



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 12 267 T2 2007.04.26

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 278 087 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 12 267.8

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 008 762.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 18.04.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 22.01.2003

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 14.06.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 26.04.2007

(51) Int Cl.⁸: G02B 6/42 (2006.01)
H04B 10/148 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
909364 19.07.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

(72) Erfinder:
Tan, Tun Sein, Los Altos Hills, California 94022, US; Baney, Douglas M., Los Altos, California 94024, US; Newton, Steven A., Los Altos, California 94024, US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(54) Bezeichnung: **Mehrfachempfänger für verschiedene Polarisationen mit planaren Wellenleitern und polarisierendem Strahlteiler**

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**GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet der optischen Messungen und Messsysteme, und insbesondere auf ein System zur optischen Heterodynendetektion eines optischen Signals.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Dichtes Wellenlängenteilungspulplexing (Dense wavelength division multiplexing – DMDM) erfordert optische Spektrum-Analysatoren (optical spectrum analyzers – OSAs) die eine höhere spektrale Auflösung aufweisen als typischerweise bei herkömmlichen OSAs verfügbar ist. Gitterbasierte OSAs und autokorrelation basierte OSAs stoßen auf mechanische Beschränkungen, beispielsweise Beschränkungen der Strahlgröße und des Scannen der optischen Pfandlängen, die das Ausmaß der Auflösung begrenzen, die erreicht werden kann. Als eine Alternative zu gitterbasierten und autokorrelationsbasierten OSAs können optische Heterodynendetektionssysteme verwendet werden, um DWDM-Systeme zu überwachen.

[0003] Optische Heterodynendetektionssysteme werden zur optischen Spektralanalyse eines optischen Eingangssignals verwendet. [Fig. 1](#) ist eine Darstellung eines heterodynbasierter Detektionssystems gemäß dem Stand der Technik, das einen Faserkoppler **110** umfasst, der ein Eingangssignal **102** von einer Eingangsfaser **104** mit einem überstrichenen lokalen Oszillatorsignal **106** von einer lokalen Oszillatorkorrele **105** mittels einer lokalen Oszillatorfaser **108** kombiniert. Das kombinierte optische Signal wandert auf einer Ausgangsfaser **118** und wird von einem Empfänger **112** detektiert. Eine quadratische Detektion führt zu einem Mischen der beiden kombinierten Wellen und erzeugt ein heterodynes Schwebungssignal mit einer Frequenz, die dem Frequenzunterschied zwischen den beiden kombinierten Wellen entspricht. Der Empfänger konvertiert die optische Strahlung von dem kombinierten optischen Signal in ein elektrisches Signal. Das elektrische Signal wird von einem Signalprozessor **116** verarbeitet, um eine Eigenschaft des Eingangssignals, beispielsweise die Frequenz, die Wellenlänge oder die Amplitude, zu bestimmen. Um ein Abschwächen des heterodynens Schwebungssignals zu vermeiden, ist es wichtig, daß die Polarisationszustände des Eingangssignals und des überstrichenen lokalen Oszillatorsignals abgestimmt sind. Eine Technik zum Abstimmen der Polarisationszustände des Eingangssignals und des überstrichenen lokalen Oszillatorsignals umfasst das Einstellen des Polarisationszustands des überstrichenen lokalen Oszillatorsignals mit einer Polarisationssteuerung **120**, um Veränderungen in dem Polarisationszustand des Eingangssignals zu überwachen.

Ein Nachteil der Polarisationsabstimmtechnik ist, daß ein Polarisationsüberwachungssystem erforderlich ist.

[0004] Ein Empfänger für eine Vielzahl von Polarisierungen kann in einen heterodynbasierenden OSA eingesetzt sein, um eine polarisationsunabhängige Signaldetektion zu ermöglichen. [Fig. 2](#) ist eine Darstellung eines heterodynbasierenden OSA, der einen Empfänger für eine Vielzahl von Polarisierungen aufweist. In der gesamten Beschreibung werden ähnliche Elemente mit ähnlichen Bezugszeichen bezeichnet. Der heterodynbasierende OSA umfasst eine Polarisationssteuerung **220** auf der lokalen Oszillatorkaser **208**, einen Faserkoppler **210**, einen polarisierenden Strahlteiler **224**, zwei Empfänger **212** und **214** sowie einen Prozessor **216**. Der Faserkoppler ist optisch mit dem polarisierenden Strahlteiler mittels der Ausgangsfaser verbunden. Der polarisierende Strahlteiler teilt das kombinierte optische Signal in zwei orthogonal polarisierte Strahlen, die durch jeweilige Empfänger getrennt detektiert werden. Die Leistung des lokalen Oszillatorsignals **206** wird gleich zwischen den Empfängern **212** und **214** verteilt, durch Einstellen des Polarisationszustands des lokalen Oszillatorsignals. Die orthogonal polarisierten Strahlen, die von den beiden Empfängern detektiert werden, umfassen einen Intensitätsrauschanteil und das heterodyne Schwebungssignal, wie auf dem Gebiet der optischen Heterodynenerfassung bekannt. Die Stärke des heterodynens Schwebungssignals wird wiederhergestellt durch Quadrieren und Addieren der einzelnen Signale von beiden Empfängern.

[0005] Ein optisches System gemäß der vorliegenden Anwendung, das ähnlich zu dem ist, das in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist beschrieben in US 6,256,103 B1 und in GB 2 214 381 A.

[0006] Obwohl die heterodynens Detektionssysteme der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gut funktionieren, verwenden sie beide Faserkoppler, die einige ungewünschte optische Eigenschaften aufweisen. Insbesondere Faserkoppler neigen dazu, eine nicht stabile Doppelbrechung einzubringen und ihr Ausgangskoppelverhältnis kann sich mit der Wellenlänge oder dem Polarisationszustand der optischen Eingangssignale ändern.

[0007] Als eine Alternative zu Faserkopplern verwenden andere optische Heterodynendetektionssysteme polarisierende Strahlteiler, um das Eingangssignal mit dem lokalen Oszillatorsignal zu kombinieren. Die Verwendung eines polarisierenden Strahlteilers, um ein Eingangssignal mit einem lokalen Oszillatorsignal zu kombinieren, erfordert eine genaue Ausrichtung zwischen dem Eingangssignal und dem lokalen Oszillatorsignal in dem polarisierenden Strahlteiler. Insbesondere die Eingangsfaser und die lokale Oszillatorkaser müssen genau an äußeren Flächen des polarisierenden Strahlteilers befestigt wer-

den. Die genaue Ausrichtung, die erforderlich ist, um die beiden optischen Signale mit einem polarisierenden Strahlteiler zu koppeln, macht die Herstellung dieser Systeme teuer.

[0008] In Anbetracht der Grenzen des Standes der Technik ist ein optisches Heterodynendetektionssystem wünschenswert, das eine Polarisationsunabhängigkeit und eine Intensitätsrauschunterdrückung bereitstellt und das ökonomisch herzustellen ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt ein System zur optischen Detektion gemäß Anspruch 1 bereit.

