



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.04.2020 Patentblatt 2020/16

(51) Int Cl.:
F21S 45/70 ^(2018.01) **F21S 41/176** ^(2018.01)
F21S 41/33 ^(2018.01) **F21S 41/37** ^(2018.01)

(21) Anmeldenummer: **19191157.7**

(22) Anmeldetag: **12.08.2019**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **LICHT, Martin**
72762 Reutlingen (DE)
• **ROSENHAHN, Ernst-Olaf**
72762 Reutlingen (DE)
• **DRAGON, Dominic**
72762 Reutlingen (DE)
• **KIESEL, Markus**
72762 Reutlingen (DE)

(30) Priorität: **08.10.2018 DE 102018124743**

(71) Anmelder: **Automotive Lighting Reutlingen GmbH**
72762 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter: **Herrmann, Jochen**
Patentanwalt
European Patent Attorney
Königstrasse 30
70173 Stuttgart (DE)

(54) **BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG UND KRAFTFAHRZEUG MIT EINER SOLCHEN BELEUCHTUNGSEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung (101) für ein Kraftfahrzeug. Diese umfasst eine Laserlichtquelle (4) zum Aussenden von Laserlicht (7), einen Strahlungskonverter (6), der eine Lumineszenzschicht, insbesondere mit Phosphor, enthält, und eine Abbildungsoptik (1). Der Strahlungskonverter (6) ist ausgebildet, von der Laserlichtquelle (4) ausgesandtes Laserlicht (7) in im Vergleich zu dem Laserlicht (7) breitbandigeres, insbesondere weißes Sekundärlicht (8), umzuwandeln und aufzufächern. Die Abbildungsoptik (1) ist ausgebildet, das Sekundärlicht (8) in eine Abstrahlrichtung (10) der Beleuchtungseinrichtung (101) zur Erzeugung einer resultierenden Lichtverteilung (11) umzulenken. Um mittels eines passiven Sicherheitssystems ein Gefährdungspotenzial durch unkonvertiertes Laserlicht (7) möglichst ohne Leistungsverluste im fehlerfreien Fall zu reduzieren, wird vorgeschlagen, dass in einem lokal begrenzten Auftreffbereich (2) der Abbildungsoptik (1), der bei Wegfall des Strahlungskonverters (6) dem Laserlicht (7) ausgesetzt ist, eine Mikrostruktur (12) definierter Ausgestaltung angeordnet ist, wobei die Ausgestaltung der Mikrostruktur (12) derart ist, dass Ablenkwinkel von auf den Auftreffbereich (2) treffendem Licht (8, 7) so gewählt sind, dass das von der Mikrostruktur (12) abgelenkte Licht (13, 15) zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung (11) beiträgt.

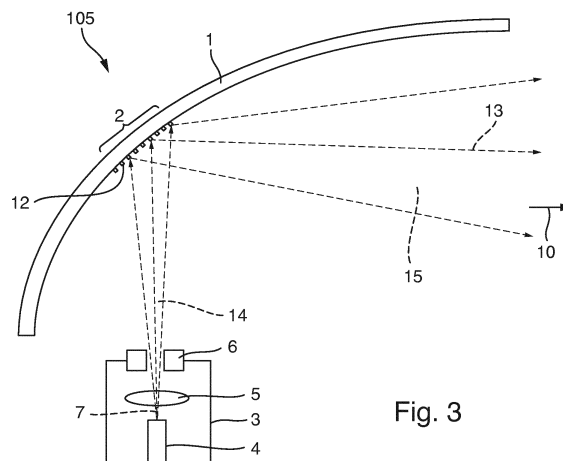


Fig. 3

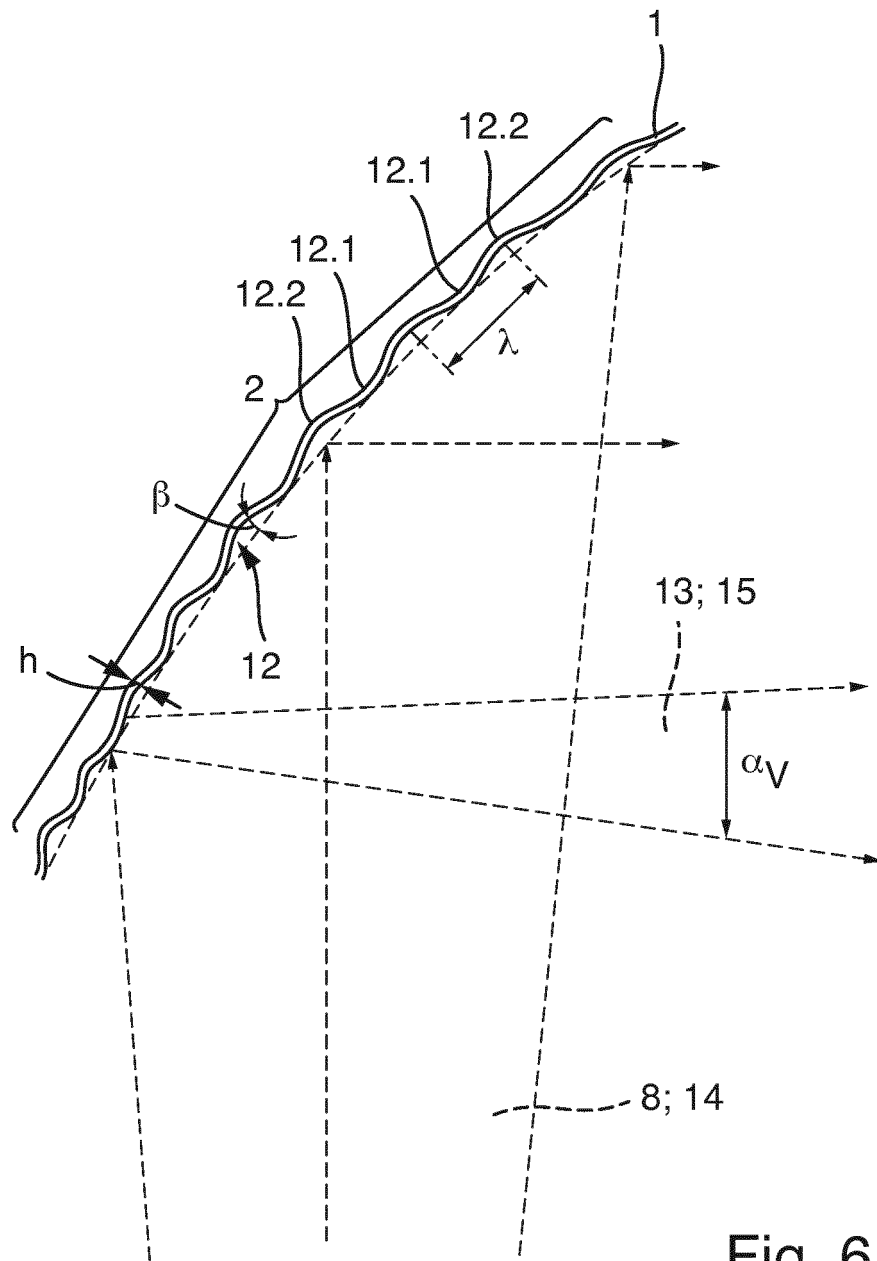


Fig. 6

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für ein Kraftfahrzeug. Die Beleuchtungseinrichtung umfasst eine Laserlichtquelle zum Aussenden von Laserlicht, einen Strahlungskonverter, der eine Lumineszenzschicht, insbesondere mit Phosphor, enthält, und eine Abbildungsoptik. Der Strahlungskonverter ist ausgebildet, von der Laserlichtquelle ausgesandtes Laserlicht in im Vergleich zu dem Laserlicht breitbandigeres, insbesondere weißes Sekundärlicht, umzuwandeln und aufzufächern. Die Abbildungsoptik ist ausgebildet, das Sekundärlicht in eine Abstrahlrichtung der Beleuchtungseinrichtung zur Erzeugung einer resultierenden Lichtverteilung umzulenken. Die Beleuchtungseinrichtung findet insbesondere als Scheinwerfer in einem Kraftfahrzeug Verwendung.

[0002] Ferner betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug mit mindestens einer derartigen Beleuchtungseinrichtung. Vorzugsweise umfasst das Kraftfahrzeug im vorderen Bereich auf jeder Anbauseite eine derartige Beleuchtungseinrichtung.

[0003] Laserlichtquellen, insbesondere Halbleiterlaser, bieten eine Reihe von vorteilhaften Eigenschaften, wie z.B. eine vergleichsweise kleine lichtaussendende Fläche, hohe Strahlungsintensitäten, sowie die Ausstrahlung von weitgehend kollimierten, schmalbandigen Lichtbündeln. Optische Systeme für Laserlicht können daher mit kleineren Brennweiten aufgebaut werden, als optische Systeme für weniger stark kollimierte Lichtbündel von zum Beispiel Glühlampen oder Leuchtdioden (LEDs). Die optischen Systeme für Laserlicht lassen sich daher mit geringem Bauraum realisieren.

[0004] Probleme bei der Nutzung von Laserlichtquellen für Beleuchtungseinrichtungen von Kraftfahrzeugen ergeben sich insbesondere daraus, dass Laser im Wesentlichen kohärentes, monochromatisches Licht oder schmalbandiges Licht in einem engen Wellenlängenbereich ausstrahlen. Bei den typischen hohen Strahlungsintensitäten von Laserlichtquellen ist solches Licht potenziell gefährlich, insbesondere für das menschliche Auge. Dies gilt insbesondere bei Strahlungsleistungen von einigen Watt, wie sie im Bereich der Kraftfahrzeugbeleuchtung erwünscht sind. Im Straßenverkehr muss eine Blendung der Verkehrsteilnehmer aus Sicherheitsgründen vermieden werden.

[0005] Ein weiteres Problem besteht darin, dass für das abgestrahlte Licht eines Kraftfahrzeugscheinwerfers meist weißes Mischlicht erwünscht oder gesetzlich vorgeschrieben ist. Es sind daher Maßnahmen zur Umwandlung in geeignetes Licht zu treffen.

[0006] Zur Umwandlung von monochromatischem Licht in polychromatisches oder weißes Licht ist im Bereich der weißen Leuchtdioden (LEDs) oder Lumineszenzkonversions-LEDs die Verwendung von Strahlungskonvertern bekannt. Diese weisen meist eine Lumineszenzschicht auf, die insbesondere Phosphor umfasst. Bei der Lumineszenz führt ein physikalisches Sys-

tem eine von außen zugeführte Energie ganz oder teilweise nicht seiner thermischen Energie zu, sondern wird von der absorbierten Energie in einen angeregten Zustand versetzt und emittiert Licht. Wenn zwischen der Absorption der Energie und der Emission kein Aktivierungsprozess stattfindet, dann spricht man von Fluoreszenz; wenn ein angeregter Zwischenzustand die Energie für eine gewisse Zeit "einfrieren" kann, dann von Phosphoreszenz.

[0007] Das Licht einer üblicherweise farbiges (z.B. blaues oder UV-) Licht ausstrahlenden LED regt das Material der Lumineszenzschicht zur Lumineszenz an, wodurch der Strahlungskonverter selbst Licht einer anderen Wellenlänge (z.B. gelb) abgibt. Auf diese Weise kann zumindest ein Teil des eingestrahnten Lichts eines Wellenlängenbereichs in Licht eines anderen Wellenlängenbereichs konvertiert werden. In der Regel wird ein weiterer Anteil des eingestrahnten Lichts durch die Lumineszenzschicht ohne Konversion gestreut. Das unkonvertierte gestreute Licht und das durch Lumineszenz konvertierte abgestrahlte Licht können sich dann additiv überlagern und führen z.B. zu weißem Mischlicht.

[0008] Bei Verwendung des erläuterten Prinzips der Lumineszenz-Konversion für Kraftfahrzeugscheinwerfer mit Laserlichtquelle kommt dem Strahlungskonverter eine sicherheitsrelevante Bedeutung zu. Wird der Strahlungskonverter zerstört oder z.B. durch mechanische Einflüsse, Vibrationen oder einen Unfall aus dem Strahlengang der Laserlichtquelle entfernt, so kann potenziell gefährliches Laserlicht ohne Konversion in das gewünschte Mischlicht aus dem Scheinwerfer austreten. Bei solchen Störfällen müssen daher Maßnahmen ergriffen werden, um eine Gefährdung der Verkehrsteilnehmer durch Laserlicht zu vermeiden. Hierzu sind aus dem Stand der Technik verschiedene aktive und passive Sicherheitssysteme bekannt.

