



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 453 932 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 91106077.0

51 Int. Cl.⁵: **F21Q 3/00**

22 Anmeldetag: 17.04.91

30 Priorität: 23.04.90 AT 932/90

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.91 Patentblatt 91/44

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **DR. TECHN JOSEF ZELISKO,
FABRIK FÜR ELEKTROTECHNIK UND
MASCHINENBAU GESELLSCHAFT M.b.H.**

**Steinfelder Gasse 12
A-2340 Mödling(AT)**

72 Erfinder: **Pörtl, Johann
Maynologasse 36
A-2500 Baden(AT)**

74 Vertreter: **Wolke, Heidemarie, Dr.
Stadtplatz 7
A-4400 Steyr(AT)**

54 **Signalanordnugn mit einer phantombildfreien Linsenanordnung.**

57 Die Erfindung beschreibt eine Signalanordnung (1) mit einer phantombildfreien Linsenanordnung (2). Diese besteht aus einer über eine Austrittsfläche derselben verteilt angeordneten Mehrzahl von Plankonvexlinsen (19 bis 21). Deren konvexe Krümmungsflächen (22 bis 24) sind dem ein Parallel-Lichtbündel (16) aussehenden, einer Lichtquelle (3) zugeordneten Reflektor (8) zugewandt. Deren in etwa senkrecht zum Parallel-Lichtbündel (16) ausgerichtete Planflächen (25 bis 27) sind einem Betrachter (29) zugewandt. Über die Austrittsfläche bzw. -ebene der

Linsenanordnung (2) verteilt ist eine Vielzahl von Planflächen (25 bis 27) angeordnet, von welchen jeder jeweils einer Plankonvexlinse (19 bis 21,37) zugeordnet ist. Die Gesamtfläche der Planflächen (25 bis 27) beträgt zwischen 3 % und 20 %, bevorzugt 7%, einer Querschnittsfläche des vom Reflektor (8) auf die Krümmungsflächen (22 bis 24) projizierten Parallel-Lichtbündels (16). Jede Planfläche (25 bis 27) weist ein Flächenausmaß zwischen 7 mm² und 0,02 mm², bevorzugt 0,3 mm², auf.

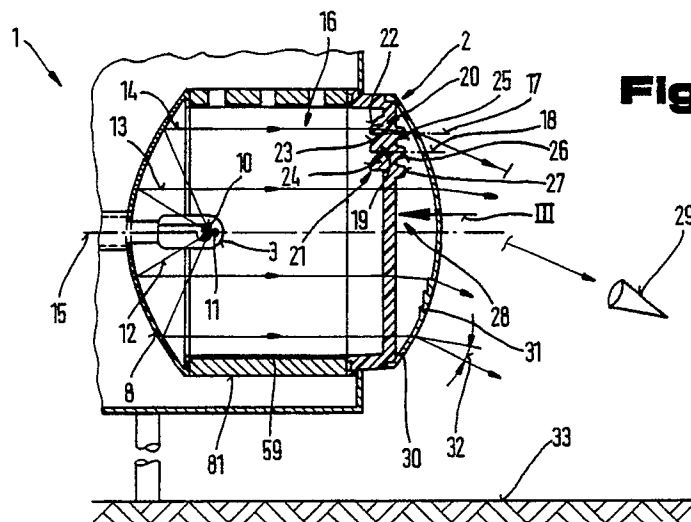


Fig. 2

EP 0 453 932 A2

Die Erfindung betrifft eine Signalanordnung mit einer phantombildfreien Linsenanordnung, wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

Eine bekannte Signalanordnung - gemäß US-PS 2 907 249 - weist eine Linsenanordnung bestehend aus einer Mehrzahl von Plankonvexlinsen, auf, deren konvexe Krümmungsflächen flächendeckend auf der der Lichtquelle zugeordneten Seite angeordnet sind. Im Bereich der optischen Achsen der Plankonvexlinsen sind auf einer dem Betrachter zugewandten Stirnfläche Lichtdurchtrittsöffnungen angeordnet, während die diesen Lichtdurchtrittsöffnungen benachbarten Flächenteile durch eine lichtundurchlässige spiegelnde Schicht abgedeckt sind. Durch diese bekannte Linsenanordnung wird zwar bereits in einem gewissen Maß eine Reduzierung der Phantomabbildung bei einfallendem Fremdlicht erzielt, das Ausmaß der Reduktion ist jedoch für Verkehrssignalanlagen in vielen Fällen nicht ausreichend.

Bei einer weiteren bekannten Linsenanordnung - gemäß GB-PS 1 591 013 sind ebenfalls mehrere Plankonvexlinsen angeordnet, wobei einer ebenen Vorderseite der Plankonvexlinsen auf der Betrachterseite eine lichtundurchlässige Scheibe vorgeordnet ist, die im Bereich der optischen Achsen der Plankonvexlinsen mit Lichtdurchtrittsöffnungen versehen ist. Dadurch wird erreicht, daß ein aus einem Parallel-Lichtbündel eintretendes achsparalleles Licht von den einzelnen Plankonvexlinsen konvergent zu den jeweiligen Lichtdurchtrittsöffnungen abgelenkt aus den Plankonvexlinsen austritt. Auch bei dieser Ausgestaltung der Linsenanordnung wird keine für Signalsicherheitsvorrichtungen geeignete Phantombildfreiheit erreicht.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Linsenanordnung zu schaffen, bei der die Fremdlichtmenge, die in die Linsenanordnung eintreten kann, erheblich verringert und der Anteil von in die Linsenanordnung eingetretenem Fremdlicht, der in Richtung des Betrachters zurückreflektiert wird, noch zusätzlich vermindert werden kann.

Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die im Kennzeichenteil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale erreicht. Vorteilhaft ist bei dieser Ausführungsform, daß durch die überraschend einfach erscheinende Erkenntnis eine Vielzahl von über die Linsenanordnung verteilten Lichtaustrittsstellen mit extrem geringem Querschnitt zu schaffen, eine derart große Reduktion der Eintrittsfläche für das Fremdlicht im Verhältnis zur Fläche der Linsenanordnung geschaffen werden kann, ohne daß dadurch die von der Lichtquelle kommende Lichtenergie nachteilig verringert wird. Durch die entsprechende Gestaltung wird überdies erreicht, daß für den Betrachter einer derartigen Linsenan-

ordnung bereits ab einer geringen Entfernung von der Abstrahlungsfläche der Linsenanordnung ein einheitliches vollflächiges Signalbild wahrgenommen werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung beschreibt Patentanspruch 2, wodurch ein bezogen auf das eintretende Parallel-Lichtbündel konzentrischer Lichtaustrittskegel erreicht wird.

Bei einer anderen Weiterbildung nach Patentanspruch 3 wird erreicht, daß eine konzentrische Ausbreitung des einfallenden Parallel-Lichtbündels sichergestellt ist.

Vorteilhaft ist bei der Ausführungsvariante nach Patentanspruch 4, daß die optischen Achsen der Lichtbündel beim Eintritt in die Linsenanordnung und beim Austritt aus der Linsenanordnung gleich sind und damit durch eine Justierung der gesamten Signaleinrichtung bzw. eine entsprechende winkelmäßige Ausrichtung auch die Ausrichtung des Lichtstrahlenbündels möglich ist.

Durch die Ausbildung der Plankonvexlinse gemäß Patentanspruch 5 wird vor allem eine Verringerung der Einstrahlungsfläche für die Lichtstrahlen eines Fremdlichtes ohne zusätzliche Maßnahmen erreicht.

Durch die Weiterbildung nach Patentanspruch 6 kann die Querschnittsfläche der Plankonvexlinse, durch die Lichtstrahlen der Fremdlichtquelle eintreten können, zusätzlich ohne nachteilige Beeinflussung der ausgesendeten Lichtstrahlen verringert werden. Wird der Öffnungswinkel des Kegelstumpfes noch in Abhängigkeit von den Randstrahlen festgelegt, so ist es möglich, die Kegelstümpfe so klein wie möglich auszubilden, ohne daß die Abstrahlung der von der Lichtquelle kommenden Lichtstrahlen behindert wird.

Bei der Ausgestaltung nach Patentanspruch 7 ist von Vorteil, daß eine unerwünschte Brechung der von der Lichtquelle austretenden Lichtstrahlen sowie auch ein Verlust durch Absorption zuverlässig verhindert ist.

Eine Ausgestaltung nach Patentanspruch 8 ermöglicht in einfacher Weise, daß die von der Fremdlichtquelle auftreffenden Lichtstrahlen, die außerhalb der Planflächen der Linsenanordnung liegen, sofort absorbiert und damit unschädlich gemacht werden. Darüber hinaus werden aber auch noch jene Lichtstrahlen der Fremdlichtquelle durch diese Ausbildung absorbiert, die einen Reflexionswinkel nach Durchtritt der Planfläche aufweisen, der zur optischen Achse der Plankonvexlinse größer ist, als der halbe Öffnungswinkel der Kegelstümpfe. Vorteilhaft ist bei dieser Ausgestaltung weiters, daß eine glatte Oberfläche der Linsenanordnung geschaffen werden kann, die keine zusätzliche Schutzscheibe benötigt und das Absetzen von Staub bzw. Schnee und Eis zusätzlich verhindert.

Es ist aber auch eine Ausgestaltung nach Patentanspruch 9 möglich, bei der vielfach auch ohne eine Nachbehandlung der Planflächen das Auslangen gefunden werden kann.

Bei der Ausgestaltung nach Patentanspruch 10 ist eine einfache Herstellung der Linsenanordnung aus Kunststoffmaterialien mit relativ geringen Verlustwerten beim Lichtdurchtritt möglich.

Vorteilhaft ist auch die Ausgestaltung nach Patentanspruch 11, da damit eine gleichmäßige Lichtbrechung der in die Linsenanordnung eintretenden Lichtstrahlen und damit ein gleichmäßiges Auffächern derselben beim Austritt aus der Linsenanordnung erreicht wird.

Durch die Ausbildung nach Patentanspruch 12 kann das austretende Lichtbündel aus einer Vielzahl gleichgestalteter Einzellichtbündel zusammengesetzt werden.

