



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 35 125 T2 2007.02.01

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 898 389 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 35 125.8

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 115 815.7

(96) Europäischer Anmeldetag: 21.08.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 24.02.1999

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 05.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 01.02.2007

(51) Int Cl.⁸: H04B 10/155 (2006.01)

H04B 10/158 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

22629197	22.08.1997	JP
6013598	11.03.1998	JP
12149898	30.04.1998	JP

(74) Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München

(73) Patentinhaber:

Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma,
Osaka, JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Fuse, Masaru, Toyonaka-shi, Osaka-fu, JP; Ohya,
Jun, Osaka-shi, Osaka-fu, JP

(54) Bezeichnung: Optisches Übertragungssystem, optischer Sender und optischer Empfänger zur Übertragung eines winkelmodulierten Signals

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 eingelebt, 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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf optische Übertragungssysteme, genauer gesagt auf ein System zur optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] [Fig. 30](#) ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Konfiguration eines herkömmlichen optischen Übertragungssystems zeigt, welches ein winkelmoduliertes Signal überträgt. In der [Fig. 30](#) umfasst das optische Übertragungssystem einen Winkelmodulierabschnitt 1, einen optischen Modulationsabschnitt 2, einen optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4, einen Winkeldemodulierabschnitt 5 und einen Filter F. Solch ein optisches Übertragungssystem ist z.B. in einem Dokument beschrieben (K. Kikushima, et al., "Optical Super Wide-Band FM Modulation Scheme and Its Application to Multi-Channel AM Video Transmission Systems", IOOC'95, PD2-7, 1995, Seiten 33–34).

[0003] Als nächstes wird der Betrieb des wie oben strukturierten herkömmlichen optischen Übertragungssystems beschrieben. Für das elektrische Signal, das in den Winkelmodulierabschnitt 1 eingegeben wird, wird ein analoges Signal wie beispielsweise ein Audio- oder Videosignal angenommen, oder ein digitales Signal, wie beispielsweise Computerdaten und Ähnliches. Der Winkelmodulierabschnitt 1 wandelt das eingegebene elektrische Signal in ein winkelmoduliertes Signal mit einer vorbestimmten Frequenz und einem vorbestimmten Winkelmodulatorschema um, um das winkelmodulierte Signal auszugeben. Das Winkelmodulatorschema umfasst FM (Frequenzmodulation) oder PM (Phasenmodulation) bei einem analogen Signal und FSK (frequency-shift keying, Frequenzumtastung) oder PSK (phase-shift keying, Phasenumtastung) bei einem digitalen Signal, und wird im Folgenden im Allgemeinen mit Winkelmodulation bezeichnet. Der optische Modulationsabschnitt 2 wandelt das eingegebene winkelmodulierte Signal in ein optisch moduliertes Signal um, um das optisch modulierte Signal auszugeben. Der optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4, der einen Photodetektor umfasst, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat (eine Pin-Photodiode, eine Avalanche-Photodiode oder Ähnliches), wandelt das optisch modulierte Signal, das durch den optischen Wellenleiterabschnitt 3 übertragen wurde, zurück in ein elektrisches Signal, um ein winkelmoduliertes Signal auszugeben. Der Winkeldemodulierabschnitt 5 wandelt Frequenzvariationen (oder Phasenvariationen) des winkelmodulierten Signals in Amplitudenvariationen (oder Intensitätsvariationen) eines elektrischen Signals um, wodurch ein Signal wieder erzeugt wird, das mit dem ursprünglichen elektrischen Signal korreliert. Der Filter F lässt unter den vom Winkeldemodulierabschnitt 5 ausgegebenen Signalen nur eine Signalkomponente durch, die dem ursprünglichen elektrischen Signal entspricht (d.h., eine Signalkomponente mit dem selben Frequenzband wie demjenigen des ursprünglichen elektrischen Signals).

[0004] In [Fig. 31](#) ist ein Beispiel der Struktur des Winkeldemodulierabschnitts 5 der [Fig. 30](#) gezeigt. In [Fig. 31](#) wird das winkelmodulierte Signal, das von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 eingegeben wird, in einem Aufzweigabschnitt 51 in zwei Signale aufgezweigt. Das eine Signal der zwei durch die Aufzweigung erhaltenen Signale wird in einem Verzögerungsabschnitt 52 mit einer vorbestimmten Verzögerung T_p versehen. Ein Mischabschnitt 53, der im Allgemeinen aus einem Mischer und Ähnlichem besteht, erhält das andere von dem Aufzweigabschnitt 51 ausgegebene Signal und das von dem Verzögerungsabschnitt 52 ausgegebene Signal, um ein Produktsignal dieser Signale zu erzeugen und das Produktsignal auszugeben.

[0005] Das oben beschriebene herkömmliche optische Übertragungssystem des winkelmodulierten Signals hat den folgenden Vorteil im Vergleich mit einem optischen Übertragungssystem eines amplitudenmodulierten (AM) Signals. Das heißt, dass die Frequenzabweichung (oder die Phasenabweichung) des winkelmodulierten Signals breiter eingestellt wird, so dass eine größere Verstärkung in der Winkelmodulation bei der optischen Übertragung erlangt werden kann. Daraus folgt, dass sich das SNR (signal-to-noise power ratio, Signalrauschverhältnis) eines demodulierten Signals erhöht, wodurch die Übertragung eines Signals guter Qualität verwirklicht wird. Außerdem wird die Frequenzabweichung (oder die Phasenabweichung) des winkelmodulierten Signals erhöht, um ein Frequenzspektrum des optisch modulierten Signals zu spreizen, und um einen Spitzenpegel des Frequenzspektrums zu unterdrücken, was zu dem Vorteil führt, dass eine Verschlechterung der Signalqualität wegen Mehrwegreflektionen in einem optischen Übertragungspfad verringert wird.

[0006] Wie oben beschrieben wird bei dem herkömmlichen optischen Übertragungssystem ein zu übertra-

gendes elektrisches Signal, nachdem es einer Winkelmodulation unterworfen wurde, in ein optisch moduliertes Signal umgewandelt, um optisch übertragen zu werden, auf einer Empfangsseite einer Erfassung nach quadratischem Gesetz unterworfen, um in ein winkelmoduliertes Signal zurückgewandelt zu werden, und weiterhin einer Winkeldemodulierung unterworfen, um zum ursprünglichen elektrischen Signal zu werden. Folglich ist es bei dem herkömmlichen optischen Übertragungssystem möglich, eine optische Übertragung besserer Qualität durchzuführen, durch Erhöhung der Frequenzabweichung (der Phasenabweichung), selbst bei einem optischen Übertragungspfad schlechter Qualität.

[0007] Jedoch macht die Erhöhung der Frequenzabweichung (oder der Phasenabweichung) des winkelmodulierten Signals die Frequenz und das Band des winkelmodulierten Signals höher und breiter. Dementsprechend benötigt das wie oben beschriebene herkömmliche optische Übertragungssystem elektrische Teile für hohe Frequenzen und breite Bänder, um den Winkelmodulierabschnitt **1** und den Winkeldemodulierabschnitt **5** zu bilden. Das Verbinden und Anpassen zwischen solchen elektrischen Teilen für hohe Frequenzen und breite Bänder sind schwierig und es treten leicht Mehrwegreflektionen zwischen den Teilen auf. Dies verursacht eine Verschlechterung der Charakteristiken des Winkelmodulierabschnitts **1** und des Winkeldemodulierabschnitts **5**, was zu einer beträchtlichen Verschlechterung der Qualität des modulierten/demodulierten Signals führt.

[0008] Weiterhin, wenn ein teueres elektrisches Teil für breite Bänder und hohe Frequenzen (z.B. der Aufzweigabschnitt **51** und der Mischabschnitt **53** in [Fig. 31](#)) im Winkeldemodulierabschnitt **5** verwendet wird, der als Empfangsgerät eines optischen Übertragungssystems installiert ist, wenn ein optisches Teilnehmer (optisches Mehrfachverteilungs-) System wie beispielsweise ein FTTH (Fiber To The Home, Faser nach Hause) System, ein CATV (Kabelfernsehen) Netzwerk und Ähnliches konfiguriert wird, werden die Systemkosten pro Teilnehmer sehr hoch, wodurch das System aus wirtschaftlicher Sicht beträchtlich verschlechtert wird.

[0009] Wie oben erklärt, müssen beim herkömmlichen optischen Übertragungssystem, bei der optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals mit einem breiteren Band und einer höheren Frequenz, elektrische Teile für breite Bänder und hohe Frequenzen verwendet werden, insbesondere als Bestandteile des Demodulierabschnitts. Dementsprechend hat das herkömmliche optische Übertragungssystem ein besonderes Problem, dahingehend, dass die Gruppenverzögerungscharakteristiken und Modulations/Demodulationscharakteristiken sich leicht verschletern und die Wirtschaftlichkeit des gesamten Systems beträchtlich verschlechtert wird wegen der Kostensteigerung bei dem Empfangsgerät.

[0010] Das Dokument US 5,319,438 offenbart einen interferometrischen, selbsthomodynem optischen Empfänger zur Verwendung in einem optischen Übertragungssystem mit einem Phasenmodulierer zur Entfernung eines Phasenunterschiedes zwischen einem Sensorsignal und einem Referenzstrahl, die in einen zweiten Koppler eingegeben werden, in welchem eine synchrone Erfassung durchgeführt wird.

[0011] Das Dokument US 5,289,550 offenbart einen Sender, in welchem die Ausgabe eines ersten Modulierers abgetastet und dann unter Verwendung einer optischen Verzögerungszeit verzögert wird. Das abgetastete Signal wird mit einem Eingabesignal verglichen, um ein elektrisches Fehlersignal zu erzeugen, was dann verwendet wird, um eine zweite optische Quelle zu modulieren, deren Ausgabe dann mit der verzögerten Ausgabe von der ersten optischen Quelle in einem Vieranschluss optischen Koppler kombiniert wird, derart, dass Abweichungen von der Linearität an beiden Ausgängen des Kopplers entfernt werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein optisches Übertragungssystem bereitzustellen, das durch den Einsatz neuer optischer Signalverarbeitung gute Winkeldemodulationscharakteristiken verwirklicht und sehr kostengünstig ist, indem ein Empfangsgerät mit geringeren Kosten ohne elektrische Teile für breite Bänder und hohe Frequenzen bereitgestellt wird.

[0013] Die vorliegende Erfindung hat die unten beschriebenen Merkmale, um die oben erwähnte Aufgabe zu erfüllen.

[0014] Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein optisches Übertragungssystem zur optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals, umfassend:
einen optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;
einen Interferenzabschnitt zum Trennen des optisch modulierten Signals in eine Vielzahl von optischen Signa-

len, welche einen vorbestimmten Unterschied in der Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren der optischen Signale; und einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, mit einer Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, welches von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal, wobei der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt ein verzögertes Erkennungssystem für ein optisches Signal bilden, und das verzögerte Erkennungssystem Wandlungsverarbeitung eines optischen Signals in ein elektrisches Signal und Winkeldemodulationsverarbeitung simultan ausführt.

[0015] In dem Fall, in welchem als Demodulationsvorrichtung für ein winkelmoduliertes Signal eine elektrische Schaltung eingesetzt wird, die Teile für breite Bänder und hohe Frequenzen verwendet, ist die Verbindung oder das Anpassen zwischen den Teilen schwierig, was leicht zu einer Verschlechterung der Linearitäten der Demodulationscharakteristiken oder der Gruppenverzögerungscharakteristiken führt, so dass die Qualität eines demodulierten Signals verschlechtert wird. Zusätzlich sind die Teile für breite Bänder und hohe Frequenzen im Allgemeinen teuer, so dass sich der Preis der Demodulationsvorrichtung erhöht, was die Wirtschaftlichkeit des Systems deutlich verringert.

[0016] Folglich wird bei dem obigen ersten Aspekt ein winkelmoduliertes Signal in ein optisch moduliertes Signal umgewandelt, und das optisch modulierte Signal wird unter Verwendung von Erkennungscharakteristiken nach quadratischem Gesetz eines Photodetektors homodyn erfasst, so dass die Demodulierung und optische Übertragung nur durch optische Signalverarbeitung durchgeführt werden kann, ohne Verwendung elektrischer Teile für breite Bänder und hohe Frequenzen. Weiterhin, wenn der vorliegende Aspekt auf ein optisches Verteilersystem angewandt wird, werden die Abschnitte der Konfiguration bis zum Interferenzabschnitt auf der Seite einer Übertragungsausrüstung installiert, und es wird lediglich der optisch/elektrische Wandlerabschnitt auf der Seite eines Empfangsgeräts installiert, wodurch die teuren Bestandteile nur in der Übertragungsausrüstung enthalten sind. Folglich ist es möglich, ein optisches Teilnehmersystem aufzubauen, was sehr wirtschaftlich ist.

[0017] Ein zweiter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein FM-Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass man ein Analogsignal einer Frequenzmodulation unterwirft.

[0018] Ein dritter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein PM-Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass man ein Analogsignal einer Phasenmodulation unterwirft.

[0019] Ein vierter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein FSK-moduliertes Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass man ein Digitalsignal einer Frequenzmodulation unterwirft.

[0020] Ein fünfter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein PSK-moduliertes Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass ein Digitalsignal einer Phasenmodulation unterworfen wird.

[0021] Ein sechster Aspekt ist ein Aspekt gemäß Anspruch 1, wobei der optische Modulationsabschnitt ein optisch intensitätsmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal erzeugt.

[0022] Ein siebter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem sechsten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt folgendes umfasst:
eine Lichtquelle zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
einen optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des Lichts der Lichtquelle in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte, welche jeweils für die zwei ausgegebenen Lichter des optischen Aufzweigungsabschnitts bereitgestellt sind, um die ausgegebenen Lichter unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal einer optischen Phasenmodulation zu unterwerfen; und einen optischen Kopplungsabschnitt zum Kombinieren der zwei optisch phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten ausgegeben werden.

[0023] Wie oben beschrieben, bei dem siebten Aspekt, wird zur Erzeugung eines optisch intensitätsmodulierten Signals ein externes Modulationsschema angewandt. Anstatt eines solchen externen Modulationsschemas kann auch ein direktes Modulationsschema angewandt werden.

[0024] Ein achter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem sechsten Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Aufzweigungsabschnitt zum Auf zweigen eines eingegebenen optischen Signals in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal;
einen optischen Verzögerungsabschnitt, um das zweite optische Signal, welches von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, mit einer vorbestimmten Verzögerung zu versehen; und
einen optischen Kombinierungsabschnitt zum Kombinieren des ersten optischen Signals, welches von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, mit dem zweiten optischen Signal, welches von dem optischen Verzögerungsabschnitt ausgegeben wird.

[0025] Wie oben beschrieben, bei dem achten Aspekt, wird das eingegebene optische Signal durch den optischen Aufzweigungsabschnitt in zwei optische Signale aufgezeigt, wird die vorbestimmte Ausbreitungsverzögerung für eines der zwei optischen Signale bereitgestellt, und dann werden die zwei optischen Signale durch den optischen Kombinierabschnitt wieder kombiniert, was ein Interferenzsystem bildet, das zur verzögerten Erfassung eines optischen Signals erforderlich ist.

[0026] Ein neunter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem sechsten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt folgendes umfasst:
eine Lichtquelle zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
einen optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des Lichts der Lichtquelle in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte, welche für die zwei ausgegebenen Lichter des optischen Aufzweigungsabschnitts jeweils bereitgestellt sind, um jeder jedes der ausgegebenen Lichter unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal einer optischen Phasenmodulation zu unterwerfen; und
einen optischen direktionellen Kopplungsabschnitt zum Kombinieren der zwei optisch phasenmodulierten Signale, die von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten ausgegeben werden, und dann zum Teilen des resultierenden Signals in erste und zweite optische Signale, in welchen optisch intensitätsmodulierte Komponenten in zueinander entgegen gesetzten Phasen gesetzt sind, und der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Verzögerungsabschnitt um das zweite optische Signal, welches von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt ausgegeben wird, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und
einen optischen Kombinierungsabschnitt zum Kombinieren des ersten optischen Signals, das von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt ausgegeben wird, mit dem zweiten optischen Signal, das von dem optischen Verzögerungsabschnitt ausgegeben wird.

[0027] Wie oben beschrieben, bei dem neunten Aspekt, wird im optischen Modulationsabschnitt das externe Modulationsschema eingesetzt, und der optische direktionelle Kopplungsabschnitt ist vorgesehen, um das erste und das zweite optische Signal, bei welchen optisch intensitätsmodulierte Komponenten in zueinander entgegen gesetzten Phasen gesetzt sind, in den Interferenzabschnitt einzugeben. Dadurch bedarf es im Interferenzabschnitt keiner Aufzweigung des eingegebenen optischen Signals mehr.

[0028] Ein zehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem sechsten Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Wellenleiterabschnitt zum Leiten des optischen Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird; und
erste und zweite optisch transparente/reflektierende Abschnitte, welche auf dem optischen Wellenleiterabschnitt mit einem vorgeschriebenen Intervall kaskadiert sind, um jeweils Teile der eingegebenen optischen Signale zu übertragen und die verbleibenden Teile zu reflektieren, und
Propagationszeit (Verzögerungszeit), in welcher ein optisches Signal zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten hin und her geht ist die vorbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung.

[0029] Wie oben beschrieben, gemäß dem zehnten Aspekt, sind auf dem optischen Wellenleiterabschnitt zwei optisch transparente/reflektierende Abschnitte vorgesehen, und ein direktes Licht, welches sich durch beide dieser optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte hindurch ausbreitet, und ein indirektes Licht, welches einmal zwischen den optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten hin und her geht und sich dann ausbreitet, werden erzeugt, was ein Interferenzsystem bildet, das für die verzögerte Erfassung eines optischen Signals erforderlich ist, ohne das das optische Signal physisch in zwei aufgezweigt wird. Dies erlaubt die Bildung des Interferenzsystems mit einer einfacheren Konfiguration.

[0030] Ein elfter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt ein optisch amplitudenmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal erzeugt.

[0031] Ein zwölfter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem elften Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt folgendes umfasst:
eine Lichtquelle zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
einen optischen Aufzweigungsabschnitt, zum Aufzweigen des Lichts der Lichtquelle in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte, welche jeweils für die zwei ausgegebenen Lichter des optischen Aufzweigungsabschnitts bereitgestellt sind, um jeder jedes der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal zu unterwerfen; und
einen optischen Kopplungsabschnitt zum Kombinieren der zwei optisch phasenmodulierten Signale, die von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten ausgegeben werden.

[0032] Ein dreizehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem elften Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des eingegebenen optischen Signals in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal;
einen optischen Verzögerungsabschnitt, um das zweite optische Signal, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, mit einer vorbestimmten Verzögerung zu versehen; und
einen optischen Kombinierungsabschnitt zum Kombinieren des ersten optischen Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, mit dem zweiten optischen Signal, das von dem optischen Verzögerungsabschnitt ausgegeben wird.

[0033] Wie oben beschrieben, gemäß dem dreizehnten Aspekt, wird das eingegebene optische Signal durch den optischen Aufzweigungsabschnitt in zwei optische Signale aufgezweigt, wird im Verzögerungsabschnitt das eine der zwei optischen Signale mit der vorbestimmten Ausbreitungsverzögerung versehen, und dann werden die zwei optischen Signale in dem optischen Kombinierabschnitt wieder kombiniert, um ein Interferenzsystem zu bilden, das für die verzögerte Erfassung eines optischen Signals erforderlich ist.

[0034] Ein vierzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem elften Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt folgendes umfasst:
eine Lichtquelle zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
einen optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des Lichts der Lichtquelle in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte, welche für die zwei ausgegebenen Lichter des optischen Aufzweigungsabschnitts jeweils bereitgestellt sind, um jeder jedes der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal zu unterwerfen; und
einen optischen direktionellen Kopplungsabschnitt zum Kombinieren der zwei optisch phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten ausgegeben werden, und dann zum Teilen des resultierenden Signals in erste und zweite optische Signale, in welchen optisch amplitudenmodulierte Komponenten in zueinander entgegen gesetzte Phasen gesetzt werden, und der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Verzögerungsabschnitt, um das zweite optische Signal, welches von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt ausgegeben wird, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und
einen optischen Kombinationsabschnitt zum Kombinieren des ersten optischen Signals, welches von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt ausgegeben wird, mit dem zweiten optischen Signal, welches von dem optischen Verzögerungsabschnitt ausgegeben wird.

[0035] Wie oben beschrieben, beim vierzehnten Aspekt, wird das externe Modulationsschema im optischen Modulationsabschnitt eingesetzt, und der optische direktionelle Kopplungsabschnitt wird bereitgestellt, um die ersten und zweiten optischen Signale, in welchen optisch intensitätsmodulierte Komponenten in zueinander entgegen gesetzte Phasen gesetzt werden, in den Interferenzabschnitt einzugeben. Dadurch bedarf es im Interferenzabschnitt keiner Aufzweigung des eingegebenen optischen Signals mehr.

[0036] Ein fünfzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem elften Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen optischen Wellenleiterabschnitt zum Leiten des optischen Signals, welches von dem optischen Modula-

tionsabschnitt ausgegeben wird; und

erste und zweite optisch transparente/reflektierende Abschnitte, welche auf dem optischen Wellenleiterabschnitt mit einem vorbestimmten Intervall kaskadiert sind, um jeweils Teile der eingegebenen optischen Signale zu übertragen und die verbleibenden Teile zu reflektieren, und

Propagationszeit (Verzögerungszeit), bei welcher ein optisches Signal zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten hin und her geht ist die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung.

[0037] Wie oben beschrieben, gemäß dem fünfzehnten Aspekt, sind zwei optisch transparente/reflektierende Abschnitte auf dem optischen Wellenleiterabschnitt vorgesehen, und das direkte Licht, welches sich durch beide der optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte hindurch ausbreitet, und das indirekte Licht, welches zwischen den optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten einmal hin und her geht und sich dann ausbreitet, werden generiert, was ein Interferenzsystem bildet, welches für die verzögerte Erfassung eines optischen Signals erforderlich ist, ohne das optische Signal physisch in zwei aufzuzweigen. Dies erlaubt die Bildung des Interferenzsystems mit einer einfacheren Konfiguration.

[0038] Ein sechzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem zwölften Aspekt, wobei vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt in Phase mit dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

[0039] Ein siebzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierzehnten Aspekt, wobei vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt in Phase mit dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

[0040] Ein achtzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem zwölften Aspekt, wobei vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt in entgegen gesetzte Phasen zu dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

[0041] Ein neunzehnter Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierzehnten Aspekt, wobei vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt in entgegen gesetzte Phasen zu dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

[0042] Bei den sechzehnten bis neunzehnten Aspekten ist die Phasenbeziehung zwischen den winkelmodulierten Signalen, die in die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte eingegeben werden, optimal eingestellt, um die optisch amplitudenmodulierte Komponente im optischen Signal zu vergrößern, das in den optischen Kopplungsabschnitt oder den optischen direktionellen Kopplungsabschnitt eingegeben wird, was eine hocheffiziente Demodulation und optische Übertragung mit optischer Signalverarbeitung verwirklicht.

[0043] Ein zwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, wobei ein Produktwert einer Mittenwinkelfrequenz des winkelmodulierten Signals und der vorherbestimmten Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt gleich $\pi/2$ gesetzt ist.

[0044] Wie oben beschrieben, im zwanzigsten Aspekt, sind die Mittenwinkelfrequenz des winkelmodulierten Signals und die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung im dem Interferenzabschnitt auf optimale Werte gesetzt, um die Demodulationseffizienz zu erhöhen.

[0045] Ein einundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierten Aspekt, wobei die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt gleich einer Symbollänge des digitalen Signals gesetzt ist.

[0046] Ein zweiundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem fünften Aspekt, wobei die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt gleich einer Symbollänge des digitalen Sig-

nals gesetzt ist.

[0047] Wie oben beschrieben, bei den einundzwanzigsten und zweiundzwanzigsten Aspekten, wenn das winkelmodulierte Signal ein FSK moduliertes Signal oder ein PSK moduliertes Signal ist, das man dadurch erhält, dass man ein digitales Signal einer Frequenzmodulation oder einer Phasenmodulation unterwirft, sind die Symbollänge des digitalen Signals und die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung im Interferenzabschnitt auf optimale Werte gesetzt, wodurch die Demodulationseffizienz erhöht wird.

[0048] Ein dreiundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem achten Aspekt, wobei Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt zu kombinieren sind, so gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

[0049] Ein vierundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem neunten Aspekt, wobei Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt zu kombinieren sind, so gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

[0050] Ein fünfundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem dreizehnten Aspekt, wobei Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt zu kombinieren sind, so gesetzt sind, dass sie gleich zueinander sind.

[0051] Ein sechsundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierzehnten Aspekt, wobei Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt zu kombinieren sind, so gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

[0052] Wie oben beschrieben, bei den dreiundzwanzigsten bis sechsundzwanzigsten Aspekten, werden die Polarisationszustände der ersten und zweiten optischen Signale im optischen Kombinationsabschnitt miteinander gleichgesetzt, wodurch die homodyne Erfassungseffizienz im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt erhöht wird, d.h. die Demodulationseffizienz.

[0053] Ein siebenundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem zehnten Aspekt, wobei Polarisationszustände des optischen Signals, welches durch die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte entlang des optischen Wellenleiterabschnitts übertragen wird, und des optischen Signals, welches durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt übertragen wird, am zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt reflektiert wird, am ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt reflektiert wird, und durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt übertragen wird, zueinander gleichgesetzt sind.

[0054] Ein achtundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem fünfzehnten Aspekt, wobei Polarisationszustände des optischen Signals, welches durch die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte entlang des optischen Wellenleiterabschnitts übertragen wird, und des optischen Signals, welches durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt übertragen wird, am zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt reflektiert wird, am ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt reflektiert wird, und durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt übertragen wird, zueinander gleichgesetzt sind.

[0055] Wie oben beschrieben, bei den siebenundzwanzigsten und achtundzwanzigsten Aspekten, werden die Polarisationszustände des direkten Lichts und des indirekten Lichts gleichgesetzt, wodurch die Effizienz der homodynens Erfassung im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt erhöht wird, d.h. die Demodulationseffizienz.

[0056] Ein neunundzwanzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem achten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt und der Interferenzabschnitt mit einem ersten optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind, der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt mit einem zweiten optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind, und der erste und/oder zweite optische Wellenleiterabschnitt aus optischen Einzelmodusfasern bestehen.

[0057] Der dreißigste Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem dreizehnten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt und der Interferenzabschnitt mit einem ersten optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind,

der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt mit einem zweiten optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind, und
der erste und/oder zweite optische Wellenleiterabschnitt aus optischen Einzelmodusfasern bestehen.

[0058] Wie oben beschrieben, bei dem neunundzwanzigsten und dreißigsten Aspekt, bestehen der erste und/oder zweite optische Wellenleiterabschnitt aus optischen Einzelmodusfasern, was es ermöglicht, optische Übertragung mit optischen Fasern durchzuführen, die kostengünstig sind.

[0059] Ein einunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem neunten Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt mit einem optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind, und
der optische Wellenleiterabschnitt aus einer optischen Einzelmodusfaser besteht.

[0060] Ein zweiunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierzehnten Aspekt, wobei der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt mit einem optischen Wellenleiterabschnitt verbunden sind, und
der optische Wellenleiterabschnitt aus einer optischen Einzelmodusfaser besteht.

[0061] Wie oben beschrieben, bei den einunddreißigsten und zweiunddreißigsten Aspekten, besteht der optischen Wellenleiterabschnitt, der zwischen dem Interferenzabschnitt und dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt vorgesehen ist, aus einer optischen Einzelmodusphase, was ermöglicht, optische Übertragung mit einer optischen Faser durchzuführen, die kostengünstig ist.

[0062] Ein dreiunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem zehnten Aspekt, wobei der gesamte oder ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts im Interferenzabschnitt aus einer optischen Einzelmodusfaser besteht.

[0063] Ein vierunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem fünfzehnten Aspekt, wobei der gesamte oder ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts im Interferenzabschnitt aus einer optischen Einzelmodusfaser besteht.

[0064] Wie oben beschrieben, bei dem dreiunddreißigsten und vierunddreißigsten Aspekten, besteht der gesamte oder ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts im Interferenzabschnitt aus einer optischen Einzelmodusfaser, was ermöglicht, optische Übertragung mit einer optischen Faser durchzuführen, die kostengünstig ist.

[0065] Ein fünfunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, weiterhin mit einem Amplitudeneinstellabschnitt zum Einstellen einer Amplitude des winkelmodulierten Signals und Ausgeben des winkelmodulierten Signals mit einer konstanten Amplitude.

[0066] In demjenigen Fall, in welchem eine verzögerte Erfassung unter Verwendung der Erkennungscharakteristiken nach quadratischem Gesetz des optisch/elektrischen Wandlerabschnitt durchgeführt wird, nimmt mit der Verringerung der Amplitude des winkelmodulierten Signals, welches das Originalsignal ist, die Demodulationseffizienz ab. Weiterhin, wenn das winkelmodulierte Signal eine Amplitudenfluktuation aufweist, tritt eine Verschlechterung der Signalqualität wie beispielsweise eine Verzerrung der Wellenform und Ähnliches auf. Folglich wird bei dem obigen fünfunddreißigsten Aspekt für das eingegebene winkelmodulierte Signal der Amplitudeneinstellabschnitt bereitgestellt, der die Amplitude konstant hält, um die oben erwähnte Verschlechterung zu unterdrücken.

[0067] Ein sechsunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem ersten Aspekt, weiterhin mit einem Bandbreiten-Begrenzungsabschnitt zum Begrenzen eines Bandes des winkelmodulierten Signals.

[0068] Wie oben beschrieben, bei dem sechsunddreißigsten Aspekt, wird das Band des winkelmodulierten Signals vorab begrenzt, um die Breite des Spektrums zu verringern, wodurch eine Qualitätsverschlechterung eines demodulierten Signals verhindert wird, die dadurch verursacht wird, dass der Teil des gespreizten Spektrums der Komponente des winkelmodulierten Signals über das Band des demodulierten Signals gelegt wird, das von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird.

[0069] Ein siebenunddreißigster Aspekt ist ein optischer Übertrager zum optischen Übertragen eines winkelmodulierten Signals mit:

einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal; und
einem Interferenzabschnitt zum Trennen des optisch modulierten Signals in eine Mehrzahl von optischen Signalen, welche vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren der optischen Signale, und
wobei der optische Übertrager das kombinierte optische Signal überträgt, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird.

[0070] Ein achtunddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein FM-Signal ist, das dadurch erhält, dass man ein analoges Signal einer Frequenzmodulation unterwirft.

[0071] Ein neununddreißigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein PM-Signal ist, das dadurch erhalten wird, das man ein Analogsignal einer Phasenmodulation unterwirft.

[0072] Ein vierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein FSK-moduliertes Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass man ein Digitalsignal einer Frequenzmodulation unterwirft.

[0073] Ein einundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei das winkelmodulierte Signal ein PSK-moduliertes Signal ist, das dadurch erhalten wird, dass ein Digitalsignal einer Phasenmodulation unterworfen wird.

[0074] Ein zweiundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt ein optisch intensitätsmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal erzeugt.

[0075] Ein dreiundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenunddreißigsten Aspekt, wobei der optische Modulationsabschnitt ein optisch amplitudenmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal erzeugt.

