



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 33 232 T2** 2006.09.28

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 229 355 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 33 232.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 006 556.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.10.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.01.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.09.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 5/20 (2006.01)**

**G02B 5/22 (2006.01)**

**G02B 7/00 (2006.01)**

**G02B 5/28 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**28656097 20.10.1997 JP**

**29836197 30.10.1997 JP**

**31508197 17.11.1997 JP**

(73) Patentinhaber:

**Nippon Telegraph and Telephone Corp.,  
Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**HOFFMANN & EITL, 81925 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, SE**

(72) Erfinder:

**Katagiri, NTT Intellec. Property Center, Yoshitada,  
Tokyo 180-8585, JP; Tachikawa, NTT Intellec.**

**Property Center, Yoshiaki, Tokyo 180-8585, JP;**

**Nagaoka, Shinji NTT Intellec. Property Center,**

**Tokyo 180-8585, JP; Ohira, Fumikazu NTT Intellec.**

**Property Cent, Tokyo 180-8585, JP; Aida, Kazuo**

**NTT Intellec. Property Center, Tokyo 180-8585, JP;**

**Suzuki, Ken-ichi NTT Intellec. Property Cent,**

**Tokyo 180-8585, JP; Abe, Hiroshi NTT Intellec.**

**Property Cente, Tokyo 180-8585, JP; Kawai,**

**Shingo NTT Intellec. Property Center, Tokyo**

**180-8585, JP; Obara, Hitoshi NTT Intellec.**

**Property Cente, Tokyo 180-8585, JP**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Erzeugung optischer Pakete mit scheibenförmigem abstimmbarem optischem 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 ein optisches Filter und dessen Anwendung auf eine optische Paketerzeugungsvorrichtung zum Erzeugen einer Zeitabfolge von monochromatischen Pulslichtern von entsprechenden Wellenlängen über eine weite Bandbreite in einem optischen Netzwerksystem, das Licht von verschiedenen Wellenlängen für verschiedene Kanäle verwendet.

**[0002]** Es gab einen Vorschlag eines Transmissionsystems vom Typ mit Wellenlängenmultiplexern zum Übertragen einer großen Kapazität bzw. Volumens von Signalen, unter Verwendung von Licht von verschiedenen Wellenlängen. In solch einem System ist es bekannt, dass es ein Bedürfnis für eine Technik gibt, zum Unterscheiden und Überwachen jeder Wellenlänge. Eine typische herkömmliche Technik zur Wellenlängenunterscheidung ist eine, die Reflektion durch einen Gitterspiegel verwendet, der zum Unterscheiden jeder Wellenlänge bei einer hohen Auflösung (die minimale Auflösung aktuell erhältlich ist ungefähr 0,1 nm) in der Lage ist, abhängig von einem Einfallswinkel bezüglich des Gitters, sodass er zur Messung als ein optischer Spektrumsanalysator weitverbreitet benutzt wird. Weiterhin gibt es als eine Wellenlängeunterscheidungsvorrichtung mit sogar noch höherer Auflösung eine Vorrichtung, die das Michelson Interferometer benutzt, der kommerziell erhältlich ist.

**[0003]** Diese zwei herkömmlichen Vorrichtungen sind passend für eine Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung für einen Messzweck, aber sie weisen Größen auf, die zu groß sind, um sie als eine Komponente mit einer Funktion zum Unterscheiden und Überwachen von Wellenlängen in einem System zu benutzen, und es gibt ein Bedürfnis für eine Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung mit einer kompakteren Größe. Als eine Anordnung, die dieses Erfordernis erfüllen kann, gibt es einen Vorschlag einer Anordnung (rotierendes abstimmbares optisches Filter), in welcher eine Mitteltransmissionswellenlänge abstimmbar gemacht werden kann, durch Rotieren eines dielektrischen Mehrlagenfilters.

**[0004]** Jedoch weist diese Anordnung Nachteile dahingehend auf, dass die Polarisationsabhängigkeit der Transmissionseffizienz stärker wird, wenn der Einfallswinkel größer wird, und der Betriebswellenlängenbereich ist durch die Einfallswinkel begrenzt. Um diese Nachteile zu überwinden, wurde ein lineares optisches Filter vorgeschlagen, in dem die Mittelwellenlänge entlang einer geraden Linie variiert. Wenn dieses lineare optische Filter benutzt wird, kann die Mittelwellenlänge gemäß einer Position, bei der der optische Strahl hindurchgeht, ausgewählt werden. Zusätzlich gibt es in diesem linearen optischen Filter keine Änderung in dem Einfallswinkel,

selbst wenn die Transmissionswellenlänge verändert wird, sodass es kaum irgendeine Polarisationsabhängigkeit gibt.

**[0005]** Auch gibt es, in diesen optischen Filtern, um die Hoch-Geschwindigkeitswellenlängenveränderung zu realisieren, ein Bedürfnis einen Hochgeschwindigkeits-Antriebsmechanismus bereitzustellen. In dieser Hinsicht weist der Rotationsmechanismus im wesentlichen eine Hochgeschwindigkeitseigenschaft auf, aber das rotierbare abstimmbare optische Filter benötigt eine Rotation einer Scheibenplatte, sodass es schwierig ist eine Balance in einer Rotation zu realisieren, sodass die Rotationsgeschwindigkeit stark begrenzt ist.

**[0006]** Auf der anderen Seite in dem Fall des linearen optischen Filters, gibt es ein Bedürfnis für einen Hochgeschwindigkeits-Schnellhinundherfahr-Bewegungsmechanismus mit einer großen Amplitude, um eine große Wellenlängenveränderungsfähigkeit zur gleichen Zeit zu realisieren. Dieses Erfordernis läuft quantitativ auf die Beschleunigung von  $4 \times 10^4 \text{ m/s}^2$  heraus, zum Beispiel in dem Fall des Realisierens der schnellen Hin- und Herbewegung mit einer Amplitude von 10cm und einer Frequenz von 100 Hz, und die Realisierung dieser Beschleunigung durch die aktuelle erhältliche Technologie würde ein gigantisches Antriebssystem erfordern.

**[0007]** In dem Wellenlängenmultiplexnetzwerksystem ist es nun wichtig eine Referenzwellenlängen-Lichtquelle mit Bezug auf Referenzwellenlängengitter zu stabilisieren, die auf absolute Wellenlängen kalibriert sind. Herkömmlich wurde eine Distributed Feed-Back Laser Diode (DFB-LD) als die Referenzwellenlängenlichtquelle vorgeschlagen, die in der Lage ist eine Wellenlängen-steuerbare einmodige Oszillation zu realisieren, und ein Verfahren, das einen wie in [Fig. 1](#) gezeigten Monochromator verwendet, wurde als ein Verfahren zum Stabilisieren der Referenzwellenlänge dieser DFB-LD vorgeschlagen.

