(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 696 37 214 T2** 2008.06.26

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 132 763 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 37 214.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 112 783.4**
(96) Europäischer Anmeldetag: **14.06.1996**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.09.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.08.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **26.06.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***G02B 26/02*** (2006.01)
***G01D 5/26*** (2006.01)
***G02B 6/32*** (2006.01)
***G02B 6/35*** (2006.01)
***G01D 5/347*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
**497497** **28.06.1995** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:
**Avago Technologies Fiber IP (Singapore) Pte. Ltd., Singapore, SG**

(74) Vertreter:
**Dilg Haeusler Schindelmann Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80336 München**

(72) Erfinder:
**Yang, Long, Union City, California 94587, US;**
**Trott, Gary R., San Mateo, California 94402, US;**
**Schubert, Karl, Healdsburg, California 95448, US;**
**Salomaa, Karl, Jenner, California 95450, US;**
**Carey, Kent W., Palo Alto, California 94301-3029, US**

(54) Bezeichnung: **Mechanische faseroptische Positionsmesseinrichtung und faseroptischer Schalter**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft Optikfasern und insbesondere Schaltern, um Licht von einer Faser zu einer Mehrzahl von Fasern zu leiten.

**[0002]** Um das Potenzial der faseroptischen Übertragung von Lichtsignalen zu verwirklichen, muss eine Form von Schaltsystem bereitgestellt werden, um Lichtsignale von einer Faser zur anderen zu bewegen. Im Prinzip haben mechanische Schalter eine Reihe von Vorteilen gegenüber anderen Formen von optischen Schaltern für diejenigen Anwendungen, bei denen die Schaltgeschwindigkeit unwichtig ist. Mechanische Schalter bieten geringe Einfügungsverluste, ein hohes Maß an Immunität gegen Rückstreuen von Licht aus dem Schalter zurück in die Eingangsfaser, geringes Nebensprechen und Unempfindlichkeit für die Wellenlänge des geschalteten Lichts.

**[0003]** Die US-A-4,699,457 offenbart einen Optikfaserschalter, bei dem Signale einer Faser in einem Block an eine erste oder zweite Faser in einem beweglichen zweiten Block übergehen, wobei die Positionen des zweiten Blocks durch ein Paar Anschlagstifte definiert werden.

**[0004]** Allgemein ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten faseroptischen Schalter bereitzustellen.

**[0005]** Nach einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Schalter bereitgestellt zum selektiven Koppeln von Licht von einer Eingangsoptikfaser an eine ausgewählte einer Mehrzahl von Ausgangsfasern, wobei der Schalter einen ersten Träger, an dem ein Ende der Eingangsoptikfaser befestigt ist, und einen zweiten Träger, an dem ein Ende jeder der Ausgangsoptikfasern befestigt ist, aufweist, wobei die Träger einen Codierer zum Erfassen der Ausrichtung des ersten Trägers mit dem zweiten Träger aufweisen, wobei der Codierer aufweist: eine codierende Eingangsoptikfaser, deren eines Ende an dem ersten Träger befestigt ist, und eine Mehrzahl von codierenden Ausgangsoptikfasern, von denen jede ein Ende an dem zweiten Träger befestigt hat, wobei die codierende Eingangsoptikfaser und die codierenden Ausgangsoptikfasern derart angeordnet sind, dass Licht, das die codierende Eingangsoptikfaser verlässt, durch eine der codierenden Ausgangsoptikfasern empfangen wird, wenn sich der erste und der zweite Träger in einer spezifischen räumlichen Beziehung befinden, wobei Mittel zum Erfassen des empfangenen Lichts und zum Steuern der Position des ersten Trägers in Übereinstimmung mit dem empfangenen Licht bereitgestellt wird.

**[0006]** Nach einem zweiten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Schalter bereitgestellt zum selektiven Koppeln von Licht von einer Eingangsoptikfaser an eine ausgewählte einer Mehrzahl von Ausgangsfasern, wobei der Schalter einen ersten Träger, an dem ein Ende der Eingangsoptikfaser befestigt ist, und einen zweiten Träger, an dem jeweils ein Ende der Ausgangsoptikfasern befestigt ist, aufweist, wobei die Träger einen Codierer zum Erfassen der Ausrichtung des ersten Trägers mit dem zweiten Träger aufweisen, wobei der Codierer folgende Merkmale aufweist: eine codierende Eingangsoptikfaser, deren eines Ende an dem ersten Träger befestigt ist, und eine Mehrzahl von Reflektoren, die an dem zweiten Träger befestigt sind, wobei die Reflektoren derart geformt und positioniert sind, dass Licht, das das Ende der codierenden Eingangsoptikfaser verlässt, durch einen der Reflektoren in das Ende der codierenden Eingangsoptikfaser reflektiert wird, wenn sich der erste und der zweite Träger in einer spezifischen räumlichen Beziehung befinden, wobei Mittel zum Erfassen des reflektierten Lichts und zum Steuern der Position des ersten Trägers in Übereinstimmung mit dem reflektierten Licht bereitgestellt sind.

**[0007]** Die vorliegende Erfindung wird für den Fachmann aus der folgenden ausführlichen Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen der in den beiliegenden Zeichnungen abgebildeten Erfindung hervorgehen. Es zeigen:

**[0008]** Fig. 1 eine Draufsicht eines stoßgekoppelten Schalters (butt-coupled switch) nach dem Stand der Technik.

**[0009]** Fig. 2 eine Draufsicht eines kollimierten Schalters nach dem Stand der Technik.

**[0010]** Fig. 3 eine Draufsicht eines Faserschalters, der in Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

**[0011]** Fig. 4, 5 und Fig. 6 einen Schalter, der in Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann und die bevorzugte Ausrichtung und das bevorzugte Passivierungssystem aufweist.

