

(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  
17. Januar 2002 (17.01.2002)

PCT

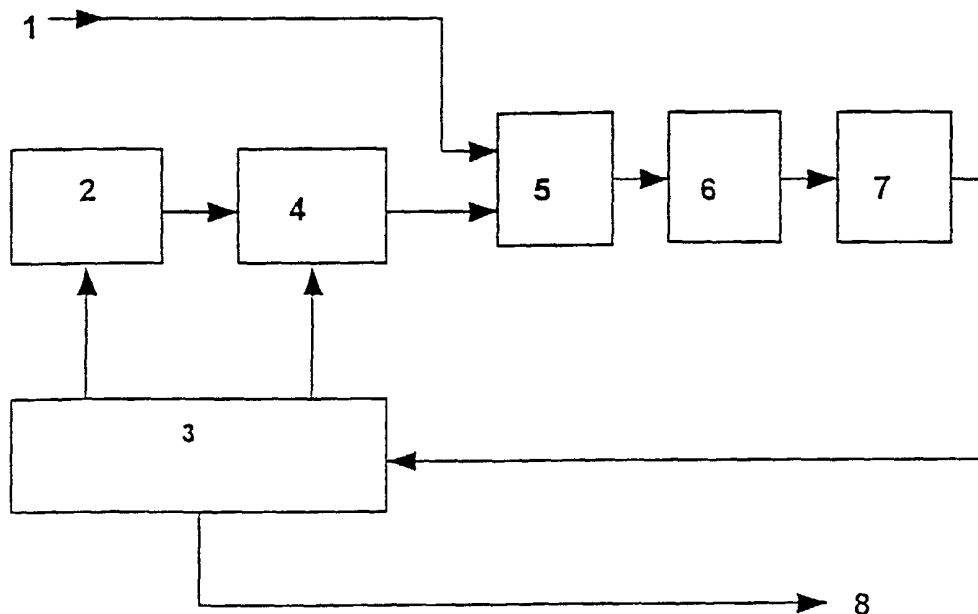
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/05463 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04B 10/18 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BANDEMER, Adalbert [DE/DE]; Schöttlstrasse 2, 85221 Dachau (DE). KRAUSE, Egbert [DE/DE]; Gartenweg 9b, 09217 Burgstädt (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/08006
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juli 2001 (11.07.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Anwalt: MÜLLER-BORE & PARTNER; Grafinger Strasse 2, 81671 München (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (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, EC, 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.
- (30) Angaben zur Priorität:  
100 33 819.4 12. Juli 2000 (12.07.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): PROFILE OPTISCHE SYSTEME GMBH [DE/DE]; Gaussstrasse 11, 85757 Karlsfeld (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PDM MONITOR METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE POLARISATION MODE DISPERSION OF A TRANSMISSION SYSTEM, ESPECIALLY A TRANSMISSION FIBRE

(54) Bezeichnung: PDM-MONITOR-VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR ERMITTLUNG DER POLARISATIONS-MODEN-DISPERSION EINES TRANSMISSIONSSYSTEMS UND INSBESONDERE EINER TRANSMISSIONSFASER



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for determining the polarisation mode dispersion of a transmission system, especially a transmission fibre. The invention is characterised in that, in an optoelectronic heterodyne receiver, the beam of an optical element, especially a fibre, which is variable with regard to the wave length thereof, is overlaid on an optical data signal to be analysed. According to the invention, the polarisation state of the signal to be analysed can thus be measured as a function of the wave length.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/05463 A1



**(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).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

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.

---

**(57) Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion eines Transmissionssystems und insbesondere einer Transmissionsfaser. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß in einem optoelektronischen Heterodynempfänger eine Überlagerung eines zu analysierenden optischen Datensignals mit der Strahlung eines bezüglich seiner Wellenlänge durchstimmbaren optischen Elements und insbesondere eines Lasers erfolgt. Erfindungsgemäß kann damit der Polarisationszustand des zu analysierenden Signals als Funktion der Wellenlänge gemessen werden.

Titel: PMD-Monitor - Verfahren und Anordnung zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion eines Transmissionssystems und insbesondere einer Transmissionsfaser

### BESCHREIBUNG

#### Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion (PMD) eines Transmissionssystems und insbesondere einer (D-WDM)-Transmissionsfaser.

Da jede Glasfaser ungewollt in geringem Umfange doppelbrechend ist, laufen Lichtsignale unterschiedlicher Polarisation mit verschiedenen Gruppengeschwindigkeiten durch die Glasfaser. Beim Empfänger kommen die Lichtanteile unterschiedlicher Polarisation daher zeitlich gegeneinander verzögert an; dieser Laufzeiteffekt führt zu einer Verbreiterung des empfangenen Signals und damit zu einer Beeinträchtigung der Übertragungsqualität. Dies kann insbesondere zu einer Erhöhung der Bitfehlerrate führen.

Die Polarisations-Moden-Dispersion umfaßt alle polarisationsabhängigen Laufzeiteffekte, bei denen sich die Signalausbreitung vollständig durch das Ausbreitungsverhalten zweier voneinander unabhängiger und zueinander orthogonaler Polarisationsmoden beschreiben läßt. Da sich die Doppelbrechung durch äußere Einflüsse, wie Temperatur und mechanische Belastung - z.B. durch Winddruck bei Freileitungen - ständig ändert, und zudem von der Wellenlänge abhängt, verändert sich permanent sowohl die Lage der „principal states of polarisation“ (PSP) als auch

die Laufzeitdifferenz zwischen den PSP's. Dies bezeichnet man auch als Polarisations-Moden-Dispersion.

Aus den genannten Effekten resultiert beispielsweise ein zeitlich fluktuierendes wellenlängenabhängiges PMD-Verhalten von Transmissionsfasern mit Zeitkonstanten im Millisekunden- bis Minutenbereich.

#### Stand der Technik

Aus einer Reihe von Gründen - beispielsweise um die resultierende wellenlängenabhängige PMD zu kompensieren - ist es erforderlich, die tatsächliche momentane PMD eines Transmissionssystems zu messen.

Bekannt sind PMD-Meßgeräte, die entweder nach der interferometrischen Methode oder nach dem Jones-Matrix-Verfahren arbeiten. Diese bekannten PMD-Meßgeräte benötigen pro Messung zwischen einigen zehn Sekunden und einigen Minuten, sind sehr voluminös und arbeiten darüber hinaus mit während der Messung zu bewegenden Bauteilen. Damit sind sie nicht für PMD-Kompensationseinrichtungen geeignet, die an Übertragungstrecken stehen.

Deshalb behilft man sich derzeit zur (indirekten) Messung der PMD mit der Ermittlung der durch Polarisations-Moden-Dispersion (PMD) hervorgerufenen Verzerrungen bzw. deren Auswirkungen auf die Übertragungsqualität, wie beispielsweise Messungen der Bitfehlerrate. Diese Vorgehensweise liefert jedoch keine direkte Aussagen über die PMD beispielsweise einer Transmissionsfaser.

Ein weiteres bekanntes Verfahren benutzt nach der optoelektronischen Detektion des Nutzsignals einen Satz von Hochfrequenzfiltern, um die Phasenverschiebungen ausgewählter Seitenfrequenzen zu bestimmen. Dabei hängt der Aufwand von der Modulationsbandbreite des Nutzsignals ab. Unterschiedliche Bitraten in der digitaler Übertragung erfordern unterschiedliche Filterkombinationen. Es sind üblicherweise jedoch nur ca. 3-4 Filter praktikabel. Die Ermittlung der PMD ist damit an eine Signaldemodulation gebunden und somit nur für jeweils ein Nutzsignal möglich.

#### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Anordnung zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion eines Transmissionssystems und insbesondere einer Transmissionsfaser anzugeben, die in kurzer Meßzeit einen Rückschluß auf die Veränderungen der PMD erlaubt, so daß sie beispielsweise in einer PMD-Kompensationseinrichtung als PMD-Monitor eingesetzt werden kann.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist in den unabhängigen Patentansprüchen angegeben. Weiterbildung in der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, in einem optoelektronischen Heterodynempfänger das zu analysierende optische Datensignal mit der Strahlung eines bezüglich

seiner Wellenlänge durchstimmbaren optischen Elements und insbesondere eines Lasers zu überlagern. Erfindungsgemäß kann damit der Polarisationszustand des zu analysierenden Signals als Funktion der Wellenlänge gemessen werden.

Das Spektrum eines digitalen, optischen Datensignals hat eine definierte spektrale Breite, die von der Bitrate abhängt. Je höher die Bitrate ist, desto breiter ist das zugehörige Spektrum.

Die unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der verschiedenen spektralen Anteile in unterschiedlichen Polarisationszuständen innerhalb der Lichtleitfaser der Übertragungsstrecke verursachen nach hinreichender Übertragungslänge Signalverzerrungen, die eine Wiederherstellung der digitalen Information unmöglich machen oder zumindest die Signalqualität negativ beeinflussen.

Mit Hilfe eines optoelektronischen Heterodynempfängers, dessen Bandbreite ein Bruchteil des Signalspektrums beträgt, wird dieses Spektrum spektral aufgelöst gemessen. Man erhält dann Meßwerte, die das Leistungsdichtespektrum des Empfangssignals - je nach Durchstimm-Bandbreite über einen Teil des Spektrums oder über das gesamte Spektrum - widerspiegeln.

Bei dieser optischen Überlagerung hängt die Nutzamplitude des elektrischen Überlagerungssignals von den beiden Signalleistungen, aber auch direkt von den Polarisations-

richtungen des einlaufenden Signals und des lokalen Überlagerungslasers ab.

Um die polarisationsunabhängige Leistungsdichte des Eingangsspektrums zu bestimmen, werden zwei orthogonale Polarisationszustände (SOP= state of polarization) z.B. des lokalen Lasers für eine optoelektronische Überlagerung benutzt. Diese können z.B. die horizontale und die vertikale Polarisation sein mit den Vektoren ( $S_1, S_2, S_3$ ):

$$\begin{aligned} \text{SOP}_H &= (1, 0, 0) && \text{horizontal} \\ \text{SOP}_V &= (-1, 0, 0) && \text{vertikal} \end{aligned}$$

Die spektrale Verteilung der Gesamtsignalleistung wird unter Benutzung dieser zwei orthogonalen Polarisationszustände ermittelt.

$$P_{\text{Üges}}(\lambda) = (P_{\text{ÜH}}(\lambda) + P_{\text{ÜV}}(\lambda)) / 2$$

Um die unterschiedlichen Polarisationszustände innerhalb des Empfangsspektrums spektral aufgelöst messen zu können, werden weitere Polarisationsrichtungen benötigt; dabei ist es vorteilhaft eine unter 45 Grad stehende und eine rechts- oder links-zirkuläre Polarisation zu benutzen, z.B.

$$\begin{aligned} \text{SOP}_{45} &= (0, 1, 0) && \text{linear, } +45^\circ \text{ schräg} \\ \text{SOP}_R &= (0, 0, 1) && \text{rechts-zirkular} \end{aligned}$$

Das Eingangsspektrum wird nun beispielsweise mit folgenden Polarisationszuständen des lokalen Lasers überlagert:

$$(S_1, S_2, S_3)$$

$SOP_H$	=	( 1, 0, 0 )	horizontal
$SOP_V$	=	( -1, 0, 0 )	vertikal
$SOP_{+45^\circ}$	=	( 0, 1, 0 )	linear, +45° schräg
$SOP_R$	=	( 0, 0, 1 )	rechts-zirkular

Die Leistung jeden Mischproduktes ist proportional zu dem Produkt aus Eingangsleistung und Lokallaserleistung und einem Faktor  $k$ , der die Übereinstimmung beider Polarisierungen beschreibt.

$$P_U = k * P_E * P_L * a(\Delta SOP)$$

Mit  $k$             Konstante  
 $P_E$             Eingangsleistung  
 $P_L$             Lokallaserleistung  
 $a(\Delta SOP)$     Polarisations-Übereinstimmungsfaktor

Dabei ist der Polarisations-Übereinstimmungsfaktor  $a(\Delta SOP)$  vom relativen Abstand der SOP auf der Poincaré-Kugel abhängig:

$$\alpha = \cos^2(\alpha/2)$$

$\alpha$             Winkel zwischen  $SOP_E$  und  $SOP_L$  auf der Poincaré-Kugel

Der Amplitudenfaktor  $a(\Delta SOP)$  ist maximal 1 bei identischen Polarisierungen ( $\alpha=0^\circ$ ) und 0 für orthogonale Polarisierungen ( $\alpha=180^\circ$ ).

Mit Hilfe der drei Polarisierungen  $(S_1, S_2, S_3) = (1, 0, 0); (0, 1, 0); (0, 0, 1)$ , die die Stokes-Vektoren  $S_1, S_2, S_3$  repräsentieren, werden daraus die wellenlängenabhängigen normierten Stokes-Parameter  $s_1(\lambda)$ ,  $s_2(\lambda)$  und  $s_3(\lambda)$  des Empfangssignals ermittelt.

$$\begin{aligned} s_1(\lambda) &= P_{\text{ÜH}}(\lambda) / P_{\text{Üges}}(\lambda) \\ s_2(\lambda) &= P_{\text{Ü-45}}(\lambda) / P_{\text{Üges}}(\lambda) \\ s_3(\lambda) &= P_{\text{ÜV}}(\lambda) / P_{\text{Üges}}(\lambda) \end{aligned}$$

Bei jeder Wellenlänge des Eingangsspektrums ist somit die Polarisationsrichtung des ausgefilterten Spektralanteils bestimmt.

$$\text{SOP}_E(\lambda) = [s_1(\lambda), s_2(\lambda), s_3(\lambda)]$$

Die PMD zeigt nun ihre Auswirkungen darin, daß die Strahlung der Datenquelle in zwei Leistungsanteile aufgespalten wird, die den Principal States of Polarization ( $\text{PSP}_n$ ) am Eingang der Übertragungstrecke entsprechen. Zwischen beiden, in der Regel verschieden großen Leistungsanteilen tritt eine relative Zeitverzögerung - Differential Group Delay (DGD) genannt - auf. Die beiden Leistungsanteile erreichen den PMD-Monitor mit Polarisationsrichtungen, die den  $\text{PSP}_{\text{out}}$  entsprechen.

Das Datensignal erleidet durch PMD keine Verzerrungen, wenn die DGD gleich 0 ist, oder die Polarisation der Eingangsstrahlung identisch zu einem  $\text{PSP}_{\text{in}}$  der Übertragungs-

strecke ist. In beiden Fällen bleibt die Ausgangspolarisation am Ende der Übertragungsstrecke konstant, selbst wenn die Wellenlänge geringfügig variiert:

$$SOP_E(\lambda) = \text{konst.}$$

Die verschiedenen Spektralanteile des Signals haben die gleiche Polarisation, ihre akkumulierte Polarisationsänderung über das Spektrum ist gleich 0.

