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

(10) **DE 601 28 847 T2** 2007.10.18

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 139 149 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 28 847.5**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 302 213.2**
(96) Europäischer Anmeldetag: **12.03.2001**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.10.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **13.06.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.10.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***G02F 1/01*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
533412 **22.03.2000** **US**

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

(73) Patentinhaber:
Lucent Technologies Inc., Murray Hill, N.J., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Ahuja, Ashish, Paramus, New Jersey 07652, US; Eggleton, Benjamin John, Summit, New Jersey 07901, US; Nielson, Torben N., Monmouth Beach, New Jersey 07750, US; Rogers, John A., New Providence, New Jersey 07974, US

(54) Bezeichnung: **Optische Wellenleiter-Gitter-Anordnung mit abstimmbarer Gitterkonstante**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Optische-Wellenleiter-Gitter-Vorrichtungen und insbesondere auf eine Wellenleiter-Gitter-Vorrichtung, bei der die optische Pfadlänge zwischen aufeinander folgenden Gitterelementen (hiernach „optische Beabstandung") bezüglich Entfernung und Zeit eingestellt werden kann.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Optische-Wellenleiter-Gitter mit einstellbaren Optische-Beabstandung-Profilen sind potenziell wertvolle Komponenten in optischen Kommunikationssystemen. Wellenleiter-Bragg-Gitter können eine Kompensation einer wellenlängenabhängigen Dispersion liefern. Falls die optische Beabstandung eines Bragg-Gitters bezüglich Entfernung und Zeit einstellbar ist, kann das Gitter dynamisch auf sich verändernde Spektralprofile einer erforderlichen Dispersionskompensation ansprechen. Langperiodische Wellenleiter-Gitter können einen wellenlängenabhängigen Verlust liefern. Falls die Langperiodische-Gitter-Beabstandung einstellbar ist, kann das Gitter dynamisch auf sich verändernde Profile eines erforderlichen Verlustes ansprechen. Derartige einstellbare Gitter sind für in Betracht gezogene Breitband-WDM-Systeme, bei denen eine dynamische Dispersions- und Amplitudenkompensation erforderlich ist, von besonderer Bedeutung.

[0003] Ein optisches Kommunikationssystem umfasst im Wesentlichen eine Quelle von Informationen tragenden optischen Signalen, eine Länge eines optischen Wellenleiters zum Tragen der optischen Signale und einen Empfänger zum Erfassen der optischen Signale und zum Demodulieren der Informationen, die sie tragen. Optische Verstärker befinden sich üblicherweise in regelmäßigen Abständen entlang des Wellenleiters, und Add/Drop-Knoten bzw. Einfüge-/Herausnahmeknoten sind an geeigneten Positionen angeordnet, um Signalkanäle einzuzufügen und herauszunehmen. Herkömmliche Systeme beruhen üblicherweise auf Hochreines-Siliziumdioxid-Faseroptikwellenleiter- und erbiumdotierten optischen Faserverstärkern (EDFAs – erbium-doped optical fiber amplifiers). Derartige Systeme bewirken geringe Unterschiede bezüglich der Ausbreitungszeit und der übertragenen Leistung von Signalkomponenten unterschiedlicher Wellenlängen. Beispielsweise unterliegen Komponenten einer längeren Wellenlänge einer etwas größeren Verzögerung als Komponenten einer kürzeren Wellenlänge (chromatische Dispersion), und Wellenlängenkomponenten, die abseits der Verstärkungsspitze von EDFAs liegen, werden mit etwas weniger Leistung übertragen. Diese Phänomene können einen übertragenen Puls verzerren und eine Bandbreite und/oder Übertragungsentfernung einschränken.

[0004] Die Leistungsfähigkeit von Hochgeschwindigkeits-WDM-Systemen hängt von der Fähigkeit des Systems ab, Dispersion und wellenlängenabhängige Leistungsfluktuationen zu kompensieren. Bei Hochgeschwindigkeitssystemen verändern überdies dynamische Fluktuationen in dem System das Spektralprofil einer erforderlichen Dispersions- und Leistungskompensation in Abhängigkeit von der Zeit, wodurch es sehr schwierig wird, eine benötigte Kompensation bei statischen Vorrichtungen zu liefern.

[0005] Ein typisches Bragg-Gitter umfasst eine Länge eines optischen Wellenleiters, z.B. einer optischen Faser, einschließlich einer Mehrzahl von Störungen des Brechungsindizes, die entlang der Wellenleiterlänge im Wesentlichen gleichmäßig beabstandet sind. Diese Störungen reflektieren Licht der Wellenlänge λ, die das Doppelte der Beabstandung Λ zwischen aufeinander folgenden Störungen mal den effektiven Brechungsindex beträgt, d.h. $\lambda = 2n_{eff}\Lambda$, wobei λ die Vakuumwellenlänge ist und n_{eff} der effektive Brechungsindex des Ausbreitungsmodus ist. Die übrigen Wellenlängen gelangen im Wesentlichen ungehindert hindurch. Wenn sich die geometrische Beabstandung zwischen aufeinander folgenden Störungen als Funktion der Entfernung in das Gitter verändert (das Gitter „gechirpt" wird), legen verschiedene Wellenlängen verschiedene Entfernungen in das Gitter zurück, bevor sie reflektiert werden. Somit liefern gechirpte Gitter unterschiedliche Ausbreitungsverzögerungen an unterschiedliche Wellenlängen, und ihre geometrischen Beabstandungen können so gewählt werden, dass sie Komponenten eines dispergierten Signals kompensieren, d.h. die Beabstandung kann so ausgewählt werden, dass alle Spektralkomponenten dieselbe Gesamtverzögerung empfangen (siehe F. Ouellette, „Dispersion cancellation using linearly chirped Bragg filters in optical waveguides", 12 Optics Letters 847-849 (1987)).

