

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50982/2017 (51) Int. Cl.: **G01S 17/08** (2006.01)
(22) Anmeldetag: 27.11.2017 **G01S 17/89** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: 15.03.2019 **G01B 11/14** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0503874 A2
WO 0026617 A1
EP 0370770 A1

(71) Patentanmelder:
RIEGL Laser Measurement Systems GmbH
3580 Horn (AT)

(72) Erfinder:
Ullrich Andreas Dr.
3003 Gablitz (AT)
Reichert Rainer Ing.
3580 Horn (AT)
Hofbauer Andreas Dipl.Ing.
3910 Zwettl (AT)

(74) Vertreter:
Weiser & Voith Patentanwälte Partnerschaft
1130 Wien (AT)

(54) **Optische Vorrichtung zum Detektieren eines an einem Fernziel reflektierten Lichtstrahls**

(57) Eine optische Vorrichtung (9) zum Detektieren eines an einem Fernziel reflektierten Lichtstrahls (5) umfasst eine Lichtquelle (3), die dazu ausgebildet ist, den Lichtstrahl (4) in eine vorbestimmte Richtung (R1) auf das Fernziel auszusenden, eine Primärlinse (2), die dazu ausgebildet ist, den fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) in einem ersten Brennpunkt (F1) zu fokussieren, und eine Relais-Optik (10), die derart angeordnet ist, dass der erste Brennpunkt (F1) zwischen der Primärlinse (2) und der Relais-Optik (10) liegt, und die dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt (F1) aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) auf einen zweiten Brennpunkt (F2) zu fokussieren, wobei eine Detektoreinheit (6) im Wesentlichen im zweiten Brennpunkt (F2) angeordnet ist, und wobei eine Blende (13, 15, 17, 19) innerhalb eines zur optischen Achse (A) normalen Querschnitts (Q1, Q2, Qi) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) zwischen dem ersten Brennpunkt (F1) und der Relais-Optik (10) angeordnet ist.

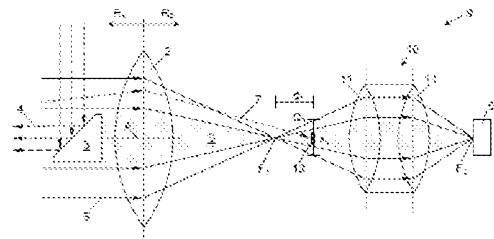


Fig. 3

Zusammenfassung:

Eine optische Vorrichtung (9) zum Detektieren eines an einem Fernziel reflektierten Lichtstrahls (5) umfasst eine Lichtquelle (3), die dazu ausgebildet ist, den Lichtstrahl (4) in eine vorbestimmte Richtung (R_1) auf das Fernziel auszusenden, eine Primärlinse (2), die dazu ausgebildet ist, den fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) in einem ersten Brennpunkt (F_1) zu fokussieren, und eine Relais-Optik (10), die derart angeordnet ist, dass der erste Brennpunkt (F_1) zwischen der Primärlinse (2) und der Relais-Optik (10) liegt, und die dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt (F_1) aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) auf einen zweiten Brennpunkt (F_2) zu fokussieren, wobei eine Detektoreinheit (6) im Wesentlichen im zweiten Brennpunkt (F_2) angeordnet ist, und wobei eine Blende (13, 15, 17, 19) innerhalb eines zur optischen Achse (A) normalen Querschnitts (Q_1, Q_2, Q_i) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der Relais-Optik (10) angeordnet ist.

(Fig. 3)

WEISER & VOITH · PATENTANWÄLTE

EUROPEAN PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS

07668

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH

3580 Horn

Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung zum Detektieren eines an einem Fernziel reflektierten Lichtstrahls, umfassend eine Lichtquelle, die dazu ausgebildet ist, den Lichtstrahl in eine vorbestimmte Richtung auf das Fernziel auszusenden, eine Primärlinse, deren optische Achse im Wesentlichen parallel zur genannten vorbestimmten Richtung liegt und die dazu ausgebildet ist, den fernzielreflektierten Lichtstrahl in einem ersten Brennpunkt zu fokussieren, und eine Detektoreinheit zur Detektion von fokussiertem Licht.

Derartige optische Vorrichtungen werden beispielsweise in der Laservermessungstechnik eingesetzt, bei der ein Laserstrahl ausgesandt, an einem Fernziel reflektiert und seine Reflexion in einem Detektor registriert wird. Aus der Differenz der Aussendezeit und der Empfangszeit kann daraufhin auf die Entfernung des Fernziels geschlossen werden.

Um den fernzielreflektierten Lichtstrahl in einem Detektor zu registrieren, wird der einfallende Lichtstrahl gebündelt. Zu diesem Zweck wird eine sogenannte Primärlinse im Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls angeordnet, die den fernzielreflektierten Lichtstrahl auf einen Brennpunkt fokussiert, in welchem der Detektor angeordnet ist. Da Fernziele

in Relation zur Größenordnung der optischen Vorrichtung weit entfernt sind, können die Strahlrichtungen des ausgesandten Lichtstrahls und des fernzielreflektierten Lichtstrahls als parallel angesehen werden.

Ein Problem bei derartigen optischen Vorrichtungen ist jedoch, dass der ausgesandte Lichtstrahl nicht nur vom zu vermessenden Fernziel reflektiert wird, sondern auch von störenden „Nahzielen“ in der Luft, wie Schmutzpartikeln oder Insekten. Die von solchen Störungen reflektierten Lichtstrahlen werden vom Detektor registriert und sorgen für unerwünschte Ergebnisse bzw. Messfehler.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dieses Problem zu lösen, indem anhand der Laufzeit des Lichtstrahls ermittelt wird, welche Reflexionen aus dem Nahbereich stammen, wie z.B. in der WO 2016/173711 A1 beschrieben. Derart ermittelte Nahbereichsreflexionen können daraufhin rechnerisch aus dem Gesamtergebnis der Reflexionen gelöscht werden. Diese rechnerischen Lösungen sind jedoch insbesondere bei „Multiple-Time-Around“-fähigen Laserscannern ungeeignet, bei denen sich mehrere Laserimpulse gleichzeitig auf dem Weg zwischen Lichtquelle und Fernziel befinden, wodurch eine direkte Zuordnung von Ergebnissen zu Laufzeiten nur beschränkt möglich ist.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine Vorrichtung zu schaffen, die diese Probleme überwindet und eine verbesserte Vermessung von Fernbereichszielen ermöglicht.

Die Erfindung schafft hierzu eine optische Vorrichtung der einleitend genannten Art, bei der die Detektoreinheit derart angeordnet ist, dass der erste Brennpunkt zwischen der Primärlinse und der Detektoreinheit liegt, wobei eine Blende innerhalb eines zur optischen Achse normalen Querschnitts des fernzielreflektierten Lichtstrahls zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit angeordnet ist.

Die Erfindung löst das Problem der unerwünscht detektier- ten Nahbereichsziele dadurch, dass die Nahbereichsempfindlich- keit der optischen Vorrichtung gedämpft wird, und erzielt dies durch den Einsatz einer zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit entfernungsselektiv wirkenden Blende. Die Beabstandung der Detektoreinheit vom ersten Brennpunkt, bei- spielsweise in einem vorbestimmten Abstand von zumindest 100 µm, schafft hierbei die für die erfindungsgemäße Blende erforderliche zusätzliche Weglänge im Strahlengang des fernzielre- flektierten Lichtstrahls.

Durch die Blende wird die Möglichkeit geschaffen, einen höheren Anteil an nahzielreflektiertem im Vergleich zu fern- zielreflektiertem Licht auszublenden, indem die Blende im Be- reich der Brennpunkte der nahzielreflektierten Lichtstrahlen liegt.

Die Erfindung schafft somit ein System, das Reflexionen aus dem Nahbereich bereits vor dem Detektor blockiert, so dass das vom Detektor ausgegebene Ergebnis eine höhere Gewichtung von fernzielreflektierten Lichtstrahlen zu nahziel-

reflektierten Lichtstrahlen aufweist. Rechnerische Auswertungen und Verarbeitungen der Detektorausgabe sind somit zur Aufbereitung des Messwterergebnisses nicht mehr erforderlich.

Die erfindungsgemäße optische Vorrichtung kann auf vielen Gebieten des Standes der Technik eingesetzt werden, bei denen ein aktives System die Beleuchtung vornimmt und ein Detektor die Beleuchtungsreflexion aufzeichnet, beispielsweise bei einer Kamera mit Lichtquelle zur Beleuchtung einer Szene. In diesen Fällen kann die Lichtquelle in jeder beliebigen näheren Umgebung der Primärlinse angeordnet sein.

Besonders bevorzugt ist jedoch die Lichtquelle in Strahlrichtung des fernzielreflektierten Lichtstrahls gesehen in dessen Strahlengang vor der Primärlinse angeordnet, und die Blende liegt in jenem Schatten der Lichtquelle, den die Lichtquelle im fernzielreflektierten Lichtstrahl wirft. Insbesondere in der Laservermessungstechnik wird die Lichtquelle häufig direkt vor der Primärlinse angeordnet, um ihre Lichtstrahlen möglichst koaxial in den Strahlengang der einfallenden Lichtstrahlen einzukoppeln, sei es durch Verwendung eines kleinen Umlenkspiegels in der Mitte von der Primärlinse, über den eine seitlich liegende Lichtquelle eingekoppelt wird, oder indem eine kleine Lichtquelle, z.B. eine Laserdiode, direkt vor der Primärlinse angeordnet wird. Die Lichtquelle blockiert an dieser Position unvermeidlich einen Teil des gesamten einfallenden Lichts, einschließlich der erwünschten fernzielreflektier-

ten Lichtstrahlen und der unerwünschten nahzielreflektierten Lichtstrahlen.

