



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 004 517 A1** 2008.07.31

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 004 517.6**

(22) Anmeldetag: **24.01.2007**

(43) Offenlegungstag: **31.07.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H04B 10/22 (2006.01)**

G02B 6/26 (2006.01)

G02B 6/32 (2006.01)

G02B 6/36 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Schleifring und Apparatebau GmbH, 82256
Fürstenfeldbruck, DE**

(72) Erfinder:

Krumme, Nils, 82340 Feldafing, DE

(74) Vertreter:

**Lohr, G., Dipl.-Ing. Univ. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 82178
Puchheim**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 200 18 842 U1

US2003/01 79 993 A1

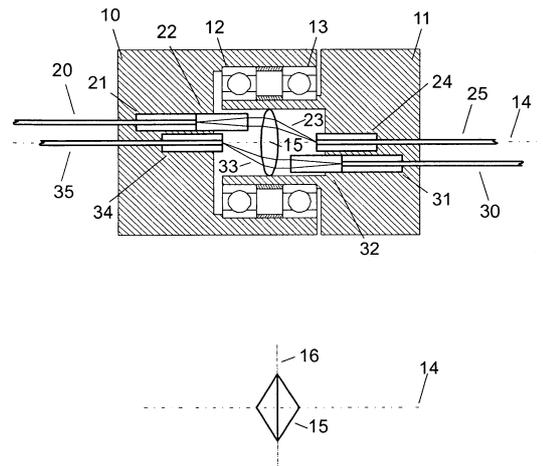
US 53 92 370 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Zweikanal Multimode Drehübertrager**

(57) Zusammenfassung: Ein optischer Zweikanal-Drehübertrager, der auch zur Verkopplung von Singlemode-Fasern geeignet ist, umfasst zwei gegeneinander drehbare Gehäuseteile. Jedes dieser Gehäuseteile nimmt einen Lichtwellenleiter zur Zuführung von Licht und einen Lichtwellenleiter zur Abführung von Licht auf. Die Anordnung weist zwei in entgegengesetzter Richtung betreibbare optische Pfade auf, wobei jeweils ein Lichtwellenleiter zur Zuführung von Licht mit einem Lichtwellenleiter zur Abführung von Licht über eine zusätzliche bikonvexe Linse verkopplert ist. Weiterhin ist an den Lichtwellenleitern zur Zuführung von Licht jeweils ein Fokussierer vorgesehen, der das Licht des Lichtwellenleiters auf den entsprechenden Lichtwellenleiter zur Abführung von Licht fokussiert.



Beschreibung

Darstellung der Erfindung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Singlemode-Drehübertrager für optische Signale mit zwei Kanälen, wobei die Signale in entgegengesetzten Richtungen gleichzeitig übertragen werden können.

Stand der Technik

[0002] Aufgrund ihrer höheren Flexibilität und Robustheit werden häufig anstelle von kabelgebundenen Bussystemen optische Bussysteme eingesetzt. Bei derartigen Bussystemen werden Signale beziehungsweise Informationen regelmäßig in zwei entgegengesetzten Richtungen des Bussystems übertragen, um eine bidirektionale Kommunikation zwischen verschiedenen Teilnehmern zu ermöglichen.

[0003] Zu Übertragung von optischen Signalen zwischen gegeneinander drehbaren Einheiten sind optische Drehübertrager bekannt.

[0004] In der US 5,568,578 ist ein optischer Drehübertrager für mehrere Kanäle mit einem Dove-Prisma offenbart. Mit einem solchen Drehübertrager lassen sich wesentlich mehr als zwei Kanäle übertragen. Er bietet somit eine ausgezeichnete Flexibilität. Allerdings machen die hohen Kosten der aufwändigen Mechanik einen solchen Drehübertrager für viele Anwendungen uninteressant.

