



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 25 331 T2** 2005.08.04

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 854 375 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 25 331.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 100 554.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.01.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.07.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **04.08.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.08.2005**

(51) Int Cl.7: **G02F 1/01**
G02F 1/025

(30) Unionspriorität:

513997 16.01.1997 JP

(73) Patentinhaber:

Oki Electric Industry Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Böck, Tappe, Kirschner Rechtsanwälte
Patentanwälte, 81479 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Yamada, Koji, Minato-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Optischer Impulsgeber**

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 Erfindung bezieht sich auf einen optischen Impulsgeber, insbesondere bezieht sie sich auf einen optischen Impulsgeber, der in der Lage ist, kurze optische Impulse zu erzeugen.

[0002] Auf den optischen Impulsgeber zur Erzeugung kurzer optischer Impulse kann bei der Strukturierung eines optischen Kommunikationssystems mit ultrahoher Geschwindigkeit und großer Kapazität nicht verzichtet werden.

[0003] Die offengelegte japanische Patentanmeldung JP A1-H6(1994)-281896 und US-A-5,434,693 offenbaren einen optischen Impulsgeber (der im Folgenden als ein optischer Modulator vom Elektroabsorptionstyp bezeichnet wird), der zwei optische Modulatoren vom Elektroabsorptionstyp enthält, die aus einem Halbleitermaterial hergestellt sind und die von der Spannung von 0 (V) oder der Vorwärtsvorspannung und der sinusförmigen Spannung betrieben werden. Dieser optische Impulsgeber erzeugt optische Impulse wie folgt. Das einfallende Licht, das einen konstanten Ausgangswert am optischen Impulsgeber hat, wird an den ersten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp gegeben, um darin moduliert zu werden. Dann wird das von dem ersten optischen Modulator ausgegebene Licht an den zweiten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp gegeben, der von der Vorspannung und einer anderen sinusförmigen Spannung angetrieben wird, die aus der Invertierung der Phase der früheren sinusförmigen Spannung abgeleitet wird, so dass eine Zeitdifferenz zwischen dem Licht verursacht wird, das durch den ersten und zweiten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp jeweils moduliert wird, und dadurch kurze optische Impulse erzeugt, welche eine zweifach höhere Wiederholungsfrequenz als die Oszillationsfrequenz des sinusförmigen Spannungsgenerators haben.

[0004] In dem optischen Impulsgeber dieses Typs ist, wenn der optische Modulator vom Elektroabsorptionstyp von der sinusförmigen Spannung angetrieben wird, seine optische Ausgangscharakteristik nicht linear, so dass er als ein optisches Tor betrieben wird, dessen ansteigende und fallende Flanke kurz ist.

[0005] Mit anderen Worten, wenn ein Wert der Vorspannung geeignet als 0 (V) oder eine andere Vorwärtsspannung ausgewählt worden ist, dann kann die Zeit, wenn das optische Tor vollständig offen gehalten wird, mehr als die Hälfte der Wiederholungsoszillationsperiode des sinusförmigen Generators betragen.

[0006] Auch wenn der erste und zweite Modulator vom Elektroabsorptionstyp als ein optisches Tor be-

trieben werden, worin die Betriebsphase des zweiten Modulators umgekehrt wird zu der der ersten Phase. Wenn ein Laserstrahl, der einen konstanten Ausgangswert hat, der Reihe nach in das erste und zweite optische Tor einfällt, dann werden die steigenden und fallenden Abschnitte des Laserimpulses, der vom ersten Tor erzeugt wird, nur bei den steigenden und fallenden Abschnitten des Laserimpulses überlagert, der von dem zweiten Tor erzeugt wird, und dadurch wird es ermöglicht einen kurzen optischen Impuls zu erzeugen, der eine Frequenz hat, die zweimal höher ist als die Wiederholungsfrequenz.

[0007] Ferner enthält die Offenbarung die technische Lehre, dass in optischen Impulsgebern vom Elektroabsorptionstyp die Wiederholungsfrequenz durch Verändern der Frequenz des sinusförmigen Spannungsgenerators willkürlich geändert werden kann.

[0008] Jedoch enthält der frühere optische Impulsgeber die folgenden Probleme. Das heißt, die sinusförmige Spannung muss separat dem jeweiligen ersten und zweiten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp zugeführt werden. Um folglich kurze optische Impulse zu erzeugen, wird von dem optischen Impulsgeber gefordert, wenigstens jeweils zwei Gleichspannungsquellen und sinusförmige Modulationsspannungsquellen, einen Leistungsteiler, um die sinusförmige Modulationsspannung durch zwei zu teilen, und eine elektrische Phasenverzögerungsschaltung zu enthalten. Deshalb führt dies natürlich zu einer Vergrößerung des Generators.

[0009] Wenn zusätzlich zu dem obigen Problem beabsichtigt wird, den ersten und zweiten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp auf einem Substrat zu integrieren, dann müssen jeweils zwei der Hochfrequenzzuführungen und der Torwiderstand zur Impedanzanpassung auf dem Kopfteil angebracht werden, um darauf Elemente zu montieren. Dies verursacht offensichtlich verschiedene Schwierigkeiten beim Entwurf und beim Herstellen von solchen Kopfteilen.

[0010] Im allgemeinen kann die Länge des optischen Modularelementes vom Elektroabsorptionstyp ungefähr 300 µm oder etwas kürzer sein. Sogar wenn zwei optische Modulatoren auf demselben Substrat integriert werden, kann die Gesamtlänge davon ungefähr 700 µm oder etwas kürzer sein. Um einerseits zu vermeiden, dass sich zwei Hochfrequenzzuführungen berühren, benötigen sie dazwischen einen Abstand oder eine Breite von 1 mm. Folglich ist es kaum möglich, die Hochfrequenz in der identischen Richtung zuzuführen. Sogar wenn versucht wird, die Hochfrequenz in entgegengesetzter Richtung zuzuführen, würde es schwierig werden, den Abstand zur Anbringung des Torwiderstandes zur Impedanzanpassung sicherzustellen.

[0011] Ferner muss die Anpassung der optischen Verbindung an zwei Stellen eingestellt werden, d. h. die eine Stelle ist ein Ort, wo das einfallende Licht eintritt, und die andere Stelle ist ein Ort, von dem das Licht austritt. Wenn die Modularisierung beabsichtigt ist, dann wird es eine erhöhte Anzahl von Schritten geben, um die Anpassung der optischen Verbindung zwischen den Elementen, wie z. B. Linsen, einzustellen. Darüber hinaus muss ein sehr dünner Antireflexionsfilm auf beiden optischen Endflächen des Modulators gebildet werden. Dies würde den Herstellungsprozess komplexer und schwieriger gestalten.

[0012] In der US-A-5,434,693 wird ein Gerät zur Erzeugung von kurzen optischen Impulsen offenbart, in dem ein Halbleiterlaserlicht von einer festgelegten Intensität in einen ersten optischen Modulator vom Halbleiterelektroabsorptionstyp eingeleitet wird, der von einer 0 V oder einer Vorspannung und einer sinusförmigen Spannung angetrieben wird, und das Ausgangslicht von dem ersten optischen Modulator wird in einen zweiten optischen Modulator vom Elektroabsorptionstyp gegeben, an den eine Vorspannung und eine sinusförmige Spannung gegeben wird, wobei die sinusförmige Spannung um eine Periode verspätet ist zu der sinusförmigen Spannung, was der Phasenumkehr davon entspricht, wobei es möglich ist, kurze optische Impulse einer Wiederholungsfrequenz zu erzeugen, die zweimal höher ist als die Oszillatorfrequenz eines sinusförmigen Spannungsgenerators.

[0013] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen optischen Impulsgeber zur Verfügung zu stellen, der in Bezug auf die oben genannten Probleme verbessert ist.

[0014] Um diese Aufgabe zu lösen, ist der optische Impulsgeber der Erfindung gekennzeichnet in den Ansprüchen 1 und 2. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0015] Der optische Impulsgeber enthält einen optischen Modulator mit einem optischen Modulationsbereich zur Modulation des Lichts, das auf eine Endfläche davon einfällt, und einen Hohlleiterbereich zur Führung des modulierten Lichts zwischen dem optischen Modulationsbereich und der anderen Endfläche davon, wobei beide Bereiche auf einem identischen Substrat hergestellt sind; eine Einstellelektrode zum Einprägen der Vorspannung auf dem Hohlleiterbereich des optischen Modulators; ein optischer Antireflexionsfilm, der an einer Endfläche des optischen Modulators ausgebildet ist; und einen optischen Reflexionsfilm, der an der anderen Endfläche des optischen Modulators hergestellt ist.

