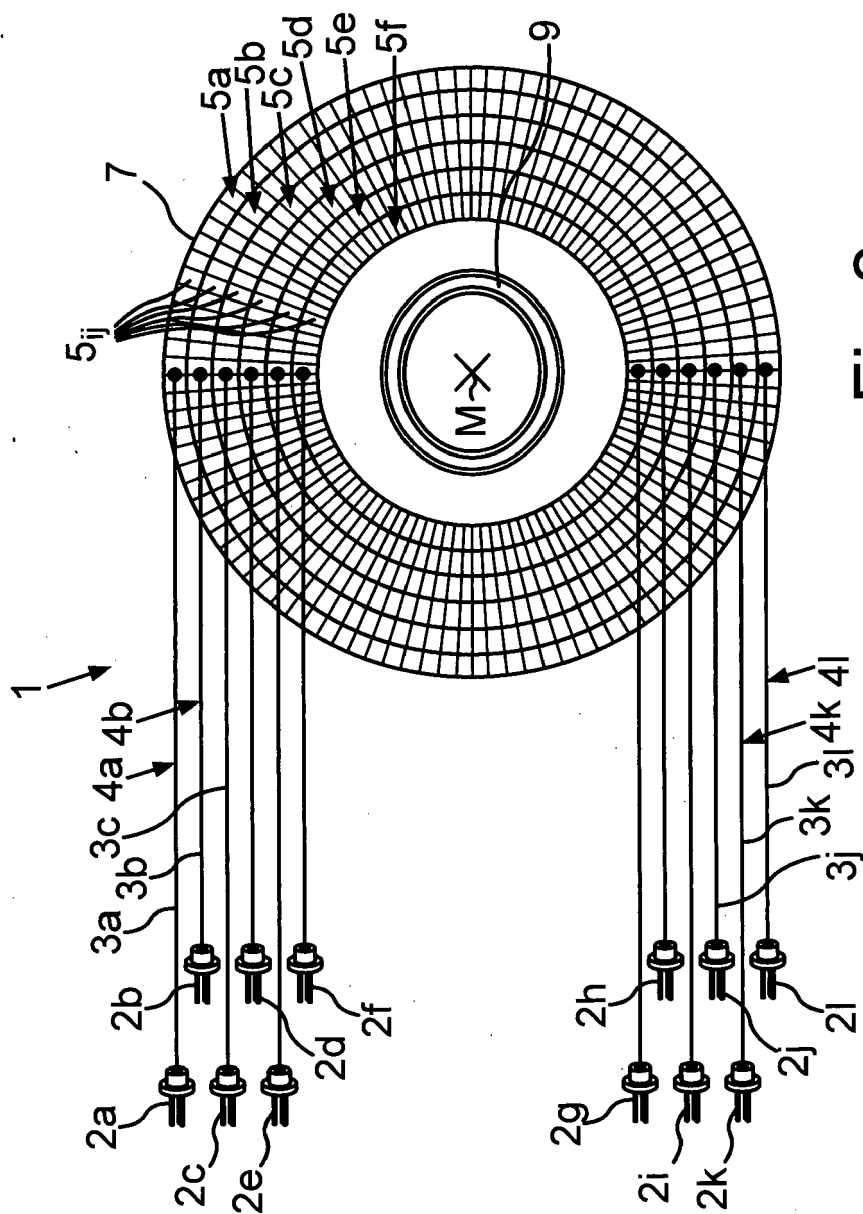


Fig.2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10333370 A1 [0003]
- FR 3009061 A1 [0004]
- WO 2010058323 A1 [0005]