



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2018 103 886.0**
(22) Anmeldetag: **21.02.2018**
(43) Offenlegungstag: **22.08.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.01.2022**

(51) Int Cl.: **G01J 1/04 (2006.01)**
G01N 21/59 (2006.01)
G02B 5/02 (2006.01)
G02B 7/14 (2021.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,
dieses vertreten durch den Präsidenten der
Physikalischen Bundesanstalt, 38116
Braunschweig, DE**

(74) Vertreter:
**Gramm, Lins & Partner Patent- und Rechtsanwälte
PartGmbH, 38122 Braunschweig, DE**

(72) Erfinder:
Reinsch, Heiko, 38159 Vechelde, DE

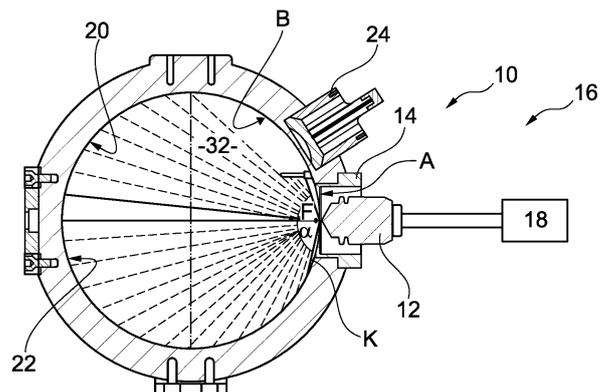
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	199 09 595	A1
US	7 075 636	B2
US	9 127 979	B2
US	2008 / 0 165 350	A1
US	3 874 799	A

**Lipovsek, B. et al.: Detailed optical modelling and light-management of thin-film organic solar cells with consideration of small-area effects . In: Optics Express, 25, 20.02.2017, 4, A176-A190.
de.wikipedia.org: Ulbricht-Kugel,
Bearbeitungsstand vom 21.10.2017, <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Ulbricht-Kugel&oldid=170194875>**

(54) Bezeichnung: **Ulbricht-Kugelanordnung und Verfahren zum Messen einer Transmission einer Optik**

(57) Hauptanspruch: Ulbricht-Kugelanordnung (16) mit
(a) einer Ulbricht-Kugel (10), die eine Innenoberfläche (20) hat,
(b) einer Aufnahme (14), die eine Öffnung (26) hat,
(c) einer Optik (12), die
- mittels der Aufnahme (14) befestigt ist und
- deren Fokus (F) innerhalb einer Ausgleichskugel (B) durch die Innenoberfläche (20) liegt, dadurch gekennzeichnet, dass
(d) die Optik (12) ein Objektiv (12) ist, und die Aufnahme (14) eine Anlagefläche (A) zum Anlegen des Objektivs (12) hat,
(e) das Objektiv (12) so an der Aufnahme (14) befestigt ist, dass die Aufnahme (14) eine nicht-transparente Gehäusefläche (38) des Objektivs (12) an einer Frontseite (34) des Objektivs (12) zu zumindest 80% abdeckt,
(f) ein Abstand (a) zwischen einer Vorderseiten-Ausgleichskugel (30) durch die der Ulbricht-Kugel (10) zugewandten Vorderseite (28) der Aufnahme (14) und einer Ausgleichsebene (E) durch die Anlagefläche (A) höchstens zwei Millimeter beträgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ulbricht-Kugelanordnung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren zum Messen einer Transmission einer Optik gemäß Anspruch 9.

[0002] Derartige Ulbricht-Kugelanordnungen werden verwendet, um beispielsweise die Transmission einer Optik in Form eines Fernrohrs oder eines Objektivs eines Mikroskops zu messen. Es ist wünschenswert, dass derartige Messungen eine besonders geringe Messunsicherheit haben und insbesondere eine möglichst geringe systematische Messabweichung besitzen.

[0003] Aus der US 9 127 979 B2 ist ein System zum Vermessen von Leuchtdioden bekannt, das eine Ulbricht-Kugel und einen Satz an Linsen aufweist, mittels derer das Licht der Leuchtdioden in die Ulbricht-Kugel geleitet wird. Ein derartiges System ist zum Vermessen einer Vielzahl unterschiedlicher Objektive und damit deren Kalibrierung nicht geeignet.

