

(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
3. April 2003 (03.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/027744 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 6/42**

(74) **Anwalt: MÜLLER, Wolfram, H.**; Maikowski & Ninnemann, Kurfürstendamm 54-55, 10707 Berlin (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03605

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. September 2001 (14.09.2001)

(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): JP, US.

(25) **Einreichungssprache:** Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

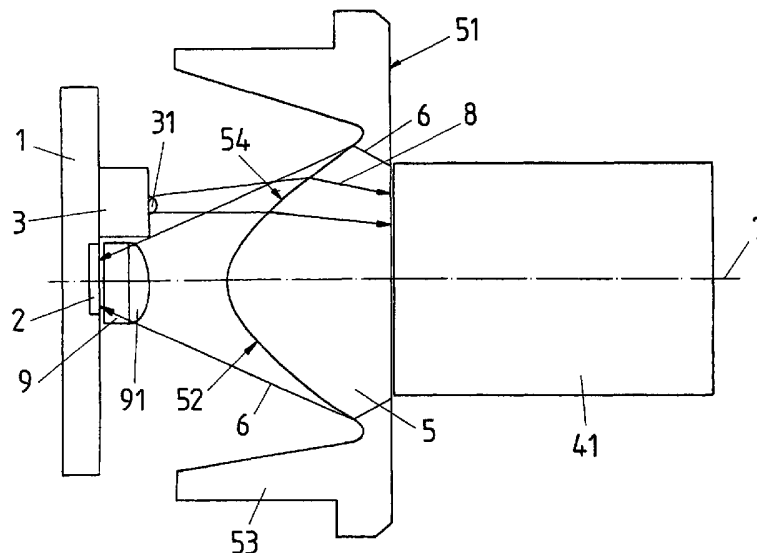
(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **SCHUNK, Nikolaus** [DE/DE]; Sohldfeld 32, 31139 Hildesheim (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** TRANSMITTER AND RECEIVER ARRANGEMENT FOR BI-DIRECTIONAL OPTIC DATA TRANSMISSION

(54) **Bezeichnung:** SENDE- UND EMPFANGSANORDNUNG FÜR EINE BIDIREKTIONALE OPTISCHE DATENÜBERTRAGUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a transmitter and receiver arrangement for bi-directional optical data transmission, especially via plastic fibre optical wave guides, comprising a transmitter element and a receiver element. According to the invention, the following elements are provided: a coupling lens (5) which images optical receiving capacity supplied by wave guide (41) onto the receiver element (2); and a micro-lens (31) which is mounted on the transmitter element (3) and which focuses radiated optical capacity from the transmitter element (3) in a forward direction, imaging it onto an edge area (54) of the coupling lens (5) from which it is injected into the wave guide. The receiver element (2) and the transmission element (1) are arranged next to each other on a substrate.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/027744 A1



(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sende- und Empfangsanordnung für eine bidirektionale optische Datenübertragung, insbesondere über Plastikfaser-Lichtwellenleiter, mit einem Sendeelement und einem Empfangselement. Erfindungsgemäß sind vorgesehen: eine Koppellinse (5), die über einen Lichtwellenleiter (41) zugeführte optische Empfangsleistung auf das Empfangselement (2) abbildet, und eine auf dem Sendeelement (3) montierte Mikrolinse (31), die abgestrahlte optische Leistung des Sendeelementes (3) nach vorne bündelt und auf einen Randbereich (54) der Koppellinse (5) abbildet, von dem sie in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird, wobei das Empfangselement (2) und das Sendeelement (1) nebeneinander auf einem Substrat angeordnet sind.

Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Sende- und Empfangsanordnung für eine bidirektionale optische Datenübertragung.

Die Erfindung betrifft eine Sende- und Empfangsanordnung für eine bidirektionale optische Datenübertragung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ihr bevorzugtes Einsatzgebiet liegt in der bidirektionalen Übertragung von Daten über Plastikfasern bzw. Polymerfasern (POF-Fasern).

Es ist bekannt, bidirektionale optische Übertragungsstrecken bei Vollduplex-Betrieb durch zwei getrennte Übertragungsfasern zu realisieren. Aus Platz- und Gewichtsgründen sowie zur Minimierung der erforderlichen Teile ist es jedoch sinnvoll, für die zu übertragenden Daten in beiden Übertragungsrichtungen nur eine Übertragungsfaser zu benutzen. Hierzu sind Sende- und Empfangsanordnungen für eine bidirektionale optische Datenübertragung erforderlich, die zum einen die von einem Sendeelement ausgesandte optische Leistung in die Übertragungsfaser einkoppeln und zum anderen die von einer anderen Sendeeinheit ausgesandte optische Leistung aus der Übertragungsfaser auskoppeln und mittels eines Empfangselementes detektieren.

Weiter ist es bekannt, bidirektionale Sende- und Empfangsanordnungen einzusetzen, bei denen das Sendeelement vor dem Empfangselement angeordnet und die Empfangsdiode von einem nur für die Empfangswellenlänge transparenten Transmissionsfilter abgedeckt wird. Ein elektrisches Übersprechen zwischen Sendeelement und Empfangselement wird dabei durch eine örtliche Trennung der beiden Elemente weitgehend verhindert.

Des weiteren sind bidirektionale Faserübertragungssysteme bekannt, bei denen das von einer Laserdiode abgestrahlte Licht in einer Achse linear polarisiert ist. Ein optisches

