

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2012 (11.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/136645 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G02B 6/36 (2006.01)

91126 Schwabach (DE). **RANK, Matthias** [DE/DE]; Am Wasserlauf 15, 93497 Willmering (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056049

(74) **Anwälte: LIEKE, Winfried** et al.; WSL Patentanwälte, Partnerschaftsgesellschaft, Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. April 2012 (03.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 006 739.6 4. April 2011 (04.04.2011) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GAT GESELLSCHAFT FÜR ANTRIEBSTECHNIK MBH** [DE/DE]; Industriestraße 11, 65366 Geisenheim (DE).

(72) **Erfinder; und**

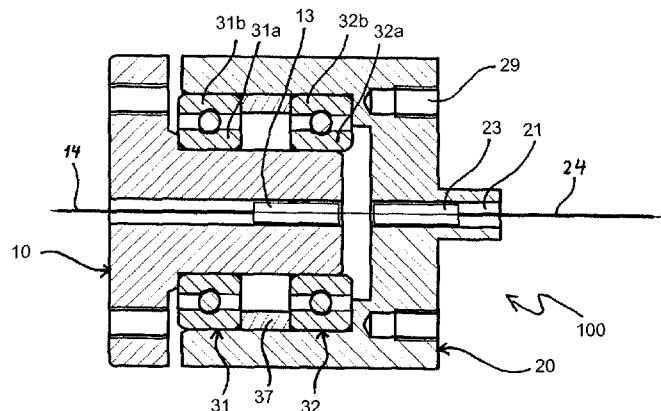
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **OTT, Stephan** [DE/DE]; Dahlienweg 3, 65201 Wiesbaden (DE). **RAUM, Robert** [DE/DE]; An drei Weisen 1, 65366 Geisenheim (DE). **SCHILLING, Harry** [DE/DE]; Schwabenstraße 1,

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** OPTICAL ROTARY TRANSMITTER AND METHOD AND APPARATUS FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung** : OPTISCHER DREHÜBERTRAGER UND VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZU SEINER HERSTELLUNG



Figur 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to an optical rotary transmitter for directly transmitting an optical signal between a stationary and a rotating machine part, having a rotor (10), which has a bearing portion (15) with a first bearing seat (17) defining a first bearing axis (16), wherein a first optical component (13) having a first optical axis (14) is received in a first hole in the rotor, and having a stator (20), which has a second bearing seat (25) with a second bearing axis (26), wherein an optical component (23) with a second optical axis (24) is arranged in a second central hole (21) in the stator (20), wherein a sleeve of the optical component or the first hole receiving the sleeve with a good fit defines a first axis (12) which does not coincide with the first optical axis, and wherein the first and second optical axes are aligned with the rotation axis of the rotor. In order to provide an optical rotary transmitter with the features mentioned at the outset and to provide a corresponding apparatus and a method for the production thereof, which make it possible to drastically reduce the error tolerances for the alignment of the optical axis relative to the rotation axis of the transmitter and render them considerably more stable in the long term, the invention proposes that the contact faces of the rotor,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/136645 A1



MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

which determine the position and orientation of the optical axis, are processed outside the first hole such that the first axis (12) is misaligned relative to the first bearing axis (16) while the first optical axis (14) coincides with the first bearing axis (16).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Drehübertrager für die direkte Übertragung eines optischen Signals zwischen einem stehenden und einem drehenden Maschinenteil, mit einem Rotor (10), der einen Lagerabschnitt (15) mit einem ersten Lagersitz (17) aufweist, der eine erste Lagerachse (16) definiert, wobei ein erstes optisches Bauelement (13), das eine erste optische Achse (14) aufweist, in einer ersten Bohrung in dem Rotor aufgenommen ist, und einem Stator (20), der einen zweiten Lagerabschnitt (25) mit einem zweiten Lagersitz (27) aufweist, der eine zweite Lagerachse (26) definiert, wobei ein optisches Bauelement (23) mit einer zweiten optischen Achse (24) in einer zweiten zentralen Bohrung (21) in dem Stator (20) angeordnet ist wobei eine Hülse des optischen Bauelementes bzw. die die Hülse passend aufnehmende erste Bohrung eine erste Achse (12) definiert, die nicht mit der ersten optischen Achse zusammenfällt und wobei die ersten und zweiten optischen Achsen mit der Rotationsachse des Rotors ausgerichtet sind. Um einen optischen Drehübertrager mit den eingangs genannten Merkmalen, sowie eine entsprechende Vorrichtung und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, welche es ermöglichen, die Fehlertoleranzen für die Ausrichtung der optischen Achse relativ zur Drehachse des Übertragers drastisch zu verkleinern und deutlich langzeitstabiler zu machen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die die Lage und Orientierung der optischen Achse bestimmenden Anlageflächen des Rotors außerhalb der ersten Bohrung derart bearbeitet sind, dass die erste Achse (12) gegenüber der ersten Lagerachse (16) fehlausgerichtet ist, während die erste optische Achse (14) mit der ersten Lagerachse (16) übereinstimmt.

Optischer Drehübertrager und Verfahren und Vorrichtung zu seiner Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Drehübertrager für die direkte Übertragung eines optischen Signals zwischen einem stehenden und einem drehenden Maschinenteil, mit

5 einem Rotor, der eine zentrale erste Bohrung und ein darin aufgenommenes erstes optisches Bauelement mit einer ersten optischen Achse und einen ersten Lagersitz aufweist, der eine erste Lagerachse definiert, und mit einem Stator, der eine zweite zentrale Bohrung und ein darin auf-

10 genommene optisches Bauelement mit einer zweiten optischen Achse sowie einen zweiten Lagersitz aufweist, der eine zweite Lagerachse definiert, wobei eine Hülse des Bauelementes bzw.

eine die Hülse passend aufnehmende erste Bohrung im Rotor eine erste Achse definiert, die nicht mit der ersten optischen Achse zusammenfällt, und wobei die ersten und zweiten optischen Achsen mit der Rotationsachse des Rotors ausgerichtet sind.

Ebenso betrifft die vorliegende Erfindung auch ein entsprechendes Verfahren zum Herstellen und

15 Justieren eines optischen Drehübertragers der vorstehend genannten Art.

Entsprechende optische Drehübertrager werden benötigt, wenn optische Signale direkt, d.h. ohne zwischenzeitliche Umwandlung in elektrische Signale, berührungslos von einem stehenden auf ein rotierendes Element übertragen werden sollen, wobei auch beide Elemente um die ge-

20 meinsame Achse im Raum drehbar sein können. Dabei geht es insbesondere um berührungslose optische Datenübertragung von einem stehenden in ein drehendes Maschinenteil oder umgekehrt.

Für eine entsprechende berührungslose optische Datenübertragung werden häufig optische

25 Bauelemente verwendet, die auch als (optisches) "Signalelement" oder „optisches Übertragungselement bezeichnet werden könnten, und die typischerweise aus einer länglichen, zylindrischen Hülse bestehen, in welche ein Ende einer optischen Faser einmündet und darin fixiert ist, die im Wesentlichen koaxial zu der Hülse ausgerichtet ist, wobei optische Signale aus dem freien Ende dieser optischen Faser austreten und von einer am anderen Ende der Hülse vorgesehenen ab-

30 bildenden Optik, beispielsweise eine Kollimatorlinse, gebündelt werden, um an dem gegenüber liegenden Teil in ähnlicher Weise und umgekehrt wieder in eine optische Faser eingekoppelt zu

werden. Gegebenenfalls kann das von der Kollimatorlinse gebündelte optische Signal auch durch einen Ablenkspiegel umgeleitet werden.

Selbstverständlich versucht man, derartige Bauelemente, d. h. die aus einer optischen Faser, einer Hülse und einer Kollimatorlinse bestehenden Einheiten möglichst genau zu fertigen. in der Praxis stellt sich jedoch heraus, dass der von der Kollimatorlinse ausgehende, gebündelte Lichtstrahl in aller Regel nicht exakt mit der Achse der Hülse zusammenfällt, die wiederum typischerweise in einer passenden Bohrung angeordnet wird, deren Achse hier auch als "erste Achse" bezeichnet wird. Die erste Achse ist also gleichzeitig die geometrische Achse der Hülse bzw. der diese Hülse aufnehmenden Bohrung. Der aus dem Signal austretende Lichtstrahl bzw. die durch den Lichtstrahl definierte optische Achse ist demnach gegenüber der Achse der Bohrung oder der äußeren zylindrischen Hülse, hier als "erste Achse" bezeichnet, wobei die Hülse und die Bohrung auch einen quadratischen oder sonstigen polygonalen Querschnitt haben könnten aber jedenfalls eine erste Achse definieren, mehr oder weniger versetzt und verkippt, Die optische Achse verläuft also (von zufälligen Ausnahmen abgesehen) nicht entlang der ersten Achse der Bohrung des das Bauelement aufnehmenden Aufnahmeelementes.

Um dieses auszugleichen, ist bei einigen Rotoren oder Drehlagern nach dem Stand der Technik eine größere Bohrung bzw. ein größerer Hohlraum zur Aufnahme der Kollimatorhülse vorgesehen, der ein ausreichendes Spiel für die Kollimatorhülse gewährleistet, so dass diese mit Hilfe einer geeigneten Vorrichtung zunächst in dem Hohlraum so justiert wird, dass die Rotationsachse des Rotors (die im Allgemeinen mit der Achse des die Hülse aufnehmenden Hohlraums übereinstimmt) mit der optischen Achse des Kollimators zusammenfällt. In dieser justierten und vorläufig fixierten Stellung wird dann der verbleibende Hohlraum mit einem Füllmaterial oder Kleber ausgefüllt und die Kollimatorhülse in dem Hohlraum des Rotors oder Drehlagers verklebt und fixiert.