[0016] Das modulierte Licht wird an den optischen Phaseneinsteller gelegt, durch den die Phase des

modulierten Lichts eingestellt wird. Dann wird dieses phasen-eingestellte Licht an den optischen Modulator gegeben. Dann moduliert der optische Modulator das zurückkehrende modulierte Licht und emittiert die kurzen optischen Impulse, die erzeugt werden, durch Überlagerung des modulierten Lichts, das die obige Phaseneinstellung erhalten hat, auf das initial-modulierte Licht.

[0017] In dem optischen Impulsgeber, in welchem der optische Modulator einen optischen Antireflexionsfilm hat, der an einer Endfläche ausgebildet ist, und einen optischen Reflexionsfilm hat, der an der anderen Endfläche ausgebildet ist, breitet sich das durch den Modulationsbereich des optischen Modulators modulierte Licht über den Hohlleiterbereich, der sich auf demselben Substrat befindet, aus. Dieses modulierte Licht erreicht den Reflexionsfilm und wird dann dadurch reflektiert. Das reflektierte Licht breitet sich umgekehrt durch den Hohlleiterbereich aus, durch den seine Phase eingestellt wird, in Abhängigkeit von der optischen Länge des Hohlleiterbereichs. Das phasenangepasste Licht wird an den optischen Modulator gegeben und wird wieder dadurch moduliert. Dann erzeugt der optische Modulator den kurzen optischen Impuls, der erzeugt wird durch Überlagerung des modulierten Lichts, das die obige Phasenanpassung erhalten hat, mit dem initial modulierten Licht.

[0018] In dem optischen Impulsgeber, in dem eine Einstellelektrode zum Einprägen der Vorspannung auf den Hohlleiterbereich des optischen Modulators vorhanden ist, wird der Brechungsindex des Hohlleiterbereiches verändert, indem die Vorspannung von der Einstellelektrode angelegt wird. Wenn folglich die Vorspannung an den Hohlleiterbereich zu dem Zeitpunkt angelegt wird, wenn das modulierte Licht, das durch den Reflexionsfilm reflektiert wird, wieder durch den Hohlleiterbereich passiert, ist es möglich, die Phase des modulierten Lichts, das zurück zu dem optischen Modulator geht, zu verändern. Deshalb erzeugt der optische Modulator die kurzen optischen Impulse, die erzeugt werden, durch Überlagerung des modulierten Lichts, dessen Phase verändert worden ist, mit dem initial modulierten Licht.

[0019] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nun in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen:

[0020] [Fig. 1](#) ein Diagramm zum Erklären des Aufbaus des ersten Ausführungsbeispiels gemäß der Erfindung ist,

[0021] [Fig. 2](#) ein Diagramm ist, das ein Beispiel des Aufbaus eines Phaseneinstellers zeigt,

[0022] [Fig. 3](#) ein Diagramm ist, das das erste konkrete Beispiel eines Phaseneinstellers zeigt;

[0023] [Fig. 4](#) ein Diagramm ist, welches das zweite konkrete Beispiel des Phaseneinstellers zeigt;

[0024] [Fig. 5](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) Diagramme zur Erklärung des Betriebs des ersten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung sind,

[0025] [Fig. 8](#) eine schematische perspektivische Ansicht zur Erklärung des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0026] [Fig. 9](#) ein Diagramm zur Erklärung des Betriebs des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist,

[0027] [Fig. 10](#) eine schematische perspektivische Ansicht zur Erklärung des dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist, und

[0028] [Fig. 11](#) ein Diagramm zur Erklärung des Betriebs des dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist.

[0029] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das die Struktur des ersten Ausführungsbeispiels nach der Erfindung darstellt. Dieser optische Pulsgeber enthält einen optischen Modulator **10** vom Elektroabsorptionstyp, welcher das Licht moduliert, das auf den Modulator durch eine Endfläche **1a** davon einfällt und das modulierte Licht auf der anderen Endfläche **1b** davon ausgibt, und einen Phaseneinsteller **20**, der mit der anderen Endfläche **1b** des optischen Modulators **10** verbunden ist, um die Phase des modulierten Lichts von dem optischen Modulator **10** einzustellen und um das phaseneingestellte Licht wieder an die andere Endfläche **1b** des optischen Modulators **10** zurückzugeben.

[0030] Der optische Impulsgeber enthält ferner einen Signalgenerator **10**, der das sich periodisch verändernde Modulationssignal (z. B. sinusförmiges Signal) an die Elektrode **11** des optischen Modulators **10** gibt, und eine Konstantspannungsquelle **40** für den Signalgenerator **30**. Darüber hinaus wird ein Antireflexionsfilm AR auf jeder der Endflächen **1a**, **1b** des optischen Modulators **10** gebildet.

[0031] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das einige Beispiele der Struktur des Phaseneinstellers zeigt. [Fig. 2\(a\)](#) zeigt ein Beispiel, in welchem die optische Reflexion benutzt wird, während [Fig. 2\(b\)](#) ein Beispiel zeigt, in welchem eine optische Schleife benutzt wird. Das heißt, das Beispiel des Phaseneinstellers, der in [Fig. 2\(a\)](#) dargestellt wird, ist so aufgebaut, dass das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** durch einen optischen Reflexionsspiegel **21** reflektiert wird, und dann wieder an den optischen Modulator **10** zurückgegeben wird. Der optische Abstand wird in Abhängigkeit von der Position des Reflexionsspiegels **21** eingestellt, durch den das modulierte

Licht reflektiert wird, und dadurch die Phase des modulierten Lichts einstellt, das zurück zu dem optischen Modulator **10** kommt.

[0032] In dem in [Fig. 2\(b\)](#) dargestellten Beispiel ist der Phaseneinsteller so aufgebaut, dass sich das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** durch die optische Schleife **22** des Phaseneinstellers **20** ausbreitet und dann zurück zu dem optischen Modulator **10** kommt. Der optische Abstand wird eingestellt in Abhängigkeit von der Länge der optischen Schleife **22** und dadurch wird die Phase des modulierten Lichts eingestellt, das zu dem optischen Modulator **10** zurückkommt.

[0033] [Fig. 3](#) zeigt einige konkrete Beispiele des Phaseneinstellers, der von der optischen Reflexion Gebrauch macht, sowie dies in [Fig. 2\(a\)](#) gezeigt wird. In einem Beispiel, das in [Fig. 3\(a\)](#) dargestellt wird, ist der Phaseneinsteller so aufgebaut, dass das einfallende Licht den optischen Modulator **10** über eine optische Faser F und Linsen L eintritt und das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** in den Phaseneinsteller **20** durch andere Linsen L und andere optische Fasern F eingespeist wird. Einerseits befinden sich im Inneren dieses Phaseneinstellers **20** weitere Linsen L und der Reflexionsspiegel **21**, dessen Position variabel ist. Folglich kann die Phasendifferenz des modulierten Lichts, das von dem Spiegel reflektiert wird, eingestellt werden, indem der optische Abstand L_{eff} von dem Ausgangsende des optischen Modulators **10** zu dem Reflexionsspiegel **21** eingestellt wird.

[0034] In einem anderen Beispiel, das in [Fig. 3\(b\)](#) dargestellt wird, ist der Phaseneinsteller **20a** so aufgebaut, dass das modulierte Licht, das von dem optischen Modulator **10** kommt, durch den Phaseneinsteller **20a** in eine optische Phase F gelangt und durch einen optischen Reflexionsfilm **21a** (oder Reflexionsspiegel) reflektiert wird, der am Ende der optischen Phase F sich befindet, und dadurch das modulierte Licht umkehrt, wenn es zu dem optischen Modulator **10** wieder reflektiert wird. Folglich kann die Phasendifferenz des modulierten Lichts, wenn es reflektiert wird, durch Einstellen der Position der Linse L in dem Phaseneinsteller **20a**, d. h. durch Einstellen der optischen Distanz L_{eff} von dem Ende des Ausgangs des optischen Modulators **10** zu dem Reflexionsfilm **21a**, eingestellt werden.