[0010] Ein System zur optischen Detektion umfasst einen optischen Koppler für planare Wellenleiter, der unmittelbar neben einem polarisierenden Strahlteiler angeordnet ist. Der optische Koppler für planare Wellenleiter kombiniert ein Eingangssignal mit einem lokalen Oszillatorsignal, und der polarisierende Strahlteiler teilt das kombinierte optische Signal in orthogonal polarisierte Strahlen. Die orthogonal polarisierten Strahlen werden von einem ersten und zweiten optischen Detektor detektiert. Der optische Koppler für planare Wellenleiter ist unmittelbar neben dem polarisierenden Strahlteiler angeordnet, wenn keine optischen Fasern oder Linsen benötigt werden, um die optischen Signale von dem optischen Koppler für planare Wellenleiter zu dem polarisierenden Strahlteiler zu übertragen. In einer Ausführungsform steht der optische Koppler für planare Wellenleiter in Kontakt mit dem polarisierenden Strahlteiler, in einer anderen Ausführungsform ist der optische Koppler für planare Wellenleiter an dem polarisierenden Strahlteiler befestigt und in einer weiteren Ausführungsform sind der optische Koppler für planare Wellenleiter und der polarisierende Strahlteiler an gegenüberliegenden Flächen eines Polarisationsdrehers angeordnet. Das Anordnen des planaren Wellenleiters unmittelbar neben dem polarisierenden Strahlteiler verringert die Doppelbrechungs- und Ausrichtprobleme, die mit den Systemen gemäß dem Stand der Technik verbunden sind. Größere Ausrichttoleranzen ermöglichen es, daß die optischen Detektionssysteme effizienter hergestellt werden.

[0011] Das System gemäß der Erfindung umfasst ferner einen Polarisationsdreher, der zwischen dem optischen Koppler für planare Wellenleiter und dem polarisierenden Strahlteiler angeordnet ist.

[0012] Eine Ausführungsform eines Systems zur optischen Heterodynendetektion umfasst einen optischen Koppler für planare Wellenleiter, einen polarisierenden Strahlteiler sowie einen ersten und einen zweiten optischen Detektor. Der optische Koppler für planare Wellenleiter kombiniert ein Eingangssignal und ein lokales Oszillatorsignal zu einem kombinier-

ten optischen Signal, wobei der optische Koppler für planare Wellenleiter einen ersten Ausgang aufweist, um einen ersten Strahl des kombinierten optischen Signals auszugeben. Der polarisierende Strahlteiler ist unmittelbar neben dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter angeordnet und teilt einen Strahl abhängig von seinem Polarisationszustand. Der polarisierende Strahlteiler ist optisch mit dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter verbunden, um den ersten Strahl zu empfangen. Der polarisierende Strahlteiler gibt zwei polarisierte Teile des ersten Strahls aus. Der erste und der zweite optische Detektor sind optisch verbunden, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls zu erfassen. Der erste und der zweite optische Detektor erzeugen elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls.

[0013] In einer Ausführungsform ist der polarisierende Strahlteiler in Kontakt mit dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform ist der polarisierende Strahlteiler an dem optischen Koppler für planare Wellenleiter befestigt.

[0015] In einer Ausführungsform ist der polarisierende Strahlteiler ein Walk-Off-Kristall.

[0016] In einer Ausführungsform des Systems umfasst der optische Koppler für planare Wellenleiter einen zweiten Ausgang, um einen zweiten Strahl des kombinierten optischen Signals auszugeben, und der polarisierende Strahlteiler ist optisch mit dem zweiten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter verbunden, um den zweiten Strahl zu empfangen. Der polarisierende Strahlteiler gibt zwei polarisierte Teile des zweiten Strahls aus. Das System umfasst ferner einen dritten und einen vierten optischen Detektor, die optisch verbunden sind, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls zu erfassen, wobei der dritte und vierte optische Detektor elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls erzeugen.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform umfasst das System einen Prozessor zum Empfang der elektrischen Signale von den optischen Detektoren und zum Erzeugen eines Ausgangssignals, das für einen optischen Parameter des Eingangssignals kennzeichnend ist, wobei der Prozessor ein heterodynes Schwebungssignal überwacht, das eine Komponente des kombinierten optischen Signals ist.

[0018] In dem optischen System, das oben beschrieben ist, wenn das lokale Oszillatorsignal über einen Frequenzbereich streicht, kann das optische Detektionssystem als ein optischer Spektrum-Analy-

sator dienen. Ein System zur optischen Spektralanalyse umfasst einen optischen Koppler für planare Wellenleiter, einen polarisierenden Strahlteiler sowie einen ersten und einen zweiten optischen Detektor. Der optische Koppler für planare Wellenleiter kombiniert ein Eingangssignal und ein überstrichenes lokales Oszillatorsignal zu einem kombinierten optischen Signal, wobei der optische Koppler für planare Wellenleiter einen ersten Ausgang aufweist, um einen ersten Strahl des kombinierten optischen Signals auszugeben. Der polarisierende Strahlteiler ist unmittelbar neben dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter angeordnet und teilt einen Strahl abhängig von seinem Polarisationszustand. Der polarisierende Strahlteiler ist optisch mit dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter verbunden, um den ersten Strahl zu empfangen. Der polarisierende Strahlteiler gibt zwei polarisierte Teile des ersten Strahls aus. Der erste und der zweite optische Detektor sind optisch verbunden, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls zu detektieren. Der erste und der zweite optische Detektor erzeugen elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls.

[0019] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist der polarisierende Strahlteiler in Kontakt mit dem ersten Ausgang des ersten optischen Kopplers für planare Wellenleiter.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist der polarisierende Strahlteiler an dem optischen Koppler für planare Wellenleiter befestigt. In einer Ausführungsform ist der polarisierende Strahlteiler an den optischen Koppler für planare Wellenleiter geklebt.

[0021] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist der polarisierende Strahlteiler ein Walk-Off-Kristall.

[0022] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators umfasst der optische Koppler für planare Wellenleiter einen zweiten Ausgang, um einen zweiten Strahl des kombinierten optischen Signals auszugeben, und der polarisierende Strahlteiler ist optisch mit dem zweiten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter verbunden, um den zweiten Strahl zu empfangen, wobei der polarisierende Strahlteiler zwei polarisierte Teile des zweiten Strahls ausgibt. Das System umfasst ferner einen dritten und einen vierten optischen Detektor, die optisch verbunden sind, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls zu erfassen. Der dritte und der vierte optische Detektor erzeugen elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls. Eine Ausführungsform umfasst ferner einen Prozessor zum Empfang der elektrischen Signale von den optischen

Detektoren und zum Erzeugen eines Ausgangssignals, das für einen optischen Parameter des Eingangssignals kennzeichnend ist, wobei der Prozessor ein heterodynnes Schwebungssignal überwacht, das eine Komponente des kombinierten optischen Signals ist. Eine weitere Ausführungsform umfasst einen Faserhalter, mit dem die erste, zweite, dritte und vierte Faser mit den Ausgangspunkten der polarisierten Teile des ersten und des zweiten Strahls ausgerichtet ist.

[0023] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist eine Linse zwischen dem polarisierenden Strahlteiler und dem ersten und zweiten optischen Detektor angeordnet, um die beiden polarisierten Teile des ersten Strahls in eine erste und eine zweite optische Faser zu richten, die optisch mit dem ersten und dem zweiten optischen Detektor verbunden sind.

[0024] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist ein abstimmbarer Laser optisch mit dem optischen Koppler für planare Wellenleiter verbunden, um ein überstrichenes lokales Oszillatorsignal zu erzeugen.

[0025] In einer Ausführungsform ist ein Polarisationsdreher zwischen dem optischen Koppler für planare Wellenleiter und dem polarisierenden Strahlteiler angeordnet.

[0026] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist ein Dämpfungsglied geschlossen, um das Eingangssignal zu dämpfen, bevor das Eingangssignal den optischen Koppler für planare Wellenleiter erreicht.