[0076] Ein vierundvierzigster Aspekt ist ein optischer Empfänger zum Empfangen eines optisch modulierten Signals und Erlangen eines demodulierten Signals von dem optisch modulierten Signal, mit:
einem Interferenzabschnitt zum Trennen des empfangenen optisch modulierten Signals in eine Mehrzahl von optischen Signalen, welche vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren des optischen Signals; und
einem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal, und
wobei der Interferenzabschnitt und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt ein verzögertes Erkennungssystem eines optischen Signals bilden, und das verzögerte Erkennungssystem Wandlungsverarbeitung eines optischen Signals in ein elektrisches Signal und Winkeldemodulationsverarbeitung simultan ausführt.

[0077] Ein fünfundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem vierundvierzigsten Aspekt, wobei das optisch modulierte Signal von einem 2^n -phasigen (n ist eine ganze Zahl nicht weniger als zwei) PSK-elektrisch modulierten Signal als ein Originalsignal erzeugt wird,
der Interferenzabschnitt folgendes umfasst:
einen Teilungsabschnitt für empfangenes Licht zum Teilen eines eingegebenen optischen Signals in 2^{n-1} empfangene Lichter; und
erste bis 2^{n-1} te optische Interferenzschaltungen, bereitgestellt jeweils entsprechend den 2^{n-1} -empfangenen Lichtern, jeder zum Verzweigen jedes der empfangenen Lichter in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, zum Versehen des zweiten optischen Signals mit einer vorherbestimmten Verzögerung und dann zum Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals, und
die optisch/elektrischen Signale sind jeweils entsprechend ersten bis 2^{n-1} ten optischen Interferenzschaltungen bereitgestellt.

[0078] Ein sechsundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem fünfundvierzigsten Aspekt, wobei das optisch modulierte Signal aus einem Quadratur-PSK elektrisch modulierten Signal als ein Originalsignal erzeugt wird,

der Interferenzabschnitt enthält:

einen Teilungsabschnitt für empfangenes Licht zum Teilen eines eingegebenen optischen Signals in ein erstes empfangenes Licht und ein zweites empfangenes Licht;
 eine erste optische Interferenzschaltung zum Verzweigen (Aufzweigen) des ersten empfangenen Lichts in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, Versehen des zweiten optischen Signals mit einer ersten vorherbestimmten Verzögerung und dann Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals; und
 eine zweite optische Interferenzschaltung zum Verzweigen des zweiten empfangenen Lichts in ein erstes optisches Signal und zweites optisches Signal, Versehen des zweiten optischen Signals mit einer zweiten vorherbestimmten Verzögerung und dann Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals, und
 die erste vorherbestimmte Verzögerung in der ersten optischen Interferenzschaltung und die zweite vorherbestimmte Verzögerung in der zweiten optischen Interferenzschaltung sind beide so gesetzt, dass sie den Absolutwert von 1/2 der Symbollänge des digitalen Signals haben und zueinander in entgegen gesetzten Phasen sind.

[0079] Ein siebenundvierzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zur optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals, mit:

einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;
 einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, in wenigstens zwei Signale, einem ersten optisch modulierten Signal und einem zweiten optisch modulierten Signal;
 einem Interferenzabschnitt zum Trennen des ersten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl von optischen Signalen mit vorherbestimmtem Unterschied in Ausbreitungsverzögerung, und dann Kombinieren der optischen Signale;
 einem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, welches von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal; und
 einem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des zweiten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal.

[0080] Wie oben beschrieben, gemäß dem siebenundvierzigsten Aspekt, wird ein winkelmoduliertes Signal in ein optisches Signal umgewandelt und in eine Mehrzahl von optischen Signalen aufgezweigt, ein Teil der optischen Signale wird durch den Interferenzabschnitt und dem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt einer homodynern Erfassung unterzogen, um das ursprüngliche elektrische Signal für die Winkelmodulation zu reproduzieren, wie es im ersten Aspekt beschrieben ist, und die verbleibenden Teile der optischen Signale werden einer direkten Erfassung durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt unterzogen, um das winkelmodulierte Signal zu reproduzieren. Dadurch kann, wenn ein verkabeltes Netzwerk durch Verwendung einer optischen Faser als Rückrad (backbone) aufgebaut wird und das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegebene winkelmodulierte Signal als Funkwelle in die Luft gesandt wird, das optische Übertragungssystem zu einem drahtlosen (wireless) Netzwerk für mobile Endgeräte und Ähnlichem ausgebaut werden. Insbesondere, wird ein Hochfrequenzsignal wie beispielsweise eine Mikrowelle, eine Millimeterwelle und Ähnliches, was als ein für ein drahtloses Netzwerk geeignetes Signal betrachtet wird, empfangen und einer Demodulation unterzogen, in einem verkabelten System, durch eine kostengünstige Konfiguration mit optischer Signalverarbeitung, und gleichzeitig wird an die mobilen Endgeräte und Ähnliches eine Funkwelle gesandt, so dass ein flexibles und sehr wirtschaftliches System hergestellt werden kann.

[0081] Ein achtundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenundvierzigsten Aspekt, weiterhin mit: einer lokalen Lichtquelle zum Ausgeben eines Lichts einer vorherbestimmten Wellenlänge; und einem optischen Kombinierabschnitt, der zwischen dem optischen Aufzweigungsabschnitt und dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt eingefügt ist, zum Kombinieren des zweiten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, mit dem Licht der lokalen Lichtquelle, wobei der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt das vom optischen Kombinierabschnitt ausgegebene kombinierte optische Signal auf heterodyne Weise erfasst und dann das optische Signal in ein elektrisches Signal umwandelt.

[0082] Ein neunundvierzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenundvierzigsten Aspekt, weiterhin mit: einer lokalen Lichtquelle zur Ausgabe eines Lichts einer vorbestimmten Wellenlänge; und einem optischen Kombinierabschnitt, der zwischen dem optischen Modulationsabschnitt und dem optischen Aufzweigungsabschnitt eingefügt ist, zum Kombinieren des von dem optischen Modulationsabschnitt ausge-

gebenen optisch modulierten Signals mit dem Licht der lokalen Lichtquelle, wobei der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegebene zweite optisch modulierte Signal auf heterodyne Weise erfasst, und das optisch modulierte Signal in ein elektrisches Signal umwandelt.

[0083] Wie oben beschrieben, gemäß den achtundvierzigsten und neunundvierzigsten Aspekten, wird die Frequenz der lokalen Lichtquelle verändert, um die Frequenz des winkelmodulierten Signals, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird, frei nach oben umzuwandeln oder nach unten umzuwandeln.

[0084] Ein fünfzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zum optischen Übertragen eines winkelmodulierten Signals, umfassend:

einen optischen Modulationsabschnitt zum Umwandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;

eine lokale Lichtquelle, zum Ausgeben eines Lichts einer vorherbestimmten Wellenlänge;

einen optischen Kombinierabschnitt zum Kombinieren des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, mit dem Licht der lokalen Lichtquelle;

einen Interferenzabschnitt zum Trennen des kombinierten optischen Signals, das von dem optischen Kombinierabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit vorherbestimmtem Unterschied in Ausbreitungsverzögerung, und dann Kombinieren der optischen Signale;

einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, welches von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal; und

einen Teilerabschnitt zum Trennen des elektrischen Signals, das von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird, für jede der Frequenzkomponenten, und Ausgeben des elektrischen Signals.

[0085] Ein einundfünzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zur optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals, mit:

einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;

einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Auf zweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, in wenigstens zwei Signale, einem ersten optisch modulierten Signal und einem zweiten optisch moduliertem Signal;

einem Interferenzabschnitt zum Trennen des ersten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit vorherbestimmter Differenz in Ausbreitungsverzögerung, und dann Kombinieren der optischen Signale;

einem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, welches von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal;

einem lokalen Oszillationsabschnitt zur Ausgabe eines unmodulierten Signals einer vorherbestimmten Frequenz; und

einem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, dessen Vorspannung mit dem unmodulierten Signal des lokalen Oszillationsabschnitts moduliert wird, zum Umwandeln des zweiten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal.

[0086] Ein zweiundfünzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zur optischen Übertragung eines winkelmodulierten Signals, mit:

einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;

einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Auf zweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, in wenigstens zwei Signale, einem ersten optisch modulierten Signal und einem zweiten optisch modulierten Signal;

einem Interferenzabschnitt zum Trennen des ersten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit vorherbestimmter Differenz in Ausbreitungsverzögerung, und dann Kombinieren der optischen Signale;

einem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal;

einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem

Gesetzt hat, zum Wandeln des zweiten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal; einem lokalen Oszillationsabschnitt zum Ausgeben eines unmodulierten Signals einer vorherbestimmten Frequenz; und einem Mischabschnitt zum Mischen des elektrischen Signals, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird, mit dem unmoduliertem Signal, das von dem lokalen Oszillationsabschnitt ausgegeben wird, und Ausgeben der resultierenden Signale.

[0087] Wie oben beschrieben, gemäß den fünfzigsten bis zweiundfünfzigsten Aspekten, können das ursprüngliche elektrische Signal und das winkelmodulierte Signal für die Winkelmodulation nur durch optische Signalverarbeitung reproduziert werden. Weiterhin wird die Frequenz der lokalen Lichtquelle oder des lokalen Oszillationsabschnitts verändert, um die Frequenz des zu reproduzierenden winkelmodulierten Signals frei nach oben zu wandeln oder nach unten zu wandeln.

[0088] Ein dreiundfünfzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zur gleichzeitigen optischen Übertragung wenigstens zweier Signale, einem ersten elektrischen Signal und einem zweiten elektrischen Signal, mit: einem Winkelmodulationsabschnitt zum Wandeln des ersten elektrischen Signals in ein winkelmoduliertes Signal; einem Kombinierabschnitt zum Kombinieren des winkelmodulierten Signals und des zweiten elektrischen Signals; einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des kombinierten Signals, das von dem Kombinierabschnitt ausgegeben wird, in ein optisch moduliertes Signal; einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optisch modulierten Abschnitt ausgegeben wird, in wenigstens zwei Signale, einem ersten optisch modulierten Signal und einem zweiten optisch modulierten Signal; einem Interferenzabschnitt zum Trennen des ersten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit vorherbestimmter Differenz in Ausbreitungsverzögerung, und dann Kombinieren der optischen Signale; einem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal; und einem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des zweiten optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal.

[0089] Wie oben beschrieben, gemäß dem dreiundfünfzigsten Aspekt, können beispielsweise ein digitales Signal und ein analoges Signal, die elektrische Signale unterschiedlichen Typs sind, gleichzeitig optisch übertragen werden und individuell reproduziert werden.

[0090] Ein vierundfünfzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem dreiundfünfzigsten Aspekt, wobei ein besetztes Frequenzband des ersten elektrischen Signals, ein besetztes Frequenzband des zweiten elektrischen Signals und ein besetztes Frequenzband des winkelmodulierten Signals nicht miteinander überlappen.

[0091] Ein fünfundfünfzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem dreiundfünfzigsten Aspekt, weiterhin mit: einem ersten Signalverarbeitungsabschnitt zur Begrenzung des besetzten Frequenzbandes des ersten elektrischen Signals; und einem zweiten Signalverarbeitungsabschnitt zum Begrenzen des besetzten Frequenzbandes des zweiten elektrischen Signals.

[0092] Ein sechsundfünfzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem fünfundfünfzigsten Aspekt, weiterhin mit: einem dritten Signalverarbeitungsabschnitt zum Übergeben lediglich einer Frequenzkomponente, die dem besetzten Frequenzband des ersten elektrischen Signals entspricht, in Bezug zum elektrischen Signal, das von dem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird, und Reproduzieren von Wellenforminformation, die durch die Bandbegrenzung in dem ersten Signalverarbeitungsabschnitt verloren wurde; und einem vierten Signalverarbeitungsabschnitt zum Übergeben lediglich einer Frequenzkomponente, die dem besetzten Frequenzband des zweiten elektrischen Signals entspricht, in Bezug zum elektrischen Signal, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird, und Reproduzieren von Wellenforminformation, die durch die Bandbegrenzung im zweiten Signalverarbeitungsabschnitt verloren wurde.

[0093] Wie oben beschrieben, gemäß dem sechsundfünfzigsten Aspekt, kann die Wellenformverzerrung, die durch die Bandbegrenzung verursacht wird, die auf der Übertragungsseite durchgeführt wird, auf der Empfangsseite korrigiert werden.

[0094] Ein siebenundfünfzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zur optischen Übertragung einer Mehrzahl von elektrischen Signalen, mit:

einer Mehrzahl von Winkelmodulationsabschnitten zum Wandeln eines jeden der Mehrzahl an elektrischen Signalen in ein winkelmoduliertes Signal;

einem Kombinierabschnitt zum Kombinieren der winkelmodulierten Signale, die von der Mehrzahl von Winkelmodulationsabschnitten ausgegeben werden;

einem optischen Modulationsabschnitt zum Wandeln des kombinierten Signals, das von dem Kombinierabschnitt ausgegeben wird, in ein optisch moduliertes Signal;

einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Auf zweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl von optisch modulierten Signalen; und

einer Mehrzahl von optischen Signalverarbeitungsabschnitten, die jeweils entsprechend der Mehrzahl an optisch modulierten Signalen, die von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben werden, bereitgestellt sind, so dass jeder vorherbestimmte optische Signalverarbeitung durchführt und dann individuell die Mehrzahl an elektrischen Signalen reproduziert, und

wobei jeder der optischen Signalverarbeitungsabschnitte folgendes enthält:

einen Interferenzabschnitt zum Trennen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit Differenz in Ausbreitungsverzögerung, die gemäß den durch Demodulation zu akquirierenden Frequenzen der winkelmodulierten Signale ausgewählt wird, und dann Kombinieren der optischen Signale; und

einem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal.

[0095] Wie oben beschrieben, gemäß dem siebenundfünfzigsten Aspekt, können beispielsweise ein digitales Signal und ein analoges Signal, bei denen es sich um elektrische Signale unterschiedlichen Typs handelt, gleichzeitig optisch übertragen werden, und individuell reproduziert werden.

[0096] Ein achtundfünfzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenundfünfzigsten Aspekt, wobei besetzte Frequenzbänder der Mehrzahl an elektrischen Signalen und besetzte Frequenzbänder der Mehrzahl an winkelmodulierten Signalen nicht miteinander überlappen.

[0097] Ein neunundfünfzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem siebenundfünfzigsten Aspekt, weiterhin mit einer Mehrzahl von Signalvorverarbeitungsabschnitten zur Begrenzung der besetzten Frequenzbänder der Mehrzahl an elektrischen Signalen.

[0098] Ein sechzigster Aspekt ist ein Aspekt gemäß dem neunundfünfzigsten Aspekt, wobei jede der Mehrzahl an optischen Signalverarbeitungsabschnitten weiterhin einen Signalnachverarbeitungsabschnitt umfasst, zum Übergeben einer Frequenzkomponente, die einem besetzten Frequenzband eines zu reproduzierenden elektrischen Signals entspricht, und Reproduzieren von Wellenforminformation, die durch die Bandbegrenzung im Signalvorverarbeitungsabschnitt verloren wurde, in Bezug auf das elektrische Signal, das von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt ausgegeben wird.

[0099] Wie oben beschrieben, gemäß dem sechzigsten Aspekt, kann die Wellenformverzerrung, die durch die auf der Übertragungsseite durchgeführte Bandbegrenzung verursacht wird, auf der Empfangsseite korrigiert werden.

[0100] Ein einundsechzigster Aspekt ist ein optisches Übertragungssystem zum optischen Übertragen eines Mehrkanal winkelmodulierten Signals, das dadurch erhalten wird, dass man mehrkanalige elektrische Signale jeweils einer Winkelmodulation und einer Frequenzmultiplexierung unterzieht, mit:

einem optischen Modulationsabschnitt zum Umwandeln des Multikanal winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;

einem optischen Aufzweigungsabschnitt zum Aufzweigen des optisch modulierten Signals, das von dem optischen Modulationsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl von optisch modulierten Signalen; und

einer Mehrzahl von optischen Signalverarbeitungsabschnitten, die entsprechend der Mehrzahl an optisch modulierten Signalen bereitgestellt sind, die jeweils vom optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben werden, jeder zur Durchführung einer vorbestimmten optischen Signalverarbeitung und dann zur Reproduktion eines

elektrischen Signals auf einem individuellen Kanal, und wobei jeder der optischen Signalverarbeitungsabschnitte folgendes umfasst: einen Interferenzabschnitt zum Trennen des optisch modulierten Signals, das vom optischen Aufzweigungsabschnitt ausgegeben wird, in eine Mehrzahl optischer Signale mit Differenz in Ausbreitungsverzögerung, die gemäß Frequenzen von zu reproduzierenden elektrischen Signalen auf Kanälen ausgewählt wird, und dann Kombinieren der optischen Signale; und einem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Umwandeln des kombinierten optischen Signals, das von dem Interferenzabschnitt ausgegeben wird, in ein elektrisches Signal.

[0101] Wie oben beschrieben, gemäß dem einundsechzigsten Aspekt, kann das Multikanal winkelmodulierte Signal, das durch Frequenzmultiplexierung erhalten wird, gleichzeitig optisch übertragen werden.

[0102] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung offensichtlicher, wenn sie zusammen mit den beigefügten Zeichnungen gesehen wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0103] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0104] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das ein erstes besonders Konfigurationsbeispiel der optischen Übertragungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0105] [Fig. 3a](#) bis [Fig. 3c](#) sind Diagramme zur Erläuterung des FM-Demodulationsvorgangs im optischen Übertragungssystem gemäß [Fig. 2](#).

[0106] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm, das ein erstes Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß [Fig. 2](#) zeigt.

[0107] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das ein zweites Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß [Fig. 2](#) zeigt.

[0108] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, das ein zweites besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0109] [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7c](#) sind Diagramme zur Erläuterung des FM-Demodulationsvorgangs bei dem optischen Übertragungssystem der [Fig. 6](#).

[0110] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das ein drittes besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0111] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm, das ein erstes Betriebsbeispiel der optischen Übertragungsvorrichtung der [Fig. 8](#) zeigt.

[0112] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm, das ein zweites Betriebsbeispiel der optischen Übertragungsvorrichtung der [Fig. 8](#) zeigt.

[0113] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Struktur eines optischen Empfängers zeigt, der in einem System zur optischen Übertragung eines QPSK modulierten Signals eingesetzt wird.

[0114] [Fig. 12](#) ist ein Blockdiagramm, das ein viertes besonders Konfigurationsbeispiel der optischen Übertragungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0115] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm, das ein fünftes besonders Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0116] [Fig. 14a](#) bis [Fig. 14d](#) sind Diagramme zur Erläuterung des FM-Demodulationsvorgangs beim optischen Übertragungssystem der [Fig. 13](#).

[0117] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm, das ein sechstes besonderes Konfigurationsbeispiel der optischen Übertragungsvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0118] [Fig. 16a](#) bis [Fig. 16d](#) sind Diagramme zur Erläuterung des FM-Demodulationsvorgangs beim optischen Übertragungssystem der [Fig. 15](#).

[0119] [Fig. 17](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0120] [Fig. 18](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0121] [Fig. 19](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0122] [Fig. 20](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0123] [Fig. 21](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0124] [Fig. 22](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0125] [Fig. 23](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer achtten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0126] [Fig. 24](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0127] [Fig. 25](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0128] [Fig. 26](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0129] [Fig. 27](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0130] [Fig. 28](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0131] [Fig. 29](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0132] [Fig. 30](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines herkömmlichen optischen Übertragungssystems zeigt.

[0133] [Fig. 31](#) ist ein Blockdiagramm, das die Struktur eines Winkeldemodulationsabschnitts in [Fig. 30](#) zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

[0134] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 1](#) zeigt ebenso schematische Diagramme von Frequenzspektren von Signalen in jeweiligen Abschnitten. In [Fig. 1](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt 1, einen optischen Modulationsabschnitt 2, einen ersten optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen Interferenzabschnitt 6, einen zweiten optischen Wellenleiterabschnitt 7, einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 und ein Filter F. Abhängig von der

erforderlichen Struktur einer Übertragungsseite und einer Empfangsseite vom Gesichtspunkt des gesamten Systems aus, werden in manchen Fällen beide der ersten und zweiten optischen Wellenleiterabschnitte **3** und **7** benötigt, oder wird in anderen Fällen einer von beiden der optischen Wellenleiterabschnitte benötigt.

[0135] In [Fig. 1](#) ist hervorzuheben, dass der in [Fig. 30](#) gezeigte Winkeldemodulationsabschnitt **5** nicht vorgesehen ist. Das heißt, dass die vorliegende Ausführungsform dadurch gekennzeichnet ist, dass ein demoduliertes Signal dadurch akquiriert werden kann, dass eine neue und besondere optische Signalverarbeitung ohne Durchführung einer elektrischen Demodulationsverarbeitung durchgeführt wird.

[0136] Als nächstes wird der Betrieb der in [Fig. 1](#) gezeigten Ausführungsform erläutert. Der Winkelmodulationsabschnitt **1** empfängt ein analoges Signal, wie beispielsweise ein Audiosignal, ein Videosignal und Ähnliches, oder ein digitales Signal, wie beispielsweise Computerdaten und Ähnliches, als ein zu übertragendes elektrisches Signal, und gibt ein winkelmoduliertes Signal aus, das von dem oben erwähnten Signal stammt. Der optische Modulationsabschnitt **2** empfängt das winkelmodulierte Signal, das vom Winkelmodulationsabschnitt **1** ausgegeben wird, und gibt ein optisch intensitätsmoduliertes Signal aus, mit z.B. einem direkten Modulationsschema, oder gibt ein optisch intensitätsmoduliertes Signal oder ein optisch amplitudenmoduliertes Signal mit einem externen Modulationsschema aus. Das optische Signal wird durch den ersten optischen Wellenleiterabschnitt **3** übertragen. Der Interferenzabschnitt **6** trennt das eingegebene optische Signal in zwei optische Signale auf, die einen vorherbestimmten Unterschied in der Ausbreitungsverzögerung aufweisen, und kombiniert die optischen Signale danach wieder. Das kombinierte optische Signal wird durch den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt **7** übertragen. Der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4**, der einen Photodetektor umfasst, welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz aufweist (eine Pin-Photodiode, eine Avalanche-Photodiode oder Ähnliches), rekonvertiert das eingegebene kombinierte optische Signal zu einem elektrischen Signal und regeneriert ein elektrisches Signal (ein analoges Signal oder ein digitales Signal), das mit dem ursprünglichen elektrischen Signal korreliert, mit einem Winkeldemodulationsvorgang, um das elektrische Signal auszugeben. Der Filter F lässt unter den vom optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegebenen Signalen lediglich eine Signalkomponente durch, die dem ursprünglichen elektrischen Signal entspricht (d.h., ein Signalkomponente mit dem selben Frequenzband wie demjenigen des ursprünglichen elektrischen Signals). Im Folgenden sind genauere Konfigurationsbeispiele der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

(1) Erstes besonderes Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0137] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das ein erstes besonders Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 2](#) umfasst das optische Übertragungssystem des vorliegenden Konfigurationsbeispiels einen FM-Abschnitt **100** als Beispiel für den Winkelmodulationsabschnitt **1**. Der optische Modulationsabschnitt **2** umfasst eine Lichtquelle **201**, einen ersten optischen Aufzweigungsabschnitt **202**, einen ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt **203**, einen zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt **204** und einen optischen Kopplungsabschnitt **205**. Der Interferenzabschnitt **6** umfasst einen zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601**, einen optischen Verzögerungsabschnitt **602** und einen optischen Kombinationsabschnitt **603**.

[0138] Als nächstes wird im Folgenden der Betrieb des in der [Fig. 2](#) gezeigten besonderen Beispiels erläutert. In den FM-Abschnitt **100** wird ein elektrisches Signal mit hoher Frequenz und breitem Band eingegeben, z.B., ein Mehrkanal frequenzmultiplextes Signal und Ähnliches, als ein ursprüngliches Signal, das einer FM unterworfen werden soll. Der FM-Abschnitt **100** wandelt das eingegebene elektrische Signal in ein FM-Signal mit einer vorherbestimmten Frequenz um. Der optische Modulationsabschnitt **2** des vorliegenden Konfigurationsbeispiels hat die Konfiguration eines externen Modulationsschemas, und die Lichtquelle **201** gibt unmoduliertes Licht aus. Der erste optische Aufzweigungsabschnitt **202** zweigt das von der Lichtquelle **201** ausgegebene unmodulierte Licht in zwei auf. Die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204**, die für jedes der beiden vom ersten optischen Aufzweigungsabschnitt **202** ausgegebenen Lichter vorgesehen sind, führen eine vorbestimmte optische Phasenmodulation mit den FM-Signalen durch, die von dem FM-Abschnitt **100** ausgegeben werden. Die optisch phasenmodulierten Signale, die von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** ausgegeben werden, werden jedes im optischen Kopplungsabschnitt **205** kombiniert, um in ein optisch amplitudenmoduliertes Signal umgewandelt zu werden. Das optisch amplitudenmodulierte Signal wird über den ersten optischen Wellenleiterabschnitt **3** in den Interferenzabschnitt **6** eingegeben. Im Interferenzabschnitt **6** zweigt der zweite optische Aufzweigungsabschnitt **601** das eingegebene optische Signal in erste und zweite optische Signale auf. Der optische Verzögerungsabschnitt **602** versieht das vom optischen Aufzweigungsabschnitt **601** ausgegebene zweite optische Signal mit einer vorherbestimmten Verzögerung T_p . Der optische Kombinationsabschnitt **603** kombiniert das erste vom zweiten

optischen Aufzweigungsabschnitt **601** ausgegebene optische Signal mit dem vom optischen Verzögerungsabschnitt **602** ausgegebenen zweiten optischen Signal, um das resultierende Signal an den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt **7** auszugeben. Der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** erzeugt ein Produkt des ersten und zweiten optischen Signals, die durch den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt **7** übertragen werden (dieser Vorgang wird im Allgemeinen als homodyne Erfassung bezeichnet).

[0139] Es wird nun eine Beschreibung des Betriebs des ersten besonderen Beispiels anhand von Gleichungen vorgenommen. Es wird angenommen, dass bezüglich der ersten und zweiten optisch amplitudenmodulierten Signale, die von dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** ausgegeben werden, eine Komponente des elektrischen Feldes $E_a(t)$ des ersten optischen Signals durch die folgende Gleichung (1) und eine Komponente des elektrischen Felds $E_b(t)$ des zweiten optischen Signals, das durch den optischen Verzögerungsabschnitt **602** hindurchgeht, durch die folgende Gleichung (2) jeweils ausgedrückt wird.

$$E_a(t) = m \cos(2\pi f_t t) \times \cos(2\pi f_0 t) \quad (1)$$

$$E_b(t) = -m \cos\{2\pi f_t(t - T_p)\} \times \cos\{2\pi f_0(t - T_p)\} \quad (2)$$

[0140] In den oben beschriebenen Gleichungen (1) und (2) steht m für eine Amplitude des elektrischen Felds, steht f_t für eine (augenblickliche) Frequenz des FM-Signals, steht f_0 für eine optische Frequenz und steht T_p für die vorherbestimmte Verzögerung im optischen Verzögerungsabschnitt **602**. Nachdem diese kombiniert werden, um im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Erfassung nach quadratischem Gesetz unterzogen zu werden, wird ein optischer Strom $I_o(t)$ nach der Erfassung nach quadratischem Gesetz durch die folgende Gleichung (3) ausgedrückt.

$$I_o(t) = \frac{1}{2}[m^2 \cos^2(2\pi f_t t) \times \cos^2(2\pi f_0 t) + m^2 \cos^2\{2\pi f_t(t - T_p)\} \times \cos^2\{2\pi f_0(t - T_p)\} - 2m^2 \cos(2\pi f_t t) \times \cos\{2\pi f_t(t - T_p)\} \times \cos\{2\pi f_0 t\} \times \cos\{2\pi f_0(t - T_p)\}] \quad (3)$$

[0141] Unter Berücksichtigung, dass in der obigen Gleichung (3) Signale, die den Termen periodischer Funktionen entsprechen, welche von der optischen Frequenz f_0 abhängen, wegen einer Frequenzbereichsgrenze im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** nicht ausgegeben werden, wird eine Signalkomponente $I_s(t)$, die vom optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** abgeleitet wird, durch die folgende Gleichung (4) ausgedrückt, indem man nur einen dritten Term entwickelt.

$$\begin{aligned} I_s(t) &= -m^2 \cos(2\pi f_t t) \times \cos\{2\pi f_t(t - T_p)\} \\ &\quad \times \cos(2\pi f_0 t) \times \cos\{2\pi f_0(t - T_p)\} \\ &= -m^2 \left. \begin{aligned} &\frac{\cos\{2\pi f_t(2t - T_p)\} + \cos(2\pi f_t T_p)}{2} \\ &\times \frac{\cos\{2\pi f_0(2t - T_p)\} + \cos(2\pi f_0 T_p)}{2} \end{aligned} \right\} (4a) \\ &= -\frac{m^2}{4} \left. \begin{aligned} &[\cos\{2\pi f_t(2t - T_p)\} \times \cos\{2\pi f_0(2t - T_p)\} \\ &+ \cos\{2\pi f_t(2t - T_p)\} \times \cos(2\pi f_0 T_p) \\ &+ \cos\{2\pi f_0(2t - T_p)\} \times \cos(2\pi f_t T_p) \\ &+ \cos(2\pi f_t T_p) \times \cos(2\pi f_0 T_p)] \end{aligned} \right\} (4b) \dots (4) \end{aligned}$$

[0142] Da m , f_0 , T_p konstante Werte sind, verändert sich die Größe des vierten Terms in der zweiten entwickelten Gleichung (4b) der Gleichung (4) in Abhängigkeit von der augenblicklichen Frequenz f_t des FM-Signals. Das heißt, dass es möglich ist, einen optischen Strom abzuleiten, dessen Größe sich gemäß den Veränderungen in der Frequenz des FM-Signals verändert.