2

Nahnebensprechen wird durch einen Polarisator vor der Fotodiode unterdrückt. Nachteilig geht bei einem solchen System auch die Empfangsleistung in der Polarisationsrichtung verloren, so daß im Mittel nur die halbe Empfangsleistung dedektiert wird. Ein Fernnebensprechen wird dadurch eingeschränkt, daß keine Steckverbinder auf der optischen Strecke eingebaut werden dürfen und der Endreflex in Verbindung mit der Faserdämpfung in Rückwärtsrichtung so weit reduziert wird, daß ein ausreichender Störabstand zur Detektionsschwelle gegeben ist. Das Empfangselement wird dabei nachteilig nicht auf die minimal mögliche Empfangsleistung ausgelegt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sende- und Empfangsanordnung für eine bidirektionale optische Datenübertragung zur Verfügung zu stellen, die ohne die angegebenen Nachteile des Standes der Technik auskommt, insbesondere eine Anordnung eines Sendeelementes und eines Empfangselementes nebeneinander auf einem Substrat ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Sende- und Empfangsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Danach zeichnet sich die erfindungsgemäße Lösung dadurch aus, daß zum einen eine Koppellinse vorgesehen ist, die über einen Lichtwellenleiter zugeführte optische Empfangsleistung auf das Empfangselement abbildet. Zum anderen ist auf dem Sendeelement eine Mikrolinse aufmontiert, die die abgestrahlte optische Leistung des Sendeelementes nach vorne bündelt und auf einen Randbereich der Koppellinse abbildet, von dem sie in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Das Sendeelement und das Empfangselement sind dabei nebeneinander auf einem Substrat angeordnet.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht somit vor, das von dem Sendeelement ausgestrahlte Licht mittels einer Mikrolinse, die sich auf dem Sendeelement befindet, auf einen Randbereich der Koppellinse abzubilden, während die Empfangsleistung von der Koppellinse auf das Empfangselement abgebildet wird. Auf diese Weise erfolgt eine Trennung der Sende- und Empfangsleistung trotz Anordnung von Sende- und Empfangselement nebeneinander auf einem Substrat. Die erfindungsgemäße Lösung stellt damit einen Aufbau einer Sende- und Empfangsanordnung zur Verfügung, bei dem das Sende- und das Empfangselement nebeneinander auf einem Substrat angeordnet sein können. Dies ermöglicht eine einfachere und kostengünstigere Herstellung der Sende- und Empfangsanordnung.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist das Empfangselement einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Faserkerndurchmesser des angekoppelten Lichtwellenleiters. Bevorzugt liegt der Durchmesser des Empfangselementes, bei dem es sich insbesondere um eine Fotodiode handelt, im Bereich des halben Faserkerndurchmessers oder darunter. Dies weist den Vorteil auf, daß die Fotodiodenkapazität klein ist und in Verbindung mit einem hohen Transimpedanzwiderstand eines Vorverstärkers eine hohe Empfängerempfindlichkeit erreicht wird.

Neben dem Empfangselement ist in geringem Abstand das Sendeelement auf dem Trägersubstrat montiert. Dabei liegen das Empfangselement und das Sendeelement bevorzugt innerhalb der projizierten Querschnittsfläche des Faserkerns des angekoppelten Lichtwellenleiters. Dies gewährleistet einen hohen Kopplungsgrad bei der Ein- bzw. Auskopplung von Sende- bzw. Empfangsleistung in den Faserkern.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei der Koppellinse um eine asphärische Linse, d. h. eine Linse, bei der die Linsenfläche asphärisch gewölbt ist.

Die Koppellinse ist auf ihrer dem Sende- und Empfangselement abgewandten Seite plan geschliffen, so daß ein Lichtwellenleiter mit seiner Stirnfläche unmittelbar an der Koppellinse angekoppelt werden kann. Die Verwendung einer asphärischen Linse weist den Vorteil auf, daß aus dem Faserkern des Lichtwellenleiters austretendes, divergierendes Licht auch in den Randbereichen auf das Empfangselement abgebildet werden kann.

Bevorzugt weist auch die auf dem Sendeelement angeordnete Mikrolinse eine asphärische Wölbung auf, um das abgestrahlte Licht auf einen begrenzten Randbereich der bevorzugt asphärischen Koppellinse abbilden zu können.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Koppellinse bifokal ausgebildet, wobei die Koppellinse im Einkopplungsbereich der optischen Leistung des Sendeelementes eine zweite Linse ausbildet. Hierdurch wird die Einkopplung der Sendeleistung in die Faser maximiert. Die Koppellinse ist demnach derart ausgeführt, daß sie in erster Linie die optische Empfangsleistung auf das Empfangselement bündelt und in einem kleinen Randbereich die Sendeleistung des Sendeelementes maximal in die Faser einkoppelt.

In einer alternativen Weiterbildung der Erfindung bildet die Koppellinse einen kurzen Wellenleiteransatz aus, der sich in Richtung des Sendeelementes erstreckt. Der Wellenleiteransatz ist dabei bevorzugt an seinem Ende mit einer Sammellinse versehen. Aufgrund der kurzen Entfernung zwischen dem Sendeelement mit der Mikrolinse und dem Wellenleiteransatz können bei diesem Ausführungsbeispiel Ankoppelverluste äußerst gering gehalten werden.

Sofern zur bidirektionalen optischen Datenübertragung unterschiedliche Wellenlängen verwendet werden, wird eine unerwünschte Reflexion der Sendeleistung an den Linsenendflächen sowie an der Stirnfläche der Lichtfaser

bevorzugt durch ein farbiges Transmissionsfilter, in das bezüglich der Empfangswellenlänge lichtdurchlässig ist, von dem Empfangselement ferngehalten. Das Transmissionsfilter ist dabei über dem Empfangselement angeordnet. Durch Verwendung eines Transmissionsfilters können Störsignale soweit unterdrückt werden, daß kein Einfluß auf die Bitfehlerrate und damit die Empfängerempfindlichkeit des Empfangselementes besteht.

Bevorzugt ist das Transmissionsfilter zusätzlich als Sammellinse ausgebildet, so daß empfangene Strahlung noch besser auf das Empfangselement abgebildet wird.

Sofern die Sende- und Empfangsanordnung Lichtsignale gleicher Wellenlänge für die bidirektionale Datenübertragung verwendet, so ist dafür zu sorgen, daß kein oder nur sehr geringfügig direktes Licht oder Streulicht des Sendeelementes auf das Empfangselement überspricht. Hierzu ist dem Empfangselement bevorzugt ein Dämpfungsfilter zugeordnet, der Licht der Sendediode von dem Empfangselement fernhalten soll. Das Dämpfungsfilter ist dabei bevorzugt als für die Sendewellenlänge nicht transparenter Ring ausgebildet, der um das Empfangselement herum angeordnet ist. Der Ring erstreckt sich dabei bevorzugt über eine bestimmte Höhe in Richtung der Koppellinse, stellt somit gewissermaßen einen Schutzwall um das Empfangselement dar. Dadurch wird insbesondere ein direktes seitliches Übersprechen vom Sendeelement zum Empfangselement verhindert.

Weiter kann vorgesehen sein, daß der Ring in Teilbereichen Verdickungen aufweist, insbesondere um reflektierte Leistungen vom Frontreflex bzw. von der Endfläche der asphärischen Koppellinse zu unterdrücken.