Eine bevorzugte Weiterbildung nach Patentanspruch 13 ist insbesondere bei Verkehrssignalanlagen von Vorteil, bei welchen in den zur Fahrbahn parallelen Ebenen beidseits der Signalvorrichtung eine gleich hohe Leuchtdichte erreicht werden soll, während in den vertikal zur Fahrbahn verlaufenden Ebenen die Leuchtdichte vor allem zwischen der Signalanordnung und der Fahrbahn besonders intensiv sein soll. Dies wird durch eine einseitige Ausdehnung der Kugelkalotte bzw. des Kugelkalottenabschnittes von der optischen Achse in die von der Fahrbahn abgewendete Richtung erreicht, da dadurch die aus der Linsenanordnung 2 austretenden Lichtbündel generell in Richtung der Fahrbahn geneigt sind, ohne daß eine zusätzliche Linsenanordnung und damit eine weitere Brechung notwendig ist, wodurch die Lichtverluste in einer erfindungsgemäßen Linsenanordnung äußerst gering gehalten werden können.

Durch die Ausgestaltung nach Patentanspruch 14 kann jede beliebige Lichtstärkenvariation im ausgestrahlten Lichtbündel einfach erreicht werden und ist die erfindungsgemäße Linsenanordnung daher einfach an unterschiedlichste Anwendungsfälle anpaßbar und für diese verwendbar.

Für die Veränderung des Leuchtbildes ist auch eine Weiterbildung nach Patentanspruch 15 vorteilhaft.

Durch die Ausgestaltung nach Patentanspruch 16 kann die Leuchtdichte in dem von der Linsenanordnung abgestrahlten Gesamtlichtbündel einfach variiert werden. Vorteilhaft ist hierbei aber auch eine weitere Ausbildung nach Patentanspruch 17.

Vor allem eine sehr einfache Herstellung der Werkzeuge für die Produktion einer erfindungsgemäßen Linsenanordnung wird durch die Merkmale nach Patentanspruch 18 erreicht. Es ist damit nur notwendig, ein Werkzeug für eine Linsengruppe zu schaffen und eine für die herzustellende Linsenanordnung ausreichende Vielzahl von solchen Linsen-

gruppen zu produzieren, die dann durch Zusammenkleben zu den gewünschten Linsen anordnungen vereinigt werden können. Durch Abnahme einer Negativform, z.B. über elektrochemische Verfahren können die beiden Oberflächen einer erfindungsgemäß auszubildenden Linsenanordnung hergestellt werden, die dann die Oberflächen in den Spritzgießwerkzeugen und dgl. bilden können.

Die Ausgestaltung nach Patentanspruch 18 gestattet eine vielfältige Anwendung der erfindungsgemäßen Linsenanordnung.

Durch die Weiterbildung nach Patentanspruch 20 kann der nachfolgende Querschnitt der Kegelstümpfe bzw. der Planflächen der Linsenanordnung auf das rechnerische Minimum verringert werden, ohne daß bei wechselnden Betriebsbedingungen unterschiedliche Lichtverluste auftreten können.

Die weiteren Ausführungsvarianten nach Patentanspruch 21 und 22 ermöglichen eine beliebige räumliche Ausrichtung des abgestrahlten Lichtbündels in der jeweils gewünschten Raumrichtung.

Eine Ausführungsvariante gemäß Patentanspruch 23 ermöglicht die Schaffung von zusätzlichen Lichtbündeln, die in von den Hauptlichtbündeln unterschiedlichen Richtungen abgestrahlt werden können, um beispielsweise auch bei einem Standort unmittelbar vor der Signalanordnung das Signalbild einwandfrei ablesen zu können, ohne daß dadurch die Ablesung aus großen Entfernungen nachteilig beeinflusst oder die Anordnung einer weiteren Signaleinrichtung zum Feststellen des Signalfeststellungszustandes aus der Nähe notwendig ist.

Schließlich ist auch eine Weiterbildung nach Patentanspruch 24 möglich, wodurch die Planflächen für den Austritt der Lichtstrahlen aus der Lichtquelle nach der Fertigstellung der Linsenanordnung beispielsweise durch die hindurchtretenden Lichtstrahlen selbst lichtdurchlässig gemacht werden können.

Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Verkehrsampel mit erfindungsgemäß ausgebildeter Linsenanordnungen in Seitenansicht und vereinfachter schematischer Darstellung;
- Fig. 2 eine Signalanordnung der Verkehrsampel in Seitenansicht und im Schnitt gemäß den Linien II-II in Fig. 1 und in vergrößertem Maßstab;
- Fig. 3 einen Teil der Linsenanordnung nach Fig. 2 in Stirnansicht gemäß Pfeil III in Fig. 2;
- Fig. 4 die Linsenanordnung nach Fig. 3 in Draufsicht, geschnitten gemäß den Linien IV-IV in Fig. 3;
- Fig. 5 die Linsenanordnung in Seitenan-

- sicht, geschnitten gemäß den Linien V-V in Fig.3 und mit in schematischen Linien eingezeichneten, von der Lichtquelle kommenden Lichtstrahlen;
- Fig. 6 die Seitenansicht der Linsenanordnung nach Fig.5, jedoch mit den schematisch das einfallende Licht darstellenden Lichtstrahlen einer Fremdlichtquelle;
- Fig. 7 den Strahlenverlauf in einer Plankonvexlinse der erfindungsgemäßen Linsenanordnung;
- Fig. 8 einen Teil einer anderen erfindungsgemäß ausgebildeten Linsenanordnung in Stirnansicht;
- Fig. 9 die erfindungsgemäße Linsenanordnung in Draufsicht, geschnitten gemäß den Linien IX-IX in Fig.8;
- Fig. 10 eine Lichtsignalanordnung mit einer weiteren erfindungsgemäß ausgebildeten Linsenanordnung in Stirnansicht;
- Fig. 11 die Signalanordnung nach Fig.10 in Seitenansicht;
- Fig. 12 ein Schemabild der Leuchtdichteverteilung des aus der erfindungsgemäßen Linsenanordnung austretenden Strahlenbündels.

In Fig.1 ist eine Signalanordnung 1, im vorliegenden Fall eine Verkehrsampel, gezeigt. In dieser Verkehrsampel sind den verschiedenen Fahrtrichtungen zugeordnet, erfindungsgemäß ausgebildete, phantombildfreie Linsenanordnungen 2 angeordnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die unterste, üblicherweise grünes Licht zeigende Linsenanordnung 2 durch eine Lichtquelle 3 beleuchtet und sendet ein schematisch durch Strahlen 4 angedeutetes Strahlenbündel 5 in Richtung eines Betrachters aus.

Probleme entstehen nunmehr dadurch, daß Fremdlichteinflüsse auftreten. Dies ist beispielsweise im Bereich einer üblicher Weise Rotlicht zeigenden bekannten Linsenanordnung. Insbesondere im vorliegenden Fall fallen durch strichpunktierte Linien angedeutete Lichtstrahlen 6 einer Fremdlichtquelle, z.B. der Sonne 7, bei bekannten Linsenanordnungen durch diese ein. Sind nun nicht entsprechende Vorkehrungen getroffen, so können die Lichtstrahlen 6 der Fremdlichtquelle, z.B. Sonne 7 durch die Linsenanordnung 2 hindurchtreten und treffen auf einem im Bereich der Lichtquelle 3 angeordneten Reflektor 8 auf. Werden diese Lichtstrahlen 6 von dem Reflektor 8 reflektiert, so treten sie als strichzweipunktierte Lichtstrahlen 9 aus der Linsenanordnung in Richtung des Betrachters aus. Nähert sich nun beispielsweise ein Fahrzeug aus größerer Entfernung der Signalanordnung 1, so ist

für den Lenker meist nicht zu erkennen, ob nunmehr rotes oder grünes Licht eingeschaltet ist. Dies führt zu einer indifferenten Verkehrssituation, da nicht ersichtlich ist, ob die Durchfahrt oder Vorbeifahrt an der Signalanordnung 1 erlaubt ist oder nicht.

In Fig.2 ist eine erfindungsgemäße Linsenanordnung 2 und die dieser zugeordnete Lichtquelle 3 sowie der Reflektor 8 gezeigt. Wie aus dieser Darstellung ersichtlich, gehen von einem Leuchtfaden 10, der in einem Brennpunkt 11 des Reflektors 8 angeordnet ist Lichtstrahlen 12 bis 14 aus, die zum besseren Verständnis für die Brechungsverhältnisse und dem Lichtstrahlverlauf in der Linsenanordnung 2 unterschiedlich beziffert sind. Diese Lichtstrahlen 12 bis 14 werden vom Reflektor 8 reflektiert und parallel zu einer Längsmittelachse 15 der Linsenanordnung 2 ausgerichtet, sodaß sie ein Parallel-Lichtbündel 16 mit einem der Leuchtfäche der Linsenanordnung 2 entsprechenden Querschnitt bilden. Das Parallel-Lichtbündel 16 ist, wie mit dünnen Pfeilen angedeutet, gegen eine lichtquellenseitige Oberfläche der Linsenanordnung 2 gerichtet, die aus einer Vielzahl von durch optische Achsen 17,18 angedeutete Plankonvexlinsen 19 bis 21 besteht, deren konvexe Krümmungsflächen 22 bis 24 dem Reflektor 8 zugewandt sind. Planflächen 25 bis 27 bilden eine Austrittsfläche 28 der Linsenanordnung 2 die einem Betrachter 29 - schematisch durch ein Auge dargestellt - zugewandt sind. Bei dem Durchtritt der Lichtstrahlen des Parallel-Lichtbündels 16, insbesondere des Lichtstrahls 14 werden diese Lichtstrahlen 12 bis 14 in Richtung der Längsmittelachse 15 abgelenkt. Die anderen Lichtstrahlen des Lichtbündels werden in allen weiteren Raumrichtungen, je nach Ausgestaltung der konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 abgestrahlt. Der Linsenanordnung 2 kann weiters eine lichtdurchlässige, transparente Schutzkappe 30 vorgeordnet sein, die auch als Ablenklinse ausgebildet sein kann. Bevorzugt ist diese Schutzkappe 30 mit Stufen 31 versehen, sodaß diese eine Stufen- bzw. Fresnellinse bildet. Dadurch kann erreicht werden, daß die aus der Linsenanordnung 2 in Richtung des Betrachters 29 austretenden Lichtstrahlen 12 bis 14 sowie alle übrigen Lichtstrahlen unabhängig von ihrer Austrittsrichtung um einen bestimmten Winkel 32, z.B. in Richtung einer Fahrbahn 33 abgelenkt werden.

In den Fig.3 bis 6 ist ein Teil der erfindungsgemäßen Linsenanordnung 2 in größerem Maßstab gezeigt. Die konvexen Krümmungsflächen 22 und 24 sind den Planflächen 25,27 zugeordnet. Diese Planflächen 25 sind gemeinsam in abwechselnder Reihenfolge in einer Reihe 34 und in einem Abstand 35 mit Planflächen 36 angeordnet, die einer Plankonvexlinse 37 mit einer optischen Achse 38 zugeordnet sind. Über die Planfläche 36 tritt das

über eine konvexe Krümmungsfläche 39 von der Lichtquelle 3 her anfallende Licht aus.