**[0008]** [Fig. 1](#) zeigt einen herkömmlichen Monochromator, in dem ein gewünschtes Spektrum erhalten wird mit einem Beugungsgitter **4** auf einem Rotationsabschnitt von einer Lichtquelle in Form einer Photodiode (PD) **1** durch einen Schlitz **2** und einen Spiegel **3**, und kollimierte Strahlen werden durch einen Spiegel **5**, einen Schlitz **6** und eine Linse **7** erhalten und in eine optische Faser **9** ausgegeben. Der Monochromator weist nämlich eine Wellenlängenunterscheidungsfunktion mit einer hohen absoluten Präzision bzw. Genauigkeit auf, wobei das Referenzwellenlängenlicht durch Einstellen des Monochromators auf die spezifizierte Wellenlänge und Steuern der Laseroszillationswellenlänge erhalten werden kann, sodass die Intensität des zu unterscheidenden Laserstrahls maximal wird.

**[0009]** Jedoch benötigt die Vorrichtung zum Stabilisieren der Referenzwellenlänge unter Verwendung des Monochromators, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ein optisches System mit einem langen optischen Strahlpfad, weil seine Wellenlängeunterscheidungsfunktion die Wellenlängenabhängigkeit von dem Beugungswinkel des Gitters verwendet, sodass die Vorrichtung groß wird.

**[0010]** Zusätzlich, um die Wellenlängenstabilisierung zu sichern, gibt es ein Bedürfnis das optische System mechanisch stark bzw. stabil zu machen, und aufgrund dessen ist es notwendig einen Rahmen mit sehr hoher Steifheit bereitzustellen.

**[0011]** Auch wird zu einer Zeit des Steuerns der Oszillationswellenlänge gewöhnlich eine Differenz zwischen zwei Wellenlängen aufgenommen und ein Feedback bereitgestellt, sodass diese Differenz annulliert wird, aber es ist schwierig die Differenz zwischen zwei Spitzen des Spektrums aufzunehmen, sodass die Oszillationswellenlänge gewöhnlich bei einer niedrigen Frequenz (5 bis 10 KHz) nahe der spezifizierten Wellenlänge moduliert wird. Jedoch wird dieser Modulation eine Intensitätsmodulationskomponente überlagert und diese Intensitätsmodulation kann einige Probleme aufgrund von Rauschen zu einer Zeit einer Taktgewinnung oder ähnlichem in dem Transmissionssystem hervorgerufen.

**[0012]** Es ist zu erwähnen, dass durch Rotieren des Beugungsgitters bei hoher Geschwindigkeit in dem oben beschriebenen Monochromator es möglich ist eine abtastervo-artige Wellenlängen-Kontroll- bzw. Steuervorrichtung zu konstruieren, zum Erzeugen von guten kontinuierlichen monochromatischen Lichtern ohne Wellenlängenmodulation, aber solch eine Vorrichtung weist ein Problem dadurch auf, dass der Abtastervo nicht richtig funktionieren kann, da eine Grenze in dem Kleinerwerden der Abtastperiode auftritt, weil das Beugungsgitter anders als in dem Fall der Scheibe, mit einer starken Begrenzung der Anzahl von Rotationen in Zusammenhang steht.

**[0013]** Des weiteren wurde der Beugungsgittermonochromator allgemein zu dem Zweck eines Ausführens der Wellenlängenspektrumsanalyse verwendet, die die grundlegende Technik der optischen Messung darstellt. In diesem Fall wird die spezifische Wellenlänge durch Beugen nur einer Wellenlänge unterschieden, die die Bragg-Bedingung erfüllt, und die zu unterscheidende Wellenlänge wird durch Rotieren des Beugungsgitters ausgewählt. Hier wird eine Übereinstimmung zwischen der Wellenlänge und dem Rotationswinkel eindeutig definiert, sodass die hohe Präzisionsmessung durch akkurates Steuern des Rotationswinkels möglich wird. Jedoch verlangt dies einen langen optischen Strahlpfad, um die hohe Auflösung zu erhalten, und deshalb ist es schwierig ein Modul zu bilden, das passend für eine Einbezie-

hung in ein System ist, sodass seine Anwendbarkeit begrenzt wurde.

**[0014]** Die herkömmliche optische Paketerzeugungsvorrichtung erzeugt nun optische Pakete unter Verwendung eines Wellenlängenschalters basierend auf einem AOTF, (Akousto-optischen abstimmbares Filter). Es sei bemerkt, dass sich in der vorliegenden Beschreibung durchgehend die optischen Pakete auf eine Zeitfolge von monochromatischen Pulslichtern mit Wellenlängen beziehen, die sich durch ein konstantes Zeitintervall unterscheiden.

**[0015]** Dieses AOTF arbeitet, wie ein Schmalbandbreiten-Wellenlängenauswahlschalter durch Verwenden von oberflächenelastischen Wellen auf einem elektrooptischen Kristall, (wie zum Beispiel  $\text{LiNbO}_3$ ) als Beugungsgitter und ist in der Lage eine Wellenlänge bei hoher Geschwindigkeit umzuschalten. Die Umschaltgeschwindigkeit ist bis zu 10  $\mu\text{s}$  schnell oder weniger, weil es sich um elektrisches Umschalten handelt. Zum Beispiel wurde gezeigt, dass Umschalten von 1560 nm auf 1552 nm in 6  $\mu\text{s}$  möglich ist durch Optimieren des Steuersystems des AOTF (siehe M. Misono et al., "High-speed wavelength switching and stabilization of an acoustooptic tunable filter for WDM network in broadcasting stations", IEEE Photonics Technol. Lett., Vol. 4, Seiten 572-574, 1996; und H. Hermann et al., "Low-Loss Tunable Integrated Acoustooptical Wavelength Filter in  $\text{LiNbO}_3$  with Strong Sidelobe Suppression", IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 10, No. 1, Seiten 120-122, Januar 1998).

**[0016]** Die Wellenlängenauswahlfunktion des AOTF verwendet die Wellenlängenabhängigkeit von dem Beugungsgitter. Aus diesem Grund ergibt sich eine Grenze für eine Wellenlänge, bei der das gebeugte Licht wieder in die optische Faser gekoppelt werden kann, sodass die betriebsfähige Wellenlängenbandbreite begrenzt wird. Dieser Bereich ist aktuell ungefähr 10 nm.

**[0017]** Auf der anderen Seite benötigt das Netzwerksystem mit einem großen Umfang, das ein CATV Übertragungssystem oder ähnliches enthält, ein Zuführen von optischen Paketen durch Umschalten von Wellenlängen über eine weite Bandbreite. Die tatsächlich benötigte Wellenlängenbandbreite hängt von dem individuellen System ab, aber über 100 nm ist im allgemeinen erwünscht. Daher war die Bandbreite des aktuell erhältlichen AOTF ungenügend für diesen Zweck.

**[0018]** In EP-A-0615146 ist ein Farbrad offenbart, das ausgebildet ist, um hauptsächlich in einem optischen Projektionssystem verwendet zu werden.