[0009] Bei aktiven Sicherheitssystemen wird während des Betriebs des Laser-Scheinwerfers mittels eines Strahlungsdetektors kontinuierlich überwacht, ob die Intensität des Laserlichts im Strahlengang nach dem Strahlungskonverter innerhalb zulässiger (unschädlicher) Grenzwerte liegt. Falls dem nicht so ist, werden entsprechende Gegenmaßnahmen zum Schutz anderer Verkehrsteilnehmer eingeleitet, bspw. wird die Leistung der Laserlichtquelle reduziert. Ein solches aktives System ist bspw. aus der DE 10 2012 220 481 A1 bekannt. Bei passiven Sicherheitssystemen wird üblicherweise ein Lichtverlust erzeugt, bspw. durch eine Strahlenfalle, ein Streuelement oder einen abschattendes Element. Der Lichtverlust sorgt dabei im Störfall (Strahlungskonverter beschädigt oder entfernt) dafür, dass das potenziell gefährliche Laserlicht so weit absorbiert, gestreut oder abgeschattet wird, dass das Gefährdungspotenzial für andere Verkehrsteilnehmer reduziert ist. Ein solches passives System ist bspw. aus der DE 10 2013 016 423 A1 bekannt. Problematisch ist bei den passiven Systemen jedoch, dass die Absorption, Streuung oder Abschattung des Lichts auch in dem störungsfreien Fall auftritt, wenn

der Strahlungskonverter voll funktionsfähig ist, sodass weniger Nutzlicht zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung zur Verfügung steht. Bei passiven Systemen kann der dadurch auftretende Leistungsverlust der Beleuchtungseinrichtung 15-30% betragen.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, die Betriebssicherheit einer Beleuchtungseinrichtung eines Kraftfahrzeugs mit Laserlichtquelle zu erhöhen. Insbesondere soll ein passives Sicherheitssystem zur Reduzierung des Gefährdungspotenzials durch unkonvertiertes Laserlicht im Störfall vorgeschlagen werden, bei dem der Leistungsverlust im störungsfreien Fall möglichst gering ist.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei wird ausgehend von der Beleuchtungseinrichtung der eingangs genannten Art insbesondere vorgeschlagen, dass in einem lokal begrenzten Auftreffbereich der Abbildungsoptik, der bei Wegfall des Strahlungskonverters dem Laserlicht ausgesetzt ist, eine Mikrostruktur definierter Ausgestaltung angeordnet ist, wobei die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass Ablenkwinkel von auf den Auftreffbereich treffendem Licht so gewählt sind, dass das von der Mikrostruktur abgelenkte Licht zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung beiträgt.

[0012] Die Laserlichtquelle weist vorzugsweise einen oder mehrere Laserdioden-Halbleiterchips auf. Im Strahlengang zwischen der Laserlichtquelle und dem Strahlungskonverter kann ein optisch wirksames Element, insbesondere eine Linse oder ein Reflektor, angeordnet sein, um das von der Laserlichtquelle abgestrahlte Laserlicht möglichst vollständig auf den Strahlungskonverter zu bündeln. Der Strahlungskonverter ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass er eine annähernd lambert'sche Abstrahlcharakteristik des Sekundärlichts aufweist.

[0013] Anders als im Stand der Technik, wo in dem Auftreffbereich lediglich eine Streustruktur vorgesehen ist, die zu einer unkontrollierten Streuung des auftreffenden Lichts nach allen Seiten führt, so dass ein Großteil des gestreuten Lichts nicht zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung zur Verfügung steht, ist bei der Erfindung eine Mikrostruktur definierter Ausgestaltung in dem Auftreffbereich angeordnet. Die Mikrostruktur ist derart ausgestaltet, dass das abgelenkte Licht zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung beiträgt. Vorzugsweise trägt das gesamte von der Mikrostruktur abgelenkte Licht zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung bei, mindestens jedoch die Hälfte des abgelenkten Lichts. Das abgelenkte Licht liegt also zum überwiegenden Teil innerhalb der resultierenden Lichtverteilung. Das auf den Auftreffbereich fallende Licht wird zwar aufgeweitet, so dass im Störfall das Gefährdungspotenzial deutlich reduziert ist, aber nur so weit, dass das abgelenkte Licht noch zur Erzeugung der Lichtverteilung beiträgt. Das auftreffende Licht wird durch die definierte Mikrostruktur also gezielt umgelenkt. So lässt sich, bei minimaler Beeinträchtigung der Lichtverteilung und ohne

Lichtverlust im störungsfreien Fall, im Störfall das Gefährdungspotenzial deutlich reduzieren.

[0014] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Abbildungsoptik als ein Reflektor, der vorzugsweise aus einem Thermoplast gefertigt ist, und der Auftreffbereich als ein Teil einer Reflexionsfläche des Reflektors ausgebildet ist. Die definierte Mikrostruktur ist vorzugsweise in ein Spritzgusswerkzeug für den Reflektor eingebracht, bspw. mittels Fräsen, und wird somit gleichzeitig mit der Herstellung des Reflektors als integraler Bestandteil der Reflexionsfläche im Auftreffbereich ausgebildet. Alternativ wäre es auch denkbar, dass die Mikrostruktur nach der Herstellung des Reflektors in dem Auftreffbereich der Reflexionsfläche ausgebildet wird, bspw. durch Bearbeitung mit einem Prägwerkzeug oder mit einem Laserstrahl. Eine Fertigung des Reflektors aus Thermoplast hat gegenüber einem Reflektor aus Duroplast den Vorteil, dass eine nach dem Spritzgießen auf die Reflexionsfläche aufzubringende Metallisierungsschicht sehr dünn (z.B. < 1,0 µm, insbesondere etwa 0,2 µm) ist und die Abmessungen der zuvor ausgebildeten Mikrostruktur auch nach der Beschichtung noch weitgehend erhalten bleiben. Im Gegensatz dazu hat eine auf eine Reflexionsfläche eines Reflektors aus Duroplast nach dem Spritzgießen aufzubringende transparente Schutzschicht üblicherweise eine Dicke von mehreren Mikrometern.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass eine Breite und/oder Höhe der Ablenkung des auf den Auftreffbereich treffenden und von der Mikrostruktur abgelenkten Lichts der gesamten Breite und/oder Höhe der resultierenden Lichtverteilung entspricht. Gemäß dieser Ausführungsform wird die gesamte Breite und/oder Höhe der Lichtverteilung zum Aufweiten des auf die Mikrostruktur treffenden Lichts genutzt, so dass einerseits im Störfall das auftreffende Laserlicht so weit aufgefächert wird, dass das Gefährdungspotenzial deutlich reduziert ist, und andererseits im störungsfreien Fall das gesamte auf die Mikrostruktur treffende Licht einen Beitrag zu der Lichtverteilung leistet.

[0016] In einer anderen Ausgestaltung wäre es sogar möglich, dass die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass ein kleiner Teil des auf den Auftreffbereich treffenden und von der Mikrostruktur abgelenkten Lichts über die Breite und/oder die Höhe der resultierenden Lichtverteilung hinausgeht. Das abgelenkte Licht liegt auch in diesem Fall zum überwiegenden Teil innerhalb der resultierenden Lichtverteilung. Das abgelenkte, außerhalb der Lichtverteilung liegende Licht kann bspw. zur Realisierung eines sanften Auslaufs der Lichtverteilung zu den Rändern hin genutzt werden. Dabei geht das Licht, das von der Mikrostruktur in einen Bereich jenseits der Breite und/oder der Höhe der resultierenden Lichtverteilung umgelenkt wurde, nicht einfach ungenutzt verloren, sondern kann zum Weichzeichnen des Auslaufs der Lichtverteilung nach außen hin, zur Ausleuchtung eines Over-

headbereichs einer Abblendlichtverteilung oder zur Seitenausleuchtung von Randbereichen (z.B. unmittelbar vor dem Fahrzeug oder seitlich neben der Fahrbahn) genutzt werden.

[0017] Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wäre es auch möglich, dass die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass eine Breite und/oder Höhe der Ablenkung des auf den Auftreffbereich treffenden und von der Mikrostruktur abgelenkten Lichts kleiner ist als die Breite und/oder die Höhe der resultierenden Lichtverteilung, wobei insbesondere das auf den Auftreffbereich treffende und von der Mikrostruktur abgelenkten Licht unter eine horizontale Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung abgelenkt wird. In einem Störfall würde das Laserlicht somit nach unten auf die Fahrbahn gelenkt werden, wodurch sich ein zusätzlicher Sicherheitsgewinn ergibt.

[0018] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass Ablenkwinkel des auf den Auftreffbereich treffenden und von der Mikrostruktur abgelenkten Lichts in vertikaler und horizontaler Richtung unterschiedlich sind. Besonders bevorzugt ist es, wenn ein Öffnungswinkel des auf den Auftreffbereich treffenden und von der Mikrostruktur abgelenkten Lichts in vertikaler Richtung $\pm 5^\circ$ (bei Fernlicht) oder $+0^\circ/-5^\circ$ (bei einer Lichtverteilung mit oberer Helldunkelgrenze, bspw. Abblendlicht oder Nebellicht) und in horizontaler Richtung $\pm 45^\circ$ beträgt.

[0019] Vorteilhafterweise sind die von der Mikrostruktur hervorgerufenen Ablenkwinkel des auftreffenden Lichts nicht über den gesamten Auftreffbereich gleich groß. Dadurch kann eine Beeinträchtigung der Lichtverteilung im störungsfreien Fall minimiert werden. In diesem Zusammenhang wird insbesondere vorgeschlagen, dass die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass sich ein vertikaler und/oder horizontaler erster Ablenkwinkel von auf einen ersten Teilbereich des Auftreffbereichs treffendem Licht von einem vertikalen und/oder horizontalen zweiten Ablenkwinkel von auf einen zweiten Teilbereich des Auftreffbereichs treffendem Licht unterscheidet. Gemäß dieser Ausführungsform weist der Auftreffbereich also mindestens zwei Teilbereiche auf, in denen die Mikrostruktur unterschiedlich ausgestaltet ist, so dass die Mikrostruktur dieser Teilbereiche unterschiedliche Ablenkwinkel des auftreffenden Lichts erzeugt. Selbstverständlich ist es denkbar, dass der Auftreffbereich mehr als zwei Teilbereiche aufweist, die jeweils unterschiedliche Ablenkwinkel erzeugen.

[0020] Vorzugsweise ist die Mikrostruktur derart ausgestaltet, dass ein erster Teilbereich in einem Zentrum des Auftreffbereichs angeordnet ist und mindestens ein zweiter ringförmiger Teilbereich den ersten Teilbereich umgibt. In dieser Ausführungsform sind die Teilbereiche also konzentrisch um das Zentrum des Auftreffbereichs herum angeordnet. Die Form der Teilbereiche bzw. des Auftreffbereichs ergibt sich aus einem Schnitt des bei Wegfall des Strahlungskonverters auf den Auftreffbe-

reich treffenden Laserlichts (üblicherweise ein Kegel mit elliptischer Grundfläche) und der Fläche der Abbildungsoptik, im Falle eines Reflektors der Reflexionsfläche (üblicherweise parabelartig). Der erste Teilbereich kann bspw. kreisförmig, elliptisch oder rechteckig sein oder die Form eines Kegelschnitts aufweisen. Die Ausgestaltung der Mikrostruktur in den Teilbereichen des Auftreffbereichs ist derart, dass sich in den Teilbereichen unterschiedliche Ablenkwinkel des auftreffenden Lichts ergeben.

[0021] In einer alternativen Ausführungsform ist die Mikrostruktur derart ausgestaltet, dass ein erster Teilbereich in einem Zentrum des Auftreffbereichs und ein zweiter Teilbereich an einem äußeren Rand des Auftreffbereichs ausgebildet ist, und dass sich ein vertikaler und/oder horizontaler Ablenkwinkel von auf den Auftreffbereich treffendem Licht ausgehend von dem ersten Teilbereich bis zu dem zweiten Teilbereich kontinuierlich ändert. Vorteilhafterweise sind die durch die Mikrostruktur im Zentrum des Auftreffbereichs erzeugten vertikalen und/oder horizontalen ersten Ablenkwinkel größer als die von der Mikrostruktur an dem äußeren Rand des Auftreffbereichs erzeugten vertikalen und/oder horizontalen zweiten Ablenkwinkel, d.h. das im Zentrum des Auftreffbereichs auf die Mikrostruktur treffende Licht wird stärker abgelenkt als das am Rand des Auftreffbereichs auf die Mikrostruktur treffende Licht. Ganz besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, wenn die Mikrostruktur derart ausgestaltet ist, dass das Zentrum des Auftreffbereichs dort liegt, wo ein Intensitätsprofil des bei Wegfall des Strahlungskonverters auf den Auftreffbereich treffenden Laserlichts sein Maximum hat. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass diejenigen Strahlen eines Laserlichtkegels, die eine besonders hohe Intensität aufweisen und deshalb ein besonders großes Gefährdungspotenzial haben, am stärksten abgelenkt und aufgeweitet werden. Diejenigen Strahlen am äußeren Rand des Laserlichtkegels, die eine niedrigere Intensität aufweisen und deshalb ein geringeres Gefährdungspotenzial haben, werden dagegen weniger stark abgelenkt und aufgeweitet.

[0022] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Mikrostruktur eine Wellenform mit in vertikaler und/oder in horizontaler Richtung mindestens drei, vorzugsweise mindestens fünf, Bergen und einer entsprechenden Anzahl an Tälern aufweist. Die Wellenform kann dabei insbesondere eine Sinusform, eine Dreieckform, eine Sägezahnform oder eine beliebige Zwischenform aufweisen. Vorteilhafterweise liegen Höhenunterschiede zwischen benachbarten Bergen und Tälern im Bereich von $< 100 \mu\text{m}$, vorzugsweise von $< 50 \mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt von $< 10 \mu\text{m}$. Vorzugsweise liegen Abstände zwischen benachbarten Bergen oder benachbarten Tälern, also eine Wellenlänge der Mikrostruktur, im Bereich von $< 10 \text{ mm}$.

[0023] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Mikrostruktur eine Wellenform mit ersten Wellen mit Bergen

und Tälern einer ersten Wellenstruktur und zweiten Wellen mit Bergen und Tälern einer zweiten Wellenstruktur umfasst, wobei die ersten und zweiten Wellen sich überlagern und die Wellenstrukturen schräg oder senkrecht zueinander verlaufen. Auf diese Weise ergibt sich eine Mikrostruktur, die das auftreffende Licht gezielt in horizontaler und vertikaler Richtung mit vorgegebenen Ablenkungswinkeln umlenken kann. Vorzugsweise sind die Wellenlängen der ersten und zweiten Wellen gleich groß.