Dieses Verfahren ist allerdings für anspruchsvolle Anwendungen zu ungenau, da die dabei notwendigerweise erzeugte, relativ dicke Füllmaterial- oder Klebeschicht nach der entsprechenden Justierung asymmetrisch um die Hülse verteilt ist, sodass aufgrund äußerer Einflüsse, wie beispielsweise Feuchtigkeit oder Temperaturwechsel und mechanische Einwirkung (z. B. Fliehkraft) die optische Achse instabil ist und damit Empfänger und Sender der optischen Übertragungseinheiten nicht mehr korrekt miteinander ausgerichtet sind. Dies kann zu erheblichen Dämpfungen und auch zum vollständigen Verlust der optischen Signalübertragung führen.

Insbesondere bei Verwendung von „Singlemode“- oder „Multimode“-Fasern mit relativ kleinem Kerndurchmesser (typischerweise in der Größenordnung bis 100 μm und teilweise bis herab zu $\leq 10 \mu\text{m}$) ist eine exakte Ausrichtung der optischen Bauelemente unabdingbar.

Die maximal zulässigen Fehler bezüglich eines axialen Versatzes oder einer Verkipfung der optischen Achsen entsprechender optischer Bauelemente betragen 60 µm oder auch weniger für die axiale Verschiebung und 0,05° oder weniger für eine Verkipfung, wenn man eine Dämpfung von mehr als 2,5 dB vermeiden will. Diese Fehlertoleranzen können mit den herkömmlichen Verfahren und Vorrichtungen in der Regel nicht eingehalten werden.

Gemäß anderen Verfahren sind Justierelemente und insbesondere Justierschrauben vorgesehen, mit deren Hilfe das die Hülse aufnehmende Aufnahmeelement bezüglich der Lagerachse im Rotor oder Stator verschoben und verkippt werden kann, um die Fehlausrichtung zwischen der optischen Achse und der Lagerachse zu kompensieren. Wegen der punktuellen Belastung der Justierflächen durch Justierschrauben sind solche Vorrichtung jedoch nicht langzeitstabil und müssen häufig nachjustiert werden. Bei größerer mechanischer Belastung, wie etwa bei höheren Drehzahlen, geht die Justierung solcher Vorrichtungen sehr schnell verloren. Da der Rotor und das mit ihm drehende erste optische Bauelement im Allgemeinen stärkeren Vibrationen und Kräften ausgesetzt sind als der Stator, der am stehenden Maschinenteil fixiert ist, konzentriert die vorliegende Erfindung sich primär auf die Justierung und Fixierung der ersten optischen Achse bezüglich des Rotors. Vorzugsweise sind jedoch analoge Maßnahmen auch auf die Justierung und Fixierung der zweiten optischen Achse bezüglich des Stators anzuwenden.

Gegenüber dem vorgenannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zu Grunde, einen optischen Drehübertrager mit den eingangs genannten Merkmalen sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, welche es ermöglichen, insbesondere die Fehlertoleranzen für die Ausrichtung der optischen Achse relativ zu der Drehachse des Rotors drastisch zu verkleinern und deutlich langzeitstabiler zu machen. Dabei soll insbesondere das Verfahren zur Herstellung möglichst einfach und sicher sein. Damit wird es möglich, auch die für hohe Datenraten erforderlichen, hochwertigen optische Fasern zu verwenden, die relativ kleine Kernquerschnitte haben und deren Verwendung nur bei Einhaltung sehr enger Fehlertoleranzen möglich ist. Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung auch anwendbar bei Verwendung von optischen Fasern, die wesentlich größere Querschnitte aufweisen und fehlertoleranter sind, wodurch bei Verwendung auch solcher optischer Fasern die gegebenenfalls auftretende Dämpfung bei der Übertragung deutlich verringert wird.

Hinsichtlich des Drehübertragers selbst wird die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, dass die die Lage und Orientierung der optischen Achse bestimmenden Flächen des Rotors außerhalb der ersten Bohrung derart bearbeitet sind, dass die erste Achse (12) gegenüber der ersten Lagerachse (16) fehlausgerichtet ist, während die erste optische Achse (14) mit der ersten Lagerachse (16) übereinstimmt.

Mit anderen Worten, es werden am Rotor beim Zusammenbau mit dem Stator keinerlei Justierungen im Lagerbereich vorgenommen und es sind auch keinerlei Justiermittel wie spezielle Schrauben oder dergleichen vorgesehen, sondern die erste optische Achse wird allein durch Bearbeitung der entsprechenden Flächen, welche die Lage der ersten Achse zum Lagersitz definieren, von vornherein, genauer gesagt nach der Fixierung des Bauelementes im Rotor, durch die Geometrie des ersten Lagersitzes definierten ersten Lagerachse zusammenfällt.

Das Grundprinzip der vorliegenden Erfindung besteht demnach darin, dass alle Bauteile des Drehübertragers fest und eindeutig positioniert aneinanderliegen und keinerlei Spiel insbesondere auch keinerlei Justierspiel und keinerlei zwischengeschaltete Justiereinrichtungen haben, wobei etwaige aneinanderliegende Flächen von Teilen des Rotors und/oder der Lagersitz des Rotors so ausgestaltet sind, dass die optische Achse mit der ersten Lagerachse (die gleichzeitig die Rotationsachse des Rotors ist,) zusammenfällt, was wiederum zur Konsequenz hat, dass die erste Lagerachse und die erste Achse der Hülse des optischen Bauelementes nicht mehr übereinstimmen. Die eindeutige Positionierung kann erreicht werden durch flächige Anlage von vorzugsweise gerundeten oder zueinander abgewinkelten Flächen oder durch eine Dreipunktanlage nicht kollinearere Punkte, die ihrerseits nicht verstellbar sind.

In einer Ausführungsform ist dabei (mindestens) ein Aufnahmeelement zwischen dem optischen Bauelement bzw. dessen Hülse und einem den Lagersitz aufweisenden Lagerabschnitt des Rotors vorgesehen. In diesem Fall können die Anlageflächen zwischen diesem Aufnahmeelement und dem Lagerabschnitt so bearbeitet werden, dass das Aufnahmeelement an dem Lagerabschnitt so versetzt und verkippt anliegt, dass die optische Achse des Bauelementes bezüglich des Lagersitzes am Rotor die gewünschte Ausrichtung hat.

Bei einer anderen Ausführungsform, bei welcher der Lagerabschnitt mit dem Aufnahmeelement einstückig verbunden ist und somit das optische Bauelement direkt in einer zentralen Bohrung des Rotors aufnimmt, ist der Lagersitz selbst, d. h. die Lagerflächen des Rotors, so ausgestaltet, dass er eine Lagerachse definiert, die mit der optischen Achse zusammenfällt.

Bei der erst genannten Variante mit einem vom Rotor getrennten Aufnahmeelement können selbstverständlich sowohl die Anlageflächen zwischen Aufnahmeelement und Rotor als auch die Flächen des Lagersitzes des Rotors entsprechend angepasst sein, wobei es vorzuziehen ist, nur eine dieser Maßnahmen zu treffen, soweit möglich.

Dabei ist die Variante, bei welcher das Bauelement unmittelbar in einer Bohrung eines kompakten Rotors angeordnet ist, bevorzugt, weil man dabei mit weniger Bauteilen auskommt und die Herstellung vergleichsweise einfach ist.

Konkret bedeutet dies, dass ein Rotor, der eine zentrale Bohrung zur Aufnahme des optischen Bauelementes hat und bezüglich dieser zentralen Bohrung einen zentralsymmetrischen Lagersitz aufweist, nach dem Einsetzen und Fixieren des Bauelementes in der zentralen Bohrung und dem Bestimmen der entsprechenden optischen Achse, an seinen Lagersitzflächen nachbearbeitet wird, so dass diese nunmehr zentralsymmetrisch bezüglich der optischen Achse sind. Dabei ist vorausgesetzt, dass zwischen Rotor und Stator Präzisionslager verwendet werden, so dass man von einem präzisen Rundlauf des entsprechenden Lagers auf jeden Fall ausgehen kann.

Gegebenenfalls können aber selbst gewisse Ungenauigkeiten eines Lagers durch entsprechende Bearbeitung des Lagersitzes am Rotor oder am Stator ausgeglichen werden.

Die eindeutige Positionierung der optischen Achse ist dann durch den Sitz des Lagers auf bzw. in dem jeweiligen Lagersitz gewährleistet.

Der Begriff zentralsymmetrisch ist hier als eine Verallgemeinerung von rotationssymmetrisch zu verstehen und umfasst Ausgestaltungen mit Anlagepunkten oder -flächen, die jeweils den gleichen Abstand von einem gemeinsamen Zentrum haben, ohne dass es sich dabei um eine geschlossene Fläche handeln muss. Ein Beispiel wäre eine unter anderem eine Keilwelle.

Zweckmäßigerweise werden dennoch sowohl der erste Lagersitz als auch der zweite Lagersitz durch erste bzw. zweite rotationssymmetrische Lagerflächen gebildet. Die rotationssymmetrischen Flächen können im Prinzip Kegelflächen oder Oberflächen eines Rotationsellipsoids sein, sind jedoch in der bevorzugten Variante zylindrische Flächen, und zwar vor allem deshalb, weil für zylindrische Flächen entsprechende Präzisionswälzlager leichter zu beschaffen und wesentlich preiswerter sind als speziell für andere Flächen herzustellende Lager.

Dabei hat gemäß einer Ausführungsform der Erfindung der Stator die Grundform eines Hohlzylinders, der an einer Stirnseite offen und an der anderen Stirnseite im Wesentlichen geschlossen ist, wobei die geschlossene Stirnseite jedoch eine zentrale Bohrung aufweist, die hier als „zweite zentrale Bohrung“ bezeichnet wird.