[0143] Obwohl in dem ersten besonderen Beispiel der optische Modulationsabschnitt **2** ein optisch amplitudenmoduliertes Signal ausgibt, kann der optische Modulationsabschnitt **2** ein optisch intensitätsmoduliertes Si-

gnal ausgeben. Die Durchführung dieses Falls wird im Folgenden unter Verwendung von Gleichungen beschrieben. Wie es der Fall bei der obigen Beschreibung ist, bezüglich der ersten und zweiten optisch intensitätsmodulierten Signale, die von dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** ausgegeben werden, wird die Komponente des elektrischen Feld $E_a(t)$ des ersten optischen Signals durch die folgende Gleichung (5) und die Komponente des elektrischen Felds $E_b(t)$ des zweiten optischen Signals, das durch den optischen Verzögerungsabschnitt **602** hindurchgeht, durch die folgende Gleichung (6) jeweils ausgedrückt.

$$\begin{aligned} E_a(t) &= \sqrt{1+m \cos(2\pi f_t t)} \times \cos(2\pi f_0 t) \\ &\approx \left\{ 1 + \frac{m}{2} \cos(2\pi f_t t) \right\} \times \cos(2\pi f_0 t) \end{aligned} \quad \cdots (5)$$

$$\begin{aligned} E_b(t) &= \sqrt{1-m \cos\{2\pi f_t(t-T_p)\}} \times \cos\{2\pi f_0(t-T_p)\} \\ &\approx \left\{ 1 - \frac{m}{2} \cos\{2\pi f_t(t-T_p)\} \right\} \times \cos\{2\pi f_0(t-T_p)\} \end{aligned} \quad \cdots (6)$$

[0144] Der optische Strom $I_o(t)$, der dadurch erhalten wird, dass man das kombinierte Signal in dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Erfassung nach quadratischem Gesetz unterzieht, wird durch folgende Gleichung (7) ausgedrückt.

$$I_o(t) = \frac{1}{2} \left\{ \left[1 + \frac{m}{2} \cos(2\pi f_t t) \right]^2 \times \cos^2(2\pi f_0 t) + \left[1 - \frac{m}{2} \cos\{2\pi f_t(t-T_p)\} \right]^2 \times \cos^2\{2\pi f_0(t-T_p)\} + 2 \left\{ 1 + \frac{m}{2} \cos(2\pi f_t t) \right\} \times \left[1 - \frac{m}{2} \cos\{2\pi f_t(t-T_p)\} \right] \times \cos(2\pi f_0 t) \times \cos\{2\pi f_0(t-T_p)\} \right\} \quad (7)$$

[0145] Unter Berücksichtigung, dass in der obigen Gleichung (7) Signale, die Terme periodischer Funktionen entsprechen, welche von der optischen Frequenz f_0 abhängen, wegen der Frequenzbereichsgrenze des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** nicht ausgegeben werden, wird die Signalkomponente $I_s(t)$, die von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** abgeleitet wird, durch die folgende Gleichung (8) ausgedrückt.

$$\begin{aligned} I_s(t) &= -\frac{m^2}{4} \cos(2\pi f_t t) \times \cos\{2\pi f_t(t-T_p)\} \\ &\quad \times \cos(2\pi f_0 t) \times \cos\{2\pi f_0(t-T_p)\} \\ &= -\frac{m^2}{4} \underbrace{\frac{\cos\{2\pi f_t(2t-T_p)\} + \cos(2\pi f_t T_p)}{2}}_{\times \frac{\cos\{2\pi f_0(2t-T_p)\} + \cos(2\pi f_0 T_p)}{2}} \quad \left. \right\} (8a) \\ &= -\frac{m^2}{16} \left[\cos\{2\pi f_t(2t-T_p)\} \times \cos\{2\pi f_0(2t-T_p)\} \right. \\ &\quad \left. + \cos\{2\pi f_t(2t-T_p)\} \times \cos(2\pi f_0 T_p) \right. \\ &\quad \left. + \cos\{2\pi f_0(2t-T_p)\} \times \cos(2\pi f_t T_p) \right. \\ &\quad \left. + \cos(2\pi f_t T_p) \times \cos(2\pi f_0 T_p) \right] \quad \left. \right\} (8b) \quad \cdots (8) \end{aligned}$$

[0146] Es wurde herausgefunden, dass in einer zweiten entwickelten Gleichung (8b) der obigen Gleichung (8) die Größe des vierten Terms sich abhängig von der augenblicklichen Frequenz f_t des FM-Signals verändert, was es möglich macht, einen optischen Strom abzuleiten, dessen Größe sich gemäß den Veränderungen in der Frequenz des FM-Signals verändert, wie es der Fall ist mit der zweiten entwickelten Gleichung (4b) der oben beschriebenen Gleichung (4).

[0147] Die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zeigen jeweils schematisch Amplitudenfluktuationsskomponenten (oder Intensitätsfluktuationsskomponenten) elektrischer Felder der ersten und zweiten optischen Signale. [Fig. 3c](#) zeigt eine Wellenform eines optischen Stroms, der von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben

wird, der den Amplitudenfluktuationenkomponenten oder den Intensitätsfluktuationenkomponenten entspricht. Wie es in [Fig. 3c](#) gezeigt ist, gibt der optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4 ein impulsähnliches Signal aus, das aus negativen Differenzialimpulsen besteht. Jede Impulsdauer eines jeden Differenzialimpulses ist entsprechend der vorherbestimmten Verzögerung T_p in dem optischen Verzögerungsabschnitt 602 konstant, und die Auftrittsintervalle der Differenzialimpulse entsprechen den Veränderungen in der Frequenz des FM-Signals, das von dem FM-Abschnitt 100 ausgegeben wird. Der Filter F empfängt das impulsähnliche Signal, um lediglich eine Signalkomponente (eine Niederfrequenzkomponente) eines Bandes durchzulassen, das demjenigen in den FM-Abschnitt 100 eingegebenen elektrischen Signals entspricht. Auf diese Weise kann das elektrische Signal erhalten werden.

[0148] [Fig. 4](#) ist eine Diagramm, das ein erstes Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems der [Fig. 2](#) zeigt. In [Fig. 4](#), gemäß dem vorliegenden Betriebsbeispiel, bilden der FM-Abschnitt 100, der optische Modulationsabschnitt 2, der optische Wellenleiterabschnitt 3 und der Interferenzabschnitt 6 einen optischen Übertrager PT, und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4 bildet einen optischen Empfänger PR. Weiterhin, wird ein optisches Übertragungsmedium wie beispielsweise eine optische Faser und Ähnliches als zweiter optischer Wellenleiterabschnitt 7 eingesetzt, um eine physische Distanz zwischen dem optischen Übertrager PT und dem optischen Empfänger PR zu überspannen.

[0149] In dem Betriebsbeispiel der [Fig. 4](#) werden die ersten und zweiten optischen Signale, die durch den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt 7 (die optische Faser) übertragen, beide durch die Lichtquelle 201 erzeugt, so dass die optischen Wellenlängen der optischen Signale dieselben sind. Folglich, selbst wenn nicht eine spezielle optische Faser mit Polarisationsbeibehaltungseigenschaften sondern eine normale optische Einzelmodusfaser als zweiter optischer Wellenleiterabschnitt 7 verwendet wird, können die relativen Polarisationszustände der zwei optischen Signale, die von dem optischen Kombinierabschnitt 603 ausgegeben werden, stets konstant gehalten werden, selbst nachdem die optischen Signale durch den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt 7 übertragen werden. Dementsprechend werden die zwei optischen Signale angepasst, so dass die Polarisationszustände der optischen Signale identisch werden, und diese werden dann in den optischen Kombinierabschnitt 603 eingegeben, wodurch es ermöglicht wird, die Polarisationszustände der zwei optischen Signale gleich zu halten, selbst nachdem die optischen Signale durch den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt 7 übertragen werden. Das Ergebnis ist, dass die homodyne Effizienz in dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 ihr Maximum erreicht, was es möglich macht, eine hohe FM-Demodulationseffizienz mit hoher Stabilität zu verwirklichen.

[0150] Wie oben beschrieben, bei dem Betriebsbeispiel der [Fig. 4](#), ist ein für den optischen Empfänger PR benötigtes Bauteil lediglich der optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4, welcher relativ kostengünstig ist, und teure Bauteile sind alle in dem optischen Übertrager PT untergebracht. Dementsprechend kann die vorliegende Konfiguration den optischen Empfänger PR (das Empfangsendgerät) mit geringen Kosten bereitstellen, und insbesondere im Fall eines optischen Verteilersystems werden die Systemkosten verringert, um ein sehr wirtschaftliches System aufzubauen.

[0151] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das ein zweites Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems der [Fig. 2](#) zeigt. In [Fig. 5](#), gemäß dem vorliegenden Betriebsbeispiel, bilden der FM-Abschnitt 100 und der optische Modulationsabschnitt 2 den optischen Übertrager PT, und der Interferenzabschnitt 6 und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4 bilden den optischen Empfänger PR. Weiterhin wird ein optisches Übertragungsmedium wie beispielsweise eine optische Faser und Ähnliches für den ersten optischen Wellenleiterabschnitt 3 eingesetzt, um die physikalische Distanz zwischen dem optischen Übertrager PT und dem optischen Empfänger PR zu überspannen. Das Betriebsbeispiel in [Fig. 5](#) hat das Merkmal, dass der optische Empfänger PR durch relativ billige Bauteile gebildet sein kann (da keine elektrische Demodulationsschaltung benötigt wird), und insbesondere im Fall eines optischen Verteilersystems, werden die Systemkosten verringert, um ein sehr wirtschaftliches System aufzubauen, obwohl das Merkmal nicht so herausragend ist, wie das des Betriebsbeispiels der [Fig. 4](#).

(2) Zweites besonderes Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0152] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, das ein zweites besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 6](#) umfasst das optische Übertragungssystem des vorliegenden besonderen Beispiels einen optischen direktionellen Kopplungsabschnitt 206 anstelle des optischen Kopplungsabschnitts 205, des ersten optischen Wellenleiterabschnitts 3 und des zweiten optischen Aufzweigungsabschnitts 601 im ersten Betriebsbeispiel des ersten besonderen Beispiels (siehe [Fig. 4](#)), und die restliche Konfiguration ist dieselbe wie diejenige der [Fig. 4](#). Dem-

entsprechend wird im Folgenden eine Beschreibung des Betriebs mit Schwerpunkt auf dem Unterschied zum ersten Betriebsbeispiel des ersten besonderen Beispiels vorgenommen.

[0153] Bei dem zweiten besonderen Beispiel kombiniert der optische direktionelle Kopplungsabschnitt **206** die optisch phasenmodulierten Signale, die von den ersten und zweiten optischen phasenmodulierten Abschnitten **203** und **204** ausgegeben werden, um das resultierende Signal in ein optisch amplitudenmoduliertes Signal umzuwandeln, und zweigt dann das optisch amplitudenmodulierte Signal in erste und zweite optische Signale auf, die optisch modulierte Komponenten aufweisen, die in entgegen gesetzten Phasen zueinander gesetzt sind. In diesem Fall, wie es in [Fig. 7c](#) gezeigt ist, wird eine Wellenform des optischen Stroms, der von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben wird, ein impulsähnliches Signal, das in entgegen gesetzter Phase im Verhältnis zu derjenigen des ersten Betriebsbeispiels ist (siehe [Fig. 3c](#)), und die Anzahl an Auftreten positiver Differenzialimpulse, die in dem impulsähnlichen Signal enthalten sind, entspricht in einzigartiger Weise den Veränderungen in der Frequenz des FM-Signals. Dementsprechend wird das impulsähnliche Signal in den Filter F eingegeben, wodurch nur eine Signalkomponente eines Bandes (eine Niederfrequenzkomponente), das demjenigen eines in dem FM-Abschnitt **100** eingegebenen elektrischen Signals entspricht, abgeleitet wird, und als Ergebnis kann das elektrische Signal akquiriert werden. Da die Gleichungen des Vorgangs die gleichen sind wie diejenigen des ersten Betriebsbeispiels, abgesehen davon, dass die Phasen der Signal-Wellenform unterschiedlich sind, wird die Beschreibung der Gleichungen hier unterlassen.

[0154] In dem zweiten besonderen Beispiel bilden der FM-Abschnitt **100**, der optische Modulationsabschnitt **2** und Interferenzabschnitt **6** einen optischen Übertrager PT, und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** bildet den optischen Empfänger PR. Weiterhin wird ein optisches Übertragungsmedium wie beispielsweise eine optische Faser für den zweiten optischen Wellenleiterabschnitt **7** verwendet, um die physikalische Distanz zwischen dem optischen Übertrager PT und dem optischen Empfänger PR zu überspannen.

[0155] Wie oben beschrieben, benötigt das optische Übertragungssystem bei dem zweiten besonderen Beispiel als Bestandteil des optischen Empfängers PR lediglich den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt, der relativ kostengünstig ist, wie es der Fall bei dem Betriebsbeispiel der [Fig. 4](#) ist, und teure Bauteile sind alle in dem optischen Übertrager PT untergebracht. Dementsprechend ist es möglich, den optischen Empfänger PR (das Empfangsendgerät) mit geringen Kosten bereitzustellen, und insbesondere im Fall eines optischen Verteilersystems, werden die Systemkosten verringert, um ein sehr wirtschaftliches System aufzubauen.

(3) Drittes besonders Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0156] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das ein drittes besonders Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt. In [Fig. 8](#) umfasst das optische Übertragungssystem des vorliegenden besonderen Beispiels erste und zweite optisch transparente/reflektierende Abschnitte **606** und **607** und einen optischen Wellenleiterabschnitt **605** anstelle der ersten und zweiten optischen Wellenleiterabschnitte **3** und **7**, des zweiten optischen Aufzweigungsabschnitts **601**, des optischen Verzögerungsabschnitts **602** und des optischen Kombinierabschnitts **603** in dem ersten besonderen Beispiel (siehe [Fig. 2](#)), und die restliche Konfiguration ist dieselbe wie diejenige der [Fig. 2](#). Folglich wird der Betrieb im Folgenden mit Schwerpunkt auf den Unterschied zum ersten besonderen Beispiel erläutert.

[0157] In dem dritten besonderen Beispiel wird ein optisches Signal, das von dem optischen Kopplungsabschnitt **205** ausgegeben wird, durch den optischen Wellenleiterabschnitt **605** an den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** geleitet. Die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte **606** und **607** sind auf dem optischen Wellenleiterabschnitt **605** mit einem vorbestimmten Intervall kaskadiert. Wie es in [Fig. 8](#) gezeigt ist, wird ein Teil des optischen Signals, das von dem optischen Kopplungsabschnitt **205** ausgegeben wird, durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **606** übertragen und dann durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **607** übertragen, und erreicht den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** (solch ein optisches Signal wird im Folgenden als direktes Licht bezeichnet). Ein anderer Teil des optischen Signals, das von dem optischen Kopplungsabschnitt **205** ausgegeben wird, wird durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **606** übertragen, am zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **607** reflektiert, am ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **606** weiterreflektiert, durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **607** übertragen, und erreicht den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** (solch ein optisches Signal wird im Folgenden als indirektes Licht bezeichnet). Der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** unterwirft das direkte Licht und das indirekte Licht einer homodynischen Erfassung mit der Erfassungscharakteristik nach quadratischem Gesetz und erzeugt ein Produkt der zwei Lichter. Die Propagationszeit, während welcher das indirekte Licht zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten **606** und **607** hin und her geht, die mit dem vor-

bestimmten Intervall installiert sind (im Folgenden als Umlaufpropagationszeit bezeichnet), entspricht der Verzögerung T_p im optischen Verzögerungsabschnitt **602** in den ersten und zweiten besonderen Beispielen.

[0158] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm, das ein erstes Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems der [Fig. 8](#) zeigt. In der [Fig. 9](#), gemäß dem vorliegenden Betriebsbeispiel, bilden der FM-Abschnitt **100**, der optische Modulationsabschnitt **2** und der Interferenzabschnitt **6** den optischen Übertrager PT, und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** bildet den optischen Empfänger PR. Ein optisches Übertragungsmedium wie beispielsweise eine optische Faser wird für den optischen Wellenleiterabschnitt **605** eingesetzt, um die physikalische Distanz zwischen dem optischen Übertrager PT und dem optischen Empfänger PR zu überspannen. Das heißt, dass in dem vorliegenden Betriebsbeispiel der optische Wellenleiterabschnitt **605** ebenso als der zweite optische Wellenleiterabschnitt **7** der [Fig. 1](#) wirkt.

[0159] In dem Betriebsbeispiel der [Fig. 9](#) werden das direkte Licht und das indirekte Licht, die durch den optischen Wellenleiterabschnitt **605** (die optische Faser) übertragen werden, beide durch die Lichtquelle **201** erzeugt, so dass die optischen Wellenlängen dieselben sind. Dementsprechend, selbst wenn keine besondere optische Faser mit Polarisationsbeibehaltungseigenschaften sondern eine normale optische Einzelmodusfaser für den optischen Wellenleiterabschnitt **605** eingesetzt wird, können die relativen Polarisationszustände des direkten Lichts und des indirekten Lichts, die von dem zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt **607** ausgegeben werden, stets konstant gehalten werden, selbst wenn die Lichter durch den optischen Wellenleiterabschnitt **605** übertragen werden. Dementsprechend werden die Polarisationszustände der beiden Lichter gleich gehalten, wenn die Polarisationszustände in den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten **606** und **607** angepasst werden, um gleich zu sein, selbst nachdem die Lichter durch den optischen Wellenleiterabschnitt **605** übertragen werden. Das Ergebnis ist, dass die homodyne Effizienz im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ihr Maximum erreicht, wodurch es ermöglicht wird, eine hohe FM-De-modulationseffizienz mit hoher Stabilität zu verwirklichen.

[0160] Wie oben beschrieben, bei dem Betriebsbeispiel der [Fig. 9](#), wird als Bestandteil für den optischen Empfänger PR lediglich der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** benötigt, der relativ preisgünstig ist, und alle teuren Bauteile sind im optischen Übertrager PT untergebracht, wie es bei dem Betriebsbeispiel der [Fig. 4](#) der Fall ist. Dementsprechend kann der optische Empfänger PR (das Empfangsendgerät) zu geringen Kosten bereitgestellt werden, und insbesondere im Fall eines optischen Verteilersystems, verringern sich die Systemkosten, um ein sehr wirtschaftliches System aufzubauen.

[0161] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm, das ein zweites Betriebsbeispiel des optischen Übertragungssystems der [Fig. 8](#) zeigt. In [Fig. 10](#), gemäß dem vorliegenden Betriebsbeispiel, bilden der FM-Abschnitt **100** und der optische Modulationsabschnitt **2** den optischen Übertrager PT, und der Interferenzabschnitt **6** und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** bilden den optischen Empfänger PR. Weiterhin, wird ein optisches Übertragungsmedium wie beispielsweise eine optische Faser und Ähnliches für den optischen Wellenleiterabschnitt **605** verwendet, um die physikalische Distanz zwischen dem optischen Übertrager PT und dem optischen Empfänger PR zu überspannen. Das heißt, dass bei dem vorliegenden Betriebsbeispiel der optische Wellenleiterabschnitt **605** ebenso als der erste optische Wellenleiterabschnitt **3** der [Fig. 1](#) wirkt.

[0162] Wie oben beschrieben hat das Betriebsbeispiel der [Fig. 10](#) das Merkmal, dass der optische Empfänger PR durch relativ kostengünstige Teile strukturiert sein kann, und insbesondere im Fall eines optischen Verteilersystems, verringern sich die Systemkosten, um das sehr wirtschaftliche System aufzubauen, obwohl das Merkmal nicht so herausragend ist, wie dasjenige des Betriebsbeispiels der [Fig. 9](#).

[0163] Die Variationen und Betriebsbedingungen der ersten bis dritten besonderen Beispiele ([Fig. 2](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#)) werden im Folgenden im Detail erläutert.

A. Bezuglich der Modulationsschemata

[0164] Obwohl die ersten bis dritten besonderen Beispiele derart konfiguriert sind, dass ein Analogsignal einer FM unterzogen wird, um optisch übertragen zu werden, kann die vorliegende Ausführungsform auf ein System angewandt werden, in welchem ein Analogsignal einer PM unterworfen wird, um optisch übertragen zu werden, und in diesem Fall ist die Wirkung die gleiche wie diejenige bei den besonderen Beispielen. Bezuglich der Konfiguration in diesem Fall ist es lediglich erforderlich, den FM-Abschnitt **100** mit einem bekannten PM-Abschnitt zu ersetzen, und die andere Konfiguration des optischen Übertragungssystems kann vollständig die gleiche sein, wie diejenigen in den ersten bis dritten besonderen Beispielen.

[0165] Weiterhin kann die vorliegende Ausführungsform natürlich ein digitales Signal, anstelle eines analogen Signals, einer Frequenzmodulation oder einer Phasenmodulation zur optischen Übertragung unterwerfen, und in diesem Fall ist die Wirkung dieselbe wie diejenige der besonderen Beispiele. Bezüglich der Konfiguration in diesem Fall ist es lediglich erforderlich, den FM-Abschnitt **100** mit einem bekannten FSK-Abschnitt oder PSK-Abschnitt zu ersetzen, und die restliche Konfiguration kann vollständig die gleiche sein, wie diejenige bei den ersten bis dritten besonderen Beispielen.

B. Definitionen der optischen Amplitudenmodulation

[0166] In den ersten bis dritten besonderen Beispielen wird die Phase eines jeden optischen Phasenmodulationsvorgangs in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204**, d.h., die Phase eines jeden FM-Signals, das in die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** eingegeben wird, vorzugsweise auf eine Phase gesetzt, die eine optisch amplitudenmodulierte Komponente im optischen Signal, das im optischen Kopplungsabschnitt **205** oder optisch direktionellen Kopplungsabschnitt **206** kombiniert wird, vergrößert. Dies wird unten beschrieben.

[0167] Hier wird davon ausgegangen, dass eine Komponente des elektrischen Felds $E_1(t)$ eines optischen Signals, das von dem ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt **203** ausgegeben wird, durch die folgenden Gleichung (9) ausgedrückt wird, und eine Komponente des elektrischen Felds $E_2(t)$ eines optischen Signals, das durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt **204** ausgegeben wird, durch die folgende Gleichung (10) ausgedrückt wird.

$$E_1(t) = \frac{E_0}{2} \cos(2\pi f_0 t + d_1) \quad \dots (9)$$

$$E_2(t) = \frac{E_0}{2} \cos(2\pi f_0 t + d_2) \quad \dots (10)$$

[0168] In den obigen Gleichungen (9) und (10) ist f_0 eine optische Frequenz, sind d_1 und d_2 jeweils die Phasenverschiebung durch die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204**. Nach Erfassung eines kombinierten elektrischen Felds, das durch Kombinieren der elektrischen Feldkomponenten $E_1(t)$ und $E_2(t)$ erhalten wird, wird ein optischer Strom $I_0(t)$, der dem elektrischen Feld entspricht, durch die folgende Gleichung (11) ausgedrückt.

$$I_0(t) = \frac{I_0}{2} \{1 + \cos(d_1 - d_2)\} \quad \dots (11)$$

[0169] Hier werden, wie es durch die folgende Gleichung (12) ausgedrückt ist, d_b und $d(t)$ als Parameter eingeführt, welche die relativen Phasen zwischen d_1 und d_2 darstellen.

$$d_b + d(t) = d_1 - d_2 \quad (12)$$

[0170] Die obigen d_b und $d(t)$ entsprechen jeweils einem Vorspannungspegel (einer Spannung) und einem modulierten Signal für einen optischen Modulator vom Mach-Zehnder Typ, der durch den ersten optischen Aufzweigungsabschnitt **202**, den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** und dem optischen Kopplungsabschnitt **205** (oder dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206**) gebildet wird.

[0171] Wenn der Vorspannungspegel d_b die folgende Gleichung (13) erfüllt, d.h., wenn die Phasendifferenz zwischen dem ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt **203** und dem zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt **204** mit dem FM-Signal in Phase ist, wird die obige Gleichung (11) durch die folgende Gleichung (14) ausgedrückt. Wie es sich aus der folgenden Gleichung (14) klar ergibt, besitzt der optische Strom $I_0(t)$, der von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben wird, eine Komponente, die proportional zum Quadrat des modulierten Signals $d(t)$ ist, und es wird eine optisch amplitudenmodulierte Komponente erzeugt.

$$d_b = 0 \quad (13)$$

$$I_0(t) = \frac{I_0}{2} [2 - \frac{1}{2} d(t)^2] \quad \dots (14)$$

[0172] Wenn der Vorspannungspegel d_b die folgende Gleichung (15) erfüllt, d.h., wenn die Phasendifferenz zwischen dem ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt **203** und dem zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt **204** in entgegen gesetzter Phase zu dem FM-Signal ist, wird die obige Gleichung (11) durch die folgende Gleichung (16) ausgedrückt. Wie sich aus der folgenden Gleichung (16) klar ergibt, ist der optische Strom $I_0(t)$, der durch den optischen/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben wird, proportional zum Quadrat des modulierten Signals $d(t)$, und es wird eine optisch amplitudenmodulierte Komponente erzeugt.

$$d_b = \pi \quad (15)$$

$$I_0(t) = \frac{I_0}{4} d(t)^2 \quad \dots (16)$$

[0173] Wie oben beschrieben wird die Phase eines jeden FM-Signals, das in die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** eingegeben wird, auf einen optimalen Zustand angepasst, was eine optisch amplitudenmodulierte Komponente im optischen Signal, das vom optischen Kopplungsabschnitt **205** oder dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** ausgegeben wird, erhöhen kann. Als Ergebnis ist es möglich, eine effiziente FM-Demodulation durchzuführen.

[0174] Wie oben, bei den zweiten und dritten besonderen Beispielen, ist der optische Modulationsabschnitt **2** derart strukturiert, dass er ein FM-Signal in ein optisch amplitudenmoduliertes Signal umwandelt, und das optisch amplitudenmodulierte Signal ausgibt. Der optische Modulationsabschnitt **2** kann jedoch ein optisches Intensitätsmodulationsschema annehmen, anstatt der optischen Amplitudenmodulation, wie sie in dem ersten besonderen Beispiel beschrieben ist, und der Betrieb und die Wirkung sind fast dieselbe, wie diejenigen der oben beschriebenen besonderen Beispiele.

[0175] Außerdem, obwohl bezüglich des optischen Modulationsabschnitts **2**, die Beschreibung hauptsächlich in Bezug auf eine Struktur durchgeführt wurde, die in den obigen besonderen Beispielen das "externe optische Modulationsschema" unter Verwendung einer Mach-Zehnder Interferometerstruktur anwendet, in demjenigen Fall, wo der optische Modulationsabschnitt **2** in den obigen ersten und dritten besonderen Beispielen "optische Intensitätsmodulation" verwendet, ist es auch möglich, ein "direktes optisches Modulationsschema" anzuwenden, was als optisches Modulationsschema populärer ist, d.h., eine Struktur, bei welcher ein Einspeisungsstrom eines Halbleiterlaserelementes durch ein FM-Signal direkt moduliert ist. In diesem Fall kann das optische Übertragungssystem einfacher bei geringeren Kosten konfiguriert werden.

C. Bezuglich der Verzögerung

[0176] In den obigen ersten und dritten besonderen Beispielen wird die vorherbestimmte Verzögerung T_p in dem optischen Verzögerungsabschnitt **602** oder die Umlaufpropagationszeit T_p zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten **606** und **607**, die mit dem vorbestimmten Intervall installiert sind, vorzugsweise so festgesetzt, dass die Beziehung in der folgenden Gleichung (17) bezüglich einer Mittenwinkelfrequenz ω_c ($=2\pi \cdot f_c$) des FM-Signals erfüllt ist.

$$\omega_c \times T_p = \frac{\pi}{4} \quad (17)$$

[0177] Durch das Erfüllen der oben beschriebenen Beziehung, wie es sich aus der zweiten entwickelten Gleichung (4b) der Gleichung (4) oder der zweiten entwickelten Gleichung (8b) der Gleichung (8), die in dem ersten besonderen Beispiel gezeigt sind, klar ergibt, werden die Linearität und die Demodulationseffizienz des ausgegebenen optischen Stroms $I_0(t)$ des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** in Bezug zur augenblicklichen Frequenz f_d des FM-Signals, das bei der Frequenz f_c zentriert ist ($=f_c + \Delta f(t)$), verbessert. Das heißt, dass die FM-Demodulationscharakteristik sich verbessert, um ein demoduliertes Signal von besserer Qualität zu akquirieren.

[0178] Außerdem, obwohl bei den ersten bis dritten besonderen Beispielen ein Analogsignal einer FM unterzogen wird, um optisch übertragen zu werden, in demjenigen Fall, in welchem ein digitales Signal einer Modulation unterzogen wird, um anstelle eines analogen Signals optisch übertragen zu werden, wird die vorbestimmte Verzögerung T_p im optischen Verzögerungsabschnitt **602** oder die Umlaufpropagationszeit T_p zwi-

schen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten **606** und **607**, die mit dem vorbestimmten Intervall installiert sind, vorzugsweise derart festgesetzt, dass die Beziehung in der obigen Gleichung (17) in Bezug auf die Mittenfrequenz f_c eines FSK modulierten Signals erfüllt ist, oder die Beziehung in der folgenden Gleichung (18) mit Bezug auf eine Symbollänge (Symbolzeit) L des digitalen Signals.

$$T_p = L \quad (18)$$

[0179] Wenn die obige Beziehung erfüllt ist, wie es sich eindeutig aus der ersten entwickelten Gleichung (4a) der Gleichung (4) oder der ersten entwickelten Gleichung (8a) der Gleichung (8), die in dem ersten besonderen Beispiel gezeigt sind, klar ergibt, wird ein verzögertes Erfassungssystem des FSK (oder PSK) modulierten Signals strukturiert, um Demodulation mit höherer Effizienz durchzuführen.

[0180] Ebenso, wenn ein digitales Signal einer Phasenmodulation unterzogen wird, um ein Quadratur PSK moduliertes Signal (ein QPSK moduliertes Signal) optisch zu übertragen, besitzen der Interferenzabschnitt **6** und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4** vorzugsweise eine doppelte parallele Struktur, die in der [Fig. 11](#) gezeigt ist. In der [Fig. 11](#) teilt ein optischer Teilerabschnitt **608** ein optisches Signal, das von dem optischen Modulationsabschnitt **2** ausgegeben wird, in erste und zweite empfangene Lichter. Eine erste optische Interferenzschaltung **6a** und ein erster optisch/elektrischer Wandlerabschnitt **4a** führen eine homodyne Erfassung für das erste empfangene Licht durch, und eine zweite optische Interferenzschaltung **6b** und ein zweiter optisch/elektrischer Wandlerabschnitt **4b** führen eine homodyne Erfassung für das zweite empfangene Licht durch. Ein Filter Fa und ein Filter Fb leiten die ursprüngliche Digitalsignalkomponente jeweils von einem ausgegebenen Signal vom ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4a** und einem ausgegebenen Signal vom zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4b** ab. Weiterhin werden eine vorherbestimmte Verzögerung T_1 in der ersten optischen Interferenzschaltung **6a** und eine vorbestimmte Verzögerung T_2 in der zweiten optischen Interferenzschaltung **6b** vorzugsweise so festgesetzt, dass jeweils die Beziehungen in den folgenden Gleichungen (19) und (20) in Bezug auf eine Symbollänge (Symbolzeit) L des digitalen Signals erfüllt sind.

$$T_1 = \frac{L}{2} \quad (19)$$

$$T_2 = -\frac{L}{2} \quad (20)$$

[0181] Durch das Erfüllen der obigen Beziehungen ist ein Verzögerungserfassungssystem für jede einer I Signalkomponente und einer Q Signalkomponente des QPSK modulierten Signals konfiguriert, was es ermöglicht, das QPSK modulierte Signal gewinnbringend einer Demodulation zu unterziehen.

[0182] Obwohl die Beschreibung für den Fall durchgeführt wurde, bei welchem das QPSK modulierte Signal wie oben optisch übertragen wird, besteht allgemeiner gesagt, wenn ein elektrisches Signal, das in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wird, ein digitales Signal ist, und anstelle des FM-Signals ein PSK-moduliertes Signal mit 2^n -Phase (n ist eine natürliche Zahl) ausgegeben werden, [Fig. 11](#) aus einem Teilerabschnitt für empfangenes Licht, der das eingegebene optische Signal in 2^{n-1} empfangene Lichter aufteilt, ersten bis 2^{n-1} ten Interferenzabschnitten, die für jedes der 2^{n-1} empfangenen Lichter vorgesehen sind, jedes der empfangenen Lichter in erste und zweite optische Signale aufzweigen, dem zweiten optischen Signal eine vorherbestimmte Verzögerung mitgeben, und dann die ersten und zweiten optischen Signale kombinieren, und optisch/elektrischen Wandlerabschnitten, die für jeden der ersten bis 2^{n-1} ten Interferenzabschnitte vorgesehen sind.

D. Über die Polarisationszustände

[0183] In den ersten bis dritten besonderen Beispielen, z.B., bestehen zwei optische Propagationswege zwischen dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** und dem optischen Kombinierabschnitt **603** in [Fig. 2](#), zwei optische Propagationswege zwischen dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** und dem optischen Kombinierabschnitt **603** in [Fig. 6](#), oder ein optischer Propagationsteil, der zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten **606** und **607** auf dem optischen Wellenleiterabschnitt **605** in [Fig. 8](#) vorhanden ist, vorzugsweise aus einem optischen Übertragungsmedium, das in der Lage ist, die Polarisierung beizubehalten, wie beispielsweise eine Faser die die Polarisierung beibehält, ein optischer Wellenleiter auf einem Kristall- oder Glassubstrat und Ähnliches. Dies erlaubt es, die zwei optischen Signale (die ersten und zweiten optischen Signale), die von dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** oder dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** ausgegeben werden, in dem optischen Kombinierabschnitt **603** zu kombinieren, wobei die Polarisationszustände der zwei optischen Signale gleich gehalten werden. In anderen Fällen können die Polarisationszustände des direkten Lichts und des indirekten Lichts

in dem optischen Wellenleiterabschnitt **605** in [Fig. 8](#) gleich gehalten werden. Dementsprechend wird die homodyne Effizienz im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** stets maximal, um eine hohe FM-Demodulationseffizienz mit hoher Stabilität zu verwirklichen.