Das Eingangssignal wird jedoch um so stärker verzerrt, je größer die DGD ist und je näher das Leistungsaufteilungsverhältnis auf die beiden  $PSP_{in}$  an den Wert 1:1 kommt:

$$SOP_E(\lambda) = \text{variabel}$$

Die Meßdaten  $SOP_E(\lambda)$  liegen für den relevanten Wellenlängenbereich durch die vorangegangenen Berechnungen vor. Diese Daten sind ausreichend, um die Bestimmung der PMD nach der Poincaré (Arc-Angle) Methode durchzuführen. Dabei wird in jedem Punkt der Kurve der Differenzenquotient aus

$$SOP_E(\lambda) - SOP_E(\lambda + \delta\lambda)$$

auf der Poincaré-Kugel und dem dazugehörigen Wellenlängenabschnitt  $\delta\lambda$  gebildet. Aus rechentechnischen Gründen kann hier der Übergang zu diskreten Schritten vorteilhaft sein.

$$\Delta\tau(\lambda_1) = (\Delta\Omega * \lambda_0^2) / (2\pi * c * \Delta\lambda)$$

mit

$\Delta\Omega_i$	= arc(SOP <sub>E</sub> ( $\lambda_i$ ), SOP <sub>E</sub> ( $\lambda_{i+1}$ ))
$\lambda$	= ( $\lambda_i + \lambda_{i+1}$ ) / 2
$\Delta\lambda$	= $\lambda_{i+1} - \lambda_i$
$\Delta\tau$	DGD in ps
$\Delta\Omega$	Kreisbogen auf der Poincaré-Kugel

Die nun vorliegenden Einzelwerte  $\Delta\tau(\lambda_1)$  werden sinnvoll zu einem quadratischen Mittelwert zusammengefaßt, der ein zuverlässiges Maß für die PMD-Verzerrung darstellt:

$$\langle \Delta\tau \rangle = [n^{-1} * \sum_{i=1}^n \Delta\tau^2(\lambda_i)]^{-0,5}$$

Die erfindungsgemäße Anordnung hat den Vorteil, in Quasi-Echtzeit die Veränderungen der PMD z.B. von Faserstrecken zu detektieren. Die vorgeschlagene Anordnung und das vorgeschlagene Verfahren ermöglichen ebenso die Berechnung der wellenlängenabhängigen Stokes-Parameter. Durch die Verwendung des schnell und wahlfrei abstimmbaren lokalen Lasers und der Verwendung schnell reagierender Polarisations-Stellelemente ist der Aufbau eines PMD-Monitors möglich, der z.B. in wahlfrei selektierbaren Teilbereichen innerhalb des gesamten Wellenlängenbereichs mit unterschiedlichen Auflösungen arbeiten kann. Darüberhinaus handelt es sich um eine Lösung geringer Baugröße sowie um eine Lösung ohne bewegte Bauelemente, so daß Echtzeit-PMD-Überwachungssysteme mit besonders langer Lebensdauer realisiert werden können.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exempla-

risch beschrieben, auf die im übrigen hinsichtlich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung,
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 5 die Größen  $P_{Eges}(\lambda)$  und  $SOP_E(\lambda)$  als Funktion der Wellenlänge  $\lambda$  für verschiedene Fälle,
- Fig. 6 schematisch den Aufbau des Polarisationsstellers innerhalb des PMD-Monitors,
- Fig. 7 und 8 Ausführungsformen des vierten Ausführungsbeispiels, und
- Fig. 9 die Anwendung des PMD-Monitors als zentrales Bauelement eines PMD-Kompensators.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

In den Figuren sind gleiche Elemente immer mit den selben Bezugszeichen bezeichnet, so daß nach der ersten Beschreibung dieser Elemente auf eine weitere Vorstellung bei folgenden Figuren verzichtet wird.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau eines ersten Ausführungsbeispiels einer Anordnung zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion (PMD) einer Transmissionsfaser 1, d.h. eines PMD-Monitors. Das Signal der Transmis-

sionsfaser 1, die insbesondere eine Transmissionsfaser in einem D-WDM-System sein kann, ist an den einen Eingangsanschluß eines optischen Kopplers (5) angelegt, der bei diesem Ausführungsbeispiel ein 3dB-Koppler ist. An den anderen Eingangsanschluß des Kopplers (5) ist in der im folgenden beschriebenen Weise das Licht eines lokalen, abstimmbaren Lasers (2) angelegt, der vorteilhafter Weise ein in seiner Wellenlänge durchstimmbarer Laser, wie ein elektronisch abstimmbarer Distributed-Bragg-Reflector-Laser (DBR-Laser) oder ein elektronisch abstimmbarer Distributed-Feedback-Laser (DFB-Laser) ist.

Der Laser (2) wird von einer Auswerte- und Steuer- bzw. Regeleinheit (3) so abgestimmt, daß der Wellenlängenbereich der Abstimmung das Spektrum des zu analysierenden Signals der Faser (1) überstreicht. Die Polarisation des Lokallasers (2) wird mit Hilfe eines Polarisationsstellers (4) auf die zur Bestimmung der PMD notwendigen vier verschiedenen Polarisationszustände eingestellt.

Der optische Koppler (5) summiert das zu analysierende Signal der Faser (1) mit der Strahlung des lokalen Lasers (2). Das summierte Signal ist an einen optoelektronischen Empfänger (6) angelegt, der bei dem ersten Ausführungsbeispiel aus einer Photodiode besteht. Das elektrische Ausgangssignal des Empfängers (6) entspricht dem optischen Überlagerungssignal. Eine HF-Filter- und Bewertungseinheit (7) begrenzt die Bandbreite des Überlagerungssignals und filtert unerwünschte Basisbandsignale aus. Das Ausgangssignal der Einheit (7) ist an die Auswerte- und

Steuereinheit (3) angelegt. Diese analysiert den Verlauf der Meßgröße bei den verschiedenen Polarisierungen und Wellenlängen des Lokallasers (2). Als Ergebnis dieser Berechnungen generiert die Auswerte- und Steuereinheit (3) zum einen ein Stellsignal (8), das proportional zur PMD-Verzerrung des zu analysierenden Eingangssignals (1) ist und das zur Steuerung einer PMD-Kompensatoreinheit geeignet ist. Zum anderen steuert die Auswerte- und Steuereinheit (3) den Laser (2) und den nachfolgend noch näher beschriebenen Polarisationssteller (4).

Der Vorteil einer solchen Anordnung mit einem elektronisch durchstimmbaren Halbleiterlaser (2) besteht darin, daß die Abstimmung auf die unterschiedlichen Frequenzen erstens sehr schnell und zweitens mit wählbarer Abstimmteilheit erfolgen kann und somit Bereiche erhöhter Informationsdichte mit erhöhter Auflösung behandelt werden können. Dies ist im Sinne eines Smart-Monitors wünschenswert.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, daß sich von dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 dadurch unterscheidet, daß der lediglich eine Photodiode aufweisende Empfänger (6) durch einen optoelektronischen Balanceempfänger (9) ersetzt, in dem die Basisbandanteile der optischen Signale weitgehend unterdrückt werden. Dieses Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch einen höheren Dynamikbereich als bei der Anordnung gemäß Fig. 1 aus. Die übrigen Einheiten bzw. Elemente entsprechen den i. V. m. Fig. 1 erläuterten Einheiten

bzw. Elementen, so daß auf eine erneute Vorstellung verzichtet wird.