[0006] Ein typisches langperiodisches Gitter koppelt eine optische Leistung zwischen zwei Gleichzeitige-Ausbreitung-Modi mit sehr geringen Rückreflexionen. Es umfasst eine Länge eines optischen Wellenleiters, wobei eine Mehrzahl von Brechungsindexstörungen entlang des Wellenleiters in einem periodischen Abstand Λ' beabstandet sind, der im Vergleich zu der Wellenlänge λ des transmittierten Lichts groß ist. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bragg-Gittern verwenden langperiodische Gitter eine periodische geometrische Beabstandung Λ', die üblicherweise zumindest 10 Mal größer ist als die transmittierte Wellenlänge, d.h. $\Lambda' \geq 10\lambda$. üblicherweise liegt Λ' im Bereich von 15-1500 Mikrometern, und die Breite einer Störung liegt im Bereich von 1/5 Λ' bis 4/5 Λ'. Bei manchen Anwendungen wie z.B. gechirpten Gittern kann die Beabstandung Λ' entlang der Länge des Git-

ters variieren. Langperiodische Gitter sind besonders nützlich bezüglich eines Ausgleichens eines Verstärkungsfaktors bei unterschiedlichen Wellenlängen eines optischen Kommunikationssystems. Siehe beispielsweise US-Patentschrift Nr. 5,430,817, die am 4. Juli 1995 an A.M. Vengsarkar erteilt wurde und durch Bezugnahme in das vorliegende Dokument aufgenommen ist.

[0007] Eine Unzulänglichkeit von Wellenleiter-Gittern als Dispersions- und Leistungsspektrumskompensationsvorrichtungen besteht darin, dass sie dauerhaft und schmalbandig sind. Die Beabstandung zwischen aufeinander folgenden Störungen wird bei der Herstellung festgelegt, wobei die Kompensationscharakteristika des Gitters festgelegt werden. Jedoch erfordern Hochgeschwindigkeitssysteme eine dynamische Kompensation.

[0008] Ein Lösungsansatz in Bezug darauf, Wellenleiter-Gitter zu liefern, die zu einer dynamischen Kompensation in der Lage sind, besteht darin, eine Mehrzahl von elektrischen Heizvorrichtungen entlang der Länge des Gitters bereitzustellen. Jede Heizvorrichtung wird unabhängig voneinander dahin gehend gesteuert, den Abschnitt des Gitters, der sich örtlich bei der Heizvorrichtung befindet, durch ein Erwärmen des Wellenleitermaterials anzupassen. Ein derartiges Erwärmen dehnt das Material thermisch aus, um die geometrische Beabstandung zwischen Störungen zu verändern, und es verändert außerdem den Brechungsindex. Somit verändert es die optische Pfadlänge zwischen Störungen. Die Schwierigkeit bei diesem Lösungsansatz besteht darin, dass er viele winzige Heizvorrichtungen und viele winzige Verbindungen und Steuerungen erfordert. Ein Ausfall auch nur einer Heizvorrichtungsverbindung entlang der Abfolge kann schwerwiegend sein.

[0009] Ein weiterer Lösungsansatz ist bei J.A. Rogers et al., „Dual On-Fiber Thin-Film Heaters for Fiber Gratings with Independently Adjustable Chirp and Wavelength", Optical Letters, Optical Society of America, Washington, US, Vol. 24, Nr. 19, 1. Oktober 1999 (1999-10-01), S. 1328–1330, dargelegt. Hier ist das Gitter mit einem Film eines linear variierenden elektrischen Widerstands versehen. Ein Anlegen eines Stroms an den Film erzeugt eine linear variierende Wärmemenge entlang der Länge des Gitters. Ein zweiter Film mit einheitlichem Widerstand kann separat gesteuert werden, um die durchschnittliche erzeugte Wärme zu variieren. Dieser Lösungsansatz funktioniert gut bei einfachen Systemen, bei denen die benötigte Kompensation eine bekannte Spektralneigung aufweist. Da jedoch die Wärmeerzeugung bezüglich der Entfernung monoton ist, passt sich die Vorrichtung nicht gut an Systeme an, bei denen sich sogar die Spektralneigung einer benötigten Kompensation ändern kann. Dementsprechend besteht ein Erfordernis einer verbesserten Optischer-Wellenleiter-Gitter-Vorrichtung, bei der die optische Pfadlänge zwischen aufeinander folgenden Gitterelementen bezüglich der Entfernung und der Zeit eingestellt werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Gemäß der Erfindung umfasst ein Optischer-Wellenleiter-Gitter mit einem einstellbaren Optische-Beabstandung-Profil ein Wellenleiter-Gitter, das sich in thermischem Kontakt mit einer oder mehreren widerstandsbehafteten Filmbeschichtungen befindet. Eine Beschichtung erstreckt sich entlang der Länge des Gitters, und ihr örtlicher Widerstandswert variiert entlang der Länge des Gitters. Bei einem Ausführungsbeispiel ist eine Mehrzahl von überlappenden Beschichtungen so gewählt, dass die Schwankung des Widerstandswerts jeder einzelnen Beschichtung unterschiedlich ist, wodurch ermöglicht wird, dass anhand einer unabhängigen Steuerung der Beschichtungen eine Vielzahl von Wärmeerzeugungsprofilen bewirkt wird. Die unterschiedlichen Wärmeerzeugungsprofile wiederum verändern proportional die geometrische Beabstandung des Gitters und den lokalen Brechungsindex entlang der Gitterlänge, wobei sie das gewünschte einstellbare Optische-Beabstandung-Profil liefern. Andere Ausführungsbeispiele verwenden widerstandsbehaftete Filme mit einer sich abrupten ändernden oder sich periodisch ändernden Erwärmungsschwankung.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Die Beschaffenheit, die Vorteile und verschiedene zusätzliche Merkmale der Erfindung werden bei einer Betrachtung der veranschaulichenden Ausführungsbeispiele, die nun in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden sollen, offensichtlicher. In den Zeichnungen zeigen:

[0012] Fig. 1A und Fig. 1B einen schematischen Längs- und axialen Querschnitt einer exemplarischen Wellenleiter-Gitter-Vorrichtung mit einem einstellbaren Optische-Beabstandung-Profil;

[0013] Fig. 2 eine schematische graphische Veranschaulichung der Widerstandsprofile der widerstandsbehafteten Filmbeschichtungen bei der Vorrichtung der Fig. 1A und Fig. 1B;

[0014] Fig. 3A und Fig. 3B schematische Ansichten eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Wellenleiter-Gitters mit einem einstellbaren Optische-Beabstandung-Profil;

[0015] Fig. 4A, Fig. 4B, Fig. 4C und Fig. 4D graphische Veranschaulichungen von Temperaturprofilen, die anhand der Vorrichtung der Fig. 3A und Fig. 3B erzielt werden können; und

[0016] Fig. 5 ein schematisches Diagramm eines Teils eines optischen Netzwerks, das bezüglich des Verständnisses einer bevorzugten Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung nützlich sein kann.