Der für die Sendewellenlänge nicht transparente Ring ist bevorzugt mit einem transparenten Transmissionsfilter verbunden, das auf dem Empfangselement angeordnet ist. Das

transparente Filter ist dabei bevorzugt als Linse ausgebildet, die sich vor dem Empfangselement befindet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist unmittelbar neben dem Empfangselement ein bevorzugt baugleiches zweites Empfangselement auf dem Substrat angeordnet oder in diesem ausgebildet, das mit einer optisch nicht transparenten Schicht abgedeckt ist. Dabei ist den beiden Empfangseinheiten eine Auswertschaltung zugeordnet, die durch Differenzbildung der jeweiligen Signale das elektrische Übersprechen sehr stark reduziert bzw. idealerweise eliminiert. Die Differenzauswertung beruht darauf, daß das zweite Empfangselement ausschließlich Störstrahlung detektiert.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangsanordnung;

Fig. 2a eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangsanordnung mit einem Sendeelement und zwei Empfangselementen;

Fig. 2b in Draufsicht das Ausführungsbeispiel der Fig. 2a, wobei das eine Empfangselement von einem Transmissionsfilter abgedeckt ist;

Fig. 2c das dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2b entsprechende Gegenstück einer Sende- und Empfangsanordnung bei einer bidirektionalen Übertragungsstrecke;

Fig. 2d in Draufsicht ein drittes Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangseinheit, die bei Verwendung

gleicher Wellenlängen für den Sende- und Empfangspfad einsetzbar ist, wobei das eine Empfangselement von einem nicht transparenten Ring umgeben ist;

Fig. 3 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Sende- und Empfangselementes in Schnittdarstellung, wobei die Sende- und Empfangsanordnung eine bifokale Koppellinse aufweist;

Fig. 4 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Sende- und Empfangselementes in Schnittdarstellung mit einer alternativen Ausgestaltung einer bifokalen Koppellinse und

Fig. 5 ein sechstes Ausführungsbeispiel einer Sende- und Empfangsanordnung in Schnittdarstellung, wobei eine Koppellinse einen Wellenleiteransatz ausbildet.

Figur 1 zeigt den grundlegenden Aufbau der vorliegenden Sende- und Empfangsanordnung. In einem bevorzugt aus Silizium bestehendes Substrat 1 ist eine als Empfangselement dienende Fotodiode 2 in an sich bekannter Weise realisiert. Neben der Fotodiode 2 ist ein Sendeelement 3 auf dem Substrat 1 angeordnet, bei dem es sich beispielsweise um eine Leuchtdiode (LED, RCLED (Resonant Cavity LED)) oder eine Laserdiode (insbesondere eine VCSEL-Laserdiode) handelt. Alternativ kann die Fotodiode 2 auf einem gesonderten Chip ausgebildet und auf dem Substrat 1 angeordnet sein.

Zur Kopplung der Fotodiode 2 und des Sendeelementes 3 mit dem Faserkern 41 einer nicht weiter dargestellten optischen Faser ist eine Koppellinse 5 vorgesehen. Bei der optischen Faser handelt es sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um eine Plastik/Polymerfaser (POF-Faser) mit einem POF-Faserkern 41, der beispielsweise einen Durchmesser von 980 μm aufweist.

Die Koppellinse 5 besteht aus einem für die betrachteten Wellenlängen transparenten Material. Es handelt sich beispielsweise um eine Glas- oder Plastiklinse. Sie ist auf ihrer dem Substrat 1 abgewandten Seite 51 plan geschliffen, so daß der POF-Faserkern 41 unmittelbar an diese ebene Fläche 51 der Koppellinse 5 ankoppeln kann. Grundsätzlich kann jedoch auch vorgesehen sein, zwischen die Koppellinse 5 und den POF-Faserkern weitere strahlformende Elemente oder Zwischenstücke einzubringen.

Auf ihrer dem Substrat 1 zugewandten Seite 52 ist die Koppellinse 5 asphärisch ausgebildet, d. h. sie weist eine von der Kreisform abweichende Form auf. Hierdurch wird aus dem Faserkern 41 austretendes, divergierendes Licht 6 derart abgelenkt, daß es ausschließlich auf die Fotodiode 2 fällt, dagegen im wesentlichen keine Strahlung auf das Sendeelement 3 gelenkt wird.

An seinem Umfang bzw. Rand weist die Koppellinse 5 Ausricht- und Aufnahmestrukturen 53 auf, die eine passive Ankopplung der Koppellinse 5 an ein Gehäuse (nicht dargestellt) ermöglichen, das die Sende- und Empfangsanordnung umgibt.

Die Koppellinse 5 ist bevorzugt antireflexbeschichtet, um Reflexionen an der Koppellinse zu minimieren.

Die geometrische Anordnung der einzelnen Elemente ist derart, daß die optische Achse 7 des Faserkerns 41 mit der optischen Achse der Koppellinse 5 und der Achse der Fotodiode 2 übereinstimmt, diese Elemente also mittig aufeinander ausgerichtet sind. Dementsprechend befindet sich das Sendeelement 3 außermittig neben der Fotodiode 2 auf dem Substrat 1. Die Größenverhältnisse sind dabei derart, daß der Durchmesser der Fotodiode 2 kleiner ist als der halbe Faserkerndurchmesser. Bei entsprechend kleiner Fotodiodenquerschnittsfläche befindet sich das Sendeelement 3 dabei noch innerhalb der projizierten Querschnittsfläche des

Faserkerns, wie noch an Hand der Figur 2 ersichtlich sein wird.

Auf dem Sendeelement 3 befindet sich unmittelbar eine Mikrolinse 31, die ebenfalls als sphärische Linse ausgebildet ist. Die Mikrolinse 31 bündelt die nach vorn abgestrahlte optische Leistung des Sendeelementes 3 derart, daß die optische Leistung des Sendeelementes 3 auf einen kleinen Randbereich 54 der Koppellinse fällt. Von diesem Randbereich 54 wird das von dem Sendeelement 3 ausgestrahlte Licht wie durch die Pfeile 8 angedeutet in den Faserkern 41 eingekoppelt.

Die Faser bevorzugt ist eine Multimode-Faser.

Auf der Fotodiode 2 befindet sich ein Transmissionsfilter 9, das eine gewölbte Fläche 91 aufweist und damit zusätzlich als Sammellinse wirkt. Das Transmissionsfilter 9 ist nur für eine bestimmte, zu detektierende Wellenlänge, die aus dem Faserkern 41 ausgekoppelt wird, durchlässig. Alternativ filtert sie zumindest die Wellenlänge des Sendeelements 3 heraus.

