



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 00 503 T2** 2004.06.09

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 253 687 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 00 503.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 123 930.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.10.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.06.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H01S 5/0687**

H04B 10/155, H04J 14/02

(73) Patentinhaber:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(74) Vertreter:

Barth, D., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 71083 Herrenberg

(72) Erfinder:

**Kallmann, Ulrich, 72070 Tuebingen, DE; Steffens,
Wolf, 71083 Herrenberg, DE**

(54) Bezeichnung: **Selbstjustierender verstimmbarer Filter**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf durchstimbare Filter.

[0002] Durchstimbare Filter, wie faser-durchstimbare Fabry-Perot Filter (FFP-TFS), können in Verbindung mit Laserquellen verwendet werden, z. B. zum Unterdrücken von spontaner Quellen-Emission (SSE), welche in Teilen des Spektrums eine unerwünschte optische Energie darstellt, die nicht die Laserfrequenz selbst ist. Die zentrale Wellenlänge im Übertragungsspektrum des durchstimbaren Filters muss jedoch gut passen zu der Wellenlänge des Lasersignals, um die optische Energie des Lasersignals nicht unangemessen zu reduzieren. Der Filter wird daher in der Wellenlänge durchgestimmt, um sicherzustellen, dass das Maximum des durchstimbaren Filter-Pass-Bands fixiert wird auf die Frequenz der Laser-Spitzenenergie.

[0003] Neben einer anfänglichen Anpassung des Filtermaximums an die Laser-Spitzenfrequenz kann eine kontinuierliche Anpassung erforderlich sein, um Fehlanpassungen zwischen Filter und Laser zu korrigieren, welche z. B. durch Durchstimmen der Laserfrequenz, durch thermale Variationen in dem Filter oder Frequenzabweichungen in dem Laser verursacht werden.

[0004] In US-A-5,552,919 wird die zentrale Wellenlänge in dem Übertragungsspektrum des durchstimbaren Filters periodisch und genauestens moduliert. Ein Fehlersignal wird generiert zur Verwendung beim Verfolgen der zentralen Wellenlänge des Filters an die Wellenlänge des Lasers durch Analysieren des modulierten Filter-Outputs. In EP930741 wird ein Amplituden-moduliertes LED Signal verwendet, um einen optischen Filter durchzustimmen.

[0005] Obwohl keine Details eines „Automatic Laser Tracking Filter – ALTF (Automatischer Filter zur Laserverfolgung – ALTF)“ wie veröffentlicht durch Micron Optics, Inc. in Ihrer „2001 Test Instruments (Test Instrumente)“ Broschüre, siehe dazu <http://www.micronoptics.com/altf.htm>, beschrieben sind, zeigt sich, dass der ALTF dasselbe Prinzip verwendet wie in der zuvor genannten US-A-5,552,919, d.h. Schwanken der Filtereigenschaften zum Ableiten eines Kontrollsignals zum Verschieben der Filtereigenschaften. Nach dem Passieren eines durchstimbaren Filters wird ein kleiner Teil der optischen Energie abgenommen und an einen Detektor geschickt. Das elektrische Signal von dem Detektor wird an eine Scan- und Riegel-Schaltung gespeist. Ein Phasen-Riegel-Loop (PLL) stellt sicher, dass das Maximum des durchstimbaren Filter-Pass-Bands an die Frequenz der Laser-Spitzenintensität fixiert wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Anpassung für durchstimbare Filter zu liefern. Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungen werden durch die abhängigen Ansprüche gezeigt.

[0007] Nach der vorliegenden Erfindung wird zum Anpassen einer optischen Filtereigenschaft eines (optischen) ersten Filters, der in der Wellenlänge durchstimmbare ist mit einem ersten optischen Signal, zumindest ein Teil des ersten optischen Signals moduliert mit einem Modulationssignal, bevor dieses an den ersten Filter angelegt wird. Zum Ableiten eines Kontrollsignals zum Durchstimmen des ersten Filters wird das modulierte erste optische Signal nach Passieren des ersten Filters analysiert in Verbindung mit dem Modulationssignal. Anstatt eine Filtereigenschaft wie durch die zuvor genannte US-A-5,552,919 geliefert zu modulieren oder zu schwanken, leitet die Erfindung daher das Kontrollsignal für den durchstimbaren ersten Filter ab durch Modulieren des ersten optischen Signals, oder zumindest eines Teils davon, bevor dieses an den ersten Filter angelegt wird.

[0008] Das erste optische Signal ist vorzugsweise frequenz- oder wellenlängenmoduliert, vorzugsweise in einem Frequenz/Wellenlängenbereich von zumindest ein paar Prozent der FWHM (Full Width Half Maximum-Vollweiten-Halbmaximum) Frequenzspanne der zugrundeliegenden ersten Filtereigenschaft.

[0009] Vorzugsweise wird ein zweites optisches Signal angelegt, um von dem ersten Filter gefiltert zu werden.

[0010] In einer ersten vorteilhaften Ausführung, wird ein initiales optisches Signal aufgesplittet, getrennt oder anderweitig geteilt in das erste und das zweite Signal (vorzugsweise ein Teil in einen Bereich von 95% des initialen optischen Signals). Das zweite Signal bewegt sich zu dem ersten Filter und das erste Signal wird moduliert mit dem Modulationssignal durch eine Modulationseinheit vor Anlegen an den ersten Filter.