[0004] Aus der DE 199 09 595 A1 ist ein Verfahren zur Vermessung der räumlichen Leistungsdichteverteilung von Strahlung hoher Differenz bekannt, bei der der Ausgangsstrahl in Teil-Strahlen aufgespalten wird, indem der Strahl auf einen Spiegel geleitet wird, der auf einer rotierenden Platte montiert ist. Der so erzeugte Teil-Strahl wird in eine Ulbricht-Kugel geleitet. Auch dieses System ist zum Vermessen und Kalibrieren von unterschiedlichen Objektiven nicht geeignet.

[0005] Aus der US 3 874 799 A ist eine Vorrichtung für die Farbspektrophotometrie bekannt. Auch ein derartiges System ist zur Kalibrierung von Objektiven nicht verwendbar.

[0006] Aus der US 7 075 636 B2 ist eine Vorrichtung zur Evaluierung von Endoskopen und deren Komponenten bekannt, bei der ein Adapter eingesetzt wird, um die unterschiedlichen Komponenten des Endoskops mit einer Ulbricht-Kugel verbinden zu können. Nachteilig an einem derartigen System ist, dass es zu systematischen Messfehlern kommen kann, wenn Lichtstrahlen aus der Ulbricht-Kugel auf eine reflektierende Vorderseite des Objekts fallen.

[0007] Aus dem Artikel „Detailed optical modelling and light-management of thin-film organic solar cells with consideration of small-area effects“ von Lipovsek et al, Optics Express, 25, 20.02.2017, 4, A176-A190, ist bekannt, zu untersuchendes Material dicht an die Ulbricht-Kugel heranzubringen, um bei einer Messung der Transmissivität den „systematischen Fehler möglichst klein zu halten.“

[0008] Aus der US 2008/0 165 350 A1 ist eine Vorrichtung um Testen der Transmission durch Linsen bekannt. Die Linsen werden auf einem Träger zwischen eine Lichtquelle und eine Ulbricht-Kugel gebracht und so vermessen. Diese Vorrichtung eignet sich nicht für die Vermessung unterschiedlicher Objektive mit hoher Messgenauigkeit.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, systematische Messabweichungen bei der Messung mit Ulbricht-Kugeln zu vermindern.

[0010] Die Erfindung löst das Problem mit einer Ulbricht-Kugelanordnung mit den Merkmalen von Anspruch 1 und dem Verfahren zum Messen einer Transmission einer Optik mit den Merkmalen von Anspruch 9.

[0011] Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass systematische Messabweichungen vermieden werden, die bei Ulbricht-Kugeln nach dem Stand der Technik auftreten können. Es wurde nämlich beobachtet, dass bei bekannten Ulbricht-Kugeln systematische Messabweichungen auftreten, wenn eine Optik vermessen wird, deren Austrittskegel größer als 10° ist. Der Grund ist, dass die Optik dicht an der Ulbricht-Kugel positioniert werden muss, damit alles Licht aus der Optik in die Ulbricht-Kugel gelangt. Licht, was von der zu vermessenden Optik in den Innenraum der Ulbricht-Kugel abgegeben wird, wird dort diffus reflektiert. Ein Teil des diffus reflektierten Lichts kann bei bisherigen Ulbricht-Kugeln auf eine Frontseite des Objektivs fallen und wird dort reflektiert und nicht diffus gestreut. Die Auswertung der Messergebnisse bei einer Ulbricht-Kugel beruht jedoch auf der Annahme, dass Licht überall an der Innenoberfläche der Ulbricht-Kugel diffus gestreut wird. Es hat sich herausgestellt, dass Reflexionen an der Frontseite des Objektivs zu einem systematischen Messfehler von bis zu 6 % führen können.

[0012] Mit der Aufnahme der erfindungsgemäßen Ulbricht-Kugelanordnung kann einerseits das Objektiv so dicht an den Mittelpunkt der Ulbricht-Kugel herangeführt werden, dass die vom Objektiv in den Innenraum der Ulbricht-Kugel ausgehenden Lichtstrahlen auf die Innenoberfläche treffen.

[0013] Zudem kann die Öffnung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform so klein ausgebildet werden, dass möglicherweise von der Innenoberfläche der Ulbricht-Kugel in Richtung auf die Frontseite des Objektivs zulaufende Lichtstrahlen auf die Aufnahme treffen und somit für die Messung zur Verfügung stehen. Das vermindert, wie oben ausgeführt, die systematische Messabweichung.

[0014] Unter dem Licht-Kennwerts der Optik wird insbesondere ein Kennwert verstanden, der die Absorptionseigenschaft der Optik beschreibt. Vor-

zugsweise die ist der Licht-Kennwert die Transmission.