Durch das Transmissionsfilter 9 wird ein optisches Übersprechen von dem Sendeelement 3 ausgesandter Signale auf die Fotodiode 2 verhindert. So filtert das Transmissionsfilter Streulicht des Sendeelementes an der Vorderseite und Hinterseite der Koppellinse 5 oder Reflexionen an Faserkopplungen oder vom Ende der Übertragungsstrecke weitgehend heraus. Auch ein eventuelles direktes Übersprechen wird verhindert.

Das Sendeelement 3 sendet beispielsweise rotes Licht aus. Dagegen empfängt die Fotodiode grünes Licht, das von einem an dem anderen Ende der bidirektionalen Übertragungsstrecke angeordneten, grünes Licht aussendenden Sendeelementes ausgestrahlt wird. Die asphärische Koppellinse 5 ist derart

ausgeführt, daß die Empfangsleistung am Ende der Faser-Übertragungsstrecke optimal auf die Fotodiode 2 abgebildet wird. Mit der Mikrolinse 31, die direkt und unmittelbar über der Emissionsfläche des Sendeelementes 3 das emittierte Licht der Sendequelle bündelt, wird die gesamte abgestrahlte Leistung auf einen möglichst kleinen Teil der Koppellinse 4 abgebildet.

Figur 2a zeigt den Aufbau eines bidirektionalen Sende- und Empfangselementes in Frontansicht, wobei der Transmissionsfilter noch nicht dargestellt ist. Das Substrat 1 ist ein anisotropgeätztes Si-Substrat, in dem zwei Fotodioden 2, 22 ausgebildet sind. Die rechte Fotodiode 22 ist dabei mit einer optisch nicht transparenten Schicht abgedeckt. Durch Auswertung der Differenz der von den beiden Fotodioden 2, 22 detektierten Signale können durch ungewünschte Störstrahlung verursachte Störsignale erkannt und mittels einer Differenzschaltung von dem Nutzsignal entfernt werden. Somit wird das elektrische Übersprechen sehr stark reduziert.

Das optische Sendeelement 3 ist in schräger Anordnung auf der Oberfläche des Substrats 1 angeordnet. Der POF-Faserkern 41 gemäß Figur 1 weist einen Durchmesser derart auf, daß die projizierte Faserkernstirnfläche 42 eine Größe besitzt, so daß sich sowohl die eine Fotodiode 2 als auch das optische Sendeelement 3 innerhalb dieser projizierten Stirnfläche befinden.

Durch Anordnung der optischen Sendequelle 3 schräg auf dem Substrat 1 wird der Platz zwischen den beiden Fotodioden 2, 22 optimal ausgenutzt und ein möglichst tiefer Einbau des optischen Sendeelementes 3 in die projizierte Faserkernstirnfläche 42 erreicht. Figur 2a zeigt das optische Sendeelement noch ohne Mikrolinse. Über Leitungszuführungen 32 und einen Buntdraht 33 wird das Sendeelement 3 nach an sich bekannter Weise kontaktiert, wobei eine optisch aktive

Fläche 34 ein Lichtsignal abstrahlt, das gemäß einem zu übertragenden Datensignal moduliert ist.

Gemäß Figur 2b ist der optischen aktiven Fläche 34 des Sendeelementes 3 eine asphärische Mikrolinse 31 zugeordnet. Gleichzeitig befindet sich oberhalb und seitlich der einen Fotodiode 2 ein Transmissionsfilter 9. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sendet das Sendeelement 3 rotes Licht aus, während das Empfangselement 2 grünes Licht detektiert und der Transmissionsfilter dementsprechend als Grünfilter ausgebildet ist. Der grüne Transmissionsfilter 9 unterdrückt dabei, wie im Bezug auf Figur 1 erläutert, ein optisches Übersprechen.

Das Ausführungsbeispiel der Figur 2c entspricht dem Ausführungsbeispiel der Figur 2b, wobei der zugehörige, auf der anderen Seite einer bidirektionalen Übertragungsstrecke angeordnete Transceiver dargestellt ist, der grünes Licht aussendet und rotes Licht empfängt, wie durch die unterschiedlichen Strichfarben angedeutet.

Die Figur 2d zeigt eine mögliche Ausbildung der Sende- und Empfangsanordnung für den Fall, daß für die bidirektionale Datenübertragung nur eine Wellenlänge verwendet wird. Das Transmissionsfilter 9' ist für diesen Fall lediglich als transparente Sammellinse ausgebildet und kann alternativ ganz wegfallen. Um ein optisches Übersprechen direkt von dem Sendeelement 3 auf die Fotodiode 2 zu verhindern, ist ein abstehender lichtabsorbierender Dämpfungsring 10 auf dem Substrat 1 angeordnet, der die Fotodiode 2 umgibt. Dadurch wird insbesondere ein direktes Übersprechen vom Sendeelement 3 auf das Empfangselement 2 verhindert.

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die asphärische Linse 5' bifokal ausgebildet ist. Dabei ist in dem Bereich, in dem von dem Sendeelement 3 bzw. der Mikrolinse 31 ausgestrahlte Strahlung auf die

Kopplungslinse fällt, eine Zweitlinse 55' in der Koppellinse 5' ausgebildet. Die Zweitlinse 55' koppelt in einem kleinen Bereich die Sendeleistungen des Sendeelements 3 maximal in den Faserkern 41 ein. In dem Ausführungsbeispiel der Figur 3 ist die Zweitlinse 55' dabei nach innen ausgeführt. Dies kann bei sich aufweitendem Sendestrahл jedoch ungünstig sein, da die Linse mit sich aufweitendem Sendestrahл um so größer wird und damit zunehmend Empfangsleistung verlorengelht.

Figur 4 zeigt eine alternative Ausbildung einer Zusatzlinse 55'', bei der die Zusatzlinse 55'' außen auf der Oberfläche der asphärischen Koppellinse 5'' ausgeführt ist. Ansonsten ergeben sich keine Unterschiede zu den Ausführungsbeispielen der Figur 3 bzw. Figur 1.

Figur 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Sende- und Empfangselementes bzw. Transceivers, bei der eine Lichteinkopplung von dem Sendeelement 3 in die Koppellinse 5''' und weiter in den Faserkern 41 über einen kurzen Wellenleiteransatz 56 erfolgt, der sich von der Oberfläche der Koppellinse 5''' in Richtung der Mikrolinse 31 des Sendeelementes 3 erstreckt. Der Wellenleiteransatz 56 ist dabei an seinem Ende mit einer Linse 56' ausgeführt.