Die Erfindung nutzt diesen Umstand aus und positioniert die Blende in diesem von der Lichtquelle geworfenen Schatten, jedoch entfernungsselektiv wirkend zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit. Dadurch kommt es im Vergleich zu Stand-der-Technik-Linsensystemen mit vor der Primärlinse angeordneten Lichtquelle zu keiner Abnahme an ausnützbarer fernzielreflektierter Lichtstrahlen, während der Effekt der Reduktion der Nahzielreflexion zur Gänze erhalten bleibt.

In der genannten Ausführungsform nimmt die Blende den genannten Schatten bevorzugt im genannten Querschnitt vollständig ein. Dies führt zu einer Maximierung der durch die Blende blockierten nahzielreflektierten Lichtstrahlen, wobei die fernzielreflektierten Lichtstrahlen nicht von der Blende beeinflusst werden.

Besonders bevorzugt ist zumindest eine weitere Blende innerhalb eines weiteren zur optischen Achse normalen Querschnitts des fernzielreflektierten Lichtstrahls zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit angeordnet. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn Blenden eingesetzt werden, die im Vergleich zum Abstand zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit dünn sind, z.B. scheibenförmige Blenden. Wenn lediglich eine dünne Scheibenblende eingesetzt wird, kann es vorkommen, dass nahzielreflektierte Lichtstrahlen die optische Achse vor oder hinter der Blende kreuzen und deshalb

vom Detektor wahrgenommen werden. Durch den Einsatz von mehreren entlang der optischen Achse aufeinanderfolgenden Blenden wird dieser Effekt minimiert, so dass die Nahbereichsempfindlichkeit weiter reduziert wird.

Wenn mehrere Blenden eingesetzt werden, ist es vorteilhaft, wenn die Blenden im Querschnitt unterschiedliche Flächen aufweisen und ihre Fläche umso größer ist, je weiter die jeweilige Blende vom ersten Brennpunkt beabstandet ist. Dadurch kann die Blendenform an den Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls angepasst werden, wodurch sich der detektierte fernzielreflektierte Lichtanteil nicht vermindert. Folglich werden lediglich vermehrt nahzielreflektierte Lichtstrahlen blockiert.

Bevorzugt ist die Blende eine von einer Glasplatte getragene opake Struktur. Dies maximiert den Anteil an ausnützbarem fernzielreflektierten Licht, da die Glasplatte das fernzielreflektierte Licht in jenen Bereichen, in denen die opake Struktur nicht in die Glasplatte ein- oder auf diese aufgebracht ist, ungehindert passieren lässt. Es werden insbesondere keine störenden Stege oder ähnliches benötigt, um die Blende zu positionieren.

Die Form der Blende selbst kann grundsätzlich beliebig sein. Bevorzugt ist sie an den Schatten angepasst, den die Lichtquelle im fernzielreflektierten Lichtstrahl wirft. So sind prinzipiell Blenden mit rechteckigem, kissenförmigem oder ovalem Querschnitt denkbar. Besonders bevorzugt ist die Blende

eine runde Scheibe, da diese leicht zu fertigen und für rechnerische Simulationen ihre Wirkung gut zu modellieren ist.

Auch in Richtung der optischen Achse kann die Blende unterschiedlich ausgebildet sein, z.B. statt mit einer Scheibenform auch in Stabform oder Kegelform, wobei abermals beliebige Querschnitte wie oben beschrieben eingesetzt werden können. Bevorzugt ist die Blende ein Kegel oder ein Kegelstumpf, der sich in Strahlrichtung des fernzielreflektierten Lichtstrahls gesehen erweitert. Dies entspricht gleichsam einem „Kontinuum“ an aufeinanderfolgenden, infinitesimal dünnen Scheibenblenden mit fortschreitend größeren Durchmessern, was das Blockieren von nahzielreflektierten Lichtstrahlen im Vergleich zu diskreten Einzelblenden oder Stabblenden erhöht.

Bevorzugt ist in dieser Ausführungsform der Öffnungswinkel des Kegels im Wesentlichen an den Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls angepasst. Dies erzielt eine besonders große Ausbeute an fernzielreflektiertem Licht im Detektor bei einer maximalen Reduktion des nahzielreflektierten Lichts.

Bevorzugt ist die Blende bzw. die dem ersten Brennpunkt nächstliegende der Blenden in einem Abstand von mindestens 100 μm von dem ersten Brennpunkt angeordnet. Die Anpassung des Abstandes zum ersten Brennpunkt ermöglicht eine flexible Einstellung der Nahbereichsempfindlichkeit der optischen Vorrichtung, und die genannten Werte haben sich in der Praxis als guter Kompromiss erwiesen.

In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen beträgt der Durchmesser der Blende 50 - 100 %, bevorzugt 80 - 100 %, besonders bevorzugt im Wesentlichen 100 %, einer Bildgröße B, die gleich $G_R * d_1 / f_1$ ist, wobei G_R der Strahldurchmesser eines ausgesandten Lichtstrahls in einer vorbestimmten Entfernung, d_1 der Abstand der Blende zum ersten Brennpunkt und f_1 der Abstand der Primärlinse zum ersten Brennpunkt ist.

Damit kann der Anteil an blockierten nahzielreflektierten Lichtstrahlen und damit die Dämpfung der Nahbereichsempfindlichkeit der Vorrichtung voreingestellt werden. Wenn der Durchmesser der Blende z.B. 100 % der Bildgröße entspricht, wird die gesamte Reflexion eines nahen Objekts blockiert, bei weniger als 100 % lediglich ein Bruchteil.

Um den für die Blende benötigten Abstand zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit zu erzielen, können zwei verschiedene Ausgestaltungen gewählt werden.

In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung umfasst die optische Vorrichtung eine Relais-Optik, die zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit angeordnet und dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl auf einen zweiten Brennpunkt zu fokussieren, wobei die Detektoreinheit im Wesentlichen im zweiten Brennpunkt angeordnet ist. In dieser Ausgestaltung können herkömmliche Detektoren eingesetzt werden, wodurch die Kosten für die optische Vorrichtung niedrig gehalten werden können. Die Relais-Optik kann zusätzlich dazu eingesetzt wer-

den, um spezielle optische Filter wie einen Interferenzfilter im Bereich zwischen den Linsen der Relais-Optik anzuordnen.

Um die Montage der Blende zu erleichtern, kann in dieser Ausgestaltung die Blende an der Relais-Optik montiert sein, was besonders bei der genannten Kegelform einfach ist, da der Kegel oder Kegelstumpf eine hinreichend große Basisfläche zur Montage aufweist. Jedoch ist auch bei scheibenförmigen Blenden eine Montage der der Relais-Optik nächstliegenden Blende an der Relais-Optik vorteilhaft. Unabhängig von der Blendenform kann die Blende beispielsweise auf die Relais-Optik geklebt werden.

In der Ausgestaltung mit Relais-Optik können auch mehrere Relais-Optiken kaskadenförmig eingesetzt werden, was Vorteile bei der Konstruktion der optischen Vorrichtung mit sich bringt, wenn sich die Montage mehrerer Blenden hintereinander als schwierig herausstellt. Um dies zu realisieren, umfasst die optische Vorrichtung eine erste und eine zweite Relais-Optik, die zwischen dem ersten Brennpunkt und der Detektoreinheit angeordnet sind,

wobei die erste Relais-Optik dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl auf einen zweiten Brennpunkt zu fokussieren, und die zweite Relais-Optik dazu ausgebildet ist, den vom zweiten Brennpunkt aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl auf einen dritten Brennpunkt zu fokussieren,

wobei die genannte Blende zwischen dem ersten Brennpunkt und der ersten Relais-Optik und die genannte weitere Blende zwischen dem zweiten Brennpunkt und der zweiten Relais-Optik angeordnet ist, und

wobei die Detektoreinheit im Wesentlichen im dritten Brennpunkt angeordnet ist.

In einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung ist die Detektoreinheit in jenem Bereich angeordnet, in dem der fernzielreflektierte Lichtstrahl vom ersten Brennpunkt aus divergiert, wobei die Detektoreinheit eine Detektionsfläche hat, die sich über den gesamten Querschnitt des fernzielreflektierten Lichtstrahls erstreckt. In dieser Ausgestaltung kann auf eine Relais-Optik verzichtet werden, wobei jedoch für die Detektoreinheit eine größere Detektionsfläche erforderlich ist als in der ersten Ausgestaltung. Großflächige Detektoreinheiten sind zwar kostspieliger, jedoch kann die Länge der optischen Vorrichtung reduziert werden.

Um die erforderliche Detektionsfläche zu minimieren, kann die Blende an der Detektoreinheit montiert sein. Da die Blende in einem vorgegebenen Abstand zum ersten Brennpunkt angeordnet wird, kann durch die Montage der Detektoreinheit an der Blende die Detektorfläche kleiner gehalten werden. Zudem vereinfacht sich auch die Montage der Blende.

Bevorzugt ist bzw. sind der Abstand der Blende vom ersten Brennpunkt und/oder die Fläche der Blende im genannten Querschnitt und/oder die Position der Fläche der Blende im genann-

ten Querschnitt veränderbar. Dies erlaubt eine Kalibrierung und individuelle Konfiguration der Blende, wodurch eine einzige optische Vorrichtung an unterschiedliche Einsatzgebiete und Anwendungen angepasst werden kann.

Weiters bevorzugt umfasst die optische Vorrichtung dazu auch einen Motor, der dazu ausgebildet ist, den genannten Abstand und/oder die genannte Fläche und/oder die Position der Fläche der Blende im genannten Querschnitt zu verändern. Dies erlaubt eine automatische Kalibrierung oder Konfiguration der Blende auch während des Betriebs des Laserscanners. Dies ist z.B. besonders günstig, wenn die optische Vorrichtung in einem Laserscanner verwendet wird, der im Betrieb unzugänglich ist, beispielsweise in einem unbemannten Luftfahrzeug (Unmanned Aerial Vehicle, UAV).