[0015] Vorzugsweise hat die Aufnahme in Richtung auf die Öffnung zu eine abnehmende radiale Dicke. Beispielsweise ist der Querschnitt bezüglich einer Ebene, die durch den Mittelpunkt der gedachten Ausgleichskugel durch die Innenoberfläche der Ulbricht-Kugel verläuft, einen keilförmiger Querschnitt. In anderen Worten läuft die Aufnahme in Richtung auf einen Mittelpunkt der Öffnung hin zu. Direkt am Rande der Öffnung ist die Dicke damit besonders klein. Auch Objektive, die einen sehr großen Ausgangskegel von beispielsweise 80° haben, können so mittels der Ulbricht-Kugel vermessen werden. Dies ist ein unabhängiger Gegenstand der Erfindung. Erfindungsgemäß ist daher auch eine gattungsgemäße Ulbricht-Kugel, bei der die Aufnahme eine in Richtung auf die Öffnung zu eine abnehmende radiale Dicke hat. Die im Folgenden beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen beziehen sich auch auf diese Erfindung.

[0016] Die Aufnahme hat eine Anlagefläche zum Anlegen des Leuchtmittels. Ein Abstand zwischen einer gedachten Vorderseiten-Ausgleichskugel durch die der Ulbricht-Kugel zugewandte Seite der Aufnahme und einer Ausgleichsebene durch die Anlagefläche beträgt höchstens 2 mm, vorzugsweise höchstens 1 mm. Besonders günstig ist es, wenn der Ausgleichskreis die Ausgleichsebene schneidet. In diesem Fall kann die Optik, insbesondere das Objektiv, besonders weit auf das Zentrum der Ulbricht-Kugel zugeschoben werden.

[0017] Vorzugsweise hat die Ulbricht-Kugel einen Innenraum, der eine Innenraum-Krümmung aufweist, wobei die Aufnahme auf ihrer dem Innenraum zugewandten Seite einer Aufnahme-Krümmung hat, die der Innenraum-Krümmung entspricht. Unter dem Merkmal, dass die beiden Krümmungen einander entsprechen, wird insbesondere verstanden, dass es möglich, nicht aber notwendig ist, dass die beiden Krümmungen gleich sind. Insbesondere ist es möglich, dass die beiden Krümmungen eine relative Abweichung von höchstens 10 %, vorzugsweise höchstens 5 %, haben. Insbesondere unterscheidet sich der Radius der Vorderseiten-Ausgleichskugel vom Radius einer Ausgleichkugel durch die dem Innenraum zugewandten Seite der Aufnahme um höchstens 10 %, vorzugsweise höchstens 5 %.

[0018] Günstig ist es, wenn die Aufnahme eine Blende, insbesondere eine Irisblende, aufweist, sodass die Größe der Öffnung, vorzugsweise stufenlos, verändert werden kann. Damit kann die Öffnung so angepasst werden, dass von der Frontseite der zu vermessenden Optik, insbesondere des zu vermessenden Objektivs, alle die Bereiche abgedeckt werden, die nicht zum Auskoppeln des Lichts aus dem

Objektiv benötigt werden und die störende Reflexionen verursachen könnten.

[0019] Günstig ist es, wenn die Innenoberfläche der Ulbricht-Kugel mit einer streuenden Beschichtung aus einem beschichteten Stoff beschichtet ist und die Blende auf einer dem Innenraum der Ulbricht-Kugel zugewandten Seite mit dem gleichen Beschichtungsstoff beschichtet ist. Bei dem Beschichtungsstoff kann es sich beispielsweise um Bariumsulfat oder Gold handeln. Auf diese Weise wird die systematische Messabweichung weiter verringert.

[0020] Die Ausgleichskugel ist eine gedachte Kugel, die die Innenoberfläche der Ulbricht-Kugel quadratfehleroptimal approximiert.

[0021] Vorzugsweise umfasst die Ulbricht-Kugel-Anordnung eine Lichtquelle zum Beleuchten eines Objektivs, sodass das Objektiv Licht in den Innenraum der Ulbricht-Kugel abgibt.

[0022] Günstig ist es, wenn das Objektiv einen Austrittskegel mit einem Scheitelwinkel von zumindest 45° , vorzugsweise zumindest 90° , hat. In diesem Fall führt die Erfindung zu einer besonders deutlichen Verringerung der systematischen Messabweichung. Der Scheitelwinkel ist der Winkel zwischen den Rändern des Lichtkegels. Er entspricht bei einem Mikroskop-Objektiv dem Akzeptanzwinkel. Es sei darauf hingewiesen, dass der Scheitelwinkel stets kleiner ist als 180° und in praktischen Fällen stets kleiner ist als 170° .