[0024] Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Beleuchtungseinrichtung eine aktive Sicherheitsüberwachung aufweist, welche ausgebildet ist, die Laserlichtquelle im Falle eines Defekts des Strahlungskonverters abzuschalten oder deren Leistung zu reduzieren. In einem solchen aktiven Sicherheitssystem verstreicht eine geraume Zeitdauer (hier als Totzeit bezeichnet), beispielsweise im Bereich von 250 ms, die zwischen dem Auftreten eines Störfalls und dem Zeitpunkt vergeht, bis die nach Detektion des Störfalls eingeleiteten Gegenmaßnahmen zum Schutz anderer Verkehrsteilnehmer Wirkung zeigen. Während dieser Zeitdauer kann eine Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer nicht ausgeschlossen werden. Das erfindungsgemäß vorgeschlagene passive Sicherheitssystem ist dagegen unmittelbar nach dem Auftreten eines Störfalls wirksam und sorgt ohne Zeitverzögerung für eine Reduzierung des Gefährdungspotenzials. Somit kann das erfindungsgemäß vorgeschlagene passive Sicherheitssystem ein vorhandenes aktives Sicherheitssystem dahingehend ergänzen, dass es während der Totzeit des aktiven Sicherheitssystems für eine erste Reduzierung des Gefährdungspotenzials sorgt. Eine weitergehende Reduzierung des Gefährdungspotenzials kann danach dann durch das aktive Sicherheitssystem erreicht werden.

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung;
- Figur 2 ein Lichtmodul einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einem störungsfreien Fall in einem Vertikalschnitt;
- Figur 3 das Lichtmodul aus Figur 2 in einem Störfall in einem Vertikalschnitt;
- Figur 4 ein Lichtmodul einer aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungseinrichtung mit beispielhaft eingezeichnetem Strahlenverlauf in einem Vertikalschnitt;
- Figur 5 einen Auftreffbereich einer Abbildungsoptik eines Lichtmoduls einer aus dem Stand der Technik bekannten Beleuchtungseinrichtung in einem Vertikalschnitt;
- Figur 6 einen Auftreffbereich einer Abbildungsoptik eines Lichtmoduls einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einem Vertikalschnitt;

- Figur 7 ein Diagramm mit einem Intensitätsprofil eines im Störfall auf den Auftreffbereich treffenden Laserlichtkegels und mit einer ersten Kurve von durch die Mikrostruktur des Auftreffbereichs bewirkten Ablenkungswinkeln;
- Figur 8 ein Diagramm mit einem Intensitätsprofil eines im Störfall auf den Auftreffbereich treffenden Laserlichtkegels und mit einer zweiten Kurve von durch die Mikrostruktur des Auftreffbereichs bewirkten Ablenkungswinkeln; und
- Figur 9 ein Beispiel für ein diskretes Streuelement einer im Auftreffbereich einer Abbildungsoptik einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ausgebildeten Mikrostruktur;
- Figur 10 ein erstes Beispiel einer im Auftreffbereich einer Abbildungsoptik einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ausgebildeten Mikrostruktur in Wellenform;
- Figur 11 ein zweites Beispiel einer im Auftreffbereich einer Abbildungsoptik einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung ausgebildeten Mikrostruktur in Wellenform;
- Figur 12 ein anderes Ausführungsbeispiel eines Lichtmoduls einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einem Störfall in einem Vertikalschnitt; und
- Figur 13 noch ein anderes Ausführungsbeispiel eines Lichtmoduls einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung in einem Störfall in einem Vertikalschnitt.

[0026] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung für Kraftfahrzeuge in ihrer Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 101 bezeichnet. Die Beleuchtungseinrichtung 101 ist in dem dargestellten Beispiel als ein Scheinwerfer ausgebildet. Die Beleuchtungseinrichtung 101 umfasst ein Gehäuse 102, das vorzugsweise aus Kunststoff gefertigt ist. In einer Lichtaustrittsrichtung 103 weist das Scheinwerfergehäuse 102 eine Lichtaustrittsöffnung auf, die durch eine transparente Abdeckscheibe 104 verschlossen ist. Die Abdeckscheibe 104 ist aus farblosem Kunststoff oder Glas gefertigt. Die Scheibe 104 kann ohne optisch wirksame Profile als sogenannte klare Scheibe ausgebildet sein. Alternativ kann die Scheibe 104 zumindest bereichsweise mit optisch wirksamen Profilen (z.B. Zylinderlinsen oder Prismen) versehen sein, die eine Streuung des hindurchtretenden Lichts, vorzugsweise in horizontaler Richtung bewirken.

[0027] Im Inneren des Scheinwerfergehäuses 102 sind in dem dargestellten Beispiel zwei Lichtmodule 105, 106 angeordnet. Die Lichtmodule 105, 106 sind fest oder relativ zu dem Gehäuse 102 bewegbar angeordnet. Durch eine Relativbewegung der Lichtmodule 105, 106 zum Gehäuse 102 in horizontaler Richtung kann eine dynamische Kurvenlichtfunktion realisiert werden. Bei einer Bewegung der Lichtmodule 105, 106 um eine horizontale Achse, also in vertikaler Richtung, kann eine

Leuchtweitenregelung realisiert werden. Selbstverständlich können in dem Scheinwerfergehäuse 102 auch mehr oder weniger als die dargestellten zwei Lichtmodule 105, 106 vorgesehen sein. Mindestens eines der Lichtmodule 105, 106 weist eine Laserlichtquelle und das erfindungsgemäß vorgeschlagene passive Sicherheitssystem zur Reduzierung eines Gefährdungspotenzials für Personen im Umfeld des Scheinwerfers 101 durch unkonvertiertes Laserlicht auf.

[0028] An der Außenseite des Scheinwerfergehäuses 102 ist ein Steuergerät 107 in einem Steuergerätegehäuse 108 angeordnet. Selbstverständlich kann das Steuergerät 107 auch an einer beliebig anderen Stelle der Beleuchtungseinrichtung 101 angeordnet sein. Insbesondere kann für jedes der Lichtmodule 105, 106 ein eigenes Steuergerät vorgesehen sein, wobei die Steuergeräte integraler Bestandteil der Lichtmodule 105, 106 sein können. Selbstverständlich kann das Steuergerät 107 auch entfernt von der Beleuchtungseinrichtung 101, bspw. im Motorraum des Kraftfahrzeugs, angeordnet sein. Das Steuergerät 107 dient zur Steuerung und/oder Regelung der Lichtmodule 105, 106 bzw. von Teilkomponenten der Lichtmodule 105, 106, wie beispielsweise von Lichtquellen der Lichtmodule 105, 106. Die Ansteuerung der Lichtmodule 105, 106 bzw. der Teilkomponenten durch das Steuergerät 107 erfolgt über Verbindungsleitungen 110, die in Figur 1 durch eine gestrichelte Linie lediglich symbolisch dargestellt sind. Über die Leitungen 110 kann auch eine Versorgung der Lichtmodule 105, 106 mit elektrischer Energie erfolgen. Die Leitungen 110 sind aus dem Inneren der Beleuchtungseinrichtung 101 durch eine Öffnung im Scheinwerfergehäuse 102 in das Steuergerätegehäuse 108 geführt und dort an die Schaltung des Steuergerätes 107 angeschlossen. Falls Steuergeräte als integraler Bestandteil der Lichtmodule 105, 106 vorgesehen sind, können die Leitungen 110 und kann die Öffnung in dem Scheinwerfergehäuse 102 entfallen. Das Steuergerät 107 umfasst ein Steckerelement 109 zum Anschluss eines Verbindungskabels zu einer übergeordneten Steuereinheit (z.B. in Form einer sog. Body Controller Unit) und/oder einer Energiequelle (z.B. in Form der Fahrzeugbatterie).

[0029] Nachfolgend wird die Erfindung anhand des Lichtmoduls 105 unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 4, 6 bis 8 sowie 12 und 13 näher erläutert. Die Ausführungen können jedoch ebenso für das Lichtmodul 106 gelten. Das Lichtmodul 105 weist eine Laserlichtquelle 4 zum Aussenden von Laserlicht 7 auf, die bspw. eine oder mehrere Laserdioden-Halbleiterchips umfasst. Ferner weist das Lichtmodul 105 im Strahlengang des Laserlichts 7 einen Strahlungskonverter 6 auf, der eine Lumineszenzschicht, insbesondere mit Phosphor, enthält. Schließlich weist das Lichtmodul 105 eine Abbildungsoptik 1 auf, die in dem gezeigten Beispiel als ein Reflektor ausgebildet ist, der insbesondere aus einem Thermoplast gefertigt ist. Der Strahlungskonverter 6 ist ausgebildet, von der Laserlichtquelle 4 ausgesandtes Laserlicht 7 in im Vergleich zu dem Laserlicht 7 breitbandige-

res, insbesondere weißes Sekundärlicht 8, umzuwandeln und aufzufächern. Die Abbildungsoptik 1 ist ausgebildet, das Sekundärlicht 8 in eine Abstrahlrichtung 10 der Beleuchtungseinrichtung 101 zur Erzeugung einer resultierenden Lichtverteilung 11 umzulenken.

[0030] In einem lokal begrenzten Auftreffbereich 2 der Abbildungsoptik 1, der bei Wegfall des Strahlungskonverters 6 dem Laserlicht 7 ausgesetzt ist, ist eine Mikrostruktur 12 definierter Ausgestaltung angeordnet. Die Ausgestaltung der Mikrostruktur 12 ist derart, dass Ablenkwinkel von auf den Auftreffbereich 2 treffendem Licht 7, 8 so gewählt sind, dass das von der Mikrostruktur 12 abgelenkte Licht 13 zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung 11 beiträgt. Trotz der Mikrostruktur 12 auf der Abbildungsoptik 1 steht im störungsfreien Fall (vgl. Figur 2) praktisch das gesamte Sekundärlicht 8 zur Erzeugung der Lichtverteilung 11 zur Verfügung, so dass sich ein besonders hoher Wirkungsgrad des Lichtmoduls 105 bzw. der Beleuchtungseinrichtung 101 ergibt. In einem Störfall (vgl. Figur 3), bei Wegfall oder Defekt des Strahlungskonverters 6, sorgt die Mikrostruktur 12 jedoch für eine ausreichende Aufweitung und Auffächerung von auftreffendem unkonvertiertem Laserlicht 7 eines Laserstrahlbündels 14, so dass ein Gefährdungspotenzial für Personen in der Umgebung deutlich verringert wird.

[0031] Im Strahlengang zwischen der Laserlichtquelle 4 und dem Strahlungskonverter 6 kann ein optisch wirksames Element 5 angeordnet sein, das in diesem Beispiel als eine Linse ausgebildet ist. Das optisch wirksame Element 5 könnte auch als ein Reflektor ausgebildet sein. Es lenkt das Laserlicht 7 auf den Strahlungskonverter 6. In dem Beispiel sind die Laserlichtquelle 4, das optische Element 5 und der Strahlungskonverter 6 Teile eines Lichtquellenmoduls 3. Der Strahlungskonverter 6 weist vorzugsweise eine annähernd lambert'sche Abstrahlcharakteristik auf, mit der er das Sekundärlicht 8 abstrahlt.

[0032] In Figur 3 ist ein Störfall dargestellt, wobei der Strahlungskonverter 6 beschädigt ist, so dass zumindest ein Teil des Laserlichts 7 aus der Laserlichtquelle 4 unkonvertiert und in einem engen Strahlenbündel 14, u.U. sogar als ein Parallelstrahl, auf den Auftreffbereich 2 der Abbildungsoptik 1 trifft. Ein Störfall kann auch vorliegen, wenn der Strahlungskonverter 6 komplett wegfällt, wobei dann das gesamte Laserlicht 7 in dem engen Strahlenbündel 14 bzw. dem Parallelstrahl auf den Auftreffbereich 2 der Abbildungsoptik 1 trifft. Die Mikrostruktur 12 lenkt das auftreffende Laserlicht 7 des Strahlenbündels 14 ab und fächert es gezielt so weit auf, dass das Gefährdungspotenzial durch unkonvertiertes Laserlicht 7 für umstehende Personen deutlich reduziert wird. Dabei liegen die Lichtstrahlen 15 nach der Ablenkung noch innerhalb der Lichtverteilung 11. Das hat den Vorteil, dass im störungsfreien Fall (vgl. Figur 2) nahezu das gesamte Sekundärlicht 8, insbesondere auch das auf den Auftreffbereich 2 fallende und durch die Mikrostruktur 12 abgelenkte Licht 13, zur Erzeugung der Lichtverteilung 11 zur Verfügung

steht.

[0033] In einem Beispiel wird die gesamte Breite und/oder Höhe der Lichtverteilung 11 zur Ablenkung des auf den Auftreffbereich 2 fallenden Lichts 8 bzw. 7 genutzt. Es wäre aber auch denkbar, dass ein kleiner Teil des von der Mikrostruktur 12 abgelenkten Lichts 13 bzw. 15 über die Breite und/oder Höhe der Lichtverteilung 11 hinaus abgelenkt wird. Die Mikrostruktur 12 wäre dann so geformt, dass die Strahlen des abgelenkten Lichts 13 bzw. 15 in vertikaler und/oder horizontaler Richtung einen Öffnungswinkel aufweisen, der über den Öffnungswinkel α_V bzw. α_H der Lichtverteilung 11 (vgl. Figur 4) hinausgeht. Dadurch kann das Gefährdungspotenzial weiter reduziert werden. Dabei liegt das im störungsfreien Fall abgelenkte Licht 13 auch in diesem Fall zum überwiegenden Teil innerhalb der resultierenden Lichtverteilung 11. Das jenseits der Lichtverteilung 11 abgelenkte Licht 13 kann bspw. zum Weichzeichnen des Auslaufs der Lichtverteilung 11 nach außen hin, zur Ausleuchtung eines Overheadbereichs oberhalb einer horizontalen Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung 11 oder zur verbesserten Seitenausleuchtung von Bereichen seitlich neben der durch die Lichtverteilung 11 ausgeleuchteten Fahrbahn genutzt werden.