[0011] Während das modulierte erste Signal an den ersten Filter mit derselben Ausbreitungsrichtung geliefert werden kann wie das zweite Signal, wird vorzugsweise das modulierte erste Signal an den ersten Filter gelenkt mit dem zweiten Signal entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung. Im letzteren Fall werden adäquate Richtungscontroller, wie Zirkulatoren oder Strahl-Teiler, geliefert, vorzugsweise vor und nach dem ersten Filter (im Hinblick auf die Ausbreitungsrichtung des zweiten Signals). Daher kann das modulierte erste Signal durch den ersten Filter passieren mit entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung wie das zweite Signal und kann nach Durchlaufen des ersten Filters ausgekoppelt werden ohne die Quelle(n) der optischen Signale negativ zu beeinflussen.

[0012] Eine solche Trennung der Ausbreitungsrichtungen für das zweite Signal und das modulierte erste Si-

gnal erlaubt, dass das zweite Signal nicht durch die Modulation beeinflusst wird, daher wird der Nachteil in der zuvor genannten US-A-5,552,919 vermieden, dass das optische (Haupt-)Signal auch moduliert wird nach Durchlaufen des ersten Filters. Vorzugsweise wird, wenn nur ein kleiner Teil für das erste Signal ausgekoppelt wird, das zweite Signal, welches das optische Signal im Wesentlichen darstellt, nur wie gewünscht gefiltert, aber nicht zusätzlichem Rauschen unterworfen, welches aus der Modulation resultiert.

[0013] In einer Ausführung wird das einfallende optische Signal geteilt durch einen ersten Strahlteiler in das zweite Signal, welches direkt an den ersten Filter angelegt wird, und das erste Signal, welches moduliert wird. Ein zweiter Strahlteiler wird vorgesehen nach dem ersten Filter (im Hinblick auf das zweite Signal) in einer Weise, dass das gefilterte zweite Signal ausgekoppelt wird durch den zweiten Strahlteiler während das modulierte erste Signal, welches an einen anderen Input des zweiten Strahlteilers geliefert wird als das gefilterte zweite Signal, so dass das modulierte erste Signal angelegt wird an den ersten Filter mit entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung als das zweite Signal. Nach dem Durchlaufen des ersten Filters wird das gefilterte modulierte erste Signal durch den ersten Strahlteiler ausgekoppelt.

[0014] In einer zweiten Ausführung sind die ersten und zweiten Strahlteiler als polarisationsabhängige Strahlteiler vorgesehen, so dass das erste und zweite Signal mit unterschiedlichen Polarisationsstati durchlaufen. Dies ermöglicht eine klare Trennung der Signale, so dass z. B. eine ungewünschte Rückkopplung des gefilterten modulierten ersten Signals an die Quelle des einfallenden optischen Signals wirksam vermieden werden kann.

[0015] In einer weiteren Ausführung, in der eine Wellenlängen- oder frequenzabhängige Modulation (im folgenden nur als Frequenzmodulation bezeichnet) angelegt wird, wird das gefilterte modulierte Signal konvertiert in ein elektrisches Signal, vorzugsweise durch Detektieren der optischen Energie, z. B. durch Verwenden eines Photodetektors. Das elektrisch konvertierte gefilterte modulierte Signal wird zusammen mit dem Modulations-signal geschickt an eine Analyseeinheit zum Ableiten des Kontrollsignals. Verschiedene Algorithmen oder Verfahren zum weiteren Signalverarbeiten, wie nach Stand der Technik bekannt, können angewendet werden, um das Kontrollsignal daraus zu erhalten. Vorzugsweise kann ein Lock-In-Verstärker angelegt werden zum Generieren des gewünschten Kontrollsignals.

[0016] Durch Modulieren des optischen Signals (anstatt Modulieren der ersten Filtereigenschaft) erlaubt die Erfindung, deutlich höhere Kontrollgeschwindigkeit zum Durchstimmen des ersten Filters zu erreichen. Das resultiert aus der Tatsache, dass in solchen Kontrollschaltungen, wie vorzugsweise angewendet, das untere Limit der Antwortzeit des Kontrollsignals durch die Umkehrung der Modulationsfrequenz gegeben wird. Da Modulationsfrequenzen für optische Signale leicht im Bereich von ein paar GHz sein können, erlaubt das Verfahren schnellere Antwortzeiten im Vergleich zu Systemen, bei denen die Modulation durch Bewegung beweglicher Teile erreicht wird.

[0017] In einer zweiten vorteilhaften Ausführung sind das erste (zu modulierende) optische Signal und das zweite (lediglich zu filternde) optische Signal im Wesentlichen unabhängig voneinander. Dies ist im Gegensatz zu der ersten vorteilhaften Ausführung, wo das erste und zweite Signal beide von einem initialen optischen Signal abgeleitet werden. In beiden Fällen jedoch stellt das erste Signal das optische Signal dar, welches die Eigenschaft des ersten Filters anpasst, so dass die Eigenschaft des ersten Filters an das erste Signal angepasst wird.

[0018] In einer Ausführung der zweiten vorteilhaften Ausführung werden die ersten und zweiten Signale durch einen voreingestellten Filter gefiltert, welcher auf eine gewünschte Wellenlänge eingestellt ist, bevor sie durch den ersten Filter moduliert und/oder gefiltert werden. Vorzugsweise werden das erste und zweite Signal in entgegengesetzter Richtung an den voreingestellten Filter gelegt. Daher wird der erste Filter „automatisch“ der Wellenlängeneinstellung des voreingestellten Filters folgen. Dieses Setup ermöglicht z. B. ein optisches Spektrumsanalysegerät einzustellen, wo die unerwünschten Quer-Modi der optischen Filter unterdrückt werden können, wenn die Filtereigenschaften der beiden optischen Filter ausgesucht sind, verschiedene Quer-Mode-Spektren zu haben.