**[0012]** Fig. 7 eine Draufsicht eines Schalters, der eine erste Ausführungsform eines Codiersystems gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet.

**[0013]** Fig. 8 eine Draufsicht eines Schalters, der eine zweite Ausführungsform eines Codiersystems gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung mag leichter verständlich werden, wenn man zunächst untersucht, wie die herkömmlichen stoßgekoppelten und mit Linsen kollimierten Schalter hergestellt sind. Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 1, die eine Draufsicht eines stoßgekoppelten Schalters **10** ist. Im Allgemei-

nen ist die Eingangsfaser **12** an einem Träger befestigt, der es der Eingangsfaser erlaubt, sich im Verhältnis zu den Ausgangsfasern **13** bis **17** in den durch die Pfeile bei **19** gezeigten Richtungen zu bewegen. Die Enden der Eingangsfaser und der Ausgangsfasern werden in einem Winkel geschnitten, poliert und dann mit einer Antireflexionsschicht beschichtet, um Reflexionen aus dem Ende der Eingangsfaser oder dem Ende der anstoßenden Ausgangsfaser daran zu hindern, sich zurück in die Eingangsfaser auszubreiten. Die Präzision, mit der dieser Schneide- und Poliervorgang ausgeführt wird, bestimmt im Allgemeinen die Toleranz, die eingehalten werden kann. Im Allgemeinen werden die Fasern um unterschiedliche Beträge zueinander versetzt.

**[0015]** Da die Eingangsfaser an jeder der Fasern vorbeigehen können muss, während sie sich vor- und zurückbewegt, muss ein Zwischenraum **18** zwischen den Fasern erhalten bleiben. Im Prinzip wird der Zwischenraum durch die nächsten und weitesten Ausgangsfaserenden, der in Fig. 1 gezeigten Fasern **13** und **15**, bestimmt. Wird das Eingangsfaserende näher an den Ausgangsfaserenden angeordnet, so kann das Eingangsfaserende nicht an der Faser **14** vorbeigehen. Wird es weiter entfernt angeordnet, so erhöht sich der Abstand zu allen Ausgangsfaserenden und somit der Einfügungsverlust. In der Praxis ist der Zwischenraum größer als erwünscht, wenn die Faserenden wie oben beschrieben geschnitten und poliert werden. Obwohl der Zwischenraum mit Hochpräzisions-Bearbeitungstechniken reduziert werden kann, machen die Kosten derartiger Techniken diesen Lösungsansatz uninteressant.

**[0016]** Die vorstehende Analyse geht davon aus, dass der Trägermechanismus, auf dem die Eingangsfaser **12** installiert ist und der verwendet wird, um die Eingangsfaser **12** mit den diversen Ausgangsfasern auszurichten, sich genau parallel zum Träger bewegt, auf dem die Ausgangsfasern befestigt sind. Ist dies nicht der Fall, so muss der Zwischenraum **18** noch größer gemacht werden, um derartige Unvollkommenheiten zu berücksichtigen.

**[0017]** In der Bemühung, die Probleme des Einfügungsverlustes und das hohe Ausmaß der Ausrichtungstoleranzen zu reduzieren, die bei Stoßkopplungsmethoden erforderlich sind, wurden nach dem Stand der Technik Systeme verwendet, die auf Kollimationslinsen basieren. Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 2, die eine Draufsicht des Lichtschalters **20** nach dem Stand der Technik ist, der diesen Lösungsansatz verwendet, um Licht von einer Eingangsfaser **21** mit einer Mehrzahl von bei **22** bis **24** gezeigten Ausgangsfasern zu koppeln. Das Licht, das die Eingangsfaser **21** verlässt, wird von einer Linse **25** in einen parallelen Lichtstrahl kollimiert, der von einer korrespondierenden Linse auf der Ausgangsfaser, die gerade mit der Eingangsfaser ausgerichtet ist, wieder auf einem Punkt abgebildet wird. Da der Durchmesser der Linsen, und somit des kollimierten Strahls, im Vergleich zum Faserkern groß ist, haben kleine Ausrichtungsfehler quer zur Bewegungsrichtung der Eingangsfaser nur eine geringe Auswirkung auf den Einfügungswirkungsgrad. In erster Näherung bleibt der Wirkungsgrad durch Änderungen der Abstände zwischen den beiden Linsen unbeeinflusst; die Einfügungsverluste, welche den Stoßkopplungssysteme Schwierigkeiten machen, werden also wesentlich reduziert.

**[0018]** Die verbesserte Toleranz für Ausrichtungsfehler und Abstände zwischen den Enden der Fasern wird jedoch zu einem hohen Preis erreicht. Jede Ausgangsfaser muss mit einer Linse ausgestattet werden. Die Kosten der Linsen sind ein wesentlicher Anteil der Kosten eines Schalters, wie etwa des Schalters **20**. Zudem ist die Ausrichtungstoleranz der Linse im Verhältnis zu der entsprechenden Faser so streng wie die bei Stoßkopplungssystemen erforderlichen Toleranzen. Daher stellen die Kosten der Konstruktion eines Kollimationslinsen-Schalters ebenfalls einen wesentlichen Anteil der Schalterkosten dar. Schließlich müssen die Linsen im Vergleich zum Durchmesser der Faser groß sein, um den oben beschriebenen Schutz vor Ausrichtungsfehlern bereitzustellen. Daher ist das Packen der Ausgangsfasern bei auf Kollimatoren basierenden Schaltermodellen wesentlich reduziert, da die einzelnen Fasern physisch beabstandet sein müssen, um Platz für die Linsen zu machen.