[0017] Man muss sich darüber im Klaren sein, dass diese Zeichnungen dem Zweck dienen, die Konzepte der Erfindung zu veranschaulichen, und dass sie nicht maßstabsgetreu sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0018] Diese Offenbarung ist in vier Teile unterteilt. Teil I beschreibt Wellenleiter-Gitter-Vorrichtungen, die Mehrschicht-Erwärmungsfilme aufweisen, die eine Steuerung von Wärmeerzeugungsprofilen ermöglichen. Teil II beschreibt eine bevorzugte Anwendung für Gitter gemäß der Erfindung.

[0019] I. Gitter-Vorrichtungen mit Mehrschicht-Erwärmungsfilmen, die eine Steuerung von Wärmeerzeugungsprofilen ermöglichen Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ist Fig. 1A ein schematischer Längsquerschnitt einer exemplarischen Wellenleiter-Gitter-Vorrichtung **7** mit einem Erwärmungsprofil, das sowohl in Bezug auf die Zeit als auch in Bezug auf den Raum entlang der x-Richtung des Gitters einstellbar ist. Die Vorrichtung **7** umfasst eine Länge eines optischen Wellenleiters **8** (hier optische Faser), der eine Ummantelung **9** und einen Kern **10** umfasst, die ein optisches Gitter **11** umfassen. Das Gitter umfasst eine Abfolge von Brechungsindexstörungen **12**. Das Gitter **11** ist mit einer Mehrschicht-Heizvorrichtung **13**, die eine Mehrzahl von Schichten eines widerstandsbehafteten Films **14A**, **14B**, **14C** und **14C** umfasst, thermisch gekoppelt. Die widerstandsbehafteten Filme sind durch dünne isolierende Schichten **15A**, **15B**, **15C** getrennt und sind mit jeweiligen (nicht gezeigten) Leistungsquellen verbunden, um elektrischen Strom unabhängig durch jeden Film entlang der Länge des Gitters **11** zu leiten.

[0020] Fig. 1B zeigt den axialen Querschnitt entlang der Linie A-A'. Jeder widerstandsbehaftete Film **14A**, **14B**, **14C**, **14D** ist durch einen Widerstandswert gekennzeichnet, der eine Funktion der Entfernung x entlang des Gitters ist. Vorzugsweise variiert der Widerstand jedes Filmes als unterschiedliche Funktion von x, so dass anhand einer unabhängigen Steuerung des an jeden Film angelegten Stroms eine große Vielfalt von Erwärmungsprofilen entlang x erzeugt werden kann. Beispielsweise kann der Film **14A** einen konstanten Widerstand (z.B. eine konstante Dicke) aufweisen, der Film **14B** kann einen zunehmenden Widerstand (eine linear abnehmende Dicke) aufweisen, der Film **14C** kann einen abnehmenden Widerstand (eine linear zunehmende Dicke) aufweisen, und der Film **14D** kann einen Widerstand aufweisen, der mit der Entfernung von der Gittermitte, a, quadratisch abnimmt (z.B. beträgt die Dicke $1/(x - a)^2$). Fig. 2 veranschaulicht graphisch die Schwankung des lokalen Widerstands jedes Films als Funktion von x.

[0021] Bei dieser Anordnung ist die erzeugte lokale Wärme ungefähr die Summierung der durch die vier Filme erzeugten lokalen Wärme, und die Ausdehnung der optischen Pfadlänge zwischen Gitterstörungen ist etwa proportional zu der lokalen Temperatur. Da die vier Filme Wärmeerzeugungsprofile liefern, die konstant, proportional zu ±x bzw. proportional zu $(x - a)^2$ sind, kann eine große Vielzahl von Optische-Beabstandung-Profilen angenähert werden, indem unterschiedliche relative Leistungspegel an die unterschiedlichen Filme geliefert werden.

[0022] Allgemeiner gesagt kann die Temperatur in dem Kern der Faser zu einer guten Annäherung als lineare Kombination der Temperaturprofile

$$T(x) = \Sigma\, T_n\,(x)$$

geschrieben werden, wobei $T_n(x)$ das durch den n-ten Film bewirkte Temperaturprofil ist. Im Fall der ultradünnen Filme, $(\Delta\tau(x) << d)$..., wobei d der Faserradius ist, wird die Lokale Temperatur durch Folgendes wiedergegeben: $\Delta T_n(x) = 1/t_n\,(x)$.

[0023] In dem allgemeinsten Fall kann unter Verwendung einer Summe von orthogonalen Funktionen ein willkürliches Temperaturprofil erhalten werden. Ein geeigneter Basissatz findet sich in jedem mathematischen Handbuch. Als Beispiel denke man an eine Taylorsche Reihenentwicklung, die sich einfach in Polynomen ausgedrückt erweitert, d.h.

$$T(x) = \sum \frac{f'(0)x^n}{n!}$$

[0024] Im Fall von Fig. 1A und Fig. 1B wäre die Reihe von Filmen wie folgt: a) einheitlicher Film, um einen DC-Versatz zu liefern; b) verjüngter Film, mit einer Variation von +1/x, um ein positives Chirp zu liefern; c) verjüngter Film, mit einer Dickenschwankung von –1/x, um ein negatives Chirp zu liefern; d) ein Film mit einer Dickenschwankung von $1/(x - a)^2$. Das Konzept könnte auf e) $1/x^3$ usw. erweitert werden. Alternativ dazu kann die Dicke variiert werden, um eine Mehrzahl von Fourier-Komponenten zu liefern.