Der Rotor bzw. dessen Lagerabschnitt hat entsprechend die Form eines Zylinders oder Zapfens mit einer zylindrischen Außenfläche und ist darüber hinaus an seinem einen Ende mit einer flanschartigen Erweiterung versehen. Zusätzlich können axial außerhalb der zylindrischen Lagersitzflächen noch stufenförmige Aussparungen, Verjüngungen oder Erweiterungen am Stator bzw. Rotor vorgesehen sein, um beispielsweise Halteringe für Lager und/oder Dichtungen darin aufnehmen zu können.

Zwischen dem Lagersitz des Rotors und dem Lagersitz des Stators ist vorzugsweise mindestens ein, insbesondere zwei, Wälzlager angeordnet, die vorzugsweise Präzisionslager sind und eine sehr geringe Rundlauf toleranz aufweisen.

5

Der Innenradius des Lagersitzes des Stators ist demzufolge um die radiale Dicke der Wälzlager größer als der Außenradius des Rotors, wobei diese Maßangaben selbstverständlich erst für den Zustand der Lagersitzflächen nach entsprechender Justierung der optischen Bauelemente und Nachbearbeitung der entsprechenden Lagersitzflächen gelten, die zuvor mit Aufmaß hergestellt wurden..

10

Im Ausgangszustand sind also die Lagersitzflächen des Rotors und auch des Stators vorzugsweise mit einem gewissen Aufmaß hergestellt, das heißt es ist von vornherein vorgesehen, dass von diesen Flächen noch eine gewisse Schicht abgetragen werden muss, die sich allerdings nicht symmetrisch um die ursprüngliche Achse der Lagersitzflächen verteilt. Vielmehr kann die abzutragende Schichtdicke sowohl in Umfangsrichtung als auch in axialer Richtung variieren. In der Praxis kann man beispielsweise folgendermaßen vorgehen:

15

Nachdem ein optisches Bauelement in der zweiten zentralen Bohrung angeordnet und fixiert ist, wird der Stator in einer Justier- bzw. Messvorrichtung aufgenommen und um die Achse der Justier- bzw. Messvorrichtung gedreht, die im Rahmen der Aufnahmetoleranzen auch die Achse des Lagersitzes des Stators ist. Dabei wird über das optische Bauelement ein Lichtsignal abgestrahlt, das von einem der zweiten Bohrung gegenüberliegenden Detektor erfasst wird. Bei nicht exakter Ausrichtung der optischen Achse bezüglich der Lagersitzfläche des Stators beschreibt der von dem Bauelement ausgehende Lichtstrahl auf der Detektorfläche einen mehr oder weniger versetzten Kreis oder eine Ellipse. Führt man dies bei zwei verschiedenen Abständen des Detektors vom Bauelement durch, so kann man aus der Lage und dem Durchmesser des Kreises bzw. der Halbachsen der Ellipse auf der Detektoroberfläche den Neigungswinkel und auch den radialen Versatz der optischen Achse gegenüber der geometrischen Achse des Lagersitzes bestimmen.

20

25

30

Aus der Richtung des Versatzes und dem Neigungswinkel ergibt sich dann, wie viel Material an welchen axialen und Umfangspositionen von der mit Aufmaß hergestellten Lagersitzfläche abzutragen ist, damit die durch asymmetrische Abtragung hergestellte zylindrische Innenfläche des Stators konzentrisch zu der optischen Achse des in den Stator eingebauten optischen Bauelementes liegt.

35

Der gleiche Vorgang wiederholt sich dann mit dem Rotor, das heißt es wird zunächst das optische Bauelement in einer Bohrung des Rotors aufgenommen und fixiert. Anschließend wird der Rotor in einer Justier- bzw. Messeinrichtung aufgenommen. Durch Drehen des Rotors in der Justier-
5 Abbildung bzw. Spur des Lichtstrahles des optischen Bauelementes unter der Drehung in zwei verschiedenen Abständen erfasst. Aus der Lage und den Radien der Spur des Lichtsignals lässt sich wiederum ermitteln, mit welcher asymmetrischen Verteilung in Umfangsrichtung und axialer Richtung Material von dem Rotor abzutragen ist, so dass auch hier das Ergebnis wieder eine zylindrische Lagersitzfläche ist, deren Durchmesser dem Innendurchmesser des dann zu verwendenden Wälzlagers entspricht und die zentralsymmetrisch bezüglich der optischen Achse des
10 ersten optischen Bauelementes liegt.

Anschließend werden Rotor und Stator unter Anordnung der entsprechenden Wälzlager zwischen den Lagersitzen montiert.

15 Da die Gefahr einer instabilen Justierung der optischen Achse im Falle eines Stators etwas geringer ist, wäre es auch möglich, die erfindungsgemäßen Maßnahmen auf den Rotor zu beschränken und die optische Achse des Stators in herkömmlicher Weise zu justieren.

20 Zweckmäßigerweise haben sowohl der Lagersitz des Rotors als auch der Lagersitz des Stators eine ausreichende axiale Länge, um zwischen diesen beiden Teilen zwei Wälzlager mit ausreichendem Abstand unterbringen zu können.

Die Lager können durch entsprechende Lagerringe axial sowohl am Rotor als auch am Stator
25 fixiert sein und darüber hinaus kann noch mindestens eine oder es können auch zwei Dichtungen axial vor den Wälzlagern vorgesehen sein, um diese gegenüber Verunreinigungen zu schützen. Die Dichtungen sind insbesondere Gleitdichtungen.

30 Sofern gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung für die Montage des ersten optischen Elementes an dem Rotor ein zusätzliches Aufnahmeelement vorgesehen ist, das eine zentrale Bohrung zur Aufnahme des optischen Bauelementes aufweist und darüber hinaus Anlageflächen aufweist, mit denen es an dem Rotor anliegt und fixiert wird, ist zweckmäßigerweise vorgesehen, dass statt des Lagersitzes des Rotors (und gegebenenfalls auch des Stators) die entsprechenden Anlageflächen am Aufnahmeelement und/oder am Rotor in der Weise bearbeitet
35 sind, dass, wenn das Aufnahmeelement am Rotor fixiert ist, die optische Achse mit der Rotationsachse zusammenfällt, auch wenn das Aufnahmeelement insgesamt bezüglich der optischen Achse dann nicht (mehr) zentralsymmetrisch ist. Dabei sind die Anlageflächen nach Fertigstel-

lung vorzugsweise achsparallele und hierzu senkrechte radiale Anlageflächen bezüglich der optischen Achse und der Drehachse.

Die Anlageflächen können auch rotationssymmetrische Flächen sein, die axiale und radiale
5 Komponenten haben. Auch wenn also die Anlageflächen selbst nicht bezüglich der optischen Achse und der Drehachse ausgerichtet sind, können dennoch optische Achse und Drehachse innerhalb der erreichbaren Toleranzen zusammenfallen.

Als axiale Anlageflächen werden solche Flächen bezeichnet, die sich axial erstrecken also paral-
10 lel zu einer entsprechenden Achse verlaufen während radiale Anlageflächen sich senkrecht zu einer entsprechenden Achse erstrecken .

Das Aufnahmeelement ist also seinerseits über vorzugsweise axiale und radiale Anlageflächen
oder auch über nur rotationssymmetrische Anlageflächen an dem Lagerabschnitt des Rotors
15 oder Stators gelagert. Dadurch dass nun diese Anlageflächen ihrerseits so angepasst werden, dass die erste Achse des Aufnahmeelementes (Achse der Aufnahmebohrung und der Hülse) und des optischen Bauelementes gegenüber der Drehachse des Lagerabschnittes bzw. des zugehörigen Rotors oder Stators in der richtigen Weise versetzt und verkippt ist, kann man erreichen, dass die Verkipfung und der Versatz zwischen optischer Achse und erster Achse des Aufnah-
meelementes durch die weitere Fehlausrichtung zwischen erster Achse und Lagerachse bzw.
20 Drehachse (die durch Nachbearbeitung der Anlageflächen erzeugt wird) kompensiert wird, so dass im Ergebnis die optische Achse und die Drehachse zusammenfallen. Dies wird also erreicht durch entsprechende geometrische Anpassung der axialen und radialen bzw. rotationssymmetrischen Anlageflächen zwischen Aufnahmeelement und Lagerabschnitt, die eine eindeutig be-
stimmte flächige Anlage gewährleisten. Da auch der Hohlraum für das optische Bauelement dem
25 Gehäuse oder der Hülse des ersten optischen Bauelementes angepasst ist und das optische Bauelement somit kein oder allenfalls geringes Spiel in dem Hohlraum aufweist, wird die Justierung der optischen Achse relativ zur Drehachse allein durch Anlage starrer Flächen und nicht durch Justierelemente oder Klemmelemente beweglicher Flächen ohne Verwendung dickerer
30 Klebeschichten erzielt und ist dementsprechend stabil.

Außerdem lassen sich die Anlageflächen mechanisch hinreichend genau bearbeiten, um die ge-
forderten engen Fehlertoleranzen einhalten zu können, die mit der herkömmlichen Technik durch
Justierung in einer Füllmaterial und/oder Klebeschicht nicht bzw. nicht dauerhaft zu erreichen
35 sind.

