



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 050 274 A1** 2007.04.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 050 274.1**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **26.04.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 6/32** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

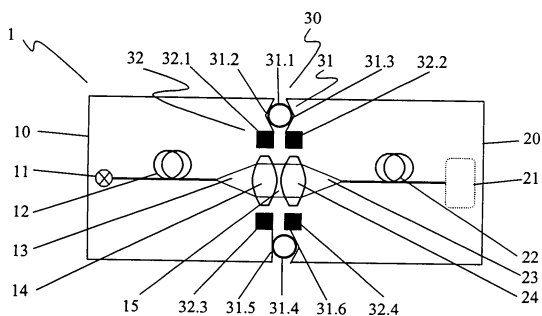
(72) Erfinder:

**Drabarek, Pawel, 75233 Tiefenbronn, DE; Strähle, Jochen, 71287 Weissach, DE; Franz, Stefan, 07747 Jena, DE; Fleischer, Matthias, 73760 Ostfildern, DE; Kochendörfer, Ralf, 71229 Leonberg, DE; Rychtarik, David, 70195 Stuttgart, DE; Fischer, Jan, 71642 Ludwigsburg, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Koppelvorrichtung für eine Lichtführung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kopplung von Strahlführungen optischer Systeme zur uni- oder bidirektionalen Übertragung von Strahlen über einen Strahlübergang zwischen den optischen Systemen mit einer Verbindungsvorrichtung und mechanischen Zentriermitteln. Dabei ist an der Verbindungsvorrichtung in einem Kopplungsbereich eine Magnetkupplung zum Bewirken einer Koppelverbindung vorgesehen. Die Zentriermittel sind in der Weise ausgebildet und an den sich gegenüberliegenden zu koppelnden optischen Systemen angeordnet, dass sie bei der durch die magnetischen Kräfte bewirkten Anziehung eine Selbstzentrierung der Strahlführungen bewirken.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kopplung von Strahlführungen optischer Systeme zur uni- oder bidirektionalen Übertragung von Strahlen über einen Strahlübergang zwischen den optischen Systemen mit einer Verbindungsvorrichtung und mechanischen Zentriermitteln.

**[0002]** Gekoppelte optische Systeme finden in vielfältiger Form Verwendung, beispielsweise in interferometrischen Messeinrichtungen. Dabei wird ein Strahl von einem optischen System der Messeinrichtung in ein weiteres optisches System geleitet. Der Strahlübergang kann als Freistrahle oder als ein in einem Lichtwellenleiter geführter Strahl erfolgen.

**Stand der Technik**

**[0003]** Die Schrift DE 198 08 273 beschreibt eine interferometrische Messeinrichtung zum Erfassen der Form rauer Oberflächen, wobei eine räumlich kohärente Strahlerzeugungseinheit vorgesehen ist, die eine zeitlich kurzkohärente und breitbandige Strahlung abgibt, und eine Trennung in einen Abschnitt mit den Komponenten eines Modulationsinterferometers und den Komponenten einer Messsonde vorgenommen und die Messsonde über eine Lichtleitfaseranordnung mit dem Modulationsinterferometer gekoppelt ist und von dem Modulationsinterferometer entfernt verwendbar ist.

**[0004]** Solche interferometrische Messeinrichtungen werden in Formmessmaschinen eingesetzt. Die Messsonde ist in einem optischen Tastarm integriert, der beispielsweise über eine Magnetkupplung austauschbar mit einer Messmaschine mechanisch verbunden ist. Ein Modulationsinterferometer als Bestandteil eines optischen Messgerätes ist ebenfalls an die Messmaschine angebunden. Die optische Verbindung zwischen dem optischen Messgerät und der Messsonde erfolgt über Lichtwellenleiter. Dabei ist ein Lichtwellenleiter als optische Verbindung zwischen der Messmaschine und der Messsonde neben dem Tastarm frei geführt. Die optische und mechanische Ankopplung des Lichtwellenleiters erfolgt über eine Steckverbindung an der Messmaschine.

**[0005]** Nachteilig bei diesem Aufbau ist, dass aufgrund der parallel zur Magnetkupplung vorliegenden Steckverbindung des Lichtwellenleiters ein automatischer Wechsel der Messsonde nicht ausgeführt werden kann. Der manuelle Wechsel ist umständlich und zeitaufwändig. Durch den frei verlaufenden Lichtwellenleiter werden beim Schwenken des Tastarms parasitäre Kräfte auf den Tastarm übertragen, weiterhin kann der Lichtwellenleiter bei Betrieb oder beim Wechsel der Messsonde leicht beschädigt werden. Verbiegen der optischen Fasern in dem Lichtwellenleiter beziehungsweise Vibrationen der Fasern relativ

zur Messsonde können optischen Einfluss auf das Messergebnis haben.