[0027] In einer Ausführungsform des optischen Spektrum-Analysators ist ein abstimmbarer optischer Filter angeschlossen, um das Eingangssignal zu dämpfen, bevor das Eingangssignal den optischen Koppler für planare Wellenleiter erreicht.

[0028] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Figuren augenscheinlich, die beispielhaft die Prinzipien der Erfindung darstellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0029] [Fig. 1](#) ist eine Darstellung eines optischen Heterodynendetektionssystems gemäß dem Stand der Technik.

[0030] [Fig. 2](#) ist eine Darstellung eines optischen Heterodynendetektionssystems, das einen Empfänger für eine Vielzahl von Polarisationen aufweist, gemäß dem Stand der Technik.

[0031] [Fig. 3](#) ist eine Darstellung eines heterodynisierten OSA mit einem optischen Koppler für planare Wellenleiter und einem benachbarten polarisierenden Strahlteiler in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der Erfindung.

[0032] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht des optischen Kopplers für planare Wellenleiter und des benachbarten polarisierenden Strahlteilers, die in [Fig. 3](#) dargestellt sind.

[0033] [Fig. 5](#) ist eine Vorderansicht eines Quadrantempfängers, der verwendet wird, um die optischen Ausgangssignale von dem System zu detektieren, das in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0034] [Fig. 6](#) ist eine grafische Darstellung der Signalverarbeitung, die an den elektrischen Signalen vorgenommen wird, die von dem Quadrantempfänger der [Fig. 5](#) erzeugt werden.

[0035] [Fig. 7](#) ist eine Darstellung eines heterodynisierten OSA mit einem optischen Koppler für planare Wellenleiter, einem polarisierenden Strahlteiler und einem Polarisationsdreher, der zwischen dem optischen Koppler für planare Wellenleiter und dem polarisierenden Strahlteiler in Übereinstimmung mit einer Ausführungsform der Erfindung angeordnet ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0036] Eine Ausführungsform der Erfindung umfasst einen optischen Spektrum-Analysator, bei dem ein optischer Koppler für planare Wellenleiter unmittelbar neben einem polarisierenden Strahlteiler angeordnet ist. Der optische Koppler für planare Wellenleiter kombiniert ein Eingangssignal mit einem überstrichenen lokalen Oszillatorsignal, und der polarisierende Strahlteiler teilt das kombinierte optische Signal in zwei orthogonal polarisierte Strahlen.

[0037] [Fig. 3](#) ist eine Darstellung eines heterodynisierten optischen Spektrum-Analysators, bei dem ein optischer Koppler für planare Wellenleiter unmittelbar neben einem polarisierenden Strahlteiler angeordnet ist. Der optische Spektrum-Analysator umfasst eine Signalfaser **304**, eine lokale Oszillatorkette **305**, eine lokale Oszillatorfaser **308**, einen optischen Koppler **310** für planare Wellenleiter, einen polarisierenden Strahlteiler **324**, eine Linse **326**, einen Faserhalter **328**, einen Heterodynemempfänger **312** und einen Prozessor **316**. Es sollte festgestellt werden, daß in der gesamten Beschreibung ähnliche Bezugszeichen verwendet werden, um ähnliche Elemente zu identifizieren. Ferner ist der Ausdruck „optisch“ nicht auf das sichtbare Spektrum begrenzt, sondern umfasst andere Lichtspektren, wie z. B. das infrarote Spektrum.

[0038] Die Signalfaser **304** trägt ein Eingangssignal, das von dem System detektiert werden soll. In einer Ausführungsform ist die Signalfaser eine optische Einzelmodusfaser, wie im Stand der Technik bekannt, obwohl andere optische Wellenleiter verwendet werden können. Obwohl Wellenleiter beschrieben sind, können optische Signale ferner durch freien Raum in das System geleitet werden oder in dem System übertragen werden.

[0039] Das Eingangssignal **302** umfasst optische Signale, die von herkömmlichen Vorrichtungen erzeugt werden, wie auf dem Gebiet der optischen Kommunikationssysteme bekannt ist. Beispielsweise kann das Eingangssignal von einem einzelnen Laser oder mehreren Lasern erzeugt werden und kann aus einer einzigen Wellenlänge oder mehreren Wellenlängen bestehen, wie auf dem Gebiet des Wellenlängenteilungsmultiplexen bekannt ist. Zusätzlich zu der Wellenlängeneigenschaft weist das Eingangssignal ebenso einen Polarisationszustand auf, der zu jedem Zeitpunkt definiert werden kann. Obwohl der Polarisationszustand des Eingangssignals zu jedem Zeitpunkt definiert werden kann, kann sich der Polarisationszustand des Eingangssignals während der Signalübertragung ändern.

[0040] In einer Ausführungsform weist das Eingangssignal **302** unbekannte optische Eigenschaften auf, die von dem optischen Spektrum-Analysator gemessen werden. Das Eingangssignal kann alternativ ein optisches Signal sein, das mit bekannten optischen Eigenschaften eingeleitet wird, wobei in diesem Fall der optische Spektrum-Analysator zur optischen Netzwerkanalyse verwendet werden kann. In einer Ausführungsform kann ein bekanntes Eingangssignal ein verzögter Teil des lokalen Oszillatorsignals sein. Wenn der optische Spektrum-Analysator zur optischen Netzwerk- oder Komponentenanalyse verwendet wird, können die Eigenschaften eines Netzwerks oder einer einzelnen Komponente bestimmt werden, durch Einleiten eines bekannten Eingangssignals in das Netzwerk oder in die einzelne Komponente, und folgendem Messen der Reaktion des bekannten Signals.

[0041] Die lokale Oszillatorkette **305** erzeugt ein lokales Oszillatorsignal. In einer Ausführungsform ist die lokale Oszillatorkette ein hochgradig kohärenter, abstimmbarer Breitbandlaser, der über einen Wellenlängenbereich von einem Nanometer oder mehr abstimmbar ist. Während der optischen Spektralanalyse erzeugt die lokale Oszillatorkette ein hochgradig kohärentes, lokales Oszillatorsignal, das einen Bereich von Frequenzen oder Wellenlängen überstreicht, um das Eingangssignal über den Bereich von Frequenzen oder Wellenlängen zu detektieren. Die lokale Oszillatorfaser **308** ist eine optische Faser, wie z. B. eine optische Faser, die die Polarisierung erhält, wobei diese das lokale Oszillatorsignal **306** zu

dem optischen Koppler **310** für planare Wellenleiter trägt. Weitere optische Wellenleiter können oder eine Übertragung durch freien Raum kann anstelle der optischen Faser, die die Polarisation erhält, verwendet werden. Eine optische Detektion kann alternativ ohne ein Überstreichen des lokalen Oszillatorsignals erreicht werden.

[0042] Der Koppler **310** für planare Wellenleiter kombiniert das Eingangssignal **302** und das überstrichene lokale Oszillatorsignal **306** zu einem kombinierten optischen Signal. Zwei Teile des kombinierten optischen Signals werden aus dem optischen Koppler für planare Wellenleiter an einer Ausgangsfläche **332** ausgegeben. Obwohl der optische Koppler für planare Wellenleiter, der in [Fig. 3](#) dargestellt ist, zwei Ausgänge aufweist, kann ein optischer Koppler für planare Wellenleiter mit einem oder mehreren Ausgängen verwendet werden, um einen Teil des kombinierten optischen Signals zu dem Heterodynempfänger **312** zu übertragen.