**[0019]** Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 3, die eine Draufsicht eines Faserschalters **30** ist, der mit den Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Licht aus der Eingangsfaser **31** wird durch die Linse **32** auf die Ausgangsfaser abgebildet, die sich gerade der Eingangsfaser **31** gegenüber befindet. Beispielhafte Ausgangsfasern werden bei **33** bis **37** gezeigt. Die Linse **32** bildet das Ende der Eingangsfaser **31** an einem Punkt bevorzugt in der Mitte des Zwischenraums **38** ab. Daher kann man den Schalter **30** als einen stoßgekoppelten Schalter ansehen, bei dem die Abbildung der Eingangsfaser in den Ausgangsfasern "stoßgekoppelt" wird. Da die Abbildung durch die Enden beliebiger Fasern gehen kann, die sich über den Mittelpunkt des Zwischenraums hinaus erstrecken, kann die Abbildung an ihrer bestmöglichen Stelle angeordnet werden, d. h. dem Mittelpunkt des Zwischenraums. Daraus ergibt sich, dass die Eingangsfaser eine wirksame Trennung von der entsprechenden Ausgangsfaser aufweist, die höchstens D/2 beträgt, wobei D die Breite des Zwischenraums ist, d. h. der Abstand zwischen der nächsten und der am weitesten entfernten Ausgangsfaserenden im Verhältnis zu der das Eingangsfaserende enthaltenden Ebene. Wie oben bemerkt müssen herkömmliche Stoßkopplungssysteme einen Abstand D berücksichtigen. Da-

her erfordert die Anordnung von Fig. 3 eine um den Faktor zwei niedrigere Präzision bei der Ausrichtung der Ausgangsfaserenden.

**[0020]** Der zusätzliche Abstand, der durch das Einfügen der Linse **32** bereitgestellt wird, trägt ebenfalls zu einer erheblichen Reduzierung der Kosten der Bereitstellung der Antireflexionsschicht bei, die benötigt wird, um zu verhindern, dass Licht zurück in die Eingangsfaser reflektiert wird. Wie zuvor bemerkt müssen die Enden jeder Faser behandelt werden, um zu vermeiden, dass Reflexionen, die an der Glas-Luft-Schnittstelle erzeugt werden, sich zurück in die Faser ausbreiten. Diese Behandlung besteht typischerweise darin, das Ende in einem Winkel zu schneiden, das Ende zu polieren und dann das Ende mit einer Antireflexionsschicht zu beschichten. Wenn eine Anzahl von Fasern im Verhältnis zueinander angeordnet werden muss, muss jedes Ende geschnitten, poliert und beschichtet werden.

**[0021]** Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 4, 5 und Fig. 6, die einen Schalter darstellen, der bei Anordnungen gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann und der die bevorzugten Ausrichtungs- und Passivierungssysteme aufweist. Die erforderliche Ausrichtungstoleranz wird durch einen Sockel **102** bereitgestellt, der Schlitze **104** aufweist, die derart angeordnet werden, dass Fasern, die gegen den Boden des jeweiligen Schlitzes gedrückt werden, sich im Verhältnis zueinander richtig ausrichten. Beispielhafte Ausgangsfasern werden bei **108** bis **110** gezeigt. Die Eingangsfaser wird bei **106** gezeigt. Die Fasern werden durch die Deckplatte **112**, die bevorzugt mit dem Sockel **102** verklebt ist, gegen die Schlitze **104** gedrückt. Wie der Sockel **102** aufgebaut ist, soll nachstehend ausführlicher besprochen werden. Die Abbildungslinse **135** befindet sich ebenso in einem Schlitz, der im Sockel **102** bereitgestellt ist.

**[0022]** Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 6, die darstellt, wie die Enden der optischen Fasern behandelt werden, um Licht daran zu hindern, an den Glas-Luft-Schnittstellen zurück in die Fasern reflektiert zu werden. Nachdem die Fasern durch die Deckplatte am Bodensockel befestigt wurden, wird jede Faser in einem erwünschten Winkel geschnitten, indem ein Sägeschnitt durch die Deckplatte **112** vorgenommen wird. Der Schnitt erstreckt sich in den Sockel **102**, wie bei **131** und **132** gezeigt. Der Sägeschnitt trennt jede Faser im richtigen Winkel ab. Es ist zu beachten, dass ein einziger Sägeschnitt mehrere Fasern trennt. Im Gegensatz zu den Systemen nach dem Stand der Technik, werden die Enden der optischen Fasern nach dem Sägeschnitt nicht poliert. Stattdessen wird eine Platte **146** mittels einer Schicht **145** aus durchsichtigem Kleber mit den Faserenden verklebt. Der Brechungsindex des Klebers wird gewählt, um dem Index des Brechungskerns der Faser im Falle einer Monomodefaser zu entsprechen. Die Platte **146** wird aus einem Material aufgebaut, das den gleichen Brechungsindex wie die Kleberschicht hat. Daher werden eventuelle Kratzer auf der Seite der Platte **146**, die mit der Kleberschicht in Berührung kommt, oder auf dem geschnittenen Faserende durch die Kleberschicht beseitigt. Die Oberfläche **147** der Platte **147**, die nicht mit der Kleberschicht in Berührung kommt, wird bevorzugt mit einem Antireflexionsmaterial beschichtet, um die Reflexionen weiter zu reduzieren.

**[0023]** Es ist zu beachten, dass die Platte **146** ein kostengünstiger Bestandteil ist, der nur eine optisch flache Oberfläche, d. h. Oberfläche **147**, aufweisen muss. Daher kann das Gerät **100** zu einem Preis aufgebaut werden, der wesentlich geringer ist als der Preis von Systemen, bei denen die Faserenden poliert und mit Antireflexionsmaterial beschichtet werden. Es wurde durch Experimentieren herausgefunden, dass das Antireflexionssystem dieses Schalters so gut funktioniert wie das herkömmliche System mit geschnittenen und polierten Enden. Somit stellt dieser Schalter die Vorteile der Systeme nach dem Stand der Technik zu wesentlich reduzierten Kosten bereit.