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung, daß sich von dem zweiten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß die Bereitstellung der notwendigen unterschiedlichen Polarisationszustände für die optoelektronische Überlagerung dadurch erhalten wird, daß der Polarisationssteller (4) nicht im Zweig des lokalen Lasers (2) angeordnet ist, sondern im Zweig des Eingangssignales (1).

Fig. 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Umschaltung der Polarisationszustände dadurch umgangen wird, daß anstelle der Empfänger (6) bzw. (9) ein Polarisationsdiversity-Empfänger (12) verwendet wird, dem Strahlteiler (10, 11) mit Polarisationsfiltereigenschaften vorgeschaltet sind. Ausführungsformen des vierten Ausführungsbeispiels werden nachstehend noch näher erläutert.

Figur 5a zeigt schematisch das Spektrum  $P_{Eges}(\lambda)$  als Funktion der Wellenlänge  $\lambda$  des Eingangssignals.

Fig. 5b zeigt, daß  $SOP_E(\lambda)$  über den Wellenlängenbereich im Falle fehlender PMD bzw. bei vollständig kompensierter PMD konstant ist.

Fig. 5c ist dagegen zu entnehmen, daß  $SOP_E(\lambda)$  im Falle unterschiedlicher Polarisierungen der Spektralanteile beim

Auftreten von starker, nicht-kompensierter PMD stark variiert.

Fig. 6 zeigt schematisch den Aufbau des Polarisationsstellers (4) innerhalb des PMD-Monitors: Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Polarisationssteller Faserquetscher mit Piezo-Elementen auf. Das Licht des lokalen Lasers (2) kann mittels zweier, gegeneinander um  $45^\circ$  gedreht angeordneten Piezo-Faserquetscher (13) und (14) in jede beliebige Ausgangspolarisation gebracht werden. Ein Faserkoppler (15) stellt den Hauptteil der Gesamtleistung am Ausgang (19) zur Verfügung und zweigt einen kleinen Teil für die Polarisationskontrolle ab. Ein weiterer Piezo-Faserquetscher (16) wird von einem Signalgenerator (17) moduliert. Der Polarisator (18) ist gegenüber dem Piezo-Faserquetscher (16) um  $45^\circ$  gedreht angebracht. Das in seiner Polarisationsrichtung modulierte Licht erlangt durch den Polarisator (18) eine Amplitudenmodulation, die von dem optischen Empfänger (19) analysiert wird. Das Meßsignal, welches die Modulationsamplitude widerspiegelt, liegt an einer Auswerte- und Steuereinheit (20) an.

Die beiden Piezo-Faserquetscher (13) und (14) werden so angesteuert, daß die Modulationsamplitude am Empfänger (19) 0 wird. Dies ist der Fall, wenn die Polarisation am Piezo-Faserquetscher (16) genau horizontal oder vertikal (Eigenmoden des doppelbrechenden Faserelementes) eingestellt ist. Am Ausgang (21) der Anordnung entstehen, bedingt durch die intrinsische Doppelbrechung von Verbin-

dungsfasern und Koppler (15) zwei veränderte Polarisatio-  
nen, die jedoch in ihrer Orthogonalität zueinander unver-  
ändert sind.

Für das Erreichen der horizontalen  $(1,0,0)$  bzw. vertika-  
len  $(-1,0,0)$  Polarisation am Piezo-Faserquetscher (16)  
sind für die Piezo-Faserquetscher (13) und (14) je zwei  
definierte Steuerspannungen notwendig. Sind diese Span-  
nungen bekannt, können durch mathematische Ableitungen  
die erforderlichen Steuerspannungen für die Polarisatio-  
nen  $45^\circ$  (schräg)  $(0,1,0)$  und zirkular rechts  $(0,0,1)$  be-  
rechnet werden.

Die Auswerte- und Steuereinheit (20) fährt für das Aus-  
führungsbeispiel des PMD-Monitors nach Fig. 1 nacheinan-  
der die je 4 Steuerspannungen für die Piezo-Faserquet-  
scher (13) und (14) an und erzeugt somit die vier erfor-  
derlichen Polarisationen für die Bestimmung der Stokes-  
Parameter nach dem beschriebenen Verfahren.

Die Figuren 7 und 8 zeigen Ausführungsformen für das i.  
V. m. Fig. 4 erläuterte vierte Ausführungsbeispiel.

Fig. 7 zeigt eine erste Ausführungsform, bei der Balance-  
Empfänger verwendet werden. Das Signal der Transmissions-  
faser 1 beaufschlagt einen ersten Strahlteiler (Beam-  
splitter BS) 51; der Strahl des durchstimmbaren Lasers 2  
beaufschlagt einen zweiten Strahlteiler 52.

In dem einen Zweig der beiden Strahlteiler 51 bzw. 52 ist ein weiterer Strahlteiler 53 angeordnet, dem im Zweig des Lasers 2 ein Element 55 vorgeschaltet ist, das eine  $\lambda/4$ -Platte ist. An den Ausgangsanschlüssen des Strahlteilers 53 sind Photodioden 91, 92, 93 und 94 angeordnet, von denen jeweils zwei Photodioden als Balanceempfänger beschaltet sind. Den Photodioden 91 und 92 sind Plättchen 56 und 57 vorgeschaltet, die unter  $45^\circ$  polarisieren.

Damit empfängt der von den Photodioden 91 und 92 gebildete Balanceempfänger das unter  $+ 45^\circ$  polarisierte Signale, während der von den Photodioden 93 und 94 gebildete Balanceempfänger das zirkulare (rechtsdrehend) polarisierte Signal empfängt.

In dem anderen Zweig der beiden Strahlteiler 51 bzw. 52 ist ein Element 54 angeordnet, das nachstehend näher beschrieben wird:

Das Element 54 ist ein Würfel, der einen ersten Eingangsanschluß-Bereich, der von dem anderen Zweig des Strahlteilers 51 beaufschlagt wird, und einen zweiten Eingangsanschluß-Bereich aufweist, der von dem anderen Zweig des Strahlteilers 52 beaufschlagt wird. Die eine Diagonalebene des Würfels ist als Polarisationsstrahlteiler PBS ausgebildet, während die andere Diagonalebene ein einfacher Strahlteiler BS ist. Der Polarisationsstrahlteiler ist dabei angrenzend an die Eingangsanschluß-Bereiche angeordnet. Photodioden 95 bis 98 sind angrenzend an die vier Bereiche des Würfels angeordnet, durch die das durch den

ersten und den zweiten Eingangsanschluß-Bereich eintretende Licht wieder austritt. Der von den Photodioden 95 und 96 gebildete Balanceempfänger empfängt das vertikal polarisierte Licht, während der von den Photodioden 97 und 98 gebildete Balanceempfänger das horizontal polarisierte Licht empfängt. Diese Anordnung erlaubt es, bei Verwendung von Balanceempfängern auf polarisationsändernde Elemente zu verzichten. Darüber hinaus hat der Würfel 54 die gleichen optischen Eigenschaften wie vier zueinander ausgerichtete Würfel, von denen zwei Polarisationsstrahlteiler und zwei "einfache" Strahlteiler sind.

Der Würfel 54 kann insbesondere aus vier 90°-Prismen aufgebaut sein, die an den Flächen, an denen sie zusammengefügt sind, derart beschichtet sind, daß die entsprechenden Flächen als Strahlteiler-Flächen oder als Polarisations-Strahlteiler-Flächen wirken.