Bevorzugt sind die Anlageflächen des Aufnahmeelementes so bearbeitet, dass sie bezüglich der optischen Achse ausgerichtet sind, während die Anlageflächen des Lagerabschnittes so bearbei-

5 tet sind bzw. so bleiben, dass sie bezüglich der Drehachse ausgerichtet sind. Auch der umgekehrte Fall, nämlich Ausrichtung der Anlageflächen des Aufnahmeelementes bezüglich der Drehachse und Ausrichtung der Anlageflächen des Lagerabschnittes bezüglich der optischen Achse würde aber zu dem gleichen Ergebnis führen. Zusätzlich muss selbstverständlich auch der radiale Abstand der radialen Anlageflächen zu den entsprechenden Achsen, bezüglich derer sie ausgerichtet sind, jeweils der Gleiche sein, damit schließlich optische Achse und Drehachse zusammenfallen.

10 Unter "bezüglich einer Achse ausgerichtet" ist dabei zu verstehen, dass beispielsweise axiale Anlageflächen zu dieser Achse parallel verlaufen und radiale Anlageflächen bezüglich dieser Achse senkrecht verlaufen, während rotationssymmetrische Flächen bezüglich eben dieser Achse rotationssymmetrisch sind. Es versteht sich, dass axiale und radiale Anlageflächen auch gleichzeitig rotationssymmetrische Flächen sein können, aber nicht rotationssymmetrisch sein müssen.

15 Wie bereits beispielhaft erwähnt wurde, sollte das mindestens eine erste optische Bauelement eine optische Faser und mindestens eine Kollimatorlinse, z. B. eine sog. GRIN-Linse oder eine Linsenkombination, aufweisen, die in einem gemeinsamen Gehäuse fixiert und zueinander ausgerichtet sind. Durch die Kollimatorlinse wird ein paralleles, gegebenenfalls auch ein tailliertes Strahlenbündel bzw. Lichtbündel erzeugt. Zweckmäßigerweise hat auch ein zweites optisches Bauelement, welches an dem jeweils gegenüber liegenden der Teile Rotor oder Drehlager angeordnet ist, den gleichen Aufbau wie das erste optische Bauelement.

20 Alternativ kann aber mindestens eines der beiden optischen Bauelemente auch ein Ablenkelement, wie zum Beispiel ein Spiegel, ein Prisma oder ein optisches Gitter sein, das lediglich entlang der optischen Achse, d. h. in dem von den ersten optischen Bauelement ausgehenden Strahl elektromagnetischer Wellen bzw. Licht angeordnet sein muss, wobei dann aber das Signal von dem Ablenkelement wiederum auf ein weiteres, entsprechend ausgerichtetes optisches Bauelement gerichtet sein muss, das eine Kollimatorlinse und eine Faser oder äquivalente Mittel aufweist.

25 Falls nämlich auch der Rotor oder Stator seinerseits axiale und radiale Anlageflächen hat, die bezüglich der Drehachse nicht korrekt parallel bzw. senkrecht ausgerichtet sind, kann auch dieser Fehler zusätzlich durch die Nachbearbeitung der Anlageflächen des Aufnahmeelementes oder, was bevorzugt ist, des Rotors oder Stators, kompensiert werden. Dabei werden zum Beispiel die Anlageflächen am Rotor oder Stator nachträglich so bearbeitet, dass sie bezüglich der optischen Achse korrekt ausgerichtet sind. Letztlich ist es eine Frage der fertigungstechnischen Rationalisierung, ob man nur die Anlageflächen des Aufnahmeelementes, nur die des Rotors

oder Stators oder beide bearbeitet, um im Ergebnis die optische Achse mit der Drehachse in Übereinstimmung zu bringen, während geometrische Symmetrieachsen von Lagerabschnitt und/oder Aufnahmeelement im Allgemeinen nicht mit der Drehachse übereinstimmen.

5 Anstelle der axialen und radialen Anlageflächen (die selbstverständlich ihrerseits auch rotations-symmetrisch sein können), können auch nur rotationssymmetrische Anlageflächen, die jeweils axiale und radiale Komponenten aufweisen, wie zum Beispiel Konusflächen, vorgesehen sein, wobei zumindest eine dieser konischen Anlageflächen, d. h. entweder an dem Lagerabschnitt
10 oder an dem Aufnahmeelement, so bearbeitet ist, dass ihre zugehörige Konusachse bezüglich der Drehachse und der optischen Achse in genau der Weise fehlausgerichtet ist, dass der Fehler zwischen optischer Achse und Drehachse bis auf die unvermeidlichen Toleranzabweichungen ausgeglichen ist. Auch solche Konusflächen sind zur eindeutigen Festlegung der radialen Positi-
on und der Winkelausrichtung des Aufnahmeelementes relativ zum Lagerabschnitt geeignet. Es versteht sich dass alle Maßnahmen, die vorstehend für die Herstellung und Bearbeitung axialer
15 und radialer Anlageflächen beschrieben wurden, in analoger Weise auf die vorgenannten rotati-onssymmetrischen Anlageflächen (z. B. Konusflächen) übertragbar sind. Im Falle konischer An-lageflächen kann es allerdings zweckmäßiger sein, die Nachbearbeitung nicht unbedingt so aus-zuführen, dass die konischen Flächen rotationssymmetrisch bezüglich optischer Achse und
Drehachse sind.

20 Im ursprünglichen Zustand können also das Aufnahmeelement und Rotor (bzw. Stator) zueinan-der passende konische Anlageflächen aufweisen, die bezüglich der Drehachse und der geomet-rischen Achse des Aufnahmeelementes konzentrisch ausgerichtet sind. In diesem Ursprungszu-stand fallen idealerweise auch die geometrische Achse und die Drehachse zusammen. Da aber
25 nach Anordnen des optischen Bauelementes in dem Aufnahmeelement die optische Achse und die geometrische Achse und damit auch die optische Achse und die Drehachse nicht mehr zu-sammenfallen, wird die geometrische Achse mindestens eines der Teile (Aufnahmeelement und Lagerabschnitt) bezüglich der Drehachse so versetzt und verkippt, dass optische Achse und
Drehachse wieder zusammenfallen. Hierzu kann zweckmäßigerweise die als Innenkonus ausge-
30 bildete Konusfläche entsprechend nachbearbeitet werden, wobei vorzugsweise die Konusfläche des Rotors als Innenkonus ausgebildet ist. Dies führt jedoch in der Regel dazu, dass keine der Konusflächen mehr rotationssymmetrisch bezüglich optischer Achse oder Drehachse ist.

Die (Nach-)Bearbeitung der Anlageflächen kann beispielsweise durch spanende Verfahren oder
35 durch Schleifen erfolgen.

Mindestens das erste optische Bauelement kann eine optische Faser aufweisen, die in einer Aus-führungsform der Erfindung eine „Singlemode“- oder „Multimode“-Faser ist. Während Single-

mode-Fasern einen Faserkerndurchmesser im Bereich von 3 bis 12 μm , vorzugsweise im Bereich von 5 bis 10 μm haben können, liegt der entsprechende Durchmesser von Multimode-Fasern eher im Bereich von 50 bis 60 μm eventuell auch bis 100 μm oder darüber, erfordert aber auch eine möglichst exakte Ausrichtung und Bündelung der elektromagnetischen Wellen auf den Faserkern. Besonders bevorzugt hat eine Singlemode Faser einen Faserkerndurchmesser von etwa 9 μm .

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Ausrichtung der optischen Achse bezüglich der Drehachse mit einem maximalen radialen Versatz und/oder Winkelfehler, der eine Dämpfung bei der Signalübertragung von dem einen optischen Bauelement auf das andere optische Bauelement von weniger oder gleich 3 dB, vorzugsweise von weniger oder kleiner 2,5 dB gewährleistet.

Insbesondere sollte gemäß einer Ausführungsform der Erfindung die optische Achse relativ zur Drehachse unter einem relativen Winkel von weniger als $0,1^\circ$ verkippt sein.

Zweckmäßigerweise erfolgt die Erfassung der Abbildungsfigur unter zwei verschiedenen Abständen zwischen optischem Bauelement und Detektor, so dass (zum Beispiel unter Anwendung des Strahlensatzes) die Position und Winkelausrichtung des optischen Bauelementes noch besser berechnet werden kann. Ansonsten muss die Lage der Drehachse bezüglich des Detektorsystems bekannt sein, um aus allein einer auf dem Detektor durch das optische Bauelement während einer Drehung mit der Justierwelle erzeugten Abbildungsfigur Versatz und Winkelverkipfung der optischen Achse ableiten zu können.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

- Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Drehübertragers,
- Figur 2 den Rotor gemäß der ersten Ausführungsform,
- Figur 3 den Stator sowie einen Haltering,
- Figur 4 eine Variante eines optischen Drehübertragers mit Aufnahmeelementen vor der Korrektur der Anlageflächen,
- Figur 5 eine schematische Darstellung der abzutragenden Flächen an einem Aufnahmeelement eines Rotors,
- Figur 6 den endgültigen Sitz des Aufnahmeelementes im Rotor nach Bearbeitung der Anlagefläche und
- Figur 7 eine weitere Variante mit konischen Anlageflächen.

Man erkennt in Figur 1 einen erfindungsgemäßen Drehübertrager, der insgesamt mit 100 bezeichnet ist und im Wesentlichen aus einem Rotor 10 und einem Stator 20 sowie einem Haltering 40 und zwei Wälzlagern 31, 32 besteht.

5

Zunächst wird der Rotor gemäß Figur 2 beschrieben.