[0184] Weiterhin sind in den ersten bis dritten besonderen Beispielen der erste optische Aufzweigungsabschnitt **202**, die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** und der optische Kopplungsabschnitt **205** (oder der optische direktionelle Kopplungsabschnitt **206**) vorzugsweise auf demselben Kristallsubstrat aufgebaut. Eine solche Struktur ist dieselbe, wie diejenige eines optischen Intensitätsmodulators vom normalen Mach-Zehnder Typ. Das Einsetzen einer solchen Struktur erleichtert den Aufbau eines optischen Übertragers.

[0185] Weiterhin, um das Gerät zu verkleinern, können der zweite optische Aufzweigungsabschnitt **601**, der optische Verzögerungsabschnitt **602** und der optische Kombinierabschnitt **603** im ersten besonderen Beispiel; der optische Verzögerungsabschnitt **602** und der optische Kombinierabschnitt **603** im zweiten besonderen Beispiel; und ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts **605** und der ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte **606** und **607** im dritten besonderen Beispiel auf dem oben beschriebenen Kristallsubstrat aufgebaut sein.

[0186] Zusätzlich, im ersten oder zweiten besonderen Beispiel, sind die optischen Propagationswege zwischen dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** oder dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** und dem optischen Kombinierabschnitt **603** durch optische Wellenleiter auf dem Kristall- oder Glassubstrat strukturiert, wodurch die Polarisationszustände der zwei optischen Signale, die in den optischen Kombinierabschnitt **603** einzugeben sind, gleich und stabil gehalten werden, um eine hohe FM-Effizienz mit hoher Stabilität zu verwirklichen.

[0187] Weiterhin, beim dritten besonderen Beispiel, bestehen die optischen Propagationswege aus dem optischen Wellenleiterabschnitt **605**, und die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte **606** und **607** sind durch optische Wellenleiter auf dem Kristall- oder Glassubstrat strukturiert, wodurch die Polarisationszustände des direkten Lichts und des indirekten Lichts gleich und stabil gehalten werden, um eine hohe FM-Effizienz mit Stabilität zu verwirklichen.

(4) Viertes besonderes Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0188] [Fig. 12](#) ist ein Blockdiagramm, das ein vieres besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In der [Fig. 12](#), bei dem optischen Übertragungssystem des vorliegenden besonderen Beispiels, wird bei einem der zwei optischen Propagationswege zwischen dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** und dem optischen Kombinierabschnitt **603** ein Polarisierungseinstellabschnitt **609** eingefügt. Die sonstige Konfiguration des vorliegenden besonderen Beispiels ist dieselbe, wie diejenige des optischen Übertragungssystems des zweiten besonderen Beispiels (siehe [Fig. 6](#)). Der Betrieb des vierten besonderen Beispiels wird im Folgenden mit Schwerpunkt auf dem Unterschied zum zweiten besonderen Beispiel beschrieben.

[0189] In dem vorliegenden besonderen Beispiel wird ein Polarisationszustand eines der beiden optischen Signale, die von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt **206** ausgegeben werden, im Polarisierungseinstellabschnitt **609** angepasst, um die Polarisationszustände der ersten und zweiten optischen Signale im optischen Kombinierabschnitt **603** gleichzusetzen. Dies maximiert die homodyne Effizienz im optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, was eine hohe FM-Demodulationseffizienz verwirklicht.

[0190] Obwohl [Fig. 12](#) den Fall zeigt, bei welchem der Polarisierungseinstellabschnitt **609** in den optischen Propagationsweg auf der anderen Seite des optischen Propagationsweg eingefügt wird, der mit dem optischen Verzögerungsabschnitt **602** versehen ist, kann der Polarisierungseinstellabschnitt **609** in den optischen Propagationsweg eingefügt werden, der mit dem optischen Verzögerungsabschnitt **602** versehen ist, und weiterhin in beide der zwei optischen Propagationswege.

[0191] Zusätzlich, ebenso bei dem ersten besonderen Beispiel (siehe [Fig. 2](#)), kann der Polarisierungseinstellabschnitt **609** in beide der zwei optischen Propagationswege zwischen dem zweiten optischen Aufzweigungsabschnitt **601** und dem optischen Kombinierabschnitt **603** eingefügt werden, oder in einen der beiden der optischen Propagationswege. In diesem Fall kann dieselbe Wirkung wie diejenige des vierten besonderen Beispiels erzielt werden.

(5) Fünftes besonderes Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0192] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm, das ein fünftes besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 13](#), bei dem optischen Übertragungssystem des vorliegenden besonderen Beispiels, ist zwischen dem FM-Abschnitt **100** und den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** zusätzlich ein Amplitudeneinstellabschnitt **8** eingefügt. Die sonstige Konfiguration des vorliegenden besonderen Beispiels ist dieselbe wie diejenige des optischen Übertragungssystems beim zweiten besonderen Beispiel (siehe [Fig. 6](#)). Der Betrieb eines fünften besonderen Beispiels wird im Folgenden mit Schwerpunkt auf dem Unterschied zum zweiten besonderen Beispiel beschrieben.

[0193] In dem vorliegenden besonderen Beispiel empfängt der Amplitudeneinstellabschnitt **8** ein FM-Signal, das von dem FM-Abschnitt **100** ausgegeben wird, und unterzieht das FM-Signal einer Wellenformgestaltung, so dass die Amplitude konstant ist, um das FM-Signal an die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** auszugeben. In dem zweiten besonderen Beispiel, wie es in [Fig. 14c](#) gezeigt ist, wird mit kleinerer Amplitude des FM-Signals die Amplitude des impulsartigen Signals, das von dem optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben wird, kleiner. Folglich wird die FM-Demodulationseffizienz verschlechtert. Zusätzlich fluktuiert die Amplitude des FM-Signals mit der Zeit, was eine Veränderung mit der Zeit der FM-Demodulationseffizienz verursacht, so dass eine Verzerrung einer demodulierten Wellenform auftritt. Dementsprechend, durch Vorsehen des Amplitudeneinstellabschnitts **8**, wie in dem vorliegenden besonderen Beispiel, wird die Amplitude des FM-Signals konstant gehalten, was es ermöglicht, die Verschlechterung oder Veränderung in der FM-Demodulationseffizienz und die Verzerrung des demodulierten Signals zu unterdrücken.

[0194] In ähnlicher Weise, in dem ersten oder dritten besonderen Beispiel (siehe [Fig. 2](#) oder [Fig. 8](#)), kann der Amplitudeneinstellabschnitt **8** zusätzlich zwischen dem FM-Abschnitt **100** und den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** eingefügt werden. In diesem Fall kann dieselbe Wirkung wie bei dem fünften besonderen Beispiel erzielt werden.

(6) Sechstes besonderes Konfigurationsbeispiel bei der ersten Ausführungsform

[0195] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm, das ein sechstes besonderes Konfigurationsbeispiel des optischen Übertragungssystems gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0196] In [Fig. 15](#), in dem optischen Übertragungssystem des vorliegenden besonderen Beispiels wird ein Bandbreitenbegrenzungabschnitt **9** zusätzlich zwischen dem FM-Abschnitt **100** und den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** eingefügt. Die restliche Konfiguration des vorliegenden besonderen Beispiels ist dieselbe, wie diejenige des optischen Übertragungssystems des zweiten besonderen Beispiels (siehe [Fig. 6](#)). Die folgende Beschreibung des Betriebs des sechsten besonderen Beispiels wird mit Schwerpunkt auf den Unterschied zum zweiten besonderen Beispiel durchgeführt.

[0197] In dem vorliegenden besonderen Beispiel empfängt der Bandbreitenbeschränkungsabschnitt **9** ein FM-Signal, das von dem FM-Abschnitt **100** ausgegeben wird, und begrenzt eine besetzte Bandbreite des FM-Signals, um das FM-Signal an die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** auszugeben. In dem obigen zweiten besonderen Beispiel, unter dem Einfluss von Nicht-Linearitäten in der FM-Demodulationscharakteristik und Ähnlichem, durchquert eine Komponente des FM-Signals den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, um in dem optischen Strom zu verbleiben, der durch den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben wird. Zu diesem Zeitpunkt, wie es in den [Fig. 16a](#) und [Fig. 16b](#) gezeigt ist, in dem Fall, wo ein Modulationsindex oder eine Frequenzabweichung des FM-Signals groß ist, besteht die Möglichkeit, dass ein Spektrum der FM-Signalkomponente, die in der Ausgabe des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** verblieben ist, sich in das Frequenzband des demodulierten Signals ausbreitet, um sich mit dem demodulierten Signal zu überlagern. Folglich, wie in dem vorliegenden besonderen Beispiel, wird der Bandbreitenbegrenzungabschnitt **9** bereitgestellt, um vorab ein Teil des unteren Seitenbandes des Spektrums des FM-Signals zu eliminieren, bevor das FM-Signal in die ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitte **203** und **204** eingegeben wird. Folglich ist es möglich zu verhindern, dass das Spektrum der FM-Signalkomponente, die in der Ausgabe des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** verblieben ist, sich mit dem Frequenzband des demodulierten Signals überlagert, was zu einer Verbesserung der Qualität des demodulierten Signals führt.

[0198] Ebenso kann in dem ersten oder dem dritten besonderen Beispiel (siehe [Fig. 2](#) oder [Fig. 8](#)) der Band-

bereitenbeschränkungsabschnitt **901** zusätzlich zwischen dem FM-Abschnitt **100** und den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten **203** und **204** eingefügt werden. In diesem Fall kann dieselbe Wirkung wie bei dem sechsten besonderen Beispiel erzielt werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0199] [Fig. 17](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 17](#) zeigt ebenso schematische Diagramme der Frequenzspektren der Signale in den entsprechenden Abschnitten. In [Fig. 17](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt **1**, einen optischen Modulationsabschnitt **2**, einen optischen Wellenleiterabschnitt **3**, einen optischen Aufzweigungsabschnitt **10**, einen Interferenzabschnitt **6**, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'**, einen Filter F und einen Filter F', und unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform (siehe [Fig. 1](#)) dadurch, dass der optische Aufzweigungsabschnitt **10**, der zweite optisch/elektrische Abschnitt **4'** und der Filter F' hinzugefügt wurden. Folglich sind die Abschnitte, die auf dieselbe Weise wirken, wie diejenigen der ersten Ausführungsform, mit denselben Bezugszeichen versehen, und deren detaillierte Beschreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur ersten Ausführungsform beschrieben.

[0200] Der optische Aufzweigungsabschnitt **10** zweigt ein optisches Signal (ein optisch intensitätsmoduliertes Signal oder ein optisch amplitudenmoduliertes Signal), das durch den optischen Modulationsabschnitt **2** ausgegeben wird und dann durch den optischen Wellenleiterabschnitt **3** geführt wird, in zwei auf. Ein optisches Signal der zwei optischen Signale wird durch den Interferenzabschnitt **6** und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Winkeldemodulation unterzogen, und weiterhin durch den Filter F einem Filterungsvorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das einem elektrischen Signal entspricht, das in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale, beispielsweise, wird im zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** einer Erfassung nach quadratischem Gesetz unterzogen. Dementsprechend wird eine optisch intensitätsmodulierte Komponente oder eine optisch amplitudenmodulierte Komponente in dem anderen optischen Signal in ein elektrisches Signal zurückgewandelt. Danach wird das vom zweiten optisch/elektrischen Abschnitt **4'** ausgegebene Signal im Filter F' einem Filterungsprozess unterzogen, so dass dasselbe winkelmodulierte Signal wie ein winkelmoduliertes Signal, das vom Winkelmodulationsabschnitt **1** ausgegeben wird, abgeleitet werden kann.

[0201] Wie im Folgenden beschrieben, wandelt das optische Übertragungssystem der [Fig. 17](#) ein winkelmoduliertes Signal in ein optisches Signal um, um das optische Signal in eine Mehrzahl optischer Signale aufzuteilen, reproduziert es ein ursprüngliches elektrisches Signal für die Winkelmodulation von jedem von einigen dieser optischen Signale, unter Verwendung des Interferenzabschnitts **6** und des ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4**, wie es bei der ersten Ausführungsform beschrieben ist, und unterwirft die anderen dieser optischen Signale jeweils eine Erfassung nach quadratischem Gesetz im zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'**, um ein winkelmoduliertes Signal zu reproduzieren. Dadurch kann ein verkabeltes Netzwerk unter Verwendung einer optischen Faser als Rückrad (backbone) aufgebaut werden, und dies kann ebenso das optische Übertragungssystem integrieren, wenn, z.B., das winkelmodulierte Signal, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** ausgegeben wird, in die Luft als Funkwelle ausgesandt wird, mit einem drahtlosen Netzwerk für mobile Endgeräte und Ähnlichem. Insbesondere, im Falle der Verwendung einer hohen Frequenz, einer Mikrowelle, einer Millimeterwelle und Ähnlichem, was als ein effektives Signal für ein drahtloses Netzwerk betrachtet wird, wird das winkelmodulierte Signal empfangen und einer Demodulation unterworfen, um zum ursprünglichen elektrischen Signal zu werden, dies durch eine Konfiguration mit geringen Kosten mit optischer Signalverarbeitung in einem verkabelten System, und gleichzeitig wird es an mobile Endgeräte und dergleichen als Funkwelle versandt. Dementsprechend kann ein flexibles und wirtschaftliches System aufgebaut werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0202] [Fig. 18](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 18](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt **1**, einen optischen Modulationsabschnitt **2**, einen optischen Wellenleiterabschnitt **3**, einen optischen Aufzweigungsabschnitt **10**, einen Interferenzabschnitt **6**, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, eine lokale Lichtquelle **11**, einen optischen Kombinierabschnitt **12**, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'**, ein Filter F und ein Filter F', und unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform (siehe [Fig. 17](#)) dadurch, dass die lokale Lichtquel-

le 11 und der optische Kombinierabschnitt 12 hinzugefügt wurden. Folglich werden für diejenigen Abschnitte, die auf die gleiche Weise wirken wie diejenigen der zweiten Ausführungsform, dieselben Bezugszeichen verwendet, und deren detaillierte Beschreibung wird hier unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0203] Ein optisches Signal von zwei optischen Signalen, die durch eine Aufzweigung erhalten werden und in/durch den optischen Aufzweigungsabschnitt 10 ausgegeben werden, wird durch den Interferenzabschnitt 6 und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 einer Winkelmodulation unterzogen, und durch den Filter F weiterhin einem Filterungsvorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das einem elektrischen Signal entspricht, das in den Winkelmodulationsabschnitt 1 eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale, das durch Aufzweigung erhalten wird und ausgegeben wird, wird durch den optischen Kombinierabschnitt 12 mit einem Licht kombiniert, das von der lokalen Lichtquelle 11 ausgegeben wird, um in den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' eingegeben zu werden. Der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4' führt mit den zwei kombinierten Lichtern eine heterodyne Erfassung durch. Folglich wird durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' ein Schwebungssignal ausgegeben, mit einer Frequenz, die der Wellenlängendifferenz zwischen den zwei Lichtern entspricht. Der Filter F' leitet nur die Schwebungssignal-Komponente aus dem Signal ab, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' ausgegeben wird, um die Schwebungssignal-Komponente auszugeben.

(Vierte Ausführungsform)

[0204] [Fig. 19](#) ist ein Blockdiagramm das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 19](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt 1, einen optischen Modulationsabschnitt 2, eine lokale Lichtquelle 13, einen optischen Kombinierabschnitt 14, einen optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen optischen Aufzweigungsabschnitt 10, einen Interferenzabschnitt 6, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4', einen Filter F und einen Filter F', und unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform (siehe [Fig. 17](#)) dadurch, dass die lokale Lichtquelle 13 und der optische Kombinierabschnitt 14 hinzugefügt wurden. Folglich sind denjenigen Abschnitten, die auf die gleiche Weise wirken wie diejenigen der zweiten Ausführungsform, dieselben Bezugszeichen zugewiesen, und deren detaillierte Beschreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0205] Ein optisches Signal, das vom optischen Modulationsabschnitt 2 ausgegeben wird, wird durch den optischen Kombinierabschnitt 14 mit einem Licht kombiniert, das von der lokalen Lichtquelle 13 ausgegeben wird, um über den optischen Wellenleiterabschnitt 3 an den optischen Aufzweigungsabschnitt 10 übertragen zu werden. Ein optisches Signal zweier optischer Signale, die durch eine Aufzweigung erhalten werden, und in/durch den optischen Aufzweigungsabschnitt 10 ausgegeben werden, wird durch den Interferenzabschnitt 6 und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 einer Winkeldemodulation unterzogen und weiterhin durch den Filter F einem Filtervorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das einem elektrischen Signal entspricht, das in den Winkelmodulationsabschnitt 1 eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale, das durch Aufzweigung erhalten wird und ausgegeben wird, wird im zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' einer heterodynene Erfassung unterzogen. Dadurch wird durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' ein Schwebungssignal ausgegeben, mit einer Frequenz, die dem Wellenlängenunterschied zwischen dem durch den optischen Modulationsabschnitt 2 ausgegebenen optischen Signal und dem Licht der lokalen Lichtquelle 13 entspricht. Der Filter F' leitet die Schwebungssignalkomponente von dem Signal ab, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' ausgegeben wird, um die Schwebungssignalkomponente auszugeben.

(Fünfte Ausführungsform)

[0206] [Fig. 20](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 20](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt 1, einen optischen Modulationsabschnitt 2, eine lokale Lichtquelle 13, einen optischen Kombinierabschnitt 14, einen optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen Interferenzabschnitt 6, einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 und einen Teilerabschnitt 15, und unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform (siehe [Fig. 1](#)) dadurch, dass die lokale Lichtquelle 13, der optische Kombinierabschnitt 14 und der Teilerabschnitt 15 hinzugefügt wurden. Folglich sind denjenigen Abschnitten, die auf dieselbe Weise wirken, wie diejenigen der ersten Ausführungsform, die-

selben Bezugszeichen zugewiesen, und deren detaillierte Beschreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur ersten Ausführungsform beschrieben.

[0207] Ein optisches Signal, das vom optischen Modulationsabschnitt **2** ausgegeben wird, wird beim optischen Kombinierabschnitt **14** mit einem Licht kombiniert, das von der lokalen Lichtquelle **13** ausgegeben wird, und dann über den optischen Wellenleiterabschnitt **3** an den Interferenzabschnitt **6** übertragen. Das optische Signal wird durch den Interferenzabschnitt **6** und den optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Winkelde-modulation und einer heterodynene Erfassung unterworfen. Zu diesem Zeitpunkt umfasst das ausgegebene Signal des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** eine winkelmodulierte Signalkomponente, die einem elektrischen Signal entspricht, das in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wurde, und eine Schwebungssignalkomponente mit einer Frequenz, die dem Wellenlängenunterschied zwischen dem optischen Signal, das durch den optischen Modulationsabschnitt **2** ausgegeben wird, und dem Licht, das von der lokalen Lichtquelle **13** ausgegeben wird, entspricht. Der Teilerabschnitt **15** zweigt das ausgegebene Signal des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4** in zwei auf, und unterwirft die zwei Signale, die durch die Aufzweigung erhalten werden, einem vorbestimmten Filterungsprozess, um jeweils die winkelmodulierte Signalkompo-nente und die Schwebungssignalkomponente zu trennen und die zwei Signale auszugeben.

[0208] Wie oben beschrieben, können die optischen Übertragungssysteme in [Fig. 18](#), [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) verschiedene Netzwerkkarten (z.B., ein verkabeltes Netzwerk unter Verwendung einer optischen Faser und ein drahtloses Netzwerk) gleichzeitig bereitstellen, wie es bei dem optischen Übertragungssystem in [Fig. 17](#) der Fall ist. Weiterhin, unabhängig von einem Wert der Frequenz des winkelmodulierten Signals, das von dem Winkelmodulationsabschnitt **1** ausgegeben wird, können die optischen Übertragungssysteme passend die Wellenlänge des optischen Signals des optischen Modulationsabschnitts **2** und die Wellenlänge des Lichts der lokalen Lichtquelle **11** oder **13** festsetzen, um die Frequenz des winkelmodulierten Signals, welches ein Schwebungssignal ist, das von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** ausgegeben wird, frei umzuwandeln, wodurch es möglich wird, ein winkelmoduliertes Signal mit einer Frequenz zu erzeugen, die für jedes Netzwerk geeignet ist, das mit dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** verbunden ist, und darauf folgend. Dementsprechend kann ein flexibleres System konfiguriert werden.

(Sechste Ausführungsform)

[0209] [Fig. 21](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß ei-ner sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 21](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt **1**, einen optischen Modulationsabschnitt **2**, einen optischen Wellenleiterabschnitt **3**, einen optischen Aufzweigungsabschnitt **10**, einen Interferenzabschnitt **6**, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, einem zweiten optisch/elektri-schen Wandlerabschnitt **4'**, einen lokalen Oszillationsabschnitt **16**, einen Filter F und einen Filter F', und unter-scheidet sich von der zweiten Ausführungsform (siehe [Fig. 17](#)) dadurch, dass der lokale Oszillationsabschnitt **16** hinzugefügt wurde. Dementsprechend sind diejenigen Abschnitte, welche auf dieselbe Weise wirken wie diejenigen der zweiten Ausführungsform mit den selben Bezugszeichen versehen, und deren detaillierte Be-schreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur zweiten Ausführungs-form beschrieben.

[0210] Der optische Aufzweigungsabschnitt **10** zweigt ein optisches Signal, das vom optischen Modulations-abschnitt **2** ausgegeben wird und durch den optischen Wellenleiter **3** geführt wird, in zwei auf. Ein optisches Signal der zwei optischen Signale wird durch den Interferenzabschnitt **6** und dem ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Winkelde-modulation unterzogen und weiterhin durch den Filter F einem Filterungs-vorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das einem elektrischen Signal entspricht, welches in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale wird in den zweiten optischen Wandlerabschnitt **4'** eingegeben. Eine Vorspannung des zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4'** wird mit einem lokalen Signal (einem unmodulierten Signal) moduliert, das von dem lokalen Oszillationsabschnitt **16** ausgegeben wird. Dementsprechend erfasst der zweite optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** das empfangene optische Signal nach quadratischem Gesetz, und erzeugt dadurch ein Schwebungssignal, das durch das winkelmodulierte Signal, welches vom Winkelmodula-tionsabschnitt **102** ausgegeben wird, und das lokale Signal induziert wird, um das Schwebungssignal auszu-gaben. Der Filter F' leitet lediglich die Schwebungssignalkomponente aus dem ausgegebenen Signal des zweien optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4'** ab.

[0211] [Fig. 22](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In der [Fig. 22](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt 1, einen optischen Modulationsabschnitt 2, einen optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen optischen Aufzweigungsabschnitt 10, einen Interferenzabschnitt 6, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4', einen lokalen Oszillationsabschnitt 16 und einen Mischabschnitt 17, und unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform (siehe [Fig. 17](#)) dadurch, dass der lokale Oszillationsabschnitt 16 und der Mischabschnitt 17 hinzugefügt wurden. Folglich sind denjenigen Abschnitten, die auf dieselbe Weise wirken, wie diejenigen der zweiten Ausführungsform, dieselben Bezugszeichen zugewiesen und deren ausführliche Beschreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0212] Der optische Aufzweigungsabschnitt 10 zweigt ein optisches Signal, das durch den optischen Modulationsabschnitt 2 ausgegeben wird, und durch den optischen Wellenleiterabschnitt 3 geführt wird, in zwei auf. Das eine optische Signal der zwei optischen Signale wird durch den Interferenzabschnitt 6 und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4 einer Winkeldemodulation unterzogen und weiterhin durch den Filter F einem Filterprozess unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das einem elektrischen Signal entspricht, das in den Winkelmodulationsabschnitt 1 eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale wird im zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' einer Erfassung nach quadratischem Gesetz unterzogen, und eine optisch intensitätsmodulierte Komponente oder eine optisch amplitudenmodulierte Komponente des optischen Signals wird in ein elektrisches Signal zurückgewandelt. Dementsprechend wird durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' das gleiche winkelmodulierte Signal ausgegeben wie das winkelmodulierte Signal, das durch den Winkelmodulationsabschnitt 1 ausgegeben wird. Der Mischabschnitt 17 mischt das winkelmodulierte Signal mit einem lokalen Signal (einem unmodulierten Signal), das von dem lokalen Oszillationsabschnitt 16 ausgegeben wird, um ein Schwebungssignal zu erzeugen, das durch das winkelmodulierte Signal und das lokale Signal induziert wird, und das Schwebungssignal auszugeben. Der Filter F' leitet lediglich eine Schwebungssignalkomponente von dem ausgegebenen Signal des zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitts 4' ab und gibt die Schwebungssignalkomponente aus.

[0213] Wie oben beschrieben, kann das optische Übertragungssystem in [Fig. 21](#) und [Fig. 22](#) gleichzeitig verschiedene Netzwerkarten bereitstellen, wie es bei dem optischen Übertragungssystem in [Fig. 17](#) der Fall ist. Weiterhin, unabhängig von einem Wert der Frequenz des winkelmodulierten Signals, das durch den Winkelmodulationsabschnitt 1 ausgegeben wird, kann das optische Übertragungssystem passend die Frequenz des lokalen Signals festsetzen, das durch den lokalen Oszillationsabschnitt 16 ausgegeben wird, um die Frequenz eines winkelmodulierten Signals, welches das Schwebungssignal ist, das durch das winkelmodulierte Signal und das lokale Signal induziert wird, frei umzuwandeln, wodurch es möglich wird, ein winkelmoduliertes Signal mit einer Frequenz zu erzeugen, die für jedes Netzwerk, das mit dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4' verbunden ist, und darauf folgendes geeignet ist, und das winkelmodulierte Signal auszusenden. Darauf kann ein flexibleres System konfiguriert werden.

[0214] [Fig. 23](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. [Fig. 23](#) zeigt ebenso schematische Diagramme von Frequenzspektren von Signalen in den jeweiligen Abschnitten. In [Fig. 23](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen Winkelmodulationsabschnitt 1, einen Kombinierabschnitt 18, einen optischen Modulationsabschnitt 2, einen optischen Wellenleiterabschnitt 3, einen optischen Aufzweigungsabschnitt 10, einen Interferenzabschnitt 6, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt 4', einen Filter F und einen Filter F', und unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform (siehe [Fig. 1](#)) dadurch, dass der Kombinierabschnitt 18, der optische Aufzweigungsabschnitt 10, der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt 4' und der Filter F' hinzugefügt wurden. Dementsprechend sind denjenigen Abschnitten, die auf die gleiche Weise wirken wie diejenigen der ersten Ausführungsform, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und deren detaillierte Beschreibung wird hier unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur ersten Ausführungsform beschrieben.

[0215] Der Kombinierabschnitt 18 kombiniert ein winkelmoduliertes Signal, das vom Winkelmodulationsabschnitt 1 ausgegeben wird, dessen ursprüngliches Signal das erste elektrische Signal ist, mit dem zweiten elek-

trischen Signal, um das resultierende Signal auszugeben. Der optische Modulationsabschnitt **2** wandelt das kombinierte Signal in ein optisch moduliertes Signal um, um das optisch modulierte Signal auszugeben. Der optische Aufzweigungsabschnitt **10** zweigt das durch den optischen Wellenleiterabschnitt **3** geleitete optische Signal in zwei auf. Ein optisches Signal der zwei optischen Signale wird durch den Interferenzabschnitt **6** und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Winkeldemodulation unterzogen und weiterhin durch den Filter F einem Filterprozess unterzogen, um in ein elektrisches Signal rückgewandelt zu werden, das dem ersten elektrischen Signal entspricht, welches in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wurde. Der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4'** empfängt das andere optische Signal der zwei optischen Signale und wandelt die optisch intensitätsmodulierte Komponente oder die optisch amplitudenmodulierte Komponente des optischen Signals zurück in ein elektrisches Signal mittels Erfassung nach quadratischem Gesetz, um ein elektrisches Signal auszugeben, das dem zweiten elektrischen Signal entspricht, das in den Kombinierabschnitt **18** eingegeben wurde. Der Filter F' leitet die zweite elektrische Signalkomponente von dem ausgegebenen Signal des zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4'** ab, und gibt die zweite elektrische Signalkomponente aus.

[0216] Bei der achten Ausführungsform wird bevorzugt, dass die besetzten Frequenzbänder des ersten elektrischen Signals, des winkelmodulierten Signals und des zweiten elektrischen Signals nicht miteinander überlappen, wie es in [Fig. 23](#) gezeigt ist, was erlaubt, jedes Signal durch Filterprozesse auf der Empfangsseite zu trennen. Folglich betrifft die unten beschriebene neunte Ausführungsform ein Verfahren zur Vermeidung von Überlappungen bei den besetzten Frequenzbändern der oben erwähnten Signale.

(Neunte Ausführungsform)

[0217] [Fig. 24](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß der neunten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die neunte Ausführungsform ist eine Anwendung der oben erwähnten achten Ausführungsform, und darin werden erste, zweite, dritte und vierte Signalverarbeitungsabschnitte **19**, **20**, **21** und **22** der Konfiguration der achten Ausführungsform hinzugefügt. Jeder der dritten und vierten Signalverarbeitungsabschnitte **21** und **22** funktioniert auch als Filter und folglich sind die Filter F und F' in der vorliegenden Ausführungsform nicht vorgesehen.

[0218] Die ersten und zweiten Signalverarbeitungsabschnitte **19** und **20** begrenzen die Frequenzbänder eines ersten elektrischen Signals und eines zweiten elektrischen Signals, so dass die Frequenzbänder, die durch die ersten und zweiten elektrischen Signale besetzt sind, nicht miteinander überlappen, um die elektrischen Signale auszugeben. Zum Beispiel, wenn die besetzten Frequenzbänder der zwei elektrischen Signale miteinander überlappen, wird das eine oder andere oder beide Bänder beschränkt. Obwohl diese Bandbreitenbegrenzung eine Verzerrung einer wiedergegebenen Wellenform auf der Empfangsseite verursacht, wird solch eine Wellenformverzerrung in den vierten und dritten Signalverarbeitungsabschnitten **21** und **22** korrigiert. Weiterhin wird eine Trägerfrequenz im Winkelmodulationsabschnitt **1** auf eine Frequenz gesetzt, die verhindert, dass das besetzte Frequenzband des winkelmodulierten Signals mit den beiden besetzten Frequenzbändern der ersten und zweiten elektrischen Signale überlappt.