[0034] Ferner wäre es auch denkbar, dass eine Breite und/oder Höhe der Ablenkung des auf den Auftreffbereich 2 treffenden und von der Mikrostruktur 12 abgelenkten Lichts 13 kleiner ist als die Breite und/oder die Höhe der resultierenden Lichtverteilung 11. Dabei wäre es insbesondere denkbar, dass das auf den Auftreffbereich 2 treffende und von der Mikrostruktur 12 abgelenkte Licht 13 unterhalb des Horizonts bzw. unter eine horizontale Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung 11 (z.B. Abblendlicht oder Nebellicht) abgelenkt wird. Auf diese Weise könnte das Gefährdungspotenzial weiter verringert werden, indem im Störfall das abgelenkte Laserlicht 15 nur nach unten auf die Fahrbahn strahlt.

[0035] Das in den Figuren 2 und 3 gezeigte Lichtmodul 105 ist als ein Reflexionsmodul ausgebildet, wobei der Reflektor 1 vorzugsweise eine paraboloidartige Form aufweist.

[0036] Die Ausgestaltung und Funktion der Mikrostruktur 12 wird im Folgenden für einen Vertikalschnitt näher erläutert. Die Ausführungen gelten jedoch in entsprechender Weise auch für einen Horizontalschnitt. Wenn im störungsfreien Fall (vgl. Figur 2) die gesamte Reflexionsfläche des Reflektors 1 mit dem Sekundärlicht 8 ausgeleuchtet wird, erzeugt der Reflektor 1 die volle Lichtverteilung bzw. einen vollen Lichtverteilungskegel 11. Der Lichtverteilungskegel 11 hat im Fernfeld einen vertikalen Öffnungswinkel α_V (vgl. Figur 4). Der Öffnungswinkel α kann in horizontaler und in vertikaler Richtung unterschiedlich sein. So beträgt der Öffnungswinkel bspw. für ein Abblendlicht horizontal bis zu $\pm 45^\circ$ und vertikal bis zu $\pm 5^\circ$.

[0037] Wenn man nur ein Teilstück 1_T eines Reflektors 1 ohne Mikrostruktur 12 (vgl. Figur 4) betrachtet, so wird von dem Teilstück 1_T auch nur ein Teil 11_T des Lichtver-

teilungskegels 11 erzeugt. Der Teil 11_T des Lichtverteilungskegels 11 hat dann auch nur einen Öffnungswinkel α_{VT} , welcher kleiner ist, als der Öffnungswinkel α_V des gesamten Lichtverteilungskegels 11. Dies führt dazu, dass im Störfall, in dem unkonvertiertes Laserlicht 7 in dem engen Strahlenbündel 14 aus dem Lichtquellenmodul 3 austritt, dieses Laserlicht 7 auch nur auf das sehr kleine Teilstück 1_T des Reflektors 1 fällt und dann von dem Reflektor 1 auch nur in einen Kegel 11_T mit sehr kleinem Öffnungswinkel α_{VT} umgelenkt wird. In guter Näherung ist dies üblicherweise ein nahezu paralleles Strahlbündel 16 (vgl. Figur 5), welches aufgrund der hohen Intensitäten bezüglich Lasersicherheit ein sehr hohes Gefährdungspotenzial für umstehende Personen aufweist.

[0038] Gemäß der Erfindung ist in dem Teilstück 1_T , entsprechend dem Auftreffbereich 2, auf die konventionelle Reflexionsfläche (vgl. Figur 5) die Mikrostruktur 12 aufmoduliert (vgl. Figur 6), welche so ausgestaltet ist, dass das auftreffende Licht 8; 7 bereits durch das Teilstück 1_T nicht nur in das Teilstück α_{VT} des Öffnungswinkels α_V aufgeweitet wird, sondern bevorzugt bis zum vollen Öffnungswinkel α_V der Lichtverteilung 11. Das auf das Teilstück 1_T auftreffende Licht 8; 7 wird also von dem Teilstück 1_T stärker abgelenkt und das Licht 13 bzw. 15 verlässt das Teilstück 1_T bzw. den Auftreffbereich 2 bereits mit dem vollen Lichtverteilungskegel 11. Dadurch, dass das Licht 8; 7 jedoch nur bis zum vollen Öffnungswinkel α_V des gesamten Reflektors 1 aufgeweitet wird, geht im störungsfreien Fall kein auf den Auftreffbereich 2 treffendes Sekundärlicht 8 durch unkontrollierte Streuung verloren, sondern trägt noch zur Erzeugung der Lichtverteilung 11 bei.

[0039] Die Mikrostruktur 12 hat vorzugsweise eine Wellenform (vgl. Figur 6). Die Wellenlänge λ der aufmodulierten Mikrostruktur 12, d.h. ein Abstand von aufeinanderfolgenden Bergen 12.1 oder Tälern 12.2 der Struktur 12, liegt bevorzugt im einstelligen Millimeterbereich. Die Wellenlänge λ der Mikrostruktur 12 ist jedoch auch von der Brennweite des Reflektors 1 abhängig. Bei kleinerer Brennweite sollte auch die Wellenlänge λ entsprechend kleiner gewählt werden. Höhenunterschiede h zwischen benachbarten Bergen 12.1 und Tälern 12.2 liegen bevorzugt im Bereich von $< 100 \mu\text{m}$, vorzugsweise von $< 50 \mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt von $< 10 \mu\text{m}$. Bevorzugt weist der Auftreffbereich 2 in einem vertikalen und/oder horizontalen Schnitt mindestens drei, insbesondere mehr als fünf Wellen auf (jede Welle mit einem Berg 12.1 und einem Tal 12.2). Die Wellenform der Mikrostruktur 12 kann insbesondere eine Sinusform, eine Dreieckform, eine Sägezahnform oder eine beliebige Zwischenform sein. Die Flanken der Wellenform können dabei nahezu beliebig geneigt sein. In einem vertikalen und/oder horizontalen Schnitt können die ansteigenden und abfallenden Flanken einer Welle auch unterschiedliche Steigungen aufweisen. Ein Steigungswinkel β der Flanken einer Welle bezüglich dem ursprünglichen Verlauf der Reflexionsfläche ohne Mikrostruktur 12 (vgl. Figur 5)

liegt vorzugsweise bei $< 1^\circ$, insbesondere bei etwa $0,25^\circ$ (vgl. Figur 6). Dadurch kann die Mikrostruktur 12 ohne Probleme in ein Spritzgusswerkzeug zur Herstellung des Reflektors 1 eingearbeitet werden, vorzugsweise mittels Fräsen.

[0040] Gegenüber einer herkömmlichen Streustruktur hat die Mikrostruktur 12 den Vorteil, dass die Ablenkung des auftreffenden Lichts 8 definiert gestaltet ist. Somit kann auch ein Reflektor 1 mit einer solchen Mikrostruktur 12 versehen werden, der zur Erzeugung einer Teilfernlichtverteilung als resultierende Lichtverteilung 11 vorgesehen ist. Durch eine herkömmliche Streustruktur, bspw. in Form einer Mattierung, könnte im störungsfreien Fall unkontrolliertes Streulicht erzeugt werden, welches im Dunkelbereich der Teilfernlichtverteilung zur Blendung anderer Verkehrsteilnehmer führen würde. Mit der Mikrostruktur 12 kann das Sekundärlicht 8 definiert in der Lichtverteilung 11 umverteilt werden.

[0041] Die Mikrostruktur 12 kann auch aus einer Vielzahl neben- und/oder übereinander angeordneter diskreter Streuelementen 27 bestehen (vgl. Figur 9), die jedoch keine unkontrollierte Streuung des auftreffenden Lichts 8, sondern ein gezieltes Umlenken des Lichts 8 auf bestimmte Bereiche der Lichtverteilung 11 bewirken. In Figur 9 ist ein Beispiel für ein solches Streuelement 27 in Form einer Kissenoptik gezeigt. Es ist deutlich zu erkennen, dass das Streuelement 27 weder in einem Vertikalschnitt noch in einem Horizontalschnitt symmetrisch ausgebildet ist. Näherungsweise weist das Streuelement 27 in der Mitte ein Plateau 17 auf, wobei schräg stehende Seitenwände 18 einen kontinuierlichen (stetigen) Übergang zwischen der restlichen Reflexionsfläche 19 und dem Plateau 17 herstellen.

[0042] Ferner ist es denkbar, dass die Mikrostruktur 12 eine Wellenform (vgl. Figur 10) mit ersten Wellen 20 mit Bergen und Tälern einer ersten Wellenstruktur 21 und zweiten Wellen 22 mit Bergen und Tälern einer zweiten Wellenstruktur 23 umfasst. Dabei überlagern sich die ersten und zweiten Wellen 20, 22 und verlaufen die Wellenstrukturen 21, 23 senkrecht zueinander. Selbstverständlich könnten die Wellenstrukturen 21, 23 der beiden Wellen 20, 22 auch schräg zueinander verlaufen. Es ist deutlich zu erkennen, dass beide Wellen 20, 22, aber insbesondere die zweite Welle 22, einen asymmetrischen Verlauf aufweisen. Ein anderes Beispiel für eine Mikrostruktur 12 mit ersten und zweiten Wellen, deren Wellenstrukturen 21, 23 senkrecht zueinander verlaufen, ist in Figur 11 gezeigt.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wäre es denkbar, dass die Beleuchtungseinrichtung 101 bereits mit einem aktiven Sicherheitssystem zur Reduzierung des Gefährdungspotenzials durch unkonvertiertes Laserlicht 7 ausgestattet ist, welches die Leistung der Laserlichtquelle 4 im Störfall verringert, insbesondere die Laserlichtquelle 4 ganz ausschaltet. Ein solches Sicherheitssystem hat jedoch nur eine endliche Reaktionszeit, die im Bereich von etwa 250 ms liegen kann. Innerhalb dieser sog. Totzeit, in der das aktive Si-

cherheitssystem die Laserlichtquelle 4 zur Reduzierung des Gefährdungspotenzials noch nicht reduzieren konnte, ist aber in einem gewissen Abstand vor dem Fahrzeug bereits ein Gefährdungspotenzial durch unkonvertiertes Laserlicht 15 vorhanden. Auch das menschliche Auge aktiviert erst nach einer Reaktionszeit von etwa 250 ms einen Schutzmechanismus (bspw. durch Schließen der Augen). Auf Gefährdungen durch unkonvertiertes Laserlicht 15 innerhalb der ersten 250 ms nach Auftreten eines Störfalls kann das menschliche Auge nicht schnell genug reagieren. Deshalb ist es unmittelbar nach Auftreten eines Störfalls besonders wichtig, das Gefährdungspotenzial möglichst rasch zu reduzieren. Hier kann das erfindungsgemäß vorgeschlagene passive Sicherheitssystem einen wichtigen Beitrag leisten, da es unmittelbar nach Auftreten des Störfalls sofort voll einsatzfähig ist und keine Totzeit aufweist. Die Mikrostruktur 12 reduziert bereits während der Totzeit des aktiven Sicherheitssystems und der Reaktionszeit des menschlichen Auges das Gefährdungspotenzial auf ein ausreichend sicheres Niveau.

[0044] Die Mikrostruktur 12 ist in diesem Fall bevorzugt derart ausgestaltet, dass sie das Gefährdungspotenzial, das sich in der Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Störfalls und der aktiven Leistungsreduzierung der Laserlichtquelle 4 ergibt, auf ein ausreichend sicheres Niveau reduziert. Wenn das aktive Sicherheitssystem bspw. den Gefährdungsabstand von 200% auf 150% reduziert, muss durch die Mikrostruktur 12 nur noch eine Reduktion von 150% auf 100% realisiert werden. Somit kann die Ablenkung bzw. Aufweitung der Lichtstrahlen des auf den Auftreffbereich 2 treffenden Lichts 8; 7 geringer ausfallen, die Flanken der Mikrostruktur 12 können weniger steil ausgestaltet werden. Dies hat Vorteile für die Herstellbarkeit und die Standzeit des Spritzgusswerkzeugs, aus dem der Reflektor 1 hergestellt wird, da sich die der Mikrostruktur 12 entsprechende Struktur im Werkzeug weniger stark abnutzt, und die Fräsradien einfacher sind.

[0045] Ein Sicherheitsabstand, den eine Person zu dem Scheinwerfer 101 in einem Störfall einhalten sollte, um eine Gefährdung der Person bzw. deren Augen durch unkonvertiertes Laserlicht 15 zu vermeiden, liegt ohne jegliches Sicherheitssystem theoretisch bspw. bei etwa 30 m. Aufgrund von optischen Effekten in dem Scheinwerfer 101 (bspw. verursacht durch Spiegelung, Ablenkung, Absorption an Blenden oder anderen optischen Elementen in dem Scheinwerfer) ergibt sich in der Praxis ein Sicherheitsabstand von bspw. 20 m. Dank eines aktiven Sicherheitssystems kann der Sicherheitsabstand auf bspw. 10 m reduziert werden (bspw. innerhalb der Totzeit des aktiven Systems). Dank der Mikrostruktur 12 kann der Sicherheitsabstand nochmals auf bspw. 5 m reduziert werden.