Wie aus dieser Darstellung ersichtlich ist, sind in der Draufsicht die Kugelkalottenabschnitte spiegelsymmetrisch zur optischen Achse 17 der Plankonvexlinse 20 gekrümmt. Gleiches trifft für die konvexen Krümmungsflächen 24, aber auch für die konvexen Krümmungsflächen 39 zu, die jedoch spiegelsymmetrisch zur optischen Achse 38 der Plankonvexlinse 37 angeordnet sind. Gleichermaßen sind auch die konvexen Krümmungsflächen 23 der Plankonvexlinsen 19 spiegelsymmetrisch zu ihrer optischen Achse 18 angeordnet. Der sich aus dieser spiegelsymmetrischen Anordnung der konvexen Krümmungsflächen 22,23,24,39 ergebende Strahlungsverlauf wird im nachfolgenden noch im Detail erläutert werden.

Die Plankonvexlinsen 19 der Linsenanordnung 2 sind in einer Reihe 40 in einem Abstand 41 angeordnet, wobei die optischen Achsen 18 dieser Plankonvexlinsen 19 aufnehmenden Ebene 42 parallel zur Längsmittelachse 15 der Linsenanordnung 2 ausgerichtet ist.

In einer zur Ebene 42 senkrechten Ebene 43 sind die jeweils gleichartigen Planflächen 36 mit ihren optischen Achsen 38 in Richtung der Reihe 44 jeweils in einer gleichen Distanz 45 angeordnet, wie die Planflächen 26. Die beiden durch die Planflächen 26 bzw. 36 gebildeten Reihen sind jedoch in Längsrichtung der Reihe 44 um ein geringeres Ausmaß als die Hälfte der Distanz 45 zueinander versetzt.

Aufgrund der verschiedenen Abstände 35 und 41 und der um ein geringeres als die Hälfte einer Distanz 45 versetzten Anordnung der Planflächen 26 bzw. 36 wird aus den jeweils in zwei halben Reihen 40 und einer Reihe 34, sowie einer vertikalen Reihe 44 und je einer halben Reihe 46 beidseits der Reihe 44 angeordneten, sowie jeweils in einer Reihe 47,48 beidseits der Reihe 44 angeordneten Planfläche eine Linsengruppe 49 gebildet, die schematisch in Fig.3 durch eine strichpunktierte Linie umgrenzt ist.

Mehrere in Richtung der senkrechten Ebene 43 übereinander angeordnete Linsengruppen bilden einen Linsenblock 50, wobei die erfindungsgemäße Linsenanordnung 2 aus mehreren nebeneinander angeordneten Linsenblöcken 50 zusammengesetzt ist.

Anhand der Darstellung in Fig.5 ist zu erkennen, daß bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 nicht spiegelsymmetrisch zu den optischen Achsen 17,18 und 38 der Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 angeordnet sind. Vielmehr erstrecken sich die Kugelkalottenabschnitte in der senkrechten Ebene 43 um einen variablen Winkel 51 bis 54 in die gleiche Richtung im Bezug auf die optische

Achse 17 bzw. 18 oder 38.

Diese exzentrische Anordnung der konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 bewirkt, daß die von der Planfläche 25 bis 27 und 36 austretenden Lichtstrahlen 14 des Parallel-Lichtbündels 16 sich mit zunehmender Distanz von den Planflächen 25 bis 27 und 36 in die den konvexen Krümmungsflächen gegenüberliegende Richtung von der optischen Achse 17 bzw. 18 oder 38 entfernen. Durch diese Anordnung der konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 ist daher eine Ausrichtung der aus den Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 austretenden Lichtstrahlen 55 möglich.

In Fig.4 ist weiters mit dünnen Linien eingezeichnet, daß über einen Teil einer Dicke 56 vorspringenden Kegelstümpfe 57 sowie zwischen diesen verlaufende plane Stirnflächen 58 mit einer lichtundurchlässigen Beschichtung 59 versehen sind. Des weiteren ist in dieser Darstellung gezeigt, daß ein von einer Fremdlichtquelle, beispielsweise der Sonne 7, einfallender Lichtstrahl 6 nur bis zu einem Maximalwinkel 60 zur optischen Achse 17 bzw. 18 in die Plankonvexlinse 19 bis 21 und 37 einfallen kann. Mit zur optischen Achse 17,18 geringer werdendem Maximalwinkel 60 wird der Anteil der Strahlen, der in die Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 eintreten kann, höher. Insgesamt ist jedoch der Anteil jener Lichtstrahlen 6 des Fremdlichtes, der in die Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 eintreten kann, sehr gering, da durch die lichtundurchlässige Beschichtung 59 ein Großteil der Flächen für einen Strahleneintritt der Lichtstrahlen 6 blockiert ist. Überdies werden durch die Beschichtung 59 auch jene Strahlen, die z.B. im Bereich der Kegelstümpfe 57 noch in die Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 eintreten könnten, ebenso absorbiert.

Wie nun die Darstellung den Verlauf des von der Fremdlichtquelle kommenden Lichtstrahls 6 zeigt, trifft dieser nach dem Durchschreiten der Plankonvexlinse auf die konvexe Krümmungsfläche 24 der benachbart angeordneten Plankonvexlinse 20 auf und tritt unter einem Winkel 61 in Richtung des Reflektors 8 aus. Durch die Brechung, die der Lichtstrahl 6 beim Übergang von der konvexen Krümmungsfläche 24 in die Luft erfährt, wird dieser in einer beliebigen Richtung auf den Reflektor 8 geworfen, der diesen unter einem beliebigen Winkel reflektiert, bis seine Energie abgebaut ist. Nur für jenen Sonderfall, in welchem aufgrund der verschiedenen Brechungsgesetze und des dem Einfallswinkel entsprechenden Maximalwinkels 60 der Lichtstrahl 6 des Fremdlichtes genau durch den Brennpunkt des Reflektors 8 hindurchlaufen würde, würde der Lichtstrahl so reflektiert, daß er durch eine der Planflächen 19 bis 21 und 37 die Linsenanordnung 2 in Richtung des Betrachters 29 verlassen könnte. Somit wird die maximal mögliche

Lichtmenge an Fremdlicht, die in die Linsenordnung 2 aufgrund des Verhältnisses der Gesamtfläche der Planflächen 25 bis 27 und 36 im Verhältnis zur gesamten Querschnittsfläche des Parallel-Lichtbündels 16, das bei der beschriebenen Ausführungsvariante beispielsweise 7 % beträgt, einfallen kann, auf einen Prozentsatz von 10 % bis 15 %, also 0,7 % bis 1 % des Parallel-Lichtbündels gedrosselt. Dadurch ist für einen Betrachter 29 auch bei extrem ungünstigem Fremdlichteinfall keinerlei Phantom-Lichtaustritt aus der Linsenordnung 2 feststellbar.

In Fig.6 ist derselbe Schnitt durch die senkrechte Ebene 43 durch die Linsenordnung 2 gezeigt, wie er in Fig.5 dargestellt ist. Anhand dieser Darstellung soll jedoch nunmehr der Verlauf der Reflexion des von einer Fremdlichtquelle, beispielsweise der Sonne 7, kommenden Lichtstrahls 6, dessen Verlauf anhand der Brechung in der horizontalen Ebene bereits in Fig.4 grob beschrieben wurde, näher erläutert werden.

Trifft nun beispielsweise ein derartiger Lichtstrahl 6 unter einem Winkel 62 gegenüber der optischen Achse 17 auf der Planfläche 27 auf, so wird er entsprechend den Brechungsgesetzen in Richtung der optischen Achse 17 umgelenkt. Er durchschreitet nunmehr die Linsenordnung 2 derart, daß er im Bereich der konvexen Krümmungsfläche 22 der benachbarten Plankonvexlinse 21 auftritt. Entsprechend den Brechungsgesetzen wird bei dem Austritt des Lichtstrahles aus der Plankonvexlinse 21 der Lichtstrahl 6 entsprechend der Brechzahl um einen vom Eintrittswinkel 63 gegenüber einer auf die Tangente im Schnittpunkt mit der konvexen Krümmungsfläche 22 errichteten Tangente senkrecht verlaufenden Lotrechten 64 um einen um die Brechzahl größeren Winkel in die dem Eintrittswinkel 63 entgegengesetzte Richtung gebrochen. Nachdem der Brennpunkt 11 von diesem Lichtstrahl 6 nicht durchschritten wird, so wird dieser in beliebiger Richtung vom Reflektor 8 reflektiert. Trifft nun ein solcher vom Reflektor 8 reflektierter Lichtstrahl 6 wiederum auf einer konvexen Krümmungsfläche 22 bis 24 bzw. 39 auf, so erfolgt dies unter einem auf das Parallellicht bezogenen, größeren Divergenzwinkel als beispielsweise 2° , so wird er in einem Bereich der Linsenordnung 2 reflektiert, der mit einer lichtundurchlässigen Beschichtung 59 versehen ist und wird von dieser absorbiert.

In Fig.7 ist eine plankonvex-Linse 19 in größerem Maßstab gezeigt. Die vom Parallel-Lichtbündel 16 einfallenden Lichtstrahlen 14 werden in der Ebene 42 entsprechend den nachstehend beschriebenen Gesetzmäßigkeiten abgelenkt.

Die Ablenkung wird anhand eines Randstrahles 65 des Parallel-Lichtbündels 16 beschrieben. Der Randstrahl 65 wird beim Auftreffen auf die konvexe

Krümmungsfläche 23 um einen Winkel 66 in Richtung der optischen Achse 18 abgelenkt. Dieser Winkel 66 errechnet sich aus einem Winkel 67 zwischen der optischen Achse 18 und eine den Auftreffpunkt des Randstrahls 65 auf der konvexen Krümmungsfläche 23 durchschneidende Flächennormale 68.

Ein Winkel 69 zwischen der Flächennormalen 68 und dem abgelenkten Randstrahl 65 ist der arcus Sinus des Sinus aus dem Winkel 67 dividiert durch die Brechzahlen der Plankonvexlinse 19. Der Winkel 66 ist die Differenz zwischen dem Winkel 67 und 69.

Ein Austrittswinkel 70 errechnet sich dann aus dem arcus Sinus des Produktes aus dem Sinus des Winkels 66 und der Brechzahl der Plankonvexlinse 19. Ausgehend von den der Plankonvexlinse 19 zugeordneten Randstrahlen 65 ergibt sich somit in der Ebene 42 am Austritt bei der Planfläche 26 mit einem Durchmesser 71 ein in etwa kegelförmiges Lichtbündel mit einem Öffnungswinkel, der dem doppelten Austrittswinkel 70 entspricht.