[0219] Der dritte Signalverarbeitungsabschnitt **21** lässt lediglich eine Frequenzkomponente durch, die dem besetzten Frequenzband des ersten elektrischen Signals unter den Signalen entspricht, die vom ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben werden. Der dritte Signalverarbeitungsabschnitt **21** reproduziert ebenfalls Wellenforminformation, die bei der Signalverarbeitung durch den ersten Signalverarbeitungsabschnitt **19** verloren wurde, je nach Bedarf. Der vierte Signalverarbeitungsabschnitt **22** lässt lediglich eine Frequenzkomponente durch, die dem besetzten Frequenzband des zweiten elektrischen Signals unter den Signalen entspricht, die von dem zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** ausgegeben werden. Der vierte Signalverarbeitungsabschnitt **22** reproduziert ebenfalls Wellenforminformation, die bei der Signalverarbeitung durch den zweiten Signalverarbeitungsabschnitt **20** verloren wurde, je nach Bedarf. Die in dem ersten Signalverarbeitungsabschnitt **19** oder dem zweiten Signalverarbeitungsabschnitt **20** verlorene Wellenforminformation ist eine Niederfrequenzkomponente, wie beispielsweise eine DC-Komponente und Ähnliches, und in diesem Fall wird die Signalwellenform z.B. eine differenzielle Wellenform des ursprünglichen Signals. Dementsprechend wird in dem dritten Signalverarbeitungsabschnitt **21** oder dem vierten Signalverarbeitungsabschnitt **22** differenzielle Reproduktions- (Integrations-) Verarbeitung durchgeführt, wodurch es möglich wird, die ursprüngliche Signalwellenform zu reproduzieren.

[0220] Wie oben beschrieben, wandelt das optische Übertragungssystem in [Fig. 23](#) oder [Fig. 24](#) ein erstes elektrisches Signal in ein winkelmoduliertes Signal um, überträgt das winkelmodulierte Signal optisch, unterwirft das Signal einer Winkeldemodulation unter Verwendung des Interferenzabschnitts **6** und des ersten op-

tisch/elektrischen Wandlerabschnitts **4**, um das erste elektrische Signal zu erzeugen, und überträgt gleichzeitig optisch ein zweites elektrisches Signal, das anders ist als das erste elektrische Signal, um das zweite elektrische Signal durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** abzuleiten. Dies macht es möglich, z.B., gleichzeitig die verschiedenen Signaltypen wie beispielsweise ein Analogsignal und ein Digitalsignal mit einer optischen Faser zu übertragen. Selbst in demjenigen Fall, wo das übertragene Signal ein Hochfrequenzsignal wie beispielsweise eine Mikrowelle, eine Millimeterwelle und Ähnliches enthält, ist es möglich, ein flexibles und sehr wirtschaftliches System aufzubauen, das ein Empfang und eine Demodulation bei einer Konfiguration mit geringen Kosten mit optischer Signalverarbeitung erlaubt. Obwohl in den achten und neunten Ausführungsformen der Fall beschrieben ist, bei dem zwei elektrische Signale simultan übertragen werden, können natürlich drei oder mehr elektrische Signale simultan übertragen werden.

(Zehnte Ausführungsform)

[0221] [Fig. 25](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In [Fig. 25](#) umfasst das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform einen ersten Winkelmodulationsabschnitt **1**, einen zweiten Winkelmodulationsabschnitt **1'**, einen Kombinierabschnitt **18**, einen optischen Modulationsabschnitt **2**, einen optischen Wellenleiterabschnitt **3**, einen optischen Aufzweigungsabschnitt **10**, einen ersten Interferenzabschnitt **6**, einen zweiten Interferenzabschnitt **6'**, einen ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4**, einen zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'**, einen Filter **F** und einen Filter **F'**, und unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform (siehe [Fig. 1](#)) dadurch, dass der zweite Winkelmodulationsabschnitt **1'**, der Kombinierabschnitt **18**, der optische Aufzweigungsabschnitt **10**, der zweite Interferenzabschnitt **6'**, der zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitt **4'** und der Filter **F'** hinzugefügt werden. Folglich sind denjenigen Abschnitten, die in der gleichen Weise wirken wie diejenige der ersten Ausführungsform, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und deren detaillierte Beschreibung wird unterlassen. Im Folgenden wird in der Hauptsache der Unterschied zur ersten Ausführungsform beschrieben.

[0222] Der Kombinierabschnitt **18** kombiniert ein erstes winkelmoduliertes Signal, das durch den ersten Winkelmodulationsabschnitt **1** ausgegeben wird, der Winkelmodulation unter Verwendung eines ersten elektrischen Signals als das Originalsignal durchführt, mit einem zweiten winkelmodulierten Signal, das von dem zweiten Winkelmodulationsabschnitt **1'** ausgegeben wird, der Winkelmodulation unter Verwendung eines zweiten elektrischen Signals als Originalsignal durchführt, um das resultierende Signal auszugeben. Der optische Modulationsabschnitt **2** wandelt das kombinierte Signal in ein optisch moduliertes Signal um, um das optisch modulierte Signal auszugeben. Der optische Aufzweigungsabschnitt **10** zweigt das durch den optischen Wellenleiterabschnitt **3** geleitete optische Signal in zwei auf. Ein optisches Signal der zwei optischen Signale wird durch den ersten Interferenzabschnitt **6** und den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** einer Winkeldemodulation unterzogen, und durch den Filter **F** weiterhin einem Filterungsvorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das dem ersten elektrischen Signal entspricht, das in den ersten Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben wurde. Das andere optische Signal der zwei optischen Signale wird durch den zweiten Interferenzabschnitt **6'** und den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** einer Winkeldemodulation unterzogen, und weiterhin durch den Filter **F'** einem Filterungsvorgang unterzogen, um in ein elektrisches Signal zurückgewandelt zu werden, das dem zweiten elektrischen Signal entspricht, das in den zweiten Winkelmodulationsabschnitt **1'** eingegeben wurde.

[0223] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird bevorzugt, dass besetzte Frequenzbänder der ersten und zweiten elektrischen Signale und der ersten und zweiten winkelmodulierten Signale sich nicht miteinander überlappen, was erlaubt, auf der Empfangsseite jedes Signal durch Filtervorgänge zu trennen. Folglich sieht eine unten beschriebene elfte Ausführungsform ein Verfahren zur Vermeidung von Überlappen der besetzten Frequenzbänder der oben erwähnten Signale vor.

(Elfte Ausführungsform)

[0224] [Fig. 26](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die elfte Ausführungsform ist eine Anwendung der zehnten Ausführungsform, und bei dieser sind erste, zweite, dritte und vierte Signalverarbeitungsabschnitte **23**, **24**, **25** und **26** der Konfiguration der zehnten Ausführungsform hinzugefügt. Die dritten und vierten Signalverarbeitungsabschnitte **25** und **26** wirken auch als Filter, und folglich sind in der vorliegenden Ausführungsform die Filter **F** und **F'** nicht vorgesehen.

[0225] Der erste Signalverarbeitungsabschnitt **23** und der zweite Signalverarbeitungsabschnitt **24** begrenzt

die Frequenzbänder eines ersten elektrischen Signals und eines zweiten elektrischen Signals, so dass die Frequenzbänder, die durch das erste elektrische Signal und das zweite elektrische Signal besetzt werden, nicht miteinander überlappen, um die zwei elektrischen Signale auszugeben. Zum Beispiel, wenn die besetzten Frequenzbänder der zwei elektrischen Signale miteinander überlappen, wird das eine oder das andere oder beide Bänder der zwei Signale begrenzt. Obwohl diese Bandbreitenbegrenzung auf der Empfangsseite eine Verzerrung einer wiedergegebenen Wellenform verursacht, wird diese Wellenformverzerrung durch die dritten und vierten Signalverarbeitungsabschnitte **25** und **26** korrigiert. Weiterhin werden die Trägerfrequenzen im ersten Winkelmodulationsabschnitt **1** und zweiten Winkelmodulationsabschnitt **1'** auf Frequenzen gesetzt, die verhindern, dass die besetzten Frequenzbänder des ersten elektrischen Signals, des zweiten elektrischen Signals, des ersten winkelmodulierten Signals und des zweiten winkelmodulierten Signals miteinander überlappen.

[0226] Der dritte Signalverarbeitungsabschnitt **25** lässt lediglich eine Frequenzkomponente durch, die dem besetzten Frequenzband des ersten elektrischen Signals unter den Signalen entspricht, die durch den ersten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4** ausgegeben werden. Der dritte Signalverarbeitungsabschnitt **25** reproduziert ebenso Wellenforminformation, die bei der Signalverarbeitung durch den ersten Signalverarbeitungsabschnitt **23** verloren wurde, nach Bedarf. Der vierte Signalverarbeitungsabschnitt **26** lässt lediglich eine Frequenzkomponente durch, die dem besetzten Frequenzband des zweiten elektrischen Signals unter den Signalen entspricht, die durch den zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitt **4'** ausgegeben werden. Der vierte Signalverarbeitungsabschnitt **26** reproduziert ebenso eine Wellenforminformation, die bei der Signalverarbeitung durch den zweiten Signalverarbeitungsabschnitt **24** verloren wurde, je nach Bedarf. Die Wellenforminformation, die in dem ersten Signalverarbeitungsabschnitt **23** oder dem zweiten Signalverarbeitungsabschnitt **24** verloren wurde, ist eine Niedrigfrequenzkomponente, wie beispielsweise eine DC-Komponente und Ähnliches, und in diesem Fall, wird die Signalwellenform z.B. eine differenzielle Wellenform des ursprünglichen Signals. Dementsprechend wird im dritten Signalverarbeitungsabschnitt **25** oder vierten Signalverarbeitungsabschnitt **26** eine differenzielle Reproduktion (Integration) Verarbeitung durchgeführt, wodurch es ermöglicht wird, die ursprüngliche Wellenform des Signals zu reproduzieren.

[0227] Wie oben beschrieben, wandelt das optische Übertragungssystem in [Fig. 25](#) oder [Fig. 26](#) erste und zweite elektrische Signale in winkelmodulierte Signale um, kombiniert die winkelmodulierten Signale und überträgt sie optisch, und unterwirft das resultierende Signal einer Winkeldemodulation unter Verwendung des Interferenzabschnitts und des optisch/elektrischen Wandlerabschnitts, um das erste und zweite elektrische Signal zu reproduzieren. Dies macht es möglich, gleichzeitig verschiedene Signaltypen, wie beispielsweise ein Analogsignal und ein Digitalsignal, mit einer optischen Faser zu übertragen. Selbst in demjenigen Fall, wo das übertragene Signal ein Hochfrequenzsignal wie beispielsweise eine Mikrowelle, eine Millimeterwelle und Ähnliches umfasst, ist es möglich, ein flexibles und sehr wirtschaftliches System aufzubauen, das das Signal empfangen kann und einer Demodulation unterziehen kann, bei einer Konfiguration mit geringen Kosten mit optischer Signalverarbeitung. Obwohl in den zehnten und elften Ausführungsformen der Fall beschrieben ist, bei welchem zwei elektrische Signale gleichzeitig übertragen werden, können natürlich drei oder mehr elektrische Signale gleichzeitig übertragen werden.

(Zwölften Ausführungsform)

[0228] [Fig. 27](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer zwölften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Das optische Übertragungssystem der vorliegenden Ausführungsform hat eine Konfiguration, bei welcher die Konfiguration der ersten Ausführungsform, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist, erweitert wird, um ein Mehrkanalfrequenz gemultiplextes Signal zu übertragen. In [Fig. 27](#) wird ein n-Kanal frequenzgemultiplextes Signal in den Winkelmodulationsabschnitt **1** eingegeben, das dadurch erhalten wird, dass n-Kanal elektrische Signale frequenzgemultiplext werden. Der optische Aufzweigungsabschnitt **10** zweigt ein eingegebenes optisches Signal in n optische Signale auf. Eine Mehrzahl von optischen Signalverarbeitungsabschnitten, die durch die Interferenzabschnitte **6**, die optisch/elektrischen Wandlerabschnitte **4** und die Filter F gebildet werden, sind parallel vorgesehen, und entsprechen jedem der n optischen Signale, die durch den optischen Aufzweigungsabschnitt **10** ausgegeben werden. Die optischen Signalverarbeitungsabschnitte unterziehen jedes der elektrischen Signale auf den unterschiedlichen Kanälen einer Demodulation. Folglich wird die Verzögerung für ein optisches Signal im Interferenzabschnitt **6** in einem optischen Signalverarbeitungsabschnitt auf einen Wert gesetzt, der am besten geeignet ist für eine Frequenz eines elektrischen Signals auf einem Kanal, der im optischen Signalverarbeitungsabschnitt einer Demodulation unterzogen werden soll. Ein Durchlassbereich eines jeden der Filter F ist so ausgestaltet, dass er lediglich ein elektrisches Signal auf einem Kanal durchlässt, der einer Demodulation unterworfen werden soll. Da die sonstige Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform dieselbe ist, wie diejenige der ersten Ausführungsform, die in der [Fig. 1](#) gezeigt ist, sind die entsprechenden Abschnitte mit den selben Bezugszeichen versehen und

deren Beschreibung wird hier unterlassen. Solch eine Erweiterung, wie sie in der vorliegenden Ausführungsform gezeigt ist, kann natürlich in den anderen oben beschriebenen Ausführungsformen vorgenommen werden.

(Dreizehnte Ausführungsform)

[0229] [Fig. 28](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die vorliegende Ausführungsform besitzt eine Konfiguration, bei welcher die dritte Ausführungsform, die in [Fig. 18](#) gezeigt ist, erweitert wird, um eine Mehrzahl von Schwebungssignalen unterschiedlicher Frequenz abzuleiten. In [Fig. 28](#) sind parallel eine Mehrzahl von optischen heterodynem Abschnitten vorgesehen, die durch die lokalen Lichtquellen **11**, optischen Kombinierabschnitte **12**, zweite optisch/elektrische Wandlerabschnitte **4'** und Filter F' gebildet sind. Die Wellenlängen der Lichter, die von den lokalen Lichtquellen **11** ausgegeben werden, werden so festgesetzt, dass sie sich voneinander unterscheiden, in Abhängigkeit von Frequenzen von Schwebungssignalen, die aus den optischen heterodynem Abschnitten abgeleitet werden sollen. Ein Durchlassband eines jeden der Filter F' ist so ausgestaltet, dass lediglich ein Schwebungssignal mit einer abzuleitenden Frequenz durchgelassen wird. Da die sonstige Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform dieselbe ist, wie diejenige in der dritten Ausführungsform, die in [Fig. 18](#) gezeigt ist, sind den entsprechenden Abschnitten dieselben Bezugszeichen zugewiesen, und deren Beschreibung wird hier unterlassen.

(Vierzehnte Ausführungsform)

[0230] [Fig. 29](#) ist ein Blockdiagramm, das die Konfiguration eines optischen Übertragungssystems gemäß einer vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die vorliegende Ausführungsform besitzt eine Konfiguration, bei welcher die vierte Ausführungsform, die in [Fig. 19](#) gezeigt ist, erweitert ist, um eine Mehrzahl von Schwebungssignalen verschiedener Frequenzen abzuleiten. In der [Fig. 29](#) kombiniert ein optischer Kombinierabschnitt **14** ein optisches Signal, das von einem optischen Modulationsabschnitt **2** ausgegeben wird, mit einem Licht, das von jedem der Mehrzahl an lokalen Lichtquellen **13** ausgegeben wird. Die Wellenlängen der Lichter, die von den lokalen Lichtquellen **13** ausgegeben werden, sind jede so festgesetzt, dass sie sich voneinander unterscheiden. Eine Mehrzahl optischer Erfassungsabschnitte sind parallel vorgesehen, die durch die zweiten optisch/elektrischen Wandlerabschnitte **4'** und die Filter F' gebildet werden. Ein Durchgangsband eines jeden der Filter F' ist so ausgestaltet, um lediglich ein Schwebungssignal mit einer zu ableitenden Frequenz durchzulassen. Da die sonstige Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform dieselbe ist, wie diejenige der vierten Ausführungsform, die in [Fig. 19](#) gezeigt ist, sind die entsprechenden Abschnitte mit den selben Bezugszeichen versehen, und deren Beschreibung wird hier unterlassen.

[0231] Eine Erweiterung zum gleichen Zweck wie derjenige, der Erweiterung, die bei den dreizehnten und vierzehnten Ausführungsformen durchgeführt wurde (d.h., eine Erweiterung, um eine Mehrzahl von Schwebungssignalen unterschiedlicher Frequenz abzuleiten), kann bei den dritten bis siebten Ausführungsformen durchgeführt werden, obwohl dies nicht gezeigt ist.

[0232] Die besonderen Konfigurationsbeispiele und die Betriebsbeispiele jedes Abschnitts, die bei der ersten Ausführungsform beschrieben wurden (siehe [Fig. 2](#) bis 16) können so wie sie sind auf die zweiten bis vierzehnten Ausführungsformen ([Fig. 17](#) bis [Fig. 29](#)) angewandt werden.

[0233] Obwohl die Erfindung im Detail beschrieben wurde, ist die vorangehende Beschreibung in jeglicher Hinsicht veranschaulichend und nicht beschränkend. Es wird hervorgehoben, dass zahlreiche andere Modifikationen und Veränderungen vorgenommen werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen, wie in er in den angefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

- Optisches Übertragungssystem zum optischen Übertragen eines winkelmodulierten Signals, umfassend:
einen optischen Modulationsabschnitt (**2**) zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch-moduliertes Signal;
wobei das optische Übertragungssystem gekennzeichnet ist durch einen Interferenzabschnitt (**6**) zum Trennen des optisch-modulierten Signals in eine Vielzahl von optischen Signalen, welche vorherbestimmten Unterschied in Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren der optischen Signale; und
einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt (**4**), welcher eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem

Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, welches von dem Interferenzabschnitt (6) ausgegeben ist, in ein elektrisches Signal, wobei der Interferenzabschnitt (6) und der optisch elektrische Wandlerabschnitt (4) ein verzögertes Erkennungssystem für ein optisches Signal bilden, und das verzögerte Erkennungssystem Wandlungsverarbeitung eines optischen Signals in ein elektrisches Signal und Winkeldemodulationsverarbeitung simultan ausführt.

2. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin das winkelmodulierte Signal ein FM-Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines analogen Signals einer Frequenzmodulation.

3. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin das winkelmodulierte Signal ein PM-Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines analogen Signals einer Phasenmodulation.

4. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin das winkelmodulierte Signal ein FSK-moduliertes Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines digitalen Signals einer Frequenzmodulation.

5. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin das winkelmodulierte Signal ein PSK-moduliertes Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines digitalen Signals einer Phasenmodulation.

6. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin der optische Modulationsabschnitt (2) eingerichtet ist, ein optisch-intensitätsmoduliertes Signal als das optisch-modulierte Signal zu erzeugen.

7. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6, worin der optische Modulationsabschnitt (2) umfasst:
eine Lichtquelle (201) zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
einen optischen Verzweigungsabschnitt (202) zum Verzweigen des Lichts von der Lichtquelle (201) in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte (203, 204), welche für die ausgegebenen Lichter von dem optischen Verzweigungsabschnitt (202) jeweils bereitgestellt sind, zum Unterwerfen der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal; und
einen optischen Kopplungsabschnitt (205) zum Kombinieren der zwei optisch-phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) ausgegeben sind.

8. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6, worin der Interferenzabschnitt (6) umfasst:
einen optischen Verzweigungsabschnitt (601) zum Verzweigen eines eingegebenen optischen Signals in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal;
einen optischen Verzögerungsabschnitt (602), um das zweite optische Signal, welches von dem optischen Verzweigungsabschnitt (601) ausgegeben ist, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und
einen optischen Kombinierungsabschnitt (603) zum Kombinieren des ersten optischen Signals, welches von dem optischen Verzweigungsabschnitt (601) ausgegeben ist, und des zweiten optischen Signals, welches von dem optischen Verzögerungsabschnitt (602) ausgegeben ist.

9. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6, worin der optische Modulationsabschnitt (2) umfasst:
eine Lichtquelle (201) zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;
optischen Verzweigungsabschnitt (202) zum Verzweigen des Lichts von der Lichtquelle (201) in zwei; erste und zweite Phasenmodulationsabschnitte (203, 204), welche für die zwei ausgegebenen Lichter von dem optischen Verzweigungsabschnitt (202) jeweils bereitgestellt sind, zum Unterwerfen jedes der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal; und
einen optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (206) zum Kombinieren der zwei optisch-phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) ausgegeben sind, und dann Teilen des resultierenden Signals in erste und zweite optische Signale, in welchen optisch-intensitätsmodulierte Komponenten in zueinander entgegengesetzten Phasen gesetzt sind, und der Interferenzabschnitt (6) umfasst:
einen optischen Verzögerungsabschnitt (602), um das zweite optische Signal, welches von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (206) ausgegeben ist, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und

einen optischen Kombinationsabschnitt (**603**) zum Kombinieren des ersten optischen Signals, ausgegeben von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (**206**), und dem zweiten optischen Signal, ausgegeben von dem optischen Verzögerungsabschnitt (**602**).

10. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 6, worin der Interferenzabschnitt (**6**) umfasst:

einen optischen Wellenleiterabschnitt (**605**) zum Leiten des optischen Signals, ausgegeben von dem optischen Modulationsabschnitt (**2**); und

erste und zweite optische transparente/reflektierende Abschnitte (**606, 607**), welche auf dem optischen Wellenleiterabschnitt (**605**) zu vorgeschriebenen Intervallen kaskadiert sind, um jeweils Teile des eingegebenen optischen Signals zu übertragen und die verbleibenden Teile zu reflektieren, und Verzögerungszeit, in welcher ein optisches Signal zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten (**606, 607**) hin- und hergeht ist die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung.

11. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin der optische Modulationsabschnitt (**2**) ein optisch-amplitudenmoduliertes Signal als das optisch-modulierte Signal erzeugt.

12. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 11, worin der optische Modulationsabschnitt (**2**) umfasst:

eine Lichtquelle (**201**) zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;

optischen Verzweigungsabschnitt (**202**) zum Verzweigen des Lichts von der Lichtquelle (**201**) in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte (**203, 204**), welche für die zwei ausgegebenen Lichter von dem optischen Verzweigungsabschnitt (**202**) jeweils bereitgestellt sind, um jeder jedes der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal zu unterwerfen; und

einen optischen Kopplungsabschnitt (**205**) zum Kombinieren der zwei optisch-phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (**203, 204**) ausgegeben sind.

13. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 11, worin der Interferenzabschnitt (**6**) umfasst:

einen optischen Verzweigungsabschnitt (**601**) zum Verzweigen des eingegebenen optischen Signals in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal;

einen optischen Verzögerungsabschnitt (**602**), um das zweite optische Signal, welches von dem optischen Verzweigungsabschnitt (**601**) ausgegeben ist, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und

einen optischen Kombinierungsabschnitt (**603**) zum Kombinieren des ersten optischen Signals, welches von dem optischen Verzweigungsabschnitt (**601**) ausgegeben ist, und des zweiten optischen Signals, welches von dem optischen Verzögerungsabschnitt (**602**) ausgegeben ist.

14. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 11, worin der optische Modulationsabschnitt (**2**) umfasst:

eine Lichtquelle (**201**) zum Ausgeben eines Lichts mit einer gegebenen optischen Intensität und einer gegebenen Wellenlänge;

optischen Verzweigungsabschnitt (**202**) zum Verzweigen des Lichts von der Lichtquelle (**201**) in zwei; erste und zweite optische Phasenmodulationsabschnitte (**203, 204**), welche für die zwei ausgegebenen Lichter von dem optischen Verzweigungsabschnitt (**202**) jeweils bereitgestellt sind, um jeweils jedes der ausgegebenen Lichter einer optischen Phasenmodulation unter Verwendung des winkelmodulierten Signals als ein Originalsignal zu unterwerfen; und

einen optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (**206**) zum Kombinieren der zwei optisch-phasenmodulierten Signale, welche von den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (**203, 204**) ausgegeben sind, und dann Teilen des resultierenden Signals in erste und zweite optische Signale, in welchen optisch-intensitätsmodulierte Komponenten in zueinander entgegengesetzten Phasen gesetzt sind, und der Interferenzabschnitt (**6**) umfasst:

einen optischen Verzögerungsabschnitt (**602**), um das zweite optische Signal, welches von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (**206**) ausgegeben ist, mit einer vorherbestimmten Verzögerung zu versehen; und einen optischen Kombinationsabschnitt (**603**) zum Kombinieren des ersten optischen Signals, ausgegeben von dem optischen direktionellen Kopplungsabschnitt (**206**), und dem zweiten optischen Signal, ausgegeben von dem optischen Verzögerungsabschnitt (**602**).

15. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 11, worin

der Interferenzabschnitt (6) umfasst:

einen optischen Wellenleiterabschnitt (605) zum Leiten des optischen Signals, ausgegeben von dem optischen Modulationsabschnitt (2); und

erste und zweite optische transparente/reflektierende Abschnitte (606, 607), welche auf dem optischen Wellenleiterabschnitt (605) zu einem vorbestimmten Intervall kaskadiert sind, um jeweils Teile des eingegebenen optischen Signals zu übertragen und die verbleibenden Teile zu reflektieren, und

Verzögerungszeit, in welcher ein optisches Signal zwischen den ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitten (606, 607) hin- und hergeht ist die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung.

16. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 12, worin vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt (203) und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt (204) in Phase mit dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

17. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 14, worin vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt (203) und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt (204) in Phase mit dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist

18. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 12, worin vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt (203) und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt (204) in entgegengesetzten Phasen zu dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

19. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 14, worin vorherbestimmte optische Phasenmodulation in den ersten und zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitten (203, 204) durchgeführt wird, so dass Differenz zwischen der optischen Phasenverschiebung durch den ersten optischen Phasenmodulationsabschnitt (203) und der optischen Phasenverschiebung durch den zweiten optischen Phasenmodulationsabschnitt (204) in entgegengesetzten Phasen zu dem winkelmodulierten Signal gesetzt ist.

20. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, worin ein Produktwert einer Mittenwinkelfrequenz des winkelmodulierten Signals und der vorherbestimmten Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt (6) gleich $\pi/2$ gesetzt ist.

21. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 4, worin die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt (6) gleich einer Symbollänge des digitalen Signals ist.

22. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 5, worin die vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung in dem Interferenzabschnitt (6) gleich einer Symbollänge des digitalen Signals ist.

23. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 8, worin Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt (603) zu kombinieren sind, gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

24. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 9, worin Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt (603) zu kombinieren sind, gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

25. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 13, worin Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt (603) zu kombinieren sind, gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

26. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 14, worin Polarisationszustände des ersten optischen Signals und des zweiten optischen Signals, die in dem optischen Kombinationsabschnitt (603) zu kombinieren sind, gesetzt sind, dass sie miteinander gleich sind.

27. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 10, worin Polarisationszustände des optischen Signals, übertragen durch die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte (**606, 607**) entlang dem Wellenleiterabschnitt (**605**), und des optischen Signals, übertragen durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**606**), reflektiert an dem zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**607**), reflektiert an dem ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**606**) und übertragen durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**607**), zueinander gleichgesetzt sind.

28. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 15, worin Polarisationszustände des optischen Signals, übertragen durch die ersten und zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitte (**606, 607**) entlang dem Wellenleiterabschnitt (**605**), und des optischen Signals, übertragen durch den ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**606**), reflektiert an dem zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**607**), reflektiert an dem ersten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**606**) und übertragen durch den zweiten optisch transparenten/reflektierenden Abschnitt (**607**), zueinander gleichgesetzt sind.

29. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 8, worin
der optische Modulationsabschnitt (**2**) und der Interferenzabschnitt (**6**) mit einem ersten optischen Wellenleiterabschnitt (**3**) verbunden sind,
der Interferenzabschnitt (**6**) und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt (**4**) mit einem zweiten optischen Wellenleiterabschnitt (**7**) verbunden sind, und
der erste und/oder zweite optische Wellenleiterabschnitt (**3, 7**) aus optischen Einzelmodus-Fasern bestehen.

30. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 13, worin
der optische Modulationsabschnitt (**2**) und der Interferenzabschnitt (**6**) mit einem ersten optischen Wellenleiterabschnitt (**3**) verbunden sind,
der Interferenzabschnitt (**6**) und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt (**4**) mit einem zweiten optischen Wellenleiterabschnitt (**7**) verbunden sind, und
der erste und/oder zweite optische Wellenleiterabschnitt (**3, 7**) aus optischen Einzelmodus-Fasern bestehen.

31. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 9, worin
der Interferenzabschnitt (**6**) und der optisch elektrische Wandlerabschnitt (**4**) mit einem optischen Wellenleiterabschnitt (**7**) verbunden sind, und
der optische Wellenleiterabschnitt (**7**) aus einer optischen Einzelmodus-Faser besteht.

32. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 14, worin
der Interferenzabschnitt (**6**) und der optisch/elektrische Wandlerabschnitt (**4**) mit einem optischen Wellenleiterabschnitt (**7**) verbunden sind, und
der optische Wellenleiterabschnitt (**7**) aus einer optischen Einzelmodus-Faser besteht.

33. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 10, worin der gesamte oder ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts (**605**) in dem Interferenzabschnitt (**6**) aus einer optischen Einzelmodus-Faser besteht.

34. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 15, worin der gesamte oder ein Teil des optischen Wellenleiterabschnitts (**605**) in dem Interferenzabschnitt (**6**) aus einer optischen Einzelmodus-Faser besteht.

35. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Amplitudeneinstellabschnitt (**8**) zum Einstellen einer Amplitude des winkelmodulierten Signals und Ausgeben des winkelmodulierten Signals von einer konstanten Amplitude.

36. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, weiterhin umfassend einen Bandbreitenbegrenzungsabschnitt (**9**) zum Begrenzen eines Bandes des winkelmodulierten Signals.

37. Optischer Übertrager zum optischen Übertragen eines winkelmodulierten Signals, umfassend:
einen optischen Modulationsabschnitt (**2**) zum Wandeln des winkelmodulierten Signals in ein optisch moduliertes Signal;
wobei der optische Übertrager gekennzeichnet ist durch einen Interferenzabschnitt (**6**) zum Trennen des optisch modulierten Signals in eine Vielzahl von optischen Signalen, welche vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren der optischen Signale, wobei
der optische Übertrager das kombinierte optische Signal überträgt, welches durch einen optischen Empfänger empfangen wird und in ein elektrisches Signal gewandelt wird, um ein winkeldemoduliertes Signal zu erhalten.

38. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin das winkelmodulierte Signal ein FM-Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines analogen Signals einer Frequenzmodulation.

39. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin das winkelmodulierte Signal ein PM-Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines analogen Signals einer Phasenmodulation.

40. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin winkelmodulierte Signal ein FSK-moduliertes Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines digitalen Signals einer Frequenzmodulation.

41. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin winkelmodulierte Signal ein PSK-moduliertes Signal ist, erhalten durch Unterwerfen eines digitalen Signals einer Phasenmodulation.

42. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin der optische Modulationsabschnitt (2) eingerichtet ist, ein optisch-intensitätsmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal zu erzeugen.

43. Optischer Übertrager nach Anspruch 37, worin der optische Wandlerabschnitt (2) eingereichtet ist, ein optisch-amplitudenmoduliertes Signal als das optisch modulierte Signal zu erzeugen.

44. Optischer Empfänger zum Empfangen eines optisch-modulierten Signals und Erlangen eines demodulierten Signals von dem optisch-modulierten Signal, dadurch gekennzeichnet, dass der optische Empfänger umfasst

einen Interferenzabschnitt (6) zum Trennen des empfangenen optisch-modulierten Signals in eine Vielzahl von optischen Signalen, welche vorherbestimmte Differenz in Ausbreitungsverzögerung haben, und dann Kombinieren des optischen Signals; und

einen optisch/elektrischen Wandlerabschnitt (4), der eine Erkennungscharakteristik nach quadratischem Gesetz hat, zum Wandeln des kombinierten optischen Signals, ausgegeben von dem Interferenzabschnitt (6), in ein elektrisches Signal, wobei

der Interferenzabschnitt (6) und der optisch elektrische Wandlerabschnitt (4) ein verzögertes Erkennungssystem eines optischen Signals bilden, und das verzögerte Erkennungssystem Wandlungsverarbeitung eines optischen Signals in ein elektrisches Signal und Winkeldemodulationsverarbeitung simultan ausführt.