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den beigefügten Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine optische Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung nach dem Stand der Technik in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 2 ein Diagramm der entfernungsabhängigen relativen Empfangsleistung der Vorrichtung von Fig. 1;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit einer Scheibenblende in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 4 ein Diagramm der entfernungsabhängigen relativen Empfangsleistung der Vorrichtung von Fig. 3;

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit zwei Scheibenblenden in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 6 ein Diagramm der entfernungsabhängigen relativen Empfangsleistung der Vorrichtung von Fig. 5;

Fig. 7 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit einer Kegelblende in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 8 ein Diagramm der entfernungsabhängigen relativen Empfangsleistung der Vorrichtung von Fig. 7;

Fig. 9 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit einer schiefen Kegelblende in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 10 eine fünfte Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit einer Scheibenblende und einer versetzten Lichtquelle in einer schematischen Seitenansicht;

Fig. 11 eine sechste Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit kaskadierten Relais-Optiken; und

Fig. 12 eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung zur Laserentfernungsmessung mit einer großflächigen Detektoreinheit.

Fig. 1 zeigt eine optische Vorrichtung 1 gemäß dem Stand der Technik. Bei dieser optischen Vorrichtung 1, die typischerweise bei der Laserentfernungsmessung eingesetzt wird, sendet eine zentral vor einer Primärlinse 2 liegende Lichtquelle 3 einen Lichtstrahl 4 aus.

Die Lichtquelle 3 ist in der vorliegenden Ausführungsform ein Spiegel, der von einer weiteren Einheit bereitgestelltes Licht, z.B. Laserlicht, in eine vorbestimmte Richtung R_1 aussendet, die im Wesentlichen parallel zur optischen Achse A der Primärlinse 2 ist. Alternativ kann die Lichtquelle 2 auch unmittelbar eine lichterzeugende Laserdiode, Lampe oder dergleichen sein.

Wenn der ausgesandte Lichtstrahl 4 von einem Fernziel (nicht dargestellt) reflektiert wird, fällt der fernzielreflektierte Lichtstrahl 5 stets im Wesentlichen in der zur Ausenderichtung R_1 entgegengesetzten Richtung R_2 parallel zur optischen Achse A auf die Primärlinse 2 ein, was durch die in Relation zur Größe der Primärlinse 2 weite Entfernung zwischen Fernziel und Primärlinse 2 bedingt ist.

Die Primärlinse 2 ist derart ausgebildet, z.B. durch Auswahl eines entsprechenden Krümmungsradius, dass sie den fernzielreflektierten Lichtstrahl 5 in einem ersten Brennpunkt F_1 fokussiert. Die Primärlinse 2 kann zu diesem Zweck beispielsweise als eine konvexe Linse 2 oder als anderes optisches Element ausgebildet sein, das dazu in der Lage ist, einfallende Lichtstrahlen zu bündeln.

Zur Detektion des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 befindet sich ein Detektor 6 im ersten Brennpunkt F_1 . Der Detektor 6 ist beispielsweise eine Lawinenphotodiode („avalanche photodiode“, APD), die als hochempfindliche Photodiode eingesetzt wird und somit den fernzielreflektierten Lichtstrahl 5 auch bei geringer Lichtleistung detektieren kann.

Fig. 1 zeigt weiters einen nahzielreflektierten Lichtstrahl 7, der von einem unerwünschten Nahziel, z.B. einer Luftunreinheit, einem Insekt od.dgl., reflektiert wurde. Der nahzielreflektierte Lichtstrahl 7 fällt schräg zur optischen Achse A auf die Primärlinse 2 ein, was durch die in Relation zur Größe der Primärlinse 2 geringe Entfernung zwischen Nahziel und Primärlinse 2 bedingt ist.

Unter nahzielreflektierten Lichtstrahlen 7 werden jene Lichtstrahlen verstanden, die von der Lichtquelle 4 ausgesandt und von einem Nahziel reflektiert wurden, das in einem Abstand von bevorzugt weniger als 500 m, besonders bevorzugt weniger als 100 m, ganz besonders bevorzugt weniger als 30 m, von der Primärlinse 2 liegt. Im Gegensatz dazu werden unter fernzielreflektierten Lichtstrahlen 5 jene Lichtstrahlen verstanden, die von der Lichtquelle 4 ausgesandt und von Fernzielen außerhalb dieser Abstände reflektiert wurden.

Durch die schräge Einfallsrichtung des nahzielreflektierten Lichtstrahls 7 auf die Primärlinse 2 wird dieser in der Regel nicht auf den Brennpunkt F_1 fokussiert. Je nach Einfallswinkel und Einfallsposition auf der Primärlinse 2 wird der

nahzielreflektierte Lichtstrahl 7 jedoch auf den Detektor 6 projiziert, der dessen Anwesenheit registriert und somit ein „falsches“, d.h. nicht mit dem zu detektierenden Fernziel korreliertes, Messergebnis ausgibt.

Fig. 2 zeigt einen für die optische Vorrichtung 1 typischen Amplitudenverlauf 8, wobei auf der Ordinate die vom Detektor 6 registrierte relative Empfangsleistung in [dB] und auf der Abszisse die Zielentfernung in [m] aufgetragen ist. Es ist ersichtlich, dass die Empfangsempfindlichkeit der Vorrichtung 1 gerade in jenem Nahbereich von ca. 5 m ein Maximum aufweist, in dem Messergebnisse von störenden Nahzielen unerwünscht sind.

Fig. 3 zeigt eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen optischen Vorrichtung 9, wobei in Bezug auf Fig. 1 verwendete Bezugszeichen für gleiche Komponenten stehen. Insbesondere sind die Winkelverhältnisse der ausgesandten, fernzielreflektierten und nahzielreflektierten Lichtstrahlen 4, 5, 7 dieselben, wobei der Detektor 6 jedoch eine andere Position einnimmt, wie nachstehend erläutert wird.

Bei der Ausführungsform von Fig. 3 ist eine Relais-Optik 10 derart angeordnet, dass der erste Brennpunkt F_1 zwischen der Primärlinse 2 und der Relais-Optik 10 liegt, d.h. die Relais-Optik 10 ist in Richtung R_2 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 hinter dem ersten Brennpunkt F_1 angeordnet.

Die Relais-Optik 10 ist dazu ausgebildet, den vom ersten Brennpunkt F_1 aus divergierenden fernzielreflektierten Licht-

strahl 5 auf einen zweiten Brennpunkt F_2 zu fokussieren, in welchem sich bei der optischen Vorrichtung 9 der Detektor 6 befindet. Die Relais-Optik 10 kann beispielsweise als konvexe Linse, als zwei zusammengesetzte konvexe Linsen 11 wie in Fig. 3 gezeigt oder als zwei plan-konvexe Linsen 12 wie in Fig. 7 gezeigt ausgebildet sein. Wird eine Relais-Optik 10 mit zwei Linsen 11, 12 eingesetzt, kann zusätzlich ein Filter, z.B. ein Interferenzfilter, zwischen den beiden Linsen 11, 12 eingesetzt werden.

Um nahzielreflektierte Lichtstrahlen 7 zu blockieren, ist eine Blende 13 innerhalb eines zur optischen Achse A normalen Querschnitts Q_1 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10 angeordnet. Die Blende 13 ist lichtundurchlässig und weist bevorzugt keine Löcher auf.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist die Lichtquelle 3 wie in der Laserermessungstechnik üblich in Strahlrichtung des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 gesehen in dessen Strahlengang zentral vor der Primärlinse 2 angeordnet. Als Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 wird hierin jener Bereich verstanden, der vom fernzielreflektierten Lichtstrahl 5 durchlaufen wird.

Durch den Umstand, dass die Lichtquelle 3 im Strahlengang vor der Primärlinse 2 angeordnet ist, wirft die Lichtquelle 3 einen Schatten S im fernzielreflektierten Lichtstrahl 5. Bereits durch die Anordnung der Lichtquelle 3 vor der Primärlin-

se 2 und den dadurch hervorgerufenen Schatten S ist somit eine Reduktion der vom Detektor 6 empfangbaren Menge an fernzielreflektiertem Licht bedingt. Um die Leistungsfähigkeit der optischen Vorrichtung 9 zum Detektieren von fernzielreflektiertem Licht nicht weiter zu beeinträchtigen, liegt die Blende 13 im genannten Schatten S der Lichtquelle 3.

Die Blende 13 ist im Ausführungsbeispiel von Fig. 3 eine Scheibe, d.h. sie hat eine geringe Dicke in Strahlrichtung R_2 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 gesehen. Die Form der Scheibe im Querschnitt Q_1 kann beliebig sein, z.B. rechteckig, kreisrund oder oval, oder aber auch an die Form des Schattens S der Lichtquelle 3 und somit an diese selbst angepasst. Wirft die Lichtquelle 3 beispielsweise einen runden Schatten S im Querschnitt Q_1 , so kann auch die Form der Blende 13 im Querschnitt Q_1 rund sein.

Die Fläche x_1 der Blende 13 im Querschnitt Q_1 beträgt beispielsweise 0,1 - 50 %, bevorzugt 0,5 - 25 %, besonders bevorzugt 1 - 10 %, des genannten Querschnitts Q_1 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 und kann prinzipiell unabhängig vom Schatten S gewählt werden. Alternativ kann die Fläche x_1 der Blende 13 im Querschnitt Q_1 an den von der Lichtquelle 3 geworfenen Schatten S angepasst werden, beispielsweise derart, dass die Blende 13 den Schatten S im Querschnitt Q_1 vollständig einnimmt. Alternativ kann die Fläche x_1 der Blende 3 im Querschnitt Q_1 auch in einem vorbestimmten Verhältnis zum Schatten S stehen und beispielsweise 50 % des Schattens S einnehmen.

In einer weiteren Ausführungsform kann der Durchmesser der Blende 13 auch an die Größe des im Querschnitt Q_1 auftretenden Abbilds jenes Brennflecks angepasst werden, der sich auf einem in einer vorgegebenen Entfernung R von der Primärlinse 2 liegenden, ausgedehnten Nahziel ergibt, wenn der Strahldurchmesser und die Strahlaufweitung des ausgesandten Lichtstrahls 4 über die Entfernung R berücksichtigt werden.