Aufgrund der kurzen Entfernung zwischen Mikrolinse 31 und dem Wellenleiteransatz 56 können die Ankoppelverluste sehr gering gehalten werden. Einhergehend mit dem besseren Koppelwirkungsgrad steigen jedoch auch die Anforderungen an die Koppelgenauigkeit. Das Sendeelement 3 sollte daher in möglichst präzisiertem Abstand zur optischen Achse 7 und mit einem genau eingehaltenen Winkel auf dem Si-Substrat 1 aufmontiert werden (vgl. Figur 2a). Zusätzlich sollte die Koppellinse eine Uhrzeitmarkierung aufweisen, damit eine möglichst genaue Kopplung unter Verwendung bildunterstützender Verfahren möglich ist.

Patentansprüche

1. Sende- und Empfangsanordnung für eine bidirektionale optische Datenübertragung, insbesondere über Plastikfaser-Lichtwellenleiter, mit einem Sendeelement und einem Empfangselement,

gekennzeichnet durch

- eine Koppellinse (5), die über einen Lichtwellenleiter (41) zugeführte optische Empfangsleistung auf das Empfangselement (2) abbildet und
- eine auf dem Sendeelement (3) montierte Mikrolinse (31), die abgestrahlte optische Leistung des Sendeelementes (3) nach vorne bündelt und auf einen Randbereich (54) der Koppellinse (5) abbildet, von dem sie in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird,
- wobei das Empfangselement (2) und das Sendeelement (1) nebeneinander auf einem Substrat (1) angeordnet sind.

2. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Empfangselement (2) einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als der Faserkerndurchmesser des angekoppelten Lichtwellenleiters, insbesondere kleiner oder gleich dem halben Faserkerndurchmesser ist.

3. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Sendeelement (3) unmittelbar neben dem Empfangselement (2) angeordnet ist und sich beide innerhalb der projizierten Querschnittsfläche (42) des Faserkerns (41) des angekoppelten Lichtwellenleiters befinden.

4. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppellinse (5) eine asphärische Linse ist.

5. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrolinse (31) eine asphärische Linse ist.
6. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppellinse (5', 5'') bifokal ausgebildet ist, wobei die Koppellinse im Einkoppelbereich der optischen Leistung des Sendeelementes eine Zweitlinse (55', 55'') ausbildet.
7. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppellinse (5''') einen kurzen Wellenleiteransatz (56) ausbildet, der sich in Richtung des Sendeelements erstreckt.
8. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenleiteransatz (56) an seinem dem Sendeelement (3) zugewandten Ende eine Linse (56') aufweist.
9. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Sende- und Empfangsanordnung Licht einer ersten Wellenlänge aussendet und Licht einer zweiten Wellenlänge empfängt, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Empfangselement (2) ein Transmissionsfilter (9) angeordnet ist, der für Licht der ersten Wellenlänge nicht transparent ist.
10. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Transmissionsfilter (9) gleichzeitig eine Sammellinse ist bzw. aufweist.
11. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Sendeelement (3) ausgesandte Licht grünes Licht oder rotes Licht, das vom Empfangselement (2) empfangene Licht rotes Licht oder grünes

Licht und der Transmissionsfilter (9) ein Rotfilter oder ein Grünfilter ist.

12. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Sende- und Empfangsanordnung Licht der gleichen Wellenlänge aussendet und empfängt, dadurch gekennzeichnet, daß dem Empfangselement ein Dämpfungsfilter (10) zugeordnet ist, der das Empfangselement (2) vor von dem Sendelement (3) ausgesandtem Licht schützt.

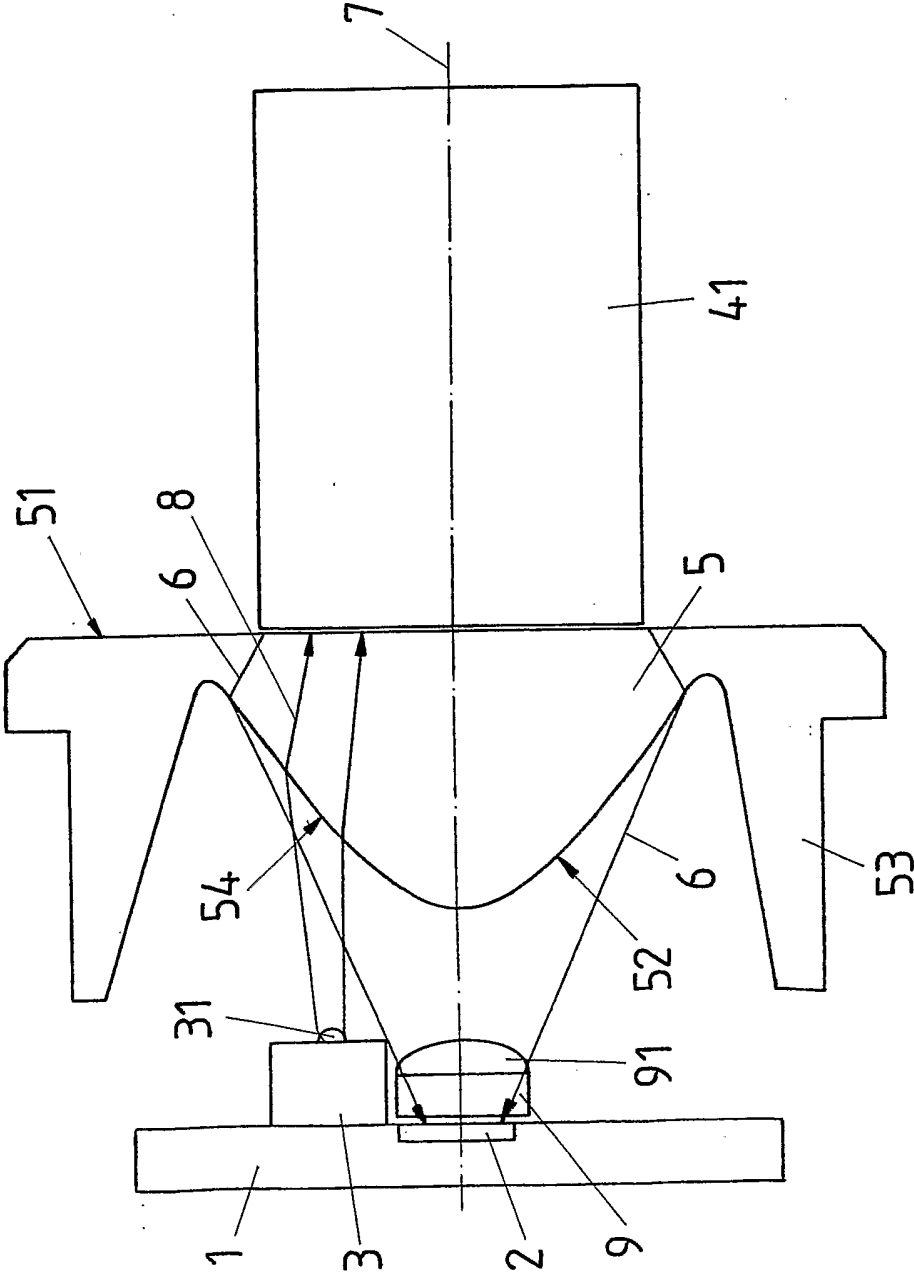
13. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungsfilter als für die Sendewellenlänge nicht transparenter Ring (10) ausgebildet ist, der um das Empfangselement (2) angeordnet ist.