45. Optischer Empfänger nach Anspruch 44, worin
das optisch-modulierte Signal von einem 2^n -phasigen (n ist eine ganze Zahl nicht weniger als zwei) PSK-elektrisch modulierten Signal als ein Originalsignal erzeugt ist,
der Interferenzabschnitt (6) umfasst:

einen Teilungsabschnitt für empfangenes Licht zum Teilen eines eingegebenen optischen Signals in 2^{n-1} empfangene Lichter; und

erste bis 2^{n-1} -te optische Interferenzschaltungen, bereitgestellt jeweils entsprechend den 2^{n-1} empfangenen Lichtern, jeder zum Verzweigen jedes der empfangenen Lichter in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, Versehen des zweiten optischen Signals mit einer vorherbestimmten Verzögerung und dann Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals, und

die optisch/elektrischen Signale sind jeweils entsprechend ersten bis 2^{n-1} -ten optischen Interferenzschaltungen bereitgestellt.

46. Optischer Empfänger nach Anspruch 45, worin
das optisch-modulierte Signal aus einem Quadratur-PSK elektrisch-moduliertem Signal als ein Originalsignal erzeugt ist,
der Interferenzabschnitt enthält:

einen Teilungsabschnitt für empfangenes Licht (608) zum Teilen eines eingegebenen optischen Signals in ein erstes empfangenes Licht und ein zweites empfangenes Licht;

eine erste optische Interferenzschaltung (6a) zum Verzweigen des ersten empfangenen Lichts in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, Versehen des zweiten optischen Signals mit einer ersten vorherbestimmten Verzögerung und dann Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals; und

eine zweite optische Interferenzschaltung (6b) zum Verzweigen des zweiten empfangenen Lichts in ein erstes optisches Signal und ein zweites optisches Signal, Versehen des zweiten optischen Signals mit einer zweiten vorherbestimmten Verzögerung und dann Kombinieren des ersten und zweiten optischen Signals; und

die erste vorherbestimmte Verzögerung in der ersten optischen Interferenzschaltung (6a) und die zweite vorherbestimmte Verzögerung in der zweiten optischen Interferenzschaltung (6b) sind beide so gesetzt, dass sie den Absolutwert der Symbollänge des digitalen Signals haben und zueinander in entgegengesetzten Phasen sind.

47. Optisches Übertragungssystem nach Anspruch 1, ferner umfassend:
eine lokale Lichtquelle (**13**), eingefügt zwischen dem optischen Modulationsabschnitt (**2**) und dem Interferenz-
abschnitt (**6**) zum Ausgeben eines Lichts einer vorherbestimmten Wellenlänge; und
einen optischen Kombinationsabschnitt (**14**) zum Kombinieren des optisch-modulierten Signals, ausgegeben
von dem optischen Modulationsabschnitt (**2**) und dem Licht von der lokalen Lichtquelle (**13**).

Es folgen 31 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

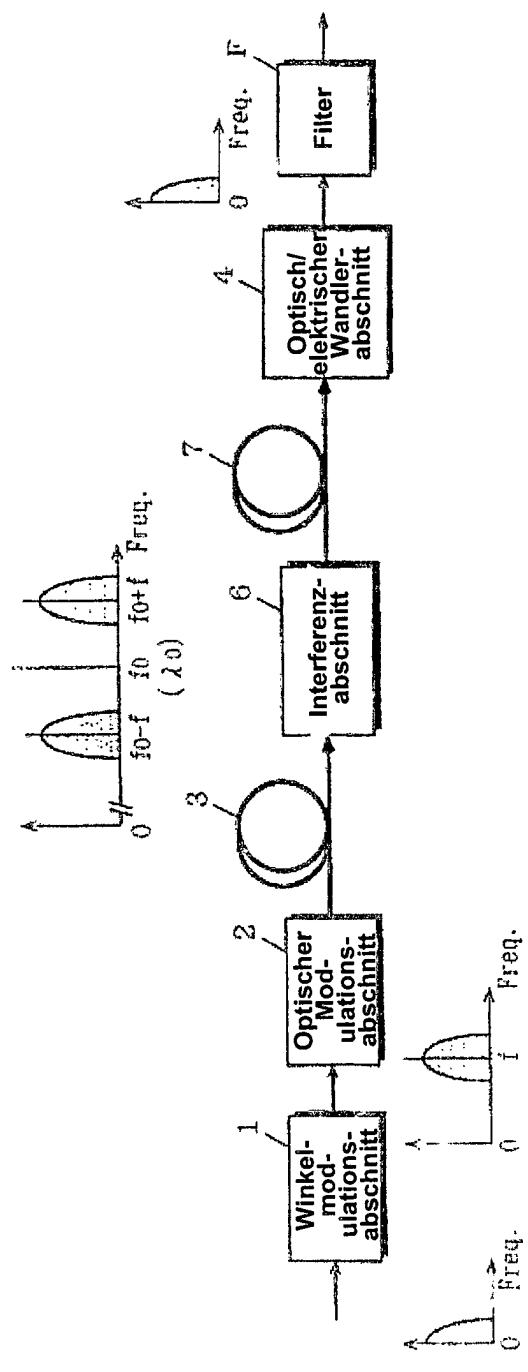
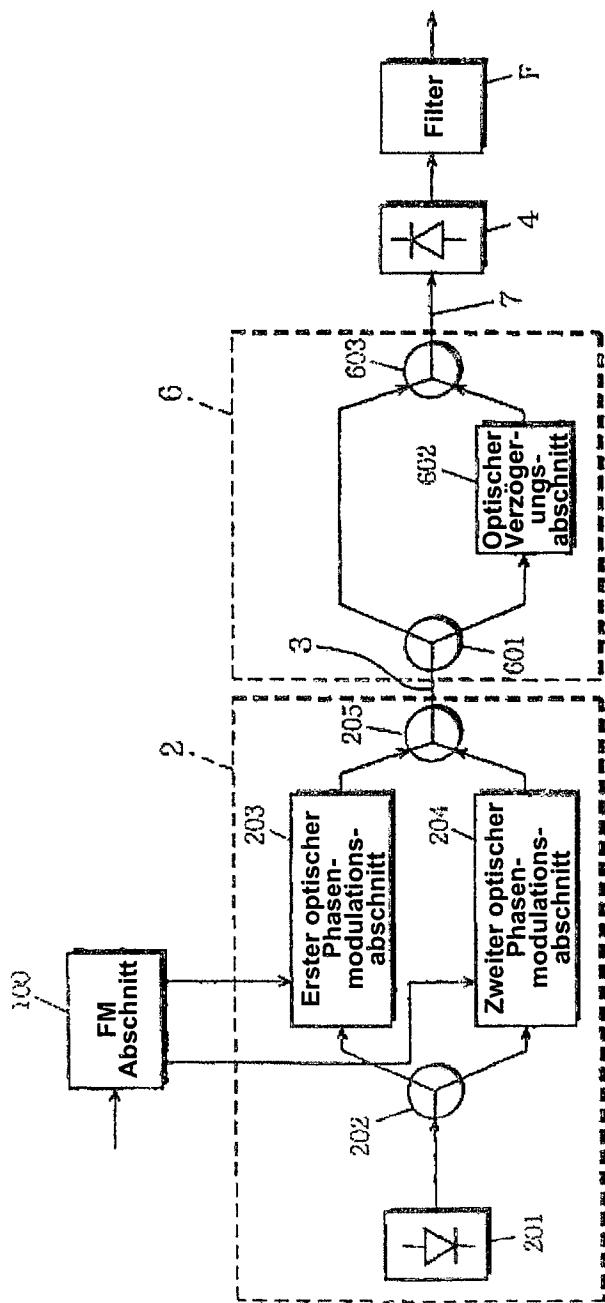


FIG. 2



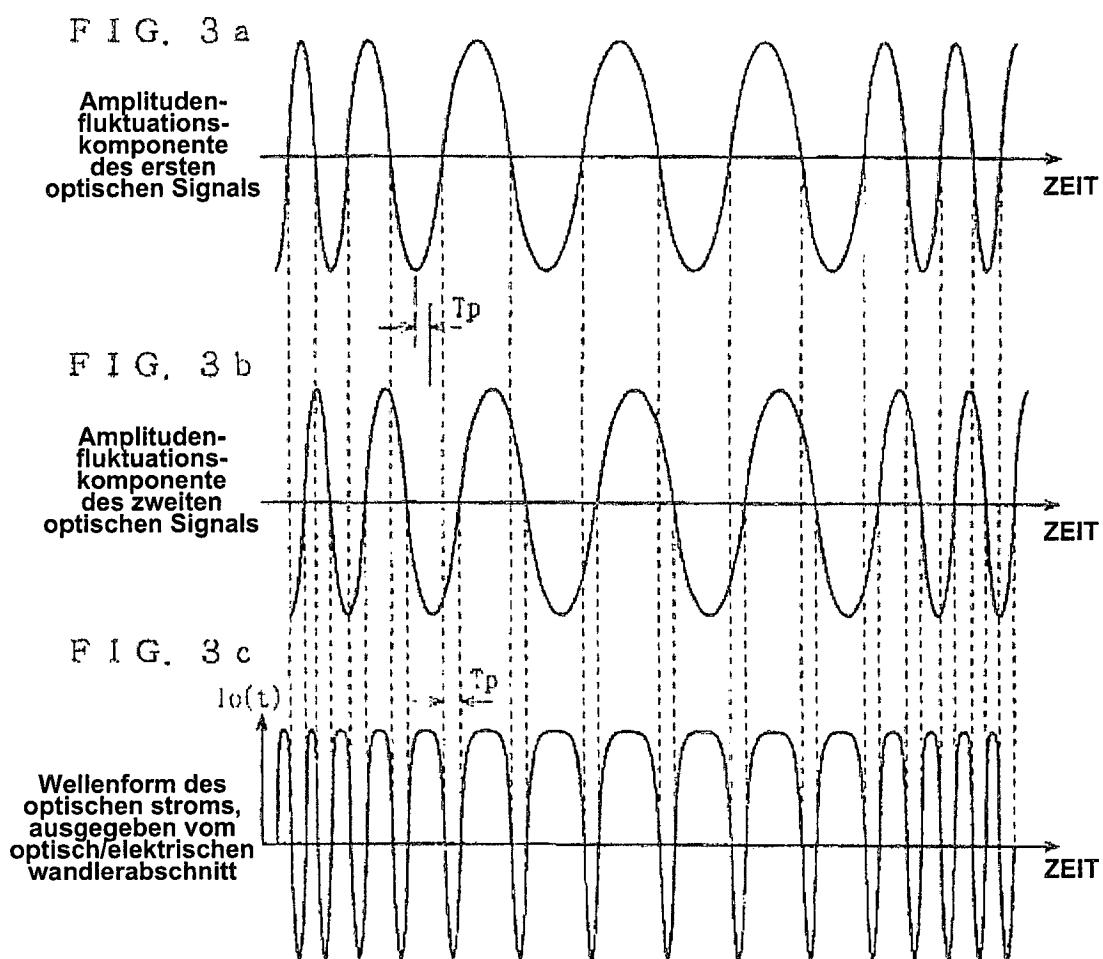


FIG. 4

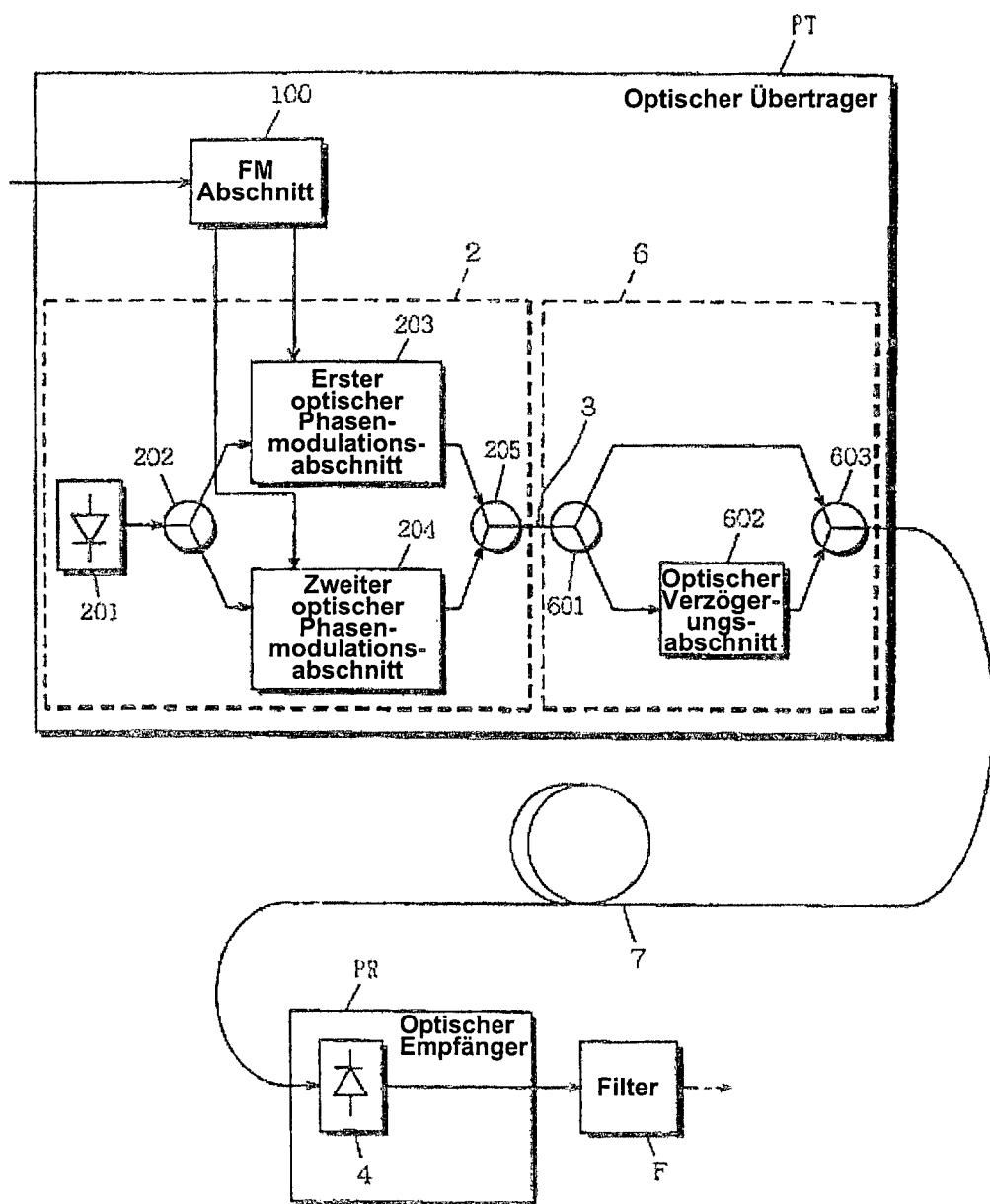


FIG. 5

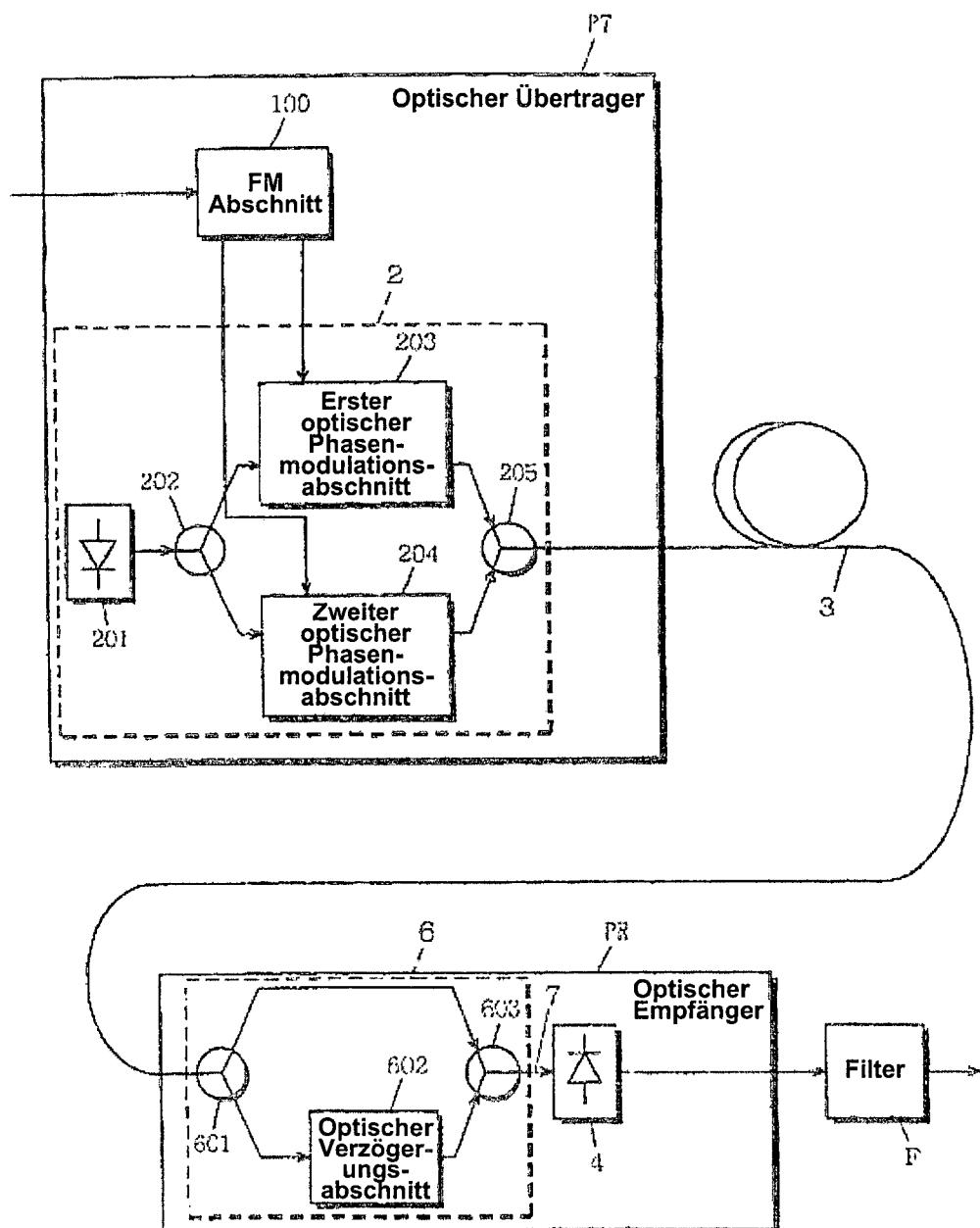


FIG. 6

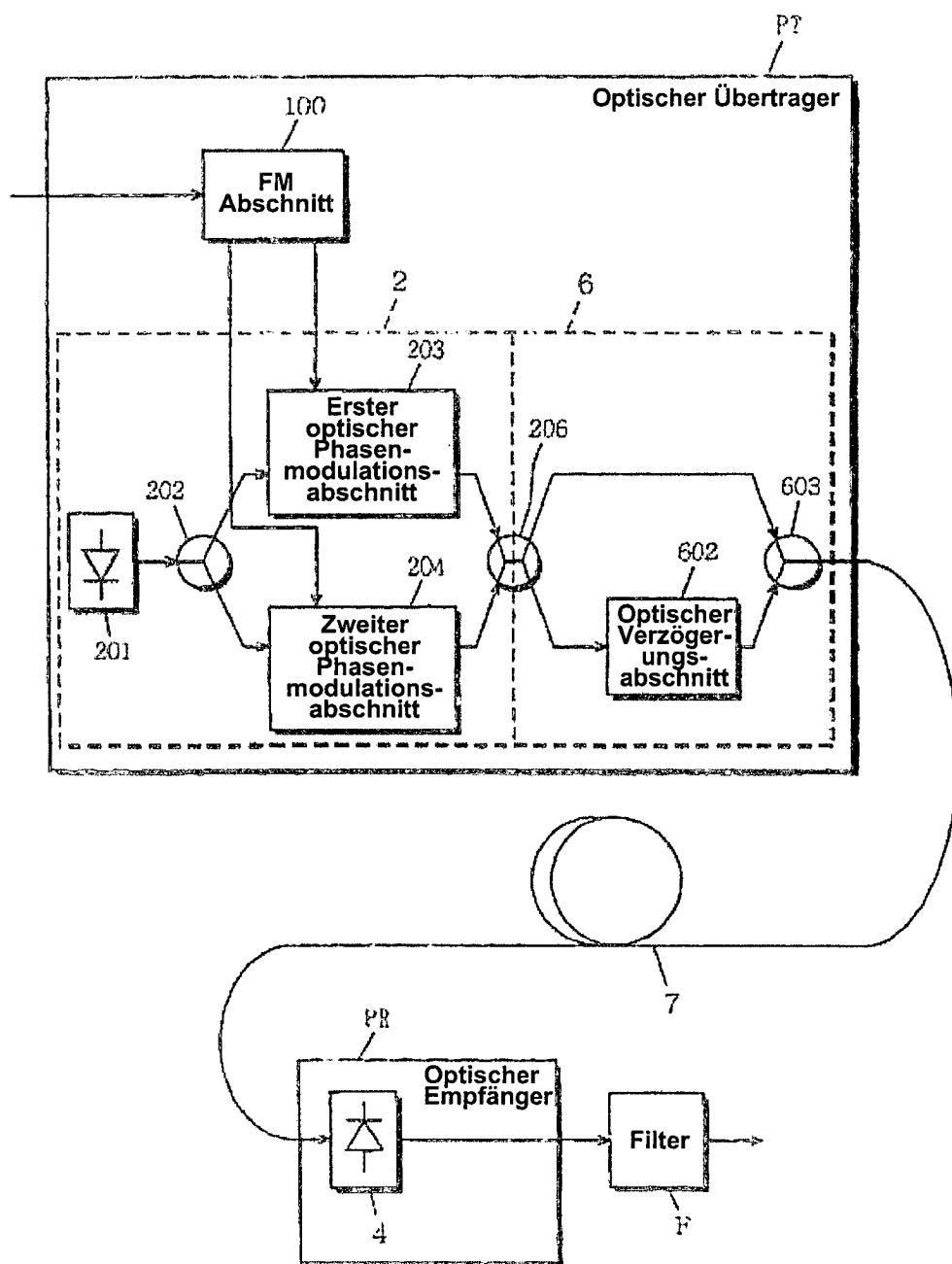


FIG. 7 a

Amplituden-
fluktua-
tions-
komponen-
te des
ersten
optischen
Signals

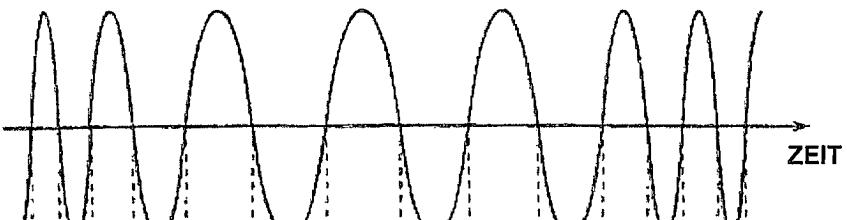


FIG. 7 b

Amplituden-
fluktua-
tions-
komponen-
te des
zweiten
optischen
Signals



FIG. 7 c

Wellenform
des optischen
stroms,
ausgegeben
vom
optisch/elektrischen
wandlerabschnitt

$I_o(t)$

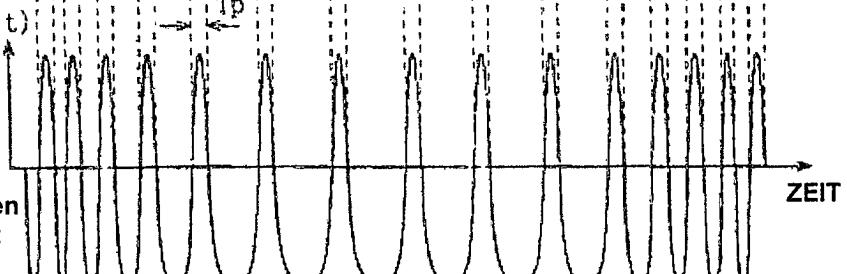


FIG. 8

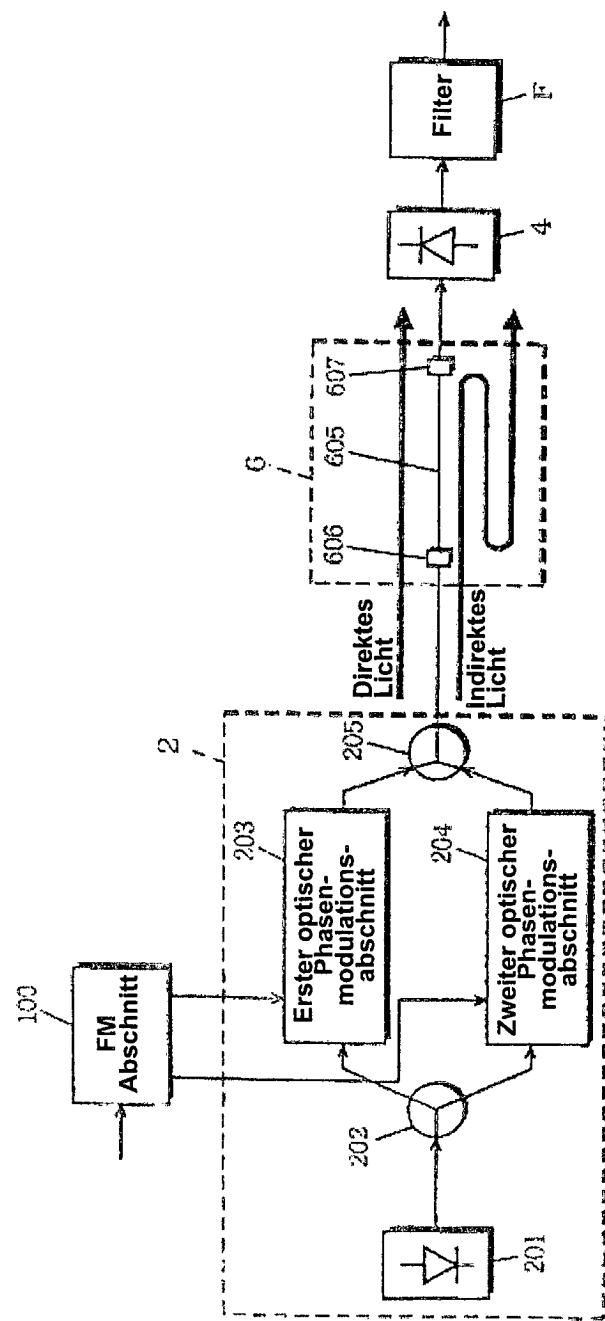


FIG. 9

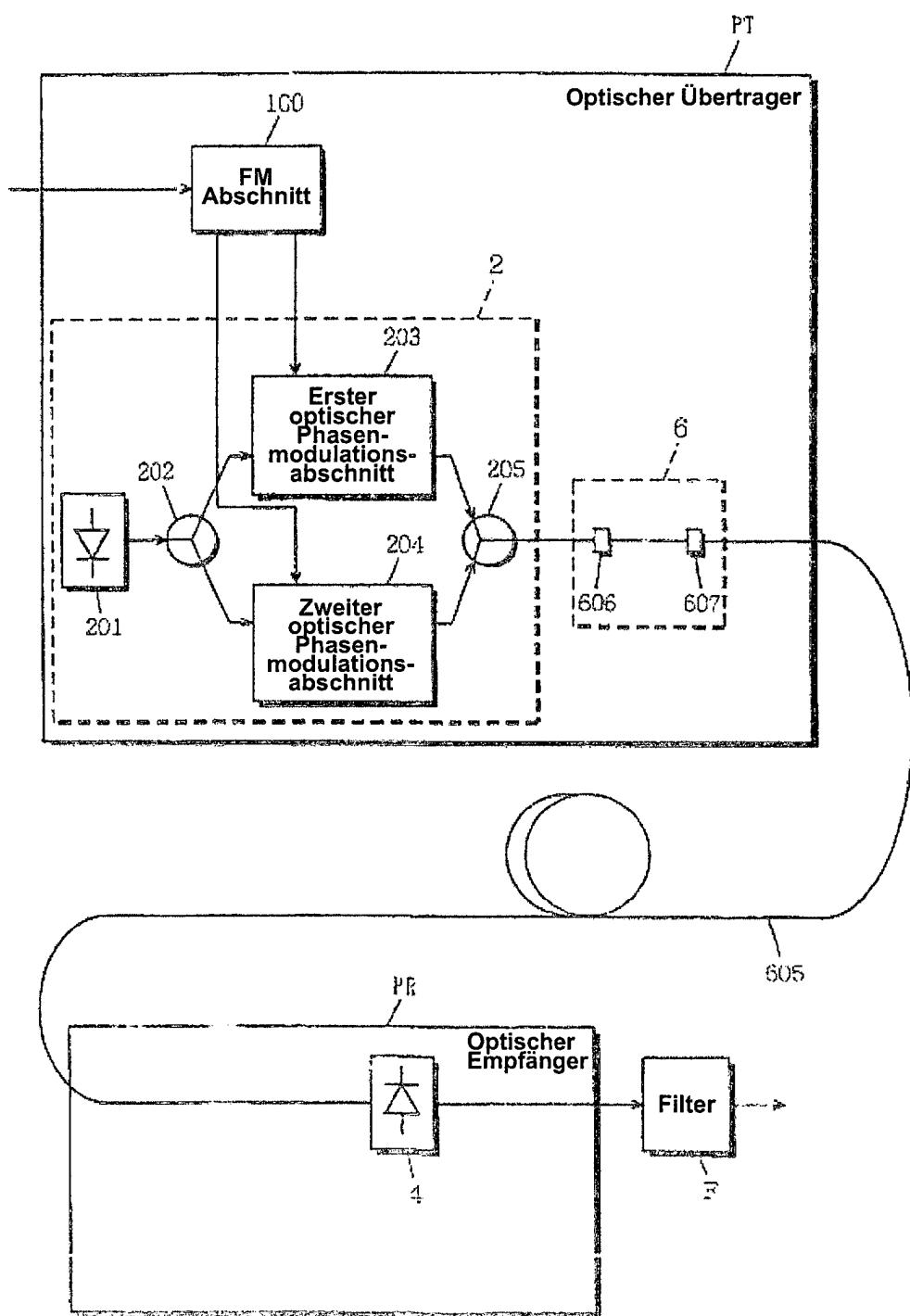
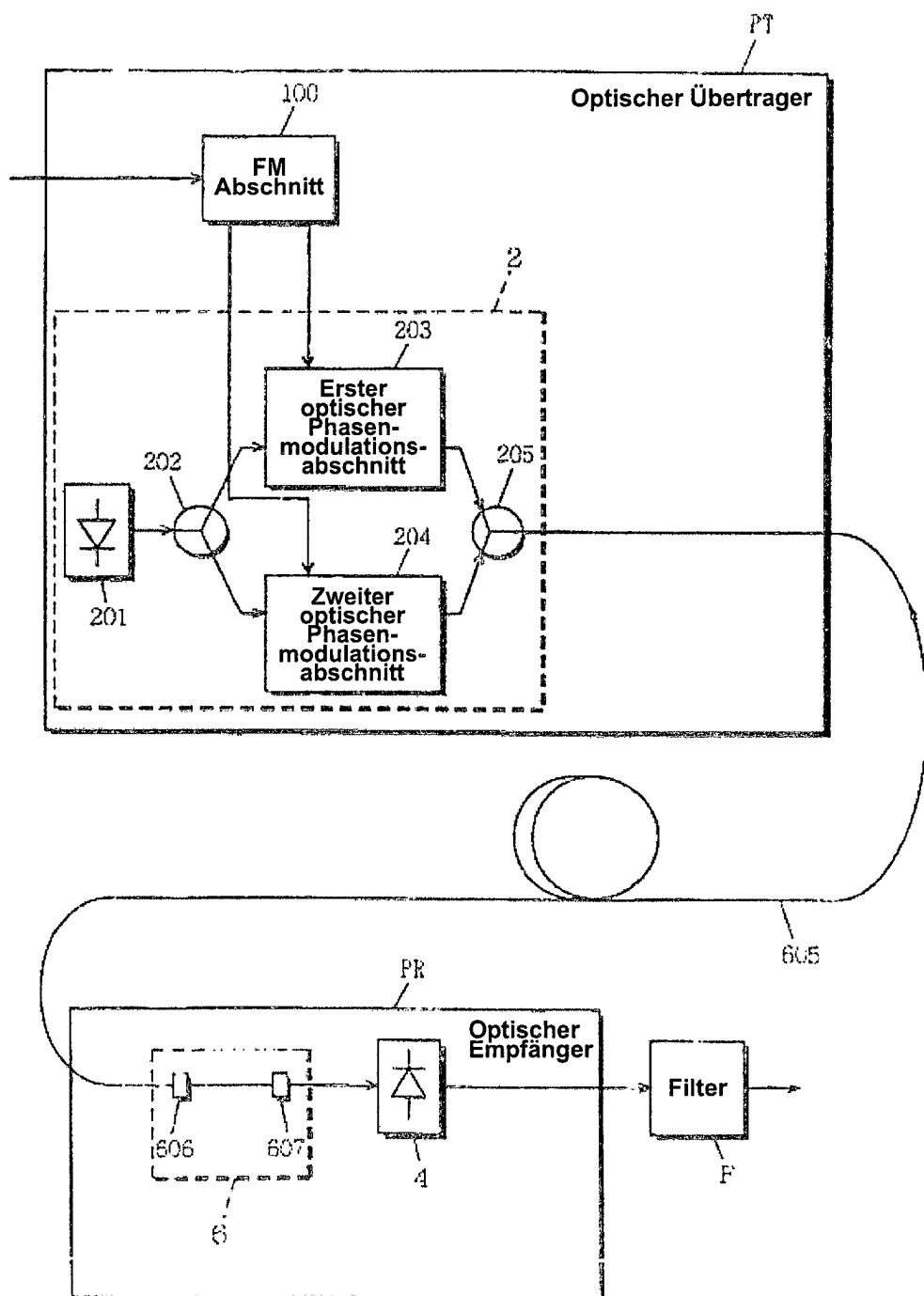