Fig. 8 zeigt eine Vereinfachung der i. V. m. Fig. 7 beschriebenen Ausführungsform, bei der anstelle von Balanceempfängern einfache Photodioden 91, 93, 95 und 97 verwendet werden. Ansonsten entsprechen die Elemente im wesentlichen den i. V. m. Fig. 7 beschriebenen Elementen.

Fig. 9 zeigt beispielhaft die Anwendung des PMD-Monitors als zentrales Bauelement eines PMD-Kompensators in einem optischen Übertragungssystem für hohe Datenraten. Das von der Datenquelle (22) modulierte Signal des Sendelasers (23) gelangt über die Übertragungstrecke (24) in diesem Beispiel zu dem Ort, an dem die Stokes-Parameter ermit-

telt werden sollen, in diesem Beispiel soll das ohne Beschränkung der allgemeinen Ausbildung am Empfangsort sein. Eine dort vor dem Demodulator angeordnete PMD-Kompensationseinheit (25) wird bei Ansteuerung von der Regelungseinheit (29) die PMD der Übertragungsfaser (24) kompensieren. Dazu wird, bevor das Signal den Demodulator (27) erreicht, mittels eines Kopplers (26), ein geringer Teil des Nutzsignals abgezweigt, welcher im PMD-Monitor (28) analysiert wird. Der PMD-Monitor ist entsprechend einem der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgebildet. Das Ausgangssignal des PMD-Monitors (28) steuert über die Regelungseinheit (29) den PMD-Kompensator.

Vorstehend ist die Erfindung exemplarisch ohne Beschränkung der allgemeinen Anwendbarkeit beschrieben worden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Ermittlung der Polarisations-Moden-Dispersion eines Transmissionssystems und insbesondere einer Transmissionsfaser, dadurch gekennzeichnet, daß in einem optoelektronischen Heterodynempfänger eine Überlagerung eines zu analysierenden optischen Datensignals mit der Strahlung eines bezüglich seiner Wellenlänge durchstimmbaren optischen Elementes und insbesondere eines Lasers erfolgt
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als durchstimmbares optisches Element ein schmalbandig durchstimmbarer Laser verwendet wird, dessen Durchstimmbereich zumindest so groß ist, daß er die Messung der PMD-bedingten Verzerrungen eines optischen Übertragungskanals erlaubt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als durchstimmbares optisches Element ein breitbandig durchstimmbarer Laser verwendet wird, dessen Durchstimmbereich so groß ist, daß er die Messung der PMD-bedingten Verzerrungen mehrerer optischer Übertragungskanäle erlaubt.

4. Anordnung zur Ermittlung der Polarisations-Modendispersion eines Transmissionssystems und insbesondere einer Transmissionsfaser, dadurch gekennzeichnet, daß ein bezüglich seiner Wellenlänge durchstimmbares optisches Element und insbesondere ein Laser vorgesehen ist, dessen Strahlung mit dem zu analysierenden optischen Datensignal des Transmissionssystems überlagert wird, und daß ein Empfänger das überlagerte Lichtsignal empfängt, dessen Ausgangssignal an eine Auswerteeinheit angelegt ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Element zur Erzeugung der für die PMD-Messung notwendigen Polarisationszustände entweder im Lichtweg des Eingangs-Lichtsignals oder im Lichtweg des durchstimmbaren optischen Elements angeordnet ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Lichtweg des durchstimmbaren optischen Elements wenigstens ein Polarisationssteller angeordnet ist.
7. Anordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das oder die Elemente piezo-elektrische Polarisationssteller sind.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß veränderte Polarisationsstellelemente die notwendigen Polarisationszustände zeitlich hintereinander erzeugen.
9. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der optoelektronische Detektor ein Polarisationsdiversity-Empfänger ist.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Strahlteiler, Prismen und/oder Wellenplatten vorgesehen sind.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Polarisationsanteile des überlagerten Signals auf zwei Empfänger und insbesondere Balance-Empfänger derart geleitet wird, daß das Nutzsignal jeweils auf zwei Empfänger geleitet wird, und daß durch Subtraktion der Ausgangssignale der Empfänger das Nutzsignal erhalten bleibt, Störsignale jedoch unterdrückt werden.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, gekennzeichnet durch
  - einen ersten Eingangsanschluß, an den ein Lichteingangssignal angelegt ist,
  - einen zweiten Eingangsanschluß, an den das Licht des durchstimmbaren Lasers angelegt ist, und

- aus jeweils zwei Photodioden bestehenden Balance-Empfängern, die mit Signalen unterschiedlicher Polarisation beaufschlagt werden.
13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Strahlteiler und zwei Polarisationsstrahlteiler vorgesehen sind, daß das PMD-behaftete Signal und der Laserstrahl entweder an jeweils einem Strahlteiler oder an jeweils einem Polarisationsstrahlteiler anliegt, und daß die beiden Balance-Empfänger jeweils an einem der beiden anderen Strahlteiler angeordnet sind.
14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Würfel, der aus vier 90°-Prismen zusammengesetzt ist, die Funktion von vier strahlteilenden Elementen und insbesondere von zwei Strahlteiler und zwei Polarisationsstrahlteiler bereitstellt, und daß die aneinander angrenzenden Flächen der vier 90°-Prismen derart beschichtet sind, daß sie als Polarisationsstrahlteiler bzw. als Strahlteiler wirken.
15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Würfel Bereiche für den ersten und zweiten Eingangsanschluß aufweist, und daß die Photodioden angrenzend an die vier Bereiche des Würfels angeordnet sind, durch die das

durch den ersten und den zweiten Eingangsanschluß-Bereich eintretende Licht wieder austritt.

16. Anordnung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangsanschluß-Bereiche angrenzend an die als Polarisationsstrahlteiler ausgebildete Diagonalebene angeordnet sind.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Laser ein elektronisch durchstimmbarer DBR-Laser oder ein durchstimmbarer DFB-Laser ist.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Auswerteeinheit aus dem Verlauf der detektierten Intensität der Mischprodukte für unterschiedliche Polarisationen der Strahlungen zueinander in Abhängigkeit von der Wellenlänge ein Maß für die Polarisations-Moden-Dispersion (PMD) errechnet.
19. Verwendung einer Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 18 in einer Anordnung zur Polarisations-Moden-Dispersions-Kompensation.