[0035] In nach einem anderen in [Fig. 3\(c\)](#) dargestellten Beispiel ist der Phaseneinsteller so aufgebaut, dass das modulierte Licht von dem optischen Modulator in eine optische Faser F gelangt und dann durch den Reflexionsfilm **21a** (oder Reflexionsspiegel) reflektiert wird, der sich am Ende der optischen Faser F befindet, und dadurch das modulierte Licht umkehrt, so wie es wieder zu dem optischen Modulator **10** reflektiert wird. In diesem Beispiel wird die Län-

ge der optischen Faser mit dem Reflexionsfilm **21a** an ihrem Ende im voraus eingestellt, so dass die Phasendifferenz des dabei reflektierten Lichts eingestellt werden kann durch Einstellen der optischen Distanz L_{eff} von dem Ausgangsende des optischen Modulators **10** zu dem Reflexionsfilm **21a**.

[0036] **Fig. 4** zeigt einige konkrete Beispiele des Phaseneinstellers, der Gebrauch macht von der optischen Schleife, so wie sie in **Fig. 2(b)** dargestellt wird. In einem in **Fig. 4(a)** dargestellten Beispiel ist der Phaseneinsteller **20a** so aufgebaut, dass das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** in einen optischen Zirkulator **60** durch den Phaseneinsteller **20a** eindringt und dann zu dem optischen Zirkulator **60** zurückkehrt, nachdem es eine optische Schleife **22** passiert hat und dadurch das modulierte Licht umkehrt, in welchem die Phasendifferenz verursacht wird, zu dem optischen Modulator **10**. Die Phasendifferenz des modulierten Lichts kann eingestellt werden, durch Einstellen des optischen Abstands L_{eff} , d. h. die Länge des optischen Wegs, über den sich das modulierte Licht im Kreis ausbreitet, d. h. vom Ausgangsende des optischen Modulators **10** über die optische Schleife **22** zum selben Ausgangsende.

[0037] In einem anderen Beispiel, das in **Fig. 4(b)** dargestellt wird, ist der Phaseneinsteller **20a** so aufgebaut, dass das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** in den optischen Zirkulator **60** eindringt, von dem das modulierte Licht ferner in die optische Schleife **22** eindringt, die den Phaseneinsteller **20a** enthält, der sich auf dem Weg davon befindet. Dann wird das modulierte Licht, in welchem die Phasendifferenz verursacht wird, zurück zu dem optischen Modulator **10** geleitet.

[0038] In noch einem anderen Beispiel, das in **Fig. 4(c)** dargestellt ist, ist der Phaseneinsteller so aufgebaut, dass das modulierte Licht von dem optischen Modulator **10** in den optischen Zirkulator **60** eindringt, von dem das modulierte Licht ferner in die optische Schleife **22**, die eine vorgegebene Länge hat, eindringt. Dann wird das modulierte Licht, in welchem die Phasendifferenz verursacht wird, zurück zu dem optischen Modulator **10** geleitet, nachdem es die optische Schleife **22** und den optischen Zirkulator **60** passiert hat. In diesem Beispiel kann, da die Länge der optischen Schleife **22** im voraus eingestellt werden kann, die Phasendifferenz des modulierten Lichts eingestellt werden durch Einstellen des optischen Abstands, d. h. die Länge des optischen Wegs, über den sich das modulierte Licht ausbreitet, d. h. von dem Ausgangsende des optischen Modulators **10** über die optische Schleife **22** zu dem selben Ausgangsende.

[0039] Der Aufbau des Phaseneinstellers **20** soll nicht auf die oben beschriebenen Beispiele be-

schränkt werden. Jedes Mittel kann als Phaseneinsteller benutzt werden, wenn es dazu geeignet ist, den optischen Abstand einzustellen, d. h. die Länge des optischen Wegs, über den sich das modulierte Licht ausbreitet, d. h. von dem Ausgangsende des optischen Modulators **10** bis zu seinem endlichen Zurückkehren an dasselbe Ausgangsende.

[0040] Als Nächstes wird beschrieben, wie der optische Impulsgeber entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung funktioniert. Das einfallende Licht, das von extern in den optischen Modulator **10** gelangt, dringt in einen Hohlleiter über den Antireflexionsfilm AR ein, der an einer Endfläche **1a** des optischen Modulators **10** vorhanden ist. Dieses Licht breitet sich über den Hohlleiter aus und wird an den optischen Modulator **10** über einen anderen Antireflexionsfilm AR ausgegeben, der sich an der anderen Seitenfläche **1b** des optischen Modulators **10** befindet.

[0041] Wenn zu diesem Zeitpunkt die an die optische Absorptionsschicht über eine Elektrode **11** angelegte Spannung, die als ein Teil der Hohlleiter ausgebildet ist, in Vorwärtsrichtung mit Bezug zu der Spannung V_0 vorgespannt ist, bei der die Auslöschung des Lichts initiiert wird, wird fast das ganze Licht durch den optischen Modulator passieren, während wenn die obige Spannung rückwärts vorgespannt ist, mit Bezug zu der Spannung V_0 , wird das Licht darin absorbiert werden. Dies wird durch die folgende Gleichung (2) angegeben, wenn der folgende Ausdruck (1) mit Bezug Lösungsverhältnis ER benutzt wird, was experimentell ermittelt wurde.

$$E_R = \exp[-\{(V - V_0)/V_{1/e}\}^n] \quad (1)$$

$$P_{out}(V) = P_{in}\eta_1\eta_2\exp[-\Gamma\alpha(0)L]\exp[-\{(V - V_0)/V_{1/e}\}^n] \quad (2)$$

worin V : angelegte Spannung, V_0 : Spannung, welche die Löschung initiiert, $V_{1/e}$: Spannung, bei der das Auslöschungsverhältnis den Wert $1/e$ annimmt, n : Parameter, der die Nichtlinearität der Auslöschung angibt, P_{in} : optische Leistung, unmittelbar bevor das Licht in die Endfläche des optischen Modulators eindringt, Γ : optischer Beschränkungsfaktor für die optische Absorptionsschicht in dem Hohlleitermodus im Inneren des Hohlleiters, η_1 und η_2 optische Verbindungsbeschränkungen an den jeweiligen Eingangs- und Ausgangsendflächen des Lichts, $\alpha(0)$: Lichtabsorbierungskoeffizient, wenn keine Feldstärke an die optische Absorptionsschicht angelegt wird, und L : Länge der optischen Absorptionsschicht entlang der Hohlleiter.

[0042] Wenn sich als Nächstes die angelegte Spannung V über die Zeit t sinusförmig verändert, dann wird die Spannung $V_{go}(t)$, die in den optischen Modulator **10** eingegeben wird, durch die folgende Gleichung (3) dargestellt.

$$V_{go}(t) = V_b - A(\omega)V_r^* \cos(\omega t) \quad (3)$$

wo V_b : Vorspannung, $A(\omega)$: Ausgangssignal des optischen Modulators bei der Winkelfrequenz ω , und V_r : Amplitude der angelegten Spannung.

[0043] Wenn, wie in [Fig. 5](#) dargestellt, die Spannung $V(t)$ auf der Vorwärtsvorspannungsseite mit Bezug zu der Spannung V_0 ist, dann nimmt der Ausgang des optischen Modulators einen konstanten Wert an. Im Gegensatz dazu, wenn die Spannung $V(t)$ sich auf der umgekehrten Vorspannungsseite befindet, dämpft der Ausgang des optischen Modulators in Abhängigkeit von der Vorspannung. Deshalb ist es möglich, die Zeit zu steuern, während der der Ausgang des optischen Modulators konstant gehalten wird mittels der Einstellung der Vorspannung V_b und der Amplitudenspannung V_r .