[0043] Der polarisierende Strahlteiler **324** ist unmittelbar neben der Ausgangsfläche **332** des optischen Koppplers **310** für planare Wellenleiter angeordnet. Der polarisierende Strahlteiler empfängt die beiden Strahlen des kombinierten optischen Signals direkt von dem optischen Koppler für planare Wellenleiter. In dieser Schrift sind zwei optische Elemente „unmittelbar nebeneinander“, wenn keine optischen Elemente, wie beispielsweise Fasern, Linsen oder Spiegel, notwendig sind, um die optischen Signale von einem Element zu dem anderen zu übertragen. In einer Ausführungsform sind der optische Koppler für planare Wellenleiter und der polarisierende Strahlteiler unmittelbar nebeneinander angeordnet, wenn keine optischen Fasern oder Linsen notwendig sind, um die optische Verbindung herzustellen. In einer Ausführungsform sind der optische Koppler für planare Wellenleiter und der polarisierende Strahlteiler unmittelbar nebeneinander angeordnet, wenn eine Eingangsfläche **334** des polarisierenden Strahlteilers in Kontakt mit der Ausgangsfläche des optischen Koppplers **310** für planare Wellenleiter ist. In einer weiteren Ausführungsform sind der optische Koppler für planare Wellenleiter und der polarisierende Strahlteiler unmittelbar nebeneinander angeordnet, wenn der polarisierende Strahlteiler an dem optischen Koppler für planare Wellenleiter befestigt ist. In einer Ausführungsform umfasst das Befestigen des optischen Koppplers für planare Wellenleiter an dem polarisierenden Strahlteiler das Einstellen der Orientierung des polarisierenden Strahlteilers, um vier gleichmäßig beabstandete Ausgangsstrahlen zu erzeugen, und nachfolgend das Kleben der beiden Komponenten aneinander mit Hilfe eines Klebematerials, wie z. B. Epoxymaterial. Der polarisierende Strahlteiler **324** teilt den optischen Eingangsstrahl in zwei polarisierte Strahlen. Der polarisierende Strahlteiler kann beispielsweise einen Doppelbrechungskristall aufwei-

sen, der ein Polarisations-Walk-Off bereitstellt, wie beispielsweise ein Rutil-Walk-Off-Kristall. Wie weiter unten beschrieben werden wird, teilt der polarisierende Strahlteiler jeden der kombinierten optischen Signalstrahlen in zwei Strahlen mit verschiedenen Polarisationszuständen. Bevorzugt teilt der polarisierende Strahlteiler jeden der Eingangsstrahlen in zwei linear polarisierte Komponenten, die senkrecht zueinander stehende Polarisationsrichtungen aufweisen. Obwohl der polarisierende Strahlteiler als eine einzelne Vorrichtung beschrieben ist, kann der polarisierende Strahlteiler mehrere Strahlteiler in Konfigurationen aufweisen, die die Aufgabe des Teilens eines Eingangsstrahls abhängig von der Strahlpolarisation erfüllen.

[0044] Da der optische Koppler **310** für planare Wellenleiter unmittelbar neben dem polarisierenden Strahlteiler **324** angeordnet ist, werden die Doppelbrechungsprobleme der Faserkoppler und die Ausrichtprobleme des polarisierenden Strahlteilers vermieden. Ferner ermöglichen die großen Ausrichttoleranzen, die durch die Anordnung des polarisierenden Strahlteilers unmittelbar neben dem optischen Koppler für planare Wellenleiter ermöglicht werden, die Verwendung von kostengünstigen Herstellungsverfahren.

[0045] [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht des optischen Koppplers **410** für planare Wellenleiter und des polarisierenden Strahlteiles **424**, die in [Fig. 3](#) gezeigt sind. [Fig. 4](#) zeigt, wie die beiden Strahlen des kombinierten optischen Signals in zwei verschiedenen polarisierten Strahlen geteilt werden. Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, folgen die unteren Strahlen **440** einem „normalen“ Pfad und werden als normale Strahlen bezeichnet. Die oberen Strahlen **442** folgen einem „unnormalen“ Pfad und werden als unnormale Strahlen bezeichnet.

[0046] In einer Ausführungsform wird die Polarisierung des lokalen Oszillatorsignals gesteuert, so daß die Leistung des lokalen Oszillatorsignals ungefähr gleichmäßig auf die vier Photodetektoren des optischen Empfängers **312** verteilt wird.

[0047] Unter erneutem Bezug auf die [Fig. 3](#) werden vier Strahlen aus dem polarisierenden Strahlteiler **324** ausgegeben. In der Ausführungsform der [Fig. 3](#) werden die vier Strahlen an eine Linse ausgegeben, wie z. B. eine Linse mit steigendem Brechungsindex (gradient index lens – GRIN lens), die Licht gemäß Änderungen ihres Brechungsindex bricht. Die Linse fokussiert die vier Strahlen und richtet jeden der vier Strahlen in eine einzige von vier optischen Fasern **336**, die an ihrem Ort durch einen zwei-mal-zwei-Faserhalter **328** gehalten werden. Die vier optischen Fasern führen die vier getrennten Ausgangsstrahlen zu dem optischen Empfänger. In der Ausführungsform der [Fig. 3](#) ist der zwei-mal-zwei-Faserhalter von

der Größe her so ausgelegt, daß er die Fasern an den Ausgangspunkten der vier Strahlen aus dem polarisierenden Strahlteiler **324** ausrichtet. In einer alternativen Ausführungsform ist die Länge des polarisierenden Strahlteilers so gewählt, daß der Abstand zwischen den vier Ausgangsstrahlen mit dem Abstand der Fasern in dem Faserhalter übereinstimmt.

[0048] Der optische Empfänger **312** umfasst vier unabhängige Photodetektoren **344**, **346**, **348** und **350**, die ausgerichtet sind, um getrennt die vier polarisierten Strahlen zu detektieren, die aus dem polarisierenden Strahlteiler **324** ausgegeben werden. In einer Ausführungsform sind die vier unabhängigen Photodetektoren mit den vier optischen Fasern **336** gekoppelt oder mittels „Pigtail“ verbunden. Die vier unabhängigen Photodetektoren können aus Packungsgründen in einem einzigen Quadrantempfänger kombiniert werden, alternativ könnten die vier unabhängigen Photodetektoren jedoch beispielsweise vier Photodetektoren sein, die physikalisch getrennt sind. Obwohl dies nicht dargestellt ist, kann der Empfänger Signalverstärker und -filter aufweisen, wie im Stand der Technik bekannt ist.

[0049] [Fig. 5](#) ist eine Vorderansicht einer Ausführungsform eines Quadrantempfängers, der vier Photodetektoren **544**, **546**, **548**, **550** umfasst. Wie in [Fig. 5](#) dargestellt, sind die beiden linken Photodetektoren **544** und **546** des Empfängers teilweise durch „1“ bezeichnet, was dem Strahl (Strahl 1) entspricht, der einer der beiden Strahlen ist, die aus dem optischen Koppler **310** für planare Wellenleiter ausgegeben werden. Die beiden rechten Photodetektoren **548** und **550** sind teilweise durch die Zahl „2“ bezeichnet, was dem Strahl (Strahl 2) entspricht, der der andere der beiden Strahlen ist, die aus dem optischen Koppler ausgegeben werden. Die beiden unteren Photodetektoren **544** und **548** sind teilweise durch den Buchstaben „o“ bezeichnet, was den normalen Strahlen entspricht, die aus dem polarisierenden Strahlteiler austreten. Die beiden oberen Photodetektoren **546** und **550** werden teilweise durch den Buchstaben „e“ bezeichnet, was den unnormalen Strahlen entspricht, die aus dem polarisierenden Strahlteiler austreten. Gemäß dieser Konvention werden die Strahlen und die jeweiligen Photodetektoren bezeichnet mit „1o“, „1e“, „2o“ und „2e“.