Um die Reflexion eines sich in der Entfernung R befindlichen Nahziels vollständig auszublenden, entspricht der Durchmesser der Blende 13 dabei zumindest einer Bildgröße B mit

$$B = G_R * d_1 / f_1,$$

wobei G_R der Strahldurchmesser des ausgesandten Lichtstrahls 4 in der vorbestimmten Entfernung R , d_1 der Abstand der Blende 13 zum ersten Brennpunkt F_1 und f_1 der Abstand der Primärlinse 2 zum ersten Brennpunkt F_1 ist. Dies ergibt sich aus der Linsengleichung für eine dünne Primärlinse 2. Der Durchmesser der Blende 13 kann auch 50 - 100 % oder 80 - 100 % der genannten Bildgröße B betragen, um nur einen vorbestimmten Anteil an nahzielreflektiertem Licht zu blockieren.

Wenn die Blende 13 als Scheibe realisiert wird, kann diese beispielsweise ein von Stegen getragenes Plättchen sein und so zwischen die Primärlinse 2 und die Relais-Optik 10 eingebracht werden. Alternativ kann die Blende 13 eine von einer Glasplatte getragene opake Struktur sein, die beispielsweise in die Glasplatte eingätzt oder auf diese aufgeklebt ist.

Die Blende 13 hat den Zweck, nahzielreflektierte Lichtstrahlen 7 zu blockieren, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Nahzielreflektierte Lichtstrahlen 7 kreuzen die optische Achse A in der Regel zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10, so dass diese auf die Blende 13 treffen und damit blockiert werden. Wie zuvor beschrieben werden die fernzielreflektierten Lichtstrahlen 5 von dieser Anordnung der Blende 13 nicht beeinträchtigt, da die Blende 13 im Schatten S der Lichtquelle 3 angeordnet ist.

Fig. 4 zeigt den Effekt der Blende 13 im Detail. Analog zu Fig. 2 ist in Fig. 4 auf der Ordinate die relative Empfangsleistung in [dB] und auf der Abszisse die Zielentfernung in [m] aufgetragen. Zur Referenz ist der typische Amplitudenverlauf 8 der optischen Vorrichtung 1 nach dem Stand der Technik von Fig. 1 auch in Fig. 4 dargestellt.

Der Amplitudenverlauf 14 zeigt die Empfangsempfindlichkeit der optischen Vorrichtung 9 von Fig. 3 mit der Blende 13 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 6. Die Blende 13 ist in einem Abstand d_1 (Fig. 3) vom ersten Brennpunkt F_1 angeordnet. Auf diesen Abstand d_1 werden von der Primärlinse 2 beispielsweise Lichtstrahlen 5 gebrochen, die von Nahzielen reflektiert werden, welche in einem Abstand von 8 m vor der Primärlinse 2 liegen. Dies verursacht ein Minimum M_1 des Amplitudenverlaufs 14 für die Zielentfernung von 8 m. Die Form und relative Tiefe des Minimums M_1 ist von der Form und Größe der Fläche x_1 der Blende 13 im Querschnitt Q_1 abhängig

und kann durch Versuche experimentell oder durch Simulationen rechnerisch ermittelt werden.

Fig. 5 zeigt eine Variante der optischen Vorrichtung 9 von Fig. 3, bei der zusätzlich zur Blende 13 eine weitere Blende 15 innerhalb eines weiteren zur optischen Achse A normalen Querschnitts Q_2 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10 angeordnet ist. Die weitere Blende 15 ist in einem Abstand d_2 vom ersten Brennpunkt F_1 angeordnet, wobei die Abstände d_1 und d_2 unterschiedlich sind.

Die weitere Blende 15 kann strukturell genau gleich ausgebildet sein wie die Blende 13, z.B. jeweils als Scheibe, und auch wie die Blende 13 gefertigt sein, z.B. als Plättchen mit Stegen oder als eine von einer Glasplatte getragene opake Struktur. Die Blende 13 und die weitere Blende 15 können auch im jeweiligen Querschnitt Q_1 , Q_2 dieselbe oder eine unterschiedliche Form aufweisen, z.B. kreisrund, oval oder rechteckig.

Auch die Flächen x_1 , x_2 der Blende 13 und der weiteren Blende 15 können im jeweiligen Querschnitt Q_1 , Q_2 gleich groß sein. Alternativ weisen die Blenden wie in Fig. 5 gezeigt im Querschnitt unterschiedliche Flächen x_1 , x_2 auf, wobei ihre Fläche x_1 , x_2 umso größer ist, je näher die jeweilige Blende 13, 15 zur Relais-Optik 10 angeordnet ist. Bevorzugt folgt dabei die Größe der jeweiligen Fläche x_1 , x_2 dem Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 zwischen dem ersten

Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10, sodass das Verhältnis zwischen Abstand d_1 , d_2 und Fläche x_1 , x_2 im Querschnitt Q_1 , Q_2 konstant ist, d.h. $d_1/x_1 = d_2/x_2$.

Die dem ersten Brennpunkt F_1 nächstliegende Blende 13 ist in einem Abstand von mindestens 100 μm von dem ersten Brennpunkt F_1 angeordnet, um zu gewährleisten, dass der fernzielreflektierte Lichtstrahl 5 nicht von der Blende 13 blockiert wird. Dies trifft auch auf die Ausführungsform von Fig. 3 zu.

Fig. 6 zeigt, analog zu den Fig. 2 und Fig. 4, auf der Ordinate die relative Empfangsleistung in [dB] und auf der Abszisse die Zielentfernung in [m], wobei zusätzlich zum Amplitudenverlauf 16 der optischen Vorrichtung 9 von Fig. 5 zur Referenz der Amplitudenverlauf 8 der optischen Vorrichtung 1 von Fig. 1 dargestellt ist.

In dem Beispiel der Fig. 5 und 6 wurde der Abstand d_1 der Blende 13 derart gewählt, dass dieser einer Zielentfernung von 5 m entspricht, und der Abstand d_2 derart, dass er einer Zielentfernung von 15 m entspricht. Dies verursacht zwei Minima M_2 , M_3 des Amplitudenverlaufs 16 für die Zielentfernungen von 5 m und 15 m.

Fig. 7 zeigt eine weitere Variante der optischen Vorrichtung 9 von Fig. 3, bei der anstatt einer scheibenförmigen Blende 13 eine Blende 17 in Kegelstumpfform zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10 angeordnet ist. Die Form der Blende 15 erweitert sich hier in Strahlrichtung R_2 des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 gesehen und könnte auch

als Kegelform ausgebildet sein. Alternativ könnte anstelle der Kegel- oder Kegelstumpfform auch eine sich nicht erweiternde Stabform eingesetzt werden.

Der Öffnungswinkel (Kegelspitzenwinkel) der Kegel- oder Kegelstumpfform der Blende 17 kann grundsätzlich beliebig gewählt werden. Im Ausführungsbeispiel von Fig. 7 wurde der Öffnungswinkel an den Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 angepasst.

Die kegelförmige Blende 17 von Fig. 7 ist somit nicht nur innerhalb eines Querschnitts, sondern gleich innerhalb eines Kontinuums von Querschnitten Q_i des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Relais-Optik 10 angeordnet. In diesem Sinne kann die Blende 17 in Kegel- oder Kegelstumpfform dadurch definiert werden, dass sie innerhalb von Querschnitten Q_i zwischen einem ersten Querschnitt Q_1 in einem Abstand d_1 vom ersten Brennpunkt F_1 und einem letzten Querschnitt Q_2 in einem Abstand d_2 vom ersten Brennpunkt F_1 angeordnet ist.

Der erste Querschnitt Q_1 fällt nicht mit dem ersten Brennpunkt F_1 zusammen, sondern ist in einem Mindestabstand d_1 von diesem beabstandet, um zu gewährleisten, dass der fernzielreflektierte Lichtstrahl 5 nicht von der Blende 17 blockiert wird. Der erste Querschnitt Q_1 liegt beispielsweise in einem Abstand d_1 von 100 μm vom ersten Brennpunkt F_1 .

Die Ausführungsform von Fig. 7 ist bezüglich der für die Fig. 3 und 5 erläuterten Varianten keinen Einschränkungen un-

terworfen. So können beispielsweise zwei Blenden 17 in Kegel- oder Kegelstumpfform eingesetzt, diese mittels Stegen montiert oder als von (dicken) Glasplatten getragene opake Strukturen ausgebildet werden. Wird die Blende 17 als Kegel oder Kegelstumpf ausgebildet, bietet es sich an, die Blende 17 an der Relais-Optik 10 zu montieren. Dazu kann beispielsweise die Basis des Kegels oder Kegelstumpfs der Blende 17 an die Relais-Optik 10 geklebt werden, die dazu bevorzugt an der Seite der Blende 17 eben ausgebildet werden kann.

In gleicher Weise könnte aber auch die der Relais-Optik 10 nächstliegende scheibenförmige Blende 13, 15 der Fig. 3 und 5 direkt an der Relais-Optik 10 montiert werden, z.B. durch Aufkleben.

Fig. 8 zeigt, analog zu den Fig. 2, 4 und 6, den Amplitudenverlauf 18 der optischen Vorrichtung 9 von Fig. 7, wobei auf der Ordinate die relative Empfangsleistung in [dB] und auf der Abszisse die Zielentfernung in [m] aufgetragen ist und zur Referenz der Amplitudenverlauf 8 der optischen Vorrichtung 1 von Fig. 1 dargestellt ist.

Es ist aus dem Amplitudenverlauf 18 ersichtlich, dass im Gegensatz zu den Amplitudenverläufen 14 und 16 der Fig. 2 und 4 die kegel- bzw. kegelstumpfförmige Blende 17 von Fig. 9 keine diskreten Minima mehr ausbildet, sondern ein im Wesentlichen kontinuierliches Minimum auf der Höhe von -90 dB.