**[0024]** Es ist ebenfalls zu beachten, dass dieses kostengünstige Passivierungssystem bei Stoßkopplungssystemen nicht möglich ist, weil es nicht genug Platz zwischen den Fasern gibt, um die optisch flache Schicht und die Klebstoffschicht anzuordnen. Daher stellt die Verwendung der Abbildungslinse einen zweiten Vorteil für diesen Schalter dar.

**[0025]** Der Sockel **102** kann unter Verwendung herkömmlicher Photolithographie-Techniken gefertigt werden. Derartige Techniken stellen die erforderliche Ausrichtungspräzision bereit und sind leicht serienmäßig herzustellen. Techniken zum Bereitstellen von V-Rillen in Silizium oder Keramik sind in der Mikro-Materialbearbeitung wohl bekannt. Z. B. im Falle eines Siliziumsubstrats kann ein KOH-Ätzmittel verwendet werden. KOH stellt eine nicht isotrope Ätzung bereit, bei der die Ätzrate der (**111**) Ebene so niedrig ist, dass der Ätzvorgang praktisch an den (**111**) Ebenen gestoppt wird. Daher führt eine in die (**110**) Richtung gerichtete Ätzmaske auf einer (**100**) Siliziumscheibe zu einer V-Rille, die durch zwei (**111**) Ebenen gebildet wird, die sich unter einem präzisen Winkel von 70,53° schneiden. Die Tiefe der V-Rille wird einzig durch die Breite der Maskenöffnung bestimmt. Daher kann man zweidimensionale Lithographie verwenden, um eine präzise dreidimensionale V-Rillenstruktur zu schaffen.

**[0026]** Nachdem die Fasern in dem Sockel **102** angeordnet wurden, wird ein einziger bei **160** gezeigter Sägeschnitt in den Sockel **160** eingeführt, um ihn in zwei Abschnitte zu trennen, die unter der Steuerung

eines Motors oder eines anderen Aktuators zueinander bewegt werden können.

**[0027]** Die oben beschriebenen Anordnungen verwendeten einen Aktuator, um die Eingangsfaser im Verhältnis zur Ausgangsfaser zu bewegen, wodurch die Schaltaktion erreicht wird. Bei Schaltern mit vielen Ausgangsfasern wird die Präzision, die zum Anordnen der Fasern notwendig ist, zum Problem. Probleme durch Zahnspiel und die Präzision der Feinanordnung begrenzen die Fähigkeit kostengünstiger Motoren, die Fasern zu positionieren, ohne eine Art von Codiersystem, um Rückmeldung über die tatsächliche Stellung der Eingangsfaser im Verhältnis zu den Ausgangsfasern zu geben. In dieser Hinsicht ist zu beachten, dass die Fasern mit einer Präzision von typischerweise 2 μm angeordnet werden müssen, da die Kerne der entsprechenden Fasern ausgerichtet werden müssen. Dies ist ein kleiner Anteil des Faserdurchmessers. Daher muss jedes Codiersystem dieses Präzisionsniveau bereitstellen, ohne die Kosten des Schalters wesentlich zu erhöhen.

**[0028]** Ein Schalter gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet die inhärente Ausrichtungspräzision bei den oben beschriebenen Sockeln, um einen Codierer bereitzustellen, der verwendet werden kann, um die Position der Eingangsfaser im Verhältnis zu den Ausgangsfasern zu bestimmen. Es wird nun Bezug genommen auf Fig. 7, die eine Draufsicht eines Faserschalters **200** gemäß der vorliegenden Erfindung ist, der einen Codierer verwendet. Den Schalter **200** kann man als einen Schalter ansehen, bei dem die Ausgangsfasern **203** bis **207** in zwei Gruppen unterteilt sind. Die erste Gruppe **203** bis **206** wird verwendet, um das Signal auszugeben, und entspricht den oben besprochenen Ausgangsfasern. Die zweite Gruppe **207** bis **210** wird verwendet, um die Stellung der Plattform **212** im Verhältnis zur Plattform **211** zu erfassen und Rückmeldung an den Aktuator **230** zu geben, der für die relative Bewegung zwischen den Plattformen **211** und **212** sorgt. Die Codierfasern werden durch eine LED-Lichtquelle über eine codierende Eingangsfaser **202** beleuchtet, die im Verhältnis zur Signaleingangsfaser **201** starr angeordnet ist. Dies stellt sicher, dass die codierenden Fasern beleuchtet werden, selbst wenn kein Signal in der Signaleingangsfaser vorhanden ist. Die codierenden Fasern werden bevorzugt aus den gleichen optischen Fasern aufgebaut, die verwendet werden, um die Signalfasern zu bilden. Daher stellt der Codierer nur ein Signal bereit, wenn die Ausrichtung innerhalb einer Toleranz von der Größenordnung des Kerns der optischen Faser richtig ist. Demnach hat der Codierer die erforderliche Präzision, vorausgesetzt die Optikfasern können mit ausreichender Präzision ausgerichtet werden. Wie oben bemerkt, stellt die oben beschrieben Plattform-Konstruktionstechnik diese Präzision bereit. Somit kann ein Schalter gemäß der vorliegenden Erfindung die erforderliche Positionierungspräzision auf Kosten des Einfügens einiger zusätzlicher Optikfasern bereitstellen.

**[0029]** Da der Codierer optische Monomodefasern verwendet, kann er das gleiche Niveau an Ausrichtungspräzision bereitstellen, wie das, welches benötigt wird, um optische Monomodefasern auszurichten. Somit können Ausrichtungstoleranzen von wenigen Mikrometern erreicht werden.