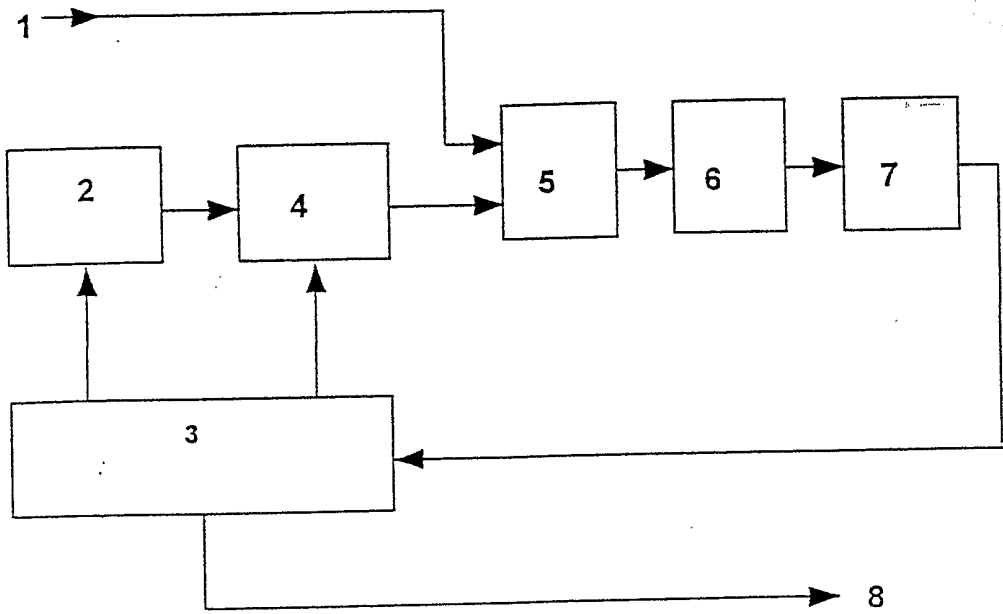


FIG. 1

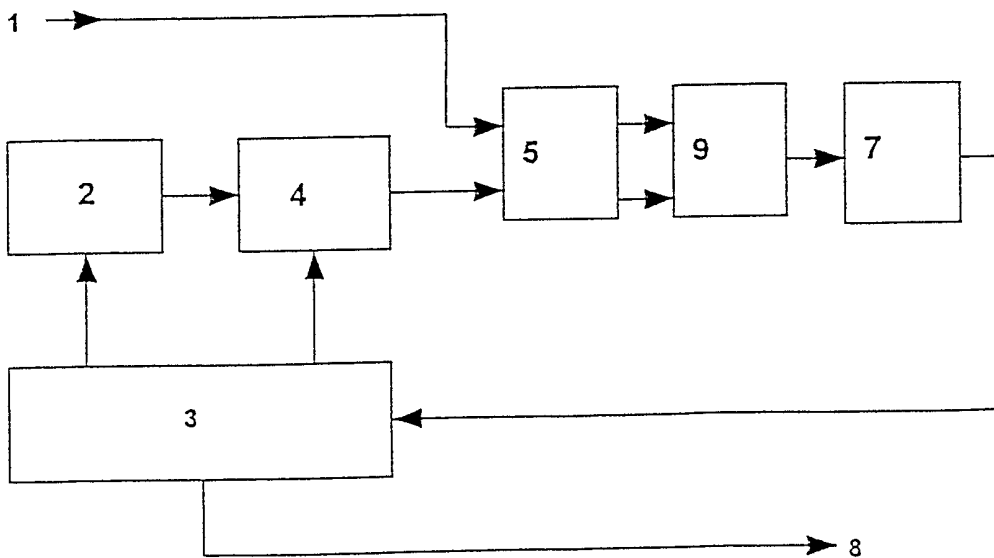


FIG. 2

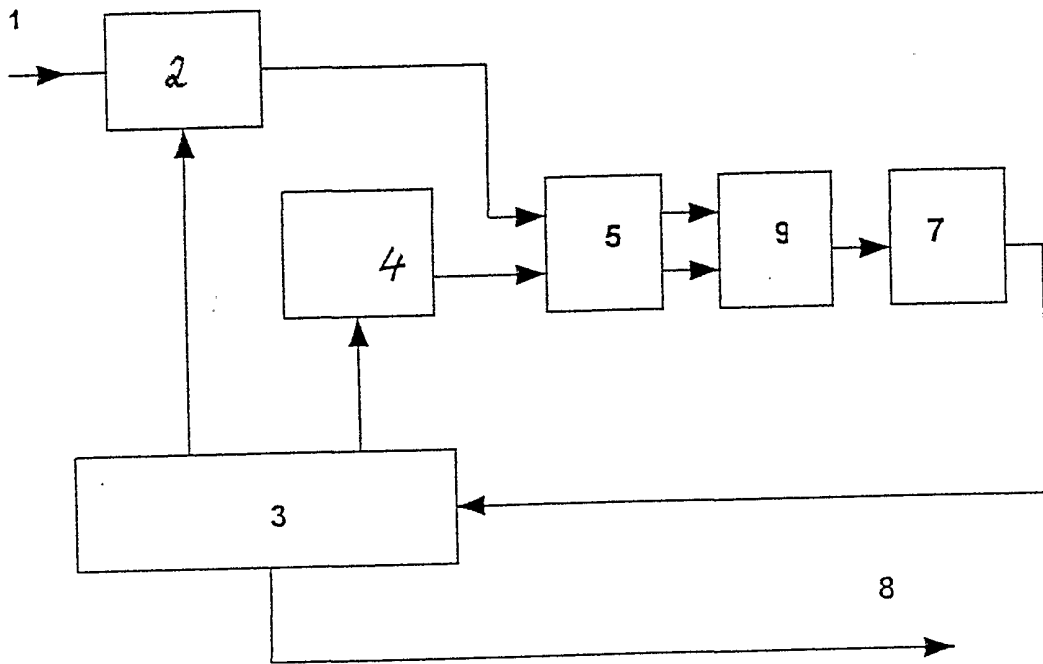


Fig. 3