Die Fig. 9 und 10 zeigen weitere Ausführungsformen, gemäß denen die Lichtquelle 3 dezentral vor der Primärlinse 2 (Fig.

9) bzw. überhaupt nicht vor der Primärlinse 2 (Fig. 10) angeordnet ist.

Aus Fig. 9 ist ersichtlich, dass eine bezüglich der optischen Achse A asymmetrisch angeordnete Lichtquelle 2 einen asymmetrischen Schatten S wirft. Wenn hier eine Blende 19 im Schatten S der Lichtquelle 3 angeordnet wird, wird ihre Form dementsprechend dem Schatten S angepasst. Dazu kann eine Blende 19 eingesetzt werden, die als um die optische Achse A asymmetrisch angeordnete ovale Scheibe oder als schiefer Kegel bzw. schiefer Kegelstumpf, wie in Fig. 9 gezeigt, ausgebildet ist. Bei derartigen Ausführungsformen wird die Empfangsempfindlichkeit der Vorrichtung 9 für fernzielreflektierte Lichtstrahlen 5 durch die Blende 19 nicht beeinträchtigt, wenn diese im Schatten S angeordnet ist. Jedoch blockiert die Blende 19 zumindest einen Anteil an nahzielreflektierten Lichtstrahlen 7, sodass die Nahbereichsempfindlichkeit der optischen Vorrichtung 9 reduziert wird.

Fig. 10 zeigt eine Ausführungsform, bei der die Lichtquelle 3 neben der Primärlinse 2 und nicht vor dieser angeordnet ist. Durch den Versatz der Lichtquelle 3 in Bezug auf die Primärachse A fallen nahzielreflektierte Lichtstrahlen nicht parallel zur optischen Achse A ein. Um diesen Effekt zu kompensieren, kann die Blende 13 bezüglich der Primärlinse 2 außermittig angeordnet sein, um einen größeren Anteil an nahzielreflektierten Lichtstrahlen 7 zu blockieren, wie schematisch in Fig. 10 dargestellt.

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass in dieser Ausführungsform kein Schatten S durch die Lichtquelle 3 geworfen wird. Wird jedoch die Blende gleich wie in Fig. 3 angeordnet, wird - abgesehen vom oben erläuterten Effekt der außermittig einfallenden nahzielreflektierten Lichtstrahlen 7 - überraschenderweise im Wesentlichen derselbe Amplitudenverlauf 14 wie bei der Ausführungsformen der Fig. 3 und 4 erzielt, bei denen die Blende 13 den Schatten S im Querschnitt Q_1 vollständig einnahm. Dies ist dadurch bedingt, dass die fernzielreflektierten Lichtstrahlen 5 diesmal nicht von der Lichtquelle 3, sondern von der Blende 13 blockiert werden.

Anstelle der Scheibenform der Blende 13 von Fig. 10 kann auch hier wieder jede andere Blendenform wie zuvor für die Fig. 3 bis 9 beschrieben eingesetzt werden, und es werden entsprechend gleiche Amplitudenverläufe erzielt, wie wenn die Blende im Schatten der Lichtquelle 3 angeordnet wäre.

Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform, bei der mehrere Relais-Optiken 10, 20 kaskadenförmig angeordnet sind, so dass für jede Relais-Optik 10, 20 eine eigene Blende 13, 15 vorgesehen sein kann.

In dieser Ausführungsform fokussiert die erste Relais-Optik 10 den vom ersten Brennpunkt F_1 aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl 5 auf einen zweiten Brennpunkt F_2 , und die zweite Relais-Optik 20 fokussiert den vom zweiten Brennpunkt F_2 aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl 5 auf einen dritten Brennpunkt F_3 , wobei die Detektor-

einheit 6 im Wesentlichen im dritten Brennpunkt F_3 angeordnet ist, wodurch sich die kaskadenförmige Anordnung ergibt.

Die Blenden sind hier derart angeordnet, dass die genannte Blende 13 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der ersten Relais-Optik 10 und die genannte weitere Blende 15 zwischen dem zweiten Brennpunkt F_2 und der zweiten Relais-Optik 20 angeordnet ist. Die Abstände d_1 , d_2 der Blenden 13, 15 von den jeweils nächstliegenden Brennpunkten F_1 , F_2 können dabei derart gewählt werden, dass die Blenden 13, 15 nahzielreflektierte Lichtstrahlen 7 aus unterschiedlichen Zielentfernungen vor der Primärlinse 2 unterdrücken.

In allen Ausführungsformen können Scheiben-, Kegel- oder Kegelstumpfblenden eingesetzt werden. Bevorzugt werden jedoch Scheibenblenden eingesetzt und der Durchmesser der Blenden kann vom jeweiligen Abstand d_1 , d_2 der Blende 13, 15 zum jeweils nächstliegenden Brennpunkt F_1 , F_2 abhängig gemacht werden.

Es versteht sich, dass die gezeigte Kaskadenform auch erweitert werden kann, indem anstatt zweier Relais-Optiken 10, 20 mit jeweils einer Blende 13, 15 auch mehr als zwei Relais-Optiken mit jeweils einer Blende 13 eingesetzt werden. Zudem ist es möglich, zumindest für eine der Relais-Optiken 10, 20 mehr als eine Blende zu verwenden.

Die verschiedenen Relais-Optiken 10, 20 können gleich ausgestaltet sein oder auch unterschiedlich, z.B. eine mit konve-

xen Linsen wie in Fig. 3 und die andere/n mit plan-konvexen wie in Fig. 7, und/oder mit unterschiedlichen Brennweiten.

Fig. 12 zeigt eine Variante der optischen Vorrichtung 1 von Fig. 3, bei der keine Relais-Optik 10 eingesetzt wird. Stattdessen wird die Detektoreinheit 6 in jenem Bereich angeordnet, in dem der fernzielreflektierte Lichtstrahl 5 vom ersten Brennpunkt F_1 aus divergiert, wobei die Detektoreinheit 6 eine Detektionsfläche hat, die sich über den gesamten Querschnitt des fernzielreflektierten Lichtstrahls 5 erstreckt und somit eine größere Detektionsfläche aufweist als die Detektoreinheit 6 der Ausführungsform von Fig. 3.

Wenn die Blende 13 direkt an der Detektoreinheit 6 montiert wird, kann der Abstand zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Detektoreinheit 6 im Wesentlichen auf den Abstand d_1 zwischen dem ersten Brennpunkt F_1 und der Blende 13 verringert werden. Prinzipiell kann die Detektoreinheit 6 jedoch auch von der Blende 13 beabstandet sein. Die Ausführungsform von Fig. 11 mit einer großflächigen Detektoreinheit eignet sich im Allgemeinen auch für Blenden 13 mit Kegel- bzw. Kegelstumpfform wie in den Fig. 7 und 9 gezeigt.

In allen genannten Ausführungsformen können zudem der Abstand d_1 der Blende 13, 15, 17, 19 vom ersten Brennpunkt F_1 und/oder die Fläche x_1 , x_2 der Blende 13, 15, 17, 19 im genannten Querschnitt Q_1 , Q_2 und/oder die Position der Fläche x_1 , x_2 der Blende 13, 15, 17, 19 im genannten Querschnitt Q_1 , Q_2 veränderbar sein, beispielsweise indem die Blende 13, 15, 17, 19

entlang der optischen Achse A - oder normal zu dieser - manuell verschiebbar angeordnet ist.

Wenn eine Scheibenblende eingesetzt wird, kann diese beispielsweise aus mehreren sichelförmigen Lamellen zusammengesetzt werden, die durch eine Drehbewegung die Fläche der Scheibenblende vergrößern bzw. verkleinern lassen.

Kegel- oder Kegelstumpfbenden können mit einem veränderbaren Öffnungswinkel ausgestaltet werden, oder es können alternativ Teleskopstangen eingesetzt werden, wodurch sich je nach Teleskopierzustand auch die Fläche der Blende im jeweiligen Querschnitt Q_i ändert.

Anstatt manuell kann die Blende 13, 15, 17, 19 auch durch einen Motor bewegt werden, der den genannten Abstand d_1 , d_2 , die genannte Fläche x_1 , x_2 bzw. die genannte Position verändert.

In allen genannten Ausführungsformen kann die Blende 13, 15, 17, 19 den äußeren Rand des Querschnitts Q_i frei lassen, so dass die gesamte Fläche x_1 der Blende 13, 15, 17, 19 innerhalb des genannten Querschnitts Q_i liegt. Die Blende 13, 15, 17, 19 kann dabei in einem vorbestimmten Mindestabstand vom Umriss des Querschnitts Q_i angeordnet sein. Alternativ kann die Blende 13, 15, 17, 19 auch seitlich von außen in den Querschnitt Q_i hineinragen. In diesen Varianten lässt die Blende 13, 15, 17, 19 beispielsweise zumindest 50%, bevorzugt zumindest 70%, besonders bevorzugt zumindest 90%, des Umrisses des Querschnitts Q_i frei. Die Blende 13, 15, 17, 19 kann weiters lochfrei

und/oder derart angeordnet sein, dass sie die optische Achse A schneidet.

Allgemein gesprochen ist die Blende 13, 15, 17, 19 derart angeordnet und/oder ausgebildet, dass sie einen größeren Anteil von nahzielreflektierten Lichtstrahlen 7 als von fernzielreflektierten Lichtstrahlen 5 blockiert.

Die Erfindung ist demgemäß nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst alle Varianten, Modifikationen und deren Kombinationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

Patentansprüche:

1. Optische Vorrichtung (9) zum Detektieren eines an einem Fernziel reflektierten Lichtstrahls (5), umfassend

eine Lichtquelle (3), die dazu ausgebildet ist, den Lichtstrahl (4) in eine vorbestimmte Richtung (R_1) auf das Fernziel auszusenden,

eine Primärlinse (2), deren optische Achse (A) im Wesentlichen parallel zur genannten vorbestimmten Richtung (R_1) liegt und die dazu ausgebildet ist, den fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) in einem ersten Brennpunkt (F_1) zu fokussieren, und

eine Detektoreinheit (6) zur Detektion von fokussiertem Licht, dadurch gekennzeichnet, dass

die Detektoreinheit (6) derart angeordnet ist, dass der erste Brennpunkt (F_1) zwischen der Primärlinse (2) und der Detektoreinheit (6) liegt,

wobei eine Blende (13, 15, 17, 19) innerhalb eines zur optischen Achse (A) normalen Querschnitts (Q_1, Q_2, Q_i) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der Detektoreinheit (6) angeordnet ist.