FIG. 10



F I G. 11

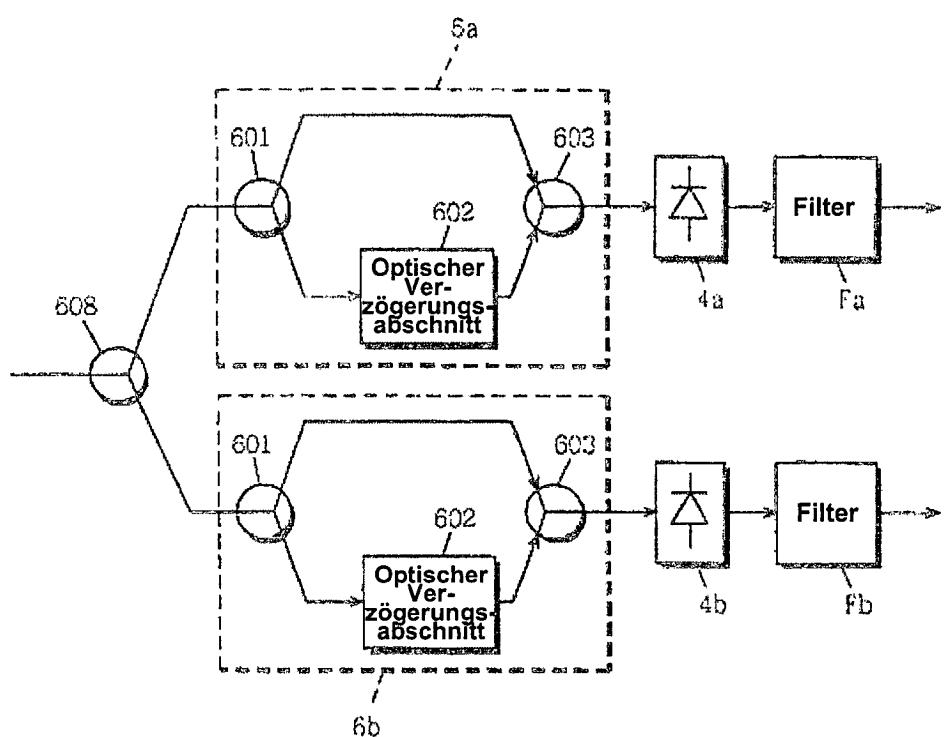


FIG. 12

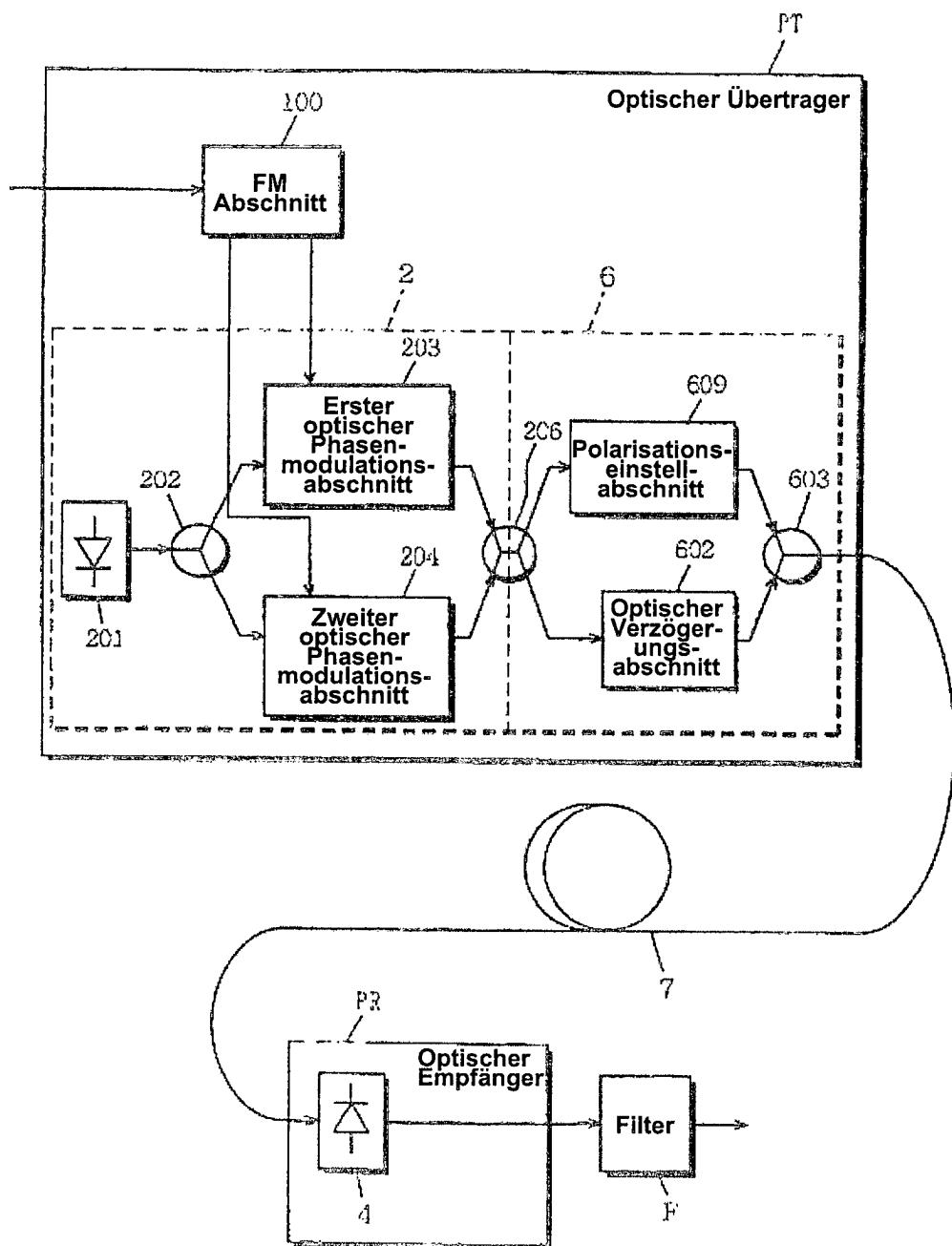
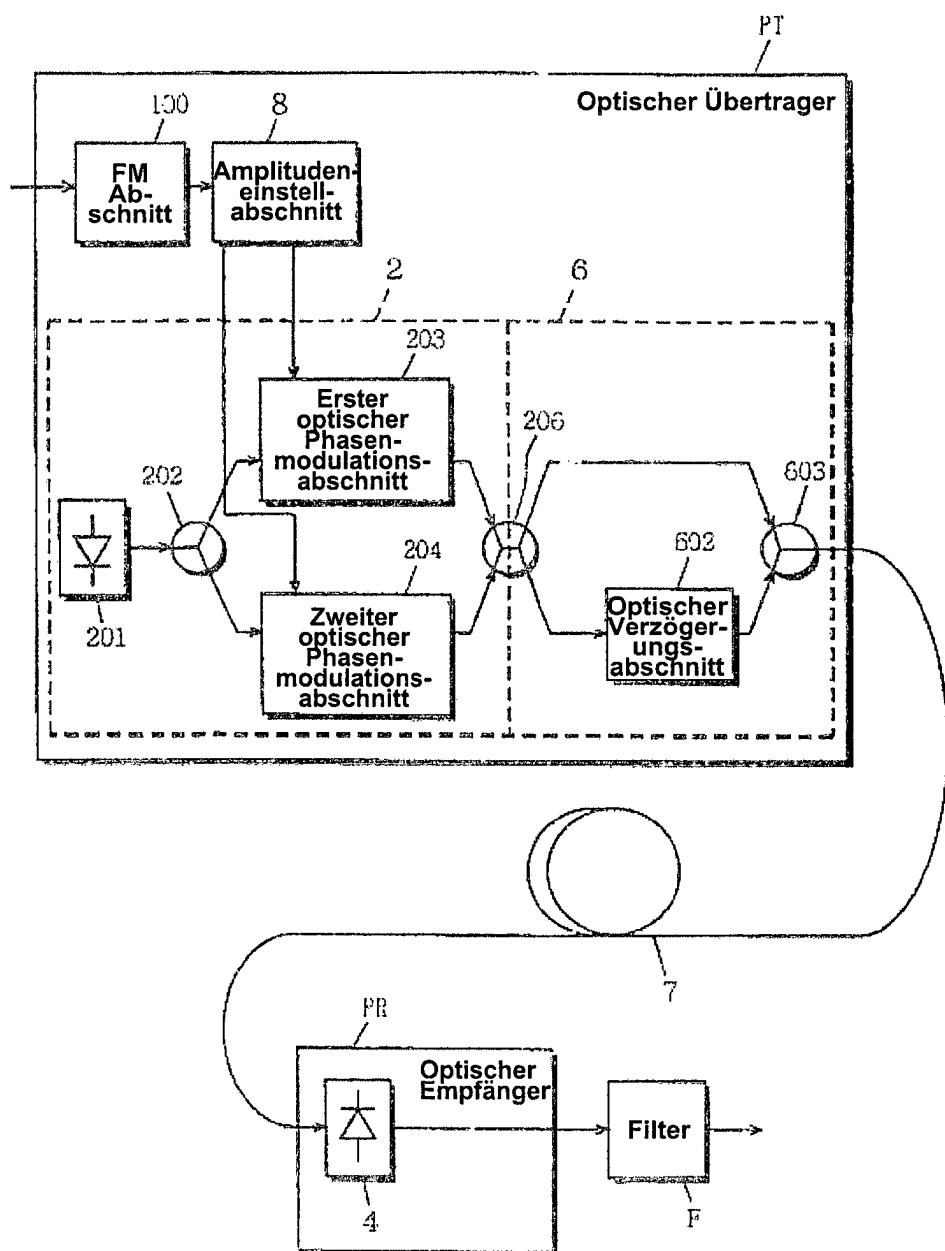
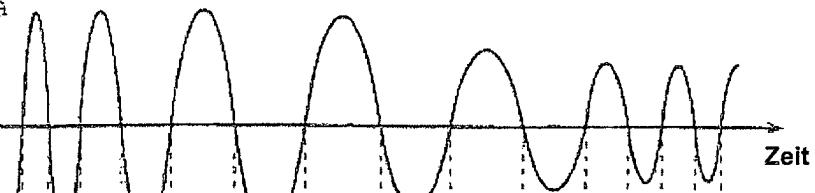


FIG. 13



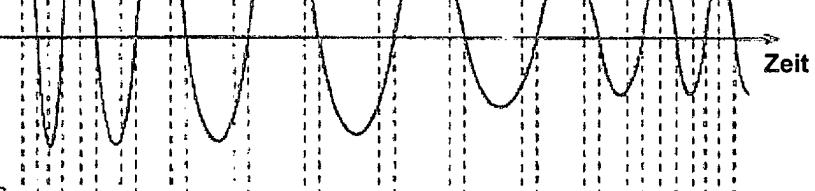
F I G. 14 a

Amplituden-
fluktuations-
komponente des
ersten optischen
Signals



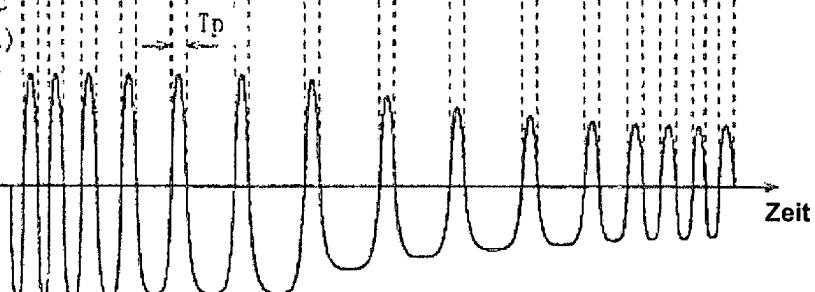
F I G. 14 b

Amplituden-
fluktuations-
komponente des
zweiten optischen
Signals



F I G. 14 c

$I_o(t)$
Optischer Strom,
ausgegeben vom
optisch/elektrischen
Wandlerabschnitt



F I G. 14 d

FM
demoduliertes
Signal

Original
demodulierter
Signalpegel

Demodulierter Signalpegel
des FM-Signals, wenn dessen
Amplitude verschlechtert ist

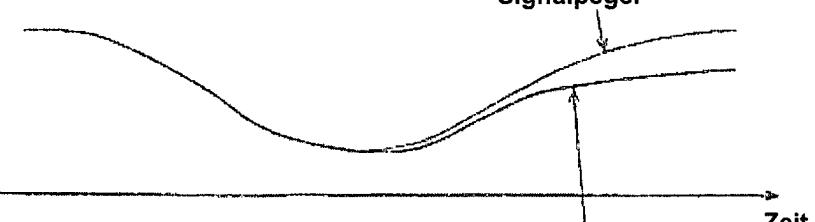


FIG. 15

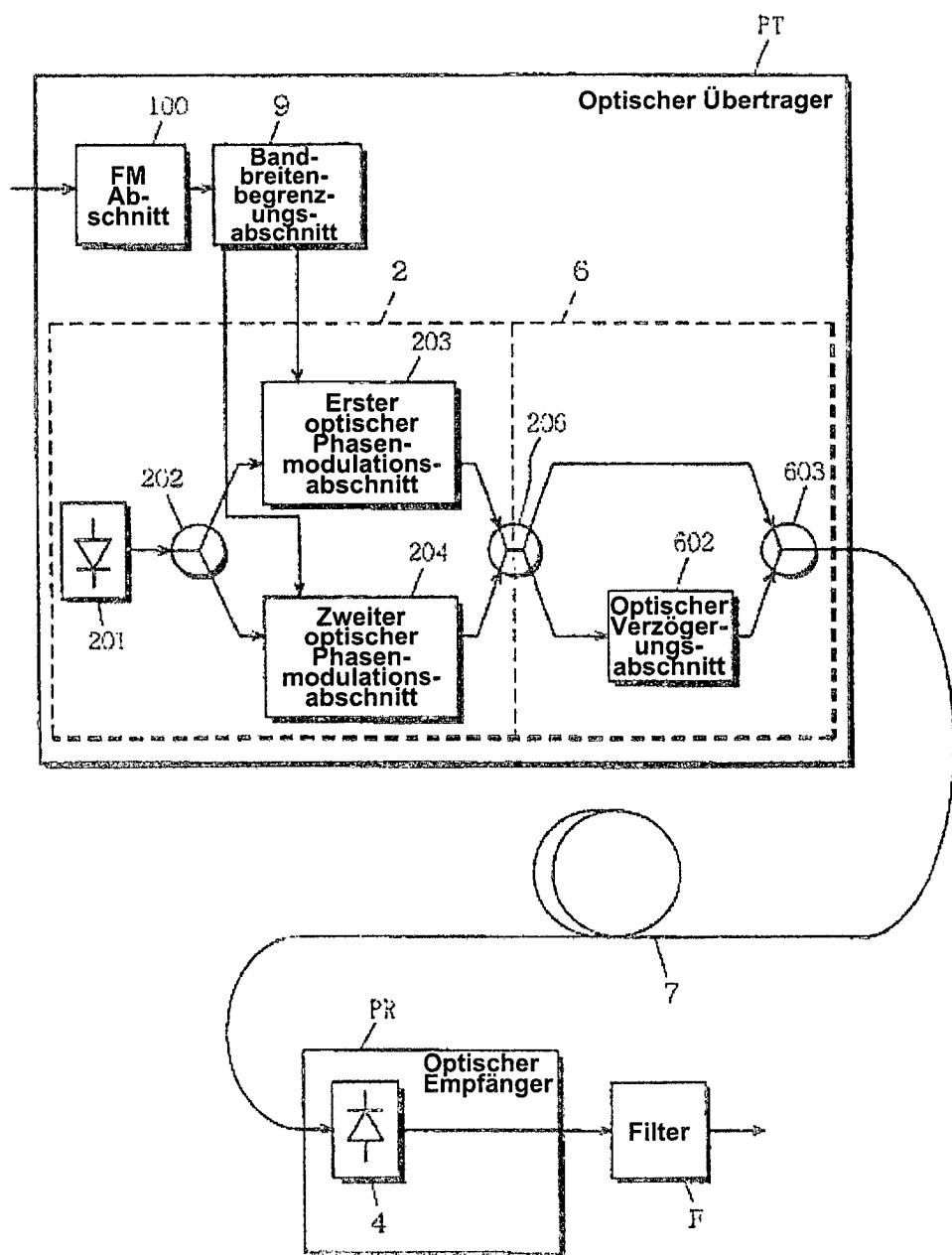


FIG. 16 a

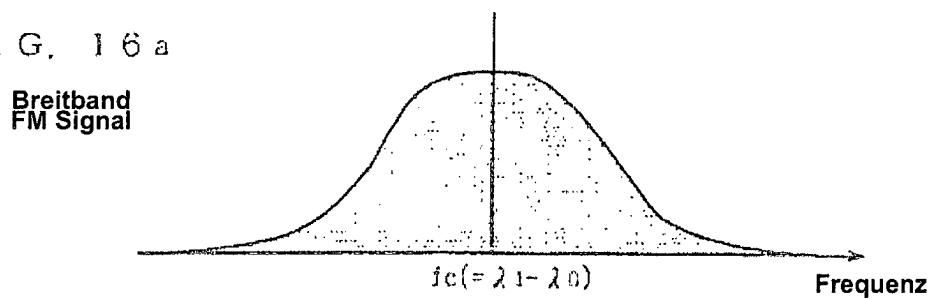


FIG. 16 b

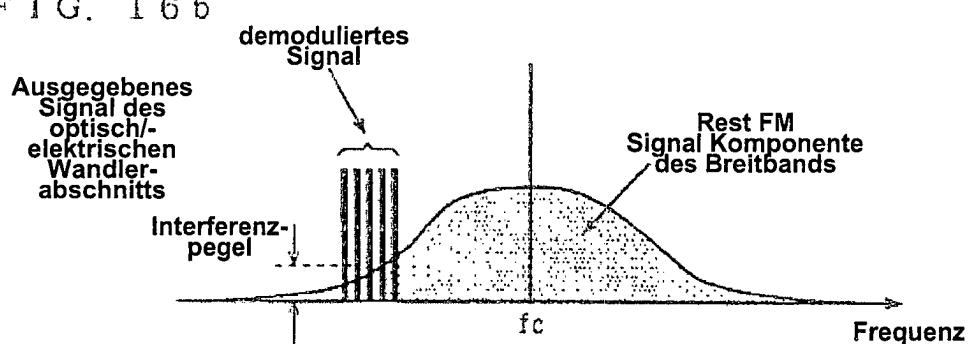


FIG. 16 c

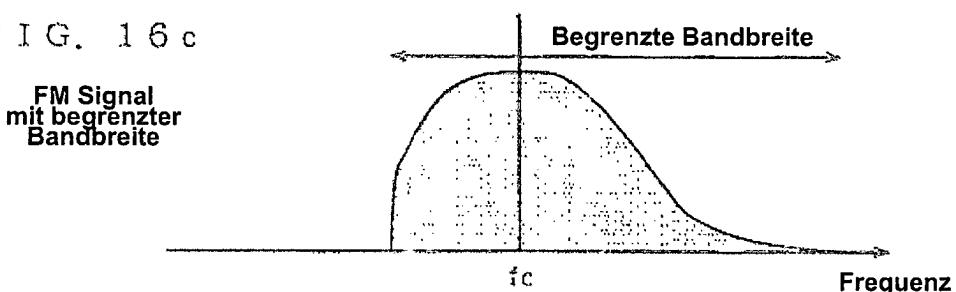


FIG. 16 d

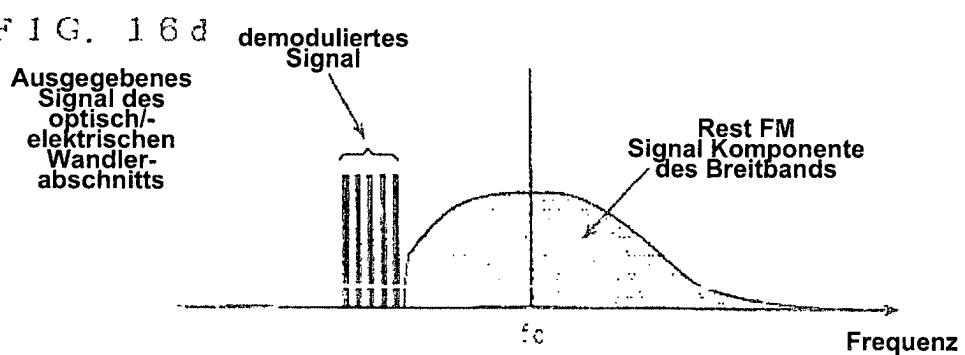


FIG. 17

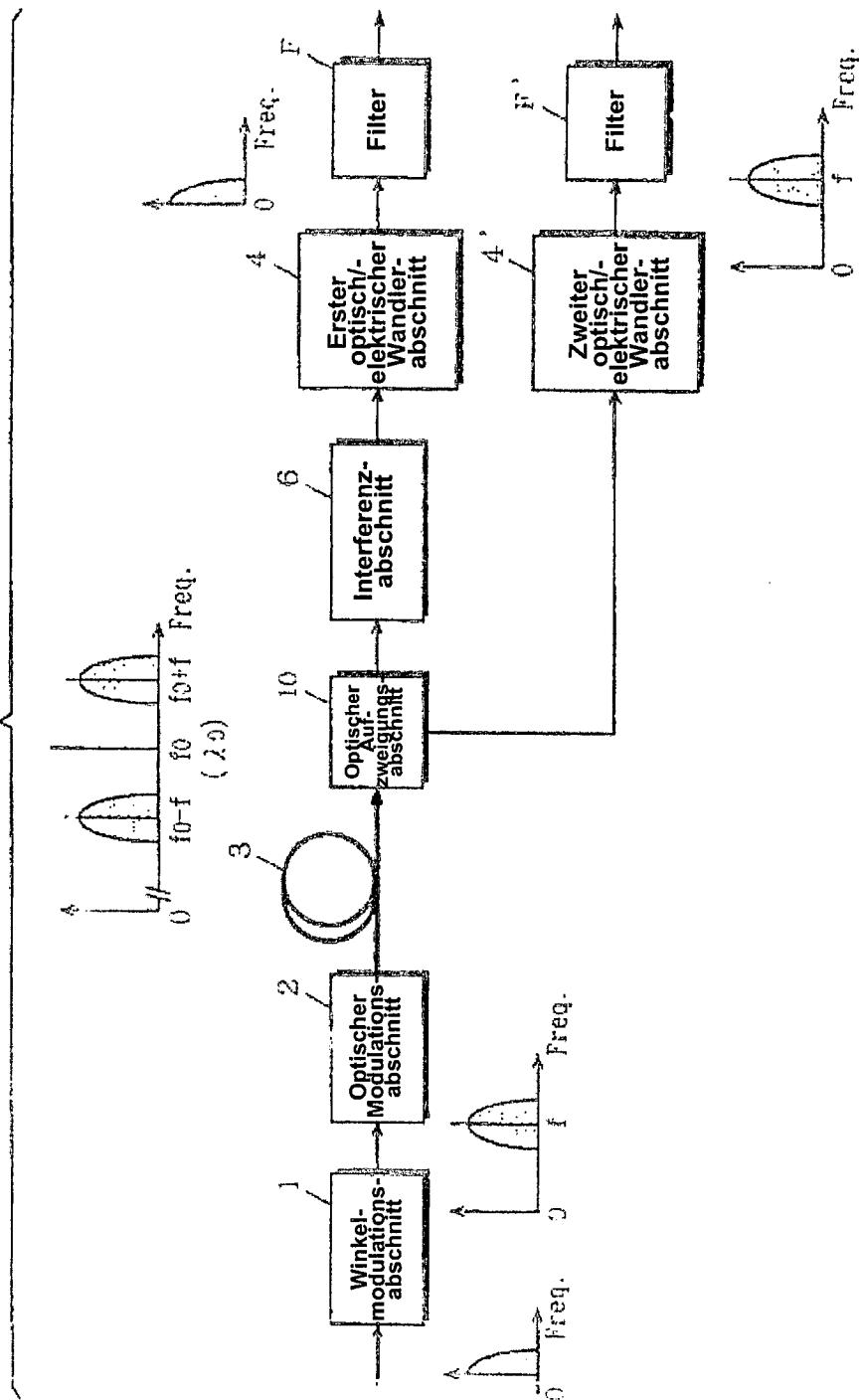
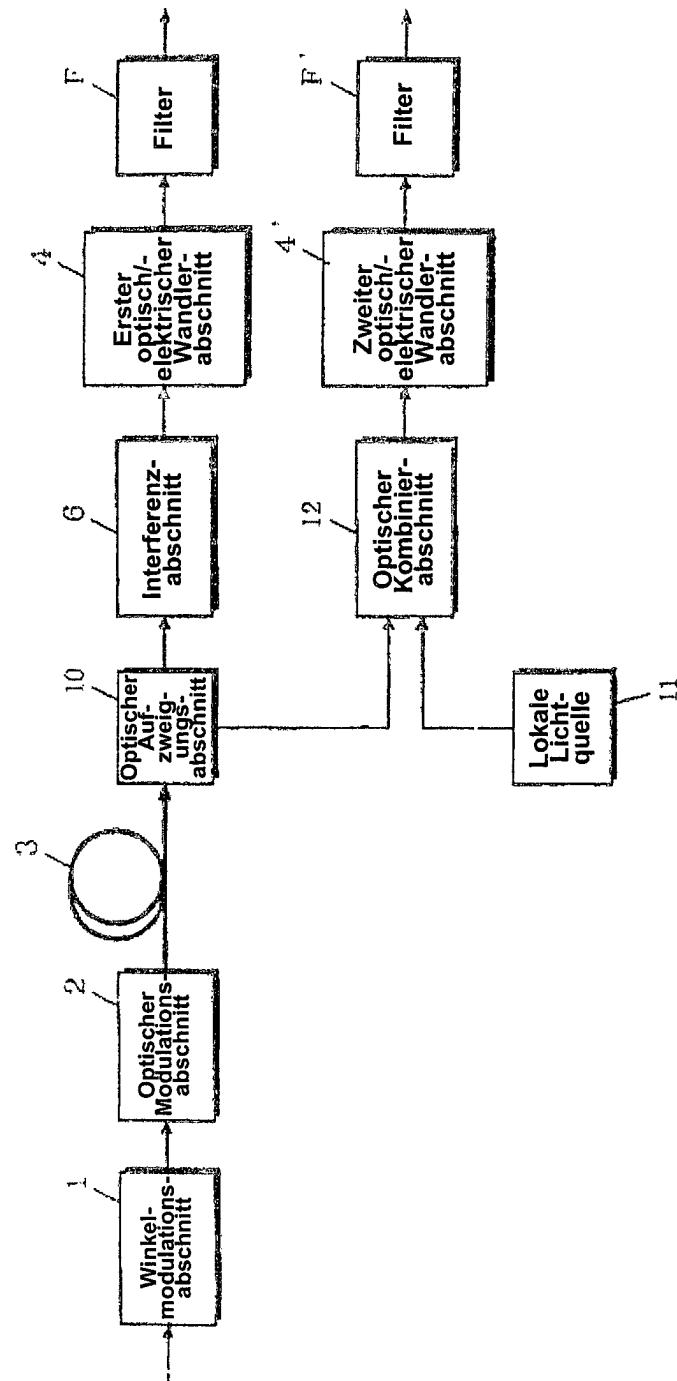