Der Rotor 10 besteht aus einem Lagerabschnitt 15 in Form eines zylindrischen Zapfens mit einem Flansch 18 an einem Ende und einem stufenförmigen Übergang von dem Lagerabschnitt 15 zu dem Flansch 18, der einen Anlagebund 33 bildet. Ein optisches Bauelement 13 ist passend in einer zentralen Bohrung 11 aufgenommen. Das optische Bauelement 13 hat eine optische Achse 14, die strichpunktiert dargestellt ist und die erkennbar von der ersten Achse 12 abweicht, die die geometrische Achse der zentralen Bohrung 11 ist und die in einem anfänglichen Zustand gleichzeitig auch die Achse des zylindrischen Lagersitzes 17 ist, die dennoch zur Unterscheidung von der Achse 12 als erste Lagerachse 16 bezeichnet wird und in Figur 2 nicht getrennt dargestellt ist, da sie mit der Achse 12 zusammenfällt. Der Rotor besteht im Wesentlichen aus einem einzigen Stück (abgesehen von einem Lagerring 36), so dass hier nicht zwischen einem Aufnahmeelement und dem Lagerabschnitt unterschieden werden kann.

Figur 3 zeigt im linken Teilbild einen Stator 20. Der Stator 20 ist ein im Wesentlichen hohlzylindrisches Bauteil, mit einer offenen und einer geschlossenen Stirnseite 28, wobei die geschlossene Stirnseite 28 eine zentrale Bohrung 21 aufweist, in der ein optisches Bauelement 23 passend aufgenommen ist. Auch hier weicht die erste Achse 22 der zentralen Bohrung 21 (die vor einer entsprechenden Bearbeitung mit der geometrischen Achse 26 der zylindrischen Lagersitzfläche 27 zusammenfällt), von der geometrischen Achse 24 des optischen Bauelementes 23 ab.

Zweckmäßigerweise haben die Bohrungen 11 und 21 einen auf den Außendurchmesser der Hülssen der optischen Bauelemente 13 und 23 abgestimmten Durchmesser, so dass die Bauelemente 13, 23 im Wesentlichen spielfrei in ihren Bohrungen 11 bzw. 21 sitzen und zusätzlich zum Beispiel durch eine dünne Klebstoffschicht fixiert werden können, die keinen Einfluss auf die Langzeitstabilität der Lage der optischen Achse hat.

Figur 1 zeigt den zusammengebauten Zustand von Rotor 10 und Stator 20, die allerdings erst nach einer Bearbeitung der Lagersitze 17 und 27 erfolgen kann. Sobald die Lagersitze 17 und 27 derart überarbeitet sind, dass ihre Achsen 16 bzw. 26 nunmehr mit den optischen Achsen 14

bzw. 24 zusammenfallen und ihre Durchmesser den Innen- bzw. Außendurchmessern der Wälzlager 31, 32 entsprechen.

5 Bevor Rotor und Stator jedoch in dieser Weise zusammengebaut werden können, sind gegenüber der in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausgangssituation die Lagersitze 17 und 27 nachbearbeitet worden, so dass ihre Achsen 16 bzw. 26 nunmehr nicht mehr mit der Achse 12 bzw. 22, sondern mit den Achsen 14 bzw. 24 zusammenfallen. Dabei sind auch die Achsen 14 und 24 entsprechend miteinander ausgerichtet.

10

Es versteht sich, dass zu diesem Zweck sowohl die zylindrische Innenfläche des Stators 20 als auch die zylindrische Außenfläche 17 des Rotors zunächst mit einem gewissen Übermaß hergestellt sind, um anschließend entsprechend dem radialen Versatz und der Verkipfung der optischen Achsen 14 bzw. 24 genügend Material abtragen zu können, so dass die endgültigen Flächen 17, 27 rotationssymmetrisch bezüglich der Achsen 14 bzw. 24 sind und gleichzeitig auch

15

den passenden Durchmesser für die Wälzlager 31, 32 haben.

Im Ergebnis erhält man einen Drehübertrager, an dem die Lagen sämtlicher Achsen zueinander eindeutig und unverrückbar fixiert sind und auch im längeren Gebrauch, durch Verschleiß, Vibration etc. praktisch unverändert bleiben, solange nicht die Wälzlager 31, 32 ausgeschlagen sind. Es sind jedoch weder dicke Klebstoffschichten noch irgendwelche Justierelemente vorhanden, die im Laufe der Zeit und bei Vibrationen oder auftretenden Kräften die optischen Achsen 14, 24 verschieben oder verkippen könnten.

20

25 Damit ist es möglich, mit sehr hoher Qualität optische Signale direkt von dem Rotor zum Stator oder umgekehrt zu übertragen.

Figur 4 ist eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher von dem Lagerabschnitt 15/Flansch 18 und dem Statorkörper 25' jeweils getrennte Aufnahmeelemente 2, 45 vorgesehen sind.

30

Auch hier erkennt man, dass die optische Achse 14 eines Bauelementes 13 von der geometrischen Achse 12 der Bohrung des Aufnahmeelementes 2 abweicht, ebenso wie auch die optische Achse 24 von der geometrischen Achse 22 des Aufnahmeelementes 45 bzw. dessen Bohrung abweicht. Zusätzlich ist hier die Achse 16 eingezeichnet, die die Rotationsachse eines (nicht dargestellten) Paares von Wälzlagern zwischen Rotor 10' und Stator 20' ist. In der dargestellten Anordnung fällt die Rotationsachse 16 mit den Achsen 12 und 22 der Aufnahmeelemente 2 bzw. 45 zusammen.

35

Figur 5 zeigt ein Bild eines teilweise zusammengesetzten Drehübertragers gemäß Figur 4, wobei an dem Aufnahmeelement 2 durch eine zusätzliche enge Schraffur die Bereiche angedeutet sind, die von den Oberflächen 6 bzw. 7 des Flansches des Aufnahmeelementes 2 abgetragen werden müssen, damit die optische Achse 14 die gewünschte Ausrichtung entlang der Rotationsachse 16 erhält.

Es ist jedoch anzumerken, dass der in Figur 5 angedeutete Bauzustand in der bevorzugten Variante tatsächlich nicht existiert, weil auch hier der Flansch des Aufnahmeelementes 2 mit Aufmaß hergestellt ist und mit diesem Aufmaß nicht in die zylindrische Aussparung im Flansch 18 des Rotors 10' hineinpassen würde. In einer Mess- und Justiereinrichtung kann jedoch der Versatz der optischen Achse 14 und ihre Verkippung bezüglich der Achse 12 des Aufnahmeelementes 2 bestimmt werden und die Flächen 6, 7 des Flansches des Aufnahmeelementes werden dann in entsprechender Weise bearbeitet, so dass die Fläche 6 senkrecht zur optischen Achse 14 verläuft und die Umfangsfläche 7 des Flansches konzentrisch und parallel zu der Achse 14 verläuft, wobei auch der Außendurchmesser des Flansches am Aufnahmeelement 2 dann mit dem Innendurchmesser der entsprechenden Aussparung am Flansch 18 des Rotors übereinstimmt, so dass Aufnahmeelement 2 und Rotor 10' in der in Figur 6 dargestellten Weise zusammengesetzt werden können. Dabei liegen die Flächen 6, 7 an den entsprechenden Flächen 6', 7' der Aussparung des Rotorflansches 18 an.

Die entsprechenden Anlageflächen 7' und 6' der Aussparung des Flansches 18 (siehe Figur 4) sind wiederum konzentrisch bzw. senkrecht zu der Rotationsachse 18, die durch den Lagersitz 17 des Lagerabschnittes 15 bestimmt wird.

Grundsätzlich wäre es selbstverständlich auch möglich, den Flansch des Aufnahmeelementes 2 von vornherein passend für die Aussparung im Flansch 18 des Rotors 10' herzustellen und statt der Anlageflächen 6, 7 auch bei dieser Ausführungsform den Lagersitz 17 zu bearbeiten, damit die optische Achse 14 mit der Rotations- und Lagerachse 16 zusammenfällt.

Figur 7 zeigt noch eine weitere Ausführungsform, bei welcher anstelle der zueinander rechtwinklig ausgerichteten Flächen 6 bzw. 7 konische Anlageflächen 8 vorgesehen sind, die es erlauben, wie es dem oberen Teilbild der Figur 7 zu entnehmen ist, Aufnahmeelement 2' und Rotor 10'' zunächst zusammenzusetzen, um die Abweichungen der Achse 14 von der Achse 12 zu messen, um dann anschließend die konischen Flächen 8 so zu bearbeiten, dass das Aufnahmeelement entsprechend verkippt und radial versetzt ist, so dass die Achse 14 mit der Lagerachse zusammenfällt.

Es versteht sich, dass die Abweichungen und Korrekturen, wie sie in den Figuren 5, 6 und 7 angedeutet sind, in der Realität wesentlich schwächer ausfallen, da die Abweichungen der Achsen 14 und 12 voneinander und analog auch der Achsen 24 und 22 voneinander wesentlich geringer sind, als in den Figuren angedeutet und damit auch die an den Anlageflächen 6, 7 und gegebenenfalls auch an den Lagersitzen 17, 27 vorzunehmenden Korrekturen wesentlich schwächer sind als in den Figuren angedeutet.

Für Zwecke der ursprünglichen Offenbarung wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Merkmale, wie sie sich aus der vorliegenden Beschreibung, den Zeichnungen und den abhängigen Ansprüchen für einen Fachmann erschließen, auch wenn sie konkret nur im Zusammenhang mit bestimmten weiteren Merkmalen beschrieben wurden, sowohl einzeln als auch in beliebigen Zusammenstellungen mit anderen der hier offenbarten Merkmale oder Merkmalsgruppen kombinierbar sind, soweit dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen wurde oder technische Gegebenheiten derartige Kombinationen unmöglich oder sinnlos machen. Auf die umfassende, explizite Darstellung sämtlicher denkbarer Merkmalskombinationen und die Betonung der Unabhängigkeit der einzelnen Merkmale voneinander wird hier nur der Kürze und der Lesbarkeit der Beschreibung wegen verzichtet.