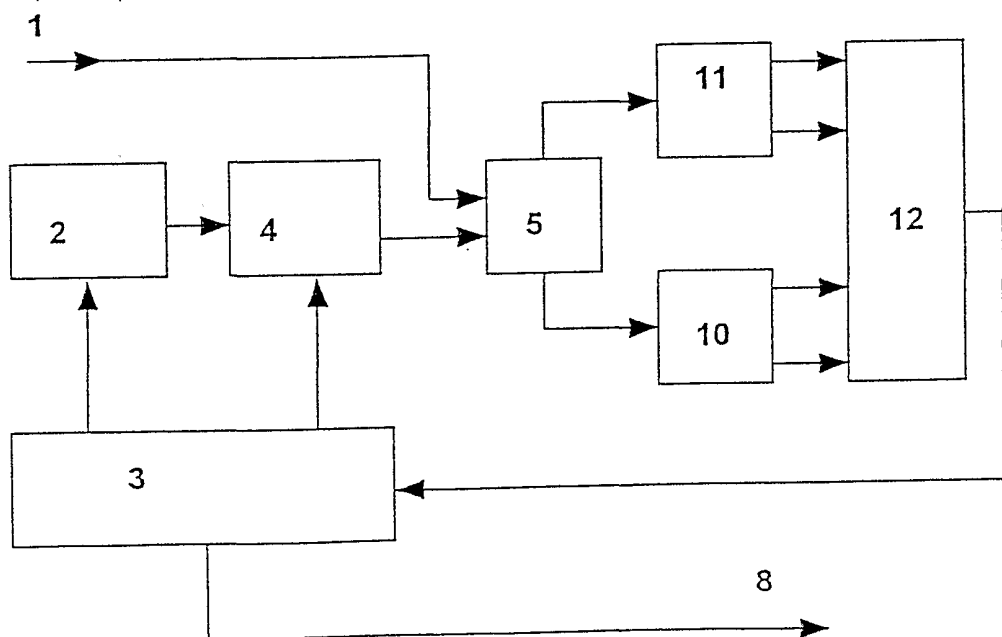


Fig. 4

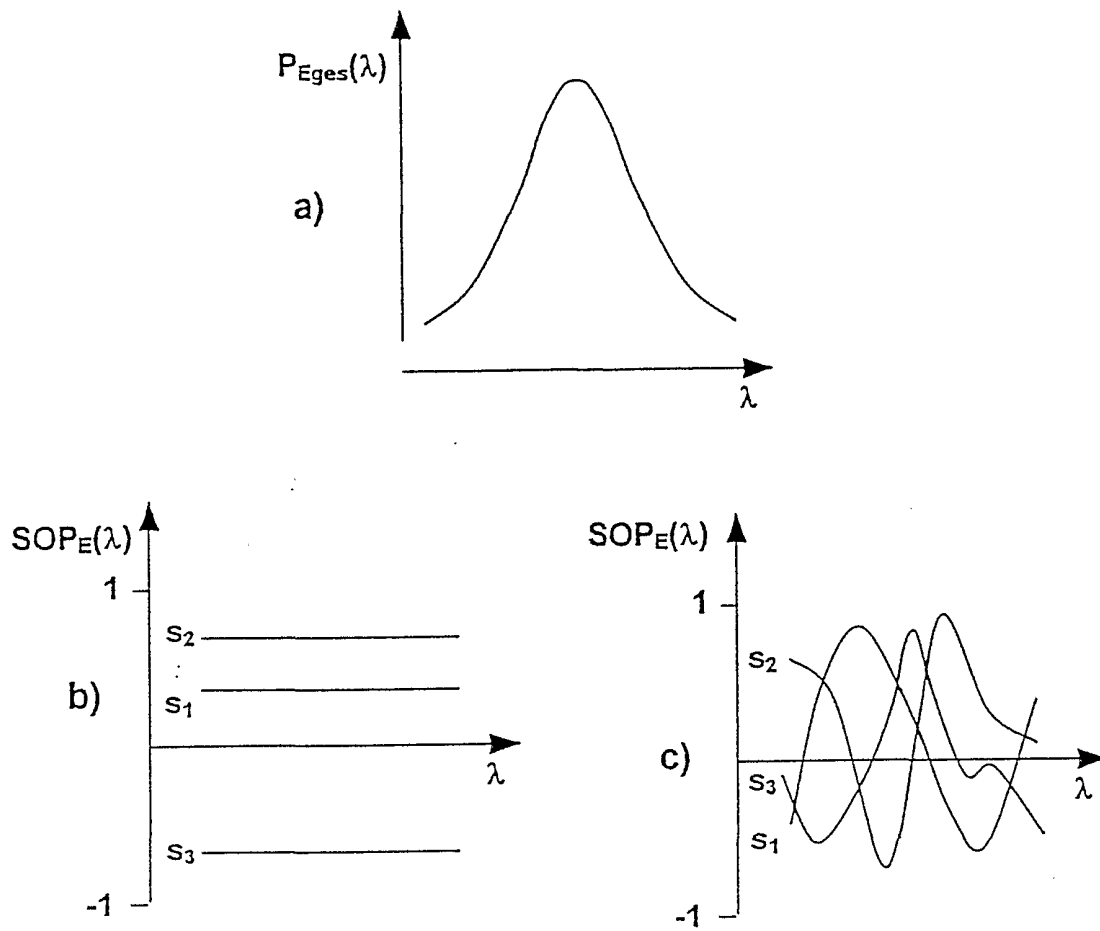
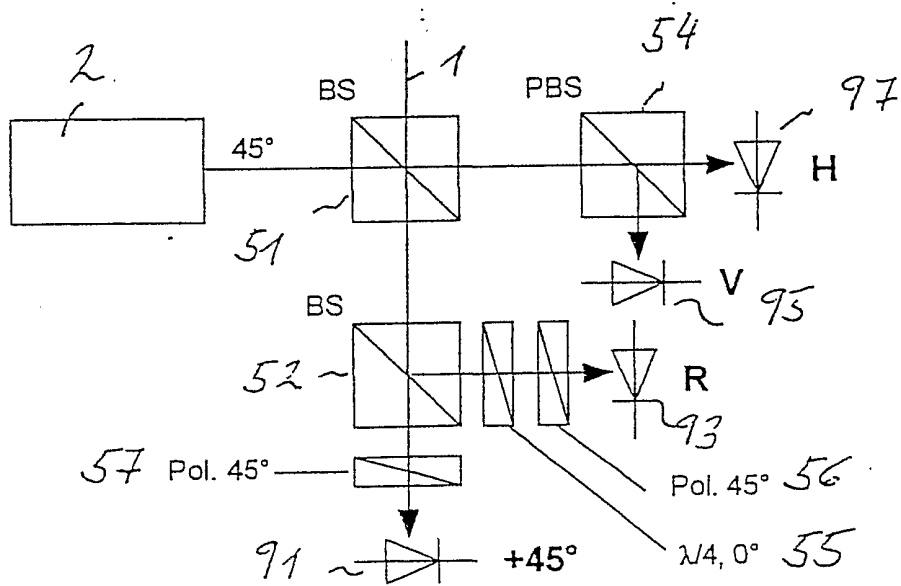
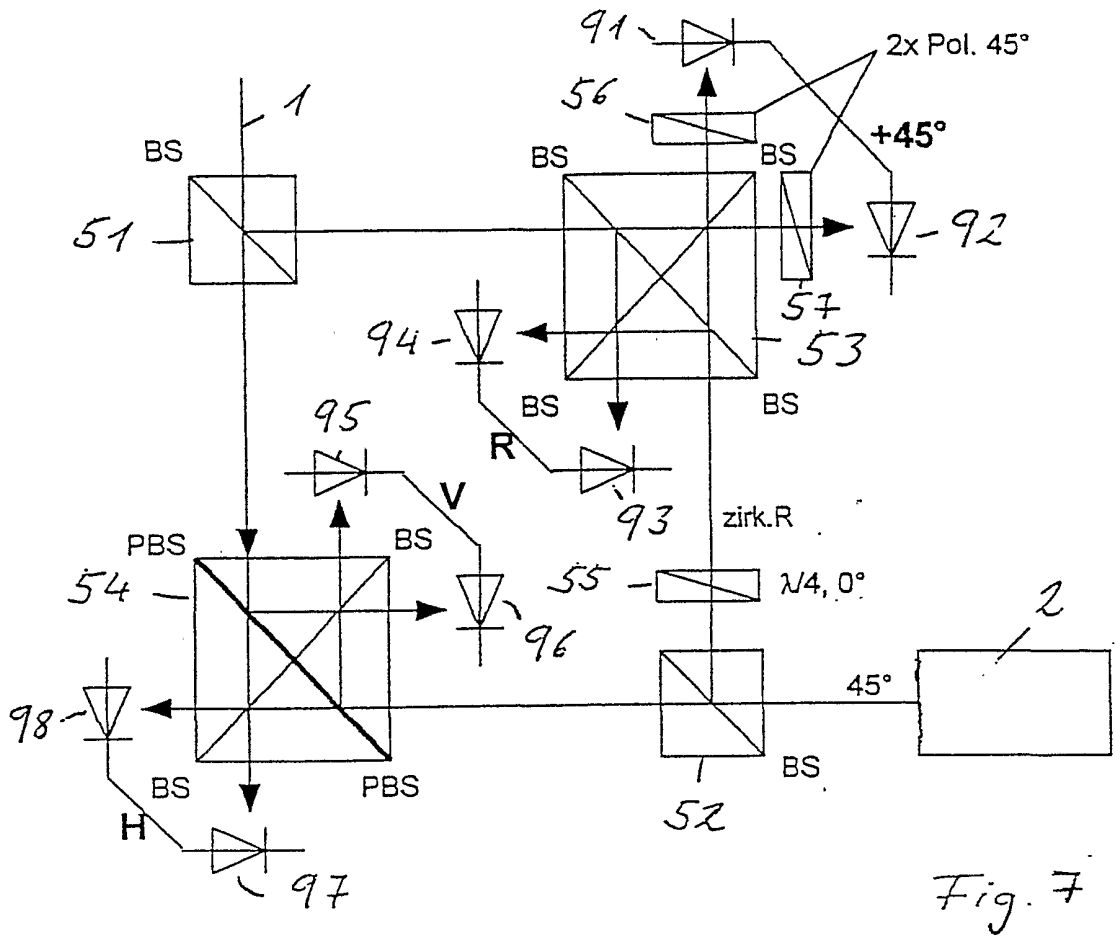