FIG. 18



F I G. 19

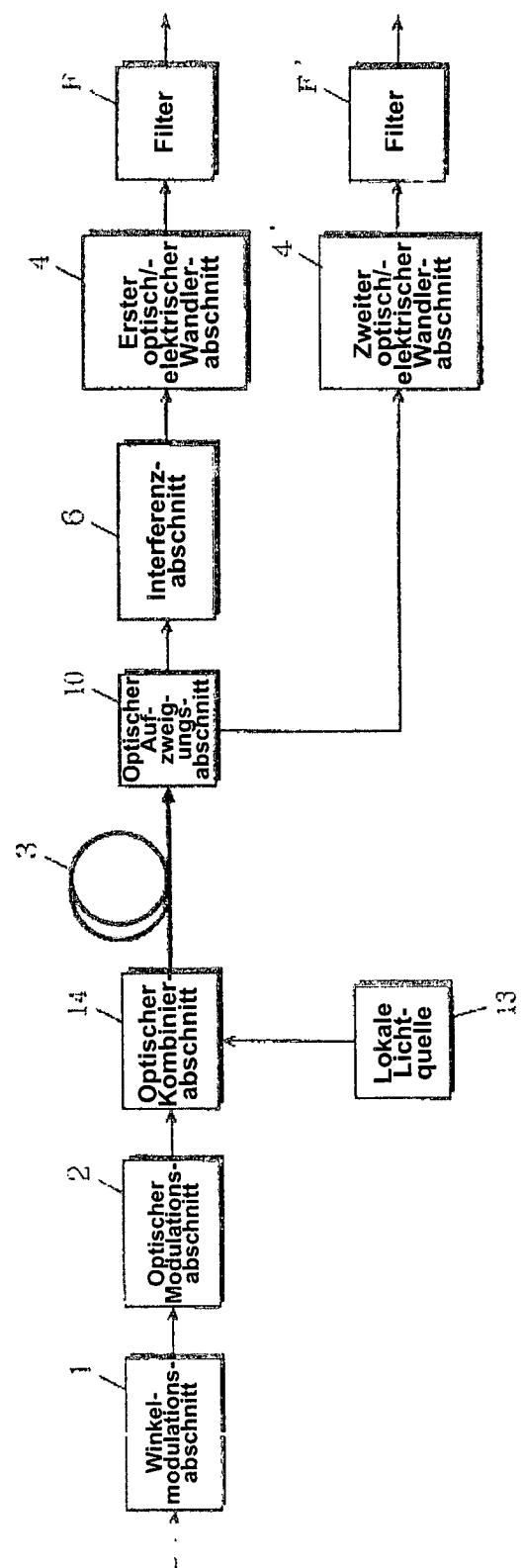
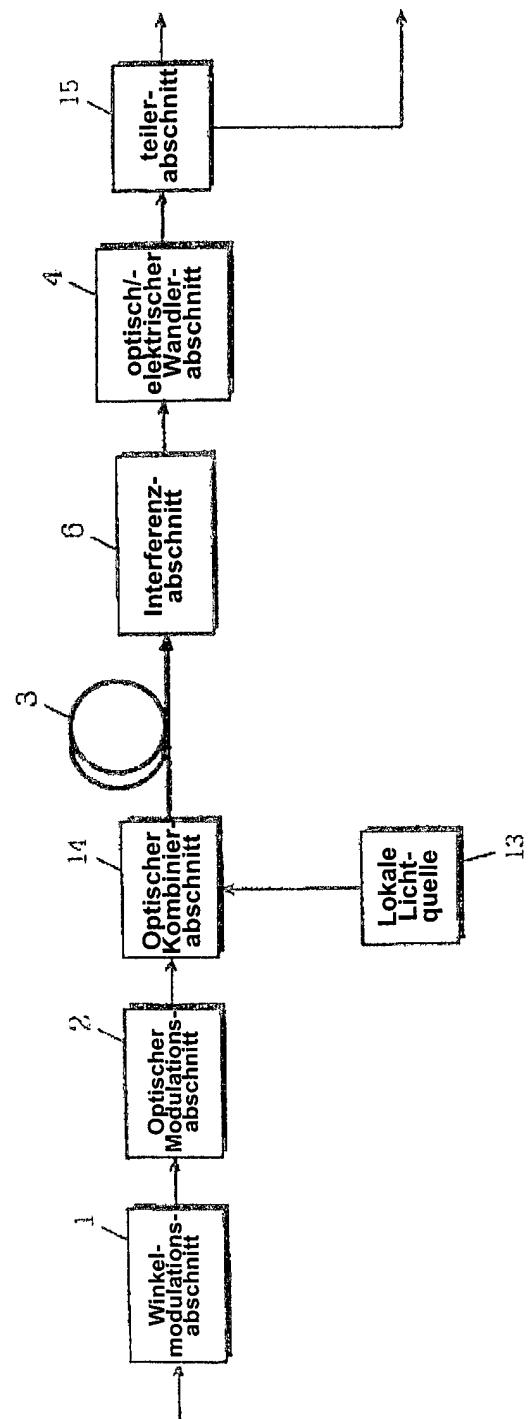
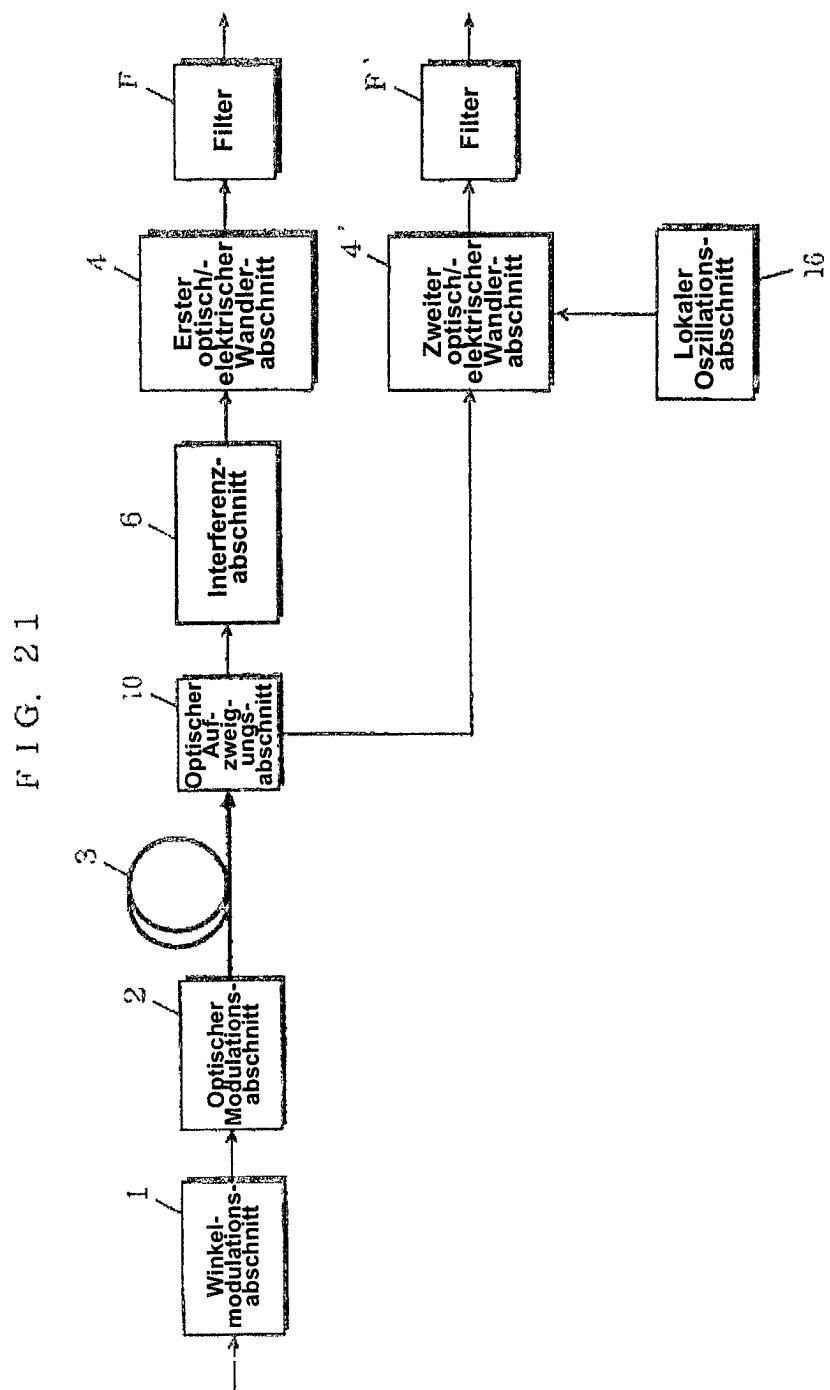
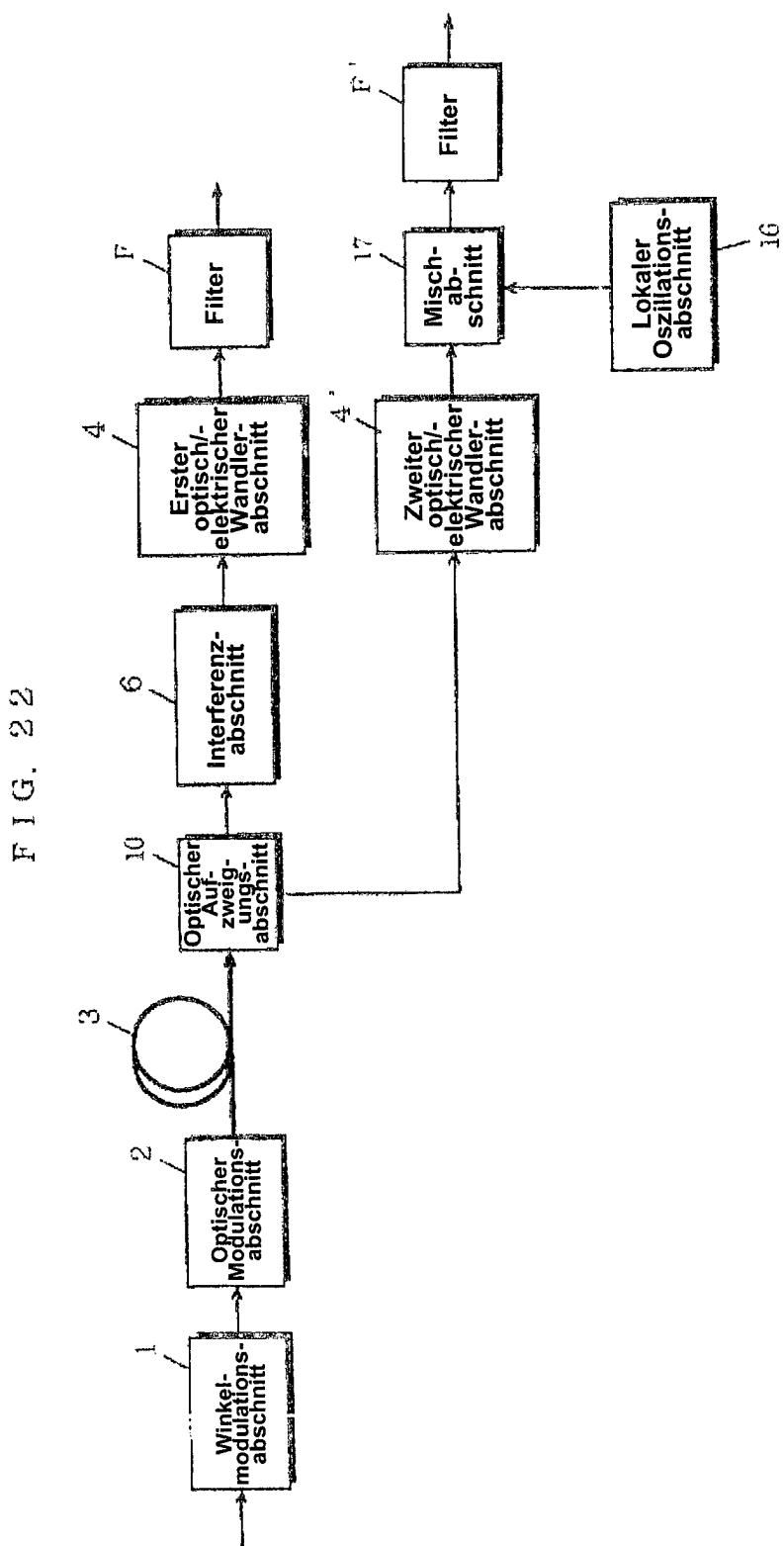


FIG. 20







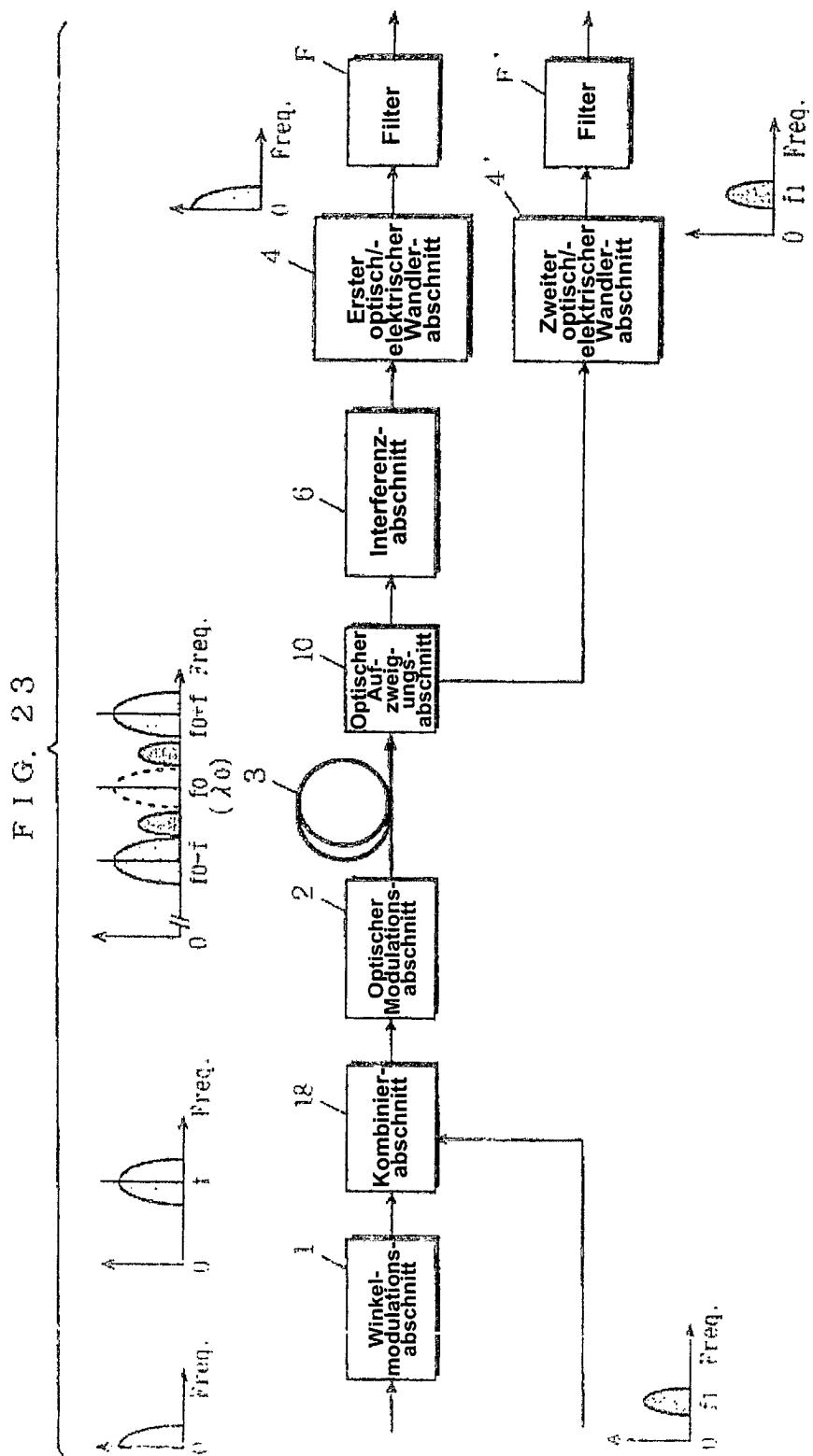


FIG. 24

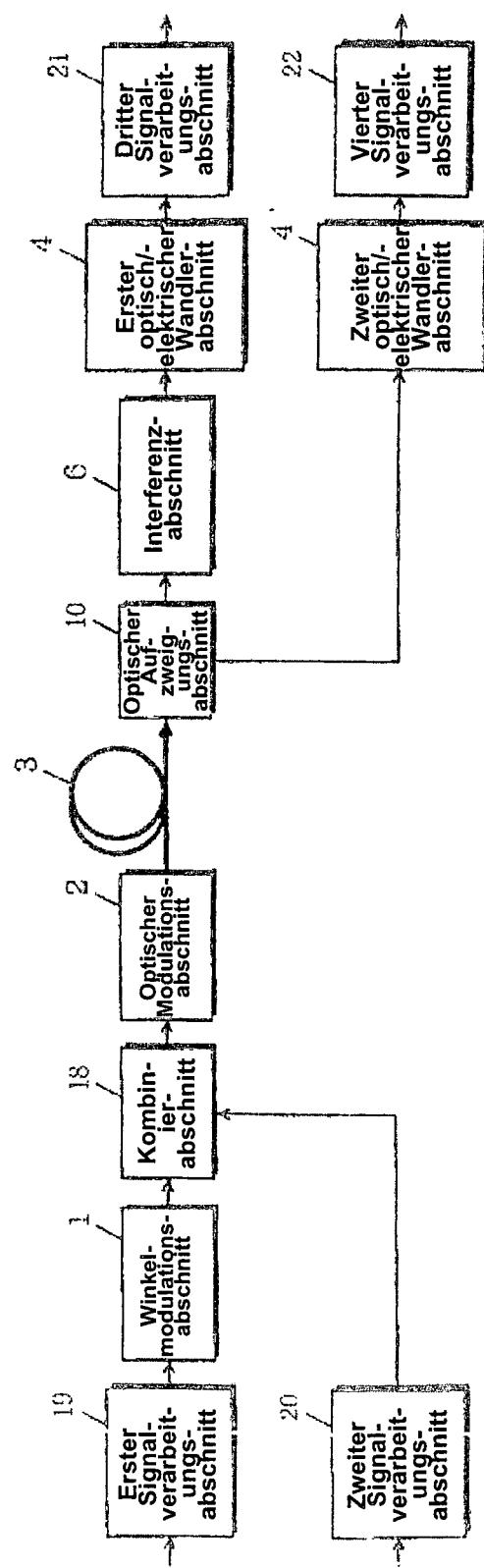


FIG. 25

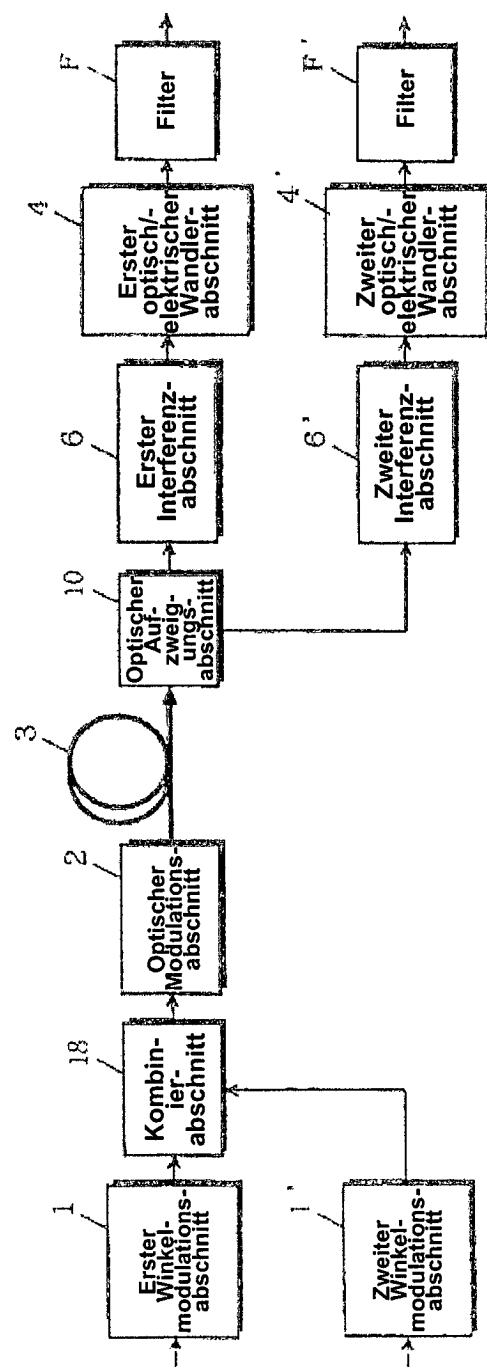


FIG. 26

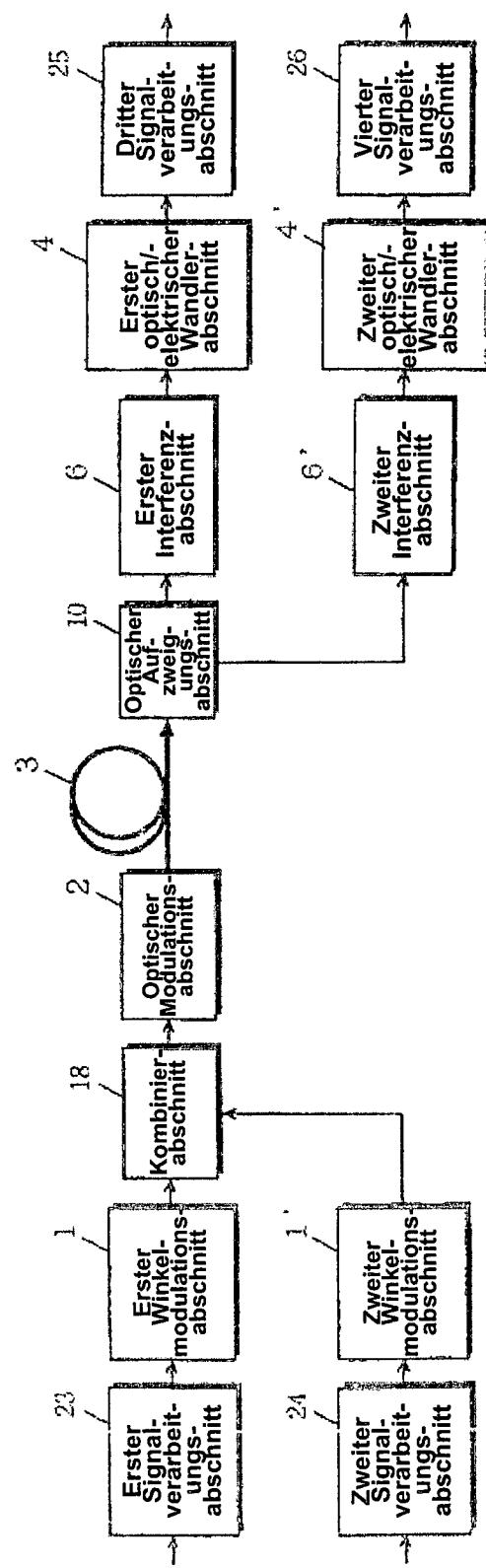


FIG. 27

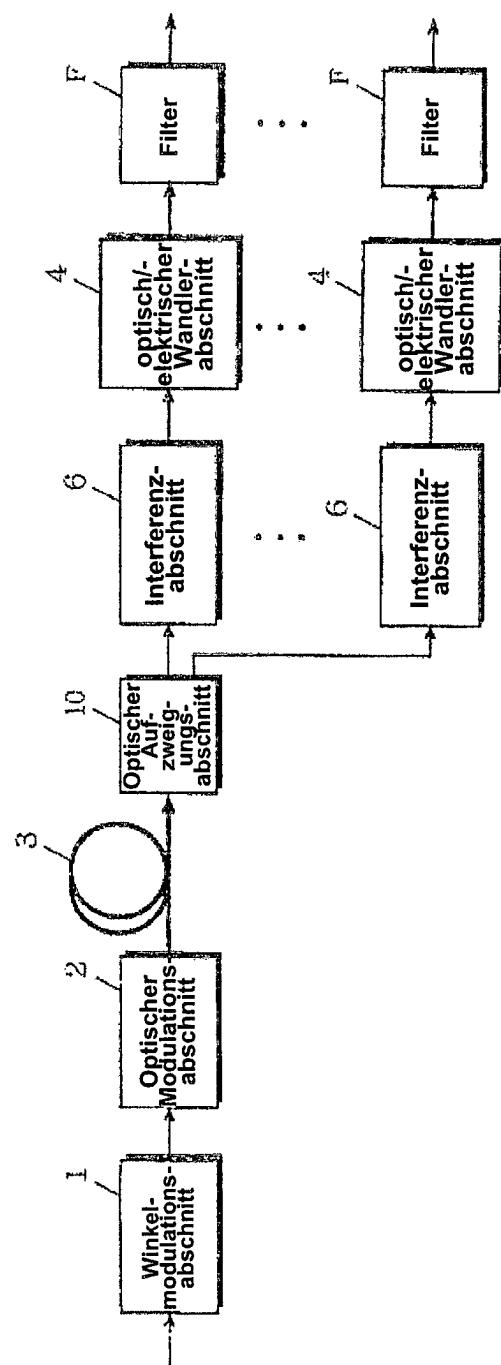


FIG. 28

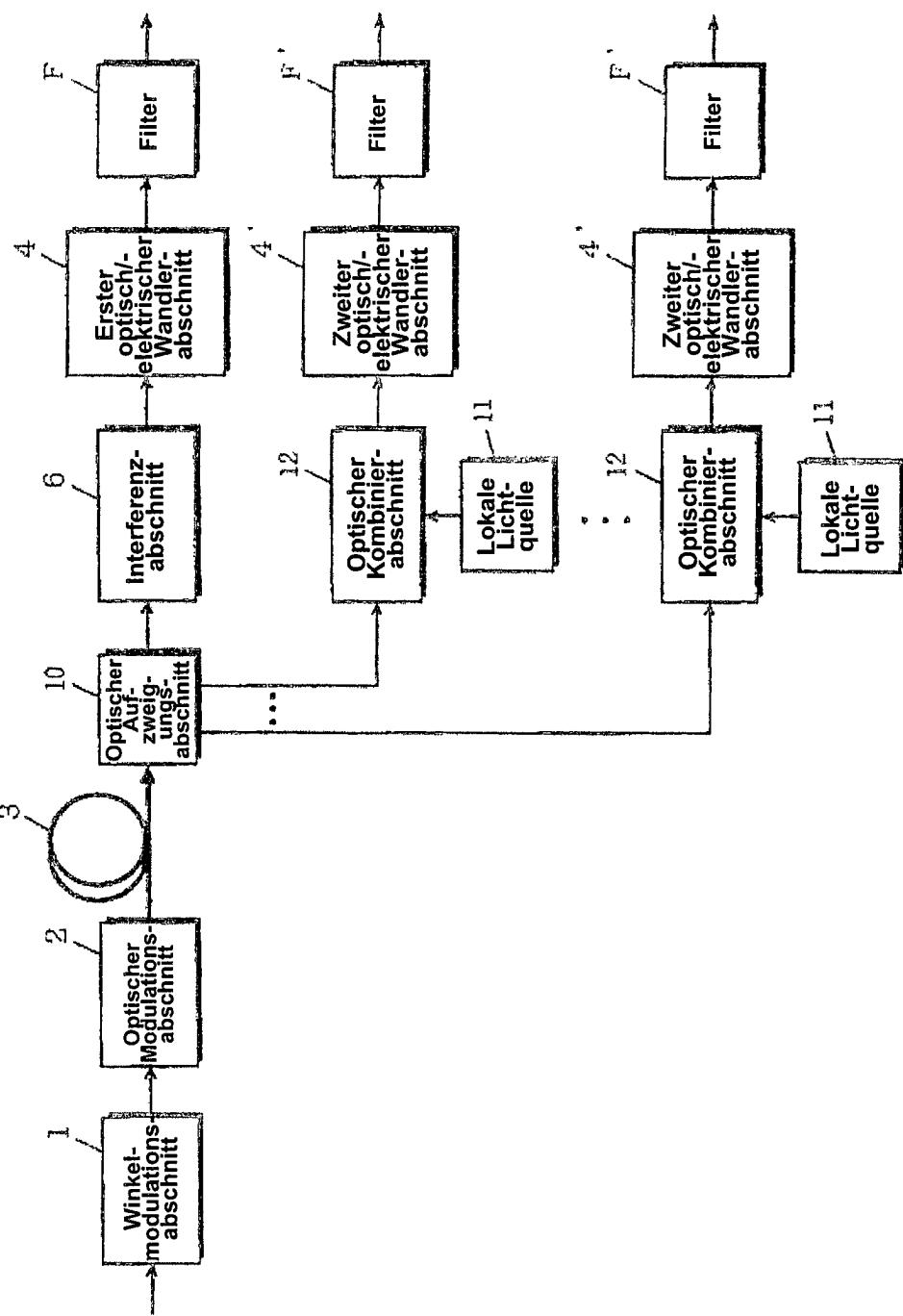


FIG. 29

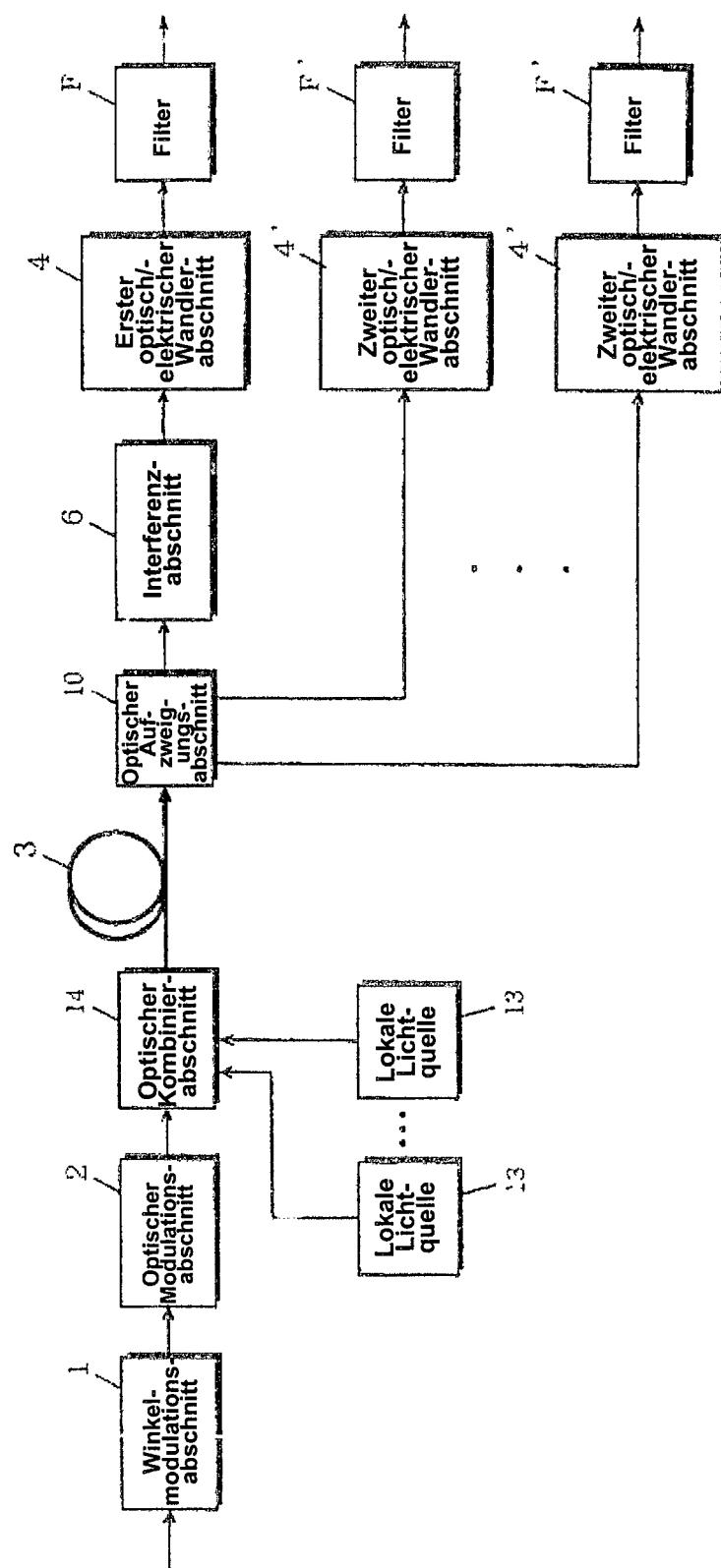
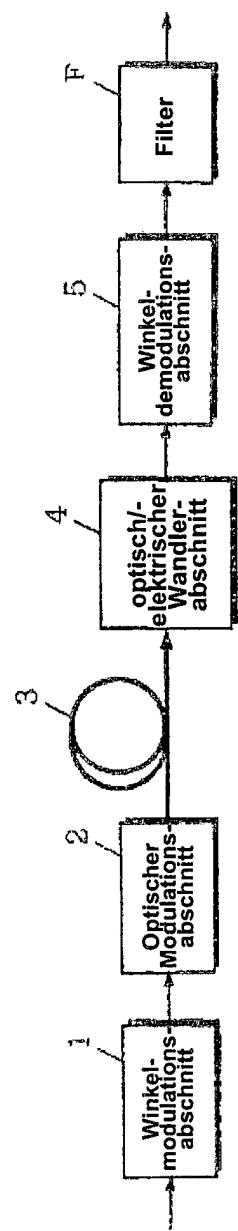


FIG. 30



F I G. 3 1