Patentansprüche

1. Optischer Drehübertrager für die direkte Übertragung eines optischen Signals zwischen
5 einem stehenden und einem drehenden Maschinenteil, mit
einem Rotor (10), der einen Lagerabschnitt (15) mit einem ersten Lagersitz (17) aufweist,
der eine erste Lagerachse (16) definiert, wobei ein erstes optisches Bauelement (13), das
eine erste optische Achse (14) aufweist, in einer ersten Bohrung in dem Rotor aufgenom-
men ist, und
10 einem Stator (20), der einen zweiten Lagerabschnitt (25) mit einem zweiten Lagersitz (27)
aufweist, der eine zweite Lagerachse (26) definiert, wobei ein optisches Bauelement (23)
mit einer zweiten optischen Achse (24) in einer zweiten zentralen Bohrung (21) in dem
Stator (20) angeordnet ist wobei eine Hülse des optischen Bauelementes bzw. die die
Hülse passend aufnehmende erste Bohrung eine erste Achse (12) definiert, die nicht mit
15 der ersten optischen Achse zusammenfällt und wobei die ersten und zweiten optischen
Achsen mit der Rotationsachse des Rotors ausgerichtet sind **dadurch gekennzeichnet**,
dass die die Lage und Orientierung der optischen Achse bestimmenden Anlageflächen
des Rotors außerhalb der ersten Bohrung derart bearbeitet sind, dass die erste Achse
(12) gegenüber der ersten Lagerachse (16) fehlausgerichtet ist, während die erste opti-
20 sche Achse (14) mit der ersten Lagerachse (16) übereinstimmt.
2. Optischer Drehübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Lagerab-
schnitt mit dem die erste zentrale Bohrung aufweisenden Teil einstückig ausgebildet ist
und der Lagersitz (17) so bearbeitet ist, dass die erste Achse (12) gegenüber der ersten
25 Lagerachse (16) fehlausgerichtet ist, während die erste optische Achse (14) mit der ers-
ten Lagerachse (16) übereinstimmt.
3. Optischer Drehübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
ersten und zweiten Lagerachsen (16, 26) derart gegenüber den ersten bzw. zweiten Ach-
30 sen (12, 22) fehlausgerichtet sind, dass die erste optische Achse (14) mit der ersten La-
gerachse (16) übereinstimmt und die zweite optische Achse (24) mit der zweiten Lager-
achse (26) übereinstimmt, indem die die Lage und Orientierung der optischen Achse be-
stimmenden Anlageflächen des Rotors und des Lagers außerhalb der ersten und der
zweiten Bohrung derart bearbeitet sind, dass bei einem mit dem Stator (10) über die mit-
35 einander ausgerichteten ersten und zweiten Lagersitze (17, 27) zusammengebauten Ro-
tor (20) auch die ersten und zweiten optischen Achsen (14, 24) zusammenfallen.

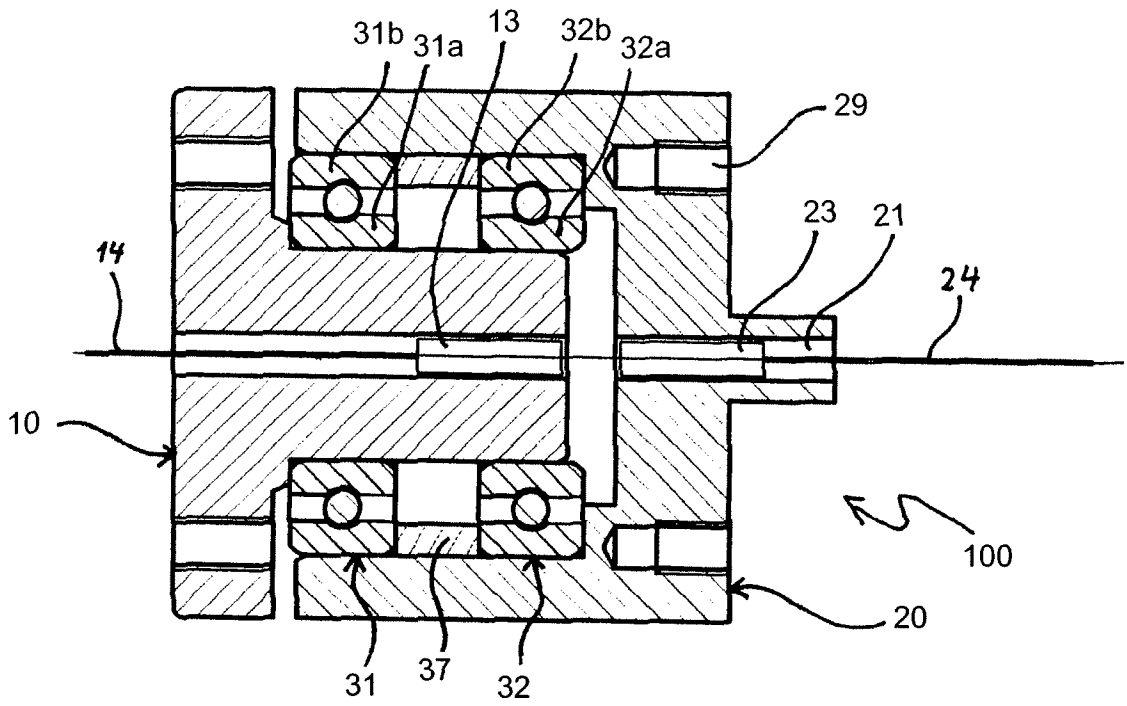
4. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten und zweiten Lagersitze (17, 27) durch Nachbearbeitung zuvor mit Übermaß hergestellter Lagersitze hergestellt sind.
- 5 5. Optischer Drehübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor ein von dem Lagerabschnitt getrenntes Aufnahmeelement aufweist, in welchem die erste Bohrung mit dem optischen Bauelement angeordnet ist, wobei Aufnahmeelement und Lagerabschnitt zueinander passende Anlageflächen aufweisen, welche bei Anlage aneinander die Lage der ersten optischen Achse und der ersten Achse festlegen, wobei die Anlageflächen bezüglich der ersten optischen Achse zentralsymmetrisch und bezüglich der Achse der ersten Bohrung fehlausgerichtet sind.
- 10
6. Optischer Drehübertrager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlageflächen jeweils eine ebene und eine dazu senkrechte zylindrische Fläche umfassen.
- 15
7. Optischer Drehübertrager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anlageflächen jeweils eine konische Fläche umfassen.
8. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Lagersitz (17) und/oder der zweite Lagersitz (25) durch erste bzw. zweite rotationssymmetrische Lagerflächen (17, 27) gebildet werden.
- 20
9. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem ersten und dem zweiten Lagersitz mindestens ein Wälzlager (31, 32) angeordnet ist.
- 25
10. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stator die Grundform eines an einer Stirnseite offenen Hohlzylinders hat, wobei eine geschlossene Stirnseite die zweite zentrale Bohrung aufweist.
- 30
11. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (20) die Form eines zylindrischen Zapfens (18) mit einer flanschartigen Erweiterung an einem Ende hat.
- 35
12. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass je ein Lagerring (19, 29) am offenen Ende des Statorzylinders und am freien Ende des Rotorzapfens zur axialen Fixierung des mindestens einen Wälzlagers vorgesehen ist.

13. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Lagersitz gegenüber der äußeren Umgebung abgedichtet ist.
- 5
14. Optischer Drehübertrager nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens einer der Lagerringe eine Aussparung zur Aufnahme einer Gleitdichtung aufweist.
- 10
15. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung für die direkte Hindurchleitung eines optischen Signals zwischen einem stehenden und einem drehenden Maschinenteil, mit
- einem Rotor (10), der einen Lagerabschnitt (15) mit einem ersten Lagersitz (17) aufweist, der eine erste Lagerachse (16) definiert, wobei ein erstes optisches Bauelement (13), das eine erste optische Achse (14) aufweist, in einer ersten Bohrung in dem Rotor aufgenommen ist, und
 - einem Stator (20), der einen zweiten Lagerabschnitt (25) mit einem zweiten Lagersitz (27) aufweist, der eine zweite Lagerachse (26) definiert, wobei ein optisches Bauelement (23) mit einer zweiten optischen Achse (24) in einer zweiten zentralen Bohrung (21) in dem Stator (20) angeordnet ist wobei die das Bauelement aufnehmende erste Bohrung eine erste Achse (12) definiert, die nicht mit der ersten optischen Achse zusammenfällt und wobei die ersten und zweiten optischen Achsen mit der Rotationsachse des Rotors ausgerichtet werden
- 15
- 20
- 25 **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ausrichtung der ersten und zweiten optischen Achsen die die Lage und Orientierung der ersten optischen Achse bestimmenden Anlageflächen des Rotors außerhalb der ersten Bohrung derart bearbeitet werden, dass die erste Achse (12) gegenüber der ersten Lagerachse (16) fehlausgerichtet ist, während die erste optische Achse (14) mit der ersten Lagerachse (16) übereinstimmt.
- 30
16. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die Lage und Orientierung der optischen Achse bestimmenden Anlageflächen des Rotors außerhalb der ersten Bohrung zunächst mit einem abzutragenden Aufmaß hergestellt werden, woraufhin die Fehlausrichtung der ersten und/oder zweiten optischen Achse bezüglich der ersten bzw. zweiten Achse erfasst und gemessen wird und abhängig von dem Ausmaß der Fehlausrichtung die mit Aufmaß hergestellten Anlageflächen derart nachbearbeitet werden, dass die nachbearbeiteten Flächen nach dem
- 35

