(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
13. Dezember 2001 (13.12.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/95000 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: G02B 6/28

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02120

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Juni 2001 (08.06.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 27 786.1 8. Juni 2000 (08.06.2000) DE
101 06 297.4 2. Februar 2001 (02.02.2001) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SCHLEIFRING UND APPARATEBAU GMBH** [DE/DE]; Am Hardtanger 10, 82256 Fürstenfeldbruck (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **THIELE, Hans** [DE/DE]; Segnitzstrasse 83, 97422 Schweinfurt (DE). **SCHILLING, Harry** [DE/DE]; Egerstrasse 4, 91166 Georgensgmünd (DE).

(74) Anwalt: **MÜNICH, Wilhelm**; Münich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, 80689 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

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.

WO 01/95000 A2

(54) **Title:** OPTICAL DATA TRANSFER SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** OPTISCHES DATENÜBERTRAGUNGSSYSTEM

(57) **Abstract:** The invention relates to an optical data transfer system. Data is transferred optically by means of an optical fiber. The transmitter and/or receiver can be displaced along the optical fiber or can be placed in different positions. The optical data transfer system is characterized in that light can be coupled in or out in various positions by means of scattering centers.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Datenübertragungssystem zur optischen Übertragung von Daten mittels eines Lichtwellenleiters, wobei Sender und/oder Empfänger entlang dieses Lichtwellenleiters bewegt oder unterschiedlich positioniert werden können. Das optische Datenübertragungssystem zeichnet sich dadurch aus, daß an beliebigen Positionen Licht mittels Streuzentren ein- bzw. ausgekoppelt werden kann.

OPTISCHES DATENÜBERTRAGUNGSSYSTEM

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Datenübertragungssystem zur optischen Übertragung von Daten mittels Lichtwellenleitern, wobei Sender und/oder Empfänger entlang eines Lichtwellenleiters bewegt oder unterschiedlich positioniert werden müssen. Derartige Datenübertragungssysteme werden beispielsweise in einer linearen Ausführung in Krananlagen oder anderen Fördersystemen zur Datenübertragung zwischen dem beweglichen Kran und einer stationären Steuereinheit eingesetzt. Ein anderes Anwendungsgebiet dieser Datenübertragungssysteme in einer kreisförmigen Ausführung ist die Übertragung zwischen gegeneinander drehbaren Teilen wie beispielsweise in einen Computertomographen zwischen dem Rotor, welcher die Röntgenröhre und den Detektor trägt, und einer stationären Auswerteeinheit, welche die Bilddaten verarbeitet und anzeigt.

Stand der Technik

Bei üblichen auf Lichtleitern basierenden Übertragungssystemen wird an einem Ende des Lichtleiters Licht eingekoppelt, welches dann durch den Lichtleiter bis zu dessen anderem Ende geführt wird und dort durch einen entsprechenden Empfänger wieder ausgewertet wird. Basierend auf diesem System sind eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten bekannt, welche die gleichzeitige Übertragung mehrerer Wellenlängen mittels Filtern oder auch die Übertragung zu mehreren verschiedenen Orten beispielsweise mittels Y-Kopplern ermöglichen. Derartige Systeme sind allerdings nicht geeignet, um Signale an beliebigen Positionen einer lichtleitenden Faser ein- bzw. auszukoppeln. Hierfür sind verschiedene andere Technologien bekannt.

In der US-Patentschrift 4,962,986 wird ein System beschrieben, in dem zur Lichtein- und Auskopplung in lichtleitende Fasern ein Koppelmedium mit höherem Brechungsindex als die Umgebung in direkten Kontakt mit dem Faserkern gebracht wird. Damit erfolgt eine Ablenkung des in der Faser transportierten Lichts in das Koppelmedium. Diese Anordnung hat den entscheidenden Nachteil, daß das Koppelmedium unmittelbar in Verbindung mit den Faserkern stehen muß. Somit ist dieses System nahezu ausschließlich für die Kopplung an vorgegebenen, festen Positionen einsetzbar. Ein solches System ist aber kaum für Anordnungen, bei denen sich Sender und Empfänger gegeneinander bewegen anwendbar, da hier das Koppelmedium mit hoher Geschwindigkeit entlang

dem meist sehr dünnen und empfindlichen Faserkern gleiten muß.