[0019] Es ist klar, dass die Erfindung, insbesondere zum Ableiten des Kontrollsignals, ausgeführt oder unterstützt werden kann durch ein oder mehrere passende Software Programme, welche gespeichert sein können oder anderweitig zur Verfügung gestellt durch jede Art von Datenträger und welche ausgeführt werden können in oder durch jede passende Datenverarbeitungseinheit.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0020] Andere Aufgaben und viele der begleitenden Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im folgenden beschrieben und besser verständlich durch Hinzuziehung der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen. Merkmale die im Wesentlichen oder funktional gleich oder ähnlich sind, werden durch dasselbe/dieselben Referenzzeichen bezeichnet.

[0021] **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführung nach der vorliegenden Erfindung

[0022] **Fig. 2A** und **2B** zeigen vorteilhafte Ausführungen für den optischen Pfad nach **Fig. 1**

[0023] **Fig. 3** zeigt einen vorteilhaften Algorithmus zum Ableiten des Kontrollsignals.

[0024] **Fig. 4** zeigt eine zweite vorteilhafte Ausführung nach der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] In **Fig. 1** wird ein einfallendes optisches Signal **10** geteilt durch eine Teilungsvorrichtung **20** in ein zweites optisches Signal **30** und ein erstes optisches Signal **40**. Das zweite optische Signal **30** wird durch einen Richtungscontroller **50** an einen ersten Filter **60** geleitet und ein gefiltertes zweites optisches Signal **30'** wird an einen zweiten Richtungscontroller **70** angelegt und als ein Output-Signal **80** ausgekoppelt.

[0026] Das erste optische Signal **40** wird an eine Modulationseinheit **90** geleitet, welche eine Frequenzmodulation dafür liefert. Ein modulierte erstes optisches Signal **100** wird durch einen zweiten Richtungscontroller **70** an den ersten Filter **60** geleitet, durchläuft jedoch den ersten Filter **60** mit entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung wie das zweite optische Signal **30**. Ein gefiltertes modulierte erstes optisches Signal **110** wird durch den ersten Richtungscontroller **50** an einen Photodetektor **120** geleitet, welcher das gefilterte modulierte erste optische Signal **110** in ein (elektrisches) modulierte Signal **130** konvertiert.

[0027] Ein Modulationssignal **140** (generiert z. B. durch einen lokalen Oszillator **142**), wie an die Modulationseinheit **90** zum Modulieren des ersten optischen Signals **40** geliefert, wird empfangen zusammen mit dem modulierten Signal **130** durch eine Analyseeinheit **150**. Eine optische Phase, welche Vorrichtung **145** verschiebt, kann angewendet werden zur Phasenanpassung des Modulationssignals **140**. Die Analyseeinheit **150** leitet ein Kontrollsignal **160** ab durch Analysieren des Modulationssignals **140** zusammen mit dem Modulationssignal **130**. Das Kontrollsignal **160** wird dann an den ersten Filter **60** angelegt zum Durchstimmen seiner Filtereigenschaften in der Wellenlänge, so dass ein Maximum in der Filtercharakteristik des ersten Filters **60** übereinstimmt mit der Wellenlänge des optischen Signals **10** oder des daraus abgeleiteten zweiten optischen Signals **30**.

[0028] Der Terminus „Wellenlänge des optischen Signals“ ist hierzu interpretieren im weitesten Sinn und soll insbesondere eine Spektralspitze des oder in dem optischen Signal abdecken. Wenn jedoch adäquate Algorithmen angewendet werden zum Ableiten des Kontrollsignals, justiert der erste Filter seine zentrale Wellenlänge immer an die Spektralspitze.

[0029] In **Fig. 2A** werden der Teiler **20** und der erste Richtungscontroller **50** der **Fig. 1** ausgeführt als ein erster Strahlteiler **250A**. Entsprechend wird der zweite Richtungscontroller **70** ausgeführt als ein zweiter Strahlteiler **270A**.

[0030] Daher wird das optische Signal **10** geteilt durch den ersten Strahlteiler **250A** in das zweite optische Signal **30** und das erste optische Signal **40**. Das zurückkommende gefilterte modulierte erste optische Signal **110** wird geteilt durch den ersten Strahlteiler **250A** in den Strahl **110A**, der zu dem Photodetektor **120** geleitet wird, aber auch in einen Teil **110B**, der sich in Richtung der Quelle des optischen Signals **10** ausbreitet. Der zweite Strahlteiler **270A** teilt das modulierte erste optische Signal **100** in den Strahl **100A**, der zu dem ersten Filter **60** geleitet wird, und einen Strahl **100B**. Entsprechend wird das gefilterte zweite optische Signal **80** aufgeteilt durch den zweiten Strahlteiler **270A** in die Strahlen **80A** und **80B**, mit Strahl **80B**, der sich in Richtung der Modulationseinheit **90** ausbreitet mit entgegengesetzter Übertragungsrichtung als der Strahl **100**.

[0031] In **Fig. 2B** werden die Strahlteiler **250A** und **270A** ersetzt durch polarisationsabhängige Strahlteiler **250B** und **270B** zum klaren Trennen der modulierten und nichtmodulierten optischen Signale. Die Polarisierung des einfallenden optischen Signals **10** wird angepasst in Bezug auf die s (angegeben als Punkt z. B. für den ersten Strahl **40**) und p (angegeben als Bogen, z. B. für den Output-Strahl **80**) Polarisationsorientierung des Strahlteilers **250A**, damit das gewünschte Anteilsverhältnis zwischen den Intensitäten der Signale **30** und **40** erreicht wird. Der Strahlteiler **270** kann nun orientiert werden zum Koppeln eines gewünschten Anteils des Signals **100** zurück in den ersten Filter **60**, respektive eines gewünschten Anteils des Signals **80** in den Output.