Durch den Schnittpunkt der Randstrahlen 65 mit der Planfläche 26 wird gleichzeitig der Durchmesser 71 der Planfläche 26 festgelegt. Aufgrund der bei derartigen Plankonvexlinsen auftretenden Öffnungsfehler, die auch sphärische Aberration genannt werden, da der Randstrahl 65, der eine größte Durchstoßhöhe 72 bezogen auf die optische Achse 18 aufweist, die geringste Schnittweite 73 bezogen auf einen Mittelpunkt 74 eines Radius 75 der die konvexe Krümmungsfläche 22 bis 24 bildenden Kugelkalottenabschnittes aufweist.

Damit weisen die Randstrahlen 65 bezogen auf die Planfläche 26 den größten Durchmesser 71 des Streukreises auf. Die die Planfläche 26 aufnehmende Austrittsebene 76 befindet sich im Bereich der sphärischen Längsaberration 77. Diese sphärische Längsaberration ist von der Gestalt der Plankonvexlinse bzw. deren Durchbiegung von der Brechzahl und von der Lage des Dingpunktes auf der optischen Achse 18 einer von einer Kugelfläche begrenzten Plankonvexlinse abhängig.

Die sphärische Längsaberration 77 nimmt mit zunehmender Durchstoßhöhe 72 zu. Wird die Durchstoßhöhe 72 der Randstrahlen 65 so ausgelegt, daß deren Winkel 66 zur optischen Achse 18 sich noch nicht erheblich von den Winkeln der dazwischen liegenden Lichtstrahlen 14 unterscheidet, so kann der doppelte Winkel 66 gleichzeitig einen Öffnungswinkel 78 des den Endbereich der Plankonvexlinse 19 bildenden Kegelstumpfes 57 bilden. In diesem Fall wird die Planfläche 26 so positioniert, daß der Durchmesser 71 des Streukreises der Randstrahlen 65 dem Durchmesser der Planfläche 26 entspricht.

Bei symmetrischer Anordnung der konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 zur optischen Achse

17 wird somit das auf die konvexen Krümmungsflächen 22, 24 auffallende Parallel-Lichtbündel 16 in ein durch den doppelten Winkel 70 festgelegtes, abgestrahltes konisches Lichtbündel 79 umgewandelt.

Treffen in eine Plankonvexlinse 19 eingetretene von einer Fremdlichtquelle, beispielsweise der Sonne 7, ausgehende Lichtstrahl 6 des Fremdlichtes, wie durch dünne strichpunktierte Pfeile angedeutet, auf die Austrittsebene 76 auf, so zeigt sich aus dieser Darstellung, daß ein Großteil der Lichtstrahlen 6 des Fremdlichtes auf die lichtundurchlässige Beschichtung 59 auf der Mantelfläche des Kegelstumpfes 57 bzw. den Stirnflächen 58 zwischen diesen einzelnen Kegelstümpfen auftrifft und dort absorbiert wird.

Lediglich ein kleiner Teil der Lichtstrahlen kann überhaupt durch die Planfläche 26 hindurchtreten, wie beispielsweise der Lichtstrahl 80. Entsprechend dem Brechungsgesetz wird der vom dichteren in das weniger dichte Medium übertretende Lichtstrahl 80 von der durch den Schnittpunkt zwischen dem Lichtstrahl 80 und der konvexen Krümmungsfläche 23 verlaufenden Flächennormalen 68 vom sogenannten Lot weggebrochen, sodaß der Lichtstrahl 80 nahezu unter einem Winkel von 90° zu den Lichtstrahlen 14 bzw. Randstrahlen 65 des Parallel-Lichtbündels 16 aus der konvexen Krümmungsfläche austritt.

Der trifft dann auf einen Tubus 81 - Fig.2 -, der den Freiraum zwischen dem Reflektor 8 und der Linsenordnung 2 verschließt und auf seiner Innenseite mit einer lichtabsorbierenden Beschichtung 59 versehen ist. Dadurch wird der Strahl absorbiert und kann keine Irritationen für den Betrachter 29 mehr bilden. Lediglich jener geringe Anteil, der vom Fremdlicht kommenden Lichtstrahlen 6 bzw. 80, welcher genau durch den Brennpunkt 11, also den Leuchtfaden 10 der durch eine Lampe gebildeten Lichtquelle 3 hindurchtritt, könnte durch den Reflektor 8 so umgelenkt werden, daß er parallel bzw. mit einer so geringen Divergenz zur Längsmittelachse 15 der Linsenordnung 2 verläuft, daß er durch die Planfläche 26 der Plankonvexlinse 19 wieder in Richtung des Betrachters 29 austreten kann.

Nachdem jedoch die Summe der dem Lichtdurchtritt zur Verfügung stehenden Flächen der Planflächen 25 bis 27 und 36 der gesamten Linsenordnung 2 nur in etwa 7 % der Querschnittsfläche des Parallel-Lichtbündels 16 beträgt und überdies durch die konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 jene Lichtstrahlen 6 bzw. 80 des Fremdlichtes, die durch diese Planflächen 24 bis 26 und 38 überhaupt noch in die Linsenordnung 2 eintreten können, in die verschiedensten Raumrichtungen abgelenkt werden, sodaß sie den Brennpunkt 11 des Reflektors 8 nicht durchschreiten, tritt selbst

bei einem idealen Einfallswinkel der Lichtstrahlen 6 und 80 des Fremdlichtes kein Phantombild an der Linsenordnung 2 auf. Dies ergibt sich schon alleine daraus, daß beispielsweise der Durchmesser 71 der Planflächen 26 lediglich zwischen 0,2 mm und 3 mm, bevorzugt bei 0,6 mm liegt.

Die Ausschaltung der Phantombildwirkung wird aber vor allem auch dadurch noch unterstützt, daß ein Teil der Plankonvexlinsen 19 bis 21 und 37 durch den Kegelstumpf 57 bzw. einen Austrittskegel gebildet ist, da Lichtstrahlen 6 und 80 des Fremdlichtes, die unter einem größeren Winkel, bezogen auf die optische Achse 17,18 und 38 einfallen als die Hälfte des Öffnungswinkels 78, bereits im Bereich diese Kegelstumpfes 57 auf dessen Außenmantel und damit auf die lichtundurchlässige Beschichtung 59 auftreffen und von dieser absorbiert werden.

In den Fig.8 und 9 ist eine Ausführungsvariante einer Linsenordnung 2 gezeigt, bei der die Plankonvexlinsen 19 eine konvexe Krümmungsfläche 23 aufweisen, die einen Kugelkalottenabschnitt bildet, der spiegelsymmetrisch zur optischen Achse 18 sowohl im Bezug auf die Ebene 42 als auch die senkrechte Ebene 43 verläuft. Demzufolge entspricht ein Schnitt durch die Ebene 42 einem Schnitt durch die senkrechte Ebene 43, wie dieser in Fig.9 gezeigt ist.

Ein von einer derartigen Linsenordnung 2 abgestrahltes Lichtbündel 79 entspricht somit einem zylindrischen Kegel, sodaß über die gesamte Austrittsebene 76 der Linsenordnung 2 eine gleiche Lichtausstrahlung entsteht, wobei die optischen Achsen der abgestrahlten Lichtbündel 79 parallel zu den Lichtstrahlen 14 bzw. Randstrahlen 65 des Parallel-Lichtbündels 16 verlaufen.

Aus dieser Gegenüberstellung der Ausführungsvariante in Fig.8 und 9 zu der in den Fig.2 bis 7 beschriebenen Ausführungsvariante wird ersichtlich, daß durch entsprechende Gestaltung der konvexen Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 sowohl die Abstrahlverhältnisse als auch die Leuchtdichte der abgestrahlten Lichtbündel in weiten Grenzen variiert werden können, ohne daß die erfindungswesentlichen Vorteile der Phantombildunterdrückung verloren gehen, so lange die Ausbildung der Größe der Planflächen den zuvor beschriebenen Werten entspricht.

In den Fig.10 und 11 ist anhand einer Signalanordnung 1 für den Schienenverkehr gezeigt, daß es durch die Verwendung von einzelnen Plankonvexlinsen, die über die Fläche der Linsenordnung 2 verteilt sein können, bzw. durch Einsetzen einer Linsengruppe 49 bzw. eines Linsenblockes 50 in die Linsenordnung 2 möglich ist, zumindest ein Teillichtbündel 82 in eine räumlich gegenüber dem Hauptlichtbündel 83 versetzte Richtung abzustrahlen. Dieser Effekt wird vor allem dann benötigt,

wenn die Signalanordnung 1 zur Anzeige des Signalbildes bereits auf große Distanzen eingerichtet ist und das Signalbild aber auch aus geringer Entfernung von der Signalanordnung, beispielsweise vom Führerstand einer Lokomotive aus, abgelesen werden soll. Wird eine Linsengruppe bzw. ein Linsenblock innerhalb der Linsenanordnung angeordnet, dessen Lichtstrahlen zur Gänze das Teillichtbündel 82 bilden, so kann dies gegebenenfalls im Signalbild dazu führen, daß dieses nicht vollflächig erscheint. Werden dagegen in jeder Linsengruppe jeweils nur ein oder zwei Plankonvexlinsen angeordnet, die einige Lichtstrahlen in Richtung des Teillichtbündels 82 ablenken, so kann eine Verringerung oder Beeinflussung des Hauptlichtbündels 83 meist überhaupt nicht festgestellt werden.

Anstelle der lichtundurchlässigen Beschichtung 59 ist es, um die Menge der Lichtstrahlen der Fremdlichtquelle, die in die Linsenanordnung 2 eintreten kann, zu reduzieren, auch möglich, den Bereich zwischen den Kegelstümpfen 57 bis in den Bereich der Stirnflächen 58 mit einem lichtundurchlässigen Material 84 - wie dies in Fig.9 schematisch angedeutet ist - zu füllen. Durch dieses lichtundurchlässige bzw. lichtabsorbierende Material 84 kann ein Lichteintritt tatsächlich nur durch die Planflächen 26 erfolgen bzw. werden auch Strahlen, die einen größeren Eintrittswinkel als der halbe Öffnungswinkel des Kegelstumpfes 57 aufweisen, durch dieses Material 84 absorbiert. Gleichzeitig werden aber auch beispielsweise Lichtstrahlen des Fremdlichtes, die in einer beliebigen Raumrichtung auf den Reflektor auftreffen und wieder in Richtung der Linsenanordnung 2 zurückgeleitet werden, an einem Austritt aus der Linsenanordnung 2 gehindert, wenn sie nicht tatsächlich durch die Kegelstümpfe 57 hindurchtreten.