[0005] In der US 5,588,077 ist ein Drehübertrager mit zwei Kanälen offenbart. Bei allen Ausführungen wird ein Strahlengang (Channel B) durch ein Linsenpaar aufgeweitet und wieder gebündelt, während die optischen Elemente des anderen Strahlengangs (Channel A) in diesem angeordnet sind. Bei dieser Vorrichtung werden komplexe Linsensysteme benötigt, wobei insbesondere eine Aufweitung des Channel B so weit erfolgen muss, dass durch die optischen Elemente des Channel A nur eine unwesentliche Beeinflussung erfolgt. Ferner kann diese Vorrichtung nicht rotationssymmetrisch aufgebaut werden, da wenigstens zwei Lichtleiter radial von außen in die Strahlengangs geführt werden müssen. Diese Unsymmetrie führt zu einer drehwinkelabhängigen Dämpfung.

[0006] In der DE 20018842 U1 ist ein weiterer Zweikanal-Drehübertrager offenbart. Bei diesem wird jeweils Licht aus einer schräg zur Rotationsachse angeordneten lichtleitenden Faser in eine weitere, gegenüber dieser drehbar gelagerten, in der Rotationsachse angeordneten Faser eingekoppelt. Eine weitere, entsprechende Kopplereinrichtung ist für den entgegengesetzten Strahlengang vorgesehen. Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass bei Singlemode-Fasern die Dämpfung sehr groß ist.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Drehübertrager zur bidirektionalen Übertragung optischer Signale derart auszugestalten, dass dieser eine relativ niedrige und weitgehend Rotationswinkelunabhängige Durchgangsdämpfung aufweist.

[0008] Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Patentansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung umfasst ein erstes Gehäuseteil **10** sowie ein zweites Gehäuseteil **11**, welche mittels einer Lagereinheit **12**, **13** die Rotationsachse **14** drehbar miteinander verbunden sind. Der erste optische Pfad umfasst einen ersten Lichtwellenleiter **20** am ersten Gehäuseteil **10** zur Zuführung von Licht, welcher in der ersten Ferrule **21** aufgenommen ist. Am Ende des Lichtwellenleiters ist ein erster Fokussierer **22** zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter ausgesandten Lichtes **23** mittels einer Linse **15** auf den zweiten Lichtwellenleiter **25** vorgesehen. Der Lichtwellenleiter **25** am zweiten Gehäuseteil **11** ist selbst in einer Ferrule **24** aufgenommen. Der zweite in entgegengesetzter Richtung verlaufende Lichtpfad umfasst einen dritten Lichtwellenleiter **30** am zweiten Gehäuseteil **11** zur Zuführung von Licht, welcher in der Ferrule **31** aufgenommen ist. Am Ende des dritten Lichtwellenleiters ist ein zweiter Fokussierer **32** zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter ausgesandten Lichtes **33** mittels einer Linse **15** auf den vierten Lichtwellenleiter **35** vorgesehen. Der Lichtwellenleiter **35** am ersten Gehäuseteil **10** ist in der zweiten Ferrule **34** aufgenommen.

[0010] Mit seinem Grundprinzip ist ein erfindungsgemäßer Drehübertrager mit zwei Kanälen ausschließlich zur Signalübertragung in einer vorgegebenen Richtung geeignet. So führt der erste Lichtpfad vom ersten Lichtwellenleiter **20** zum zweiten Lichtwellenleiter **25**. Der zweite Lichtpfad verläuft in entgegengesetzter Richtung vom dritten Lichtwellenleiter **30** zum vierten Lichtwellenleiter **35**. Damit ist eine Übertragung in zwei entgegengesetzten Richtungen möglich. Dies erlaubt genau wie bei Bussystemen benötigte Kommunikation in zwei Richtungen und stellt für die meisten gängigen Bussysteme auch keine Einschränkung dar, da diese für jede Richtung einen eigenen Lichtwellenleiter verwenden.

[0011] Der Begriff der Lichtwellenleiter wird hier in allgemeiner Form verwendet. Vorzugsweise werden als Lichtwellenleiter Glasfasern, besonders bevorzugt Singlemode-Fasern eingesetzt. Alternativ kann als Lichtwellenleiter auch Kunststofffasern eingesetzt werden.