[0046] Anhand der Figuren 7 und 8 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Dabei ist gut zu erkennen, dass die Höhe h der Mikrostruktur 12 bzw. die Größe der Ablenkwinkel (Kurve 25) mit einem

Intensitätsprofil 24 (Profil der Lichtstärke) des Laserstrahlbündels oder Laserlichtkegels 14 im Störfall korreliert. Aus den Ablenkswinkeln 25 ergibt sich unmittelbar die Ausgestaltung bzw. Form der auf die Reflexionsfläche aufzumodulierenden Mikrostruktur 12. Auf der x-Achse ist ein Öffnungswinkel des Laserlichtkegels 14 aufgetragen, der im Störfall auf den Auftreffbereich 2 des Reflektors 1 trifft. Auf der linken y-Achse sind die normierten Intensitätswerte des Laserlichtkegels 14 und auf der rechten y-Achse die Werte für den Ablenkswinkel der Mikrostruktur 12 aufgetragen. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Laserlichtkegel 14 in einem Zentralbereich bei 0° die höchste Intensität (auf 1 normiert) und folglich die Mikrostruktur 12 in diesem Bereich auch die größten Ablenkswinkel von etwa $\pm 1^\circ$ hat. Am Rand des Laserlichtkegels 14 sind die Intensitäten dagegen relativ niedrig (gegen Null), weshalb dort auch kleinere Ablenkswinkel von etwa $\pm 0,2^\circ$ realisiert sind. Dadurch können im Zentralbereich des Laserlichtkegels 14 im Störfall die notwendigen starken Ablenkswinkel realisiert werden, und diese zum Rand hin abgeschwächt werden, um im störungsfreien Fall die Auswirkungen der Mikrostruktur 12 auf die Lichtverteilung 11 weiter zu reduzieren.

[0047] In Figur 8 sind die Ablenkswinkel (Kurve 25) zur Vereinfachung nur positiv dargestellt. Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen der Figuren 7 und 8 bestehen insbesondere in dem Verlauf einer Einhüllenden 26 der Ablenkswinkelkurven 25, d.h. wie sich die Ablenkswinkel über die gesamte Fläche des Auftreffbereichs verändern. Die Einhüllende 26 in Figur 7 besteht im Wesentlichen aus zwei Geraden, die sich im Zentrum (bei 0°) schneiden und dort auch ihr Maximum von etwa $\pm 1,0^\circ$ haben. Die Einhüllende 26 in Figur 8 hat die Form einer gewölbten Kurve mit einem Maximum von etwa $0,2^\circ$ im Zentrum (bei 0°) und läuft nach außen hin asymptotisch auf eine Ablenkung von 0° zu, wobei ab einem Öffnungswinkel von etwa $\pm 7^\circ$ die Ablenkswinkel einen Wert von etwa 0° haben.

[0048] Die Erfindung - wie oben beschrieben und in den Figuren 2 und 3 gezeigt - beruht in erster Linie auf einem optischen System (sog. Reflexionssystem), bestehend aus Lichtquellenmodul 3 und Reflektor 1 zur Erzeugung der Lichtverteilung 11. Das Prinzip kann aber auch auf kombinierte Reflexions-Projektionssysteme erweitert werden, wie sie bspw. in den Figuren 12 und 13 dargestellt sind. Ein solches System verfügt über eine Projektionslinse 28, welche ein Bild aus einer Zwischenebene 29 auf die Fahrbahn vor das Fahrzeug projiziert. Hierbei wird analog durch die Mikrostruktur 12 eine Aufweitung des Lichtkegels 13 (im störungsfreien Fall) bzw. des Strahlkegels 15 (im Störfall) in der Zwischenbildebene 29 erzeugt. Diese Aufweitung findet bevorzugt innerhalb der Lichtverteilung 11 statt.

[0049] Alternativ kann die Aufweitung des Lichtkegels 13 bzw. des Strahlkegels 15 bis zum maximalen Durchmesser der Linse 28 vergrößert werden, ohne dass im störungsfreien Fall Leistungsverluste auftreten. Der durch die Mikrostruktur 12 erzeugte Lichtkegel 13 ist

dann optimalerweise so groß, dass die Projektionslinse 28 komplett ausgeleuchtet wird, nicht aber über den Rand der Linse 28 hinaus. Die Anwendung kann auf Projektionssysteme mit Blende (vorzugsweise in oder nahe der Zwischenbildebene 29) als auch für Bi-Funktionssysteme oder Fernlichtmodule angewendet werden. Für Lichtmodule 105 mit Blende in der Ebene 29 kann die Mikrostruktur 12 derart ausgebildet sein, dass für eine höhere Sicherheit im Abblendlichtfall ein Großteil der Strahlung 14 auf die Blende gelenkt wird und dann nur im Fernlichtfall das Lichtmodul 105 verlässt.

[0050] Des Weiteren kann die Lichtleistung des Abblendlichts im störungsfreien Fall besser beibehalten werden, wenn die Mikrostruktur 12 bevorzugt das auftreffende Licht 8 in den Abblendlichtbereich der Lichtverteilung 11 ablenkt. Ferner ist es in einem Reflexions-Projektionsmodul von Vorteil, wenn der Bereich der Mikrostruktur 12 möglichst groß ist, um eine möglichst große Streubreite des Lichtkegels 13 bzw. des Strahlkegels 15 in der Lichtverteilung 11 zu erzeugen und noch durch die Linse 28 hindurch zu leuchten. Hier wäre idealerweise das Lichtquellenmodul 3, wie in Figur 13 gezeigt, leicht gekippt. Dann hat sich der Strahlkegel 14 im Störfall bereits weiter geöffnet bevor er auf den Reflektor 1 bzw. den Ablenkbereich 2 mit der Mikrostruktur 12 trifft.

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung (101) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Laserlichtquelle (4) zum Ausenden von Laserlicht (7), einen Strahlungskonverter (6), der eine Lumineszenzschicht, insbesondere mit Phosphor, enthält, und eine Abbildungsoptik (1), wobei der Strahlungskonverter (6) ausgebildet ist, von der Laserlichtquelle (4) ausgesandtes Laserlicht (7) in im Vergleich zu dem Laserlicht (7) breitbandigeres, insbesondere weißes Sekundärlicht (8), umzuwandeln und aufzufächern, und die Abbildungsoptik (1) ausgebildet ist, das Sekundärlicht (8) in eine Abstrahlrichtung (10) der Beleuchtungseinrichtung (101) zur Erzeugung einer resultierenden Lichtverteilung (11) umzulenken,

dadurch gekennzeichnet, dass

in einem lokal begrenzten Auftreffbereich (2) der Abbildungsoptik (1), der bei Wegfall des Strahlungskonverters (6) dem Laserlicht (7) ausgesetzt ist, eine Mikrostruktur (12) definierter Ausgestaltung angeordnet ist, wobei die Ausgestaltung der Mikrostruktur (12) derart ist, dass Ablenkswinkel von auf den Auftreffbereich (2) treffendem Licht (8, 7) so gewählt sind, dass das von der Mikrostruktur (12) abgelenkte Licht (13, 15) zur Erzeugung der resultierenden Lichtverteilung (11) beiträgt.

2. Beleuchtungseinrichtung (101) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abbildungsoptik (1) als ein Reflektor, der vor-

zugsweise aus einem Thermoplast gefertigt ist, und der Auftreffbereich (2) als ein Teil (1_T) einer Reflexionsfläche des Reflektors ausgebildet ist.

3. Beleuchtungseinrichtung (101) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass eine Breite und/oder Höhe der Ablenkung des auf den Auftreffbereich (2) treffenden und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Lichts (13, 15) der gesamte Breite und/oder Höhe der resultierenden Lichtverteilung (11) entspricht. 5
4. Beleuchtungseinrichtung (101) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass ein kleiner Teil des auf den Auftreffbereich (2) treffenden und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Lichts (13, 15) über die Breite und/oder die Höhe der resultierenden Lichtverteilung (11) hinausgeht. 10
5. Beleuchtungseinrichtung (101) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass eine Breite und/oder Höhe der Ablenkung des auf den Auftreffbereich (2) treffenden und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Lichts (13, 15) kleiner ist als die Breite und/oder die Höhe der resultierenden Lichtverteilung (11), wobei insbesondere das auf den Auftreffbereich (2) treffende und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Licht (13, 15) unter eine horizontale Helldunkelgrenze einer abgeblendeten Lichtverteilung abgelenkt wird. 15
6. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass Ablenkwinkel des auf den Auftreffbereich (2) treffenden und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Lichts (13, 15) in vertikaler und horizontaler Richtung unterschiedlich sind. 20
7. Beleuchtungseinrichtung (101) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass ein Öffnungswinkel des auf den Auftreffbereich (2) treffenden und von der Mikrostruktur (12) abgelenkten Lichts (13, 15) in vertikaler Richtung bis zu $\pm 5^\circ$ oder $+0^\circ/-5^\circ$ und in horizontaler Richtung bis zu $\pm 45^\circ$ beträgt. 25
8. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass sich ein vertikaler und/oder horizontaler erster Ablenkwinkel von auf einen ersten Teilbereich des Auftreffbereichs (2) treffendem Licht (13, 15) von einem vertikalen und/oder horizontalen zweiten Ablenkwinkel von auf einen zweiten Teilbereich des 30

Auftreffbereichs (2) treffendem Licht unterscheidet.

9. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass ein erster Teilbereich in einem Zentrum des Auftreffbereichs (2) angeordnet ist und mindestens ein zweiter ringförmiger Teilbereich den ersten Teilbereich umgibt. 35
10. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass ein erster Teilbereich in einem Zentrum des Auftreffbereichs (2) und ein zweiter Teilbereich an einem äußeren Rand des Auftreffbereichs (2) ausgebildet ist, und dass sich ein vertikaler und/oder horizontaler Ablenkwinkel von auf den Auftreffbereich (2) treffendem Licht ausgehend von dem ersten Teilbereich bis zu dem zweiten Teilbereich kontinuierlich ändert, wobei der vertikale und/oder horizontale erste Ablenkwinkel im ersten Teilbereich größer ist als der vertikale und/oder horizontale zweite Ablenkwinkel im zweiten Teilbereich. 40
11. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) derart ausgestaltet ist, dass ein Zentrum des Auftreffbereichs (2) dort liegt, wo ein Intensitätsprofil (24) des bei Wegfall des Strahlungskonverters (6) auf den Auftreffbereich (2) treffenden Laserlichts (7) sein Maximum hat. 45
12. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) eine Wellenform mit Bergen (12.1) und Tälern (12.2) umfasst, wobei Höhenunterschiede (h) zwischen benachbarten Bergen (12.1) und Tälern (12.2) im Bereich von $< 100 \mu\text{m}$, vorzugsweise von $< 50 \mu\text{m}$, ganz besonders bevorzugt von $< 10 \mu\text{m}$, liegen. 50
13. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) eine Wellenform mit Bergen (12.1) und Tälern (12.2) umfasst, wobei Abstände zwischen benachbarten Bergen (12.1) oder benachbarten Tälern (12.2), also eine Wellenlänge (λ) der Mikrostruktur (12), im Bereich von $< 10 \text{ mm}$ liegen. 55
14. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) eine Wellenform mit in vertikaler und/oder in horizontaler Richtung mindestens drei, vorzugsweise mindestens fünf, Bergen (12.1) und einer entsprechenden Anzahl an Tälern (12.2) aufweist.

15. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostruktur (12) eine Wellenform mit ersten Wellen (20) mit Bergen und Tälern einer ersten Wellenstruktur (21) und zweiten Wellen (22) mit Bergen und Tälern einer zweiten Wellenstruktur (23) umfasst, wobei die ersten und zweiten Wellen (20, 22) sich überlagern und die Wellenstrukturen (21, 23) schräg oder senkrecht zueinander verlaufen.
16. Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinrichtung (101) eine aktive Sicherheitsüberwachung aufweist, welche ausgebildet ist, die Laserlichtquelle (4) im Falle eines Defekts des Strahlungskonverters (4) abzuschalten oder deren Leistung zu reduzieren.
17. Kraftfahrzeug umfassend mindestens eine Beleuchtungseinrichtung (101) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

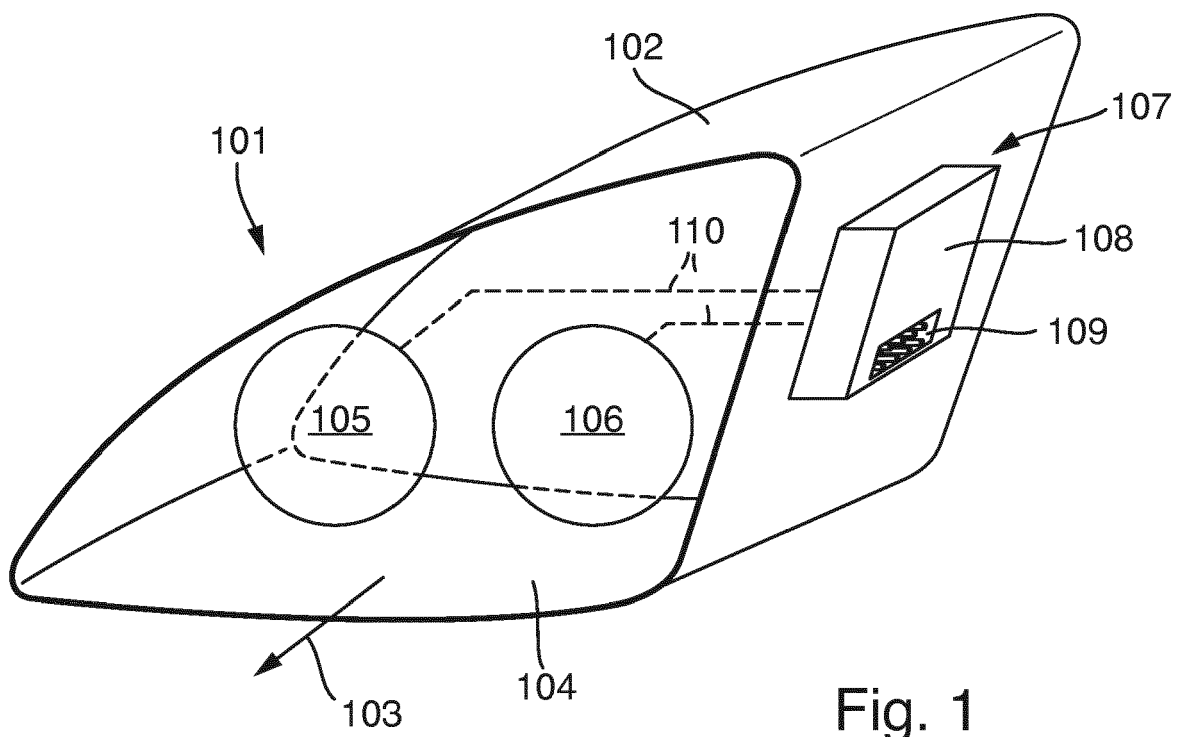
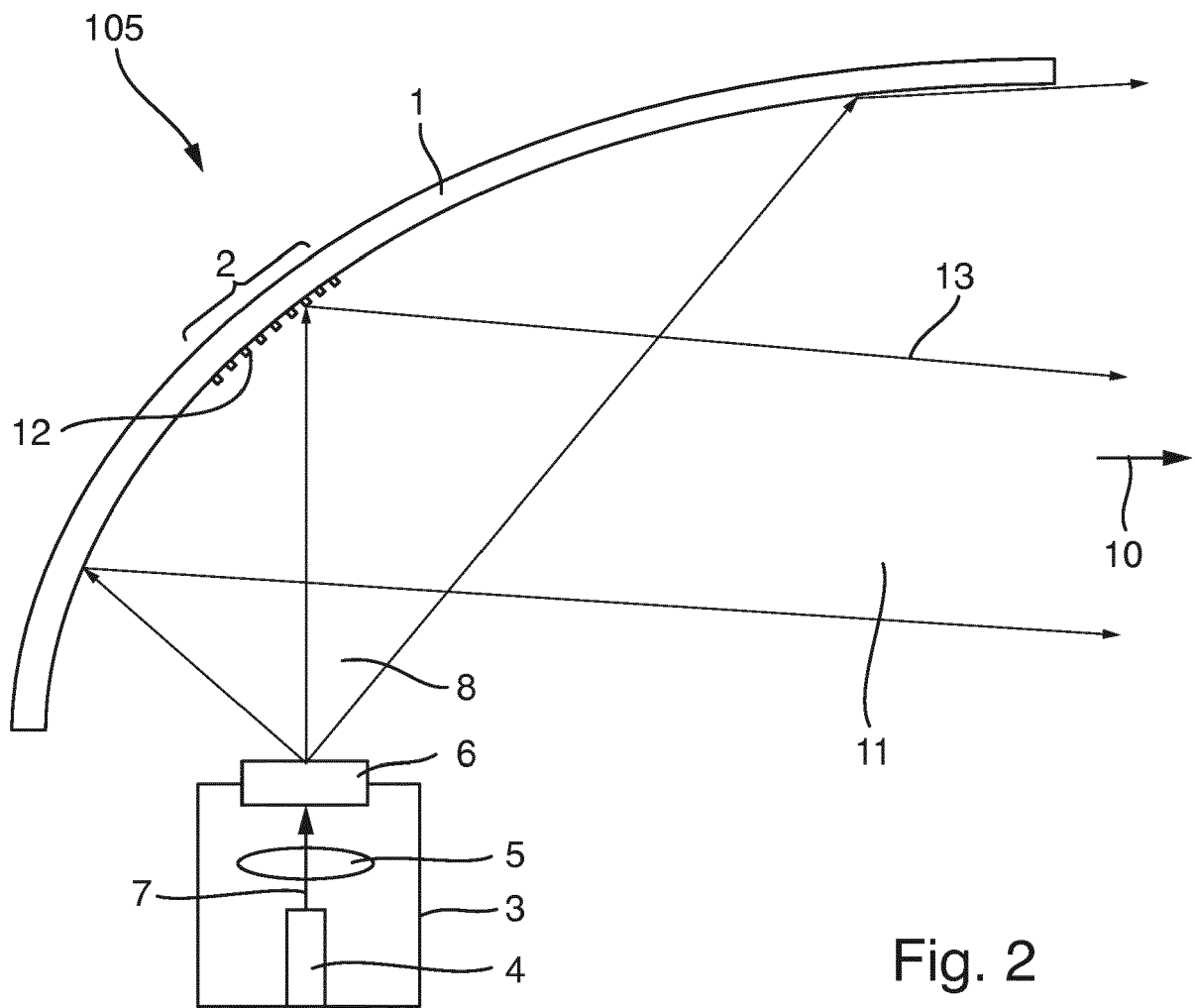


Fig. 1



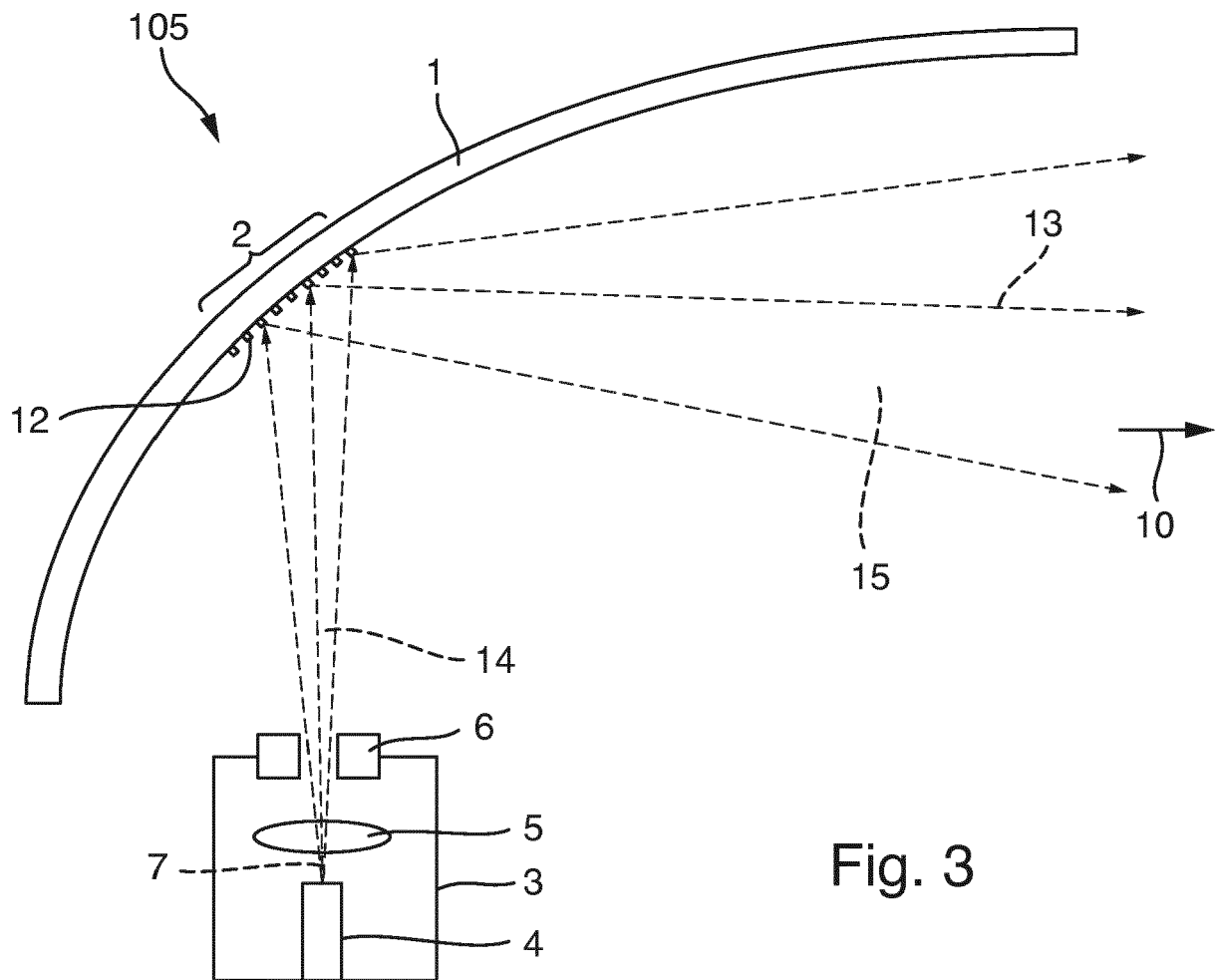
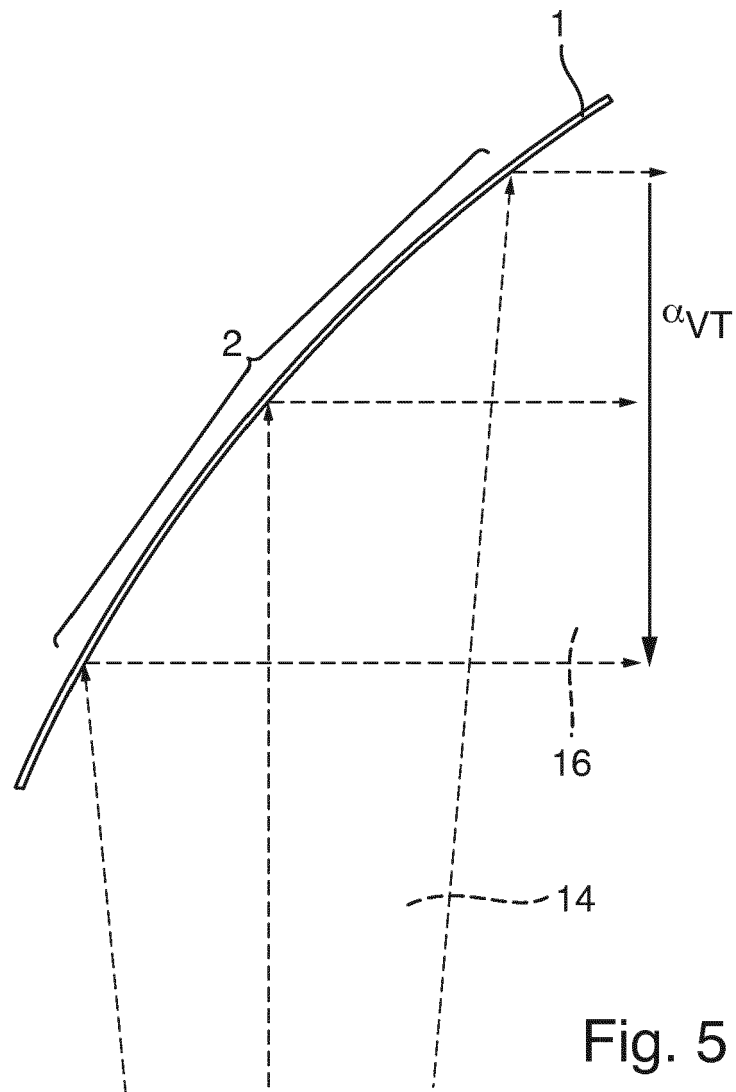
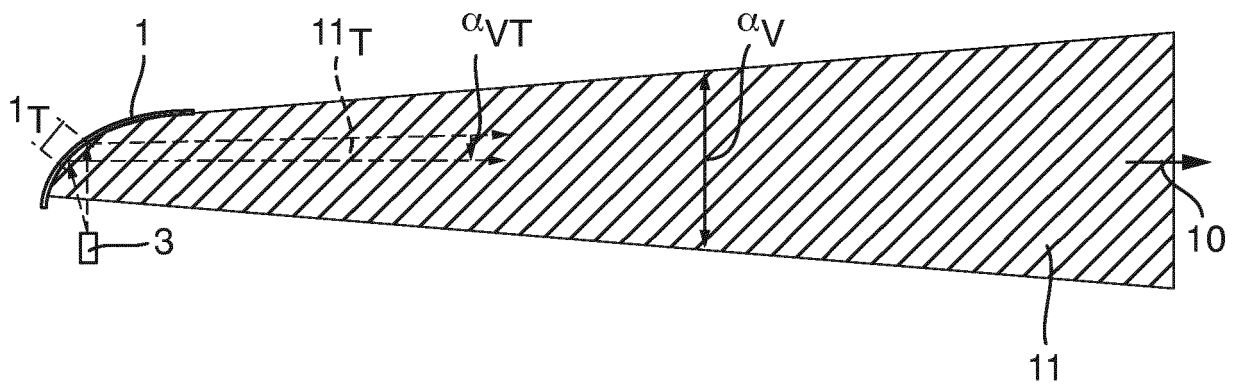