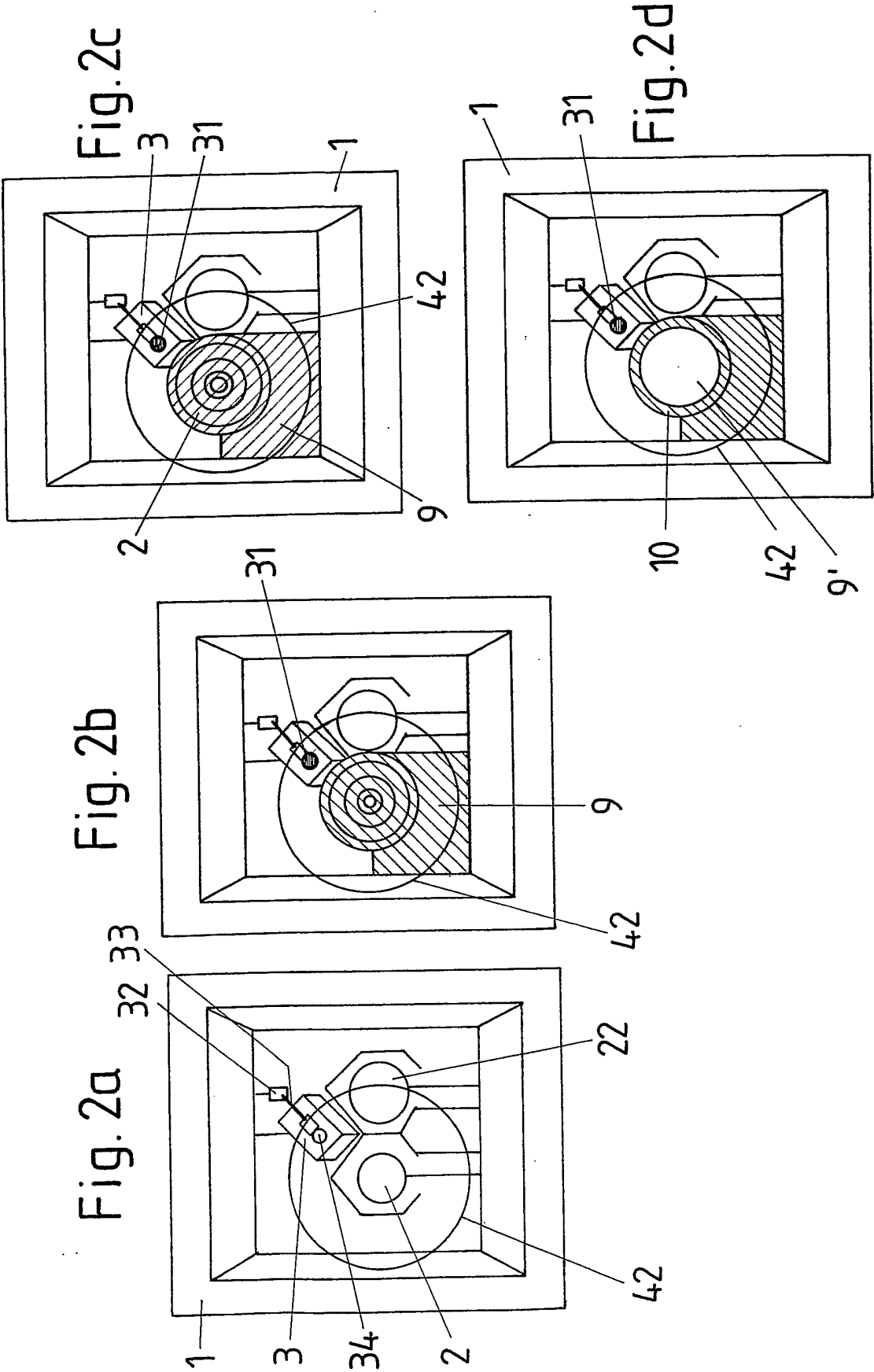
14. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (10) sich in Richtung der Koppellinse (5) erstreckt.

15. Sende- und Empfangsanordnung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (10) mit einer transparenten Linse (9') verbunden ist, die auf dem Empfangselement (2) angeordnet ist.

16. Sende- und Empfangsanordnung nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar neben dem Empfangselement (2) ein zweites Empfangselement (22) auf dem Substrat (1) angeordnet ist, das mit einer optisch nicht transparenten Schicht abgedeckt ist, wobei den beiden Empfangselementen (2, 22) eine Auswertschaltung zugeordnet ist, die durch Differenzbildung der jeweiligen Signale Störsignale herausfiltert.