[0012] Der Begriff der Ferrulen **21, 24, 31** und **34** ist hier in allgemeiner Form für Elemente zur Halterung beziehungsweise Führung der Lichtwellenleiter verwendet. Dies können alternativ auch beliebige Elemente mit ähnlichen Funktionen eingesetzt werden. Alternativ könnten die Lichtwellenleiter auch direkt mit dem ersten Gehäuseteil **10** oder dem zweiten Gehäuseteil **11** verbunden sein.

[0013] Der Begriff der Linse bezieht sich vorteilhafterweise auf eine bikonvexe Linse. Grundsätzlich sind auch andere Linsentypen geeignet. Anstelle einer einzigen Linse wäre auch ein Linsensystem aus zwei oder mehreren Linsen einsetzbar. Grundsätzlich kann die Linse ein beliebiges optisches Element sein, welches rotationssymmetrisch zur Drehachse **14** und spiegelsymmetrisch zu einer Ebene senkrecht zur Drehachse **14** ist, sowie einen außerhalb der Drehachse **14**, jedoch näherungsweise parallel zu dieser Drehachse verlaufenden Strahl in Richtung der Drehachse ablenkt. Wesentlich ist, dass die Linse rotationssymmetrisch zur Rotationsachse **14** und spiegelsymmetrisch zu einer Ebene, die senkrecht auf der Rotationsachse **14** steht, ist. Durch die Spiegelsymmetrie kann eine symmetrische Anordnung der Lichtwellenleiter realisiert werden. Ist diese Spiegelsymmetrie nicht vorhanden, so müssen die Abstände der Lichtwellenleiter zur Mitte des Drehübertragers entsprechend angepasst werden. Ein Beispiel einer weiteren spiegelsymmetrischen Linse ist ein Körper aus zwei Kegeln, vorzugsweise ein Bikegel, bei dem beide Kegel mit der Kreisfläche aneinander liegen. Alternativ wäre auch eine GRIN-Linse einsetzbar. Für den Strahlengang nur ein Randbereich der Linse ausgenutzt wird, könnte auch ein innerer Bereich der Linse um die Rotationsachse **14** ausgespart werden und beispielsweise eine Bohrung aufweisen.

[0014] Der Begriff des Fokussierers bezieht sich auf ein beliebiges strahlführendes und/oder strahlformendes Element, welches in der Lage ist, dass von dem ersten Lichtwellenleiter **20** beziehungsweise dem dritten Lichtwellenleiter **30** ausgesandte Licht auf die Stirnfläche des zweiten Lichtwellenleiters **25** beziehungsweise des vierten Lichtwellenleiters **35** abzubilden. Ein Fokussierer kann auch ein Kollimator sein. Ein besonderer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass im Gegensatz zum Stand der Technik, wie er beispielsweise aus der US 5,568,578 bekannt ist, nur ein einziger Fokussierer pro Kanal benötigt wird. Da diese Bauteile meist teuer und aufwändig zu justieren sind, kann durch eine solche erfindungsgemäße Ausführung eine wesentliche Reduzierung der Kosten erreicht werden.

[0015] Die richtige Auslegung der Fokussierer hat einen wesentlichen Einfluss auf die Koppeldämpfung des Drehübertragers. Nachfolgend wird auf den Vergrößerungsfaktor eines Fokussierers Bezug genommen. Der Vergrößerungsfaktor wird hier immer zu-

sammen mit der Abbildung der Linse **15** betrachtet. Der Vergrößerungsfaktor wird hier definiert als das Verhältnis des Strahldurchmessers auf der Empfangsseite (z. B. Ende des Lichtwellenleiters **20** oder Ende des Lichtwellenleiters **30**) zum Strahldurchmesser auf der Eingangsseite (z. B. Ende des Lichtwellenleiters **25** oder Ende des Lichtwellenleiters **35**).

[0016] Im Idealfall würde ein Vergrößerungsfaktor von 1 eine minimale Durchgangsdämpfung bieten, wenn die Fläche eines Lichtwellenleiters auf der Eingangsseite identisch auf die Fläche eines Lichtwellenleiters auf der Ausgangsseite abgebildet wird. Tatsächlich müssen aber auch noch die mechanischen Toleranzen der gesamten Anordnung berücksichtigt werden.