**[0019]** Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine optische Paketerzeugungsvorrichtung bereitzu-

stellen, die geeignet ist, optische Pakete über eine sehr breite Wellenlängenbandbreite bereitzustellen.

**[0020]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine optische Paketerzeugungsvorrichtung bereitgestellt, umfassend:

ein scheibenförmiges optisches Filter, das Filterschichten von gegenseitig verschiedenen Transmissionswellenlängen aufweist, die auf einer Vielzahl von fächerförmigen Regionen gebildet sind, die unter vorgeschriebenen Zentralwinkeln aufgeteilt sind;

ein Rotationsantriebsmechanismus zum Rotieren des scheibenförmigen optischen Filters;

eine Lichtquelle zum Ausgeben von optischen Strahlen mit einer Vielzahl von Wellenlängen, die mit den Transmissionswellenlängen der Filterschichten übereinstimmen; eine optische Strahleneingabeeinheit zum Einstellen der optischen Strahlen von der Lichtquelle einfallend auf das scheibenförmige optische Filter als kollimierte optische Strahlen im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsebene des scheibenförmigen optischen Filters; und eine optische Strahlenausgabeeeinheit zum Sammeln der kollimierten optischen Strahlen, die durch das scheibenförmige optische Filter laufen; dadurch gekennzeichnet, dass der Rotationsantriebsmechanismus angepasst ist, das scheibenförmige optische Filter mit einer vorgeschriebenen, konstanten Geschwindigkeit zu rotieren; wobei die Strahlenausgabeeeinheit angepasst ist, um monochromatische optische Pakete mit Wellenlängen auszugeben, die den Transmissionswellenlängen der Filterschichten entsprechen, in Zeitserien als Zeitmultiplexte optische Pulse, die von den optischen Strahlen mit der Vielzahl von Wellenlängen gewonnen wurden in Übereinstimmung mit Rotationen des scheibenförmigen optischen Filters; und die Lichtquelle ist zusammengesetzt aus mehreren Lasern mit entsprechenden Wellenlängen und einem Multiplexer in Kombination mit optischen Fasern zur Eingabe in den. und zur Ausgabe aus dem optischen Filter.

**[0021]** Andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen ersichtlich, in welchen:

**[0022]** [Fig. 1](#) ein schematisches Diagramm zeigt, das eine Konfiguration eines herkömmlichen Monochromators zeigt;

**[0023]** [Fig. 2](#) ein Diagramm zeigt, das eine Grundkonfiguration einer Hochgeschwindigkeits-Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung zeigt, die nicht gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist aber für deren Verständnis nützlich ist;

**[0024]** [Fig. 3](#) ein Diagramm, das ein scheibenförmiges optisches Filter zeigt, das in einer optischen Paketerzeugungsvorrichtung nach der vorliegenden Er-

findung verwendet wird;

**[0025]** [Fig. 4](#) ein Diagramm, das optische Pakete zeigt, das durch die optische Paketerzeugungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung erzeugt wurde;

**[0026]** [Fig. 5](#) ein Blockdiagramm zeigt, das eine spezifische Konfiguration einer ersten optischen Paketerzeugungsvorrichtung nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0027]** [Fig. 6](#) ein Diagramm zeigt, das Übertragungspositionen von kollimierten optischen Strahlen und optische Strahlen für einen Photokoppler auf dem scheibenförmigen optischen Filter in der ersten optischen Paketerzeugungsvorrichtung aus [Fig. 5](#) zeigt; und

**[0028]** [Fig. 7](#) ein Diagramm zeigt, das Markierungen, die auf dem scheibenförmigen optischen Filter in der ersten optischen Paketerzeugungsvorrichtung aus [Fig. 5](#) bereitgestellt sind, zeigt.

**[0029]** Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) wird nun ein einfaches scheibenförmiges optisches Filter, das nicht der Erfindung entspricht, zuerst beschrieben, um das Verständnis der vorliegenden Erfindung zu erleichtern.

**[0030]** [Fig. 2](#) zeigt eine Grundkonfiguration der Hochgeschwindigkeits-Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung, die ein scheibenförmiges optisches Filter **12** mit solch einer Filtereigenschaft umfasst, dass die Mitteltransmissionswellenlänge entlang einer Umfangsrichtung variiert, die auf einem optischen Strahlpfad **11** von kollimierten Lichtern positioniert ist, sowie einen variablen Rotationsmechanismus **13** zum Rotieren des optischen Filters **12** bei einer hohen Geschwindigkeit synchron mit externen Signalen.

**[0031]** In dieser Vorrichtung ist ein Scheibenrotationsmechanismus für den variablen Rotationsmechanismus **13** angepasst, um die mechanische Begrenzung der maximalen Anzahl von Rotationen zu eliminieren.

**[0032]** Es sei bemerkt, dass in [Fig. 2](#) das scheibenförmige optische Filter **12** so angeordnet ist, dass es sich leicht von einer Richtung rechtwinklig zu einer optischen Achse des optischen Strahlpfads **11** neigt (eine vertikale Richtung der optischen Achse), aber es ist nicht notwendigerweise begrenzt auf diese Anordnung, und es ist möglich, dass scheibenförmige optische Filter **12** entlang der Richtung rechtwinklig zu der optischen Achse (die vertikale Richtung der optischen Achse) anzuordnen. Wenn das scheibenförmige optische Filter **12** so angeordnet ist, dass es leicht von der vertikalen Richtung der optischen Ach-

se, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, angeordnet ist, entsteht ein Vorteil dadurch, dass ein einfallendes Licht nicht direkt zurück zu der Einfallseite reflektiert werden wird. In solch einem Fall, ist es bevorzugt, diese Neigung so einzustellen, dass es ungefähr mehrere Radianen sind, hinsichtlich einer Beziehung mit der Filtereigenschaft.

**[0033]** Es sei bemerkt, dass die Hochgeschwindigkeitsrotationen einer Scheibe schon von dem optischen Scheiben- bzw. Plattengerät und dem Festplattengerät gezeigt werden und ungefähr 7000 Umdrehungen pro Minute (117 Hz) wird aktuell in der Praxis erreicht. Des weiteren weist, anders als bei den existierenden Plattengeräten, die einer Begrenzung aufgrund einer Speicherkapazität ausgesetzt sind, das optische Filter **12** im wesentlichen keine Begrenzung eines Scheibendurchmessers auf, sodass es auch möglich ist, weiterhin die Bedingungen zum Realisieren von Hochgeschwindigkeitsrotationen zu verfolgen.

**[0034]** Das scheibenförmige optische Filter **12** umfasst ein Substrat **14** in einer Form einer Quarzscheibe und eine Filterschicht **15** mit entlang einer Umfangsrichtung variierenden Mitteltransmissionswellenlängen, die auf dem Substrat **14** bereitgestellt wird, um die Wellenlängenunterscheidung zu realisieren. Die Filterschicht **15** wird durch die gewöhnliche dielektrische Mehrlagenschicht gebildet. Der Wellenlängenunterscheidungsbereich und die Bandbreite werden durch die Konfiguration dieser Filterschicht **15** bestimmt.