[0050] Unter erneutem Bezug auf [Fig. 3](#) werden die elektrischen Signale, die von jedem der vier Photodetektoren in dem optischen Empfänger **312** erzeugt werden, einzeln dem Prozessor **316** zur Verfügung gestellt. Die vier Verbindungen zwischen dem optischen Empfänger und dem Prozessor sind in [Fig. 3](#) durch vier Linien **352** dargestellt.

[0051] Der Prozessor **316** umfasst einen Multifunktionsprozessor, der die elektrischen Signale von dem Heterodynempfänger **312** empfängt und das hetero-

dyne Schwebungssignal von dem Heterodynempfänger isoliert, um ein Ausgangssignal zu erzeugen, das kennzeichnend für einen optischen Parameter ist, wie beispielsweise die optische Frequenz, die Wellenlänge oder die Amplitude des Eingangssignals **302**. Der Prozessor kann einen analogen Signalverarbeitungsschaltkreis und/oder einen digitalen Signalverarbeitungsschaltkreis aufweisen, wie auf dem Gebiet der elektrischen Signalverarbeitung bekannt ist. In einer Ausführungsform wird ein analoges Signal von dem Empfänger in ein digitales Signal konvertiert, und das digitale Signal wird folgend verarbeitet, um ein Ausgangssignal zu erzeugen.

[0052] Der Betrieb des Systems, das unter Bezug auf die [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) beschrieben ist, umfasst das Kombinieren eines Eingangssignals und eines überstrichenen lokalen Oszillatorsignals in dem optischen Koppler **310** für planare Wellenleiter. Das kombinierte optische Signal wird dann in zwei Strahlen geteilt, die jeweils einen Teil des Eingangssignals und des lokalen Oszillatorsignals aufweisen. Die beiden Strahlen treten aus dem optischen Koppler für planare Wellenleiter aus und sofort in den benachbarten polarisierenden Strahlteiler **324** ein. Jeder der beiden Strahlen, die das kombinierte optische Signal enthalten, wird dann durch den polarisierenden Strahlteiler in zwei polarisierte Strahlen mit orthogonalen Polarisationszuständen geteilt. Die vier polarisierten Strahlen treten aus dem polarisierenden Strahlteiler aus und in die Linse **326** ein. Die Linse fokussiert die polarisierten Strahlen und richtet die Strahlen in die strahlspezifischen Fasern **336**. Die vier strahlspezifischen Fasern richten die vier polarisierten Strahlen auf den optischen Empfänger **312**, und jeder der vier Photodetektoren in dem Empfänger erzeugt elektrische Signale proportional zu der Intensität der optischen Strahlen, die detektiert werden. Die elektrischen Signale, die von den vier Photodetektoren erzeugt werden, werden dann von dem Prozessor **316** empfangen und auf eine Weise verarbeitet, die den heterodyn Teil des kombinierten optischen Signals isoliert und maximiert. Das Verarbeiten der elektrischen Signale umfasst das Bereitstellen einer Intensitätsrauschunterdrückung und Polarisationsvielfalt. Wie weiter unten beschrieben ist, kann das System einen anfänglichen Kalibriervorgang erfordern, um genaue Ergebnisse bereitzustellen.

[0053] [Fig. 6](#) ist eine grafische Beispieldarstellung, wie die elektrischen Signale, die von den vier Photodetektoren **644**, **646**, **648** und **650** eines Quadrantempfängers erzeugt werden, verarbeitet werden, um die Intensitätsrauschunterdrückung und die Polarisationsvielfalt zu erhalten. Wie oben beschrieben, umfasst die Signalverarbeitung bevorzugt eine digitale Signalverarbeitung, obwohl dies nicht wesentlich ist. Anfangs werden Signalsubtraktionen zwischen dem „1o“-Signal und dem „2o“-Signal wie auch zwischen dem „1e“-Signal und dem „2e“-Signal ausgeführt. Die

Subtraktionsfunktionen sind jeweils durch die Subtraktionseinheiten **654** und **656** dargestellt. Die Subtraktionsfunktionen werden ausgeführt, um eine Intensitätsrauschunterdrückung bereitzustellen, durch Auslöschen der Intensitätsrauschanteile der optischen Signale, die von jedem Photodetektor empfangen werden. Die Subtraktionsfunktionen löschen das Intensitätsrauschen aus, weil das Intensitätsrauschen in jedem Signal gleich ist. Das heißt, die Amplituden der „*1e*“- und „*2e*“-Signale fluktuieren auf synchronisierte Weise und mit demselben Prozentsatz relativ zueinander, und die „*1o*“- und „*2o*“-Signale fluktuieren auf synchronisierte Weise und mit demselben Prozentsatz relativ zueinander.

[0054] Eine zusätzliche Signalverarbeitung wird an den subtrahierten Signalen ausgeführt, um die Polarisationsvielfalt bereitzustellen. Da die kombinierten optischen Signalstrahlen in orthogonale Polarisationszustände geteilt werden, ist einer der Strahlen proportional zu $\cos \theta$ und der andere Strahl ist proportional zu $\sin \theta$, wobei θ der Winkel der Polarisation des Eingangssignals relativ zu der normalen Achse des Polarisators ist. In dem Beispiel der [Fig. 6](#) umfassen die elektrischen Signale, die von den normalen Strahlteilen erzeugt werden, einen $\cos \theta$ -Term, und die elektrischen Signale, die von den unnormalen Strahlteilen erzeugt werden, umfassen einen $\sin \theta$ -Term. Der $\cos \theta$ -Term wird quadriert, wie durch die Quadriereinheit **658** dargestellt, und der $\sin \theta$ -Term wird quadriert, wie durch die Quadriereinheit **660** dargestellt. Die Quadriereinheiten erzeugen Ausgangssignale, die proportional zu dem Quadrat der Eingangssignale sind. Die Ausgangssignale der Quadriereinheiten sind jeweils mit Tiefpassfiltereinheiten **664** und **668** verbunden. Die Tiefpassfiltereinheiten stellen ein Tiefpassfiltern der quadrierten Ausgangssignale bereit. Die Ausgangssignale der Tiefpassfiltereinheiten sind jeweils mit einem Eingabeterminal einer Addiereinheit, mit **670** bezeichnet, verbunden, die ein Auslesesignal erzeugt, das proportional zu der Summe der Signale von den Tiefpassfiltereinheiten ist. Das Quadrieren des $\cos \theta$ -Terms und des $\sin \theta$ -Terms, das Tiefpassfiltern der Terme und das folgende Addieren des quadrierten und gefilterten $\cos \theta$ -Terms zu dem quadrierten und gefilterten $\sin \theta$ -Term stellt ein Ergebnis bereit, das unabhängig von dem Polarisationswinkel (θ) des Eingangssignals ist und somit eine Polarisationsvielfalt aufweist. Es sollte verstanden werden, daß bei einem digitalen System die Subtraktions-, Quadrier-, Tiefpassfilter- und Addiereinheiten in einem Multifunktionsprozessor gebildet sein können.