**[0030]** Das oben beschriebene Codiersystem verwendete eine codierende Faser für jede Ausgangsfaser; es wird dem Fachmann jedoch klar sein, dass weniger codierende Fasern verwendet werden können und immer noch die erforderliche Codierfunktion bereitstellen können. Im Prinzip reicht es, wenn die codierenden Fasern an genügend Positionen in der Ausgangsfasergruppe angeordnet sind, um den Aktuator **230** mit ausreichenden Bezugspunkten (fiduciary points) auszustatten, um seine derzeitige Stellung zu berechnen. Jedes Mal wenn eine codierende Faser vorbei geführt wird, kann der Aktuator **230** seine Position aktualisieren und eine "Koppelnavigation" von diesem Punkt aus vornehmen, bis es die nächste codierende Faser erreicht. Daher braucht die tatsächliche Anzahl von codierenden Fasern nur ein Bruchteil der gesamten Anzahl von Ausgangsfasern zu sein.

**[0031]** Es ist ebenfalls zu beachten, dass die in Fig. 7 gelehrte Codiermethode mit jeder beliebigen Schaltmethode funktioniert. D. h. dass die Codiermethode gemäß der vorliegenden Erfindung auch mit stoßgekoppelten und kollimierten Schaltergeometrien verwendet werden kann.

**[0032]** Während die obige Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine eindimensionale Gruppierung von Ausgangsfasern verwendete, wird es dem Fachmann ersichtlich sein, dass ein Schalter gemäß der vorliegenden Erfindung unter Verwendung einer zweidimensionalen Gruppierung oder eines Bündels von Ausgangsfasern aufgebaut werden mag. In diesem Fall muss der in Fig. 7 gezeigte Aktuator **230** in der Lage sein, die Eingangsfaser in zwei Dimensionen zu bewegen, im Gegensatz zu der einfachen eindimensionalen Bewegung, die in der Figur angegeben ist.

**[0033]** Wenn die Anzahl der "codierenden Fasern" groß ist, wird die geometrische Anordnung der Fasern komplizierter. Ein Schalter gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, der dieses Problem vermeidet, ist in Fig. 8 bei **300** gezeigt. Der Codierer **300** wird in Zusammenhang mit einem Schalter zum Koppeln von Licht von einer Eingangsfaser **301** an eine ausgewählte einer Mehrzahl von Ausgangsfasern **303** bis **310** unter der Steuerung eines Aktuators **330** gezeigt. Die Ausgangsfasern

werden auf dem Träger **311** getragen, und die Eingangsfaser wird an den Träger **312** gekoppelt.

**[0034]** Der Codierer wird unter Verwendung einer Codierfaser **302** und einer Mehrzahl von Reflektoren **343** ausgeführt. Die Oberfläche jedes Reflektors wird angeordnet und geformt, so dass das Licht, das die Codierfaser **302** verlässt und auf den Reflektor trifft, wieder auf den Kern der codierenden Faser **302** abgebildet wird, wenn die codierende Faser **302** richtig mit dem Reflektor ausgerichtet ist. Es ist zu beachten, dass die Richtung der Reflektoren im Verhältnis zur codierenden Faser **302** den Winkel berücksichtigen muss, in dem das Ende der codierenden Faser **302** geschnitten wurde, wenn die oben beschriebene Antireflexionsmethode bei der codierenden Faser **302** verwendet wird. Licht wird durch eine LED oder eine ähnliche Lichtquelle in die codierende Faser **302** eingegeben. Das zurück in die codierende Faser **302** abgebildete Licht wird mithilfe eines Kopplers **340** zu einem Detektor geleitet.

**[0035]** Während die oben beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung als optische Monomodefasern besprochen wurden, wird es für den Fachmann ersichtlich sein, dass die vorliegende Erfindung auch auf optische Multimodefasern anwendbar ist, da die für die Ausrichtung erforderlichen Toleranzen dieser Fasern wesentlich geringer sind als diejenigen, die für optische Monomodefasern erforderlich sind.

**[0036]** Diverse Änderungen an der vorliegenden Erfindung werden für den Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen ersichtlich sein. Entsprechend soll die vorliegende Erfindung nur durch den Umfang der folgenden Ansprüche eingeschränkt werden.

## Patentansprüche

1. Ein Schalter zum selektiven Koppeln von Licht von einer Eingangsoptikfaser (**201**) an eine ausgewählte einer Mehrzahl von Ausgangsfasern (**203**-**206**), wobei der Schalter einen ersten Träger (**212**), an dem ein Ende der Eingangsoptikfaser (**201**) befestigt ist, und einen zweiten Träger (**211**), an dem jeweils ein Ende der Ausgangsoptikfasern (**203**-**206**) befestigt ist, umfasst, gekennzeichnet dadurch, dass die Träger einen Codierer zum Erfassen der Ausrichtung des ersten Trägers (**212**) mit dem zweiten Träger (**211**) aufweisen, wobei der Codierer folgende Merkmale aufweist:
eine codierende Eingangsoptikfaser (**202**), deren eines Ende an dem ersten Träger (**212**) befestigt ist; und
eine Mehrzahl von codierenden Ausgangsoptikfasern (**208**-**210**), deren jeweils eines Ende an dem zweiten Träger (**211**) befestigt ist, wobei die codierende Eingangsoptikfaser (**202**) und die codierenden Ausgangsoptikfasern (**208**-**210**) derart angeordnet sind, dass Licht, das die codierende Eingangsoptikfaser (**202**) verlässt, durch eine der codierenden Ausgangsoptikfasern (**208**-**210**) empfangen wird, wenn sich der erste und der zweite Träger in einer spezifischen räumlichen Beziehung befinden, wobei eine Einrichtung (**230**) zum Erfassen des empfangenen Lichts und zum Steuern der Position des ersten Trägers (**212**) in Übereinstimmung mit dem empfangenen Licht bereitgestellt ist.

2. Ein Codierer gemäß Anspruch 1, bei dem die codierenden Eingangs- und Ausgangsoptikfasern optische Monomodefasern sind.