**[0035]** Hier wird Quarz für das Substrat **14** benutzt, auf dem die Filterschicht **15** zu bilden ist, aufgrund seiner hohen Transparenz, seiner hohen Verlässlichkeit bezüglich Hochgeschwindigkeitsrotationen basierend auf seiner hohen mechanischen Stärke und seiner exzellenten Stabilität gegenüber Temperatur. Einer Scheibenoberfläche des Substrats **14**, die der variablen Rotationsmechanismus-13-Seite gegenüberliegt, das heißt auf der entgegengesetzten Seite der Filterschicht **15**, wird eine weite Bandbreiten-Antirefleksions-Beschichtung angelegt.

**[0036]** In [Fig. 2](#) sind Faserkollimatoren **18** jeder eine optische Faser **16** und eine kollimierende Linse **17** umfassend, einander gegenüberstehend angeordnet, und das scheibenförmige optische Filter **12** wird in den optischen Strahlpfad **11** eingebracht, der zwischen den Faserkollimatoren **18** gebildet ist, sodass Lichter durch das scheibenförmige optische Filter **12** hindurchgehen.

**[0037]** Es gibt ein Bedürfnis den Strahldurchmesser genügend klein zu machen, sodass die Filtereigenschaft nicht abnimmt, aber der gewöhnlich kollimierte Strahl einen Strahldurchmesser von 300  $\mu\text{m}$  aufweist, der genügend klein ist bezüglich einer Scheibe

von 2,5 Inch- bzw. Zoll-Durchmesser, sodass diese Bedingung erfüllt werden kann. Auch mit diesem Strahldurchmesser ist es möglich den optischen Strahl durch ungefähr 60 mm Raum unter der Bedingung des Koppelverlustes von 0.5 dB oder weniger zu propagieren, sodass es ausreicht, die in [Fig. 2](#) gezeigte Konfiguration zu realisieren.

**[0038]** Unter Verwendung des in [Fig. 2](#) gezeigten scheibenförmigen optischen Filters **12** ist es möglich eine Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung zu realisieren, in der die Mitteltransmissionswellenlänge kontinuierlich über eine weite Bandbreite variiert. Insbesondere durch Bilden der Filterschicht **15**, sodass die Mitteltransmissionswellenlänge linear entlang der Umfangsrichtung variiert, ist es möglich, die Wellenlängenunterscheidung synchron mit einer Zeiteinteilung bzw. Taktung zu realisieren, die von einem System mit willkürlicher Mittelwellenlängenvariationsrate verlangt wird, unter Verwendung der Steuerung einer Anzahl von Rotationen und der herkömmlichen elektrischen Synchronisierungstechnik.

**[0039]** Zum Beispiel sind, wenn mehrere optische Strahlen mit kontinuierlichen Wellenlängen, die bei gleichen Wellenlängenintervallen angeordnet sind, auf diese Wellenlängenunterscheidungsvorrichtung einfallen, können die einfallenden Lichter in Ausgabebelichter in Form einer Folge von Pulslichtern angeordnet mit gleichen Intervallen auf einer Zeitachse, umgesetzt werden. Dies läuft auf die Umsetzung zwischen der Wellenlängenachse und der Zeitachse heraus, sodass es möglich wird, die Messung von absoluten Wellenlängen auf der Zeitachse zu realisieren, vorausgesetzt, dass absolute Wellenlängen entsprechend der mehreren Wellenlängen der einfallenden Lichter kalibriert werden.

**[0040]** Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) wird nun die vorliegende Erfindung detailliert beschrieben, die sich auf eine optische Paketerzeugungsvorrichtung bezieht.

**[0041]** Die optische Paketerzeugungsvorrichtung verwendet ein scheibenförmiges optisches Filter, in dem dielektrische Mehrlagen optische Filterlagen mit vorgeschriebenen Transmissionswellenlängen auf einer Vielzahl fächerförmiger Regionen gebildet sind, die die Scheibe mit vorgeschriebenen Zentralwinkeln wie in [Fig. 3](#) gezeigt aufteilt. Hier wird angenommen, dass die Transmissionswellenlängen der dielektrischen Mehrlagen optischen Filterlagen der entsprechenden Regionen  $\lambda_1$  bis  $\lambda_N$  sind. Dieses optische Filter wird rotiert, während kontinuierliche Lichter mit einer Vielzahl von Wellenlängen auf die Scheibe einfallen. Dann durchlaufen die Transmissionspositionen der einfallenden optischen Strahlen sequentiell Regionen mit unterschiedlichen Transmissionswellenlängen entlang einer Spur, die durch eine gestrichelte Linie in [Fig. 3](#) angezeigt ist. Andererseits stimmen die

Wellenlängen der einfallenden optischen Strahlen mit den Transmissionswellenlängen überein, so dass lediglich der optische Strahl einer einzelnen Wellenlänge selektiv an jeder Region durchgelassen wird. Auf diese Weise werden die monochromatischen Pulslichter mit Wellenlängen, die mit den Transmissionswellenlängen der entsprechenden Regionen übereinstimmen, in Zeitreihen ausgegeben, die mit den Rotationen des optischen Filters wie in [Fig. 4](#) dargestellt verbunden sind. Es werden nämlich die N Kanal optischen Pulse mit unterschiedlichen Wellenlängen für unterschiedliche Kanäle in zeitmultiplexer Form ausgegeben. Es werden auch, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, eine Vielzahl von Markierungen bei konstanten Zentralwinkeln radial von der Zentralposition dieses scheibenförmigen optischen Filters gebildet. Durch Detektieren dieser Markierungen und Bereitstellen einer Rückkopplung zu dem Rotationsantriebsabschnitt des optischen Filters ist es möglich, die Anzahl von Rotationen des optischen Filters zu steuern. Es sei angemerkt, dass in [Fig. 3](#) die Markierungen an Grenzen zwischen den Regionen mit unterschiedlichen Transmissionswellenlängen gebildet sind, dass deren Anzahl und Positionen aber beliebig ist, so lange der Zentralwinkel zwischen jeder angrenzenden Markierung konstant ist. Es sei jedoch angemerkt, dass es möglich ist, die Anzahl von Rotationen des optischen Filters mit einer größeren Genauigkeit durch Vergrößerung der Anzahl von Markierungen zu steuern.

**[0042]** Es ist auch durch Verriegeln der Phasen der Detektionssignale, die erzeugt werden, wenn die Markierungen auf dem rotierenden optischen Filter detektiert werden, mit den Phasen von externen Steuerungssignalen möglich, die optischen Pakete mit einer konstanten Pulsbreite synchron mit den externen Signalen zu erzeugen.

**[0043]** Zusätzlich ist es möglich, durch Detektieren einer Rotation des optischen Filters oder der Regionen mit unterschiedlichen Transmissionswellenlängen unter Verwendung der vorgeschriebenen Markierungen, die Wellenlängen (Kanäle) der monochromatischen Pulslichter (optische Pakete), die in Zeitreihen ausgegeben werden, zu identifizieren.