[0055] Die Kombination aus dem optischen Koppler **310** für planare Wellenleiter, dem polarisierenden Strahlteiler **324**, dem optischen Empfänger **312**, dem Prozessor **316** und den Signalverarbeitungseinheiten **654**, **656**, **658**, **660**, **664**, **668** und **670** bildet ein System, das gegenüber dem Polarisationszustand des

Eingangssignals unabhängig ist und das das Intensitätsrauschen der Teilstrahlen unterdrückt, die von den vier Photodetektoren detektiert werden. In einer Ausführungsform wird ein Schalter **364** verwendet, um wahlweise die Übertragung des Eingangssignals zu blockieren, um das System zu kalibrieren. Beispielsweise kann, während das Eingangssignal abgeschaltet ist, der Kopplungskoeffizient des optischen Kopplers **310** für planare Wellenleiter als eine Funktion der Wellenlänge bestimmt werden, indem das lokale Oszillatorsignal über einen Wellenlängenbereich streicht. Ferner kann die Ansprechempfindlichkeit der Photodetektoren als eine Funktion der Wellenlänge bestimmt werden, durch Überstreichen des lokalen Oszillatorsignals, während das Eingangssignal abgeschaltet ist.

[0056] Ferner kann die Verteilung des lokalen Oszillatorsignals auf die Photodetektoren als eine Funktion der Wellenlänge bestimmt werden, durch Überstreichen des lokalen Oszillatorsignals, während das Eingangssignal abgeschaltet ist. Es ist bevorzugt, daß das lokale Oszillatorsignal ungefähr gleichmäßig auf die vier Photodetektoren des Empfängers verteilt ist, um eine gute Polarisationsvielfalt zu erreichen. Ist das lokale Oszillatorsignal nicht gleichmäßig auf die vier Photodetektoren verteilt, dann kann die Leistungsverteilung des lokalen Oszillatorsignals eingestellt werden, wobei die Polarisationssteuerung **320** verwendet wird. In einer Ausführungsform kann die Polarisationssteuerung ein $\lambda/2$ -Plättchen aufweisen.

[0057] [Fig. 7](#) zeigt eine alternative Ausführungsform des heterodynbasierter OSA, der oben beschrieben ist, die einen Polarisationsdreher **772** aufweist, der zwischen dem optischen Koppler **710** für planare Wellenleiter und dem polarisierenden Strahlteiler **724** angeordnet ist. In der Ausführungsform der [Fig. 7](#) bleibt der optische Koppler für planare Wellenleiter unmittelbar neben dem polarisierenden Strahlteiler angeordnet, obwohl diese durch den Polarisationsdreher getrennt sind. In einer Ausführungsform ist der Polarisationsdreher ein $\lambda/4$ -Plättchen. Der Polarisationsdreher wird hinzugefügt, um die Leistungsverteilung des lokalen Oszillatorsignals einzustellen.

[0058] Der heterodynbasierter OSA der [Fig. 7](#) umfasst ferner ein optisches Dämpfungsglied und wahlweise einen optischen Filter. Das optische Dämpfungsglied **774** ist in die Eingangsfaser **704** integriert, um das Eingangssignal **702** zu dämpfen. Ein Dämpfen des Eingangssignals verringert das Intensitätsrauschen, das von dem Eingangssignal während der Detektion durch den Heterodyneneempfänger **712** erzeugt wird. Die spezielle Art des Dämpfungsglieds ist nicht kritisch und daher können verschiedene Typen von Dämpfungsgliedern verwendet werden, die auf dem Gebiet der optischen Dämpfung bekannt sind. Bevorzugt ist das Dämpfungsglied so einstellbar, daß

die Höhe der Dämpfung wie gewünscht variiert werden kann, um die Intensität des Eingangssignals zu steuern, die dem optischen Koppler **710** für planare Wellenleiter zugeführt wird. In einer Ausführungsform kann das Dämpfungsglied eingestellt werden, um die Übertragung des Eingangssignals vollständig zu blockieren. Eine vollständige Blockierung der Übertragung des Eingangssignals kann während der Systemkalibrierung nützlich sein.

[0059] Der optionale optische Filter **776** ist ein abstimmbarer Bandpassfilter, der abgestimmt ist, um das überstrichene lokale Oszillatorsignal **706** zu überwachen. Mit anderen Worten ist der optische Filter so abgestimmt, daß der optische Filter eine maximale optische Transmission über ein Frequenzband aufweist, das der Frequenz des überstrichenen lokalen Oszillatorsignals entspricht. Der optische Filter kann abgestimmt werden, um das überstrichene lokale Oszillatorsignal zu überwachen, wobei bekannte Frequenzüberwachungstechniken verwendet werden. In einer Ausführungsform ist die Mitte des Filterpassbandes auf die Frequenz des überstrichenen lokalen Oszillatorsignals abgestimmt. In einer weiteren Ausführungsform ist die Mitte des Filterpassbandes so abgestimmt, daß sie geringfügig von der lokalen Oszillatorfrequenz abweicht, um ein heterodynnes Signal mit einer höheren Frequenz zu erzeugen, wenn beispielsweise eine Spiegelunterdrückung wichtig ist. Abstimmbare optische Filter sind auf dem Gebiet der optischen Kommunikation gut bekannt und können unter Verwendung von Komponenten, wie beispielsweise Brechungsgitter, dielektrische Interferenzfilter, periodische Bragg-Einrichtungen, wie z. B. abstimmbare Faser-Bragg-Gitter, Fabry-Perot-Interferometer und weitere bekannte Interferometer, ausgeführt sein.

[0060] Obwohl spezielle Ausführungsformen der Erfindung beschrieben und dargestellt wurden, ist die Erfindung nicht auf die speziellen Formen und Anordnungen von Teilen, die so beschrieben und dargestellt sind, beschränkt. Die Erfindung ist nur durch die Ansprüche beschränkt.

Patentansprüche

1. System zur optischen Detektion, umfassend:
einen optischen Koppler (**310; 710**) für planare Wellenleiter zur Kombination eines Eingangssignals und eines Signals eines lokalen Oszillators zu einem kombinierten optischen Signal, wobei der optische Koppler für planare Wellenleiter einen ersten Ausgang zur Ausgabe eines ersten Strahls des kombinierten optischen Signals aufweist;
einen Polarisationsdreher (**772**) unmittelbar neben dem ersten Ausgang des optischen Kopplers (**310; 710**) für planare Wellenleiter;
einen polarisierenden Strahlteiler (**324; 724**) unmittelbar neben dem ersten Ausgang des optischen Kopp-

lers für planare Wellenleiter zum Teilen eines Strahls basierend auf seinem Polarisationszustand, wobei der polarisierende Strahlteiler optisch mit dem ersten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter verbunden ist, um den ersten Strahl zu empfangen, und der polarisierende Strahlteiler zwei polarisierte Teile des ersten Strahls ausgibt; und einen ersten und einen zweiten optischen Detektor (**346, 350; 746, 750**), die optisch verbunden sind, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls zu erfassen, wobei der erste und zweite optische Detektor elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des ersten Strahls erzeugen;
wobei der Polarisationsdreher (**772**) zwischen dem optischen Koppler (**710**) für planare Wellenleiter und dem polarisierenden Strahlteiler (**724**) angeordnet ist.

2. System nach Anspruch 1, wobei der polarisierende Strahlteiler (**324; 724**) am optischen Koppler (**310; 710**) für planare Wellenleiter durch den Polarisationsdreher (**772**) befestigt ist.

3. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der polarisierende Strahlteiler (**324; 724**) ein Walk-Off-Kristall ist.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei:
der optische Koppler (**310; 710**) für planare Wellenleiter einen zweiten Ausgang zur Ausgabe eines zweiten Strahls des kombinierten optischen Signals umfaßt;
der polarisierende Strahlteiler (**324; 724**) optisch mit dem zweiten Ausgang des optischen Kopplers für planare Wellenleiter zum Empfang des zweiten Strahls verbunden ist, der polarisierende Strahlteiler zwei polarisierte Teile des zweiten Strahls ausgibt; und
ein dritter und vierter optischer Detektor (**344, 348; 744, 748**) optisch verbunden sind, um einen anderen der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls zu erfassen, wobei der dritte und vierte optische Detektor elektrische Signale in Reaktion auf jeweilige der beiden polarisierten Teile des zweiten Strahls erzeugen.