[0023] Das Objektiv ist so in der Aufnahme befestigt, dass die Aufnahme eine nicht-transparente, insbesondere metallische, Fläche an der Frontseite des Objektivs zu zumindest 80% abdeckt. Diese Fläche an der Frontseite des Objektivs kann zu den oben beschriebenen unerwünschten Reflexionen führen.

[0024] Ein erfindungsgemäßes Verfahren wird unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Ulbricht-Kugelanordnung durchgeführt. Insbesondere umfasst das Verfahren den Schritt eines Positionierens der Optik mittels der Aufnahme relativ zur Ulbricht-Kugel, sodass der Fokus der Optik innerhalb der Ausgleichskugel durch die Innenoberfläche liegt.

[0025] Vorzugsweise wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Optik verwendet, deren Austrittskegel einen Scheitelwinkel von zumindest 10° , insbesondere von zumindest 30° , hat.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1a einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Ulbricht-Kugelanordnung,

Fig. 1b eine perspektivische Ansicht der Aufnahme der Ulbricht-Kugelanordnung gemäß **Fig. 1a**,

Fig. 1c eine perspektivische Teil-Ansicht der Aufnahme gemäß **Fig. 1b**,

Fig. 2 eine Teil-Querschnittsansicht der Aufnahme und

Fig. 3 einen Teil-Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Ulbricht-Kugelanordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform, die eine Blende aufweist.

[0027] **Fig. 1a** zeigt eine Ulbricht-Kugel 10 zum Messen eines Licht-Kennwerts, insbesondere einer Transmission T einer Optik 12, im vorliegenden Fall in Form eines Objektivs. Die Ulbricht-Kugel 10 besitzt eine Aufnahme 14, die eine Anlagefläche A aufweist. An der Anlagefläche A liegt die Optik 12 an.

[0028] Die Ulbricht-Kugel 10, die Aufnahme 14 und die Optik 12 sind Teil einer Ulbricht-Kugelanordnung 16, die zudem eine Lichtquelle 18 aufweisen kann. Mit der Lichtquelle 18 werden Lichtstrahlen durch die Optik 12 geleitet, die in die Ulbricht-Kugel 10 gelangen. An einer Innenoberfläche 20 der Ulbricht-Kugel 10, die eine Beschichtung, beispielweise aus Bariumsulfat, aufweist, wird das Licht diffus gestreut und gelangt so zum Teil in einen Detektor 24.

[0029] **Fig. 2** zeigt einen Querschnitt durch die Aufnahme 14. Es ist zu erkennen, dass eine radiale Dicke d auf eine Öffnung 26 der Aufnahme 14 hin beständig abnimmt. Dabei ist die radiale Dicke d am Rand der Öffnung 26 vorzugsweise kleiner als 2 mm. Insbesondere ist zu erkennen, dass die Aufnahme in Richtung auf die Öffnung zu wie im vorliegenden Fall, was eine bevorzugte Ausführungsform darstellt, im Bereich um die Öffnung 26 monoton abnimmt. Die Aufnahme 14 ist im Querschnitt, der in **Fig. 1b** gezeigt ist, im vorliegenden Fall keilförmig.

[0030] Die Vorderseite 28 der Aufnahme 14 kann durch eine Vorderseiten-Ausgleichskugel 30 approximiert werden. Zwischen dieser gedachten Vorderseiten-Ausgleichskugel 30 und einer Ausgleichsebene E existiert ein Abstand a , der vorzugsweise höchstens 2 mm beträgt. Der Abstand a ist dann positiv, wenn, wie in dem in **Fig. 1b** gezeigten Fall, die Vorderseiten-Ausgleichskugel 30 dichter an einem Mittelunkt der Ulbricht-Kugel liegt als die Ausgleichsebene E . Es ist theoretisch denkbar, dass dieser Abstand null oder kleiner als null wird.

[0031] Dadurch, dass dieser Abstand a sehr klein ist, kann das Licht aus der Optik 12 vollständig in einen Innenraum 32 (vgl. **Fig. 1a**) der Ulbricht-Kugel 10 eintreten. Durch die geringe Dicke d der Aufnahme 14 am Rand der Öffnung 26 werden zudem unerwünschte Reflexionen vermeidbar.