[0032] Ein vorteilhaftes mathematisches Modell zum Ableiten des Kontrollsignals von dem Modulationssignal und dem gefilterten modulierten Signal soll nun detailliert beschrieben werden.

[0033] **Fig. 3** zeigt eine schematische erste Filterkurve dargestellt durch die Funktion $A(\omega)$, wo T die Übertragung und ω eine Frequenz in dem optischen Bereich ist. Wenn eine monochromatische Lichtwelle mit Frequenz ω durchgestimmt wird durch die erste Filtereigenschaft und im Folgenden detektiert durch einen Photodetektor, wird das Detektorsignal S_D durch folgende Gleichung gegeben:

$$S_D(\omega) = k \cdot A(\omega), \quad (1)$$

wobei k eine Konstante ist, welche die Detektoreigenschaften beschreibt. Die Detektorantwort wird berechnet für frequenzmoduliertes Licht, welches moduliert wird mit einer Frequenz Ω und eine Modulationsamplitude Δ_m . Für diese Art von Licht ist die zeitabhängige optische Frequenz:

$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta_m \cos(\Omega t), \quad (2)$$

[0034] Die Funktion $A(\omega)$ zeigt dann eine Zeitabhängigkeit und kann erweitert werden in einer Taylor Serie,

welche dann abgeflacht werden kann nach der ersten Ordnung für kleine Amplituden Δ_m :

$$A(\omega, t) \approx A(\omega_0) + \left. \frac{\partial A}{\partial \omega} \right|_{\omega_0} \cdot \Delta_m \cos(\Omega t) + \Lambda. \quad (3)$$

[0035] Einfügen von Gleichung (3) in Gleichung (1) und das Erlauben einer generellen Phase ϕ in die Detektorantwort führt zu dem angenäherten zeitvariierenden Detektorsignal:

$$S_D(t) = k \cdot \left[A(\omega_0) + \left. \frac{\partial A}{\partial \omega} \right|_{\omega_0} \cdot \Delta_m \cos(\Omega t + \phi) \right]. \quad (4)$$

[0036] Dieses Signal kann dann gemischt werden mit einem Referenzsignal der Art

$$S_{Ref} = B \cdot \cos(\Omega t), \quad (5)$$

[0037] wobei B eine willkürliche Amplitude ist. Das Mischergebnis der Gleichungen (4) und (5) ist wie folgt:

$$S_D \cdot S_{Ref} = B \cdot k \cdot \left[A(\omega_0) \cdot \cos(\Omega t) + \frac{1}{2} \left. \frac{\partial A}{\partial \omega_0} \right|_{\omega_0} \Delta_m \cos(2\Omega t + \phi) + \frac{1}{2} \left. \frac{\partial A}{\partial \omega_0} \right|_{\omega_0} \Delta_m \cos \phi \right]. \quad (6)$$

[0038] Durch Filtern des Mischergebnisses der Gleichung (6) durch einen Low-Pass-Filter, der nur Frequenzen kleiner als Ω übermittelt, erhält man

$$S_{Filter} = B \cdot k \cdot \left[\frac{1}{2} \left. \frac{\partial A}{\partial \omega_0} \right|_{\omega_0} \Delta_m \cos \phi \right]. \quad (7)$$

[0039] Da (7) proportional ist zu der ersten Ableitung von A mit Bezug auf ω , kann sie verwendet werden als Kontrollsignal **160** für den ersten optischen Filter **60**. Geeignetes Anpassen der Phase ϕ erlaubt das Setzen des Zeichens des Signals, beziehungsweise erlaubt das Maximieren.

[0040] **Fig. 4** zeigt eine zweite Ausführung der Erfindung. Wohingegen **Fig. 1-2** das erste optische Signal **40** von dem initialen Signal **10** ableiten, ist das erste optische Signal **40** in der Ausführung der **Fig. 4** unabhängig von dem initialen Signal **10**. In jedem Fall stellt das erste optische Signal **40** das optische Signal zum Anpassen der Eigenschaft des ersten Filters **60** dar. Schaltkreis **400** als der rechte Teil der **Fig. 4** stimmt daher im Wesentlichen mit **Fig. 1** überein, jedoch bereits startend mit den ersten und zweiten optischen Signalen **40** und **30**.

[0041] Der Schaltkreis **400** arbeitet also in Übereinstimmung mit **Fig. 1**, so dass die Eigenschaft des ersten Filters **60** angepasst wird an das erste optische Signal **40** (d.h. die Eigenschaft des ersten Filters **60** passt zu dem ersten optischen Signal **40**) wie oben dargestellt.

[0042] Schaltkreis **410** – als der linke Teil der **Fig. 4** – zeigt ein spezifisches Beispiel zum Generieren des ersten und zweiten optischen Signals **40** und **30**, die dann an den rechten Teil der **Fig. 4** angelegt werden, wie oben dargestellt. In dem Schaltkreis **410** wird ein voreingestellter Filter **420** auf eine gewünschte Wellenlänge λ_D voreingestellt. Das optische Input-Signal wird dann gefiltert gemäß den Filtereigenschaften des voreingestellten Filters **420**. Der umgekehrte Pfad durch den voreingestellten Filter **420** wird durch einen Strahl **430** illuminiert, vorzugsweise durch eine optische Breitbandquelle. Der gefilterte Strahl **430** zeigt das erste optische Signal **40** und stellt die Eigenschaften des voreingestellten Filters **420** dar. Richtungscontroller **440** und **450** können wie oben beschrieben angewendet werden.