[0044] [Fig. 6\(a\)](#) ist ein Diagramm, das ein Wellenformmodell zeigt, das erhalten wird, wenn die angelegte Spannung (V_{go}), die durch den Ausdruck (3) ausgedrückt wird, durch (V) des Ausdrucks (2) ersetzt wird. Entsprechend kann das modulierte Licht, das durch solch eine Übertragungsfunktion, wie sie in [Fig. 6\(a\)](#) dargestellt wird, erhalten werden, wenn die Spannung der sinusförmigen Wellenform an den in [Fig. 1](#) dargestellten optischen Modulator **10** angelegt wird.

[0045] Das modulierte Licht, das durch den optischen Modulator **10** passiert, dringt einmal in den Phaseneinsteller **20** ein und kehrt wieder zu dem optischen Modulator **10** zurück, nachdem es durch einen vorgegebenen optischen Pfad passiert ist, der in dem Phaseneinsteller **20** gebildet wird. Die Zeit Δt , welche das modulierte Licht braucht, bis es zu dem optischen Modulator **10** zurückkehrt, wird durch die folgende Gleichung (4) ausgedrückt.

$$\Delta t = 2L_g/c_0 \quad (4)$$

wo L_g : optischer Abstand, der den Brechungsindex des Pfades von dem optischen Modulator zu dem Reflexionsspiegel oder reflektierenden Film in Betracht zieht (im Falle der Benutzung des optischen Schleifenpfades berücksichtigt der optische Abstand den Brechungsindex bis zu dem Mittelpunkt des Schleifenpfades), und c_0 : Lichtgeschwindigkeit.

[0046] Wenn das modulierte Licht, das von dem optischen Modulator **10** startet, wieder zurück zu seiner optischen Quelle kommt, nachdem es durch den Phaseneinsteller **20** passiert ist, nimmt die optische Phase des zurückkommenden modulierten Lichts um die Zeit Δt zu, die abläuft, bevor das modulierte Licht zu seiner optischen Quelle zurückkehrt, so dass die angelegte Spannung $V_{back}(t)$ an das zurückkehrende Licht durch die folgende Gleichung (5) ausgedrückt wird. Das heißt:

$$V_{back}(t) = V_b - A(\omega)V_r^* \cos\{\omega(t + \Delta t)\} \quad (5)$$

[0047] Die in [Fig. 6](#) dargestellte Wellenform kann erhalten werden, wenn das Δt , welches die folgende Gleichung (6) erfüllt, durch die obige Gleichung (5) gegeben ist.

$$\omega \Delta t = (2m - 1)\pi[\text{rad.}] \quad (6)$$

wo $m = 1, 2, 3, \dots$

[0048] Folglich kann das optische Ausgangssignal, das schließlich von dem optischen Modulator **10** erhalten werden kann, durch den folgenden Ausdruck (7) beschrieben werden. Das heißt:

$$P_{out}(V) = P_{in} \eta_1^2 \eta_2^2 \exp\{-\Gamma \alpha(0)L\} \exp\{-(V_{go}(t)/V_{1/e})^n\} \exp\{-(V_{back}(t)/V_{1/e})^n\} \quad (7)$$

[0049] Wenn nur die Variation des optischen Ausgangssignals mit Bezug zur Zeit betrachtet wird unter Verwendung des obigen Ausdrucks, dann kann die folgende Gleichung (8) erhalten werden. Das heißt:

$$E_R(t) = \exp\{-(V_{go}(t) - V_0)/V_{1/e}\}^n \exp\{-(V_{back}(t) - V_0/V_{1/e})^n\} \\ = \exp[-\{(V_{go}(t) - V_0)/V_{1/e}\}^n - \{(V_{back}(t) - V_0/V_{1/e})^n\}] \quad (8)$$

[0050] [Fig. 6\(c\)](#) ist ein Wellenformdiagramm, das von der obigen Gleichung (7) abgeleitet worden ist.

[0051] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, das die Wellenform des optischen Ausgangssignals zeigt, das von der Gleichung (7) unter der Bedingung erhalten wird, dass z. B. $V_{1/e} = 0,5$ (V), $n = 1$, $V_0 = V_b = 0$, $V_r = 3$ (V), und zusätzlich Δt die Gleichung (6) erfüllt.

[0052] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, kann der optische Impulsgeber entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung einen optischen Impulszug mit einer Periode von der Hälfte der Wiederholungsperiode erzeugen, d. h. der optische Impulszug, der eine Frequenz hat, die zweimal höher ist als die Modulationsfrequenz.

[0053] Der optische Impulsgeber entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird als Nächstes beschrieben. [Fig. 8](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht zur Erklärung des optischen Impulsgebers nach dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieser optische Impulsgeber wird durch einen optischen Modulator **200** charakterisiert, der einen optischen Absorptionsbereich **240** enthält, der hauptsächlich das einfallende Licht auf dem optischen Modulator und einem hinteren optischen Hohlleiterbereich **250** moduliert, der sich auf der flussabwärts gerichteten Seite des obigen optischen Absorptionsbereichs befindet und die Phase des modulierten Lichts anpasst, wobei beide Berei-

che integral auf einem einzelnen identischen Substrat aufgebaut sind.

[0054] Im Besonderen, um den optischen Modulator **200** aufzubauen, wird zuerst ein Halbleitersubstrat **110** vom ersten Leitungstyp (z. B. n-Typ InP-Substrat) vorbereitet. Dann wird auf diesem Substrat eine Verkleidungsschicht **120** vom ersten Leitungstyp (z. B. n-Typ InP-Verkleidungsschicht), eine optische Absorptionsschicht **140** (z. B. nicht-dotiertes InGaAsP, PL-Spitzenwellenlänge: 1,47 μm), eine Verkleidungsschicht **150** vom zweiten Leitungstyp (z. B. p-Typ InP Verkleidungsschicht) und eine ohmsche Kontaktschicht **160** (z. B. p-Typ InGaAs) in dieser Ordnung geschichtet. Nach dem Schichten der obigen Elemente wird der gestapelte Abschnitt teilweise durch chemisches Ätzen entfernt, um einen vorbestimmten Streifenabschnitt in der Form einer Tafel übrig zu lassen, die als ein Hohlleiter **170** benutzt wird. Ferner werden beide Seitenräume dieses tafeltyp-ähnlichen Hohlleiters **170** mit Polyimidharz oder dergleichen aufgefüllt, um Auffüllschichten **180** auszubilden.

[0055] Auf dieselbe Art und Weise werden in der Nähe der Vorder- und Rückseite des optischen Absorptionsbereiches **240** vordere und hintere optische Hohlleiterbereiche **230**, **250** mittels Stapeln auf dem Halbleitersubstrat des ersten Leitungstyps, eine Abdeckschicht **120** des ersten Leitungstyps, eine optische Absorptionsschicht **130** (z. B. nicht-dotiertes InGaAsP, PL-Spitzenwellenlänge: 1,30 μm) und eine Abdeckschicht **150** des zweiten Leitungstyps (z. B. p-Typ InP-Abdeckschicht) in dieser Reihenfolge aufgebaut.

[0056] Darüber hinaus wird eine Elektrode **190** auf der ohmschen Kontaktschicht **160** ausgebildet. Ein Antireflexionsfilm **210** (z. B. SiOx) wird an der Endfläche des vorderen optischen Hohlleiterbereichs **230** ausgebildet, während ein Totalreflexionsfilm (z. B. Al₂O₃/Au) auf der Endseite des hinteren optischen Hohlleiterbereiches **250** ausgebildet wird.

[0057] In solch einem optischen Modulator **200**, der aufgebaut ist, so wie oben beschrieben, kann, wenn die Länge des optischen Absorptionsbereichs **240** ungefähr 260 μm beträgt, $V_{1/e} = 0,5$ (V) und $n = 1$, als eine konkrete Lösungscharakteristik erhalten werden.

[0058] Als Nächstes wird beschrieben wie der optische Impulsgeber entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel arbeitet. [Fig. 9](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' von [Fig. 8](#) zur Erklärung der Funktion des zweiten Ausführungsbeispiels und enthält ein Diagramm, das die Veränderung in dem optischen Wert darstellt.

[0059] Das einfallende Licht auf den optischen Modulator **200** dringt in die optische Hohlleiter davon

über den Antireflexionsfilm **210** ein, der an der Endfläche davon zur Verfügung gestellt wird. Dieses Licht breitet sich durch den vorderen optischen Hohlleiterbereich **230**, den optischen Absorptionsbereich **240** und den hinteren optischen Hohlleiterbereich **250** aus. Dann wird es durch den Totalreflexionsfilm **220** reflektiert und geht zurück in der Rückwärtsrichtung entlang dem Weg, den es zuerst genommen hat.