5. System nach Anspruch 4, das des weiteren einen Prozessor (**316**) zum Empfang der elektrischen Signale von den optischen Detektoren (**344, 346, 348, 350; 744, 746, 748, 750**) und zum Erzeugen eines Ausgangssignals umfaßt, das für einen optischen Parameter des Eingangssignals kennzeichnend ist, wobei der Prozessor ein heterodynnes Schwebungssignal überwacht, das eine Komponente des kombinierten optischen Signals ist.

6. System nach Anspruch 4 oder 5, das des weiteren einen Faserhalter (**328; 728**) umfaßt, mit dem

die erste, zweite, dritte und vierte Faser (**336; 736**) mit den Ausgangspunkten der polarisierten Teile des ersten und zweiten Strahls ausgerichtet sind.

7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das des weiteren eine Linse (**326; 726**) umfaßt, die sich zwischen dem polarisierenden Strahlteiler (**324; 724**) und dem ersten und zweiten optischen Detektor (**346, 350; 746, 750**) befindet, um die beiden polarisierten Teile des ersten Strahls in eine erste und zweite optische Faser zu richten, die optisch mit dem ersten und zweiten optischen Detektor verbunden sind.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, das des weiteren einen abstimmbaren Laser (**305; 705**) umfaßt, der zur Erzeugung des Signals des lokalen Oszillators optisch mit dem optischen Koppler (**310; 710**) für planare Wellenleiter verbunden ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

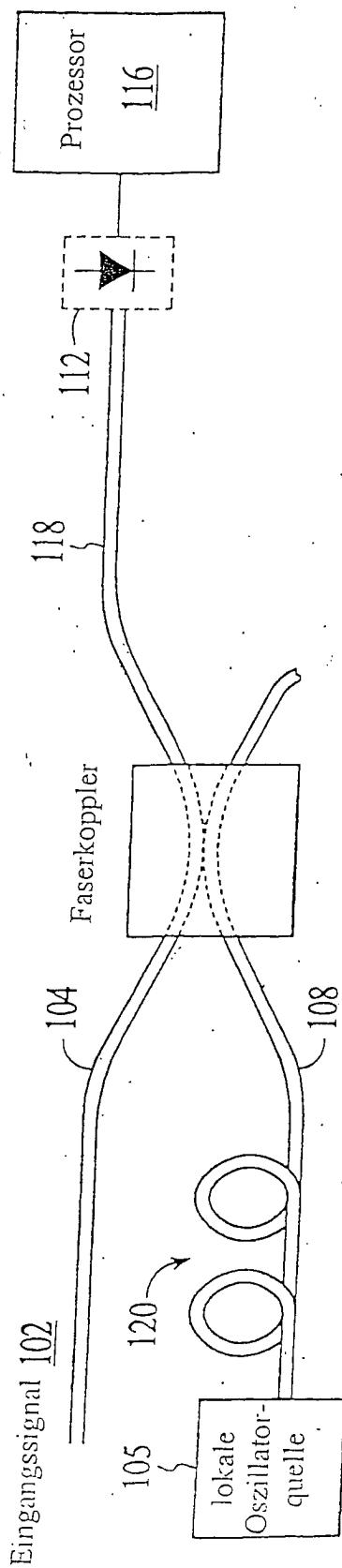


FIG. 1 (Stand der Technik)

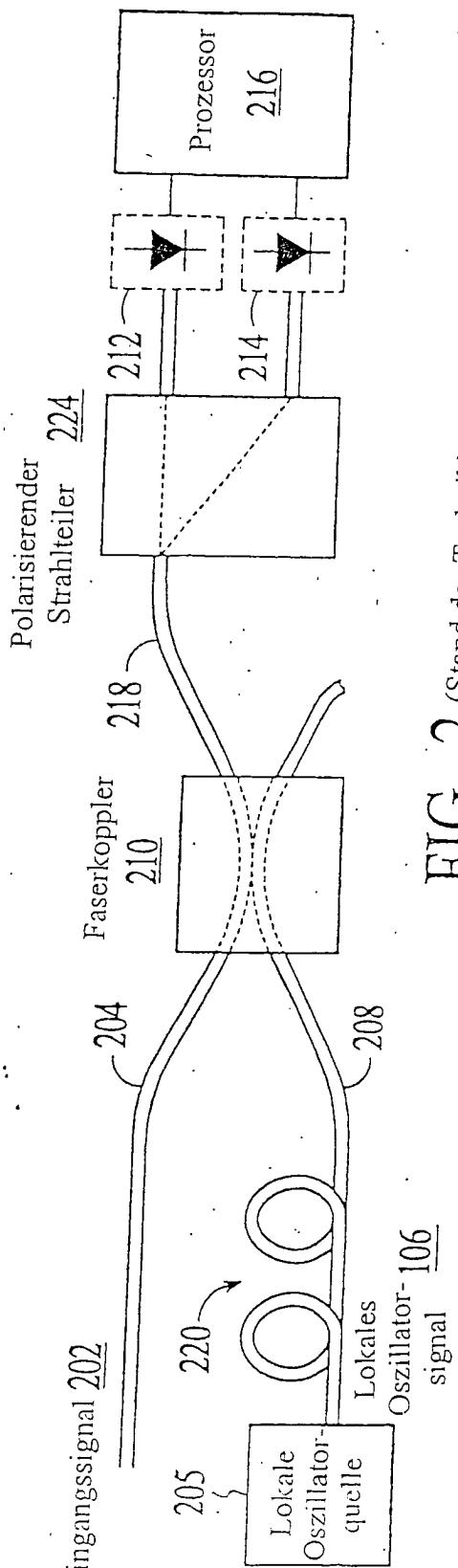


FIG. 2 (Stand der Technik)