Selbstverständlich können anstelle der Kegelstümpfe 57 auch Pyramidenstümpfe oder andere geometrische Körper verwendet werden. Sie müssen lediglich sicherstellen, daß die Gesamtheit der auf der Krümmungsflächen 22 bis 24 und 39 auftreffenden Lichtstrahlen durch die Planfläche 26 austreten können. Um unerwünschte Reflexionen im Bereich des lichtundurchlässigen Materials bzw. der Planflächen 26 zu verhindern, ist es vorteilhaft, wenn nach dem Aufbringen des Materials 84 die Austrittsfläche 28 der Linsenanordnung 2 plan geschliffen wird, sodaß auch zwischen der Mantelfläche und der Planfläche 26 des Kegelstumpfes 57 eine scharfe Kante entsteht, die eine ungewünschte Verstreuung der von der Lichtquelle kommenden Lichtstrahlen ausschaltet.

Die Berechnung der einzelnen Strahlengänge bzw. Brechungswinkeln und der sich daraus ergebenden Dickenverhältnisse der Linsenanordnung 2 bzw. der Radien der Krümmungsflächen sowie der Durchmesser der Planflächen kann entsprechend

den optischen Gesetzen beliebig erfolgen.

Für den Einsatz bei Verkehrssignalanlagen hat sich besonders eine Ausführungsform bewährt, bei der der Radius der konvexen Krümmungsflächen 3,5 mm und die Dicke der Linsenanordnung von der Krümmungsfläche bis zur Planfläche 8,645 mm beträgt. Eine Länge der Kegelstümpfe ist dabei bevorzugt 2 mm und ein Öffnungswinkel 25°,

Selbstverständlich sind aber jedwede andere Werte unter Zusammensetzung der konvexen Krümmungsflächen entsprechend dem Lichtaustrittswinkel aus der Linsenanordnung 2 möglich.

In Fig.12 ist schematisch für die in den Fig.2 bis 7 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Linsenanordnung 2 die die leuchtdichte Verteilung im abgestrahlten Strahlenbündel 5 bzw. im Hauptlichtbündel 83 gezeigt.

Wird das von der Linsenanordnung 2 austretende Strahlenbündel 5 unmittelbar auf eine vor dieser senkrecht zur Längsmittelachse 15 angeordnete Fläche projiziert, so ergibt sich in Anschluß an eine durch die Längsmittelachse 15 hindurchgehende Ebene 42 in Richtung einer Fahrbahn 33 ein Bereich 85 mit hoher Leuchtdichte, dem sich mit größerer Distanz von der Ebene 42 in Richtung der Fahrbahn 33 ein Bereich 86 mit mittlerer Leuchtdichte und ein Bereich 87 mit geringer Leuchtdichte anschließt. Die Bereiche mit mittlerer und geringerer Leuchtdichte weisen im Bezug auf den Bereich 85 mit hoher Leuchtdichte eine größere Breite 88 bzw. 89 auf.

Diese Leuchtdichtenverteilung entsteht dadurch, daß in den Bereich 85 alle jene auf die Krümmungsflächen 22,24 und 39 auffallenden Lichtstrahlen konzentriert werden, wobei aufgrund der größeren Winkelöffnung der Krümmungsflächen 22 gegenüber den Krümmungsflächen 24 und 39 durch die Krümmungsflächen 22 auch die Bereiche 86 und 87 bestrahlt werden. Während im Bereich 87 nur die von den Krümmungsflächen 22 bzw. aus deren Seitenbereich einlangenden Lichtstrahlen auftreffen, wird im mittleren Bereich 86 die Leuchtdichte zusätzlich durch die Einstrahlung jener Lichtstrahlen verstärkt, die über die Krümmungsflächen 23 vom Parallel-Lichtbündel 16 her auf dieses auftreffen bzw. durch die Planflächen 25 bis 27, bzw. 36 aus der Linsenanordnung 2 austreten.

Wie bereits vorstehend betont, stellt diese Leuchtdichte Verteilung aber nur ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel dar und kann durch entsprechende Gestaltung der Krümmungsflächen und deren Anordnung über die Linsenanordnung 2 verteilt beliebig nach den jeweiligen Bedürfnissen abgeändert werden.

Lediglich der Ordnung halber sei an dieser Stelle festgehalten, daß zur besseren Beschreibung der erfindungsgemäßen Lösung die einzelnen Win-

kel bzw. Größenverhältnisse stark verzerrt und unmaßstäblich dargestellt wurden. Des weiteren können auch alle in der Beschreibung offenbarten Merkmale für sich eigenständige erfindungswesentliche Merkmalsgruppen bilden, und es sind vor allem die in den Unteransprüchen festgehaltenen Merkmalskombinationen jeweils einzeln zur Erzielung eines jeweils selbständigen gegenständlichen Schutzes geeignet.

Bezugszeichenaufstellung

- | | |
|----|-------------------------|
| 1 | Signalanordnung |
| 2 | Linsenanordnung |
| 3 | Lichtquelle |
| 4 | Strahl |
| 5 | Strahlenbündel |
| 6 | Lichtstrahl |
| 7 | Sonne |
| 8 | Reflektor |
| 9 | Lichtstrahl |
| 10 | Leuchtfaden |
| 11 | Brennpunkt |
| 12 | Lichtstrahl |
| 13 | Lichtstrahl |
| 14 | Lichtstrahl |
| 15 | Längsmittelachse |
| 16 | Parallel-Lichtbündel |
| 17 | optische Achse |
| 18 | optische Achse |
| 19 | Plankonvexlinse |
| 20 | Plankonvexlinse |
| 21 | Plankonvexlinse |
| 22 | konvexe Krümmungsfläche |
| 23 | konvexe Krümmungsfläche |
| 24 | konvexe Krümmungsfläche |
| 25 | Planfläche |
| 26 | Planfläche |
| 27 | Planfläche |
| 28 | Austrittsfläche |
| 29 | Betrachter |
| 30 | Schutzkappe |
| 31 | Stufe |
| 32 | Winkel |
| 33 | Fahrbahn |
| 34 | Reihe |
| 35 | Abstand |
| 36 | Planfläche |
| 37 | Plankonvexlinse |
| 38 | optische Achse |
| 39 | konvexe Krümmungsfläche |
| 40 | Reihe |
| 41 | Abstand |
| 42 | Ebene |
| 43 | senkrechte Ebene |
| 44 | Reihe |
| 45 | Distanz |
| 46 | Reihe |

- | | |
|----|------------------|
| 47 | Reihe |
| 48 | Reihe |
| 49 | Linsengruppe |
| 50 | Linsenblock |
| 51 | Winkel |
| 52 | Winkel |
| 53 | Winkel |
| 54 | Winkel |
| 55 | Lichtstrahl |
| 56 | Dicke |
| 57 | Kegelstumpf |
| 58 | Stirnfläche |
| 59 | Beschichtung |
| 60 | Maximalwinkel |
| 61 | Winkel |
| 62 | Winkel |
| 63 | Eintrittswinkel |
| 64 | Lotrechte |
| 65 | Randstrahl |
| 66 | Winkel |
| 67 | Winkel |
| 68 | Flächennormale |
| 69 | Winkel |
| 70 | Austrittswinkel |
| 71 | Durchmesser |
| 72 | Durchstoßhöhe |
| 73 | Schnittweite |
| 74 | Mittelpunkt |
| 75 | Radius |
| 76 | Austrittsebene |
| 77 | Längsaberration |
| 78 | Öffnungswinkel |
| 79 | Lichtbündel |
| 80 | Lichtstrahl |
| 81 | Tubus |
| 82 | Teillichtbündel |
| 83 | Hauptlichtbündel |
| 84 | Material |
| 85 | Bereich |
| 86 | Bereich |
| 87 | Bereich |
| 88 | Breite |
| 89 | Breite |

45 Patentansprüche

1. Signalanordnung mit einer phantombildfreien Linsenanordnung aus einer über eine Austrittsfläche derselben verteilt angeordneten Mehrzahl von Plankonvexlinsen, deren konvexe Krümmungsflächen dem ein Parallel-Lichtbündel aussendenden, einer Lichtquelle zugeordneten Reflektor zugewandt sind und deren in etwa senkrecht zum Parallel-Lichtbündel ausgerichtete Planflächen einem Betrachter zugewandt sind, dadurch gekennzeichnet, daß über die Austrittsfläche bzw. -ebene der Linsenanordnung verteilt eine Vielzahl von Planflächen

- (25 bis 27,36) angeordnet ist, von welchen jede jeweils einer Plankonvexlinse (19 bis 21,37) zugeordnet ist und die Gesamtfläche der Planflächen (25 bis 27,36) zwischen 3 % und 20 %, bevorzugt 7 %, einer Querschnittsfläche des vom Reflektor auf die Krümmungsflächen (22 bis 24,39) projizierten Parallel-Lichtbündels (16) beträgt und daß jede Planfläche (25 bis 27,36) ein Flächenausmaß zwischen 7 mm² und 0,02 mm², bevorzugt 0,3 mm², aufweist.
2. Signalanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mittelpunkt der konvexen Krümmungsflächen (22 bis 24,39) auf einer optischen Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) angeordnet ist.
 3. Signalanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Planfläche (25 bis 27,36) konzentrisch zur optischen Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) angeordnet ist.
 4. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) in etwa parallel zu den Lichtstrahlen (12 bis 14) des Parallel-Lichtbündels (16) ausgerichtet ist.
 5. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Plankonvexlinse (19 bis 21,37) von der Krümmungsfläche (22 bis 24,39) bis in den Bereich der
 6. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Plankonvexlinse (19 bis 21,37) zumindest über einen Teil ihrer Dicke von der Planfläche (25 bis 27,36) in Richtung der Krümmungsfläche (22 bis 24,39) sich konisch erweiternd, insbesondere als Kegelstumpf (57) ausgebildet ist und vorzugsweise ein Öffnungswinkel des Kegelstumpfes (57), ausgehend von den eine größte Durchstoßhöhe (72) von der optischen Achse (17,18,38) aufweisenden Randstrahlen (65), festgelegt ist.
 7. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser (71) der Planfläche (25 bis 27,36) dem maximalen Streukreisdurchmesser in der die Planfläche aufnehmenden Austrittsebene entspricht und vorzugsweise zwischen 0,2 mm und 3 mm, bevorzugt 0,6 mm, beträgt.
 8. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlräume zwischen den Kegelstümpfen (57) in der Austrittsebene (76) mit einem lichtundurchlässigen Material (84) gefüllt sind.
 9. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mantelfläche der Kegelstümpfe (57) und die zwischen diesen angeordneten Stirnflächen (58) der Linsenanordnung (2) mit einer lichtundurchlässigen Beschichtung (59) versehen sind.
 10. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) der Linsenanordnung (2) einen einstückigen Bauteil bilden.
 11. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungsfläche (22 bis 24,39) durch einen Kugelkalottenabschnitt gebildet ist.
 12. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Radius (75) der Kugelkalottenabschnitte aller Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) gleich groß ist.
 13. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kugelkalottenabschnitt zumindest in einer Ebene (42) symmetrisch zur optischen Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) ausgebildet ist und vorzugsweise sich in einer dazu im wesentlichen senkrechten Ebene (43) ausgehend von der optischen Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) nur in einer Richtung über einen Winkel zwischen 20° und 45° erstreckt.
 14. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die konvexen Krümmungsflächen (22 bis 24,39) der in zur Ebene (42) parallelen Reihen (34,40) angeordneten Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) jeweils unterschiedliche Öffnungswinkeln in dieser Ebene (42) aufweisen.
 15. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Krümmungsflächen (22 bis 24,39) der in unterschiedlichen Reihen (34,40) angeordneten Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) in der senkrechten Ebene (43) unterschiedliche

Öffnungswinkel aufweisen.

16. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände (35,41) zwischen den in den parallel zur Ebene (42) verlaufenden Reihen (34,40) angeordneten Planflächen (25 bis 27,36) bzw. der diesen Planflächen zugeordneten optischen Achsen (17,18,38) unterschiedlich groß sind. 5 10
17. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die in parallel zueinander und zur senkrechten Ebene (43) verlaufenden Reihen (44,46 bis 48) angeordneten Planflächen (25 bis 27,36) bzw. der diesen zugeordneten optischen Achsen (17,18,38) der Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) in unterschiedlichen Distanzen (45) voneinander angeordnet sind. 15 20
18. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere in zumindest zwei zur Ebene (42) parallel verlaufenden Reihen (34,40) angeordnete Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) eine Linsengruppe (49) bilden und die Linsenanordnung (2) aus mehreren nebeneinander angeordneten aus jeweils deckungsgleich übereinander angeordneten Linsengruppen (49) bestehenden Linsenblöcken (50) gebildet ist. 25 30
19. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstrahlcharakteristik einer Linsengruppe (49) der Abstrahlcharakteristik der Linsenanordnung (2) entspricht. 35
20. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Divergenz der Lichtstrahlen (12 bis 14) im Parallel-Lichtbündel (16) zwischen $\pm 0^\circ$ und $\pm 3^\circ$, bevorzugt $\pm 2^\circ$, beträgt. 40
21. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Divergenzwinkel des abgestrahlten Lichtbündels (79) symmetrisch zur optischen Achse (17,18,38) der Plankonvexlinse (19 bis 21,37) ausgerichtet ist. 45 50
22. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Divergenzwinkel des abgestrahlten Lichtbündels (79) in einer zur senkrechten Ebene (43) parallelen Ebene unsymmetrisch zur optischen Achse (17,18,38) jeder Plankonvexlinse (19 bis 21,37) verläuft. 55

23. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Divergenzwinkel der einzelnen Plankonvexlinsen (19 bis 21,37) und/oder der Linsenblöcke (50) und bzw. oder Linsengruppen (49) unterschiedlich sind.

24. Signalanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Planflächen (25 bis 27,36) durch lichtdurchlässige Teile einer planen Stirnfläche bzw. durch Ausnehmungen in einer lichtundurchlässigen Schicht gebildet sind.

Fig.1

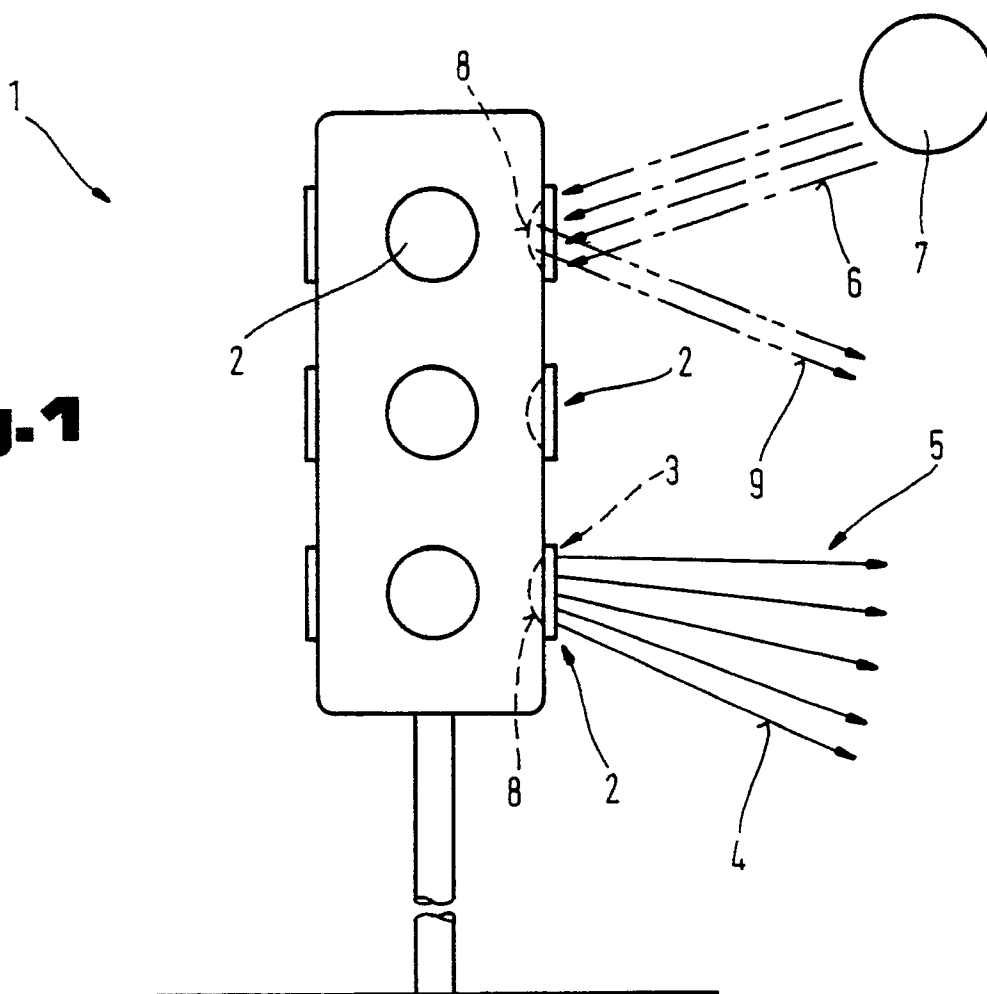
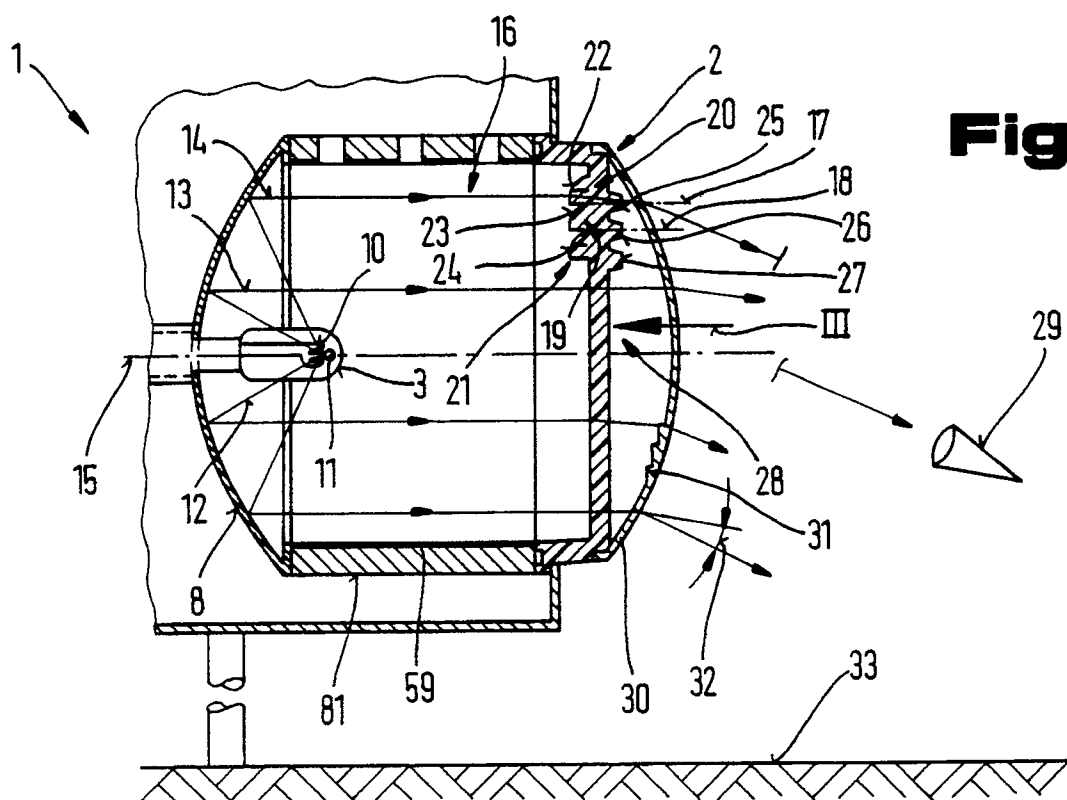