3. Ein Schalter zum selektiven Koppeln von Licht von einer Eingangsoptikfaser (**310**) mit einer ausgewählten einer Mehrzahl von Ausgangsfasern (**303**-**310**), wobei der Schalter einen ersten Träger (**312**), an dem ein Ende der Eingangsoptikfaser (**301**) befestigt ist, und einen zweiten Träger (**311**), an dem jeweils ein Ende der Ausgangsoptikfasern (**303**-**310**) befestigt ist, umfasst, gekennzeichnet dadurch, dass die Träger einen Codierer zum Erfassen der Ausrichtung des ersten Trägers (**312**) mit dem zweiten Träger (**311**) aufweisen, wobei der Codierer folgende Merkmale aufweist:
eine codierende Eingangsoptikfaser (**302**), deren eines Ende an dem ersten Träger (**312**) befestigt ist; und
eine Mehrzahl von Reflektoren (**343**), die an dem zweiten Träger (**311**) befestigt sind, wobei die Reflektoren (**343**) derart geformt und positioniert sind, dass Licht, das das Ende der codierenden Eingangsoptikfaser (**302**) verlässt, durch einen der Reflektoren in das Ende der codierenden Eingangsoptikfaser (**302**) reflektiert wird, wenn sich der erste und der zweite Träger in einer spezifischen räumlichen Beziehung befinden, wobei eine Einrichtung (**330**) zum Erfassen des reflektierten Lichts und zum Steuern der Position des ersten Trägers (**312**) in Übereinstimmung mit dem reflektierten Licht bereitgestellt ist.

4. Ein Codierer gemäß Anspruch 3, bei dem die codierende Eingangsoptikfaser eine optische Monomodefaser ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