2. Optische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (3) in Strahlrichtung (R_2) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) gesehen in dessen Strahlengang vor der Primärlinse (2) angeordnet ist, wobei die Blende (13, 15, 17, 19) in jenem Schatten (S) der Lichtquelle

(3) liegt, den die Lichtquelle (3) im fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) wirft.

3. Optische Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (13, 15, 17, 19) den genannten Schatten (S) im genannten Querschnitt (Q_1 , Q_2 , Q_i) vollständig einnimmt.

4. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine weitere Blende (15) innerhalb eines weiteren zur optischen Achse (A) normalen Querschnitts (Q_2) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der Detektoreinheit (6) angeordnet ist.

5. Optische Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Blenden (13, 15) im Querschnitt (Q_1 , Q_2) unterschiedliche Flächen (x_1 , x_2) aufweisen und ihre Fläche (x_1 , x_2) umso größer ist, je weiter die jeweilige Blende (13, 15) vom ersten Brennpunkt (F_1) beabstandet ist.

6. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (13, 15, 17, 19) eine von einer Glasplatte getragene opake Struktur ist.

7. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (13, 15) eine runde Scheibe ist.

8. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (17, 19) ein Kegel

oder ein Kegelstumpf ist, der sich in Strahlrichtung (R_2) des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) gesehen erweitert.

9. Optische Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungswinkel des Kegels im Wesentlichen an den Strahlengang des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) angepasst ist.

10. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die dem ersten Brennpunkt (F_1) nächstliegende Blende (13, 17, 19) in einem Abstand (d_1) von mindestens 100 μm von dem ersten Brennpunkt (F_1) angeordnet ist.

11. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der Blende (13, 15, 17, 19) 50 - 100 %, bevorzugt 80 - 100 %, besonders bevorzugt im Wesentlichen 100 %, einer Bildgröße B beträgt, die gleich $G_R * d_1 / f_1$ ist, wobei G_R der Strahldurchmesser eines ausgesandten Lichtstrahls (4) in einer vorbestimmten Entfernung R , d_1 der Abstand der Blende (13, 15, 17, 19) zum ersten Brennpunkt (F_1) und f_1 der Abstand der Primärlinse (2) zum ersten Brennpunkt (F_1) ist.

12. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Relais-Optik (10), die zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der Detektoreinheit (6) angeordnet und dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt (F_1) aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) auf einen zweiten Brennpunkt (F_2) zu fokussieren,

wobei die Detektoreinheit (6) im Wesentlichen im zweiten Brennpunkt (F_2) angeordnet ist.

13. Optische Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (13, 15, 17, 19) an der Relais-Optik (10) montiert ist.

14. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in Verbindung mit Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine erste und eine zweite Relais-Optik (10), die zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der Detektoreinheit (6) angeordnet sind,

wobei die erste Relais-Optik (10, 20) dazu ausgebildet ist, den vom ersten Brennpunkt (F_1) aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) auf einen zweiten Brennpunkt (F_2) zu fokussieren, und die zweite Relais-Optik (20) dazu ausgebildet ist, den vom zweiten Brennpunkt (F_2) aus divergierenden fernzielreflektierten Lichtstrahl (5) auf einen dritten Brennpunkt (F_3) zu fokussieren,

wobei die genannte Blende (13) zwischen dem ersten Brennpunkt (F_1) und der ersten Relais-Optik (10) und die genannte weitere Blende (15) zwischen dem zweiten Brennpunkt (F_2) und der zweiten Relais-Optik (20) angeordnet ist, und

wobei die Detektoreinheit (6) im Wesentlichen im dritten Brennpunkt (F_3) angeordnet ist.

15. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektoreinheit (6) in jenem Bereich angeordnet ist, in dem der fernzielreflektierte

Lichtstrahl (5) vom ersten Brennpunkt (F_1) aus divergiert, wobei die Detektoreinheit (6) eine Detektionsfläche hat, die sich über den gesamten Querschnitt des fernzielreflektierten Lichtstrahls (5) erstreckt.

16. Optische Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Blende (13, 15, 17, 19) an der Detektoreinheit (6) montiert ist.

17. Optische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (d_1, d_2) der Blende (13, 15, 17, 19) vom ersten Brennpunkt (F_1) und/oder die Fläche (x_1, x_2) der Blende (13, 15, 17, 19) im genannten Querschnitt (Q_1, Q_2) und/oder die Position der Fläche (x_1, x_2) der Blende (13, 15, 17, 19) im genannten Querschnitt (Q_1, Q_2) veränderbar ist bzw. sind.

18. Optische Vorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch einen Motor, der dazu ausgebildet ist, den genannten Abstand (d_1, d_2), die genannte Fläche (x_1, x_2) bzw. die genannte Position zu verändern.

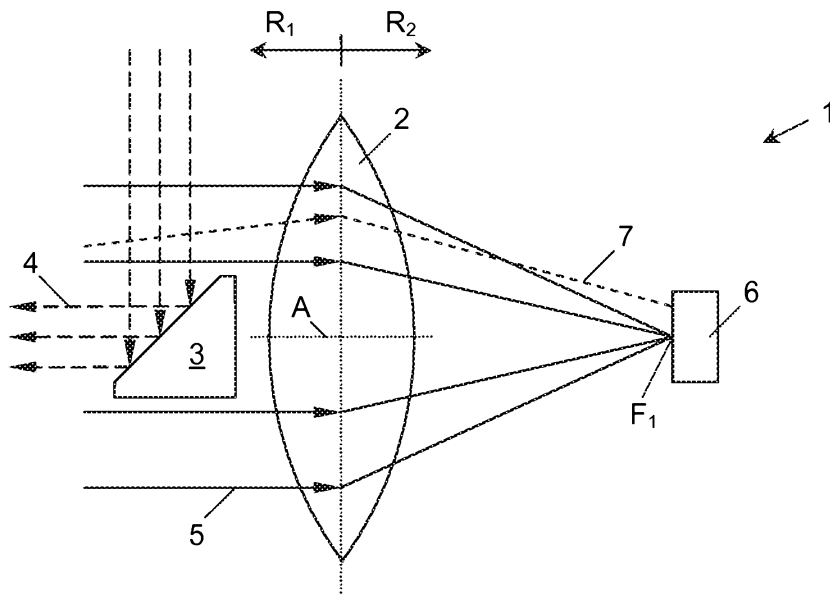


Fig. 1
(Stand der Technik)