**Aufgabenstellung**

**[0006]** Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art bereitzustellen, welche die genannten Nachteile vermeidet und eine einfach lösbare optische und mechanische Kopplung optischer Systeme ermöglicht.

**Vorteile der Erfindung**

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass die Verbindungsvorrichtung in einem Kopplungsbereich eine Magnetkupplung zum Bewirken einer Koppelverbindung aufweist und dass die Zentriermittel in der Weise ausgebildet und an den sich gegenüberliegenden zu koppelnden optischen Systemen angeordnet sind, dass sie bei der durch die magnetischen Kräfte bewirkten Anziehung eine Selbstzentrierung der Strahlführungen bewirken. Die Verbindungsvorrichtung bewirkt somit sowohl die mechanische Verbindung zwischen den optischen Systemen als auch die optische Verbindung. Die Magnetkupplung ermöglicht ein leichtes Trennen und Verbinden der optischen Systeme. Die optischen Systeme können somit in einem Arbeitsschritt, dem Lösen der magnetischen Verbindung, getrennt werden. Es sind keine zusätzlichen Montageschritte, wie das Trennen einer zusätzlichen optischen Verbindung, notwendig, was einen automatisierten Wechsel eines der optischen Systeme ermöglicht. Dies ist insbesondere bei gekoppelten optischen Systemen relevant, bei denen eines der Systeme einen optischen Messkopf beziehungsweise Tastarm darstellt, der spezifisch für eine jeweilige Messaufgabe ausgetauscht werden muss. Da solche Messköpfe oder Tastarme oft auch beweglich ausgeführt sind, ist durch die in die Verbindungsvorrichtung aufgenommene optische Anbindung sicher gestellt, dass keine parasitären Kräfte, wie sie beispielsweise durch eine optische Ankopplung durch separate Lichtwellenleiter auftreten, auf den Messkopf beziehungsweise den Tastarm übertragen werden. Die in die Verbindungsvorrichtung aufgenommene Strahlführung ist im montierten Zustand von außen nicht zugänglich und somit mechanisch geschützt. Durch das Zusammenwirken der magnetischen Kräfte und der Zentriermittel wird erreicht, dass die optischen Systeme bei der Montage ausgerichtet werden und in einer definierten Position halten, so dass eine genaue gegenseitige Positionierung der optischen Systeme für einen optimierten Strahlübergang gewährleistet ist.

**[0008]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Magnetkupplung aus einer Magnetanordnung von zumindest einem im montierten Zustand einander gegenüber liegenden Paar von Magneten gebildet, wobei die Magnete als Dauermagnete

und/oder als Elektromagnete ausgeführt sind, oder die Magnetkupplung besteht aus zumindest einem Magneten und einem im montierten Zustand gegenüberliegenden magnetisch anziehbaren Material, wobei der Magnet als Dauermagnet oder als Elektromagnet ausgeführt ist.

**[0009]** Einander gegenüber liegende Dauermagnete bewirken eine starke magnetische Verbindung. Durch entsprechende Auswahl der Polarität der Dauermagnete kann bei Verwendung von mehr als einem Magnetpaar, beispielsweise bei rotationssymmetrischen Verbindungsvorrichtungen, eine definierte gegenseitige Ausrichtung der optischen Systeme bewirkt werden.

**[0010]** Bei Verwendung einer Kombination von Magneten und magnetisch anziehbaren Materialien kann beispielsweise das Gehäuse oder der Bereich der Verbindungsvorrichtung des Gehäuses eines der optischen Systeme aus einem solchen magnetisch anziehbaren Material gefertigt sein. Dadurch entfällt für eines der optischen Systeme bei der Herstellung die Bereitstellung und Montage von separaten Magneten.

**[0011]** Durch die Verwendung von Elektromagneten kann die mechanische Verbindung zwischen den optischen Systemen elektrisch geschlossen und geöffnet werden. Zur Trennung der optischen Systeme müssen daher keine magnetischen Kräfte mechanisch überwunden werden, was bei empfindlichen optischen Systemen einen schonenden Austausch ermöglicht.

**[0012]** Sind vor und nach dem Strahlübergang optisch abbildende Bauelemente angeordnet, welche in dem Strahlübergang einen kollimierten oder einen fokussierten Strahl erzeugen, so ermöglichen diese einen verlustarmen Übergang der Strahlung zwischen den optischen Systemen in Form eines Freistrahls. Sowohl ein kollimierter Strahl wie auch ein fokussierter Strahl sind invariant gegenüber einer Drehung der optischen Systeme um die optische Achse.

**[0013]** Darüber hinaus ist ein kollimierter Strahl in bestimmten Grenzen tolerant gegenüber einer gegenseitigen Verschiebung der optischen Systeme quer zur optischen Achse, was im Allgemeinen lediglich zu einer Lichtschwächung führt, wenn das in Strahlrichtung nachfolgende optische Bauelement nicht mehr den gesamten Strahlbündelquerschnitt erfasst. Eine beispielsweise interferometrische Messung wird dadurch nicht berührt.