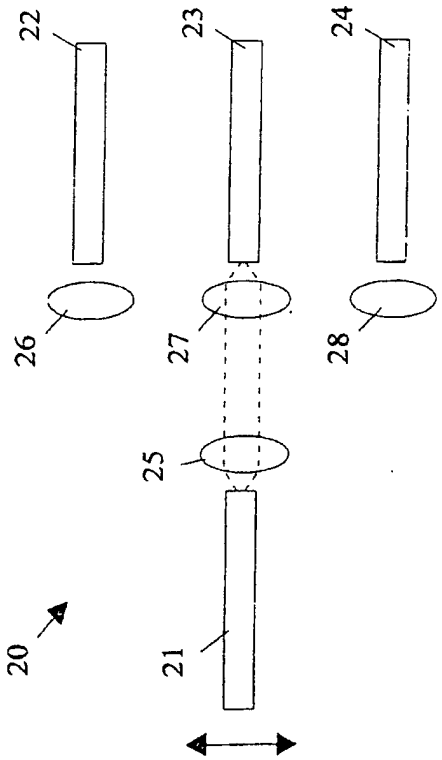



Fig. 2
Stand der Technik

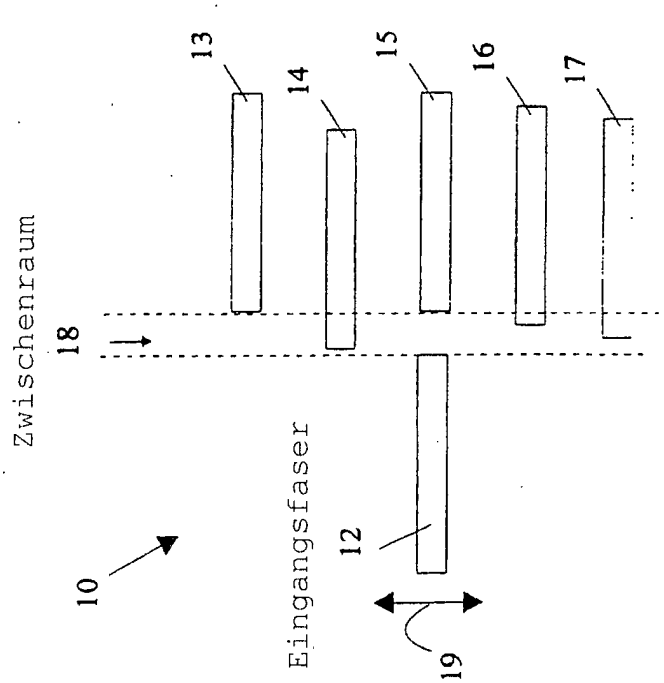



Fig. 1
Stand der Technik

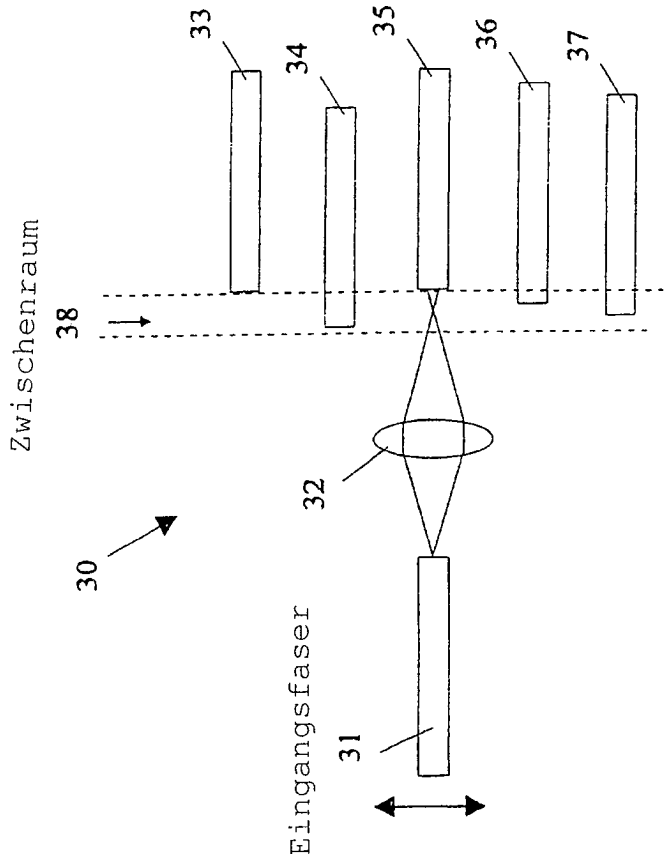



Fig. 3

Fig. 4

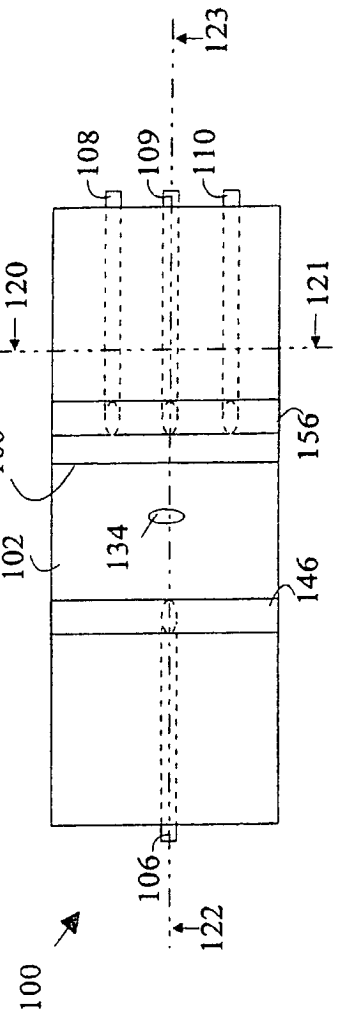

100
102
106
108
109
110
120
121
122
123
134
146
156
160

Fig. 6

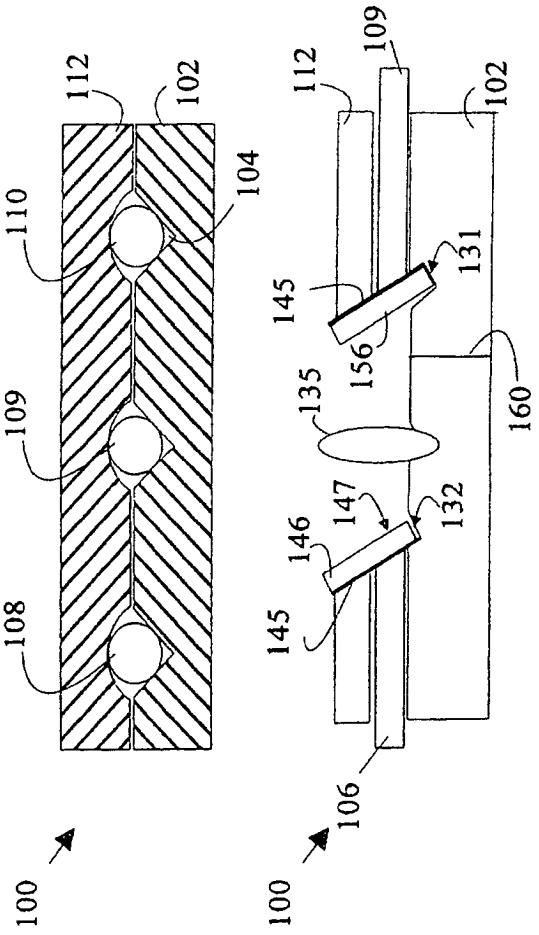
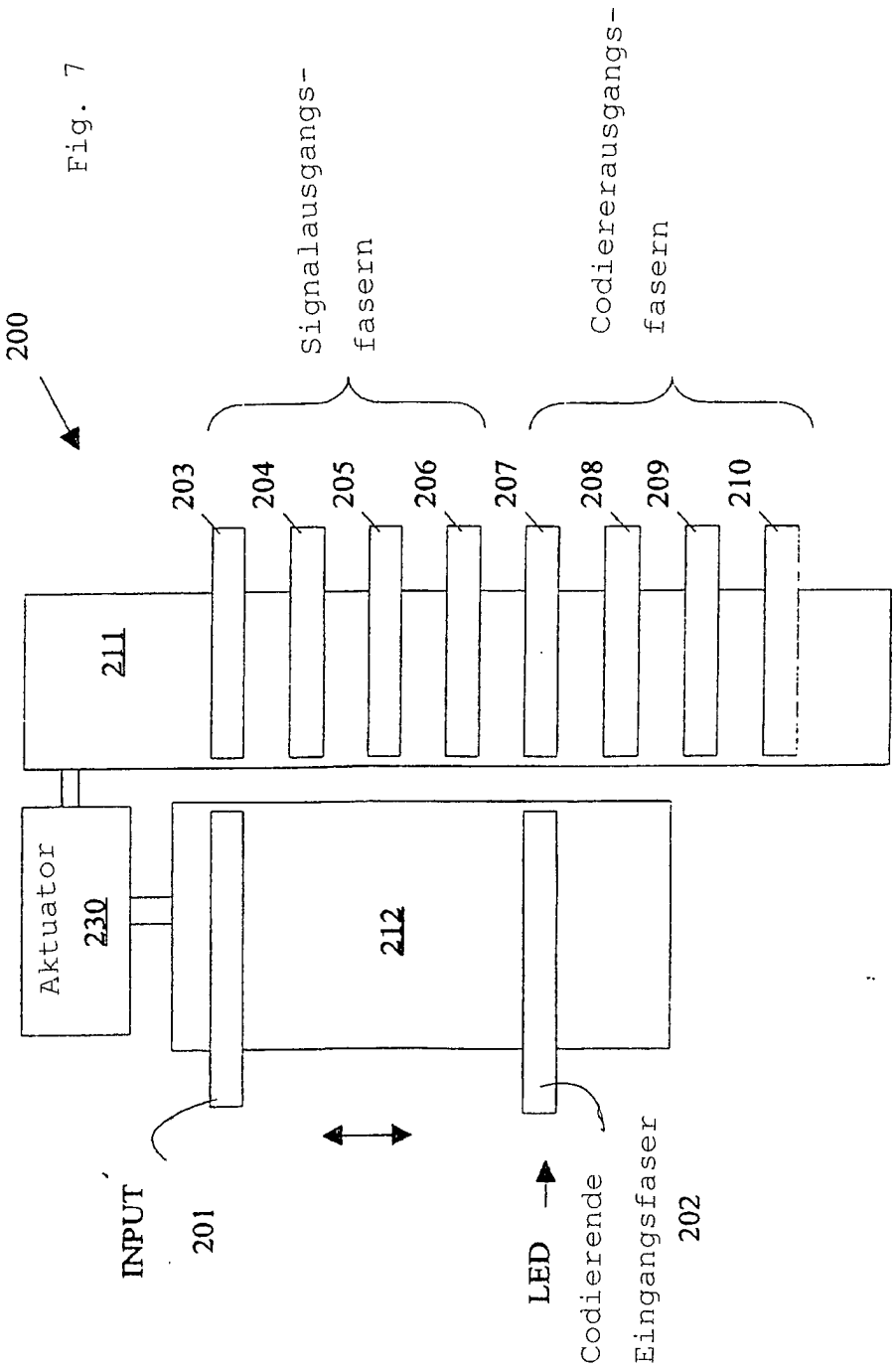