Fig. 1





3/5

Fig. 3

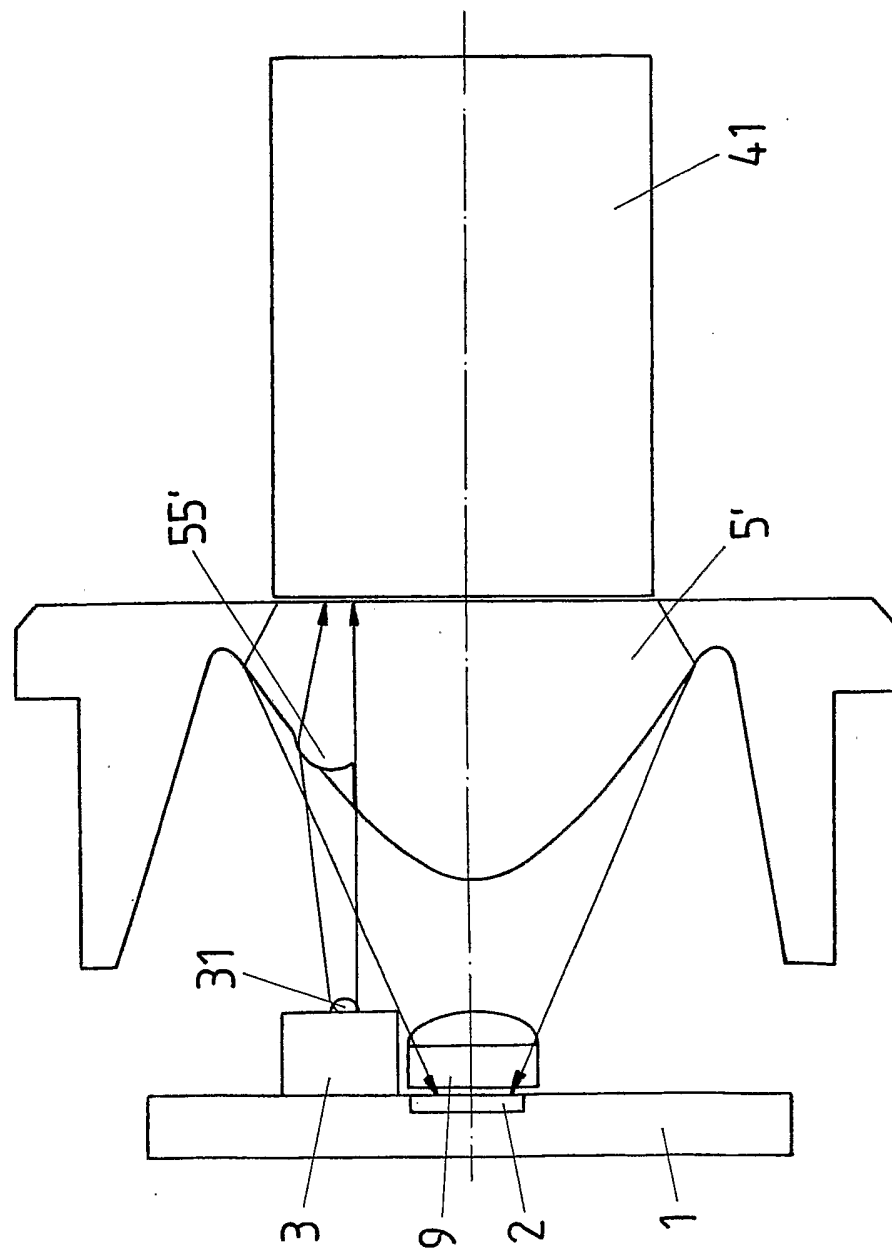


Fig. 4

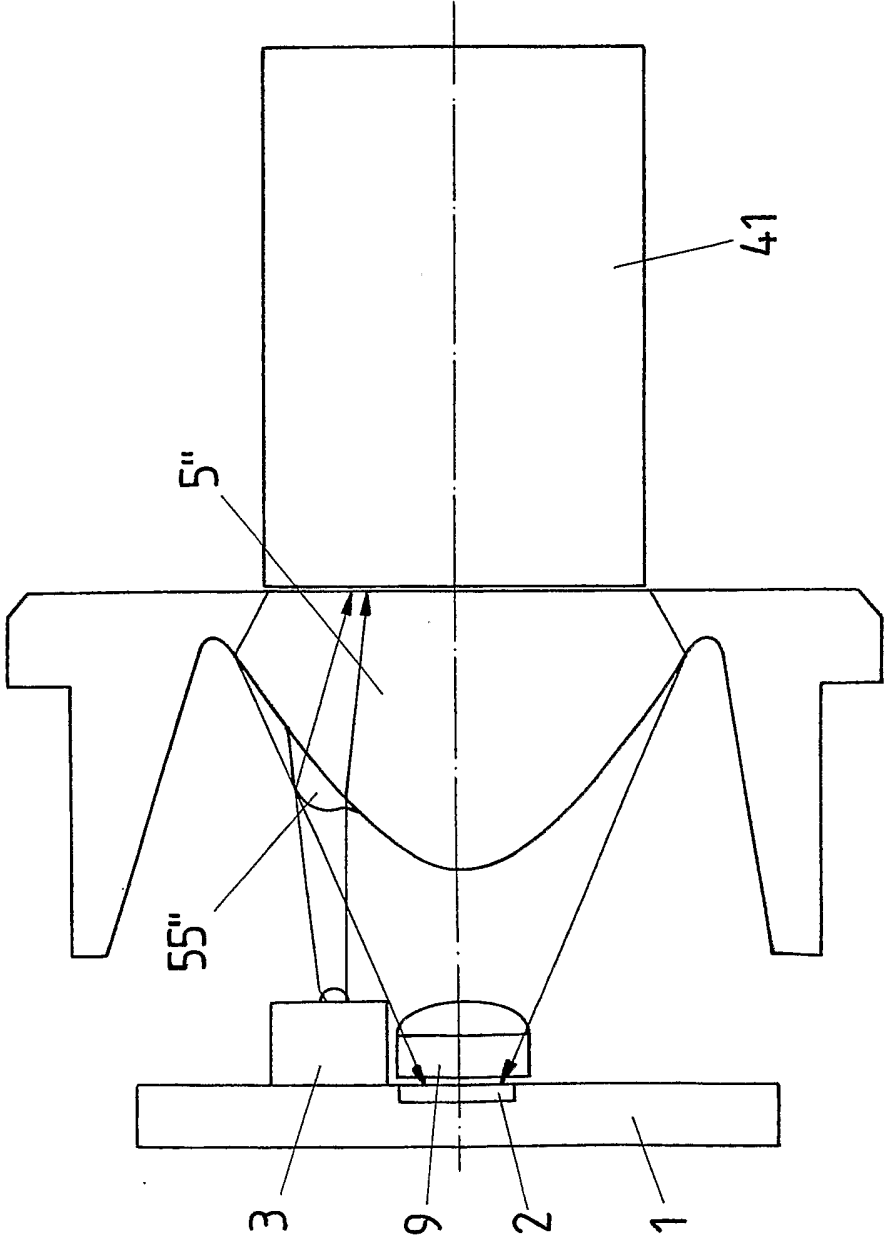
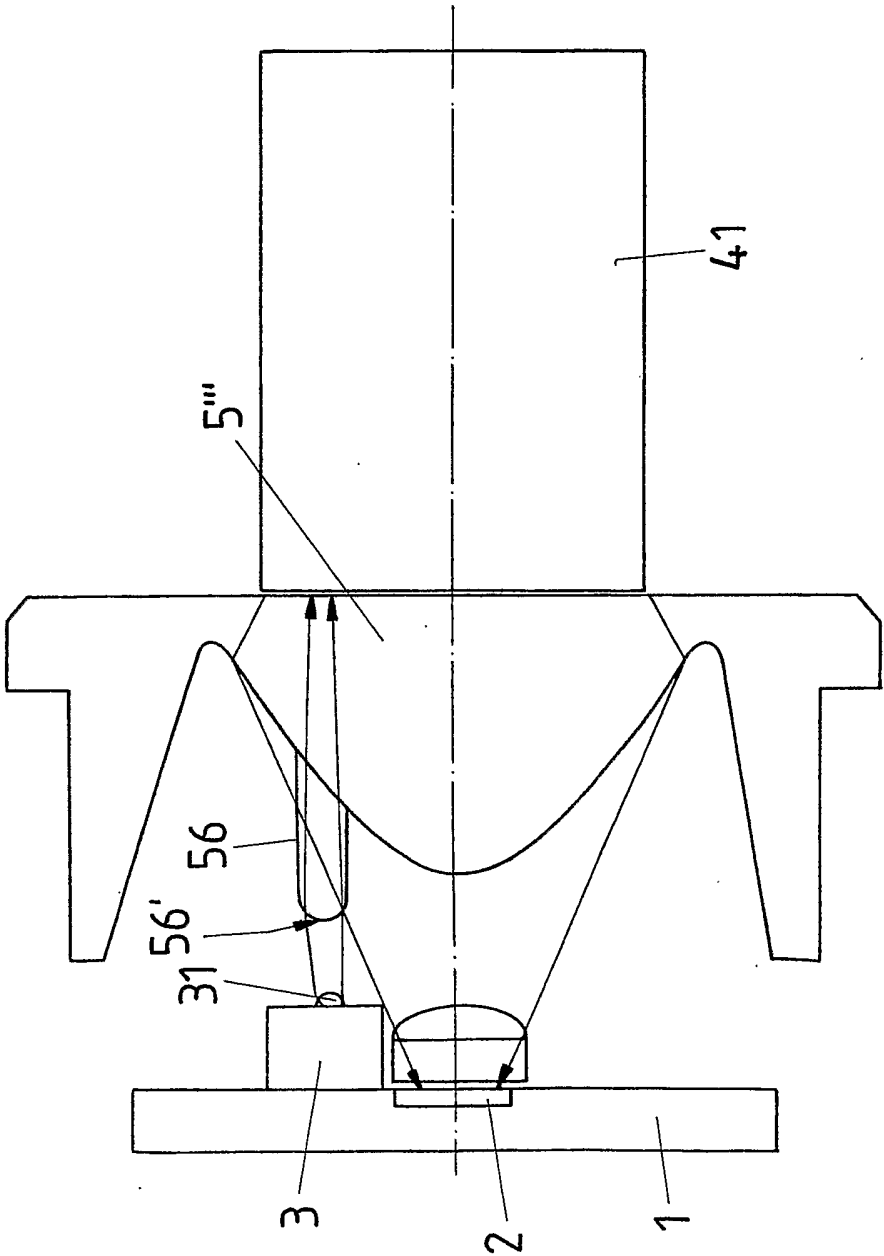


Fig.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational Application No

PCT/DE 01/03605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02B6/42

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)

IPC 7 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 practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 231 (P-723), 30 June 1988 (1988-06-30) & JP 63 024206 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 1 February 1988 (1988-02-01)	1-5,9-11
Y	abstract	13,14
A	DE 198 34 090 A (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES) 3 February 2000 (2000-02-03) figure 1 column 4, line 41 - line 45	1
A	US 5 278 929 A (TANISAWA YASUHISA ET AL) 11 January 1994 (1994-01-11) figure 1 column 3, line 43 - line 44	4
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 May 2002

Date of mailing of the international search report

29/05/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Luck, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

I International Application No

PCT/DE 01/03605

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 16 772 A (SIEMENS AG)	12
Y	8 December 1988 (1988-12-08) column 3, line 58 - line 64 figure 2 -----	13,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCI/DE 01/03605

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 63024206	A	01-02-1988	NONE	
DE 19834090	A	03-02-2000	DE 19834090 A1 WO 0007052 A1 EP 1101136 A1	03-02-2000 10-02-2000 23-05-2001
US 5278929	A	11-01-1994	JP 4333808 A	20-11-1992