Fig.2



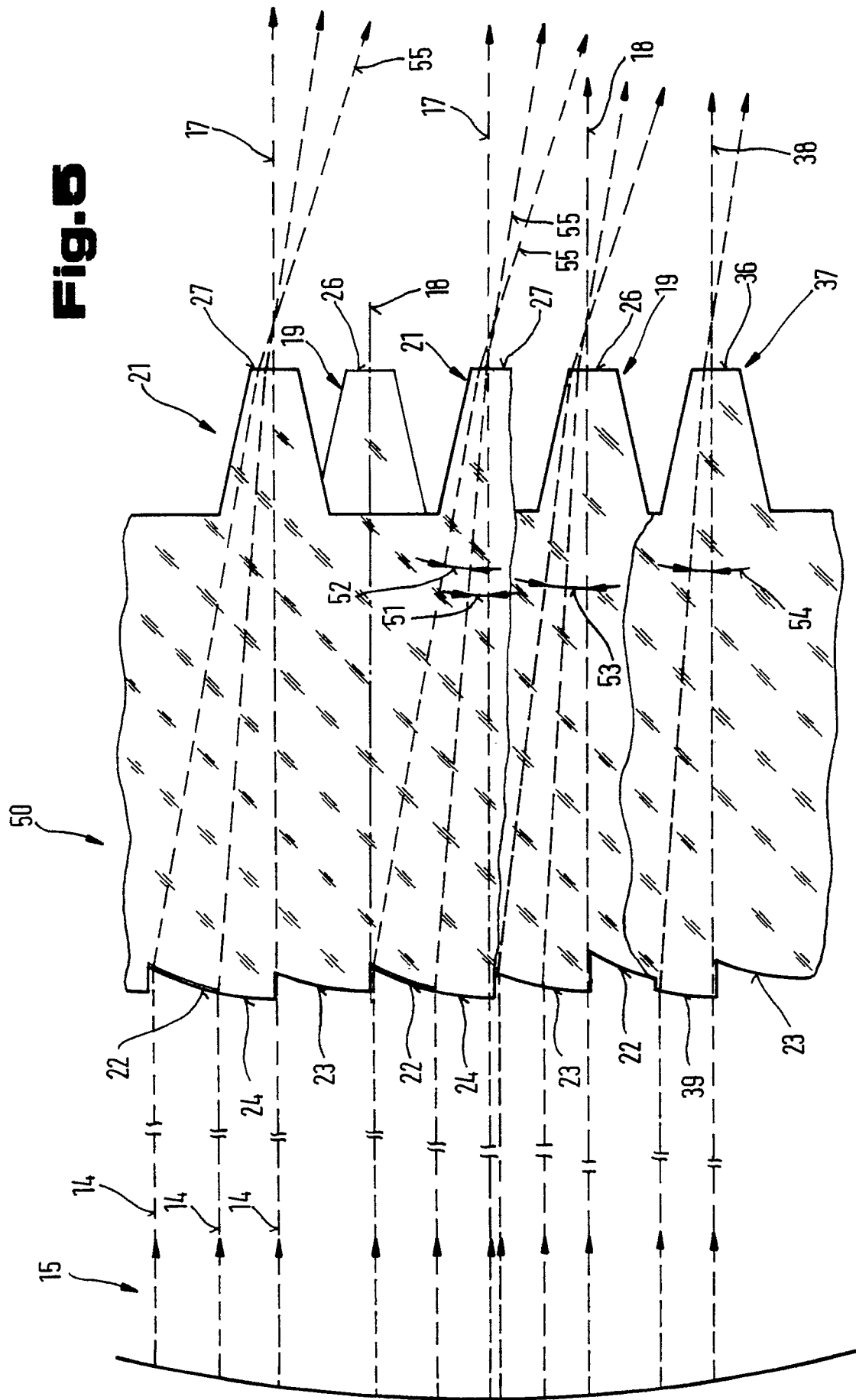
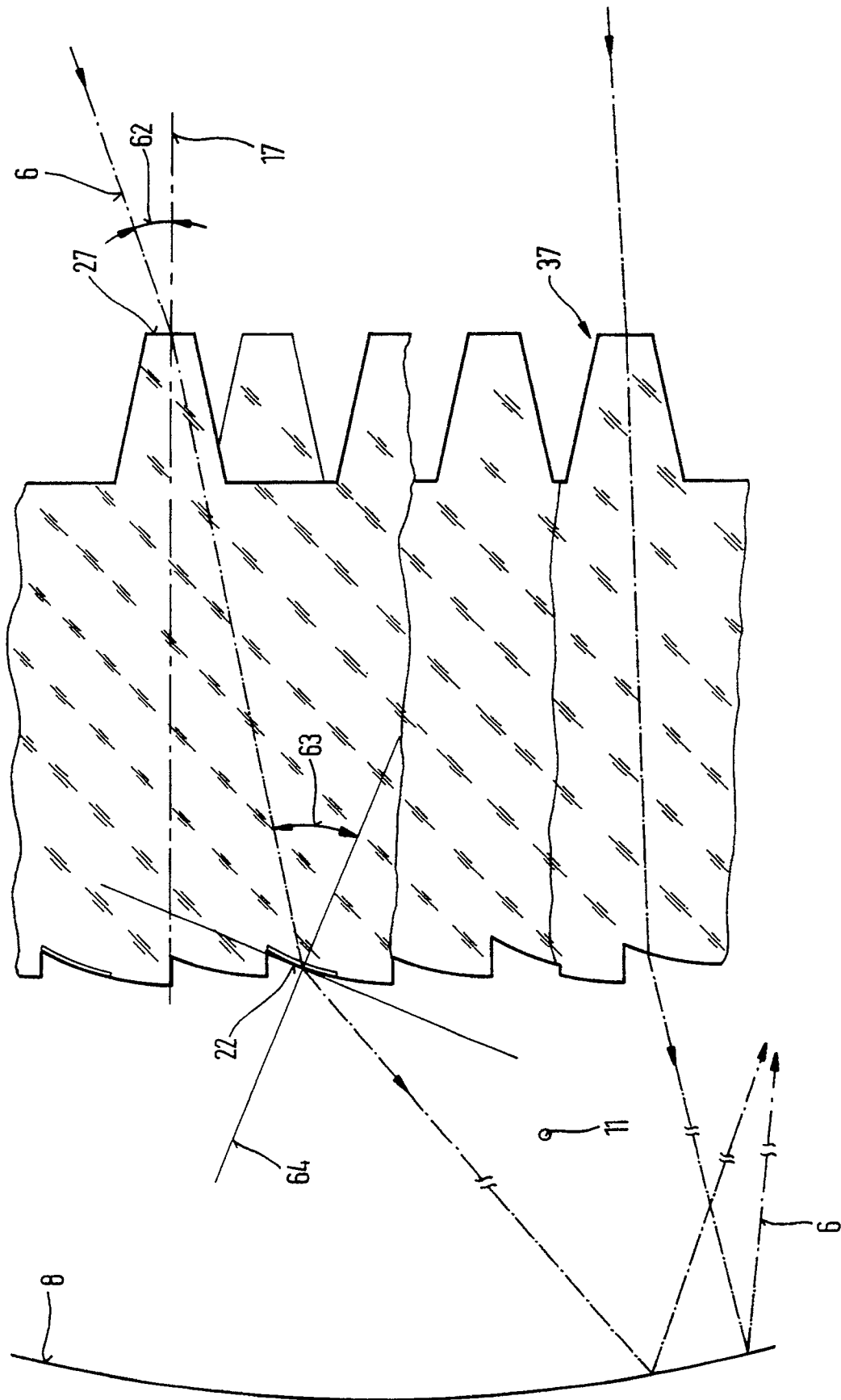