[0043] Das erste optische Signal **40** wird dann frequenzmoduliert und kann durch den umgekehrten Pfad des ersten Filters **60** gespeist werden. Das Detektionsschema folgt dann lediglich der bereits diskutierten Vorgehensweise. Daher wird der erste Filter **60** dann automatisch dem Wellenlängen-Setting λ_D des voreingestellten Filters **420** folgen.

[0044] Dieses Setup der **Fig. 4** erlaubt z. B. das Einstellen eines optischen Spektrum-Analysegeräts, in dem die unerwünschten Transverse-Modes der optischen Filter unterdrückt werden können, wenn die Filtereigenschaften der beiden optischen Filter **420** und **60** ausgewählt sind, verschiedene Transverse-Mode-Spektren zu haben.

[0045] Im Falle einer Anwendung der **Fig. 4** als optisches Spektrum-Analysegerät stellt das optische Input-Signal **10** das zu analysierende Signal dar. Der Strahl **430** wird von einer optischen Breitbandquelle zur Verfügung gestellt um sicherzustellen, dass das erste optische Signal **40** mit Wellenlängeneinstellung λ_D präsent

sein wird (auch wenn das optische Input-Signal **10** diese Einstellung λ_D nicht aufweist).

Patentansprüche

1. Ein System (**400**) zum Anpassen einer optischen Filtereigenschaft eines ersten Filters (**60**), das durchstimmbar in der Wellenlänge ist, mit einem ersten optischen Signal (**40**), wobei das System folgendes aufweist: einen Modulator (**90**), der angepasst ist zum Modulieren zumindest eines Teils des ersten Filtersignals (**40**) mit einem Modulationssignal (**140**), bevor dieses an den ersten Filter (**60**) angelegt wird, und eine Analyseeinheit (**150**), die angepasst ist zum Ableiten eines Kontrollsignals (**160**) zum Abstimmen des ersten Filters (**60**) durch Analysieren des modulierten ersten Signals nach dem Durchlaufen des ersten Filters (**60**) in Verbindung mit dem Modulationssignal (**140**), **dadurch gekennzeichnet**, dass diese Modulation angepasst ist für Frequenz- oder Wellenlängenmodulation.
2. Das System (**400**) nach Anspruch 1, wobei der Modulator (**90**) die Frequenz- oder Wellenlängenmodulation an das erste Signal (**40**) liefert in einem Frequenz-/Wellenlängenbereich von zumindest ein paar Prozent der Vollweiten-Halbmaximum-Frequenzspanne der zugrundeliegenden ersten Filtereigenschaft.
3. Das System (**400**) nach Anspruch 1 oder 2 mit zudem einem zweiten optischen Signal (**30**), welches an den ersten Filter (**60**) tritt ohne durch das Modulationssignal moduliert zu sein.
4. Das System (**400**) nach Anspruch 3 mit zudem einer ersten Teilvorrichtung (**20; 250**) zum Teilen eines initialen optischen Signals in das erste Signal (**40**) und ein zweites Signal (**30**).
5. Das System (**400**) nach Anspruch 3 oder 4 mit zudem einem ersten Richtungscontroller (**70, 270**) zum Liefern des modulierten ersten Signals (**40**) und eines zweiten Signals (**30**) an den ersten Filter (**60**) mit entgegengesetzten Übertragungsrichtungen.
6. Das System (**400**) nach Anspruch 5, wobei die erste Teilvorrichtung (**20;250**) einen ersten Strahlteiler (**20; 250**) aufweist und der erste Richtungscontroller (**70; 270**) einen zweiten Strahlteiler (**270**) aufweist.
7. Das System (**400**) nach Anspruch 6, wobei der erste (**20; 250**) und zweite (**270**) Strahlteiler polarisationsabhängige Strahlteiler (**250B, 270B**) aufweisen.
8. Das System (**400**) nach Anspruch 3 oder einem der oben genannten Ansprüche, wobei das erste zu modulierende Signal (**40**) und das zweite zu filternde Signal (**30**) im wesentlichen voneinander unabhängig sind, mit zudem:
einem voreingestellten Filter (**420**), der auf eine gewünschte Wellenlänge (λ_D) eingestellt wird und angepasst ist zum Filtern eines ersten Signals (**40**) und des zweiten Signals (**30**) vor dem Filtern durch den ersten Filter (**60**).
9. Ein optisches Spektrum-Analysegerät (**Fig. 4**), welches ein System nach Anspruch 8 aufweist.
10. Ein Verfahren zum Anpassen einer optischen Filtereigenschaft eines ersten Filters (**60**), der in Bezug auf die Wellenlänge mit einem ersten optischen Signal (**40**) durchstimmbar ist, mit folgenden Schritten:
(a) Frequenz- oder Wellenlängenmodulieren zumindest eines Teils des ersten Signals (**40**) mit einem Modulationssignal (**140**),
(b) Anlegen des modulierten ersten Signals (**100**) an den ersten Filter (**60**), und
(c) Ableiten eines Kontrollsignals (**160**) zum Abstimmen des ersten Filters (**60**) durch Analysieren des modulierten ersten Signals (**110**) nach dem Passieren des ersten Filters (**60**) in Verbindung mit dem Modulationssignal (**140**).
11. Das Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Frequenz- oder Wellenlängenmodulation in Schritt (a) erfolgt in einem Frequenz/Wellenlängenbereich von zumindest ein paar Prozent der Vollweite-Halbmaximum-Frequenzspanne der Eigenschaft des ersten Filters (**60**).
12. Das Verfahren nach Anspruch 10 oder 11 mit zusätzlich folgendem Schritt:
(d) Anlegen eines zweiten optischen Signals (**30**) an den ersten Filter (**60**), ohne mit dem Modulationssignal moduliert zu sein.
13. Das Verfahren nach Anspruch 10 oder einem der Ansprüche 11–12, wobei das erste zu modulierende