**[0014]** Ein fokussierter Strahl ist tolerant gegenüber einer Verkipfung im Bereich des Fokuspunktes. Beide Strahlführungen ermöglichen somit in bestimmten Grenzen eine gegenseitige Abweichung der optischen Achsen der gekoppelten optischen Systeme,

was zum einen dem Ausgleich von mechanischen Toleranzen der Verbindung dient, zum anderen auch gezielt eingesetzt werden kann, wenn beispielsweise eines der optischen Systeme während einer Messung gegenüber dem anderen optischen System bewegt werden muss oder die Strahlführung in dem zweiten optischen System abweichend von der optischen Achse des ersten optischen Systems erfolgen soll.

**[0015]** Eine mechanische Rotation eines der optischen Systeme wird dadurch ermöglicht, dass die Magnetkupplung um die optische Achse der Strahlführung drehbar ausgeführt ist. Stellt das zweite optische System beispielsweise einen Messkopf mit seitlichem Lichtaustritt zu einem Prüfling dar, so kann die Position des Messpunktes durch Drehen des zweiten optischen Systems verändert werden, beispielsweise zur Abtastung der inneren Oberfläche einer zylindrischen Bohrung.

**[0016]** Dazu ist die Drehebene bevorzugt im Bereich des Strahlübergangs angeordnet, da hier die Strahlführung als Freistrahl erfolgt und, unabhängig von der gewählten Art der Strahlführung als kollimierter oder fokussierter Strahl, invariant gegenüber einer Drehung um die optische Achse ist.

**[0017]** Der Strahlübergang kann sowohl innerhalb der Magnetaordnung oder seitlich von der Magnetaordnung angeordnet sein. Eine Anordnung innerhalb der Magnete ermöglicht einen weitestgehend symmetrischen Aufbau mit entsprechend symmetrischer Kräfteverteilung, was zu einem gleich bleibenden Spalt im Bereich des Strahlübergangs zwischen den optischen Systemen führt. Die Verbindung ist sehr robust und reproduzierbar herstellbar. Es sind jedoch mehrere Magnetpaare oder ein umlaufender Ringmagnet notwendig. Eine seitliche Anordnung ermöglicht die Verwendung von nur einem Magnetpaar zur magnetischen Kupplung. Gegenüber der Anordnung innerhalb der Magnete ergeben sich weitere Freiheitsgrade bezüglich der Positionierung des optischen Übergangs. So kann dieser beispielsweise am Rand oder in einer Ecke der Verbindungsvorrichtung angeordnet sein.

**[0018]** In einer Ausgestaltung der Erfindung ist zumindest eines der optischen Systeme als Lichtwellenleiter ausgebildet ist. Dabei können zwei Lichtwellenleiter mit optisch abbildenden Bauelementen direkt miteinander verbunden werden oder es kann eine Verbindung zwischen einem optischen Lichtwellenleiter und einem als Freistrahl-Optik ausgeführten System hergestellt sein. Lichtwellenleiter ermöglichen die Zuleitung eines Strahls innerhalb eines optischen Systems, beispielsweise direkt von einer Strahlungsquelle oder von einem optischen Messsystem, zu der Verbindungsvorrichtung und anschließend zu entsprechenden optischen Bauelementen in

dem zweiten optischen System. Die Verbindungsstelle kann somit räumlich getrennt von den jeweiligen optischen Mess- und Auswertesystemen angeordnet werden.

**[0019]** Bevorzugt kann die Vorrichtung zur Kopplung optischer Systeme verwendet werden, bei denen das eine optische System ein Modulationsinterferometer aufweist und das andere optische System eine mit dem Modulationsinterferometer optisch gekoppelte Messsonde und/oder Referenzsonde aufweist. Solche Systeme werden häufig in Formmessmaschinen zur interferometrischen Erfassung der Form oder des Abstandes rauher Oberflächen eingesetzt. Dabei werden Messsonden abhängig der jeweiligen Messaufgabe und des jeweiligen Prüfobjektes eingesetzt, was einen Wechsel der Messsonden bedingt. Durch die erfindungsgemäße Verbindungsvorrichtung ist ein schneller und auch automatisierter Wechsel der Messsonde möglich, da nur die magnetische Verbindung gelöst werden muss. Findet die Messung in einer klimatisierten Kabine statt, so muss zum Wechseln der Messsonde im Vergleich zu bekannten Systemen mit einer separaten optischen Anbindung der Messsonde mit Lichtwellenleitern die Kabinentür nicht oder nur kurz geöffnet werden, was zu geringeren Temperaturschwankungen führt. Durch eine Drehlagerung kann die Messsonde entsprechend der Messaufgabe ausgerichtet werden. Sind für die Bewegung der Messsonde weitere Freiheitsgrade vorgesehen, so werden durch die Verbindungsvorrichtung keine parasitären Kräfte auf die Messsonde beziehungsweise einen die Messsonde beinhaltenden Tastarm übertragen, wie dies bei einer optischen Ankopplung der Messsonde an die Messmaschine mit einem frei verlaufenden Lichtwellenleiter der Fall ist. Zumeist ist bei einem Wechsel der Messsonde auch ein Wechsel der Referenzsonde erforderlich. Die Anbindung der Referenzsonde kann ebenfalls mit einer erfindungsgemäßen Verbindungsvorrichtung mit den bereits für die Messsonde beschriebenen Vorteilen erfolgen.