Fig. 6



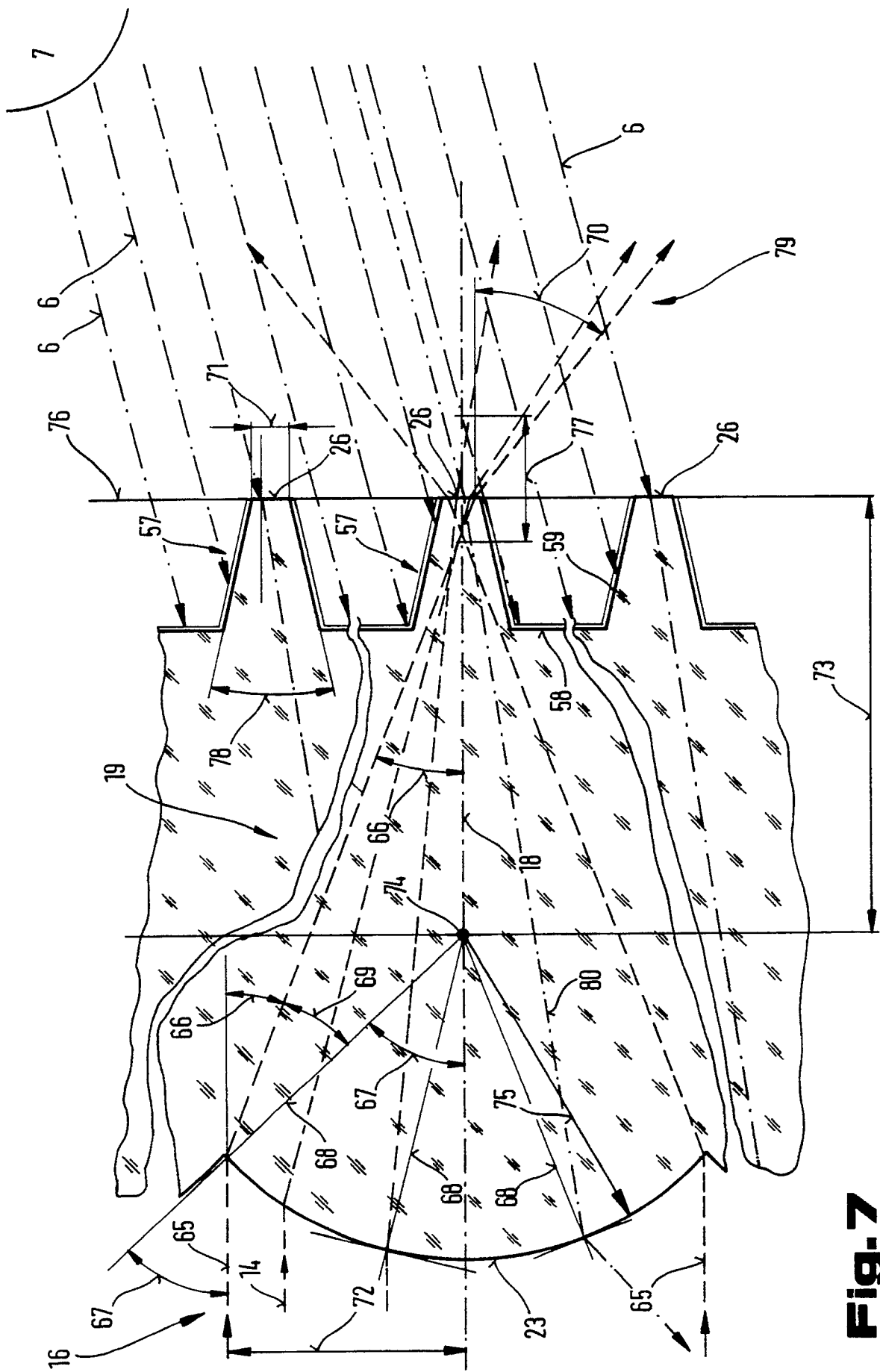


Fig. 7

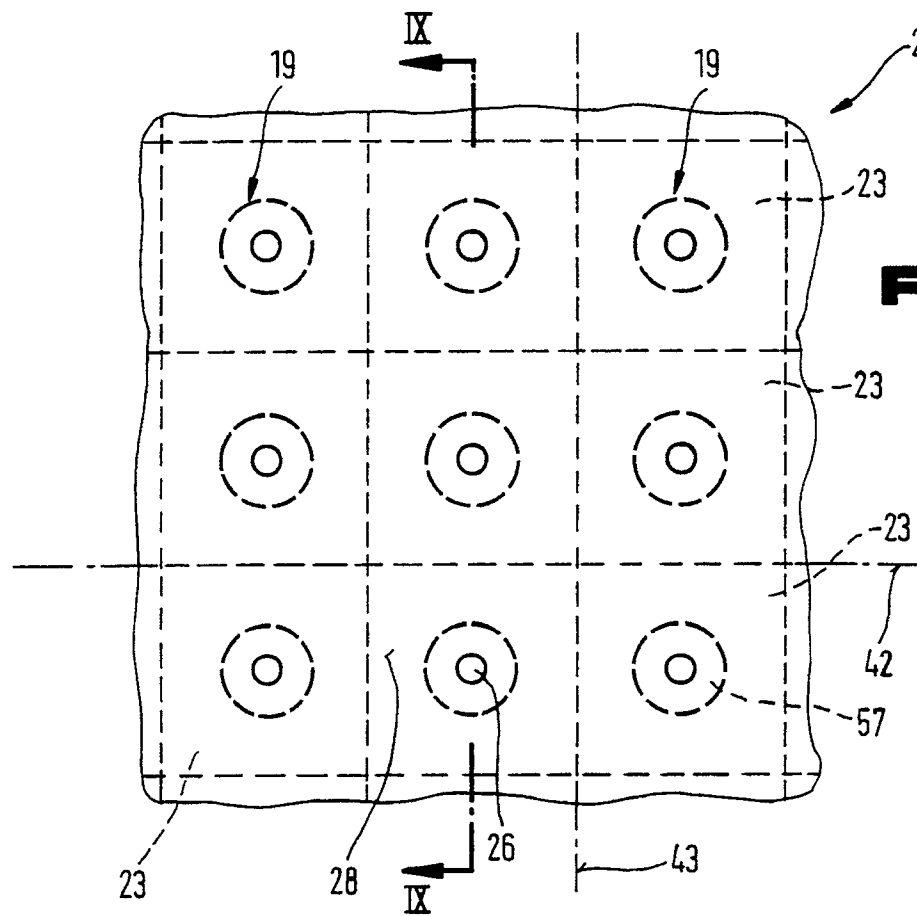


Fig. 8

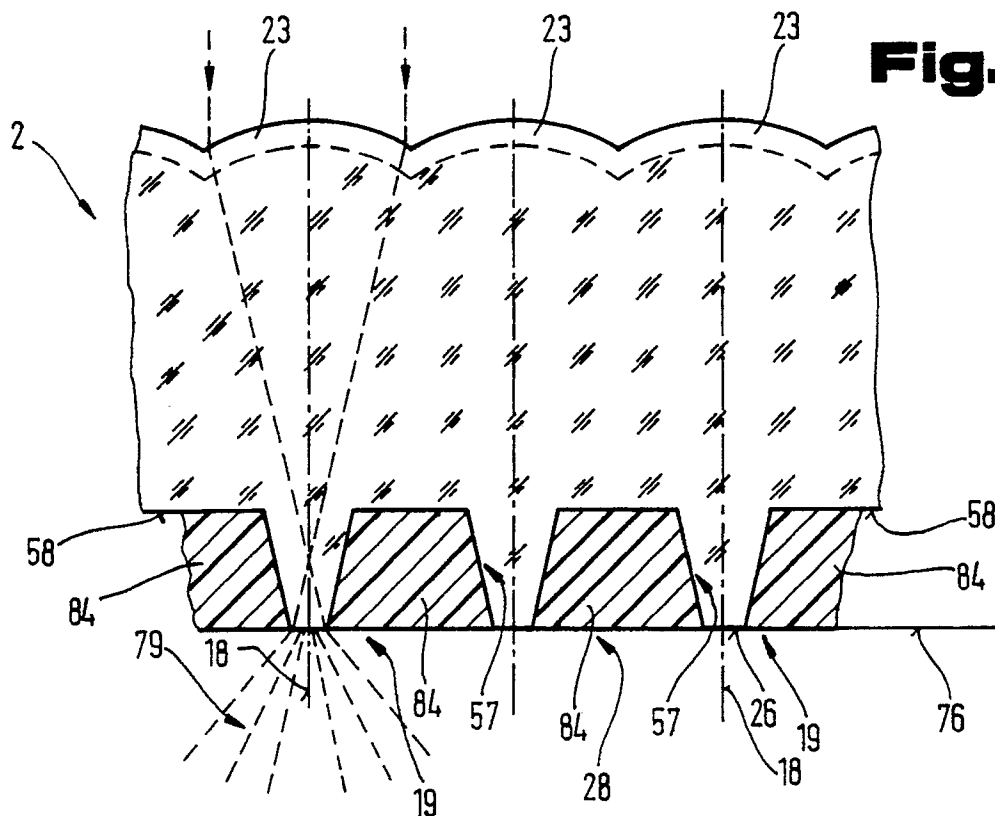


Fig. 9

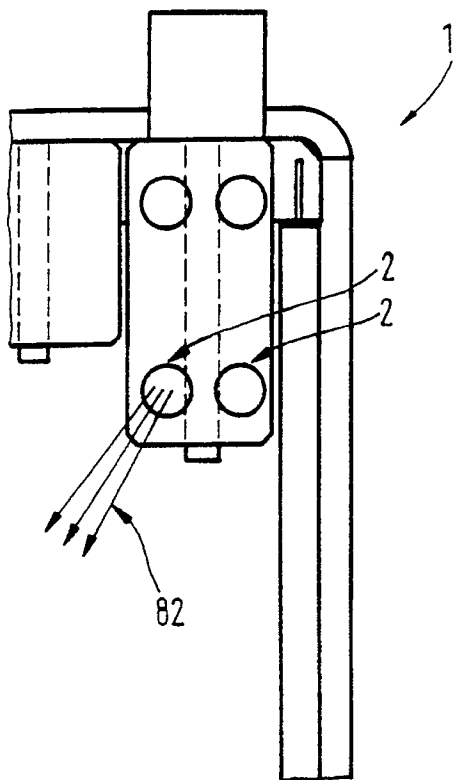


Fig.10

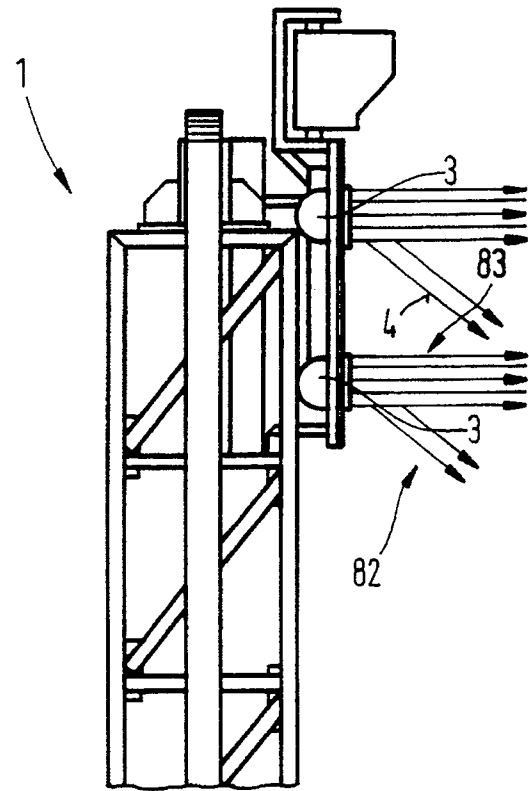


Fig.11

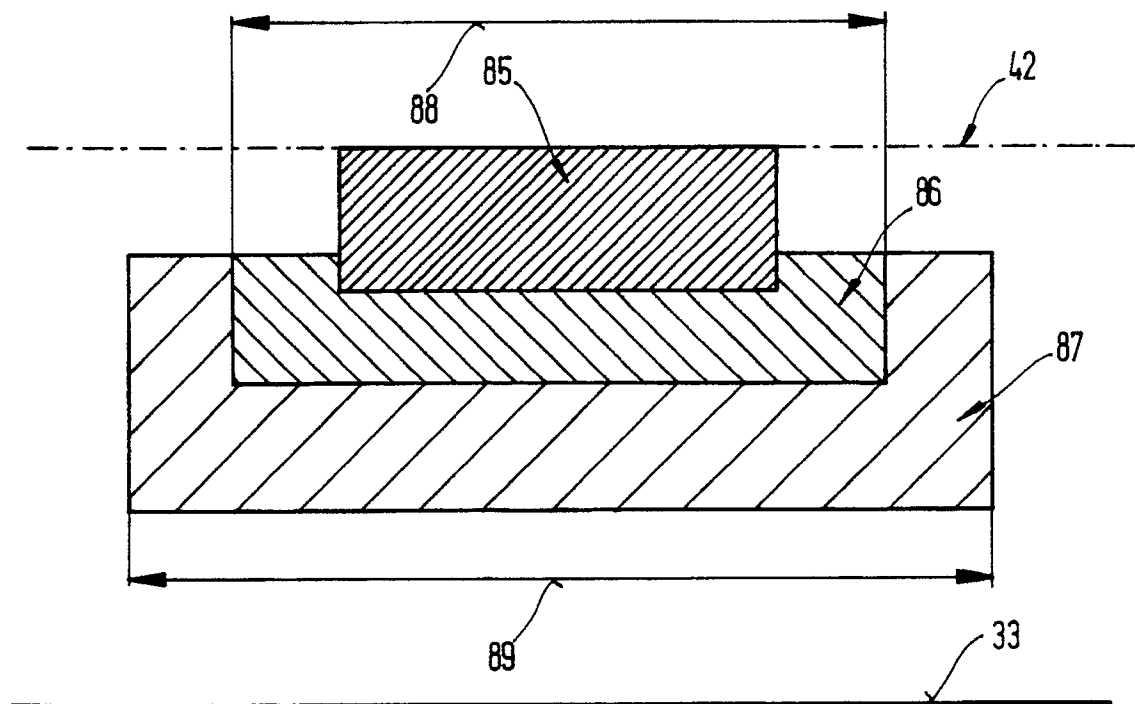


Fig.12