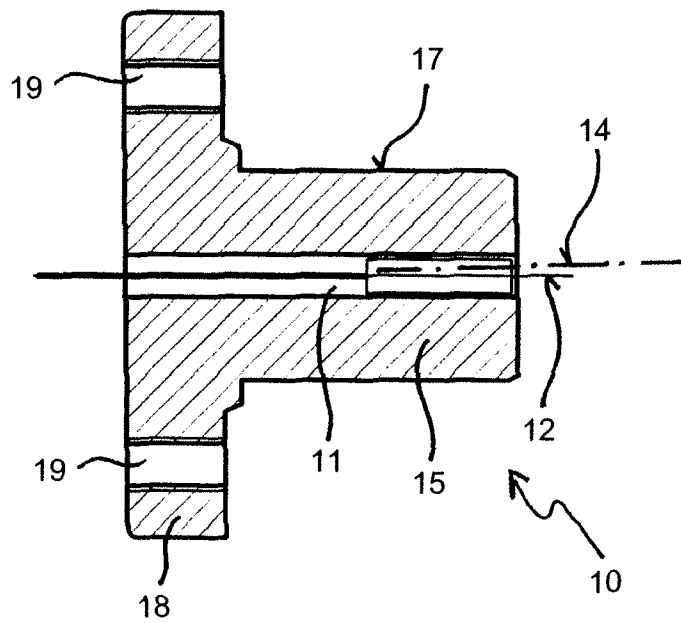
Zusammenbau des Drehübertragers bezüglich der ersten bzw. zweiten optischen Achse(n) zentralsymmetrisch und bezüglich der ersten bzw. zweiten Achse fehlausgerichtet sind.

- 5 17. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lagerabschnitt mit einem die erste Bohrung aufweisenden und das erste optische Bauelement aufnehmenden Aufnahmeelement einstückig ausgebildet wird.
- 10 18. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach einem der Ansprüche 15 - 17, dadurch gekennzeichnet, dass die zuvor mit Übermaß hergestellten Flächen die ersten und/oder zweiten Lagersitze sind.
- 15 19. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach Anspruch 15 - 18, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Lagersitz und/oder der zweite Lagersitz als erste bzw. zweite rotationssymmetrische Lagerflächen hergestellt werden.
- 20 20. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach einem der Ansprüche 15 - 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem Lagerabschnitt getrenntes Aufnahmeelement vorgesehen ist, die mit zueinander passenden Anlageflächen zusammengesetzt werden, wobei die Anlageflächen mindestens teilweise als eine ebene und eine hierzu senkrechte zylindrische Fläche hergestellt werden.
- 25 21. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach einem der Ansprüche 15 - 20, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Zusammenbau der Stator und/oder der Rotor jeweils in eine um eine Justierachse drehbare Justiervorrichtung eingespannt und derart ausgerichtet werden, dass die optische Achse (14, 24) mit der Justierachse zusammenfällt woraufhin die die Lage der optischen Achse (14, 24) bestimmenden Flächen am Rotor außerhalb der ersten Bohrung auf Endmaß und auf eine bezüglich der optischen Achse konzentrische Form bearbeitet werden.
- 30 22. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach einem der Ansprüche 15 - 21, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten und dem zweiten Lagersitz mindestens ein Wälzlager angeordnet wird.
- 35 23. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Wälzlager durch je einen Lagerring an einem Ende der Rotors und an einem Ende des Stators axial fixiert wird.

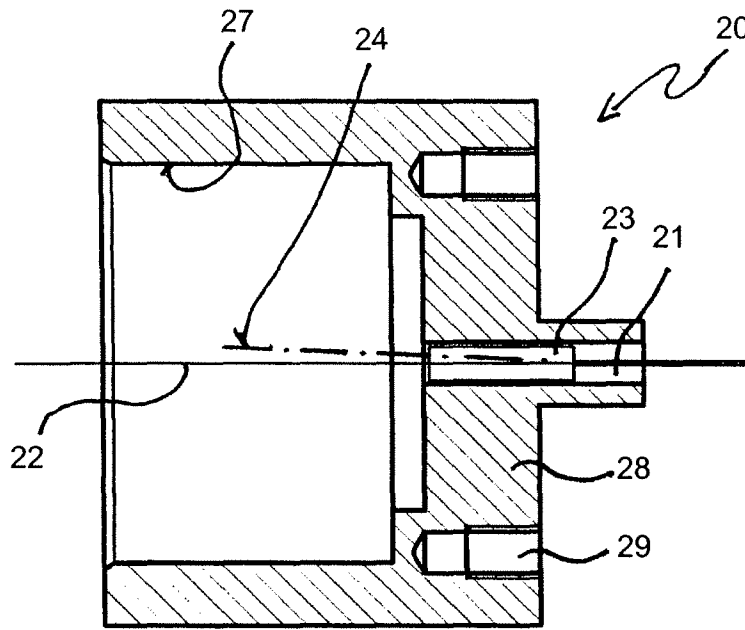
24. Verfahren zur Herstellung einer optischen Drehdurchführung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerringe sowie Rotor und Stator jeweils Gewinde aufweisen und über diese Gewinde direkt miteinander verschraubt werden