[0060] Schließlich passiert das einfallende Licht durch den optischen Modulator **200** zweimal und gelangt über die andere Reflexionsschicht **200** in die Außenumgebung.

[0061] Der untere Teil von [Fig. 9](#) ist ein Diagramm, das die Lichtstärkenverteilung darstellt, die in der Richtung der optischen Hohlleiter aufgenommen ist, wenn die Spannung an die Elektrode **190** des optischen Modulators **200** angelegt wird. Wenn keine Spannung angelegt wird an den optischen Absorptionsbereich **240**, dann wird die Stärke des Lichts, das den Bereich **240** passiert hat, durch eine Linie A in [Fig. 9](#) angegeben. Die Stärke des Lichts nach der Reflexion durch den Totalreflexionsfilm **220** wird durch eine Linie C in [Fig. 9](#) angegeben und das Licht, das im eingeschalteten Zustand von dem Lichtmodulator mit der Stärke C ausgegeben wird, wird ebenfalls in [Fig. 9](#) dargestellt.

[0062] Wenn die Spannung, die groß genug ist, um das Licht zu löschen, an den optischen Absorptionsbereich **240** angelegt wird, wird die Stärke des Lichts, das diesen Bereich **240** passiert, mittels einer Linie B in [Fig. 9](#) angegeben. Die Stärke des Lichts, das wieder durch den optischen Absorptionsbereich **240** passiert, nachdem es durch den Totalreflexionsfilm **220** reflektiert wird, ist im ausgeschalteten Zustand ohne Bedeutung für die angelegte Spannung.

[0063] Wenn das Licht, das zu Anfang durch den optischen Absorptionsbereich **240** passiert ist, ohne irgendeine Spannung daran anzulegen und die Stärke angenommen hat, so wie sie durch die Linie A dargestellt wird, wird durch den Totalreflexionsfilm **220** reflektiert und passiert wieder durch den optischen Absorptionsbereich **240**, an dem genügend Spannung angelegt wird, wobei die Stärke des Lichts durch eine Linie D in [Fig. 9](#) angegeben wird und das Licht in dem ausgeschalteten Zustand wird von dem Lichtmodulator mit der Stärke D emittiert.

[0064] Wenn nun die Länge des hinteren Hohlleiterbereichs **250** in der Hohlleiterrichtung L_2 ist, und sein Refraktionsindex n_2 ist, dann kann der optische Abstand L_g der Gleichung (4) durch die folgende Gleichung (9) ausgedrückt werden. Das heißt:

$$L_g = n_2 L_2 \quad (9)$$

[0065] Wenn die Länge L_2 des hinteren Hohlleiter-

bereichs **250** so eingestellt wird, um die folgende Gleichung (10) zu erfüllen, dann wird es möglich sein, die in [Fig. 6](#) gezeigte Wellenform zu erhalten.

$$L_2 = c_0(2m - 1)\pi/(2\omega n_2) \quad (10)$$

wo $m = 1, 2, 3, \dots$

[0066] Kurz gesagt, erfährt das Licht, das durch den optischen Absorptionsbereich **240** moduliert wird, eine Phasenveränderung in Abhängigkeit von der Länge L_2 des hinteren optischen Hohlleiterbereichs **250**, so wie dieser während dem Rundlauf des modulierten Lichts durch den vorbestimmten optischen Weg eingestellt worden ist, d. h., optischer Absorptionsbereich **240** – hinterer optischer Hohlleiterbereich **250** – Totalreflexionsspiegel **220** – hinterer optischer Hohlleiterbereich **250** – optischer Absorptionsbereich **240**. Gleich wird natürlich ein Unterschied in der Phase des modulierten Lichts vor und nach dem obigen Rundlauf verursacht. Das modulierte Licht, was zu dem optischen Absorptionsbereich **240** mit einer Phasendifferenz zurückkommt, wird wieder durch den optischen Absorptionsbereich **240** moduliert, wenn es durch den Bereich **240** passiert, wobei es dadurch möglich ist, die kurzen optischen Impulse mit einer Wiederholungsfrequenz zu erzeugen, die zweimal höher ist als die Modulationsfrequenz.

[0067] Wenn z. B. die sinusförmige Modulation bei der Frequenz von 10 GHz, die Zeit T in [Fig. 7](#) ist äquivalent zu 100 psec, so dass ein optischer Impulszug mit dem Intervall von 50 psec erhalten werden kann.

[0068] Der optische Impulsgeber nach dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird als Nächstes beschrieben. [Fig. 10](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht zur Erklärung des optischen Impulsgebers nach dem dritten Ausführungsbeispiel. Dieser optische Impulsgeber wird durch einen optischen Modulator **300** charakterisiert, der einen optischen Absorptionsbereich **550** enthält, der hauptsächlich das einfallende Licht auf den optischen Modulator **300** moduliert, und einen hinteren optischen Hohlleiterbereich **570**, der stromabwärts des obigen optischen Absorptionsbereichs angeordnet ist und die Phasendifferenz des modulierten Lichts einstellt, wobei beide Bereiche integral auf einem identischen Substrat zur Verfügung gestellt werden.

[0069] Im Besonderen, um den optischen Modulator **300** aufzubauen, wird zuerst ein Halbleitersubstrat **410** des ersten Leitungstyps (z. B. n-Typ InP-Substrat) vorbereitet. Dann werden auf diesem Substrat eine Abdeckschicht **420** des ersten Leitungstyps (z. B. n-Typ InP-Abdeckschicht), eine optische Absorptionsschicht **440** (z. B. nicht-dotiertes InGaAsP, PL-Spitzenwellenlänge: 1,47 μm), eine Abdeckschicht **460** vom zweiten Leitungstyp (z. B. p-Typ – InP-Abdeckschicht) und eine ohmsche Kontakt-

schicht **470** (z. B. p+-Typ – InGaAs) aufgeschichtet, wobei dadurch ein optischer Absorptionsbereich **550** gebildet wird.

[0070] Ferner sind auf dem Halbleitersubstrat **410** des ersten Leitungstyps der Abdeckschicht **420** des ersten Leitungstyps eine optische Phaseneinstellschicht **450** (z. B. nicht-dotiertes InGaAsP, PL-Spitzenwellenlänge: 1,55 μm), die Abdeckschicht **460** vom zweiten Leitungstyp und die ohmsche Kontaktschicht **470** geschichtet, wobei sie dadurch einen Phaseneinstellbereich **570** bilden.

[0071] Weiterhin werden die Abdeckung **420** vom ersten Leitungstyp, eine lichtleitende Schicht **430** (z. B. nicht-dotiertes InGaAsP, PL-Spitzenwellenlänge: 1,30 μm) und die Abdeckschicht **460** vom zweiten Leitungstyp auf dem Halbleitersubstrat **410** des ersten Leitungstyps in solch einer Art und Weise geschichtet, dass sie in der Nähe der Vorder- und Rückseiten des optischen Absorptionsbereiches **550** liegen und dadurch ein Hohlleiterbereich **540** und ein Trennungsbereich **560** jeweils an den Vorder- und Rückseiten des optischen Absorptionsbereichs **550** gebildet werden.

[0072] Nach dem Schichten der obigen Elemente wird der geschichtete Bereich teilweise durch chemisches Ätzen entfernt, um einen Streifenabschnitt in der Form einer Tafel in einer vorbestimmten Position übrig zu lassen und dadurch eine optische Hohlleiterstruktur **4880** gebildet wird. Beide Seitenräume dieser optische Hohlleiterstruktur **480** vom Typ einer Tafel wird mit Polyimidharz oder dgl. aufgefüllt, um eine Abdeckschicht **490** zu erzeugen.

[0073] Ferner wird eine Elektrode **500** für den optischen Absorptionsbereich **550** gebildet, während eine Phaseneinstellelektrode **510** für den Phaseneinstellbereich **570** gebildet wird. Ein Antireflexionsfilm **520** (z. B. SiOx) wird an der Endfläche des optischen Hohlleitersbereichs **540** gebildet, während ein Totalreflexionsfilm (z. B. Al₂O₃/Au) an der Endfläche des Phaseneinstellbereichs **570** gebildet wird.