Signal (**40**) und das zweite zu filternde Signal (**30**) im wesentlichen voneinander unabhängig sind, mit zusätzlich folgenden Schritten:

vor Schritt (a): Anlegen des ersten Signals (**40**) an einen voreingestellten Filter (**420**), der auf eine gewünschte Wellenlänge (λ_D) eingestellt ist, und

vor Schritt (d): Anlegen des zweiten Signals (**30**) an den voreingestellten Filter (**420**), der auf die gewünschte Wellenlänge (λ_D) eingestellt ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

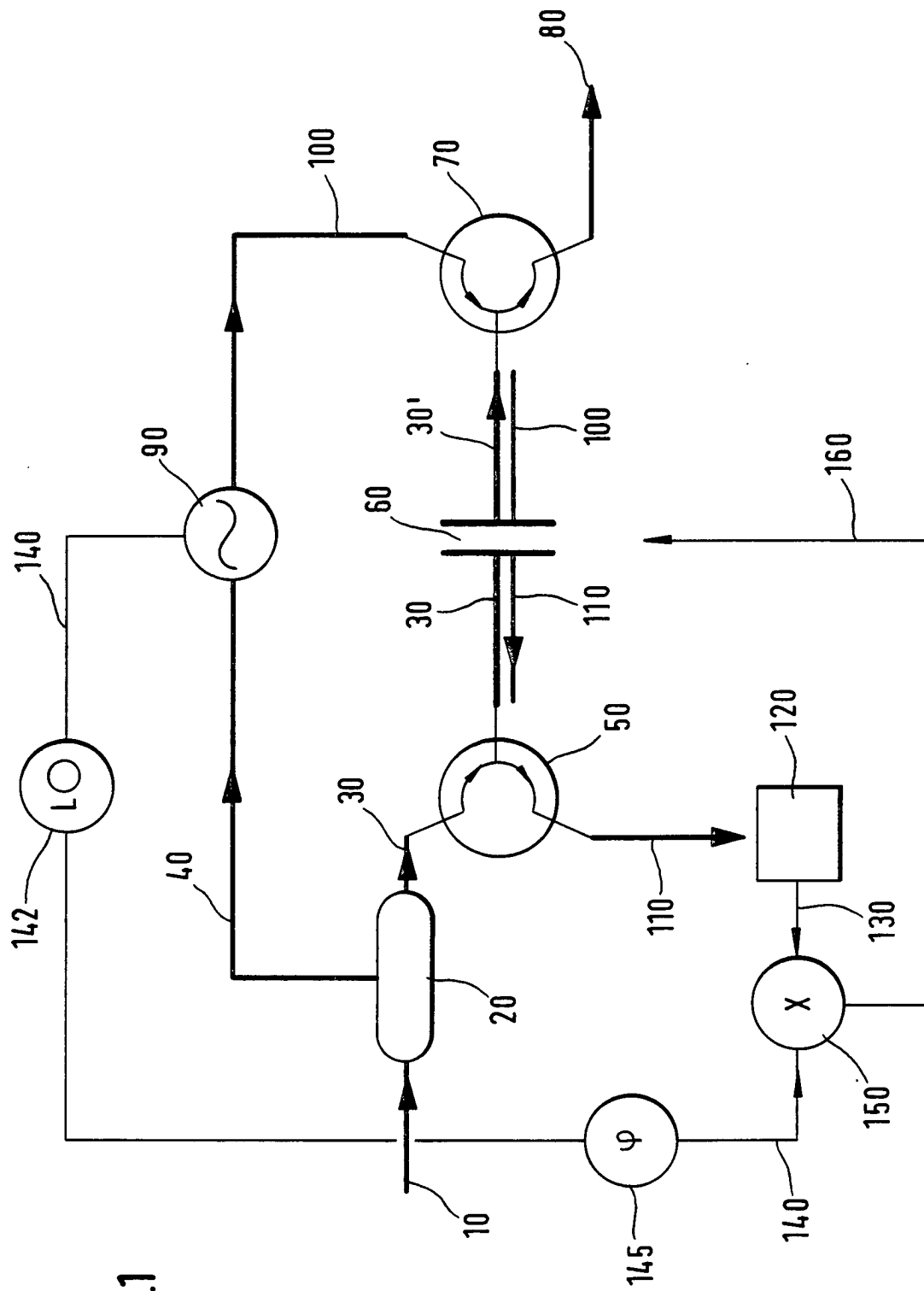


Fig.1

Fig.2A

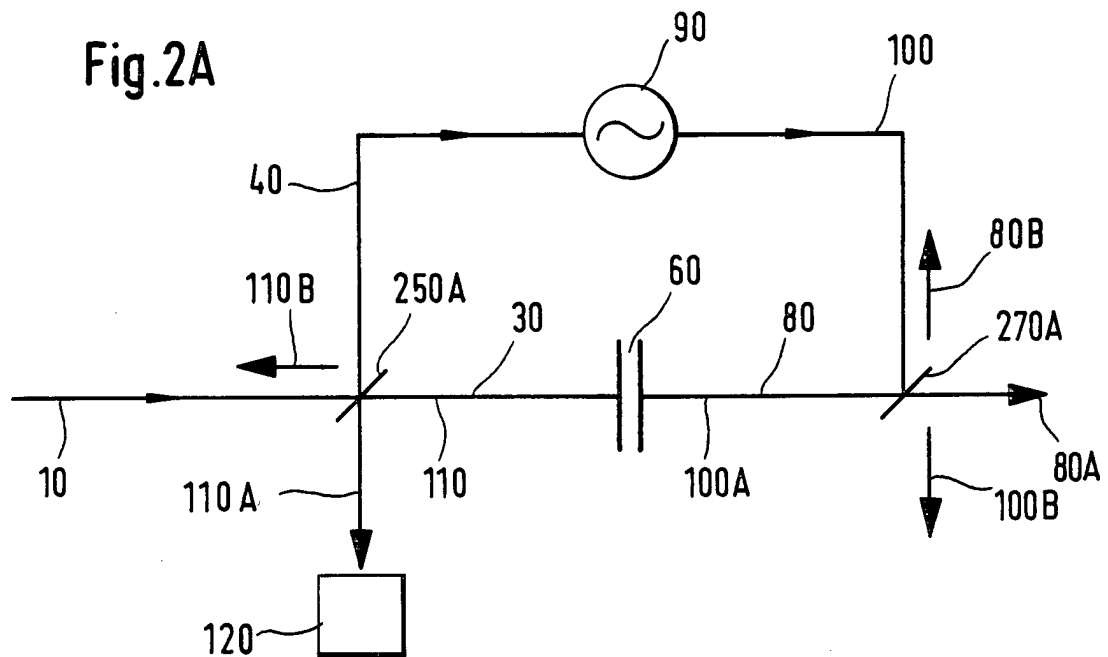


Fig.2B

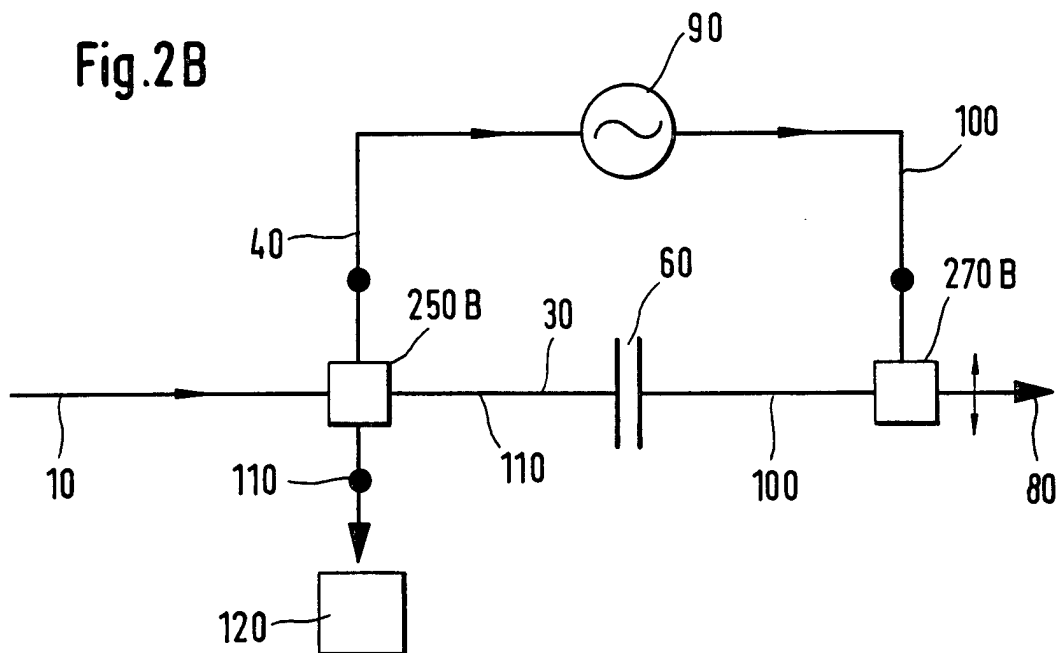
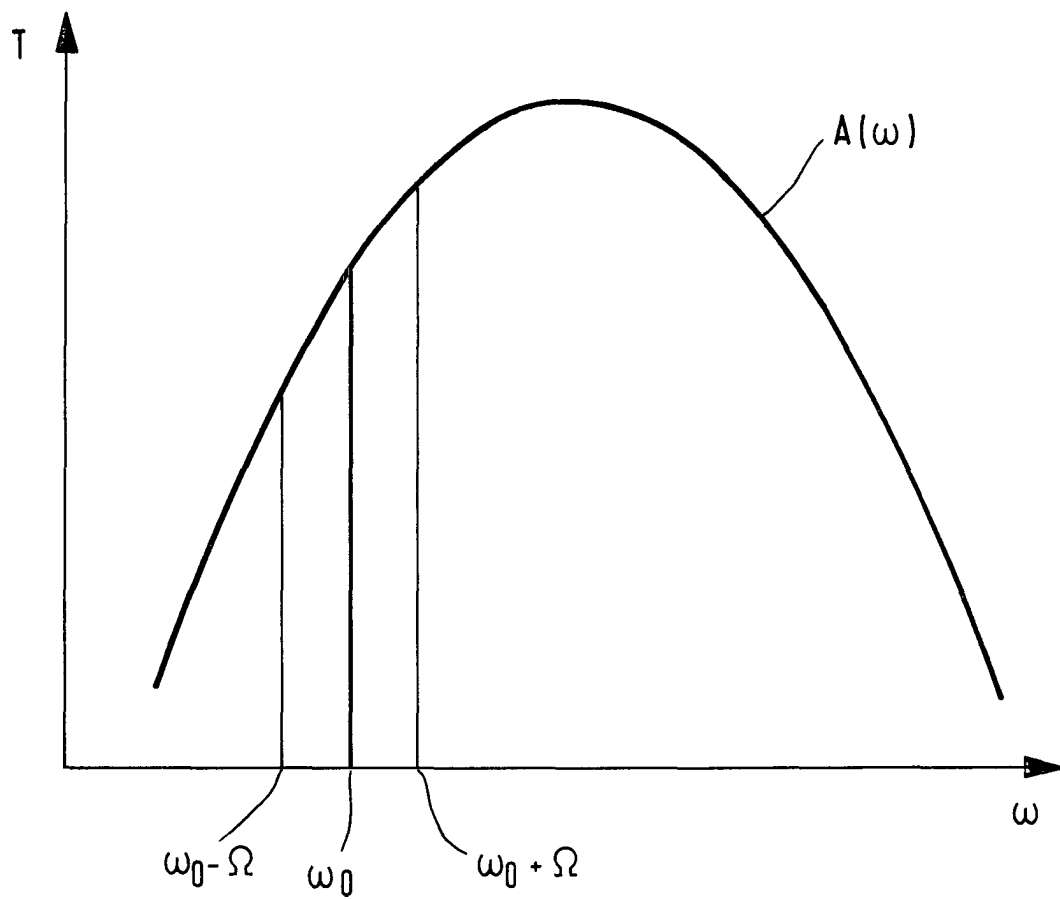