Eine vorteilhaftere Vorrichtung ist in der US-Patentschrift 5,297,225 beschrieben. Hier wird durch von außen angebrachte Kerben in dem lichtleitenden Medium von außen eingekoppeltes Licht durch Reflexion in solchen Winkeln abgelenkt, daß es in dem Medium geführt werden kann. Eine solche Übertragungsvorrichtung ist sinnvoll einsetzbar, wenn eine Einkopplung an fest vorgegebenen Positionen erfolgen soll. Grundsätzlich ist es auch für die Übertragung zwischen beweglichen Einheiten einsetzbar, da die Licht ein- bzw. Auskopplung berührungslos erfolgt. Wird allerdings eine größere Bewegungsstrecke gefordert, wie dies bei Krananlagen oder auch Drehübertragungssystemen großer Durchmesser der Fall ist, der so ergibt sich durch die vielen Kerben entlang des lichtleitenden Mediums eine unakzeptabel hohe Dämpfung.

Um den Nachteil einer hohen Dämpfung zu beseitigen, wurde das in der PCT-Veröffentlichung WO 95/35605 beschriebene Fluoreszenzsystem entwickelt. Hierin ist die lichtleitende Faser mit einem Fluoreszenzfarbstoff dotiert. Von außen einfallendes Licht wird von den Fluoreszenzfarbstoffmolekülen absorbiert, welche dann zu einer Lichtemission angeregt werden. Die Lichtemission erfolgt in alle Richtungen, ähnlich einem Kugelstrahler. Somit wird innerhalb der lichtleitenden Faser Licht erzeugt, von dem auch ein geringer Anteil innerhalb des Akzeptanzwinkels dieser Faser liegt, und somit

in dieser weitergeführt werden kann. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Umsetzung der Wellenlänge durch die Fluoreszenzfarbstoffmoleküle. So ist das von den Fluoreszenzfarbstoffmolekülen emittierte Licht grundsätzlich energieärmer als das von ihnen absorbierte Licht. Somit besitzt das emittierte Licht eine größere Wellenlänge. Die Energie des von einem Fluoreszenzfarbstoffmolekül emittierten Lichts reicht nicht aus, um in weiteren Fluoreszenzfarbstoffmolekülen der gleichen Art absorbiert zu werden und wiederum eine Fluoreszenzemission hervorzurufen. Somit hat die mit den Fluoreszenzfarbstoffmolekülen dotierte lichtleitende Faser für das durch den Fluoreszenzeffekt erzeugte Licht eine niedrige Dämpfung. Dadurch sind auch Übertragungssysteme großer Länge bzw. großer Durchmesser effizient realisierbar. Dieses System besitzt nun den großen Nachteil, daß der Fluoreszenzeffekt nicht spontan mit Abbruch der Energiezufuhr durch das anregende Licht endet, sondern exponentiell abklingt. Dadurch ergibt sich eine Geschwindigkeits- bzw. Bandbreitenbegrenzung der übertragenen Signale. Die besten derzeit im Laborversuchen getesteten Fasern mit Fluoreszenzfarbstoffen besitzen Zeitkonstanten in der Größenordnung von einigen Nanosekunden und sind somit nur bis zu einigen 100 MBaud, keinesfalls aber für den GBaud Bereich einsetzbar.

Diese Bandbreitenbegrenzung wird durch das in der PCT-Veröffentlichung WO 98/00936 dargestellten Übertragungssystem vermieden. Hierin wird ähnlich dem zuvor beschriebenen System Licht von außen in eine mit Farbstoffen dotierte lichtleitende Faser eingekoppelt. Es

wird hier jedoch nicht der Fluoreszenzeffekt, sondern die stimulierte Emission eines Materials, dessen Elektronenanordnung durch energetische Anregung invertierbar ist ausgenutzt. Der Nachteil dieser Anordnung ist der hohe technische Aufwand beispielsweise in Wellenlängenmultiplexern und Pumplichtquellen. Dadurch sind derartige Anordnungen für den breiten industriellen Serieneinsatz noch nicht geeignet.

Ein weiteres Verfahren beruht auf der Lichtkopplung über ein Gitter welches beispielsweise durch Photorefraktive Materialien im inneren einer Glasfaser (veröffentlicht in der US-Patentschrift 4,749,248) oder als Mantel auf eine Glasfaser aufgebracht (veröffentlicht in der PCT-Veröffentlichung WO 99/04309) sind.