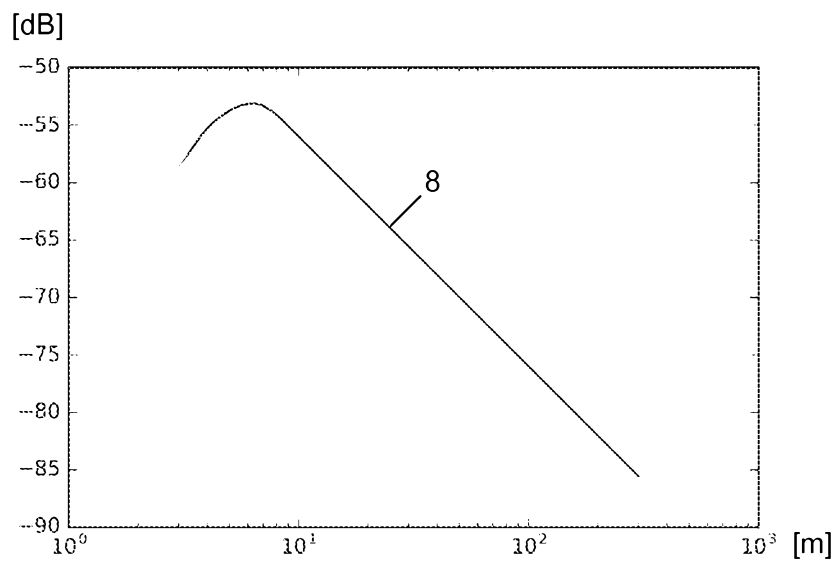


Fig. 2

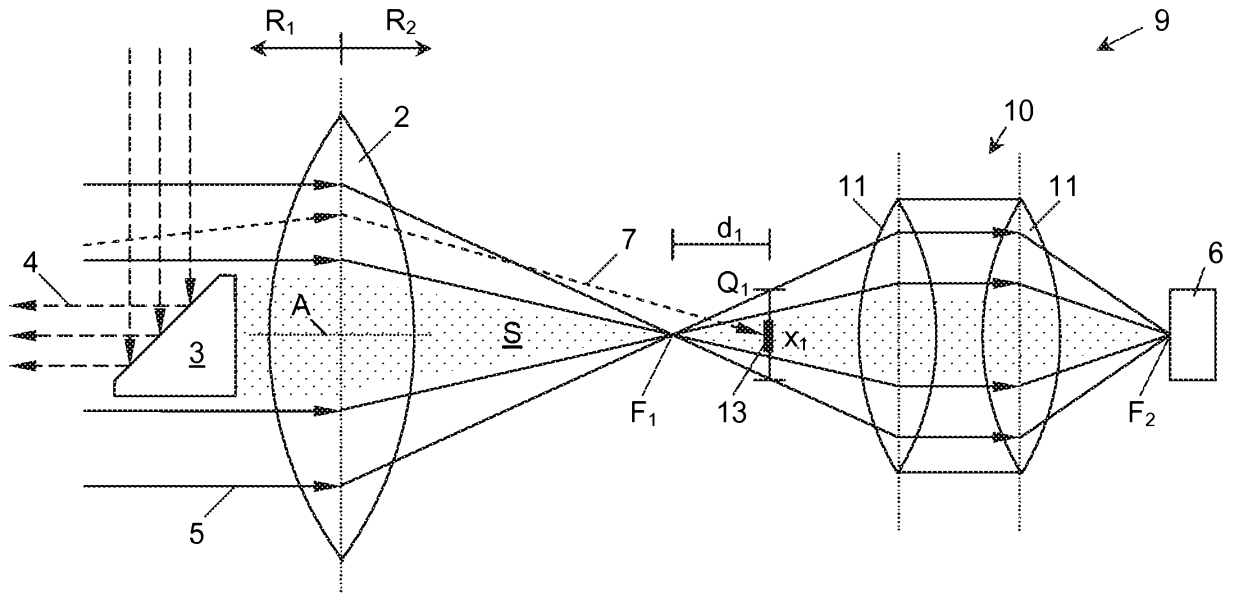


Fig. 3

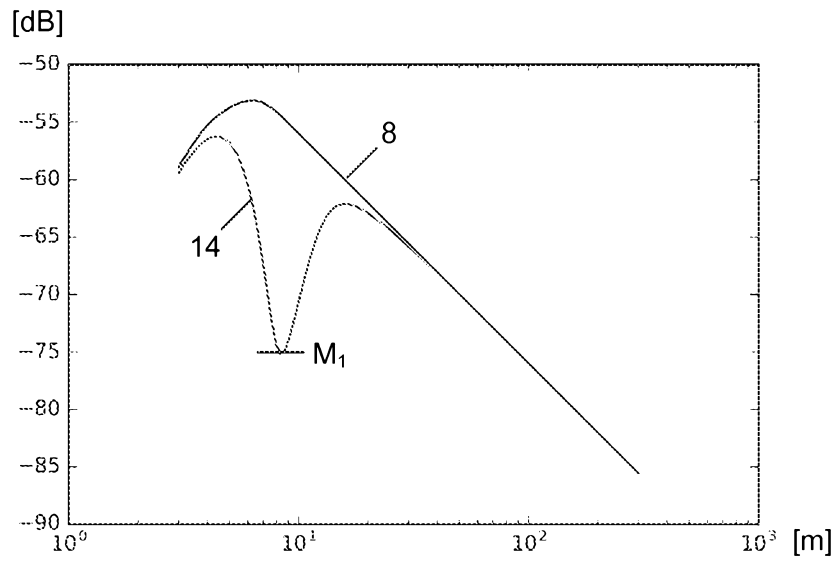


Fig. 4

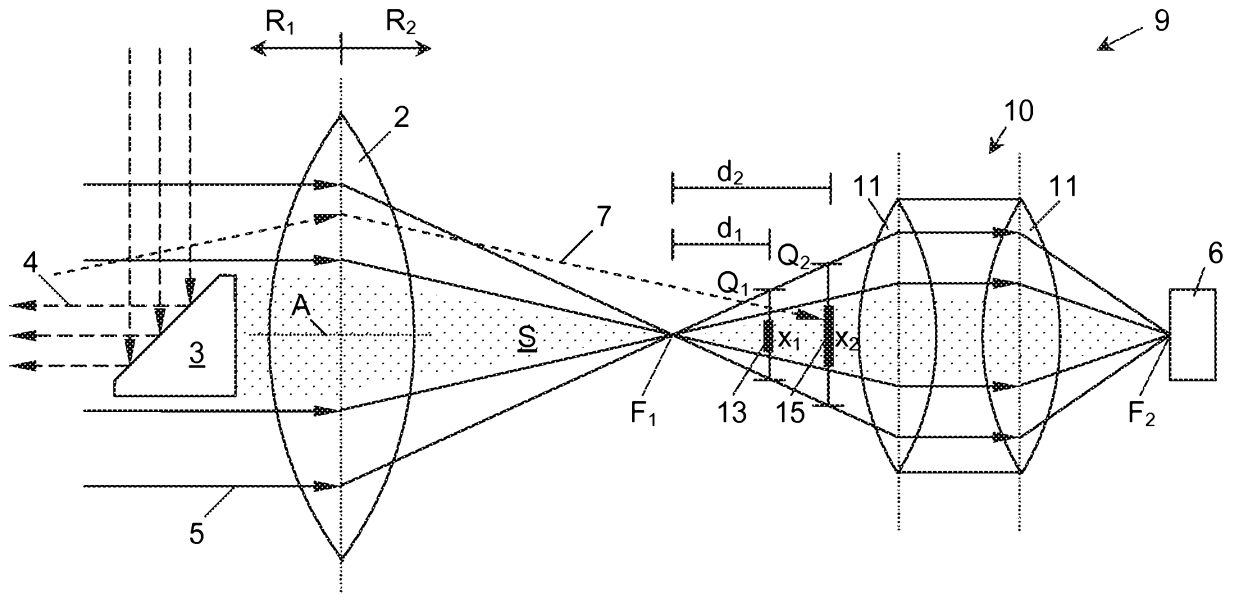


Fig. 5

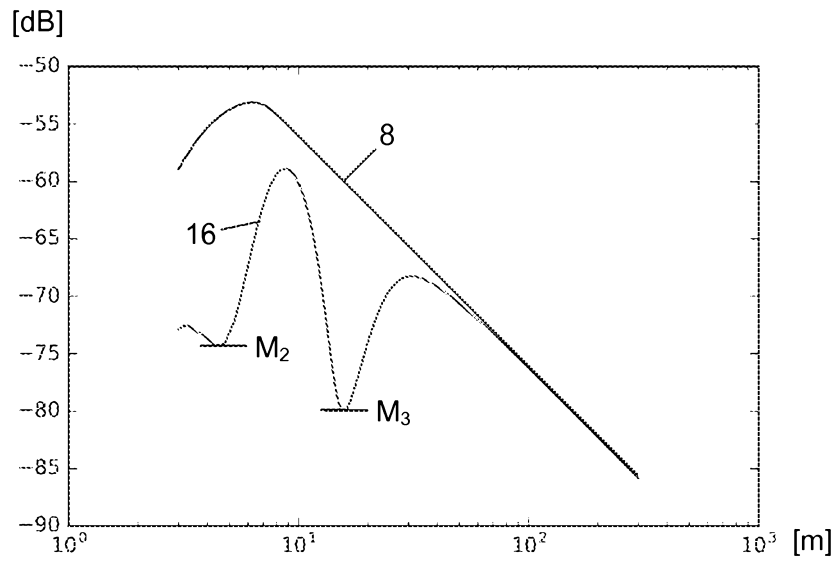


Fig. 6

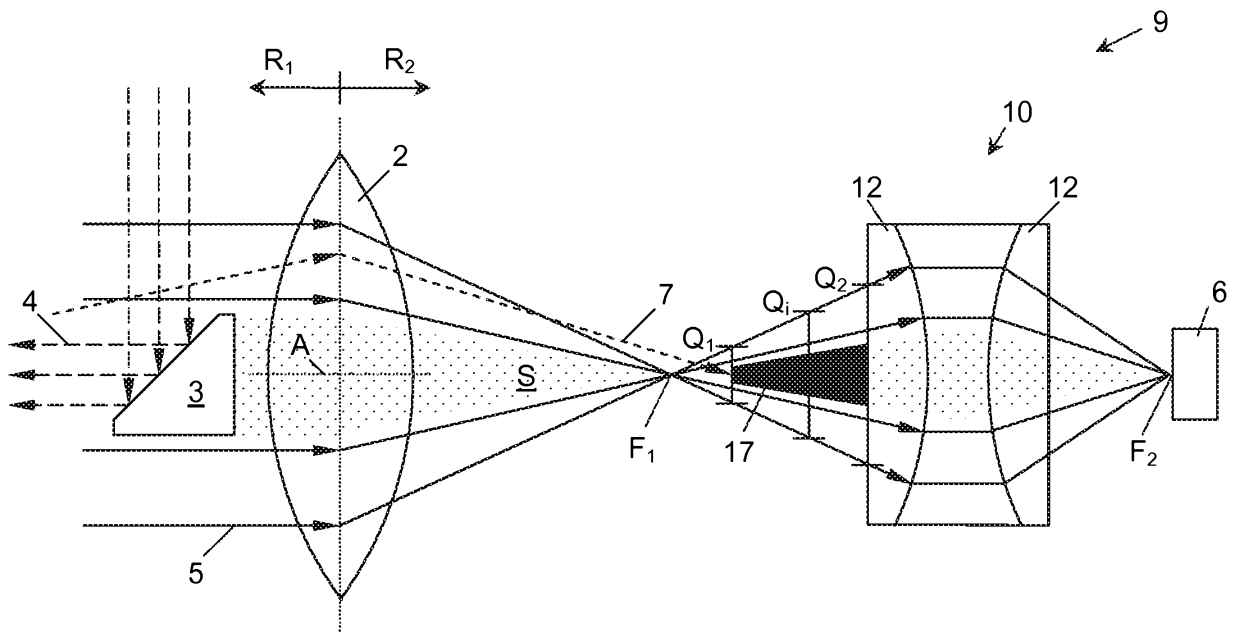