#### Zeichnungen

**[0020]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

**[0021]** **Fig. 1** in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen mit kollimiertem Strahl,

**[0022]** **Fig. 2** in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen mit fokussiertem Strahl,

**[0023]** **Fig. 3** in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen mit Drehmöglichkeit,

**[0024]** **Fig. 4** in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen mit Drehmöglichkeit in einer Formmessmaschine.

#### Ausführungsbeispiel

##### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0025]** **Fig. 1** zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen **1** mit kollimiertem Strahl. Ein erstes optisches System **10** beinhaltet eine Lichtquelle **11** und einen Lichtwellenleiter **12**, mit dem ein Strahl **13** der Lichtquelle **11** einem abbildenden Bauelement **14** in Form einer optischen Linse zugeführt wird. Ein zweites optisches System **20** enthält ein abbildendes Bauelement **24**, ebenfalls in Form einer optischen Linse, welches dem abbildenden Bauelement **14** des ersten optischen Systems **10** entlang der optischen Achse gegenüber liegend angeordnet ist, sowie einen nach geschalteten Lichtwellenleiter **22** und eine Wirkstelle **21** der Strahlung. Die Strahlung der Lichtquelle **11** wird von der Lichtquelle **11** über den Lichtwellenleiter **12** dem ersten abbildenden Bauelement **14** zugeführt, von diesem im Bereich eines Strahlübergangs **15** kollimiert, von dem nachfolgenden abbildenden Bauelement **24** auf das Ende des Lichtwellenleiters **22** fokussiert und von diesem der Wirkstelle **21** zugeführt.

**[0026]** Die mechanische Verbindung zwischen den beiden optischen Systemen **10**, **20** wird über eine Verbindungsvorrichtung **30** in Form einer Magnetkupplung **32** und eines Zentriermittels **31** erreicht. Die Magnetkupplung **32** ist in dem Ausführungsbeispiel durch zwei in dem ersten optischen System **10** angeordneten Magneten **32.1**, **32.3** und zwei in dem zweiten optischen System **20** angeordneten Magneten **32.2**, **32.4** realisiert, wobei sich jeweils ein Paar Magnete **32.1**, **32.2** und **32.3**, **32.4** über den Spalt zwischen den beiden optischen Systemen **10**, **20** gegenüber liegen. Der Verbindungsvorrichtung **30** sind weiterhin die Zentriermittel **31** in Form einer Ebene **31.5**, von Nuten **31.2**, **31.3**, **31.6** und von in die Nuten eingreifenden Zentrierkörpern **31.1**, **31.4** zugeordnet.

**[0027]** Durch die gegenseitige Anziehung der Magnete **32.1**, **32.2**, **32.3**, **32.4** wird eine magnetische Kupplung und somit lösbare mechanische Verbindung zwischen den beiden optischen Systemen **10**, **20** erreicht. Die Zentriermittel **31** bewirken dabei eine gegenseitige Zentrierung der optischen Systeme **10**, **20** dahingehend, dass die optischen Bauelemente **14**, **24** einander gegenüberliegen und so einen Strahlübergang **15** zwischen den optischen Systemen **10**, **20** ermöglichen.

**[0028]** Durch die Verbindungsvorrichtung **30** wird sowohl eine mechanische als auch eine optische Verbindung zwischen den optischen Systemen **10**, **20**

ohne zusätzlich zu montierende optische Komponenten, wie beispielsweise parallel zur Verbindungsvorrichtung frei verlaufende Lichtwellenleiter, erreicht. Ein Austausch eines der optischen Systeme **10**, **20** ist somit allein durch Trennen und erneutes Verbinden der magnetischen Kupplung ohne weitere Montageschritte möglich, was zum Beispiel einen automatisieren Wechsel eines der optischen Systeme **10**, **20** erst ermöglicht.