[0032] **Fig. 2** zeigt, dass ein aus der Ulbricht-Kugel 10 in Richtung auf die Vorderseite 28 verlaufender Lichtstrahl L auf die Aufnahme 14 trifft und nicht auf eine Gehäusefläche 38 einer Frontseite 34 der Optik 12. Dies ist bei Aufnahmen nach dem Stand der Technik anders und kann dazu führen, dass dieser Lichtstrahl direkt und nicht diffus reflektiert wird, was das Messergebnis verfälscht.

[0033] Die Vorderseiten-Ausgleichskugel 30 hat einen Radius R_{30} , der um einen möglichst geringen Betrag, vorzugsweise weniger als 5 %, von einem Radius R_B der Ausgleichskugel B durch die Innenoberfläche 20 der Ulbricht-Kugel 10 abweicht. Die Vorderseite 28 stellt sich damit in ihren physikalischen Eigenschaften weitgehend als Fortsetzung der Innenoberfläche 20 der Ulbricht-Kugel 10 dar.

[0034] **Fig. 3** zeigt einen Teil-Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Ulbricht-Kugel 10, die eine Blende 40 aufweist, mittels der der offene Querschnitt und damit der Durchmesser der Öffnung 26 veränderbar ist. Die Blendenelemente sind auf ihrer dem Innenraum der Ulbricht-Kugel zugewandten Seite ebenfalls mit Bariumsulfat beschichtet.

[0035] Zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Optik 12 mit ihrer Frontseite 34 in Kontakt mit der Anlagefläche A gebracht. Danach wird die Lichtquelle 18 angeschaltet, sodass Licht in die Ulbricht-Kugel 10 eintritt. Mittels des Detektors 24 wird die Lichtintensität gemessen. Danach wird die Optik 12 entfernt und mit dem Detektor 24 erneut die Lichtintensität gemessen. Aus dem Verhältnis der beiden Messwerte ergibt sich die Transmission T der Optik 12.

[0036] **Fig. 1b** zeigt, dass die Optik 12 eine schematisch eingezeichnete Linse 36 hat, die einen Teil der Vorderseite bildet. Die restliche Fläche, die als Gehäusefläche 38 bezeichnet werden kann, und die zusammen mit der nach vorne weisenden Fläche der Linse 36 die Vorderseite 28 der Optik 12 bildet, wird fast vollständig von der Aufnahme 14 zum Innenraum 32 hin abgedeckt. Der aus dem Innenraum 32 auf die Gehäusefläche 38 zu gestreuter Lichtstrahl L trifft damit auf die Vorderseite 28 der Aufnahme 14 und nicht auf die Gehäusefläche 38. Es kann daher nicht zu unerwünschten Reflexionen kommen.

[0037] **Fig. 1b** zeigt eine perspektivische Ansicht der Aufnahme 14. Die Aufnahme 14 ist vorliegenden Fall aus Polytetrafluorethylen (Teflon) gefertigt.

[0038] **Fig. 1c** zeigt eine weitere perspektivische Ansicht.

Bezugszeichenliste

10	Ulbricht-Kugel
12	Optik
14	Aufnahme
16	Ulbricht-Kugel-Anordnung
18	Lichtquelle
20	Innenoberfläche
22	Beschichtung
24	Detektor
26	Öffnung
28	Vorderseite
30	Vorderseiten-Ausgleichskugel
32	Innenraum
34	Frontseite
36	Linse
38	Gehäusefläche
40	Blende
A	Anlagefläche
B	Ausgleichskugel
d	Dicke
E	Ausgleichsebene
F	Fokus
K	Austrittskegel
M	Mittelpunkt
R	Radius
T	Transmission
a	Abstand
d	radiale Dicke
α	Scheitelwinkel

Patentansprüche

1. Ulbricht-Kugelanordnung (16) mit
 (a) einer Ulbricht-Kugel (10), die eine Innenoberfläche (20) hat,
 (b) einer Aufnahme (14), die eine Öffnung (26) hat,
 (c) einer Optik (12), die
 - mittels der Aufnahme (14) befestigt ist und
 - deren Fokus (F) innerhalb einer Ausgleichskugel (B) durch die Innenoberfläche (20) liegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (d) die Optik (12) ein Objektiv (12) ist, und die Aufnahme (14) eine Anlagefläche (A) zum Anlegen des Objektivs (12) hat,
 (e) das Objektiv (12) so an der Aufnahme (14) befestigt ist, dass die Aufnahme (14) eine nicht-trans-

parente Gehäusefläche (38) des Objektivs (12) an einer Frontseite (34) des Objektivs (12) zu zumindest 80% abdeckt,
 (f) ein Abstand (a) zwischen einer Vorderseiten-Ausgleichskugel (30) durch die der Ulbricht-Kugel (10) zugewandten Vorderseite (28) der Aufnahme (14) und einer Ausgleichsebene (E) durch die Anlagefläche (A) höchstens zwei Millimeter beträgt.

2. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Optik (12) einen Austrittskegel (K) mit einem Scheitelwinkel (a) von zumindest 45° hat.

3. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die nicht-transparente Gehäusefläche (38) der Optik (12) metallisch ausgebildet ist.

4. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme (14) in einer Umgebung der Öffnung (26) eine Dicke (d) hat, die in radialer Richtung von einem Mittelpunkt der Ulbricht-Kugel (10) gemessen wird, die so klein ist, dass alles Licht eines Lichtkegels, der aus der divergent strahlenden Optik (12) austritt, auf die Innenoberfläche (20) der Ulbricht-Kugel (10) auftrifft.

5. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme (14) in Richtung auf die Öffnung (26) zu eine abnehmende radiale Dicke hat.

6. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (a) die Ulbricht-Kugel (10) einen Innenraum (32) hat, der eine Innenraum-Krümmung aufweist und dass
 (b) die Aufnahme (14) auf ihrer dem Innenraum (32) zugewandten Seite eine Aufnahme-Krümmung hat, die der Innenraum-Krümmung entspricht.

7. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahme (14) eine Blende (40), insbesondere eine Irisblende, aufweist.

8. Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 (a) die Innenoberfläche (20) der Ulbricht-Kugel (10) mit einer streuenden Beschichtung aus einem Beschichtungsstoff beschichtet ist und
 (b) die Blende (40) eine dem Innenraum (32) der Ulbricht-Kugel (10) zugewandte Seite hat, die mit dem gleichen Beschichtungsstoff beschichtet ist.

9. Verfahren zum Messen einer Transmission (T) einer Optik (12), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- (a) eine Ulbricht-Kugelanordnung (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 verwendet wird und
- (b) eine Optik (12) vermessen wird, die einen Austrittskegel (K) mit einem Scheitelwinkel (a) von zumindest 10° , insbesondere zumindest 30° , hat.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