Fig. 7

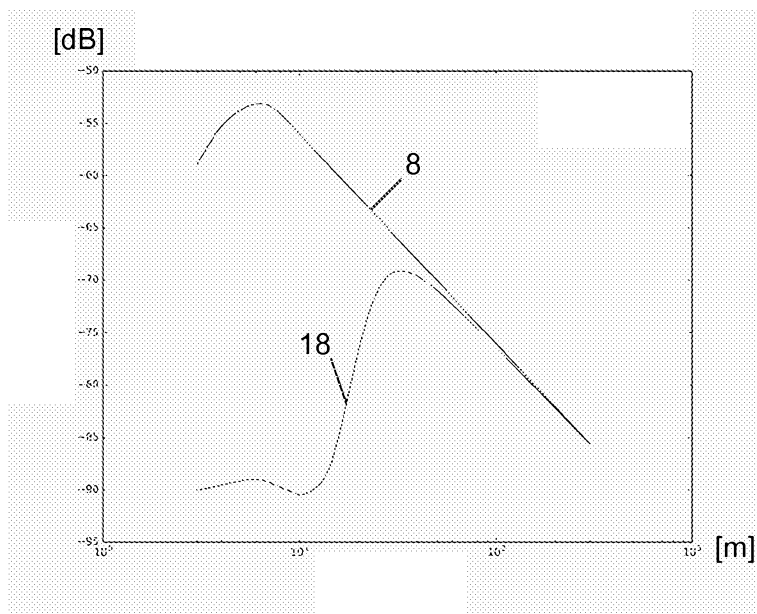


Fig. 8

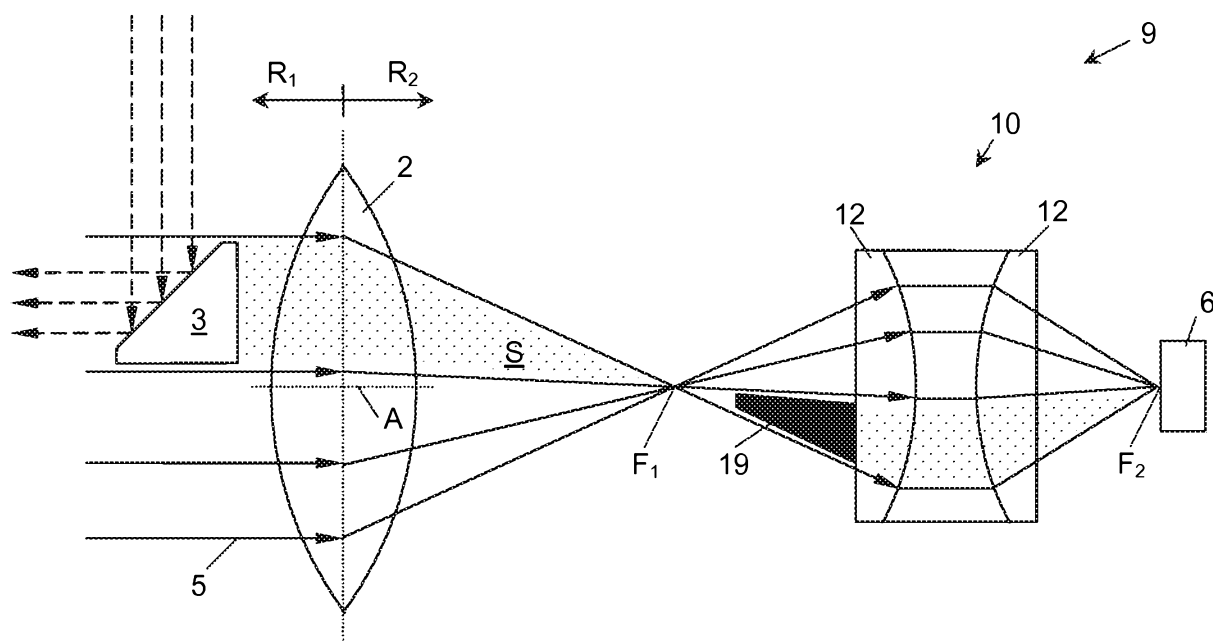


Fig. 9

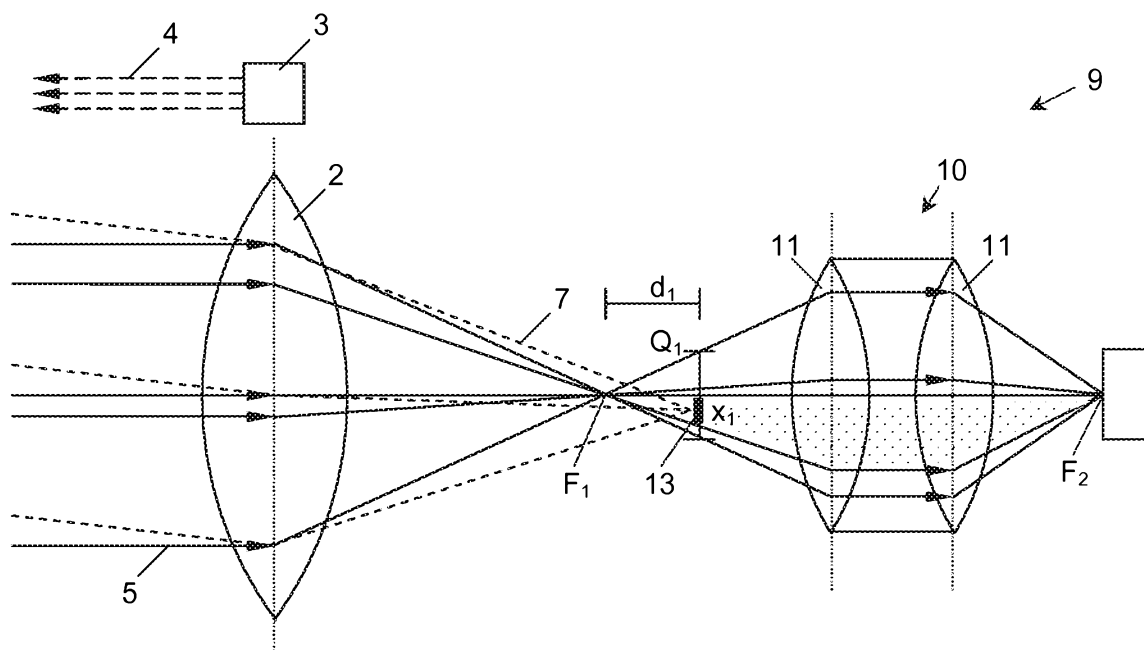


Fig. 10

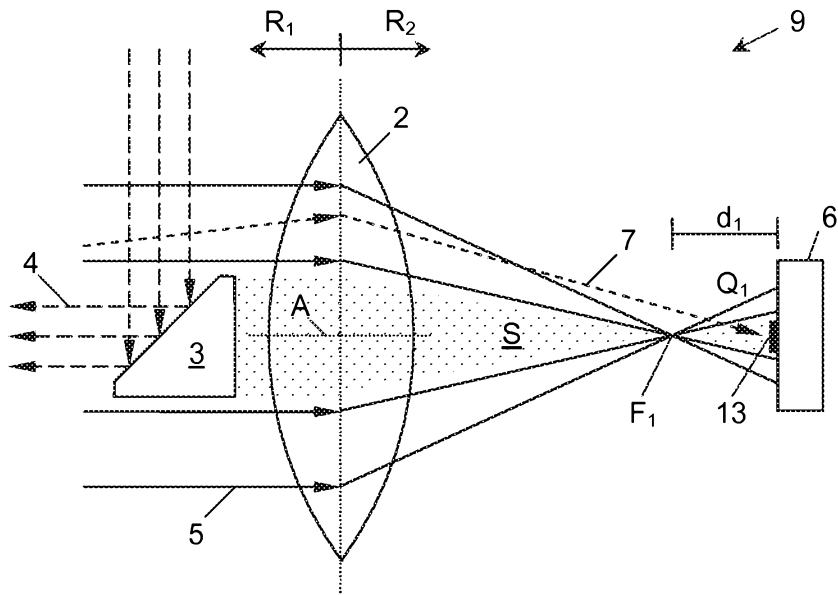


Fig. 11

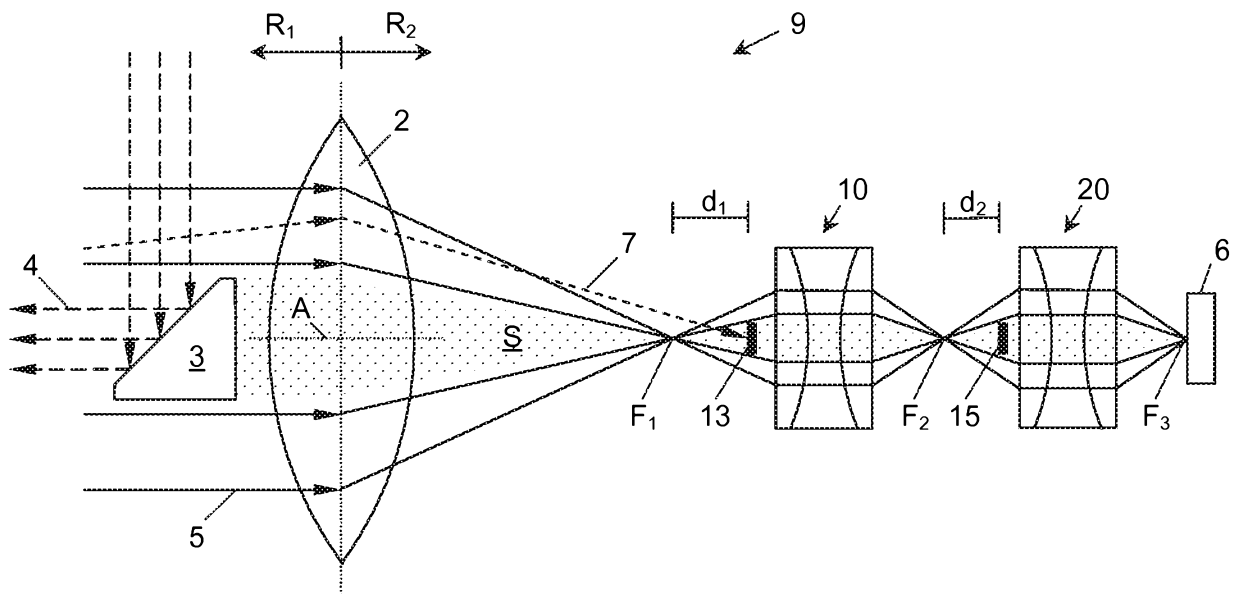


Fig. 12