[0025] Die widerstandsbehafteten Filme einer gesteuerten Dicke entlang x können auf viele verschiedene Arten und Weisen hergestellt werden. Filme, die sich peripher um den Faserwellenleiter erstrecken (wie in Fig. 1A und Fig. 1B gezeigt ist), können galvanisiert werden, während die Faser mit einer feststehenden oder variablen Geschwindigkeit aus dem Bad gezogen wird, um eine Beschichtung zu erzeugen, deren Dicke entlang der Länge des Gitters schwankt. Die bevorzugten widerstandsbehafteten

Filme sind Silber. Das Galvanisieren von Silberfilmen einer variablen Dicke auf Fasern ist in der EP-A-0 997 769 ausführlich beschrieben.

[0026] Die widerstandsbehafteten Filme müssen sich nicht gänzlich um die Peripherie der Faser (oder des planaren Wellenleiters) herum erstrecken, und jeder Film kann mit einer gesteuerten variablen Dicke entlang des Gitters gebildet werden, indem die Faser in einer Position zum Aufnehmen eines Beschichtungsmetalls von einer Metallquelle angeordnet wird und Metall auf die Faser aufgebracht wird, während eine Schattenmaske zwischen der Faser und der Quelle bewegt wird, um eine Strukturierung des aufgebrachten Metalls auf der Faser zu liefern. Eine Beschichtung von Metallfilmen einer variablen Dicke auf Fasern mittels eines Schattenmaskierens ist in der EP-A-1 030 197 ausführlich beschrieben.

[0027] Fig. 3A veranschaulicht eine vereinfachte Form der Vorrichtung der **Fig.** 1, bei der der Film **14A** mit konstantem Widerstand und der Film **14D** mit quadratischem Widerstand weggelassen wurden. Die Filme **14B** und **14C** weisen Widerstandsprofile auf, die proportional zu x bzw. –x sind.

[0028] Fig. 3B ist eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung der Fig. 3A, die die Anschlussleitungen **30** zur Verbindung mit unabhängigen Leistungsversorgungen **31A** und **31B** zeigt. Diese Vorrichtung ist besonders nützlich bei der Dispersionskompensation, da Chirp-Beabstandungen sowohl bei einer Positivneigung-Dispersionskompensation als auch bei einer Negativneigung-Dispersionskompensation bewirkt werden können.

[0029] Fig. 4A-Fig. 4D sind graphische Veranschaulichungen von Temperaturprofilen, die bei der Vorrichtung der Fig. 3A und Fig. 3B erzielt werden können. Fig. 4A zeigt die Veränderung der Temperatur als Funktion der Entfernung von der Gittermitte für drei unterschiedliche Leistungspegel an den Film **14B**. Fig. 4B zeigt das Temperaturprofil für drei unterschiedliche Leistungspegel an den Film **14C**. Fig. 4C zeigt drei Profile, die mittels koordinierter Leistungspegel an beide Filme **14B** und **14C** erzielt werden können. Fig. 4D zeigt drei zusätzliche Profile, die mittels koordinierter Leistungspegel an beide Filme erzielbar sind.

II. Bevorzugte Anwendungen der abstimmbaren Gitter

[0030] Eine bevorzugte Netzwerkanwendung der hierin offenbarten abstimmbaren Gitter-Vorrichtungen besteht darin, ein Signal bezüglich einer pfadabhängigen Amplitude und Phasenverzerrung anzupassen. Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm eines Abschnitts eines Netzwerks **90**, das ein Paar von Add/Drop-Modulen aufweist, die mit ADM-1 und ADM-2 bezeichnet sind, einschließlich eines Empfängers **92** an dem Drop-Ausgang von ADM-2. Aus zu erläuternden Gründen ist vorteilhafterweise eine abstimmbare Gitter-Vorrichtung **93** zwischen dem Drop-Ausgang von ADM-2 und dem Empfänger **92** angeordnet.

[0031] Bei Netzwerken, die Add/Drop-Module beinhalten, kann ein Wellenlängenkanal den Empfänger über unterschiedliche Pfade erreichen. Man betrachte beispielsweise einen Kanal, der bei ADM-1 eingefügt und an dem Drop-Tor von ADM-2 empfangen wird. Wir können diesen als Pfad **1** bezeichnen. Die gesamte bei Pfad **1** aufgetretene Amplitudenverzerrung und Phasenverzerrung ist vorwiegend die Summe der Verzerrungen von ADM-1 in seiner Einfügen-Konfiguration und ADM-2 in seiner Herausnehmen-Konfiguration. Jedoch könnte derselbe Wellenlängenkanal den Empfänger auch über einen zweiten Pfad, Pfad **2**, erreichen, wo die Verzerrungen die Summe der Verzerrungen von ADM-1 in seiner Durch-Konfiguration und ADM-2 in seiner Herausnehmen-Konfiguration wären. Die Verzerrungen für diese beiden unterschiedlichen Pfade wären allgemein unterschiedlich, und die Vorrichtung **7** kann für jedes Szenario unterschiedlich abgestimmt werden, um in jedem Fall eine optimale Wiedergewinnung des Signals zu ermöglichen.

[0032] Eine zweite bevorzugte Anwendung der hierin offenbarten abstimmbaren Gitter-Vorrichtungen ist eine Kompensation einer Dispersion und einer Dispersionsneigung. Die Dispersionsneigung ist die Wellenlängenabhängigkeit der Dispersion. Die Dispersionsneigung ist in allen Fasern inhärent vorhanden und kann die Leistungsfähigkeit von Systemen einschränken. Insbesondere bei Systemen mit mehreren Wellenlängen (WDM) erfassen unterschiedliche Kanäle unterschiedliche Dispersionsgrade und benötigen somit unterschiedliche Grade einer Dispersionskompensation. Dies wird üblicherweise unter Verwendung von Spezialfasern, die vorgeschriebene Dispersionen aufweisen, und/oder Optische-Komponenten-Fasern, die eine vorgegebene Dispersionsneigung aufweisen, bewerkstelligt. Bei diesen niedrigeren Bitraten erfolgt die Dispersion in einem Kanal immer noch zu einer sehr guten Annäherungskonstante.