Fig.3



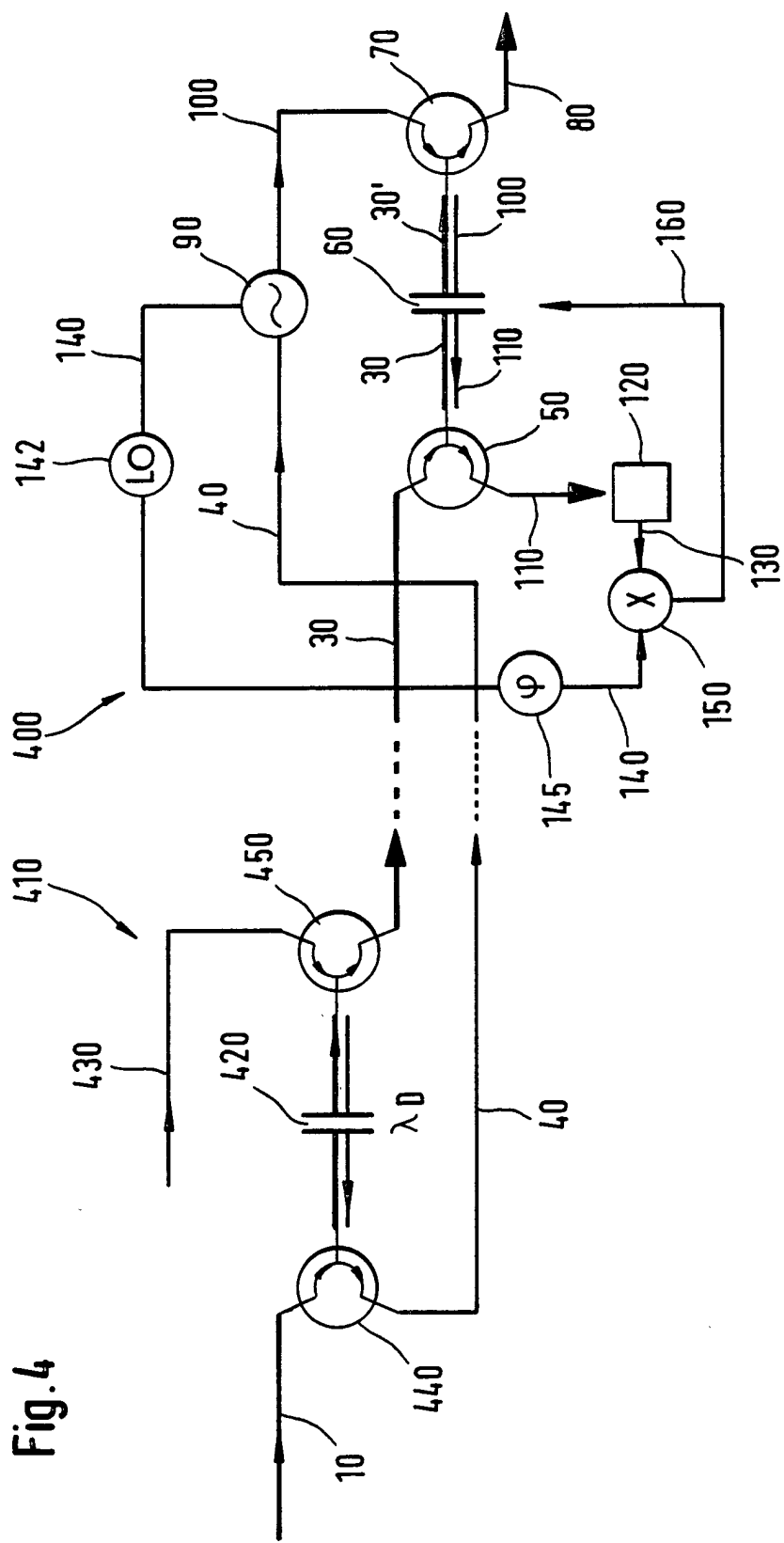


Fig. 4