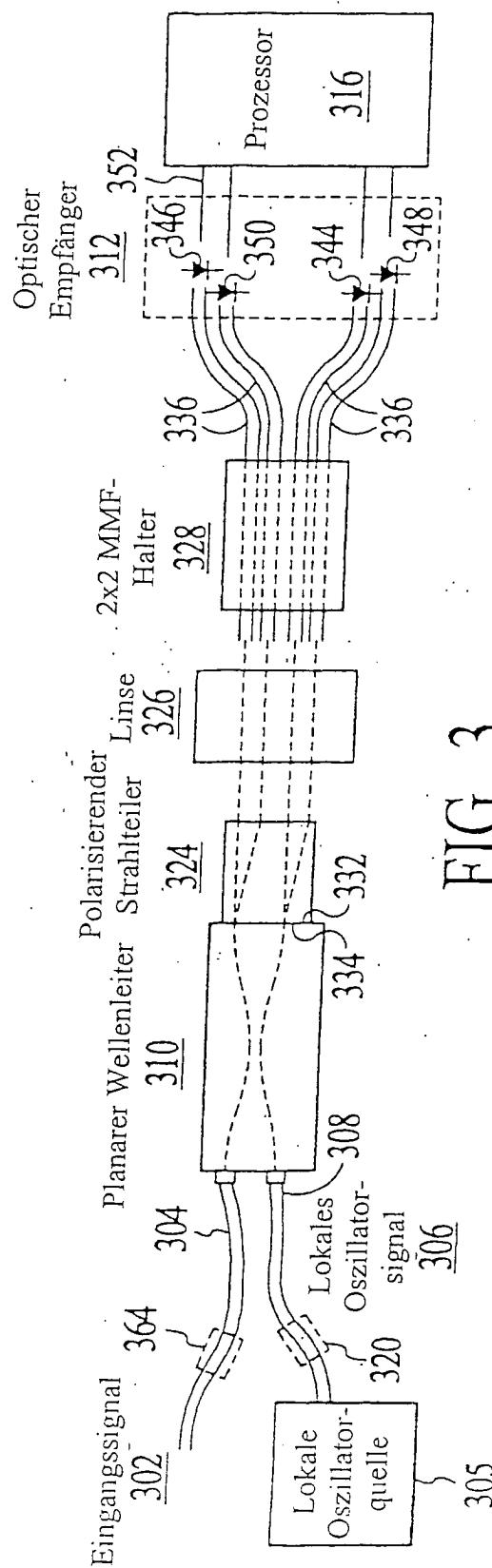


FIG. 3

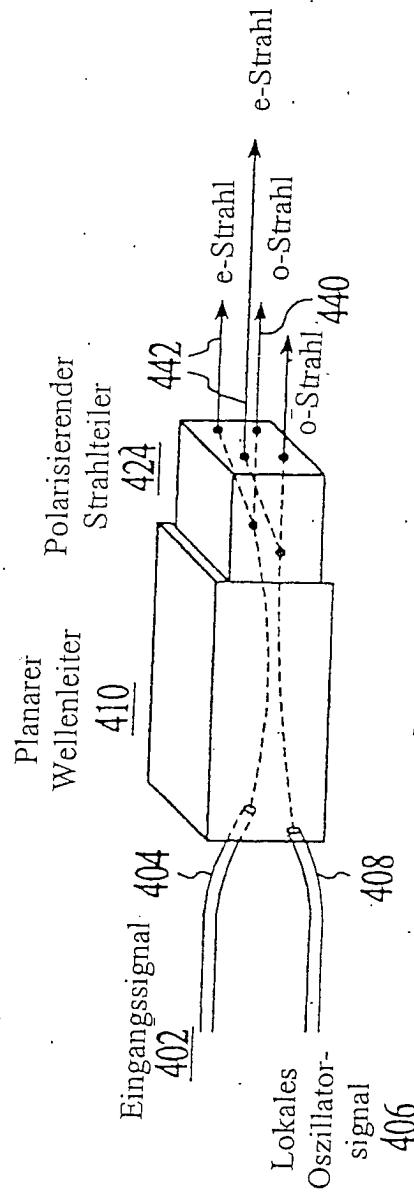
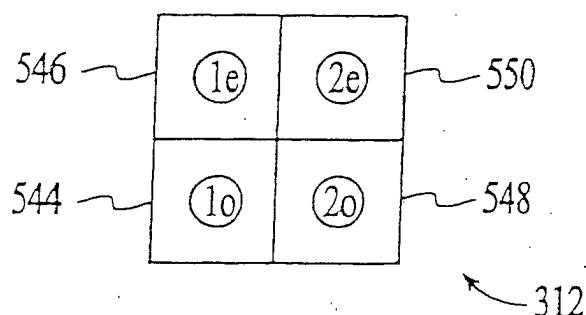


FIG. 4



- FIG. 5

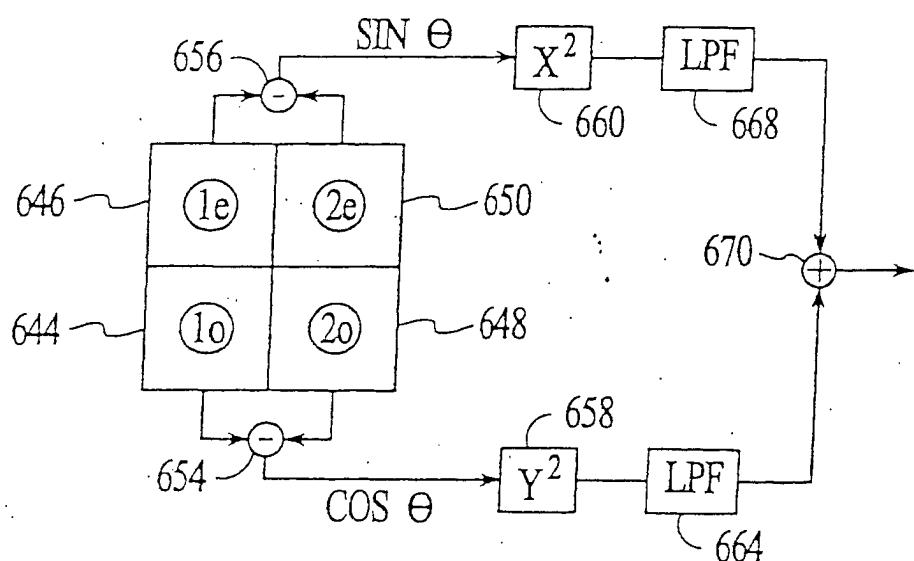


FIG. 6

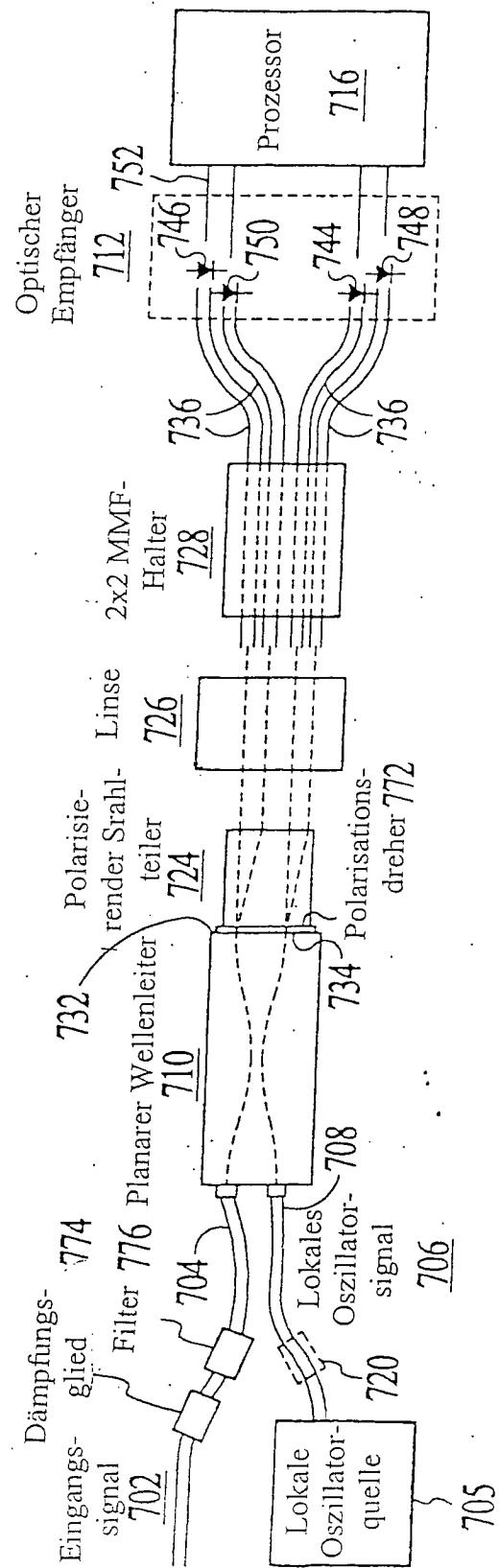


FIG. 7