[0074] In solch einem optischen Modulator **300**, wie oben beschrieben, wenn die Länge des optischen Absorptionsbereichs **550** fast 260 μm , $V_{1/e} = 0,5$ (V) und $n = 1$, kann als eine konkrete Auslöschcharakteristik erhalten werden.

[0075] Als Nächstes wird beschrieben, wie der optische Impulsgeber entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel funktioniert. [Fig. 11](#) ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B' von [Fig. 10](#) und dient der Erklärung der Funktion des dritten Ausführungsbeispiels und enthält ein Diagramm, das die Veränderung in dem optischen Wert in seinem unteren Teil zeigt.

[0076] Das einfallende Licht auf den optischen Modulator **300** dringt in den optischen Hohlleiter davon über den Antireflexionsfilm **520** ein, der an den Endflächen davon vorhanden ist. Dieses Licht breitet sich durch den optischen Hohlleiterbereich **540**, den optischen Absorptionsbereich **550**, den Trennungsbereich **560** und den Phaseneinstellbereich **570** aus. Dann wird es durch den Totalreflexionsfilm **530** reflektiert und geht zurück entlang dem optischen Pfad, den es genommen hat.

[0077] Folglich passiert das einfallende Licht durch den optischen Modulator **300** zweimal und geht in die Außenumgebung über den Antireflexionsfilm **520**.

[0078] Der untere Teil von [Fig. 11](#) ist ein Diagramm, das die Lichtstärkeverteilung darstellt, die in Richtung der optischen Wellenlinie zu dem Zeitpunkt aufgenommen ist, wenn die Spannung an die Elektrode **500** des optischen Modulators **300** angelegt wird. Wenn keine Spannung an den optischen Absorptionsbereich **550** angelegt wird, dann wird die Stärke des Lichts, das durch den optischen Absorptionsbereich **550** passiert ist, durch eine Linie A in [Fig. 11](#) dargestellt. Die Stärke des Lichts, nachdem es durch den Totalreflexionsfilm **530** reflektiert worden ist, wird durch eine Linie C in [Fig. 11](#) gezeigt und das Licht, das schließlich von dem Lichtmodulator mit der Stärke C im eingeschalteten Zustand emittiert wird.

[0079] Wenn die Spannung, die groß genug ist, um das Licht auszulöschen, an den optischen Absorptionsbereich **550** angelegt wird, dann wird die Stärke des Lichts, das diesen Bereich **550** passiert hat, durch eine Linie B in [Fig. 11](#) angezeigt. Das Licht passiert wieder durch den optischen Absorptionsbereich **550**, nachdem es durch den Totalreflexionsfilm **530** reflektiert wird, ist im ausgeschalteten Zustand ohne Bedeutung für die daran angelegte Spannung.

[0080] Wenn das Licht, das initial durch den optischen Absorptionsbereich **550** passiert ist, ohne irgendeine Spannung anzulegen, und die Stärke, wie durch die Linie A angezeigt, erhalten hat, wird es durch den Totalreflexionsfilm **530** reflektiert und passiert wieder den optischen Absorptionsbereich **550**, an den genügend Spannung angelegt wird, wobei die Stärke des Lichts durch eine Linie D in [Fig. 11](#) dargestellt wird und das Lichtausgangssignal von dem optischen Modulator sich im ausgeschalteten Zustand mit der Stärke D befindet.

[0081] Ferner im dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wenn der Strom I mittels der Phaseneinstellelektrode **510** an den Phaseneinstellbereich **570** gelegt wird, wird die Veränderung im Brechungsindex durch den Plasmaeffekt für die optische Phaseneinstellschicht **450** des Phaseneinstellbereichs **570** verursacht und dadurch ermöglicht, dass der optische Abstand L_g der Gleichung (4) verändert wird.

[0082] Angenommen, die Länge des Phaseneinstellbereichs **570** ist L_2 , sein Brechungsindex ist n_2 , und die jeweilige Veränderung des Brechungsindex sei $\delta n(l)$, dann wird der optische Abstand L_g der Gleichung (4) durch die folgende Gleichung (11) ausgedrückt. Das heißt:

$$L_g = \{n_2 + \delta n(l)\} + L_2 \quad (11)$$

[0083] Wenn die Länge L_2 des Phaseneinstellbereichs **570** so eingestellt ist, um die folgende Gleichung (12) oder (13) zu erfüllen, dann ist es möglich, die Wellenform, die in [Fig. 6](#) dargestellt wird, zu erhalten.

$$L_2 = c_0(2m - 1)\pi / \{2\omega(n_2 + \delta n(l))\} \quad (12)$$

wo $m = 1, 2, 3, \dots$

$$\delta n(l) = c_0(2m - 1)\pi / (2\omega L_2) - n_2 \quad (13)$$

wo $m = 1, 2, 3, \dots$

[0084] Kurz gesagt, der Brechungsindex des Phaseneinstellbereichs **570** wird variabel gemacht, durch die Nutzung des Plasmaeffekts, der verursacht wird, durch Injektion des Stromes I durch die Phaseneinstellelektrode **510** oder durch Benutzung des elektrooptischen Effekts, der verursacht wird, durch Anlegen der Rückwärtsvorspannung daran. Wenn der Brechungsindex variiert, dann wird die optische Pfadlänge als Reaktion darauf verändert, so dass dort in der Phase des modulierten Lichtes eine Differenz erzeugt werden kann, die auf den variierten Brechungsindex reagiert. Entsprechend ist es möglich, kurze optische Impulse mit einer Wiederholungsfrequenz zu erzeugen, die zweimal höher ist als die Modulationsfrequenz durch erneutes Modulieren des modulierten Lichts mit der Phasendifferenz durch den optischen Absorptionsbereich **550**.

[0085] In den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen wird das InP-Halbleitersubstrat benutzt, um den optischen Modulator zu bilden, allerdings kann das andere Material (z. B. GaAs-Halbleitersubstrat) benutzt werden, um den optischen Modulator zu bilden. Ferner ist es möglich, andere Lagenstrukturen (z. B. Quantentopfstruktur für die optische Absorptionsschicht, Hohlleiterschicht, optische Phaseneinstellschicht, etc.) zu nutzen, andere Hohlleiterstruktur (z. B. Grathohlleiter etc.) und andere Elektrodenanordnung (z. B. Anordnen der Elektroden mit unterschiedlichen Polaritäten auf der identischen Ebene) kann benutzt werden, als das oben Beschriebene. Es soll so verstanden werden, dass die Erfindung nicht durch verschiedene Werte, die in der Beschreibung der Ausführungsbeispiele benutzt werden, beschränkt wird.

[0086] Ferner kann die Antireflexionsschicht oder

die Reflexionsschicht eine Funktion in Bezug auf das Licht mit einer spezifischen Wellenlänge haben, und sie können so entworfen werden, um umgekehrt zu funktionieren, so dass sie das Licht reflektieren oder nicht reflektieren, das eine andere Wellenlänge hat. Weiter sollte das Material der Reflexionsschicht und der Antireflexionsschicht nicht auf die oben erwähnten beschränkt sein.

[0087] Alle obigen Ausführungsbeispiele sind beschrieben in Bezug auf den Fall, wo die Lichtstärke moduliert ist. Jedoch kann die Erfindung auf andere verschiedene Modulationen des Lichts, z. B. Phasenmodulation, Kodierung, Takt etc., angewandt werden.

[0088] Wie oben beschrieben, können die folgenden Effekte durch den optischen Impulsgeber entsprechend der Erfindung erhalten werden. Der optische Impulsgeber zum Erzeugen von kurzen optischen Impulsen kann realisiert werden durch das Nichtbenutzen einer Vielzahl von optischen Modulatoren, aber durch das Benutzen nur eines einzigen optischen Modulators, so dass nur eine einzige Hochfrequenzzuführung für den Betrieb benötigt wird, wobei folglich der Generator vereinfacht wird.