[0033] Bei sehr hohen Bitraten (>40 Gbit/s) manifestiert sich die Dispersionsneigung in der Kanalbandbreite. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kanal eine ausreichende Bandbreite einnimmt, so dass die Dispersion sogar über den schmalen Wellenlängenbereich des einzelnen Kanals hinweg variiert. In diesem Kontext manifestiert sich die Dispersionsneigung in einer Pulsverzerrung, insbesondere in einer Pulsasymmetrie und letztlich in einer Intersymbolstörung. Somit besteht ein Erfordernis von Dispersionskompensationsvorrichtungen, die eine Dispersi-

onsneigung für einen Einzelkanal liefern können. Wünschenswerterweise sollte die Vorrichtung derart einstellbar sein, dass die Dispersion und die Dispersionsneigung unabhängig voneinander optimiert werden können, um eine minimale Bitfehlerrate zu ermöglichen.

[0034] Die abstimmbaren Gitter der Erfindung können eine derartige unabhängige Steuerung der Dispersion und der Dispersionsneigung liefern. Ein erster Film, der bezüglich der Position umgekehrt variiert, kann einen abstimmbaren Dispersionspegel liefern, und ein oder mehrere zusätzliche Filme, die ein abstimmbares nicht-lineares Chirp liefern, können ein Abstimmen der Dispersionsneigung ermöglichen.

[0035] Man muss verstehen, dass die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich einige der vielen möglichen spezifischen Ausführungsbeispiele, die Anwendungen der Prinzipien der Erfindung darstellen können, veranschaulichen. Fachleute können ohne weiteres zahlreiche und vielfältige andere Anordnungen ersinnen, ohne von dem Schutzumfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Eine einstellbare Optischer-Wellenleiter-Gitter-Vorrichtung, die eine Länge eines optischen Wellenleiters umfasst, der ein optisches Gitter umfasst, das eine Mehrzahl von beabstandeten Brechungsindexstörungen umfasst; eine Mehrzahl von elektrisch widerstandsbehafteten Filmen, die in thermischem Kontakt mit dem Wellenleiter stehen und von denen sich jeder entlang des optischen Gitters erstreckt, wobei zumindest zwei der widerstandsbehafteten Filme unterschiedliche Widerstand-Gegenüber-Länge-Profile aufweisen und mit getrennt steuerbaren Quellen elektrischer Leistung verbunden sind, **DADURCH GEKENNZEICHNET**, DASS:
ein erster der Mehrzahl von widerstandsbehafteten Filmen ein Widerstandsprofil aufweist, das umgekehrt zu der Entfernung entlang des Gitters variiert, und ein zweiter der Mehrzahl von widerstandsbehafteten Filmen ein Widerstandsprofil aufweist, das umgekehrt zu der Entfernung in der entgegengesetzten Richtung zu dem ersten Film variiert, wodurch das Wärme-Gegenüber-Länge-Profil entlang des Gitters dahin gehend eingestellt werden kann, die optische Pfadlänge zwischen aufeinander folgenden Störungen entlang der Länge des Gitters zu variieren.

2. Eine einstellbare Gitter-Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der das optische Gitter ein Bragg-Gitter ist.

3. Eine einstellbare Gitter-Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der das optische Gitter ein langperiodisches Gitter ist.

4. Eine einstellbare Gitter-Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der ein Drittel der widerstandsbehafteten Filme ein Widerstandsprofil aufweist, das umgekehrt als das Quadrat der Entfernung von einem Punkt entlang des Gitters schwankt.

5. Eine einstellbare Gitter-Vorrichtung gemäß Anspruch 4, die ferner einen widerstandsbehafteten Film umfasst, der ein Widerstandsprofil aufweist, das bezüglich der Länge konstant ist.

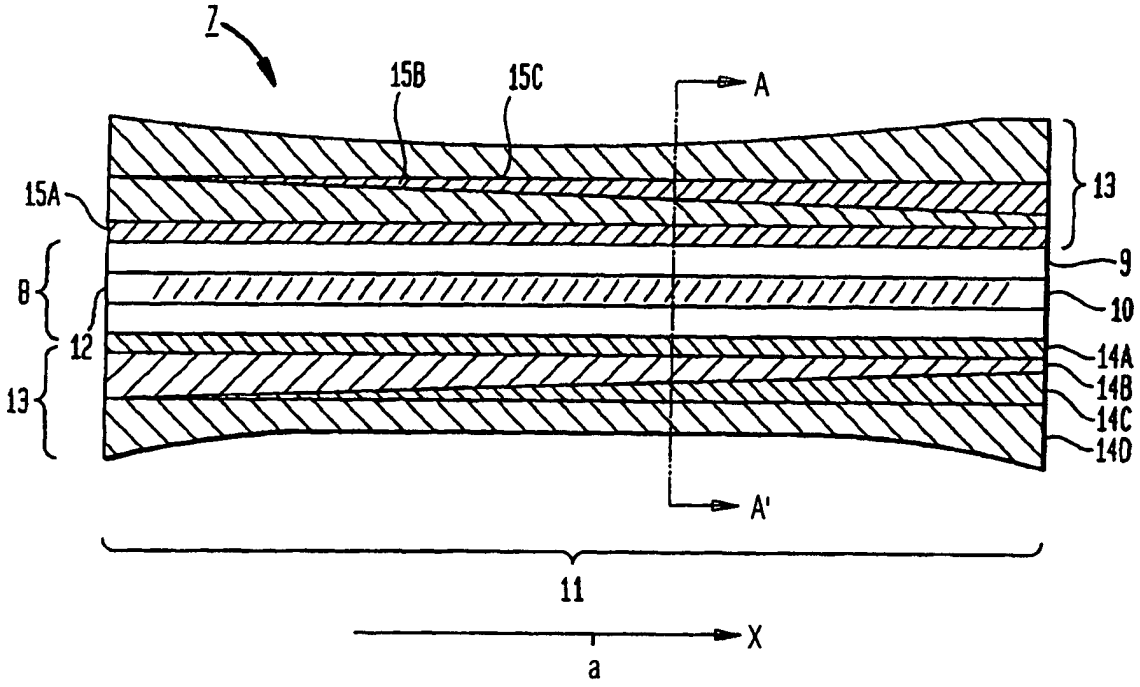
6. Ein einstellbares Gitter gemäß Anspruch 5, bei dem der widerstandsbehaftete Film ein Konstantwiderstandsprofil aufweist, das geringer ist als die Länge des Gitters.