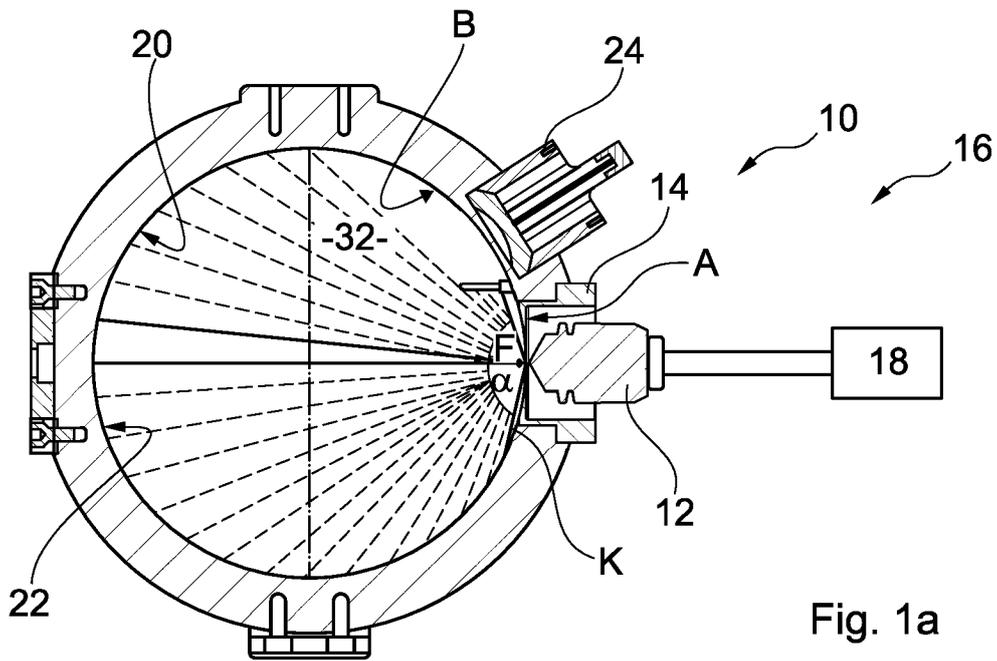


Fig. 1a

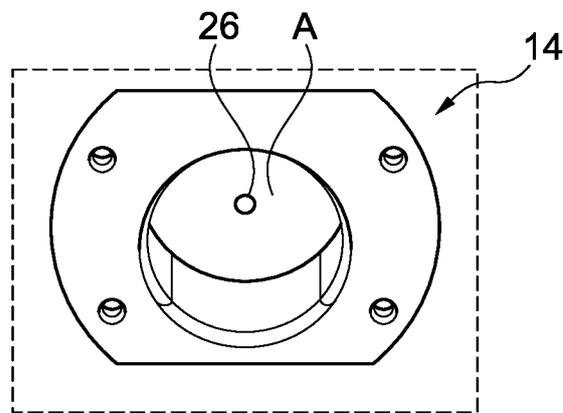


Fig. 1b

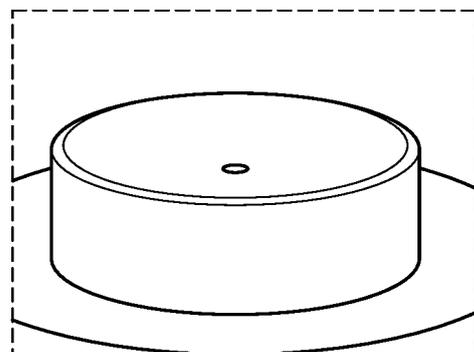