**[0044]** Nun werden die spezifischen Konfigurationen einer optischen Paketerzeugungsvorrichtung beschrieben.

**[0045]** [Fig. 5](#) zeigt eine Konfiguration einer ersten optischen Paketerzeugungsvorrichtung, die ein scheibenförmiges Filter **211** verwendet, das durch eine Glas- (Quarz) Scheibe gebildet ist, das in eine Vielzahl von fächerförmigen Regionen bei vorgeschriebenen Zentralwinkeln aufgeteilt ist, auf dem dielektrische Mehrlagen optische Filter mit gegenseitig unterschiedlichen Transmissionswellenlängen  $\lambda_1$  bis  $\lambda_N$  gebildet sind. Dieses optische Filter **211** wird durch

einen Gleichstrom-Servo-Motor **212** in Rotation versetzt. Ein Photokoppler **213** ist quer zur Scheibenebene des optischen Filters **211** bereitgestellt, um die auf dem optischen Filter **211** bereitgestellten Markierungen zu detektieren. Ein phasenverriegelter Schleifenschaltkreis **214** (PLL, Engl. Phase locked loop circuit), der durch einen Phasenvergleicher **215**, einen Tiefpassfilter (LPF) **216**, einen Schleifenfilter **217** und einen Differenzverstärker **218** gebildet ist, ist bereitgestellt, um die Anzahl von Rotationen des Gleichstrom-Servo-Motors **212** entsprechend einer Phasendifferenz zwischen dem Detektionssignal des Photokopplers **213** und einem externen Taktsignal **219** zu steuern.

**[0046]** In anderen Worten wird das optische Filter **211** auf die Anzahl von Rotationen gesteuert, die mit dem externen Takt **219** synchronisiert sind.

**[0047]** Es werden auch eine Vielzahl von Halbleiterlaser **220-1** bis **220-N** bereitgestellt, die optische Strahlen mit Wellenlängen ausgeben, die jeweils mit den Transmissionswellenlängen  $\lambda_1$  bis  $\lambda_N$  übereinstimmen. Diese optischen Strahlen werden in einen Multiplexer **222** durch Isolatoren **211** eingegeben und werden dort Wellenlängen gemultiplext. Die Wellenlängen gemultiplexten optischen Strahlen fallen auf das optische Filter **211** annähernd senkrecht als kollimierte optische Strahlen durch eine optische Faser **223** und eine Kollimationslinse **224** und transmittierte optische Strahlen vom optischen Filter **211** werden durch die Kollimationslinse **225** kollimiert und in eine optische Faser **226** eingegeben.

**[0048]** Genauer kann diese optische Paketerzeugungsvorrichtung aus [Fig. 5](#) in der Praxis wie folgt aufgebaut werden. Die Größe des Glasscheibensubstrats des optischen Filters **211** ist beliebig, und es ist möglich ein Substrat mit einem Außendurchmesser von 2,5 Zoll, einen Innendurchmesser von 15 mm und einer Dicke von 2 mm zu verwenden, das kompatibel ist mit der magneto-optischen Scheibe. Die Transmissionscharakteristik des optischen Filters **211** ist trapezoid, und es ist möglich, einen Doppel-Kavität-Filter mit dem Extinktions-Verhältnis von 60 dB und mehr zu verwenden. Es ist zu berücksichtigen, dass die Transmissionsbandbreite beliebig eingestellt werden kann. Auf der Grundfläche des Scheibensubstrats ist eine Breitband-Antireflexschicht gebildet.

**[0049]** Das optische Filter **211** ist annähernd senkrecht in einem optischen Strahl-Pfad der kollimierten Strahlen zwischen den Kollimationslinsen **224** und **225** angeordnet. Das optische Filter ist hier vorzugsweise bezüglich des optischen Strahl-Pfads etwas zu neigen, um den Einfluss von Reflektion zu beseitigen, das optische Filter **211** ist aber wegen des Einflusses des Einfallswinkels der optischen Strahlen auf die Polarisationsabhängigkeit und die Transmissions-

wellenlänge vorzugsweise nicht mehr als notwendig zu neigen. Auch wird der Einfallswinkel nur schwer geändert durch Rotationen zum Einstellen und wird lediglich beeinflusst durch die Scheibenflächenvibration zuzeiten von Rotationen. Jedoch ist die Scheibenflächenvibration normalerweise etwas 10 µm bezüglich des Durchmessers von 2,5 Zoll, so dass die Änderung des Einfallswinkels aufgrund dieses Faktors ignoriert werden kann.

**[0050]** Es ist möglich für Halbleiterlaser **220** den DBR-(Distributed Bragg-Reflector) Laser, in dem die Wellenlänge festgelegt werden kann, einen Laser mit externer Kavität oder eine SSG- (Super Structure Grating) Laser, in dem die Wellenlänge durchstimmbare ist, zu verwenden.

**[0051]** Die optischen Strahlen, die von diesen individuellen Halbleiterlaser ausgegeben werden, werden durch den Multiplexer **222** gemultiplext, und das verlustarme Multiplexen kann hier realisiert werden durch Verwenden eines angeordneten (Engl.: arrayed) Wellenleiterbeugungsgitters als den Multiplexer **222**, der bereitgestellt ist, damit die Wellenlängen genügend gesteuert sind. Außer diesen individuellen Halbleiterlasern ist es auch möglich, einen modenverriegelten (Engl.: mode locked) Halbleiterlaser zu verwenden, der optische Strahlen mit multiplen Wellenlängen durch ein einzelnes Element ausgeben kann.

**[0052]** Ein Vielzahl von Markierungen, die an den vorgeschriebenen Zentralwinkeln des optischen Filters **211** zu bilden sind, können durch den Transfer unter Verwendung der Fotolithographie Technik auf dem Glassubstrat genau gebildet werden. Diese Markierungen werden optische durch den Photokoppler **213** detektiert. Die Transmissionsposition der durch den optischen Filter **211** zu transmittierenden kollimierten optischen Strahlen und die Transmissionsposition der optischen Strahlen für den Photokoppler sind in dem gleichen Winkel wie in [Fig. 6](#) gezeigt angeordnet.

**[0053]** Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist es auch möglich durch Bereitstellen einer Vielzahl von Markierungen **231**, die bei konstanten Zentralwinkeln zum Zweck der Steuerung der Anzahl der Rotationen des optischen Filters **211** angeordnet sind, und einer Markierung **232** einer unterschiedlichen Länge zum Zweck der Bestimmung einer Rotation des optischen Filters **211**, so dass eine Hälfte der Transmissionsposition des optischen Strahls für den Photokoppler durch die Spitze der Markierung **231** geht, eine Periode einer Rotation des optischen Filters **211** durch Detektieren der Markierung **232** bezüglich des Pegels des Detektionssignals des Photokopplers zu detektieren. Hier können die Markierungen **231** so gebildet sein, dass Regionen mit unterschiedlichen Transmissionswellenlängen bezüglich der Markierung **231** erkannt werden können.