In den nachfolgenden Ausführungen wird auf dem Begriff Lichtwellenleiter Bezug genommen. Dieser Begriff bezieht sich auf die bevorzugte Ausführungsform da gerade über längere Strecken Licht nur mit einem Lichtwellenleiter Dämpfungsarm zu führen ist. Selbstverständlich ist der Gegenstand der Erfindung gleichwirkend auch auf alle anderen Arten von Lichtleitern anwendbar.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Datenübertragungssystem bereitzustellen, das die zuvor genannten Nachteile nicht mehr aufweist und insbesondere zu berührungsfreien Übertragung hoher Datenraten entlang einer größeren Weglänge bei vergleichsweise niedrigen Herstellungskosten geeignet ist.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einem Lichtwellenleiter, vorzugsweise einer Glasfaser, der in seinem Inneren Streuzentren nahe den Positionen, an denen Licht ein- bzw. ausgekoppelt werden soll, enthält. Die Aufgabe dieser Streuzentren ist es, Licht in unterschiedliche Richtungen abzulenken. So wird im Falle der seitlichen Einkopplung längs des Lichtwellenleiters Licht durch die Streuzentren zumindest teilweisein einen Raumwinkel abgelenkt, unter dem das Licht in Lichtwellenleiter weitergeführt werden kann. Im Falle der seitlichen Auskopplung wird das im Lichtwellenleiter geführte Licht durch die Streuzentren zumindest teilweise in Richtungen außerhalb des Lichtwellenleiters abgelenkt.
Der Einfachheit halber wird in diesem Dokument der Begriff „ Streuzentren" in der Mehrzahl verwendet, da dies dem bevorzugten Einsatzbereich entspricht. Selbstverständlich ist die Erfindung gleichwirkend mit auch nur einem einzigen Streuzentrum zu gestalten. Da die Streu-

zentren in der Regel sehr klein sind, werden allerdings in der Regel meist eine Vielzahl solcher Streuzentren nahe beieinander eingesetzt werden.
Die Wirkung der Streuzentren - die Streuung - ist ein optischer Effekt an dem eine Vielzahl von meist nicht gezielt orientierten, vorzugsweise mikroskopisch kleinen Teilchen beteiligt sind. Sie beruht auf unterschiedlichen optischen Eigenschaften dieser Teilchen gegenüber dem diese umgebenden Medium. So können beispielsweise Brechungsindex bzw. Transmission der streuenden Teilchen andere Werte besitzen. Im Gegensatz hierzu ist beispielsweise die Reflexion ein vorzugsweise makroskopischer Effekt, welcher eine Lichtablenkung meist in eine Vorzugrichtung bewirkt.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind Streuzentren permanent im Lichtwellenleiter vorhanden. Eine solche Ausführungsform der Erfindung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn Licht an bestimmten fest vorgegebene Positionen ein- bzw. ausgekoppelt werden soll. Dies ist beispielsweise bei Bussystemen der Fall. Durch die Konfiguration mit nur wenigen Streuzentren, welche ausschließlich den Positionen zur Signalein- bzw. Auskopplung zugeordnet sind, ergibt sich gegenüber Lichtwellenleitern, welche über einen Großteil ihrer Länge streuend ausgebildet sind, eine wesentlich geringere Durchgangsdämpfung.

In einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung ist die Beschaffenheit des Lichtwellenleiters so gestaltet, daß der Ort bzw. die Art der Streuzentren

durch eine äußere Anregung gesteuert werden können. Damit lassen sich an bestimmten, wechselnden Positionen Streuzentren erzeugen. So kann beispielsweise der Ort eines Streuzentrums dynamisch mit einer Bewegung eines Elements zur Lichtein- bzw. Auskopplung verändert werden. Damit kann beispielsweise im Falle einer Rotationsbewegung das Streuzentrum der Rotation folgen und eine kontinuierliche Lichtein- bzw. Auskopplung während der Rotation ermöglichen. Wahlweise kann neben dem Ort der Streuzentrums auch die Art der Streuzentrums beeinflußt werden. Die Art der Streuzentrums hat einen wesentlichen Einfluß auf die Höhe der Streuung.
Beeinflußbar sind grundsätzlich Parameter wie beispielsweise die Größe oder auch die Dichte der Streuzentren. So kann beispielsweise auf einer Übertragungsstrecke bei kurzen Distanzen zwischen Ein- und Auskoppelelement das Streuzentrum auf geringe Streuung eingestellt werden, da hier die Streckendämpfung gering ist und somit nur ein geringer Signalanteil ein- bzw. ausgekoppelt werden muß. Bei längeren Distanzen ist es hingegen sinnvoll eine höhere Streuung einzustellen, um eine höhere Ein- bzw. Auskopplung zu erreichen. Somit kann beispielsweise durch Steuerung der Art der Streuzentren eine distanzabhängige Dämpfung der Übertragungsstrecke kompensiert werden, so daß Empfänger mit niedriger Dynamik eingesetzt werden können.
Ebenso ist es möglich, andere Effekte wie beispielsweise unterschiedliche Sendeleistungen, Empfängerempfindlichkeiten oder auch Störstellen der Übertragungsstrecke durch Anpassung der Streuzentren zu kompensieren.
Selbstverständlich schließt die Steuerung der Art der