7. Ein einstellbares Gitter gemäß Anspruch 1, bei dem die Mehrzahl von widerstandsbehafteten Filmen Widerstand-Gegenüber-Länge-Profile aufweist, die einen Basissatz von Profilen bilden, wodurch eine Steuerung der an die jeweiligen Filme angelegten elektrischen Leistung eine überlagerte Annäherung eines willkürlichen Wärme-Gegenüber-Länge-Profils entlang des Gitters erzeugt.

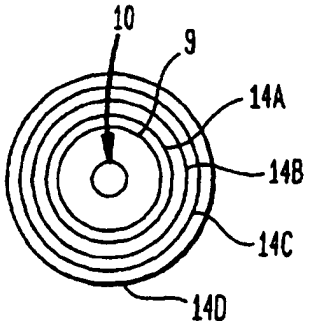
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

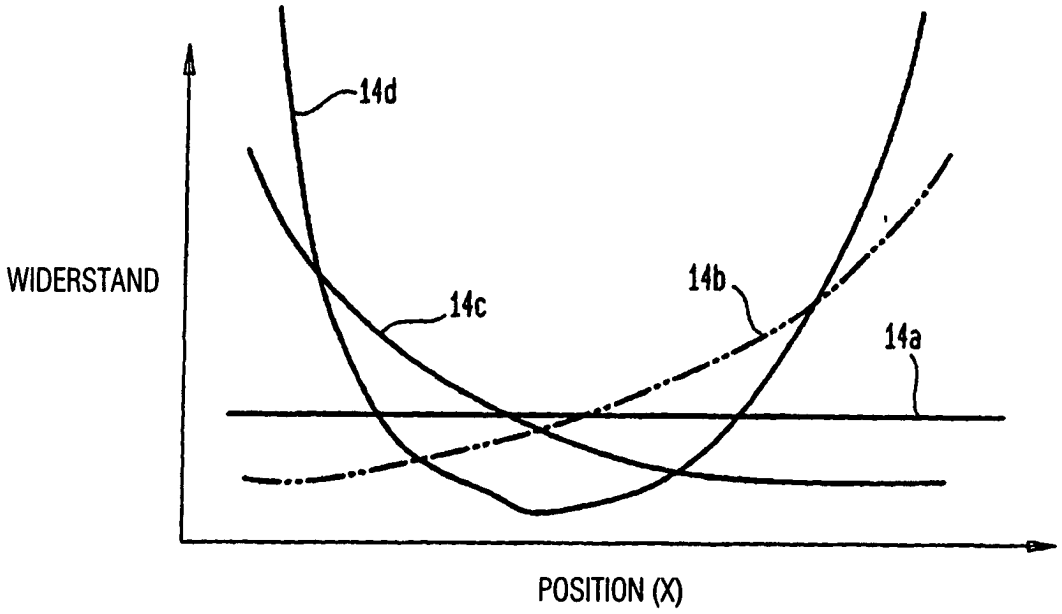
FIGUR 1A



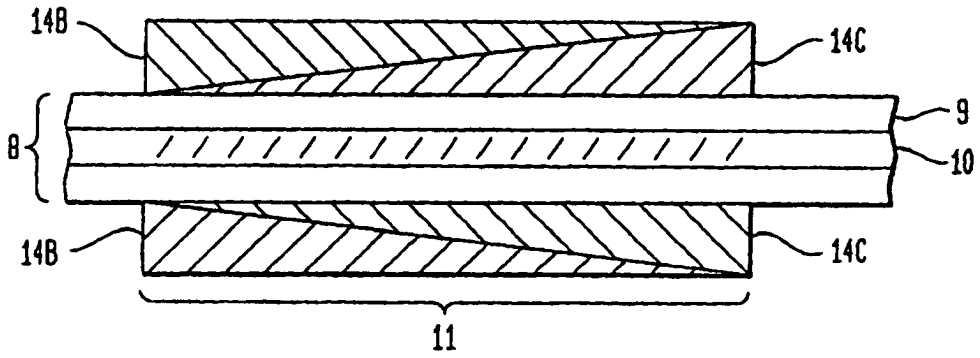
FIGUR 1B



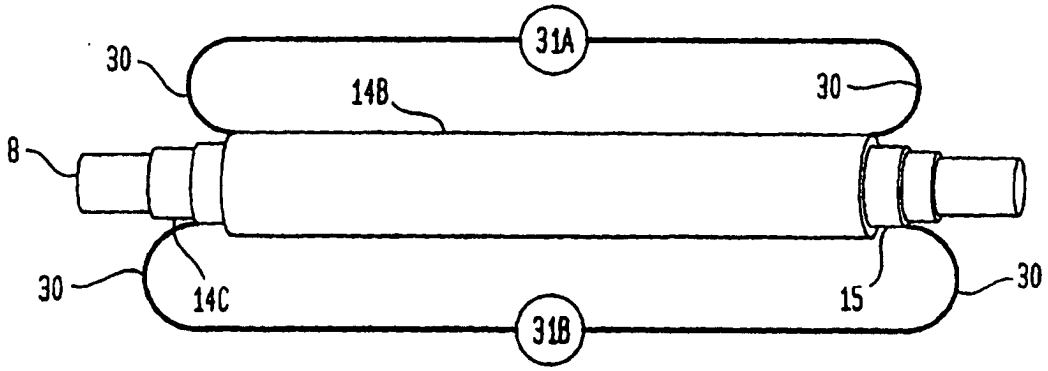
FIGUR 2



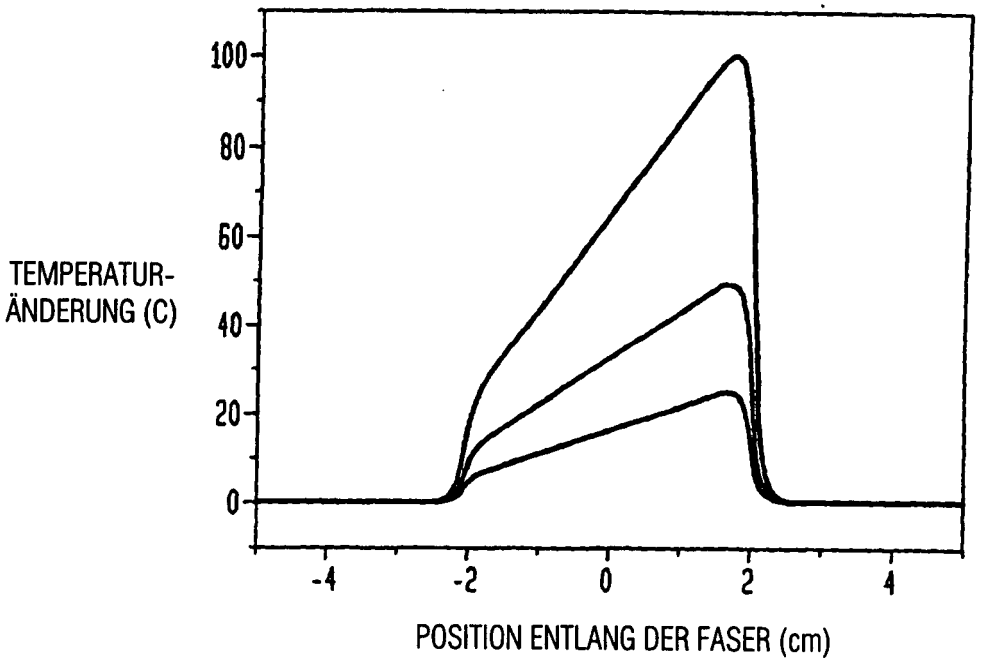
FIGUR 3A