Fig. 1c

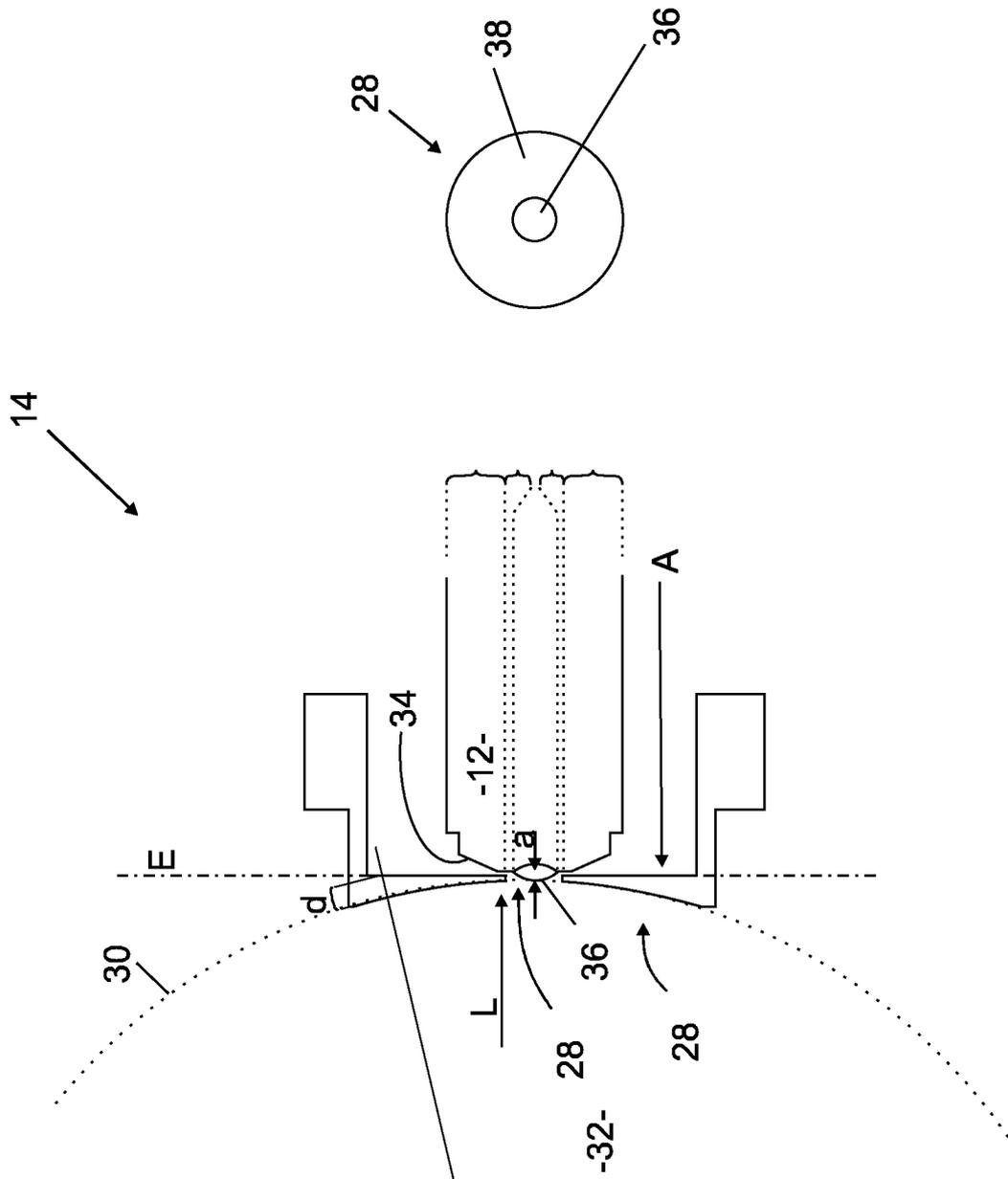


Fig. 2

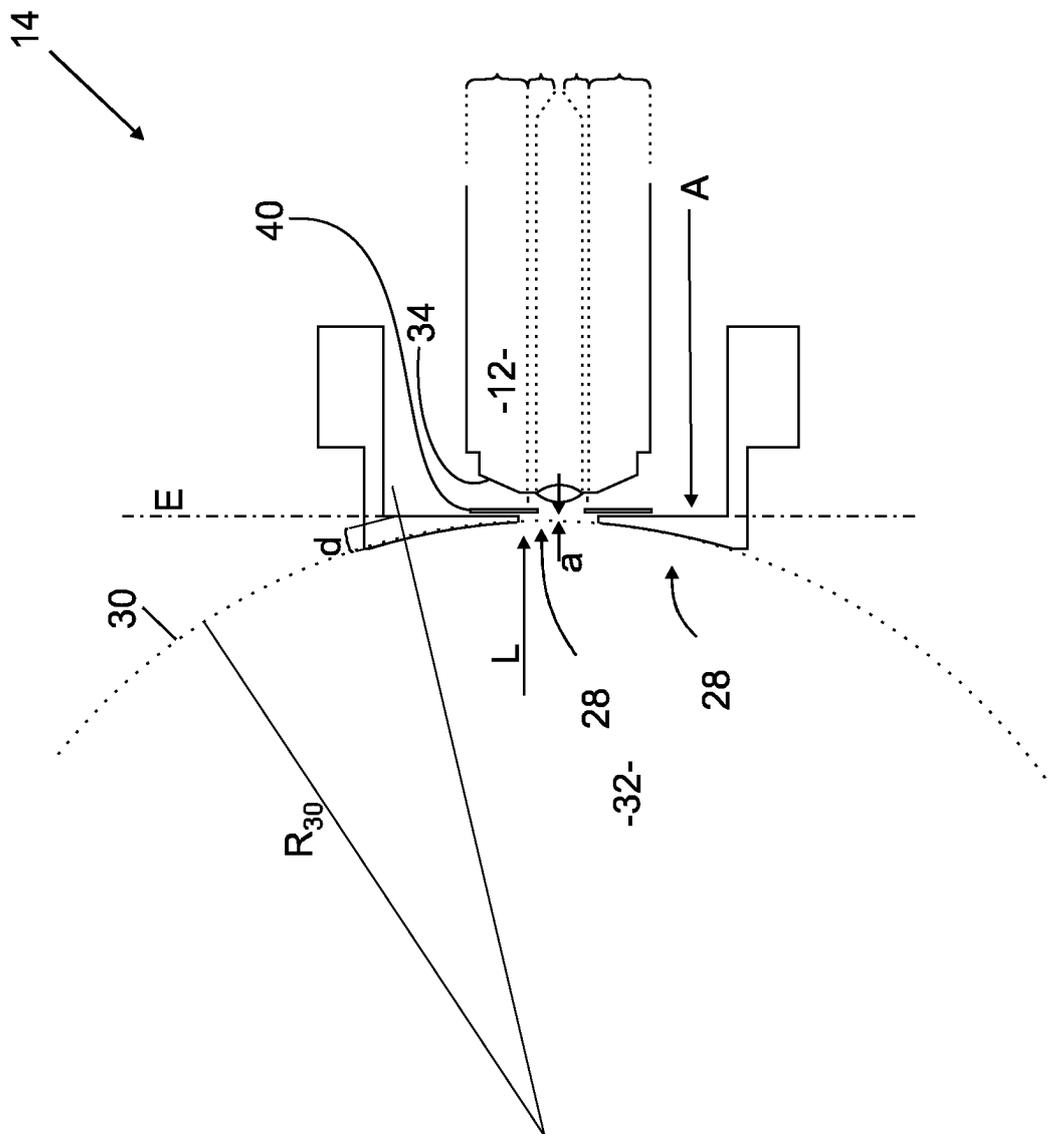


Fig. 3