Streuzentren auch ein einfaches Erzeugen bzw. Entfernen der Streuzentren mit ein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung enthält der Lichtwellenleiter Material, dessen Streuung vorzugsweise durch elektromagnetische Felder bzw. Wellen oder aber auch durch Teilchen beeinflußt werden kann. Um hier die Übertragung des Lichts möglichst wenig zu beeinflussen hat dieses Material im nicht streuenden Zustand vorzugsweise eine geringe Dämpfung. Durch die Beeinflußbarkeit mit elektromagnetischen Feldern bzw. Wellen ist von außen eine besonders einfache Steuerbarkeit der Streuung möglich. Insbesondere ist in diesem Fall eine berührungslosen Steuerung problemlos möglich. Ein besonderer Fall von elektromagnetische Wellen ist das Licht. Gerade mit Licht höherer Leistungsdichte können bei bestimmten Materialien Streuzentren entstehen. So ist der Lichtwellenleiter in diesem Fall zu Erzeugung von Streuzentren mit einer Lichtquelle hoher Leistungsdichte zu bestrahlen. Durch Variation der Leistungsdichte kann dann die Streuung der Streuzentren beeinflußt werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung enthält der Lichtwellenleiter Material in dem die Streuzentren durch bestimmte physikalische Eigenschaften wirken. Dies sind insbesondere Änderungen des Volumens, der Struktur, Wirkungen von inter- bzw. intramolekularen Kräften oder auch Änderungen mindestens eines Aggregatzustandes. Gerade durch Änderung dieser Parameter in kleinen, in den Lichtwellenleiter eingeschlossen

Partikeln kann deren Brechungsindex bzw. deren Dämpfung variiert werden, was zu einer Streuung führen kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung enthält der Lichtwellenleiter Material mit besonderen Eigenschaften, so daß die Streuung dieses Materials vorzugsweise durch mindestens einen der folgenden Effekte beeinflußbar ist:

- Photorefraktiver Effekt
- Photoadressierbarer Effekt
- Effekt der thermischen Nichtlinearität
- Rheologischen Effekt

Wird der mit einem solchen Material versetzte Wellenleiter an einer Stelle angeregt, bilden sich dort lokal reversible Streuzentren. Dies bedeutet daß sich die Streuzentren mit Wegfall der Anregung zurückbilden. Selbstverständlich sind auch Materialien einsetzbar, bei denen ohne Anregung Streuzentren bestehen, und welche sich erst durch die Anregung zurückbilden. Durch die bevorzugte lokale Ausbildung der Streuzentren im Bereich der Anregung bleibt die Dämpfung im Rest des Lichtwellenleiters gering.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß der Lichtwellenleiter aus einem für die Lichtleiter geeigneten Material wie beispielsweise Glas oder Kunststoff gefertigt ist und dabei in Form einer Faser oder eines planaren Wellenleiterelements ausgeführt ist. Durch die Ausführung als Wellenleiter kann die Dispersion des Signals klein gehalten werden. Somit ist auch über lange Strecken eine breitbandige Signal-

übertragung möglich. Zusätzlich kann durch die hier vorgeschlagene Ausgestaltung des Lichtwellenleiters die Dämpfung gering gehalten werden, so daß auch bei langen Übertragungsstrecken nur eine geringe Empfängerdynamik notwendig ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Lichtwellenleiter als Hohlkörper ausgeführt welcher wahlweise mit Feststoffen, Flüssigkeiten bzw. Gasen gefüllt ist. Damit ist eine besonders einfache Fertigung der erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich. So kann beispielsweise als Hülle ein einfacher flexibler Kunststoffschlauch gezogen werden, welcher dann mit einer entsprechenden Flüssigkeit, die die gewünschten Eigenschaften besitzt, gefüllt wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden zur Steuerung der Streuung bzw. zur Signalübertragung getrennte Signal- bzw. Energiequellen eingesetzt. So ist beispielsweise eine erste Energiequelle vorhanden, welche durch Energiezufuhr die Streuzentren am Ort der gewünschten Einkopplung derart angeregt, daß sie die gewünschte Streuung besitzen. Eine zweite Energiequelle, beispielsweise ein modulierter Laser dient zur Informationsübertragung indem dessen Licht mit Hilfe der Streuzentren in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß an einem Ort der Signalein- bzw. Auskopplung eine einzige Energiequelle zur Steuerung der Streuzentren

und zur Informationsübertragung vorhanden ist. So kann z. B. zur Energieeinkopplung ein besonders leistungsfähiger Laser verwendet werden, welcher gleichzeitig die notwendige Energie zur Steuerung der Streuung in den Lichtwellenleiter einkoppelt und die Information überträgt.

Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben.
Es zeigen:

Fig. 1 Allgemeine Ausführungsform der Erfindung
Fig. 2 Konfiguration von Datenübertragungssystemen
Fig. 3 Konfiguration, bei der Streuzentren ohne Anregung vorhanden sind
Fig. 4 unterschiedliche Arten der Anregung bzw. Signaleinkopplung

In Fig. 1 ist in allgemeiner Form eine erfindungsgemäße Anordnung dargestellt.
Ein Lichtwellenleiter (3) führt Licht (6), welches sich in diesem mit nur geringe Dämpfung ausbreiten kann. Dieser Lichtwellenleiter enthält in einem lokal begrenzten Bereich (5) Streuzentren (7). An diesen Streuzentren wird einerseits das sich in dem Lichtwellenleiter ausbreitende Licht (6) gestreut, so daß das Streulicht sich in alle Richtungen ausbreitet. Damit tritt ein Teil der Streulicht auch aus dem Lichtwellenleiter

aus. Ebenso kann Licht (8) von einer externen Lichtquelle auf den Lichtwellenleiter strahlen. Trifft dieses Licht auf die Streuzentren, so wird es ebenso in alle Richtungen gestreut. Ein Teil des Lichts (4) wirdin Längsrichtung des Lichtwellenleiters gestreut und kann so in diesem geführt werden. Im Falle einer Ausführung mit steuerbaren Streuzentren wird zusätzliche Energie (1) über eine optionale Blende (2) zur Steuerung der Streuzentren zugeführt. Die Aufgabe der Blende besteht hier in einer exakt definierten Begrenzung der Bestrahlung des Lichtwellenleiters, so daß die Streuzentren nur in einem exakt definierten Gebiet entstehen.

Fig. 2 zeigt die typische Konfiguration eines Datenübertragungssystems.
Der obere Teil der Abbildung zeigt die Einkopplung von Licht in den Lichtwellenleiter an einer beliebigen Position des Lichtwellenleiters und die Auskopplung an einem Ende des Lichtwellenleiters. Hier wird von einem Sender (12) Licht (8) in Richtung des Lichtwellenleiters emittiert. Durch zusätzliche Energie (1) werden an dieser Stelle Streuzentren aktiviert. Ein Teil des Lichts des Senders wird nun daran derart gestreut daß es in dem Lichtwellenleiter (3) bis zum Empfänger (13) an einem Ende des Lichtwellenleiters geführt werden kann.
Analog hierzu funktioniert die Lichtübertragung in der entgegengesetzten Richtung, die beispielhaft im unteren Teil der Abbildung dargestellt ist. Ein Sender (10) speist Licht (9) an einem Ende des Lichtwellenleiters

(3) ein. Dieses Licht wird an Streuzentren, welche durch zusätzliche Energie (1) angeregt werden ausgekoppelt und vom Empfänger (11) ausgewertet.

Fig. 3 zeigt eine alternative Konfiguration für den Fall, daß Streuzentren ohne Anregung mit zusätzlicher Energie vorhanden sind.
Hier sind in dem durch die Blende (2) von der anregenden Energie (1) abgeschatteten Bereich (5) Streuzentren vorhanden. Der Rest des Lichtwellenleiters (3) wird mit der anregenden Energie bestrahlt, was dazu führt, daß die Streuzentren verschwinden und er die normalen Eigenschaften eines Lichtwellenleiters besitzt.

Fig. 4 veranschaulicht unterschiedliche Arten der Energie- bzw. Signaleinkopplung beispielhaft im Falle der Signaleinspeisung an beliebiger Stelle des Lichtwellenleiters. Selbstverständlich sind die Mechanismen analog auf eine Signalauskopplung an beliebiger Stelle des Lichtwellenleiters anwendbar.
In der obersten Abbildung wird das Signal hoher Leistung (41) in den Lichtwellenleiter (3) eingekoppelt. Die Leistung des Signals ist hier so hoch gewählt, daß am Ort der Einstrahlung in den Lichtwellenleiter Streuzentren entstehen, welche wiederum ein Teil des Signals in Ausbreitungsrichtung des Lichtwellenleiters in diesen einkoppeln.Die mittlere Abbildung zeigt den bevorzugten Anwendungsfall, bei dem das Datensignal (1) und die anregende bzw. steuernde Energie (8) der Streuzentren von getrennten Quellen in den Lichtwellenleiter (3) eingekoppelt werden.