[0017] Vorteilhafterweise wird der Vergrößerungsfaktor eines erfindungsgemäßen Fokussierers derart dimensioniert, dass dieser kleiner als 1 ist und somit das ganze Licht der Sendeseite auf die Empfangsseite eingekoppelt wird.

[0018] In einer besonders vorteilhaften Dimensionierung wird der Vergrößerungsfaktor eines erfindungsgemäßen Fokussierers derart gewählt, dass der Lichtfleckdurchmesser auf der Empfangsseite kleiner oder gleich dem Durchmesser des empfangenden Lichtleiters abzüglich der Summe aller Rundlauf- und Exzentrizitätstoleranzen der Vorrichtung und vorteilhafterweise abzüglich der Linsenaberrationen ist.

[0019] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass in wenigstens einem Lichtpfad unmittelbar vor dem Ende eines Lichtwellenleiters der Empfangsseite (**20, 30**) ein Element zu Erhöhung der Koppelleffizienz angebracht ist. Ein derartiges Element zu Erhöhung der Koppelleffizienz kann beispielsweise ein Fasertaper, ein Prisma oder ein angeschliffenes Faserende, insbesondere auch ein angeschliffenes Ende eines Lichtwellenleiters der Empfangsseite sein.

[0020] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die optischen Komponenten der beiden optischen Pfade gegeneinander versetzt. Wesentlich ist hierbei, dass wenigstens ein Lichtwellenleiter zur Zuführung von Licht **20, 30** zusammen mit dem zugeordneten Fokussierer **22, 32** gegenüber dem am selben Gehäuseteil **10, 11** angeordneten Lichtwellenleiter zur Abführung von Licht **35, 25** in Richtung des entsprechenden Lichtwellenleiters zur Abführung von Licht **25, 35** versetzt ist. Es schließen also das Ende wenigstens eines Lichtwellenleiters zur Zuführung von Licht und das Ende des an dem selben Gehäuseteil angeordneten Lichtwellenleiters zur Abführung von Licht nicht bündig miteinander ab. Dadurch kann insbesondere die Länge der optischen Pfade reduziert werden. So kann die Vorderkante we-

nigstens eines Fokussierers näher an die Linse herangeführt werden. Als Folge lässt sich nicht nur der optische Pfad, sondern auch der Bauraum der gesamten Anordnung verkürzen, da gerade die längsten Bauteile (Kollimatoren plus Fokussierer) ins Innere des Drehübertragers verschoben werden.

migen Teile sind mit ihrer stumpfen Seite (Kreisfläche) miteinander verbunden. Die gesamte Anordnung ist spiegelsymmetrisch zu einer Ebene **16** senkrecht zur Rotationsachse **14**.

Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben.

[0022] [Fig. 1](#) zeigt in allgemeiner Form schematisch einen erfindungsgemäßen Drehübertrager. Dieser umfasst ein erstes Gehäuseteil **10** sowie ein zweites Gehäuseteil **11**, welche mittels einer Lagereinheit **12**, **13** die Rotationsachse **14** drehbar miteinander verbunden sind. Die Lagereinheit ist hier beispielhaft mit zwei Kugellagern **12**, **13** realisiert. Selbstverständlich wäre entsprechend des Erfindungsgedankens auch jede andere geeignete Lagergestaltung möglich. Der erste optische Pfad umfasst einen ersten Lichtwellenleiter **20** am ersten Gehäuseteil **10** zur Zuführung von Licht, welcher in der ersten Ferrule **21** aufgenommen ist. Am Ende des Lichtwellenleiters ist ein erster Fokussierer **22** zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter ausgesandten Lichtes **23** auf den zweiten Lichtwellenleiter **25** vorgesehen. Der Lichtwellenleiter **25** am zweiten Gehäuseteil **11** ist selbst in einer Ferrule **24** aufgenommen. Der zweite in entgegengesetzter Richtung verlaufende Lichtpfad umfasst einen dritten Lichtwellenleiter **30** am zweiten Gehäuseteil **11** zur Zuführung von Licht, welcher in der Ferrule **31** aufgenommen ist. Am Ende des dritten Lichtwellenleiters ist ein zweiter Fokussierer **32** zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter ausgesandten Lichtes **33** auf den vierten Lichtwellenleiter **35** vorgesehen. Der Lichtwellenleiter **35** am ersten Gehäuseteil **10** ist in der zweiten Ferrule **34** aufgenommen. In den beiden Strahlengängen ist noch eine Linse **15** vorgesehen. Diese sorgt für eine Ablenkung des zur Rotationsachse parallelen Lichtes eines Lichtwellenleiters zur Zuführung von Licht in Richtung der Rotationsachse, so dass dieses vorzugsweise in die Mitte des entsprechenden Lichtwellenleiters zur Abführung von Licht trifft. Die Lichtwellenleiter **25** und **35** sind längs der Rotationsachse **14** angeordnet.