[0089] In einem optischen Modulator sind der optische Modulationsbereich und der Hohlleiterbereich zur Einstellung der Phase des Lichts integral auf einem einzigen identischen Substrat ausgebildet, so dass die Variation in der Lichtpolarisation minimal gemacht wird, was es folglich ermöglicht, stabile optische Impulse zu erhalten. Ferner, so wie oben erwähnt, da der optische Modulationsbereich und der Hohlleiterbereich integral auf einem einzigen Substrat ausgebildet sind, kann die Einstellung der Ausrichtung über die optische Verbindung vereinfacht und durchgeführt werden, indem man sich nur auf einen Punkt konzentriert, wobei folglich die Anzahl der Schritte zur Montage und zur Ausrichtung der optischen Verbindungsmittel wie z. B. Linsen (d. h. die Anzahl der optischen Teile und die Zeit zur Montage und Ausrichtung davon) werden ziemlich in der Modularisierung des optischen Impulsgebers reduziert.

[0090] Ferner kann solch eine Integration, wie oben beschrieben, die Teile reduzieren oder eliminieren, welche das optische Verbindungssystem bilden, wobei die Teile möglicherweise ihre optische Charakteristik in Abhängigkeit von der Änderung in den Umgebungsbedingungen variieren, wobei folglich die Charakteristik des Gesamtsystems weniger variiert wird gegenüber den Umweltveränderungen (z. B. Temperatur etc.) und die Zuverlässigkeit des Systems verbessert wird. Darüber hinaus ermöglicht es diese Integration, die Antireflexionsschicht nur an einem Ort zu lokalisieren. Deshalb ist die Bildung und Installation der Antireflexion, die eine Präzisionssteuerung ihrer Filmdicke und ihres Brechungsindex erfordert, viel einfacher gemacht und dabei wird der Produkti-

onsertrag und die Charakteristik stark verbessert und seine Qualität viel gleichmäßiger gemacht.

[0091] In der Struktur der Erfindung sind die Brechungsindizes des optischen Modulationsbereichs und der integrierten Hohlleiterbereichs variabel gemacht, so dass die Phasendifferenz des modulierten Lichts eingestellt werden kann, was folglich ermöglicht, den optischen Impulszug als Reaktion auf die Modulationsfrequenz zu erhalten.

Patentansprüche

1. Optischer Impulsgeber umfassend:
einen optischen Modulator (**10**), der ein an einer End-Stirnfläche davon einfallendes Licht moduliert und das dadurch modulierte Licht von der anderen End-Stirnfläche abgibt; gekennzeichnet durch eine optische Phasen-Stelleinrichtung (**20**), die die Phase des modulierten Lichtes einstellt, welches von der anderen End-Stirnfläche abgegeben wird, worin der Modulator (**10**) das modulierte Licht, dessen Phase eingestellt worden ist, durch seine andere End-Stirnfläche wieder empfängt; wobei die optische Phasen-Stelleinrichtung (**20**) ein optisch reflektierender Film (**21**) ist und der optische Abstand zwischen dem optischen Modulator (**10**) und dem optischen reflektierenden Film so eingestellt ist, dass das Produkt der Zeit, die das modulierte Licht sein Fortschreiten von seinem Verlassen des optischen Modulators (**10**) zu seiner Rückkehr zu demselben benötigt, und der Winkelfrequenz des modulierten Signals, das an den optischen Modulator (**10**) angelegt wird, ein ungerades Vielfaches der Phase ist, die einer Halbwellenlänge des modulierten Signals entspricht.

2. Optischer Impulsgeber umfassend:
einen optischen Modulator (**10**), der das auf einer End-Stirnfläche davon einfallende Licht moduliert und das dadurch modulierte Licht von der anderen End-Stirnfläche davon ausgibt; gekennzeichnet durch eine optische Phasen-Stelleinrichtung (**20**), die die Phase des modulierten Lichts, das von der anderen End-Stirnfläche ausgegeben wird, einstellt, worin der Modulator (**10**) das modulierte Licht, dessen Phase eingestellt worden ist, durch seine andere End-Stirnfläche wieder empfängt; worin die optische Phasen-Stelleinrichtung (**20**), eine Schleife (**21**) umfasst, und wobei die Länge der Schleife so eingestellt wird, dass das Produkt der Zeit, die das modulierte Licht für sein Fortschreiten von seinem Verlassen des optischen Modulators (**10**) zu seiner Rückkehr zu demselben benötigt, und der Winkelfrequenz des modulierten Signals, das an den optischen Modulator (**10**) angelegt wird, ein ungerades Vielfaches der Phase ist, die einer Halbwellenlänge des modulierten Signals entspricht.

3. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 1 oder 2, worin der optische Modulator (**10**) das auf eine End-Stirnfläche davon einfallende Licht durch einen Elektroabsorptionseffekt moduliert und das dadurch modulierte Licht von der anderen End-Stirnfläche davon abgibt.

4. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 3, worin der Elektroabsorptionseffekt des optisches Modulators (**10**) sich periodisch ändert.

5. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 4, worin der optische Modulator (**10**) durch eine Modulationsspannung betrieben wird, die sich periodisch ändert, um einen Elektroabsorptionseffekt zu erzeugen, der sich periodisch ändert.

6. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 1, worin der optische Modulator (**200, 300**) einen optischen Modulationsbereich (**240, 550**) zur Modulation des auf einer End-Stirnfläche einfallenden Lichtes und einen Wellenleiterbereich (**250, 570**) aufweist, um die Phasen-Stelleinrichtung zu bilden und das modulierte Licht zwischen dem optischen Modulationsbereich (**240, 550**) und der anderen End-Stirnfläche davon zu führen, wobei beide Bereiche auf einem identischen Substrat ausgebildet sind.

7. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 6, worin der Wellenführungsbereich (**250, 570**) und der optische Modulationsbereich (**240, 550**) in einem Wellenführungspfad gebildet sind, der auf dem Substrat ausgebildet ist.

8. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 6, umfassend eine Elektrode (**510**) zum Einstellen zur Verwendung bei dem Aufprägen der Vorspannung auf den Wellenleiterbereich (**570**) des optischen Modulators (**300**).

9. Optischer Impulsgeber nach Anspruch 8, worin die Einstell-Elektrode (**510**) die Vorspannung auf den Wellenleiterbereich (**570**) anlegt, um den Brechungsindex davon in einer solchen Weise zu ändern, dass das Produkt der Zeit, die das modulierte Signal für sein Fortschreiten von seinem Verlassen des optischen Modulationsbereichs (**550**) zu seiner Rückkehr zu demselben, nachdem es durch den Reflektionsfilm reflektiert worden ist, benötigt, und der Winkelfrequenz des modulierten Signals, welches an den optischen Modulationsbereich (**550**) angelegt wird, ein ungerades Vielfaches der Phase ist, die einer Halbwellenlänge des modulierten Signals entspricht.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