Fig. 3



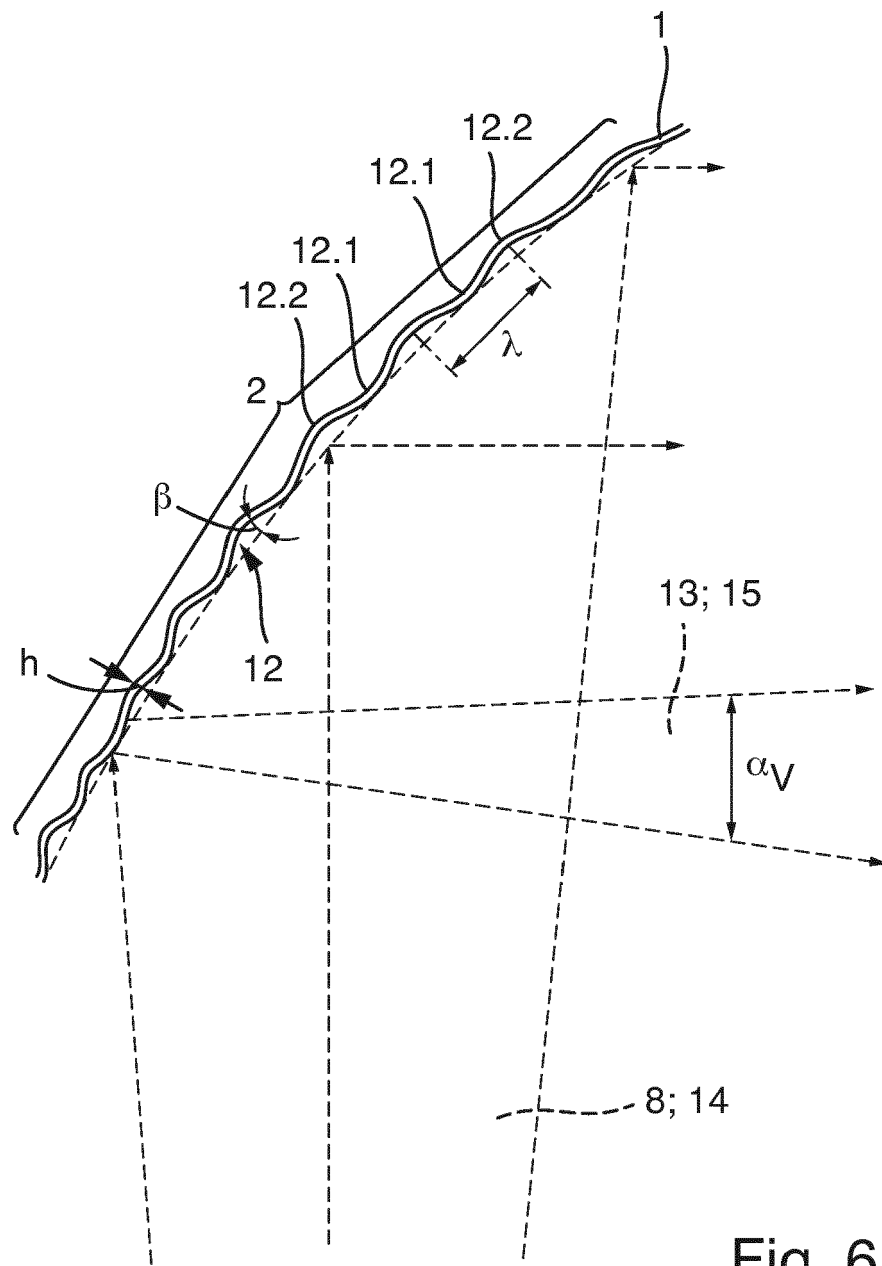


Fig. 6

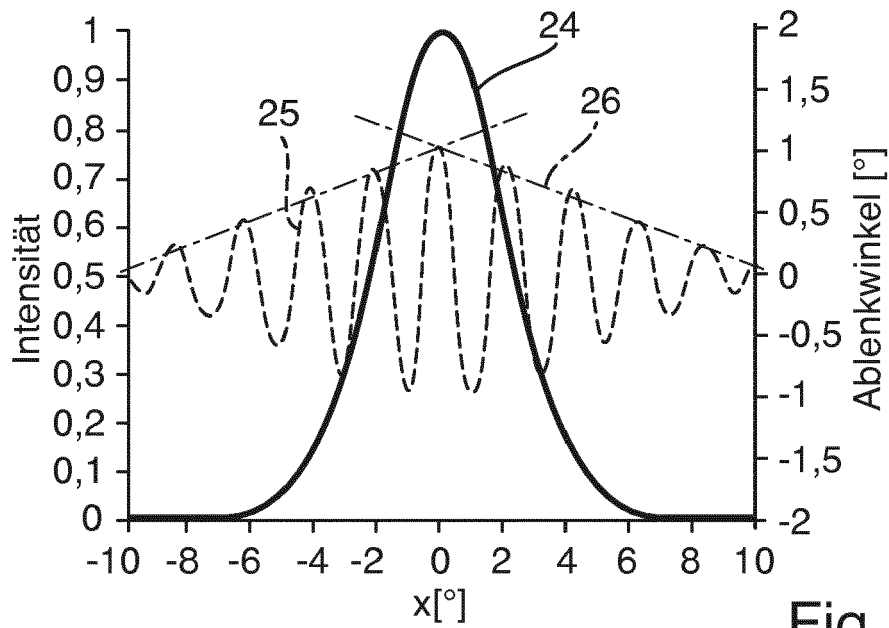


Fig. 7

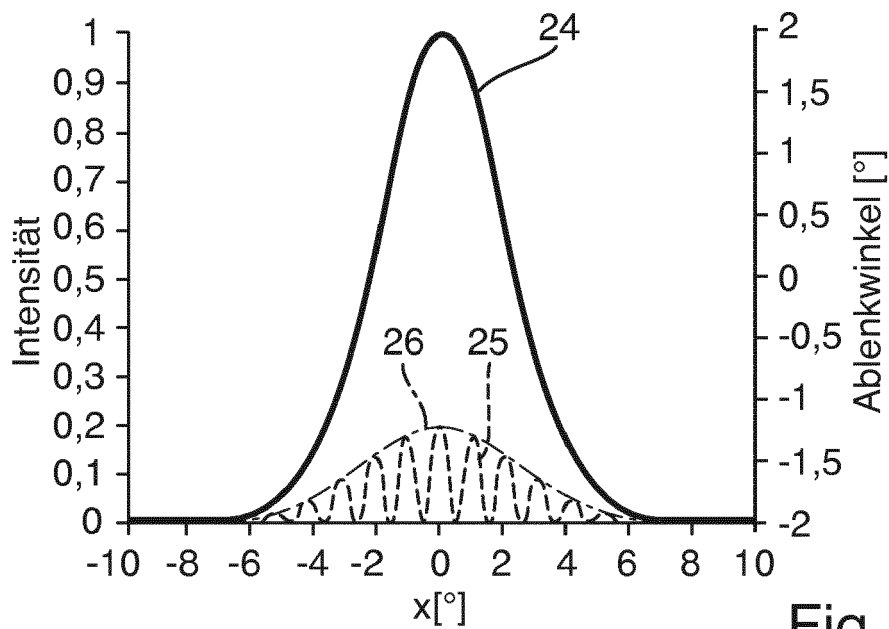


Fig. 8

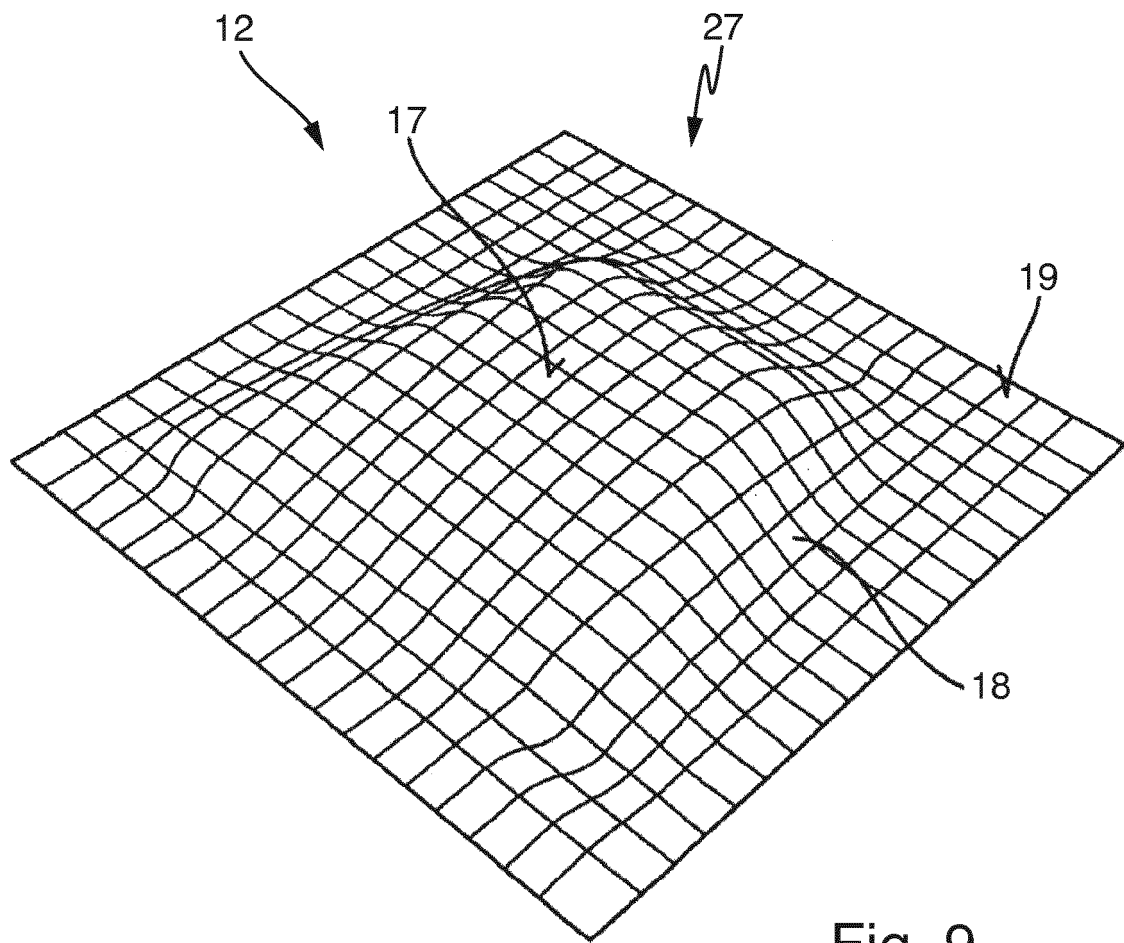


Fig. 9

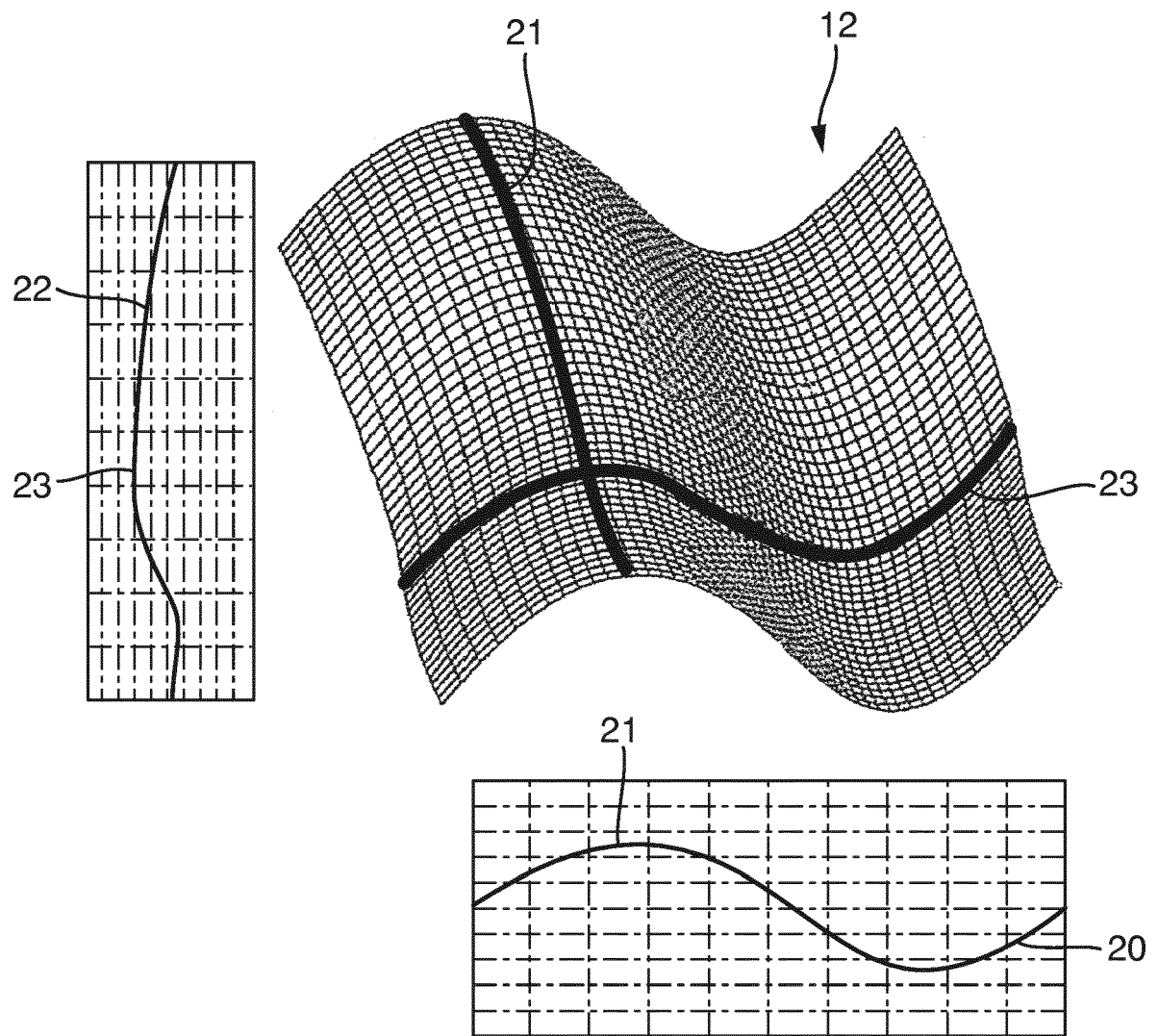


Fig. 10

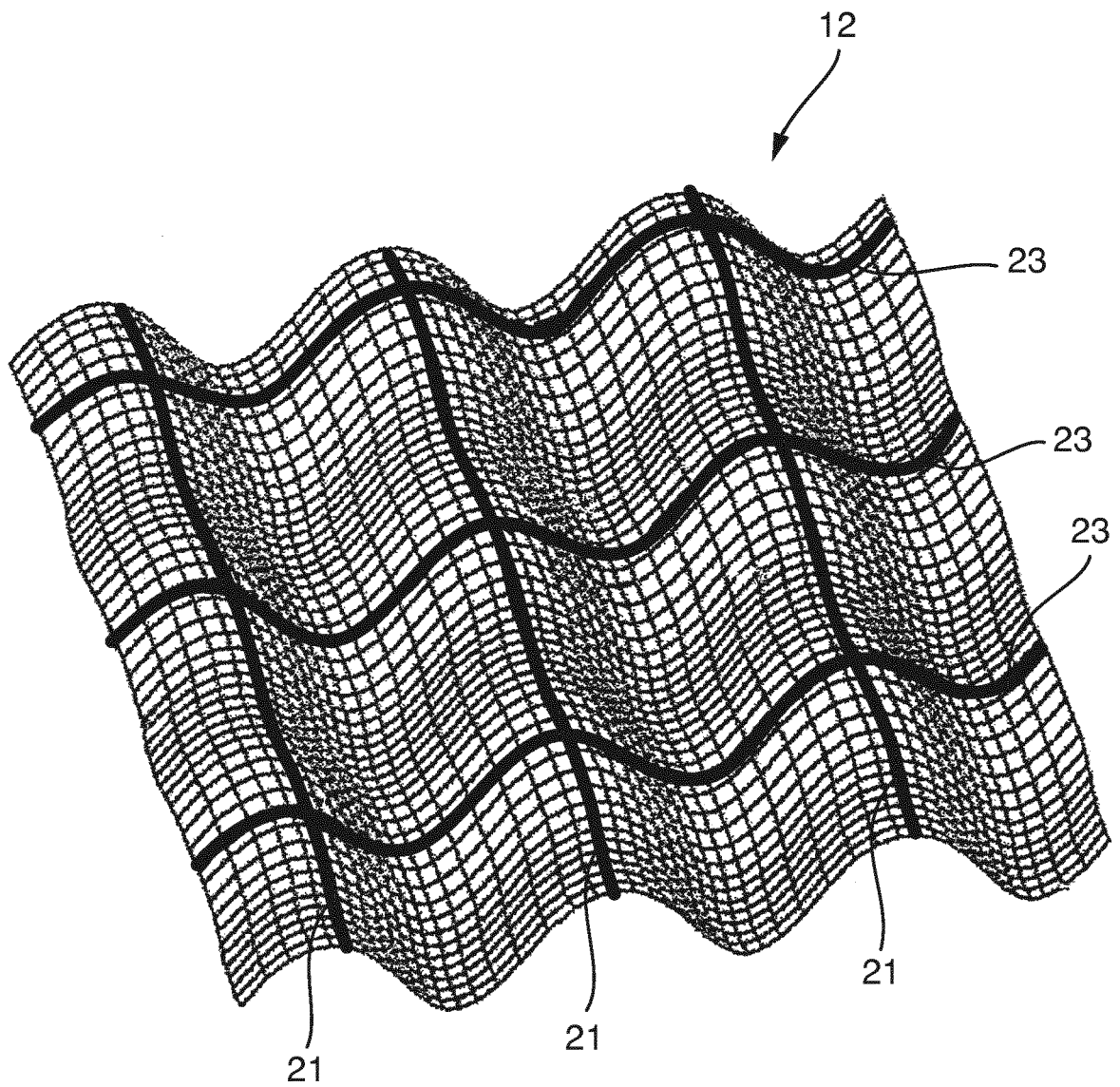


Fig. 11

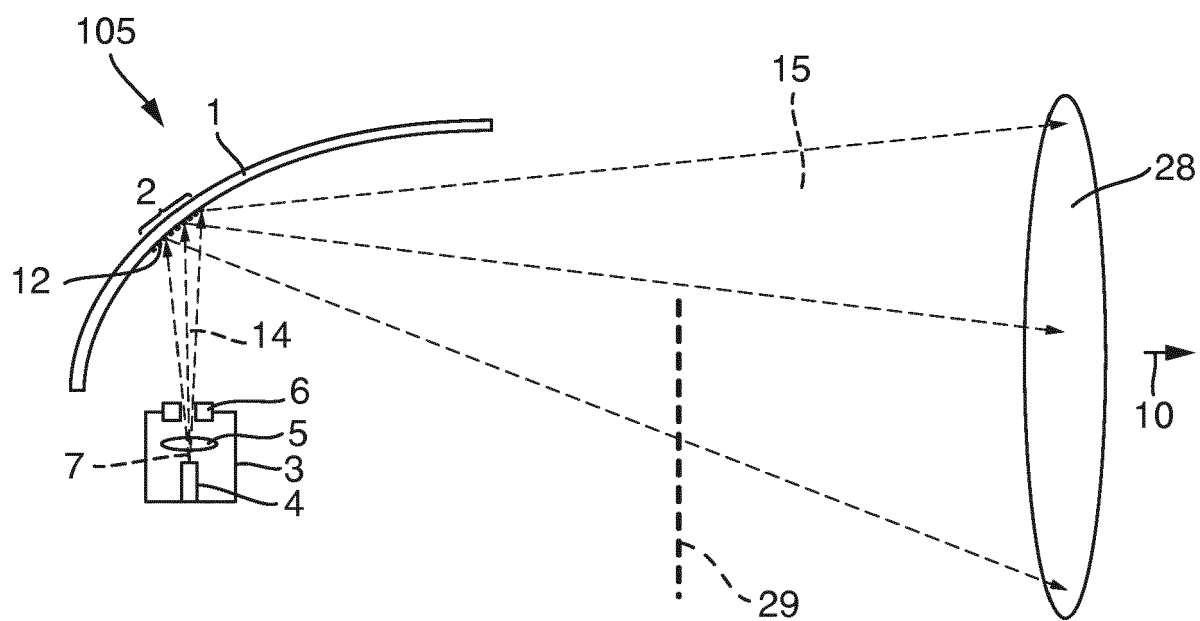


Fig. 12

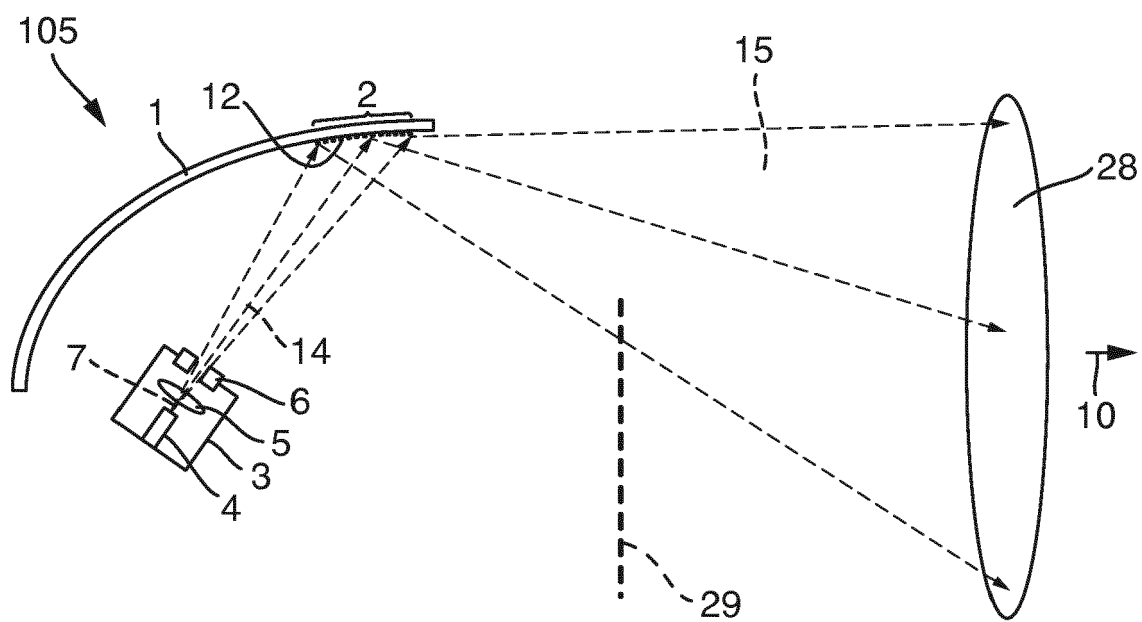


Fig. 13



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 19 1157

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2014 207024 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 15. Oktober 2015 (2015-10-15) * das ganze Dokument *	1-9,11, 16,17	INV. F21S45/70
Y		12-15	F21S41/176
A		10	F21S41/33
	-----		F21S41/37
Y	EP 3 285 000 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 21. Februar 2018 (2018-02-21) * Absätze [0046], [0047]; Abbildungen 1-5 *	12-15	

X	DE 10 2016 113523 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN GMBH [DE]) 25. Januar 2018 (2018-01-25) * Absätze [0038] - [0060]; Abbildungen 1-3 *	1-7,11, 17	

X	DE 10 2016 205515 A1 (KOITO MFG CO LTD [JP]) 6. Oktober 2016 (2016-10-06) * Absätze [0023] - [0066]; Abbildungen 1-5 *	1,2,4,6, 7,11-17	

X	DE 10 2014 205606 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01) * Absätze [0024] - [0056]; Abbildungen 1-4 *	1-9,16, 17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F21S

X,D	DE 10 2013 016423 A1 (AUDI AG [DE]) 2. April 2015 (2015-04-02) * Absätze [0030] - [0034]; Abbildungen 1-4 *	1,2,4, 16,17	

X	US 2016/102828 A1 (AHN BYOUNG SUK [KR]) 14. April 2016 (2016-04-14) * Absätze [0057] - [0061]; Abbildungen 1-5 *	1,2,4,17	

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Februar 2020	Prüfer Sarantopoulos, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 19 19 1157

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 056 802 A1 (AUDI AG [DE]) 17. August 2016 (2016-08-17) * Absätze [0011] - [0029]; Abbildungen 1-4 *	1,2,4,17	