**[0029]** Der kollimierte Strahl ergibt einen verschiebungsinvarianten Strahlübergang **15**. Eine Versatz der optischen Systeme **10**, **20** quer zur optischen Achse des Strahlübergangs **15**, wie er durch mechanische Toleranzen der Zentriermittel **31** oder durch eine gewünschte Bewegung der optischen Systeme **10**, **20** gegeneinander verursacht sein kann, führt zu einer Strahlschwächung, hat jedoch keinen weiteren Einfluss auf beispielsweise interferometrische Messungen. Auch ein gegenseitiges Verdrehen der optischen Systeme **10**, **20** um die optische Achse hat keinen Einfluss auf den Übergang der Strahlung zwischen den optischen Systemen **10**, **20** und somit auf eine optische Messung.

**[0030]** Der Strahlübergang **15** erfolgt in dem Ausführungsbeispiel zentrisch zwischen der Magnetanordnung. Es sind jedoch auch asymmetrische Aufbauten möglich, bei denen der Strahlübergang **15** seitlich von den Magneten **32.1**, **32.2**, **32.3**, **32.4** angeordnet ist. Die Anzahl der eingesetzten Magnete **32.1**, **32.2**, **32.3**, **32.4** kann von der dargestellten Ausführung abweichen. Es können Dauermagnete oder Elektromagnete verwendet werden, letztere mit dem Vorteil, dass die magnetische Verbindung durch Schalten des entsprechenden Stromkreises geöffnet und geschlossen werden kann. Auch Kombinationen von Magneten und magnetisch anziehbaren Materialien sind möglich. So kann beispielsweise das Gehäuse eines der optischen Systeme **10**, **20** aus einem magnetisch anziehbaren Material gefertigt sein, so dass lediglich in dem gegenüberliegenden optischen System **10**, **20** entsprechende Magnete **32.1**, **32.2**, **32.3**, **32.4** vorgesehen werden müssen.

**[0031]** Die Zentriermittel **31** sind in dem Ausführungsbeispiel als ineinander greifende Kugeln, Nuten **31.2**, **31.3**, **31.6** und die Ebene **31.5** gebildet. Hierzu sind viele alternative Ausführungen, die in Verbindung mit den magnetischen Kräften zu einer statisch bestimmten Anordnung führen und wie sie in Lagerungen allgemein Verwendung finden, möglich. Beispiele hierzu sind Senkungen, Zylinder, Kegel und dergleichen. Wichtig ist, dass durch die anziehenden Kräfte der Magnete **32.1**, **32.2**, **32.3**, **32.4** über die Zentriermittel **31** eine Selbstzentrierung der optischen Systeme **10**, **20** zueinander erfolgt.

**[0032]** [Fig. 2](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlfüh-

rungen **1** mit fokussiertem Strahl. Die dargestellten Komponenten entsprechen den bereits in [Fig. 1](#) beschriebenen Komponenten. Im Gegensatz zu [Fig. 1](#) ergeben die als optische Linsen ausgeführten abbildenden Bauelemente **14**, **24** einen im Strahlübergang **15** fokussierten Strahl. Ein solcher Strahlübergang **15** ist invariant gegenüber Verdrehen der optischen Systeme **10**, **20** um die optische Achse und, in bestimmten Grenzen, gegenüber gegenseitigem Verkippen der optischen Systeme im Fokuspunkt.

**[0033]** [Fig. 3](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen mit Drehmöglichkeit in einer Erweiterung zu der in [Fig. 1](#) dargestellten Variante. Zusätzlich zu den bereits in [Fig. 1](#) beschriebenen Komponenten ist dem ersten optischen System **10** im Bereich des Strahlübergangs **15** über ein Drehlager **16** eine drehbare Aufnahme **17** zugeordnet. Angetrieben durch einen Motor **18** kann sich die drehbare Aufnahme **17** um die optische Achse des Strahlübergangs **15** drehen. Die in ihrer Funktion bereits beschriebenen, dem ersten optischen System **10** zugeordneten Komponenten Magnete **32.1**, **32.3** der Magnetkupplung **32**, die Ebene **31.5** und die Nut **31.2** des Zentriermittels **31** sind an der drehbaren Aufnahme **17** gegenüber dem zweiten optischen System **20** angeordnet und ermöglichen so in beschriebener Art die magnetische Kupplung zwischen den optischen Systemen **10**, **20**. Die Drehebene liegt im Bereich des als kollimierter Freistrahl ausgeführten Strahlübergangs **15**. Eine Drehung um die optische Achse hat daher keinen Einfluss auf den Übergang der Strahlung zwischen den optischen Systemen **10**, **20**. Alternativ hierzu ist auch ein fokussierter Strahlübergang **15**, wie er in [Fig. 2](#) dargestellt ist, möglich.