FIG. 5



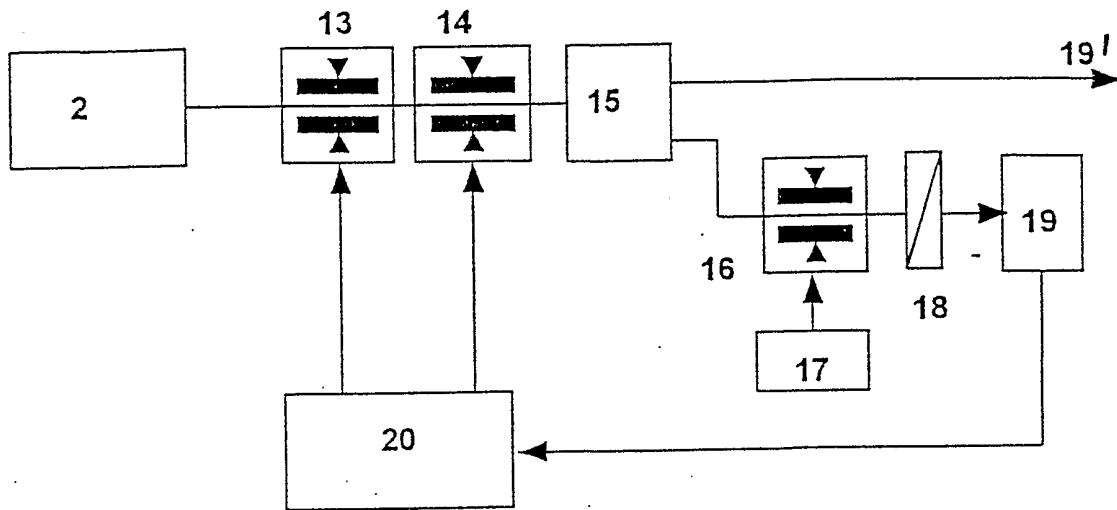


FIG. 6

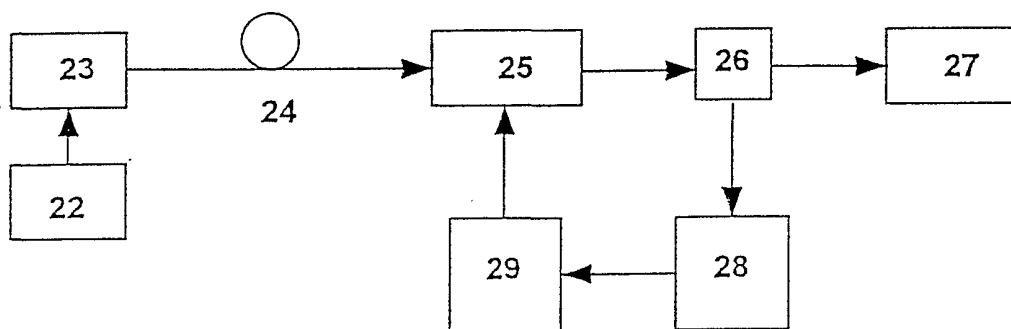


FIG. 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 01/08006

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 H04B10/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04B		
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) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 964 237 A (FUJITSU LTD) 15 December 1999 (1999-12-15)  page 6, line 22, paragraph 32 - line 24 page 28, paragraph 216 -page 29, paragraph 228 figure 24  ----	1, 2, 4-13, 17-19
Y	US 5 896 211 A (WATANABE SHIGEKI) 20 April 1999 (1999-04-20) column 10, line 39 - line 43 column 13, line 40 -column 14, line 33 figure 18  ----- -/--	1, 2, 4-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  14 November 2001		Date of mailing of the international search report  22/11/2001
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  Carrasco Comes, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 01/08006

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, Y	WO 00 77956 A (FIBERSPACE INC) 21 December 2000 (2000-12-21)  claims 5-7 figures 4-7  ----	1, 2, 4-6, 11-13, 17-19
A	EP 0 260 745 A (PHILIPS NV) 23 March 1988 (1988-03-23) page 6, line 27 -page 7, line 17; figures 4-6  -----	1, 2, 4-7, 11, 12, 17

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/08006

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0964237	A	15-12-1999	EP 0964237 A1	15-12-1999
			CN 1249813 T	05-04-2000
			WO 9928723 A1	10-06-1999
US 5896211	A	20-04-1999	JP 2838839 B2	16-12-1998
			JP 4123542 A	23-04-1992
			JP 2775692 B2	16-07-1998
			JP 4157822 A	29-05-1992
			CA 2051325 A1	15-03-1992
			EP 0477699 A2	01-04-1992
			EP 0772312 A2	07-05-1997
			EP 0772313 A2	07-05-1997
			EP 0772314 A2	07-05-1997
WO 0077956	A	21-12-2000	AU 5332200 A	02-01-2001
			WO 0077956 A1	21-12-2000
EP 0260745	A	23-03-1988	NL 8602350 A	18-04-1988
			EP 0260745 A1	23-03-1988

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08006

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04B10/18

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04B

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

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

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 964 237 A (FUJITSU LTD.) 15. Dezember 1999 (1999-12-15)  Seite 6, Zeile 22, Absatz 32 - Zeile 24 Seite 28, Absatz 216 -Seite 29, Absatz 228 Abbildung 24	1,2, 4-13, 17-19
Y	US 5 896 211 A (WATANABE SHIGEKI) 20. April 1999 (1999-04-20) Spalte 10, Zeile 39 - Zeile 43 Spalte 13, Zeile 40 -Spalte 14, Zeile 33 Abbildung 18	1,2,4-10
P,Y	WO 00 77956 A (FIBERSPACE INC) 21. Dezember 2000 (2000-12-21)  Ansprüche 5-7 Abbildungen 4-7	1,2,4-6, 11-13, 17-19
	-/--	

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

14. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/11/2001

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

Carrasco Comes, N

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08006

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 260 745 A (PHILIPS NV) 23. März 1988 (1988-03-23) Seite 6, Zeile 27 -Seite 7, Zeile 17; Abbildungen 4-6 -----	1, 2, 4-7, 11, 12, 17

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/08006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0964237 A	15-12-1999	EP 0964237 A1	15-12-1999
		CN 1249813 T	05-04-2000
		WO 9928723 A1	10-06-1999
US 5896211 A	20-04-1999	JP 2838839 B2	16-12-1998
		JP 4123542 A	23-04-1992
		JP 2775692 B2	16-07-1998
		JP 4157822 A	29-05-1992
		CA 2051325 A1	15-03-1992
		EP 0477699 A2	01-04-1992
		EP 0772312 A2	07-05-1997
		EP 0772313 A2	07-05-1997
		EP 0772314 A2	07-05-1997
WO 0077956 A	21-12-2000	AU 5332200 A	02-01-2001
		WO 0077956 A1	21-12-2000
EP 0260745 A	23-03-1988	NL 8602350 A	18-04-1988
		EP 0260745 A1	23-03-1988