[0023] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Komponenten des ersten und zweiten optischen Pfades gegeneinander versetzt, um die optische Pfadlänge und den gesamten Bauraum der Anordnung zu reduzieren.

[0024] [Fig. 2](#) zeigt eine besondere Ausführungsform der Linse **15**. Diese besteht aus zwei Kegelförmigen Teilen, die rotationssymmetrisch zur Rotationsachse **14** angeordnet sind. Die beiden Kegelför-

Bezugszeichenliste

10	erstes Gehäuseteil
11	zweites Gehäuseteil
12	erstes Kugellager der Lagereinheit
13	zweites Kugellager der Lagereinheit
14	Rotationsachse
15	Linse
16	Ebene senkrecht zur Rotationsachse
20	erster Lichtwellenleiter
21	erste Ferrule
22	erster Fokussierer
23	erster Lichtpfad
24	zweite Ferrule
25	zweiter Lichtwellenleiter
30	dritter Lichtwellenleiter
31	dritte Ferrule
32	zweiter Fokussierer
33	Seite Lichtpfad
34	vierte Ferrule
35	vierter Lichtwellenleiter

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5568578 [0004, 0014]
- US 5588077 [0005]
- DE 20018842 U1 [0006]

Patentansprüche

1. Optischer Drehübertrager umfassend ein erstes Gehäuseteil (10) sowie ein zweites Gehäuseteil (11), welche mittels einer Lagereinheit (12, 13) die Rotationsachse (14) drehbar miteinander verbunden sind, wobei

ein erster optischer Pfad umfassend einen ersten Lichtwellenleiter (20) am ersten Gehäuseteil (10) zur Zuführung von Licht sowie einen zweiten Lichtwellenleiter (25) am zweiten Gehäuseteil (11) zur Abführung des Lichts und

ein zweiter in entgegengesetzter Richtung verlaufender optischer Pfad umfassend einen dritten Lichtwellenleiter (30) am zweiten Gehäuseteil (11) zur Zuführung von Licht sowie einen vierten Lichtwellenleiter (35) am ersten Gehäuseteil (10) zur Abführung des Lichts vorgesehen ist, und wobei die Lichtwellenleiter (25, 35) zur Abführung von Licht längs der Rotationsachse (14) angeordnet sind und die Lichtwellenleiter (20, 30) zur Zuführung von Licht parallel zur Rotationsachse seitlich der Rotationsachse angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass

am Ende des Lichtwellenleiters (21) ein erster Fokussierer (22) zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter (21) ausgesandten Lichtes (23) auf den zweiten Lichtwellenleiter (25) und