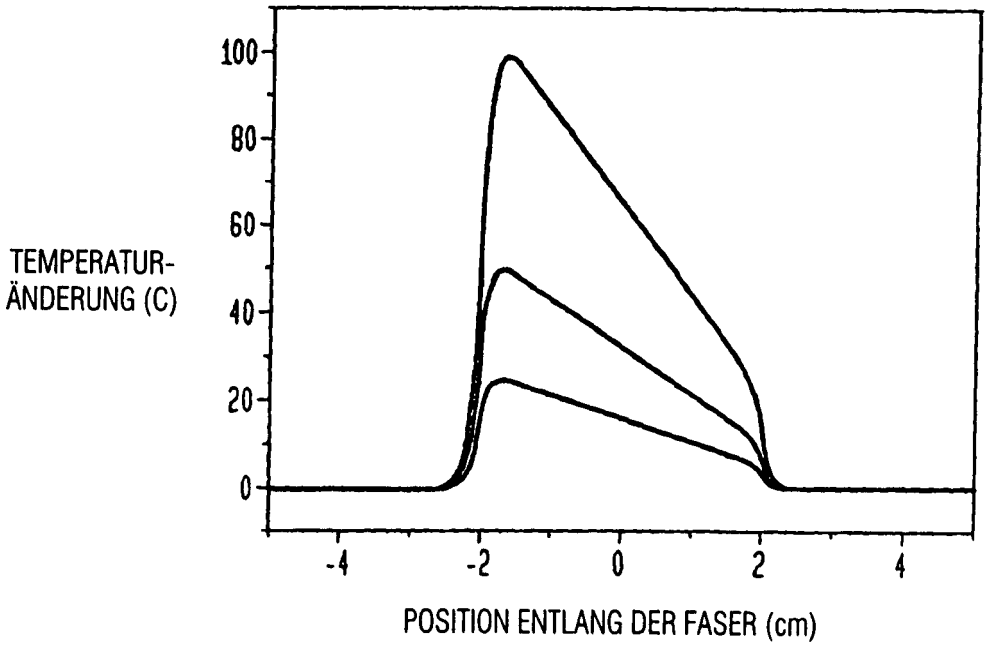
FIGUR 3B



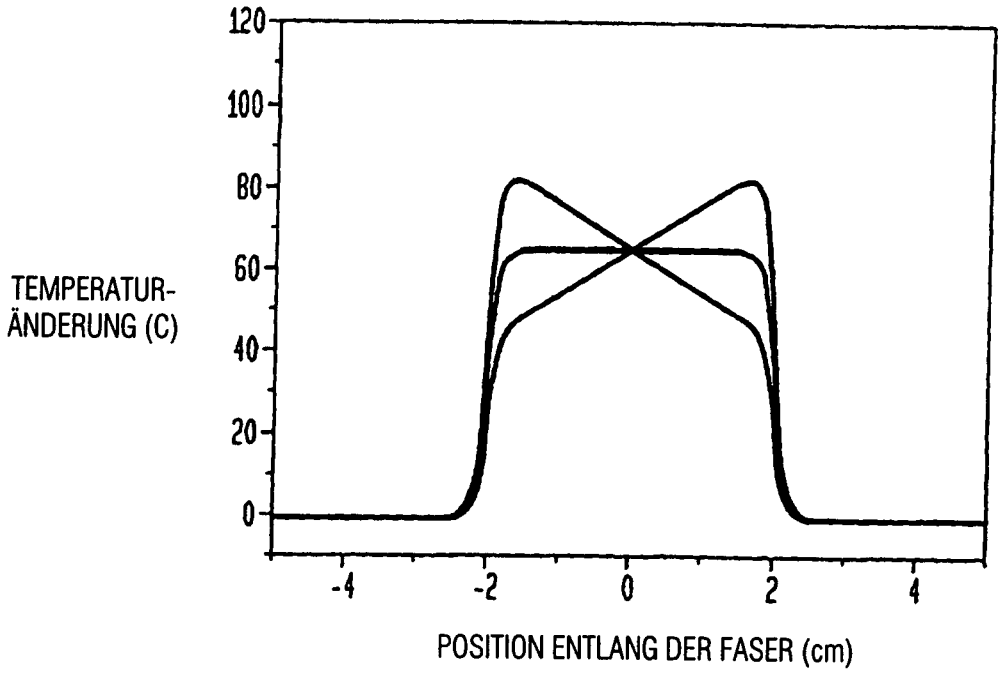
FIGUR 4A



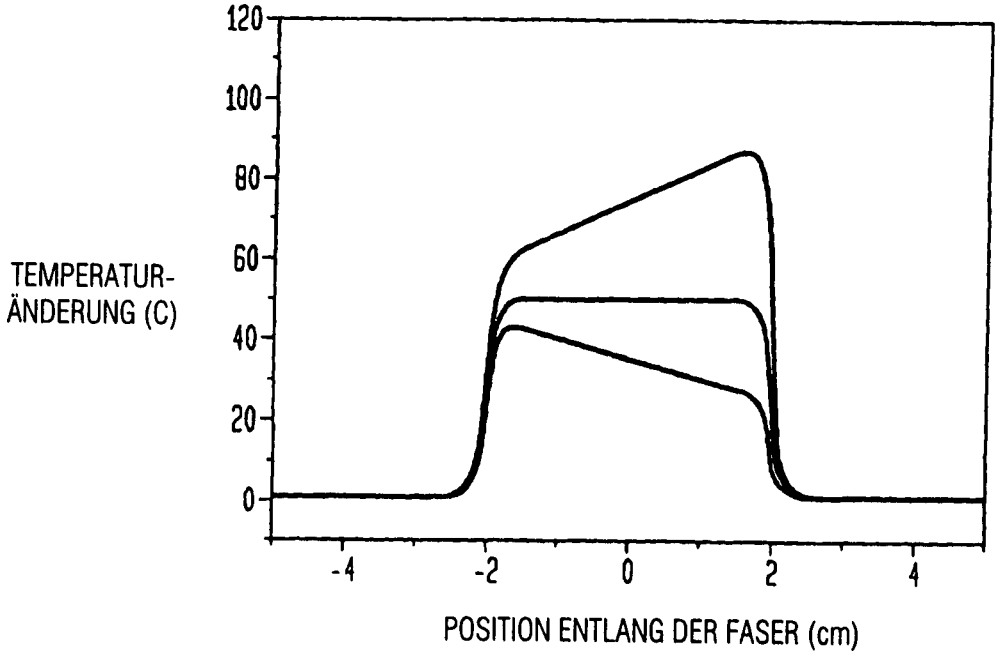
FIGUR 4B



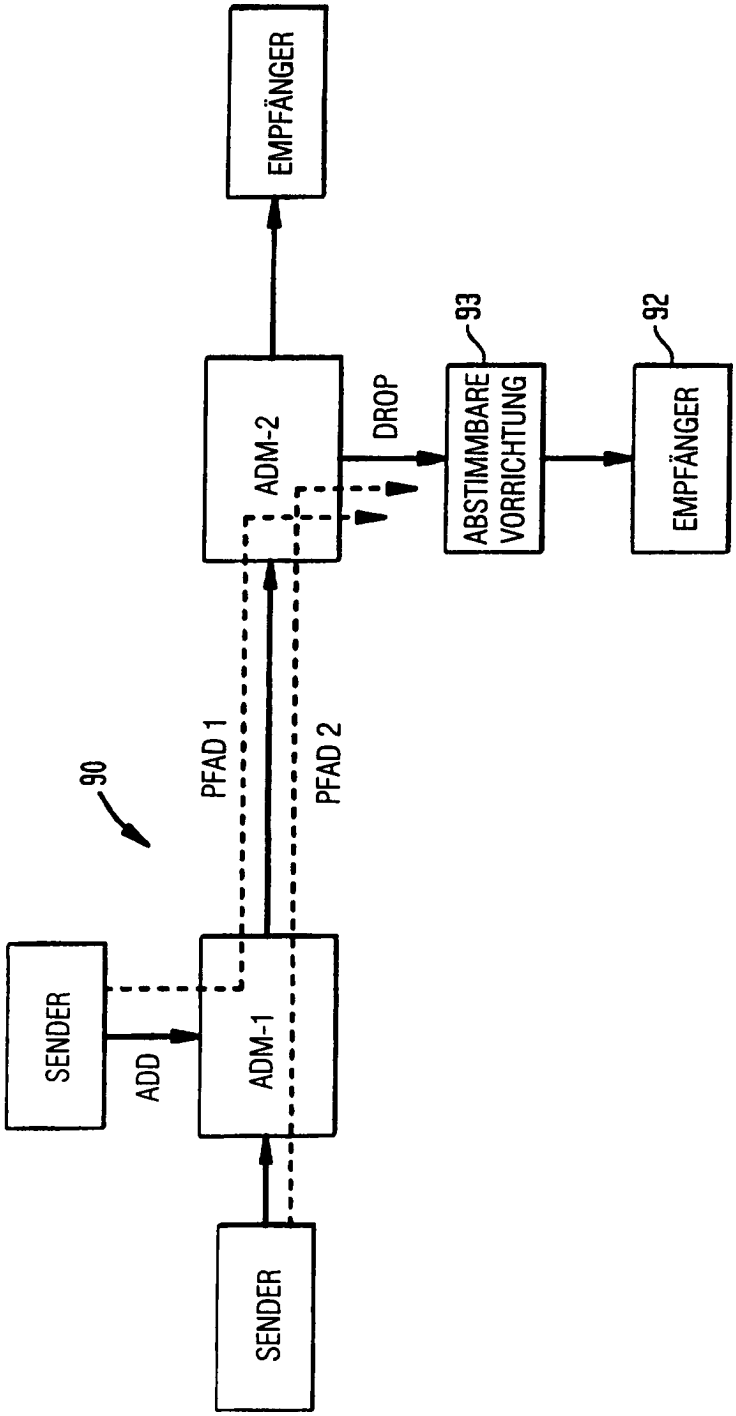
FIGUR 4C



FIGUR 4D



FIGUR 5


EMPFÄNGER
93
92
ADM-2
DROP
ABSTIMMBARE VORRICHTUNG
EMPFÄNGER
90
PFAD 1
PFAD 2
SENDER
ADD
ADM-1
SENDER