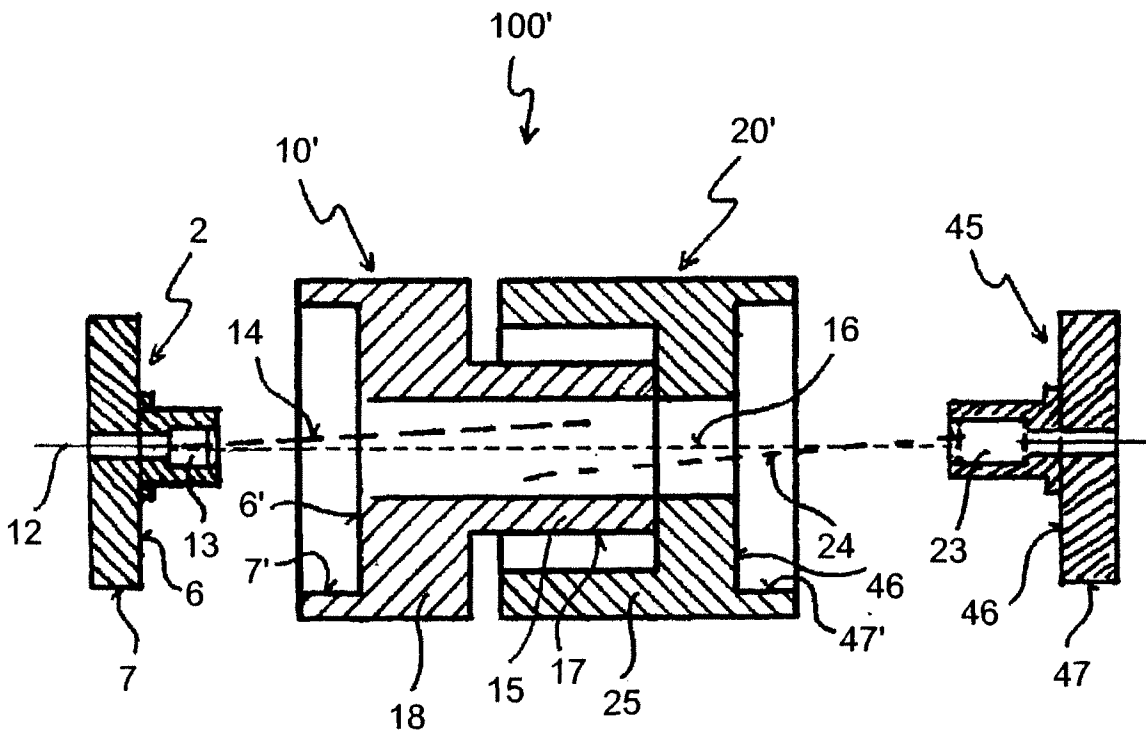
Figur 1



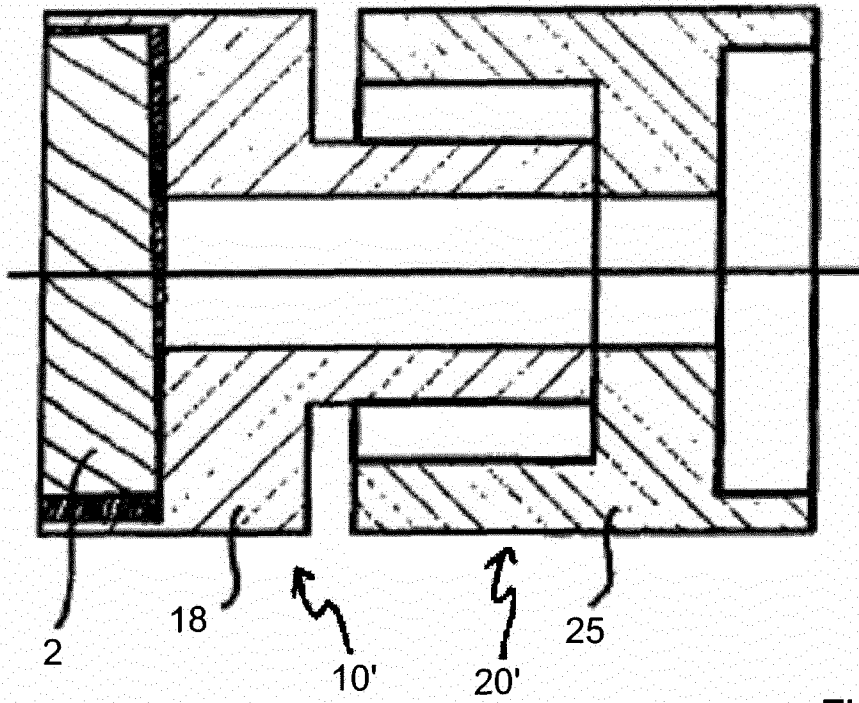
Figur 2



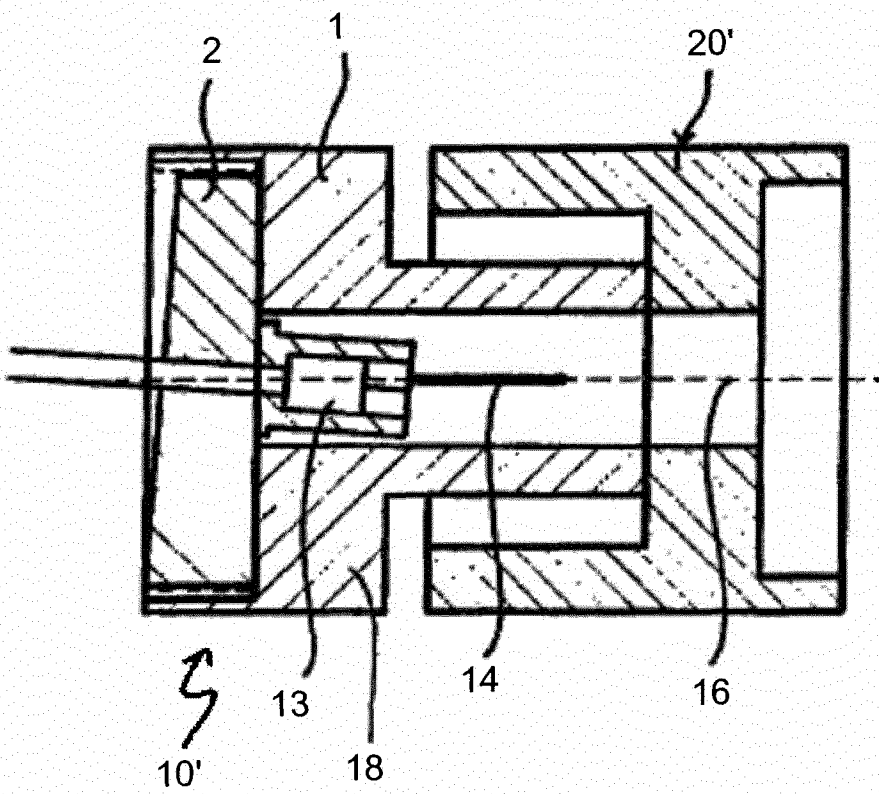
Figur 3



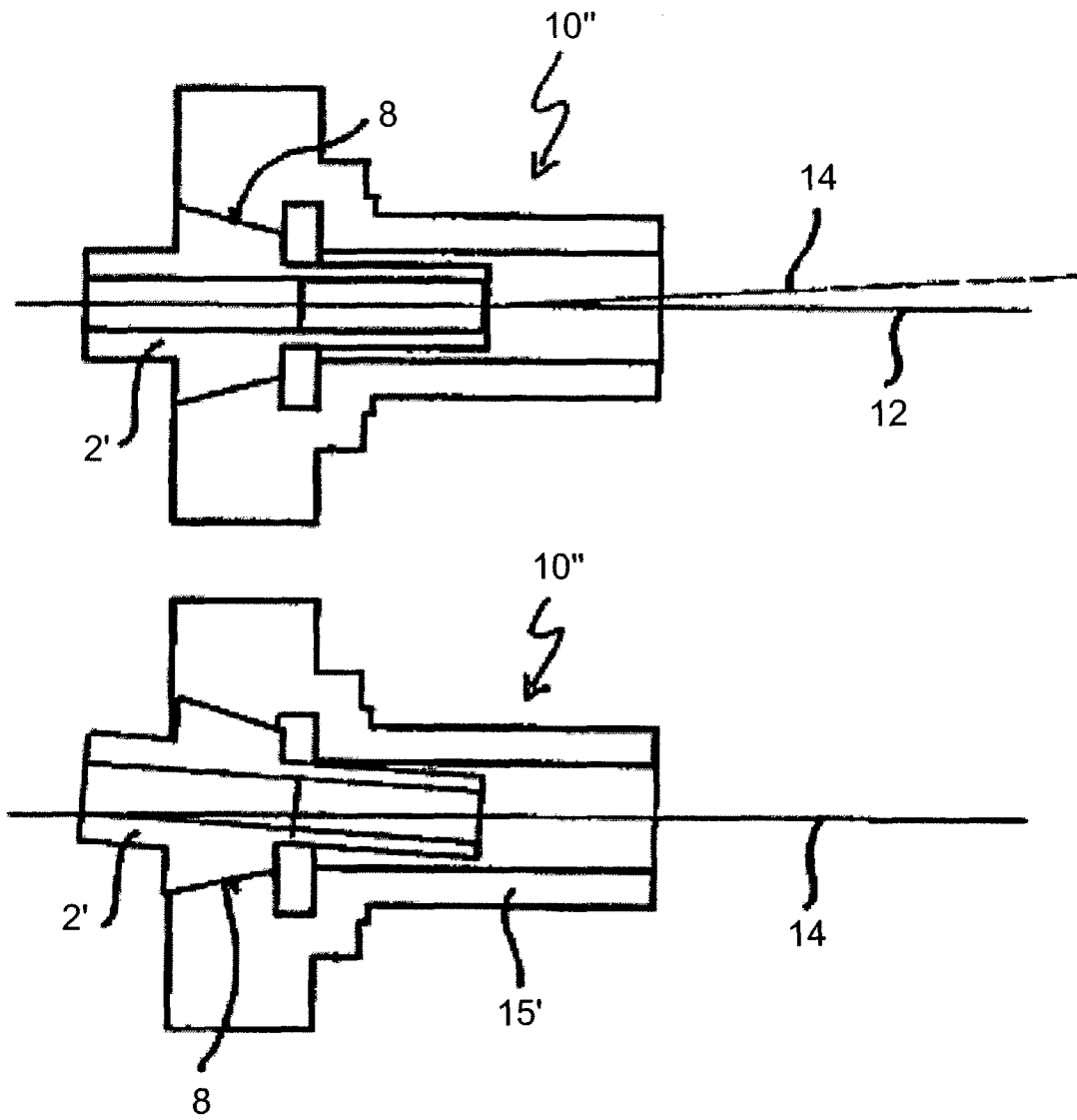
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/056049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G02B6/36
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 857 847 A1 (SCHLEIFRING UND APPBAU GMBH [DE]) 21 November 2007 (2007-11-21) the whole document	1,3,8, 10,11, 15,19,20
A	US 5 039 193 A (SNOW JAMES W [CA] ET AL) 13 August 1991 (1991-08-13) column 4, line 25 - column 9, line 18; figures 1, 3, 5	1,7,15
A	US 6 263 133 B1 (HAMM MARK A [US]) 17 July 2001 (2001-07-17) column 6, line 7 - column 7, line 5; figures 4, 4a	1,15
A	EP 0 107 035 A1 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 2 May 1984 (1984-05-02) the whole document	1,15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 8 June 2012	Date of mailing of the international search report 18/06/2012
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Wolf, Steffen
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/056049

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Patent family member(s)	Publication date
EP 1857847	A1	21-11-2007	AT	510236 T	15-06-2011
			EP	1857847 A1	21-11-2007

US 5039193	A	13-08-1991	AU	7576591 A	30-10-1991
			US	5039193 A	13-08-1991
			WO	9115791 A1	17-10-1991

US 6263133	B1	17-07-2001	CA	2367804 A1	05-10-2000
			EP	1181598 A1	27-02-2002
			JP	2002540465 A	26-11-2002
			US	6263133 B1	17-07-2001
			WO	0058766 A1	05-10-2000

EP 0107035	A1	02-05-1984	CA	1240869 A1	23-08-1988
			DE	3365150 D1	11-09-1986
			EP	0107035 A1	02-05-1984
			JP	1759877 C	20-05-1993
			JP	4024682 B	27-04-1992
			JP	59094726 A	31-05-1984
			US	4815812 A	28-03-1989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G02B6/36
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G02B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 857 847 A1 (SCHLEIFRING UND APPBAU GMBH [DE]) 21. November 2007 (2007-11-21) das ganze Dokument	1,3,8, 10,11, 15,19,20
A	US 5 039 193 A (SNOW JAMES W [CA] ET AL) 13. August 1991 (1991-08-13) Spalte 4, Zeile 25 - Spalte 9, Zeile 18; Abbildungen 1, 3, 5	1,7,15
A	US 6 263 133 B1 (HAMM MARK A [US]) 17. Juli 2001 (2001-07-17) Spalte 6, Zeile 7 - Spalte 7, Zeile 5; Abbildungen 4, 4a	1,15
A	EP 0 107 035 A1 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 2. Mai 1984 (1984-05-02) das ganze Dokument	1,15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juni 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/06/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wolf, Steffen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/056049

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1857847	A1	21-11-2007	AT 510236 T 15-06-2011 EP 1857847 A1 21-11-2007
US 5039193	A	13-08-1991	AU 7576591 A 30-10-1991 US 5039193 A 13-08-1991 WO 9115791 A1 17-10-1991
US 6263133	B1	17-07-2001	CA 2367804 A1 05-10-2000 EP 1181598 A1 27-02-2002 JP 2002540465 A 26-11-2002 US 6263133 B1 17-07-2001 WO 0058766 A1 05-10-2000
EP 0107035	A1	02-05-1984	CA 1240869 A1 23-08-1988 DE 3365150 D1 11-09-1986 EP 0107035 A1 02-05-1984 JP 1759877 C 20-05-1993 JP 4024682 B 27-04-1992 JP 59094726 A 31-05-1984 US 4815812 A 28-03-1989