100
102
104
106
108
109
110
112
131
132
135
145
146
147
156
160

Fig. 7


200
Signalausgangs-
fasern
Codierausgangs-
fasern
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
Aktuator
230
INPUT
201
LED
Codierende
Eingangsfaser
202

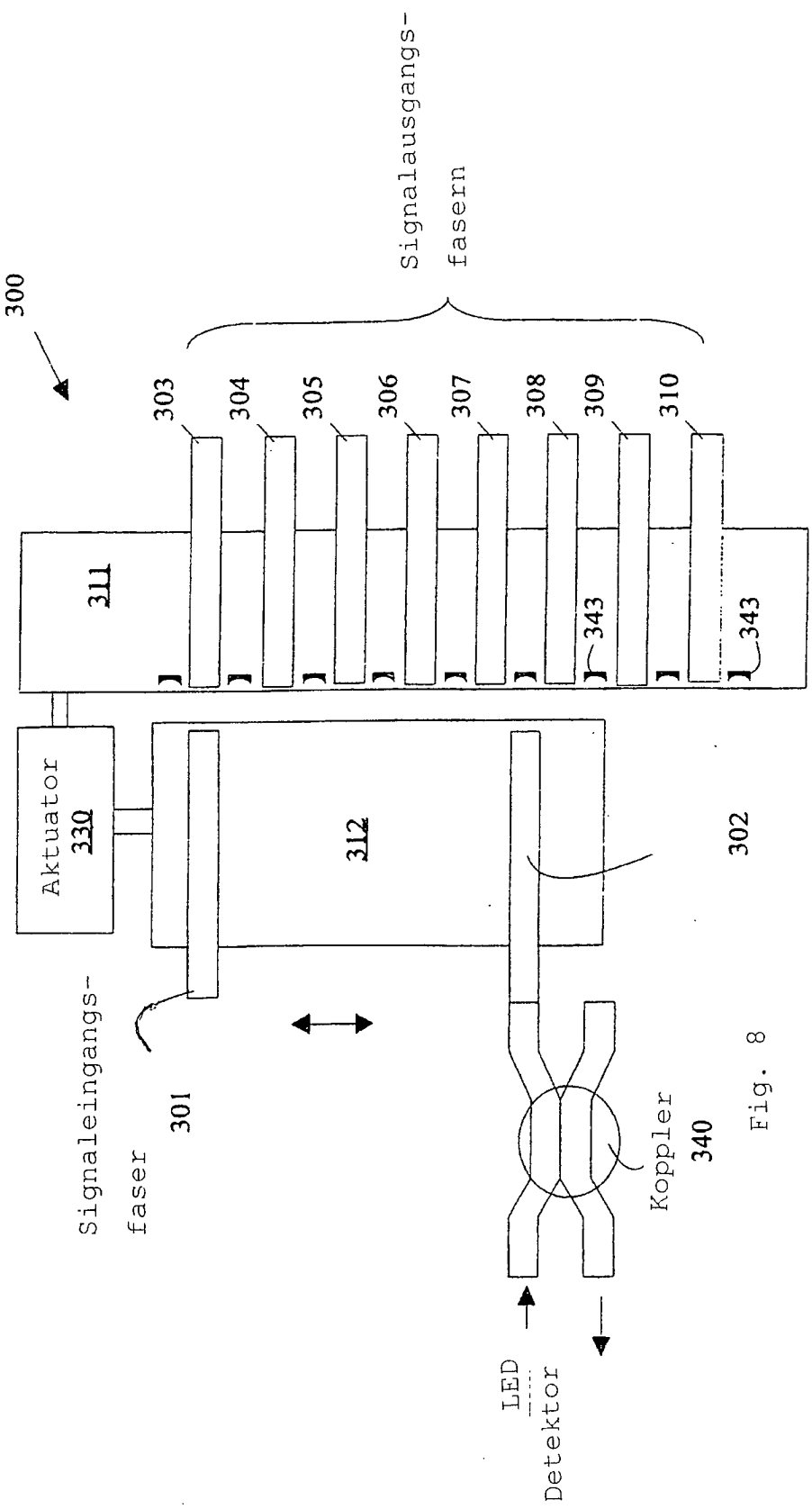

300
Signalausgangs-
fasern
303
304
305
306
307
308
309
310
311
343
343
Aktuator
330
312
302
Signaleingangs-
faser
301
Koppler
340
LED
Detektor

Fig. 8