**[0034]** [Fig. 4](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Kopplung optischer Strahlführungen **1** mit Drehmöglichkeit an einer Formmessmaschine **60**. Das erste optische System **10** besteht aus einer Messmaschine **50** und einem angegliederten optischen Messgerät **40**. Das optische Messgerät **40** beinhaltet eine interferometrische Messeinrichtung in bekannter Ausführung, bestehend aus der Lichtquelle **11**, welche über einen Lichtwellenleiter **41** mit einem Modulationsinterferometer **42** optisch gekoppelt ist, einem anschließenden Lichtwellenleiter-Koppler **44** sowie einem Empfänger **43**. Der Lichtwellenleiter **12** führt die Strahlung der Lichtquelle **11** von dem Lichtwellenleiter-Koppler **44** des optischen Messgerätes **40** zu dem in der Messmaschine **50** angeordneten abbildenden Bauelement **14**. Das abbildende Bauelement **14** kollimiert den aus dem Lichtwellenleiter **12** austretenden Lichtstrahl **13** im Bereich des Strahlübergangs **15** zu dem zweiten optischen System **20** in Form eines optischen Tastarms. Die mechanische Ankopplung des optischen Tastarms an die Messmaschine **50** erfolgt in der drehbaren, bereits in [Fig. 3](#) beschriebenen Ausführung der Verbind-

dungsvorrichtung **30** mit der Magnetkupplung **32** und mit dem Zentriermittel **31**. Die Weiterleitung der Strahlung in dem zweiten optischen System **20** erfolgt als Freistrahloptik ausgeführt durch zwei abbildende Bauelemente **24, 25**, welche den Strahl auf die Oberfläche eines Prüfobjektes **52** fokussieren. Das Prüfobjekt **52** ist über eine mit der Messmaschine **50** verbundene Drehaufnahme **51** gehalten. Die von dem Prüfobjekt **52** reflektierte Strahlung wird in umgedrehter Richtung zu der eintreffenden Strahlung über die abbildenden Bauelemente **25, 24, 14** und den Lichtwellenleiter **12** dem Lichtwellenleiter-Koppler **44** und von dort dem Empfänger **43** zugeführt.

**[0035]** Die Formmessmaschine **60** ermöglicht die interferometrische Vermessung der Oberfläche des Prüfobjektes **52**. An der Verbindungsvorrichtung **30** kann das als Tastarm ausgeführte zweite optische System **20** leicht von der Messmaschine **50** getrennt werden, indem bei Verwendung von Dauermagneten die magnetischen Anziehungskräfte überwunden oder bei Verwendung von Elektromagneten diese abgeschaltet werden. Die Trennung der mechanischen Kupplung führt sofort auch zur Trennung der optische Kopplung der optischen Systeme **10, 20**. Es sind keine zusätzlichen Verbindungen zu trennen, wie sie beispielsweise bei einer optischen Ankopplung des Tastarms an die Messmaschine **50** beziehungsweise an das optische Messgerät **40** über einen parallel und frei hängend verlaufenden Lichtwellenleiter notwendig ist. Dies ermöglicht einen automatisierten Wechsel des Tastarms, wie er bei geänderten Messaufgaben notwendig sein kann. Weiterhin treten keine Störungen der interferometrischen Messung auf wie sie bei einem frei geführten Lichtwellenleiter zur optischen Anbindung des Tastarms durch parasitäre mechanische Kräfte oder durch Verformung beziehungsweise durch Vibration des Lichtwellenleiters auftreten können.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kopplung von Strahlführungen (**1**) optischer Systeme (**10, 20**) zur uni- oder bidirektionalen Übertragung von Strahlen (**13, 23**) über einen Strahlübergang (**15**) zwischen den optischen Systemen (**10, 20**) mit einer Verbindungsvorrichtung (**30**) und mechanischen Zentriermitteln (**31**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsvorrichtung (**30**) in einem Kopplungsbereich eine Magnetkupplung (**32**) zum Bewirken einer Koppelverbindung aufweist und dass die Zentriermittel (**31**) in der Weise ausgebildet und an den sich gegenüberliegenden zu koppelnden optischen Systemen (**10, 20**) angeordnet sind, dass sie bei der durch die magnetischen Kräfte bewirkten Anziehung eine Selbstzentrierung der Strahlführungen bewirken.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetkupplung (**32**) aus ei-

ner Magnetanordnung von zumindest einem im montierten Zustand einander gegenüber liegenden Paar von Magneten (**32.1, 32.2, 32.3, 32.4**) gebildet ist, wobei die Magnete (**32.1, 32.2, 32.3, 32.4**) als Dauermagnete und/oder als Elektromagnete ausgeführt sind, oder dass die Magnetkupplung (**32**) aus zumindest einem Magneten und einem im montierten Zustand gegenüberliegenden magnetisch anziehbaren Material besteht, wobei der Magnet als Dauermagnet oder als Elektromagnet ausgeführt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor und nach dem Strahlübergang (**15**) optisch abbildende Bauelemente (**14, 24**) angeordnet sind, welche in dem Strahlübergang (**15**) einen kollimierten oder einen fokussierten Strahl erzeugen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetkupplung (**32**) um die optische Achse der Strahlführung drehbar ausgeführt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehebene im Bereich des Strahlübergangs (**15**) angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlübergang (**15**) innerhalb der Magnetanordnung oder seitlich von der Magnetanordnung angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der optischen Systeme (**10, 20**) als Lichtwellenleiter (**12, 22**) ausgebildet ist.