Die unterste Abbildung zeigt den Fall, daß eine andere Energieform als Licht, beispielsweise ionisierende Strahlung (42) zur Erzeugung von Streuzentren in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird. Zur Informationsübertragung wird hier wieder moduliertes Licht (8) im Bereich der Streuzentren eingekoppelt.

Patentansprüche

1) Vorrichtung zur Übertragung optischer Signale bzw. Energie, bestehend aus mindestens einem optischen Sender und mindestens einem optischen Empfänger, welche mittels eines Lichtwellenleiters miteinander verkoppelt sind, wobei die Lichtein- bzw. Auskopplung an den Enden und/oder entlang dem Lichtwellenleiter an mindestens einem Ort von außen erfolgt
dadurch gekennzeichnet, daß
der Lichtwellenleiter an diesem mindestens einen Ort zur Ein- bzw. Auskopplung von außen optische Streuzentren zur Ein- bzw. Auskopplung besitzt.

2) Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
Streuzentren permanent im Wellenleiter an vorgegebenen Positionen zur Lichtein- bzw. Auskopplung vorhanden sind.

3) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Beschaffenheit des Lichtwellenleiters derart gestaltet ist, so daß der Ort bzw. die Art der Streuzentren durch äußere Anregung gesteuert werden kann.

4) Vorrichtung nach Anspruch 1 bzw. 3,
dadurch gekennzeichnet, daß

der Lichtwellenleiter Material enthält, dessen Streuung durch elektromagnetische Felder bzw. Wellen oder auch Teilchen beeinflußt werden kann.

5) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der Lichtwellenleiter Material enthält, in dem die Streuzentren durch Änderung des Volumens der Struktur, inter- bzw. intramolekulare Kräfte bzw. mindestens eines Aggregatzustandes wirken.

6) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der Lichtwellenleiter Material enthält, dessen Streuung vorzugsweise durch den photorefraktiven Effekt, den photoadressierbaren Effekt, den Effekt der thermischen Nichtlinearität bzw. den rheologischen Effekt beeinflußbar ist.

7) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
der Lichtwellenleiter aus Glas, Kunststoff bzw. anderen für die Lichtleitung geeigneten Materialien besteht und vorzugsweise als Faser oder planares Wellenleiterelement ausgeführt ist.

8) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

der Lichtwellenleiter als Hohlkörper ausgeführt ist, welcher wahlweise mit Feststoffen, Flüssigkeiten bzw. Gasen gefüllt ist.

9) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet daß
zur Steuerung der Streuung und zur Signalübertragung mindestens zwei unterschiedliche Quellen vorhanden sind.

10) Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur Steuerung der Streuung und Signalübertragung eine einzige Energiequelle vorhanden ist.

Fig. 1:

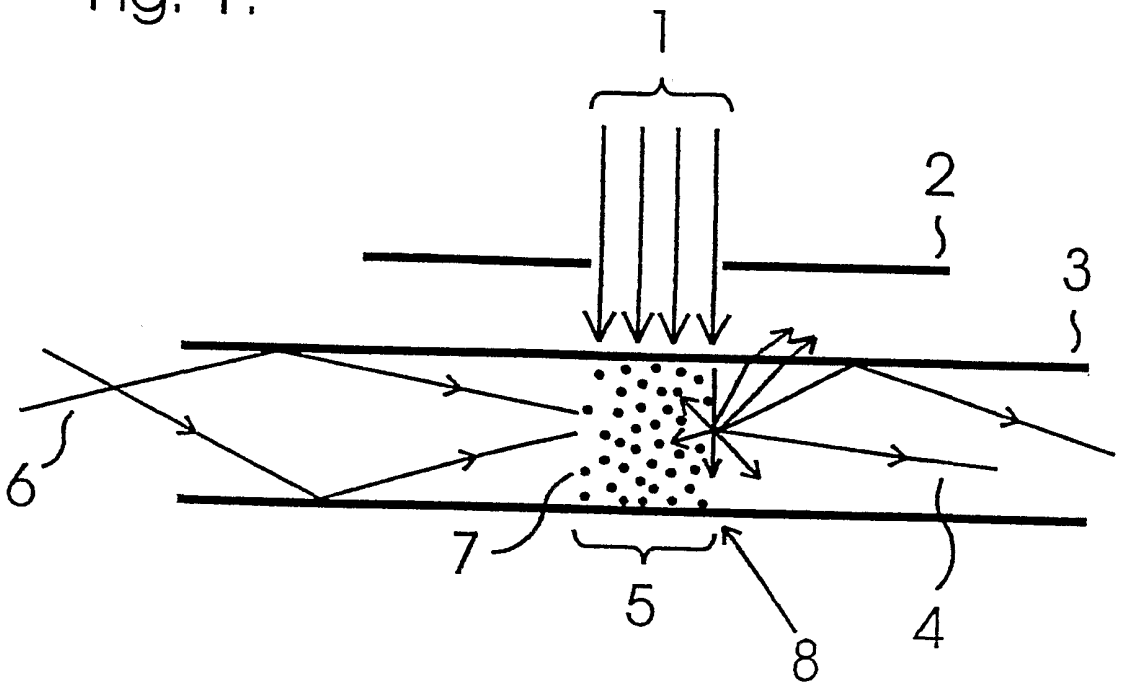


Fig. 2:

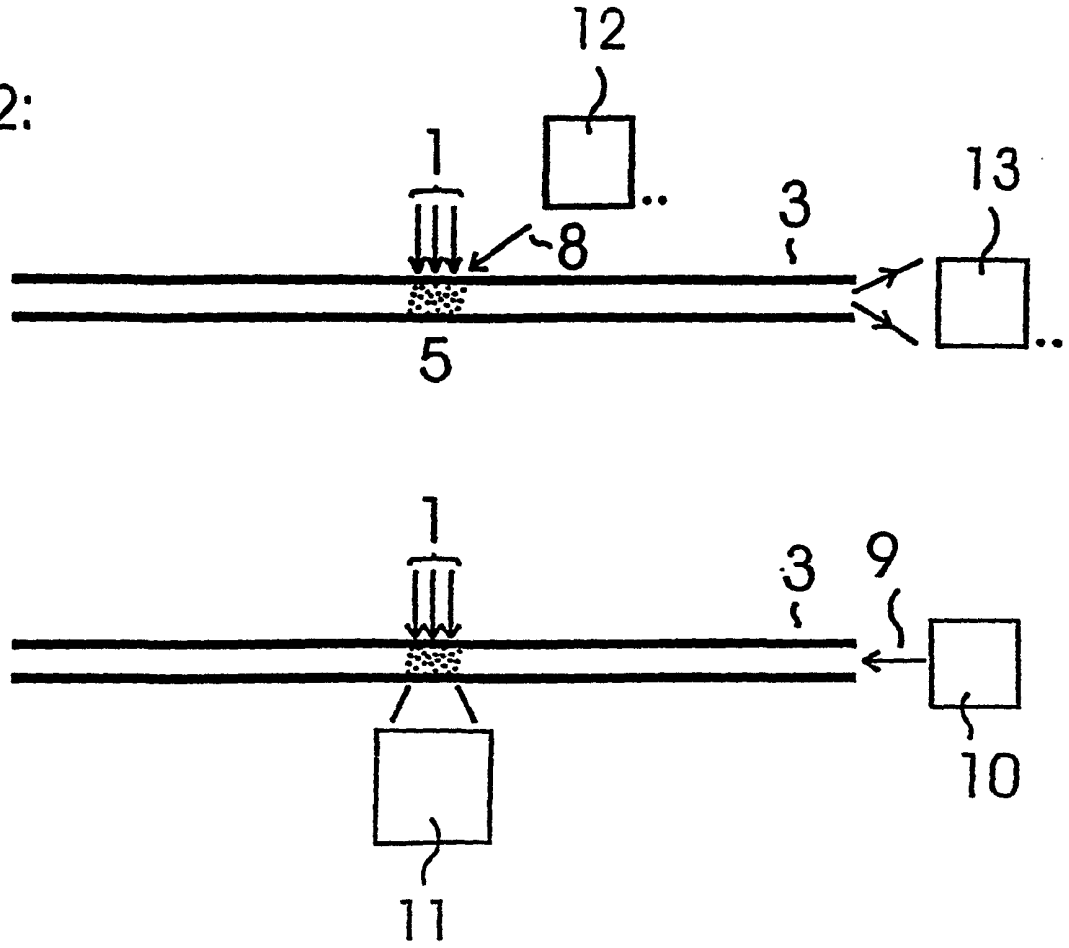


Fig. 3:

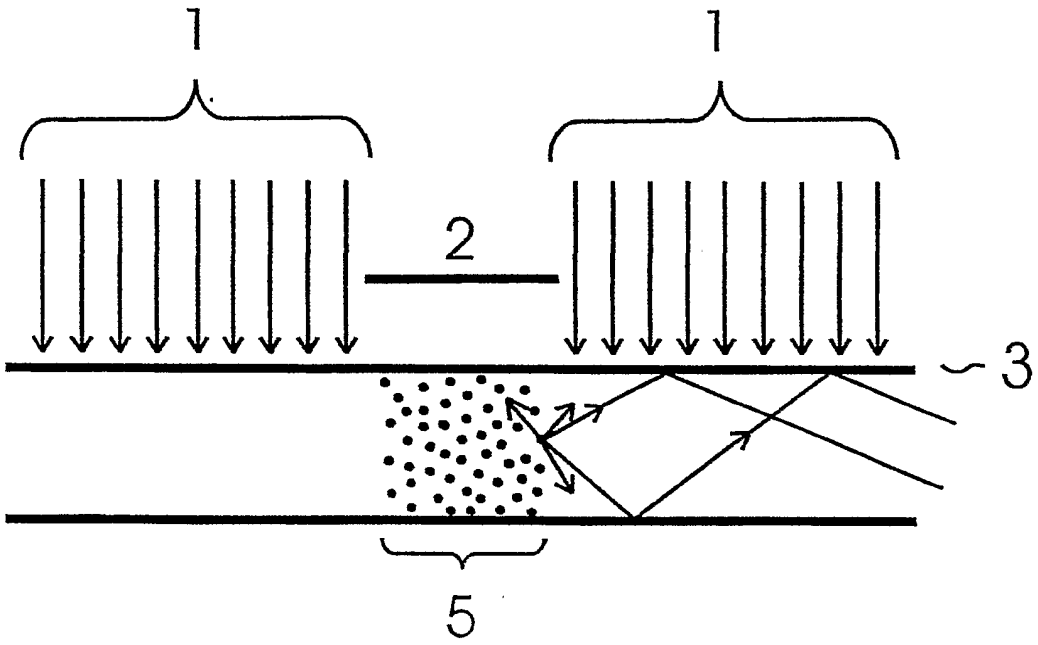
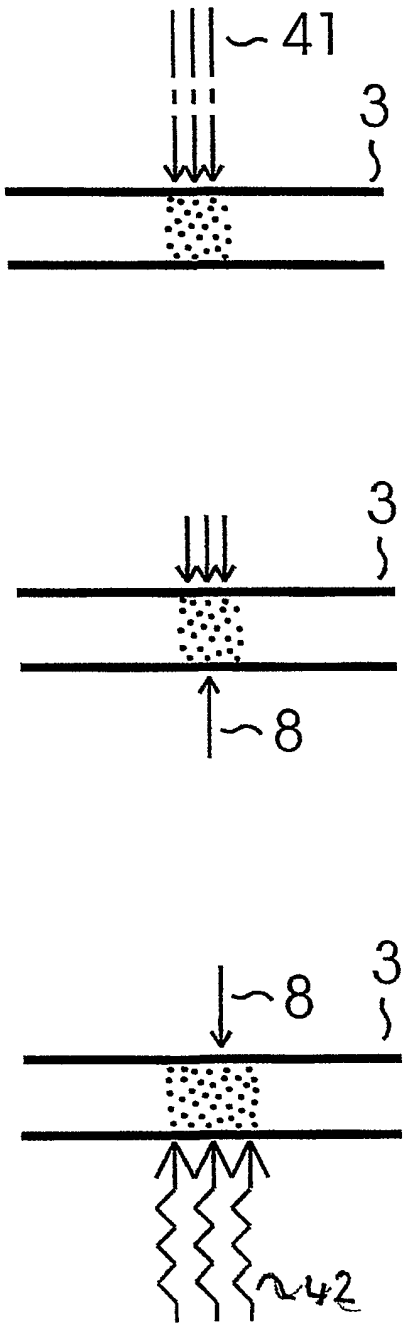


Fig. 4:



PCT-Anmeldung

Priorität: DE 100 27 786.1
DE 101 06 297.4

Optisches Datenübertragungssystem

Erfinder:

Hans Thiele
Segnitzstrasse 83,
97422 Schweinfurt

Harry Schilling
Egerstr. 4
91166 Georgensgmünd