X	JP 2018 106825 A (KOITO MFG CO LTD) 5. Juli 2018 (2018-07-05) * Absätze [0078] - [0087]; Abbildungen 1-12 *	1,2,5,17	
A	EP 0 581 661 A1 (VALEO VISION [FR]) 2. Februar 1994 (1994-02-02) * das ganze Dokument *	12-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Februar 2020	Prüfer Sarantopoulos, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
 EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 19 1157

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-02-2020

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014207024 A1	15-10-2015	CN 106164575 A	23-11-2016
		DE 102014207024 A1	15-10-2015
		EP 3129703 A1	15-02-2017
		US 2017122516 A1	04-05-2017
		WO 2015154983 A1	15-10-2015

EP 3285000 A1	21-02-2018	CN 108307646 A	20-07-2018
		EP 3285000 A1	21-02-2018
		JP 6568706 B2	28-08-2019
		JP 2016207330 A	08-12-2016
		US 2018094788 A1	05-04-2018
		WO 2016167056 A1	20-10-2016

DE 102016113523 A1	25-01-2018	KEINE	

DE 102016205515 A1	06-10-2016	CN 106051573 A	26-10-2016
		DE 102016205515 A1	06-10-2016
		FR 3034498 A1	07-10-2016
		JP 6504886 B2	24-04-2019
		JP 2016197523 A	24-11-2016
		US 2016290584 A1	06-10-2016

DE 102014205606 A1	01-10-2015	CN 106458079 A	22-02-2017
		DE 102014205606 A1	01-10-2015
		EP 3132181 A1	22-02-2017
		US 2017102118 A1	13-04-2017
		WO 2015144506 A1	01-10-2015

DE 102013016423 A1	02-04-2015	DE 102013016423 A1	02-04-2015
		EP 3052853 A1	10-08-2016
		WO 2015049048 A1	09-04-2015

US 2016102828 A1	14-04-2016	CN 105987332 A	05-10-2016
		DE 102015202913 A1	14-04-2016
		JP 2016081890 A	16-05-2016
		KR 20160044157 A	25-04-2016
		US 2016102828 A1	14-04-2016

EP 3056802 A1	17-08-2016	DE 102015001695 A1	11-08-2016
		EP 3056802 A1	17-08-2016

JP 2018106825 A	05-07-2018	KEINE	

EP 0581661 A1	02-02-1994	BR 9302995 A	15-03-1994
		DE 69305026 D1	31-10-1996
		DE 69305026 T2	06-03-1997

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

55

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 102012220481 A1 [0009]
- DE 102013016423 A1 [0009]