8. Verwendung einer Vorrichtung zur Kopplung von Strahlführungen (**1**) optischer Systeme (**10, 20**) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das eine optische System (**10**) ein Modulationsinterferometer (**40**) aufweist und dass das andere optische System (**20**) eine mit dem Modulationsinterferometer (**40**) optisch gekoppelte Messsonde und/oder Referenzsonde aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

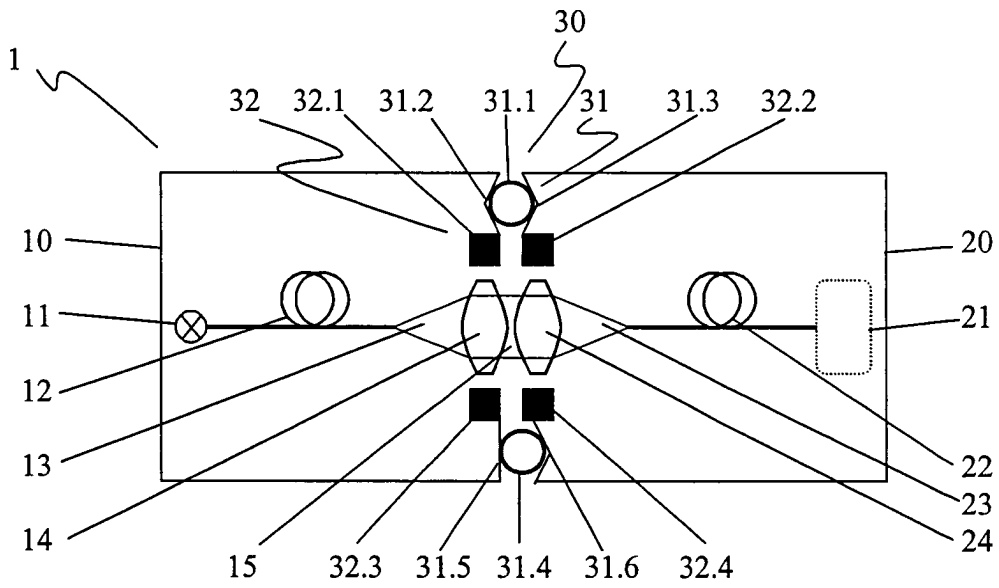


Fig. 1

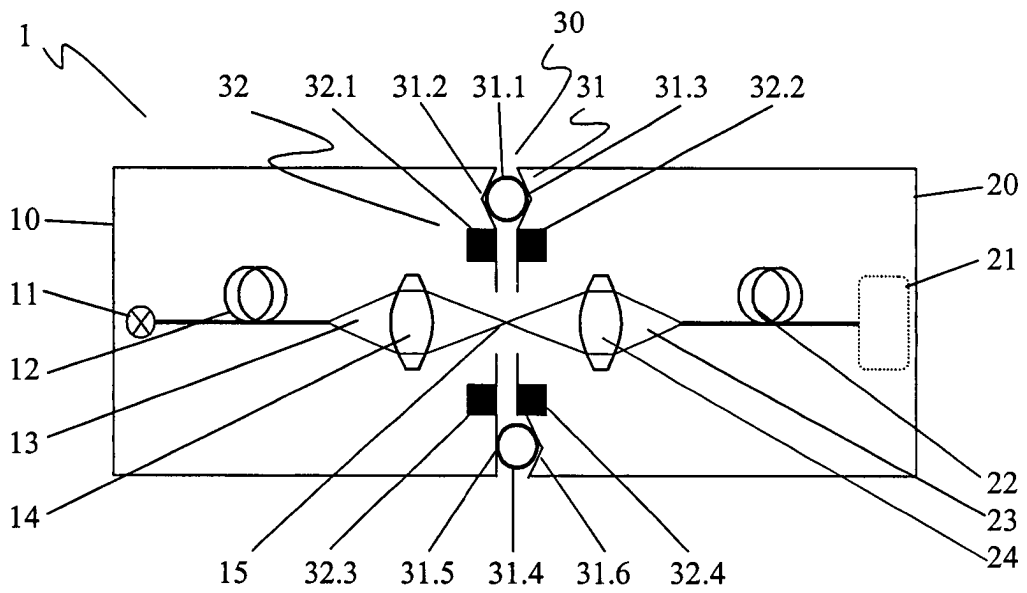


Fig. 2

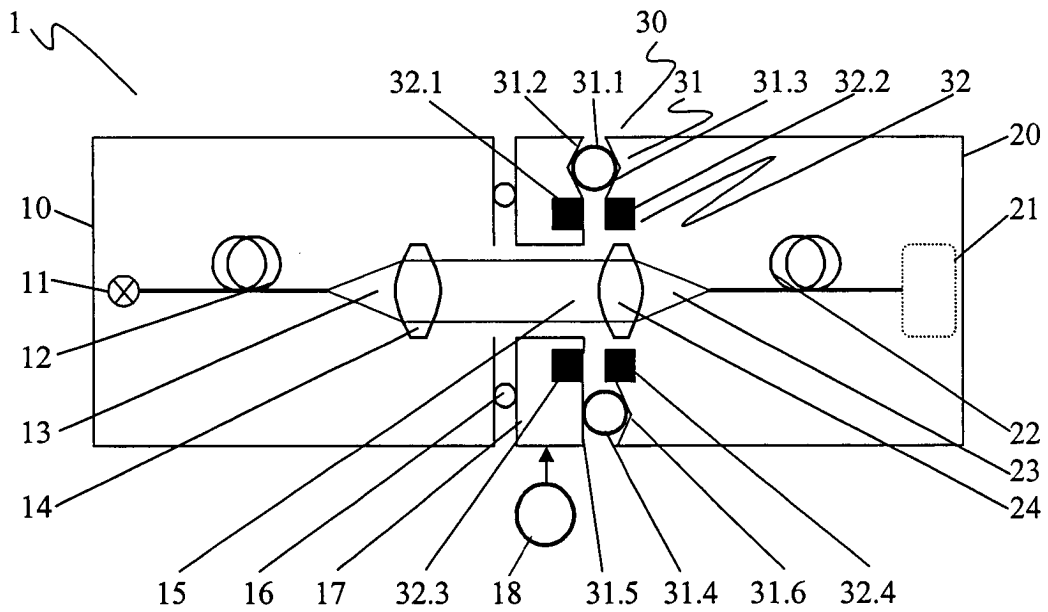


Fig. 3

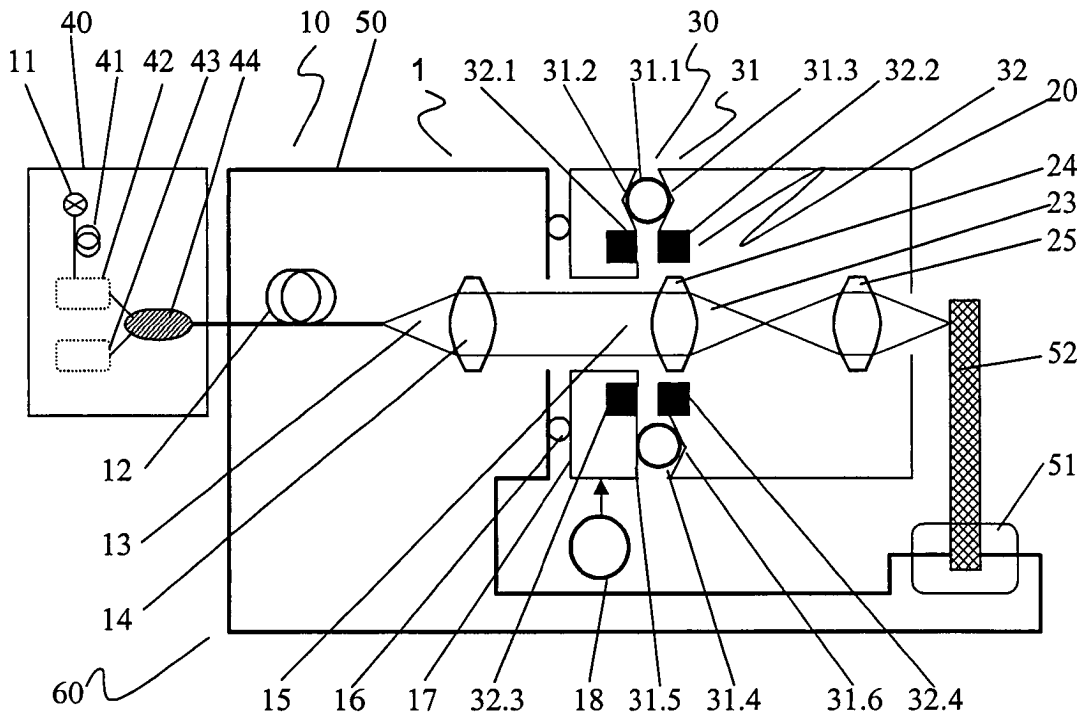


Fig. 4