DE 3716772	A	08-12-1988	DE 3716772 A1	08-12-1988

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC 1/DE 01/03605

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G02B6/42

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 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)

PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 231 (P-723), 30. Juni 1988 (1988-06-30) & JP 63 024206 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 1. Februar 1988 (1988-02-01)	1-5, 9-11
Y	Zusammenfassung	13, 14
A	DE 198 34 090 A (HEIDENHAIN GMBH DR JOHANNES) 3. Februar 2000 (2000-02-03) Abbildung 1 Spalte 4, Zeile 41 - Zeile 45	1
A	US 5 278 929 A (TANISAWA YASUHISA ET AL) 11. Januar 1994 (1994-01-11) Abbildung 1 Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 44	4
	--- -/-	



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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Mai 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/05/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Luck, W

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I nationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03605

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 37 16 772 A (SIEMENS AG)	12
Y	8. Dezember 1988 (1988-12-08) Spalte 3, Zeile 58 - Zeile 64 Abbildung 2 -----	13,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03605

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 63024206	A	01-02-1988	KEINE	
DE 19834090	A	03-02-2000	DE 19834090 A1	03-02-2000
			WO 0007052 A1	10-02-2000
			EP 1101136 A1	23-05-2001
US 5278929	A	11-01-1994	JP 4333808 A	20-11-1992
DE 3716772	A	08-12-1988	DE 3716772 A1	08-12-1988