am Ende des dritten Lichtwellenleiters (31) ein zweiter Fokussierer (32) zur Fokussierung des von dem Lichtwellenleiter ausgesandten Lichtes (33) auf den vierten Lichtwellenleiter (35) vorgesehen ist, und dass eine Linse (15) im ersten optischen Pfad und im zweiten optischen Pfad vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (15) eine bikonvexe Linse ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (15) ein zur Drehachse (14) rotationssymmetrischer Körper in der Form zweier mit der stumpfen Seite verbundener Kegel ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Lichtwellenleiter (20, 25, 30, 35) in einer Ferrule fixiert ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergrößerungsfaktor wenigstens eines Fokussierers (22, 32) in Verbindung mit der Linse (15) kleiner 1 ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergrößerungsfaktor wenigstens eines Fokussierers (22, 32) kleiner oder gleich dem Durchmesser des empfangenden Lichtleiters (25, 35) abzüglich der Summe aller Rundlauf- und Exzentrizitätstoleranzen der Vorrichtung ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Lichtpfad vor wenigstens einem der empfangenden Lichtleiter (25, 35) ein Element zu Erhöhung der Koppeleffizienz wie ein Fasertaper oder ein Prisma angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Ende einer der empfangenden Lichtleiter (25, 35) angeschliffen ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Lichtwellenleiter zur Zuführung von Licht (20, 30) zusammen mit dem zugeordneten Fokussierer (22, 32) gegenüber dem am selben Gehäuseteil (10, 11) angeordneten Lichtwellenleiter zur Abführung von Licht (35, 25) parallel zur Rotationsachse in Richtung des entsprechenden Lichtwellenleiters zur Abführung von Licht (25, 35) versetzt ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

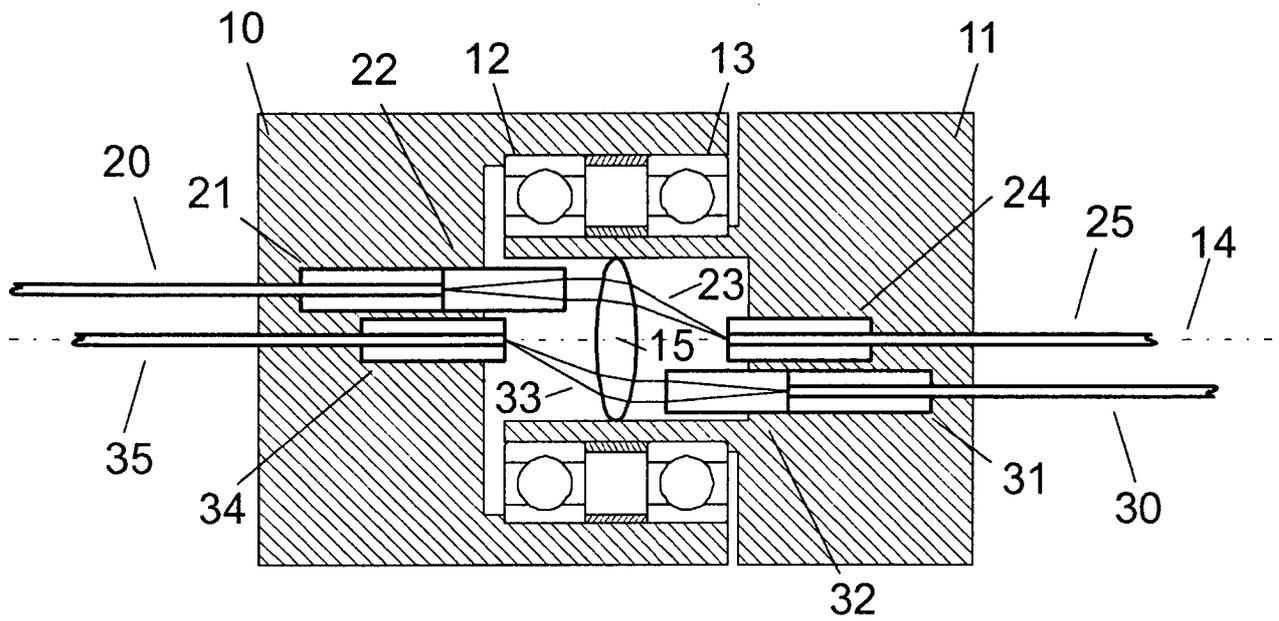


Fig. 2