**[0054]** Durch Verriegeln der Phasen des Detektionssignals des Photokopplers **213** und des externen Takts **219** ist es auch möglich, die Zeitbreite der optischen Pakete zu steuern, so dass es möglich wird, Daten in den optischen Paketen zu lesen oder zu schreiben.

**[0055]** Die Schaltzeit der optischen Pakete hängt von der Rotationsgeschwindigkeit des optischen Filters **211** und dem Strahldurchmesser des einfallenden optischen Strahls auf dem optischen Filter **211** ab. Wenn der Strahldurchmesser 100 µm ist, ist die Rotationsgeschwindigkeit 10000 Upm, und der Rotations-Spur-Radius ist 25 mm, und die Schaltzeit wird näherungsweise 1 µs.

**[0056]** Der optische Strahl fällt während des Schaltens zwischen quer zu zwei angrenzenden Regionen, so dass sich zwei optische Pakete wie in [Fig. 4](#) gezeigt überlappen. Auf diese Weise wird die Variation der Lichtintensität während des Schaltens klein, so dass möglich ist, die Häufung bzw. den Burst aufgrund der Verstärkungsfluktuation oder Signallicht Eingang zu einer Zeit des Verstärkens der in Zeitreihen ausgegebenen optischen Pulse durch den optischen Faserverstärker oder dergleichen zu verhindern.

**[0057]** Wie beschrieben ist es möglich, optische Pakete über eine sehr breite Wellenlängenbandbreite zu erzeugen durch Rotieren des scheibenförmigen optischen Filters, der in Regionen mit unterschiedlichen Transmissionswellenlängen aufgeteilt ist, und Ausgeben der monochromatischen Lichtpulse der Wellenlängen, die mit den Transmissionswellenlängen der jeweiligen Regionen gekoppelt sind.

**[0058]** Es ist auch zu bemerken, dass neben dem oben bereits genannten viele Modifikationen und Variationen der oberen Ausführungsformen durchgeführt werden können ohne die neuen und vorteilhaften Merkmale der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Dem gemäß sind alle solche Modifikationen und Variationen beabsichtigt, innerhalb des Umfangs der anhängenden Ansprüche enthalten zu sein.

## Patentansprüche

1. Eine optische Paketerzeugungsvorrichtung, umfassend:  
 ein scheibenförmiges optisches Filter (**211**), das Filterschichten von gegenseitig verschiedenen Transmissionswellenlängen aufweist, die auf einer Vielzahl von fächerförmigen Regionen gebildet sind, die unter vorgeschriebenen Zentralwinkeln aufgeteilt sind;  
 ein Rotationsantriebsmechanismus (**212**) zum Rotieren des scheibenförmigen optischen Filters (**211**);  
 eine Lichtquelle (**220-1**, **220-2**, **220-N**; **227**) zum Ausgeben von optischen Strahlen mit einer Vielzahl von Wellenlängen, die mit den Transmissionswellenlängen

gen der Filterschichten übereinstimmen;  
 eine optische Strahleneingabeeinheit (**223**, **224**) zum Einstellen der optischen Strahlen von der Lichtquelle (**220-1**, **220-2**, **220-N**; **227**) einfallend auf das scheibenförmige optische Filter (**211**) als kollimierte optische Strahlen im Wesentlichen senkrecht zu einer Rotationsebene des scheibenförmigen optischen Filters (**211**); und  
 eine optische Strahlenausgabebeneinheit (**225**, **226**) zum Sammeln der kollimierten optischen Strahlen, die durch das scheibenförmige optische Filter (**211**) laufen;  
 wobei der Rotationsantriebsmechanismus (**212**) angepasst ist, das scheibenförmige optische Filter mit einer vorgeschriebenen, konstanten Geschwindigkeit zu rotieren;  
 wobei die Strahlenausgabebeneinheit (**225**, **226**) angepasst ist, um monochromatische optische Pakete mit Wellenlängen auszugeben, die den Transmissionswellenlängen der Filterschichten entsprechen, in Zeitserien als Zeitmultiplexte optische Pulse, die von den optischen Strahlen mit der Vielzahl von Wellenlängen gewonnen wurden in Übereinstimmung mit Rotationen des scheibenförmigen optischen Filters (**211**); und  
 die Lichtquelle ist zusammengesetzt aus mehreren Lasern (**220-1**, **220-2**, **220-N**) mit entsprechenden Wellenlängen (**11-1N**) und einem Multiplexer (**222**) in Kombination mit optischen Fasern (**223**, **226**) zur Eingabe in den und zur Ausgabe aus dem optischen Filter (**211**).

2. Die Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das scheibenförmige optische Filter (**211**) eine Vielzahl von auf diesem radial mit vorgeschriebenen Winkeln geformte Markierungen aufweist, und der Rotationsantriebsmechanismus (**212**) angepasst ist, um eine Zahl von Rotationen des scheibenförmigen Filters (**211**) durch Detektieren der Markierungen (**231**) zu steuern.

3. Die Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Rotationsantriebsmechanismus (**212**) angepasst ist, um eine Phase von Detektionssignalen, die durch Detektieren der Markierungen (**231**) auf dem in Rotation versetzten scheibenförmigen Filter (**211**) generiert wurden, mit einer Phase von externen Steuersignalen zu synchronisieren, so dass die optischen Pakete mit einer konstanten Pulsbreite, die mit den externen Steuersignalen synchronisiert sind, über den zweiten optischen Strahlenpfad (**225**, **226**) ausgegeben werden.

4. Die Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei das scheibenförmige optische Filter (**211**) die Vielzahl von Markierungen an Rändern der Vielzahl von fächerförmigen Regionen aufweist.

5. Die Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei das scheibenförmige optische Filter (**211**) eine weitere

Markierung (**232**) aufweist, die zum Detektieren einer 360° Rotation des scheibenförmigen optischen Filters (**211**) verwendet wird.

6. Die Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner umfassend:  
 einen Photokoppler (**213**) zum optischen Detektieren der auf dem scheibenförmigen optischen Filter (**211**) gebildeten Markierungen (**231**), wobei eine Transmissionsposition eines optischen Strahls für den Photokoppler (**213**) bei einer identischen Winkelposition wie eine Transmissionsposition der kollimierten optischen Strahlen angeordnet ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

# FIG.1

STAND DER TECHNIK

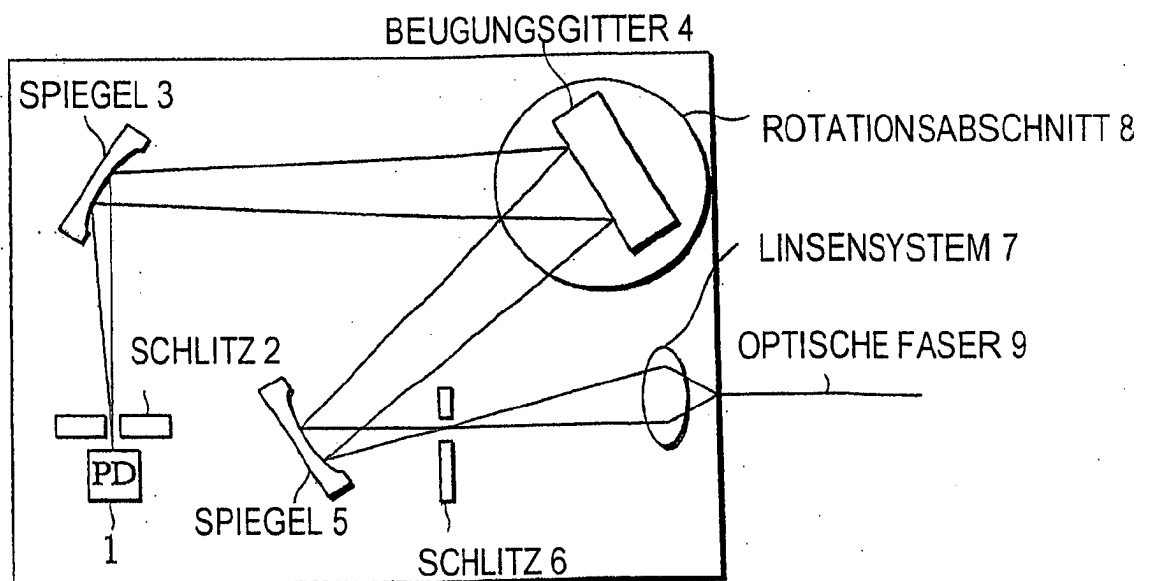


FIG.2

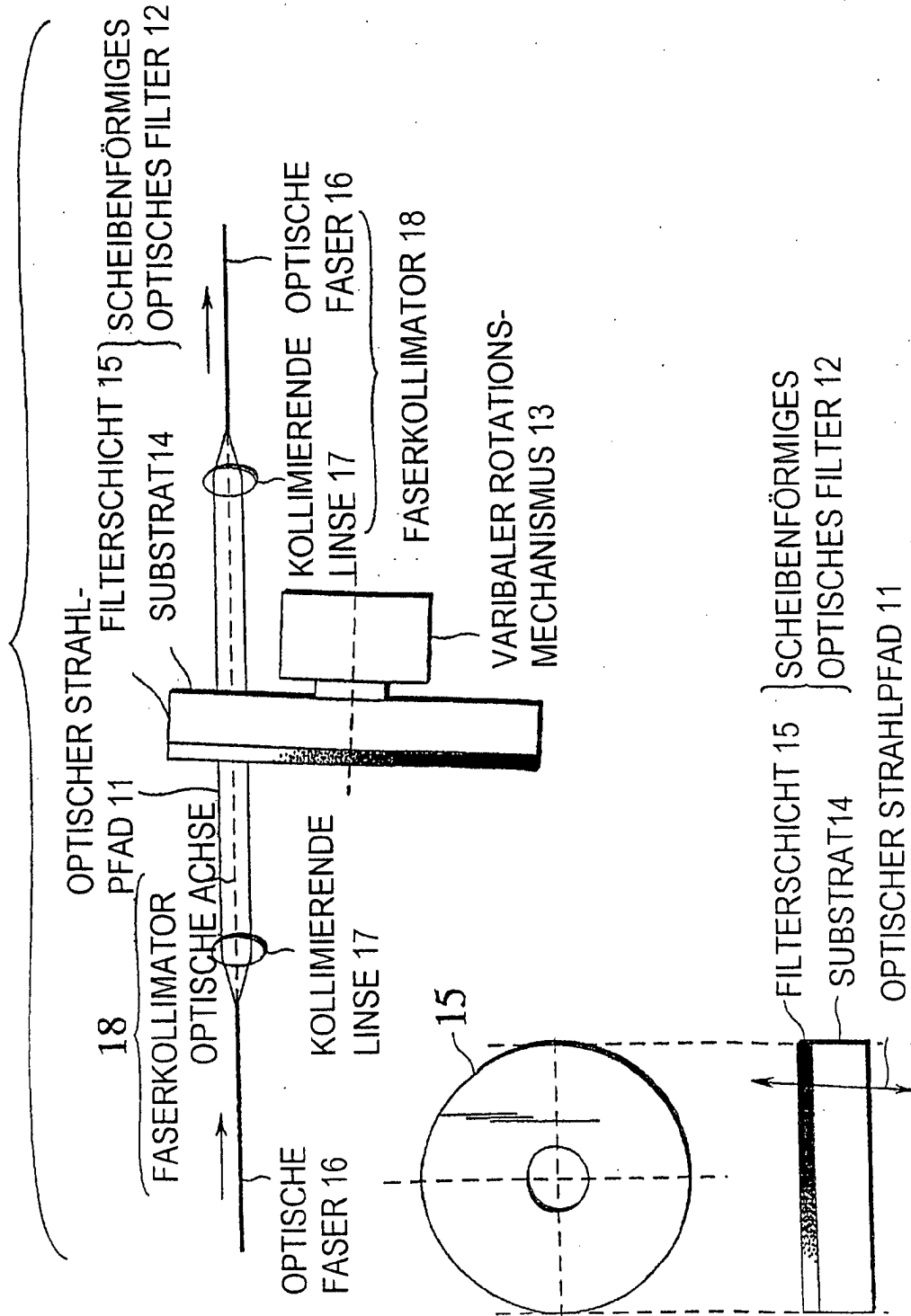


FIG. 3

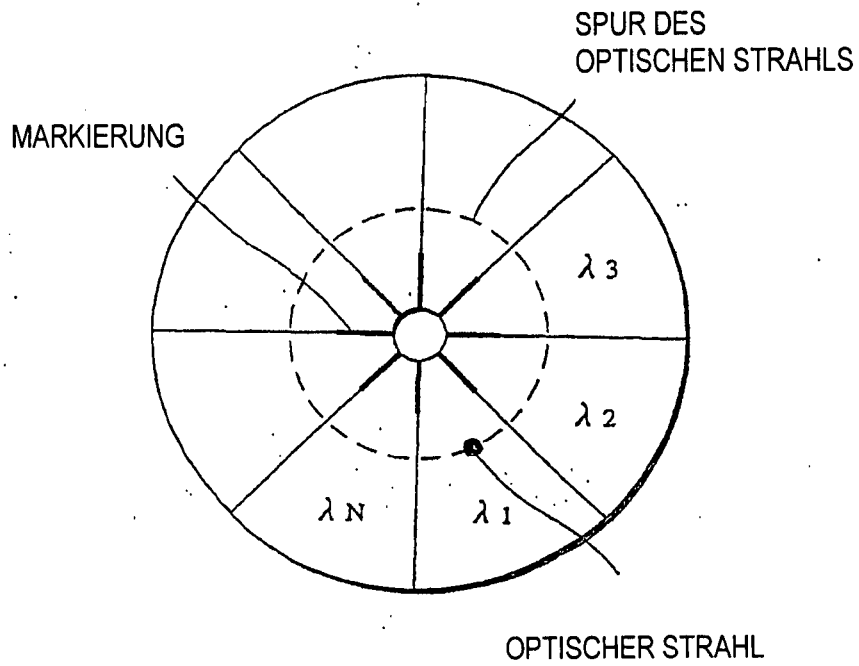


FIG. 4

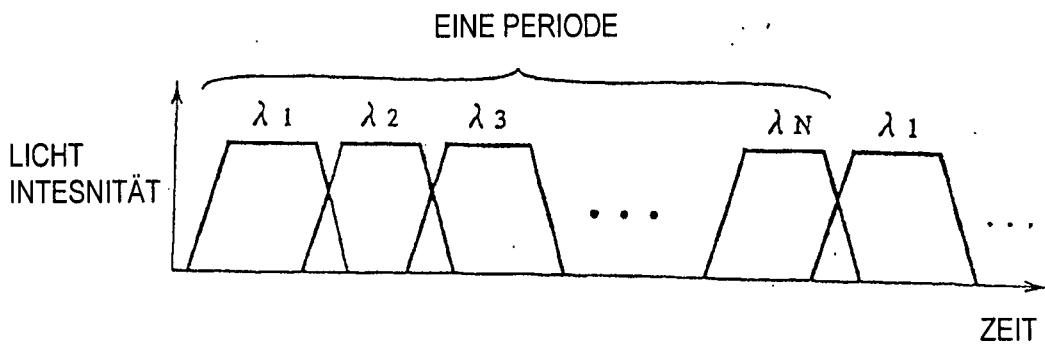


FIG. 5

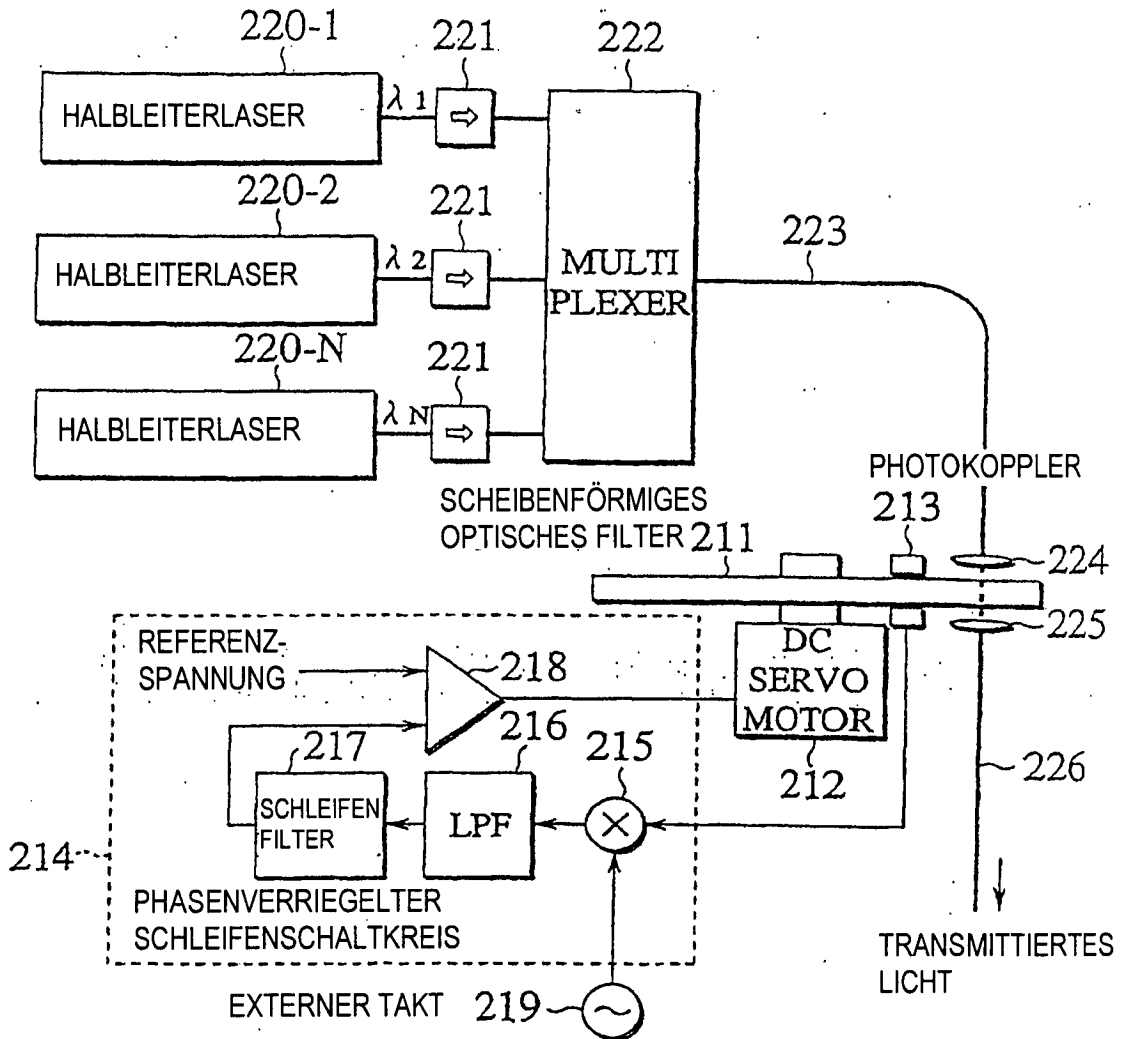


FIG. 6

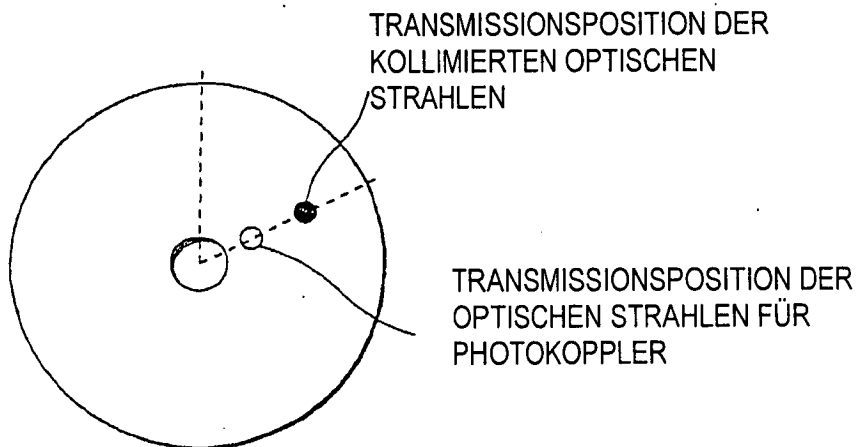


FIG. 7