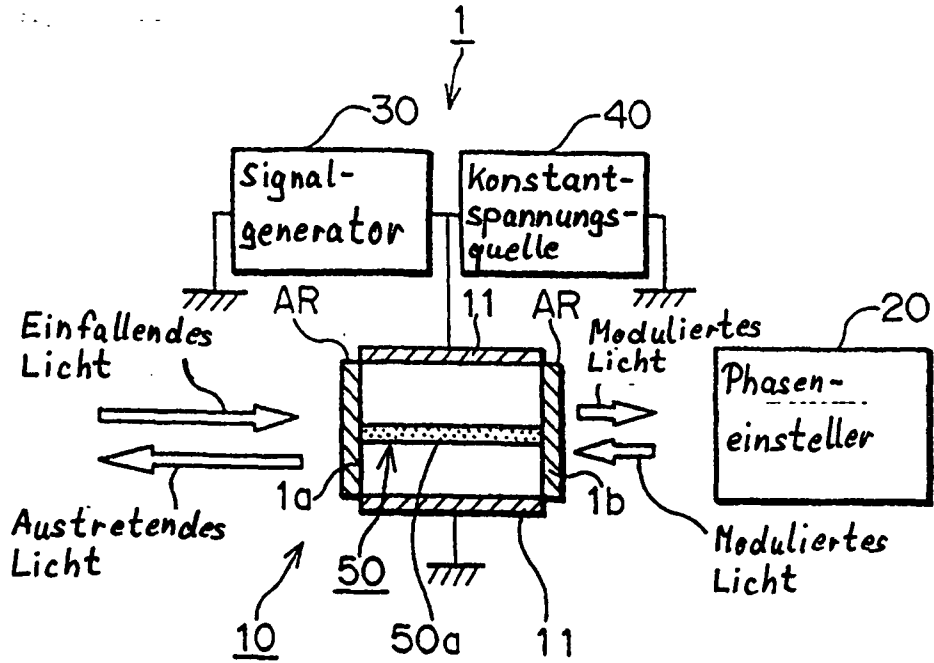


FIG. 2

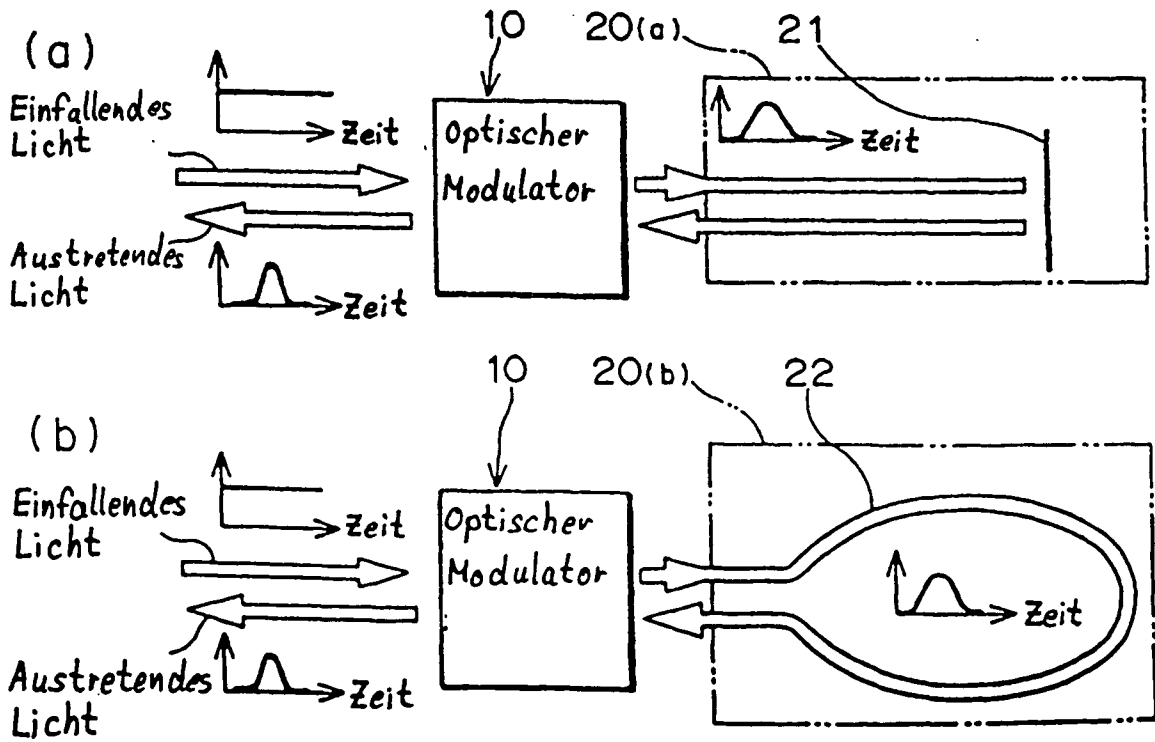


FIG. 3

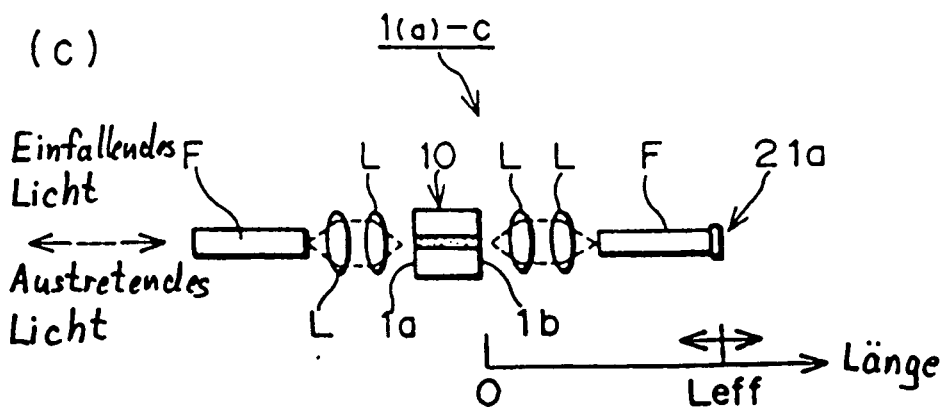
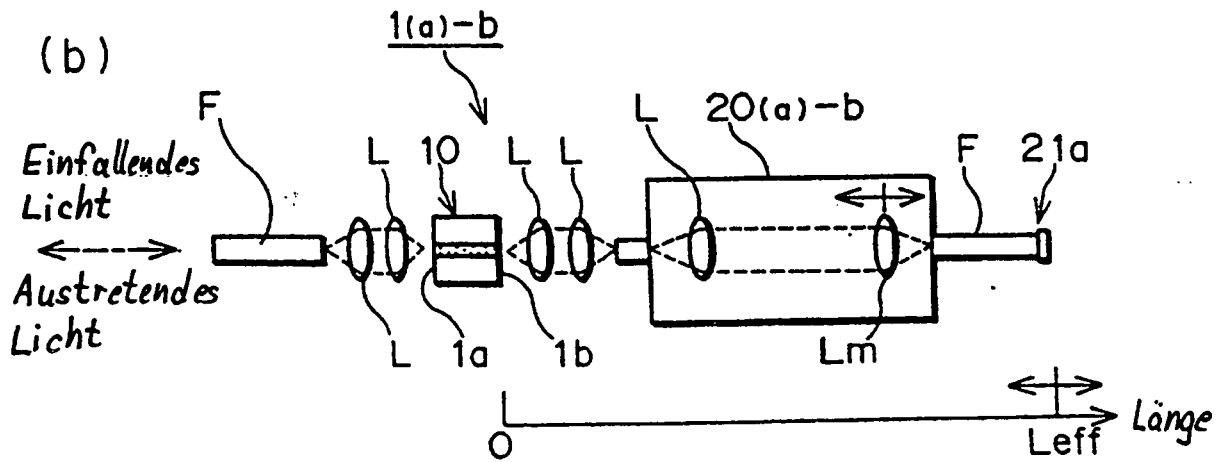
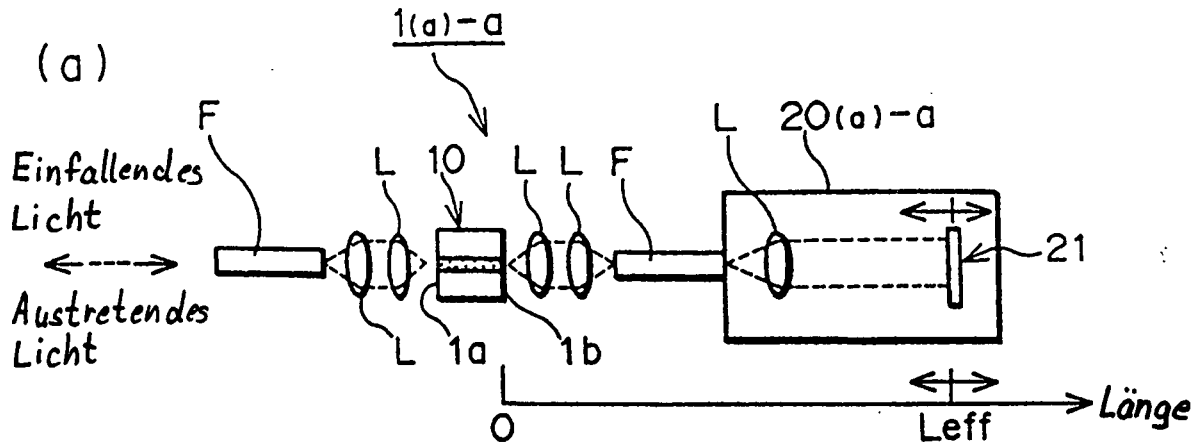


FIG. 4

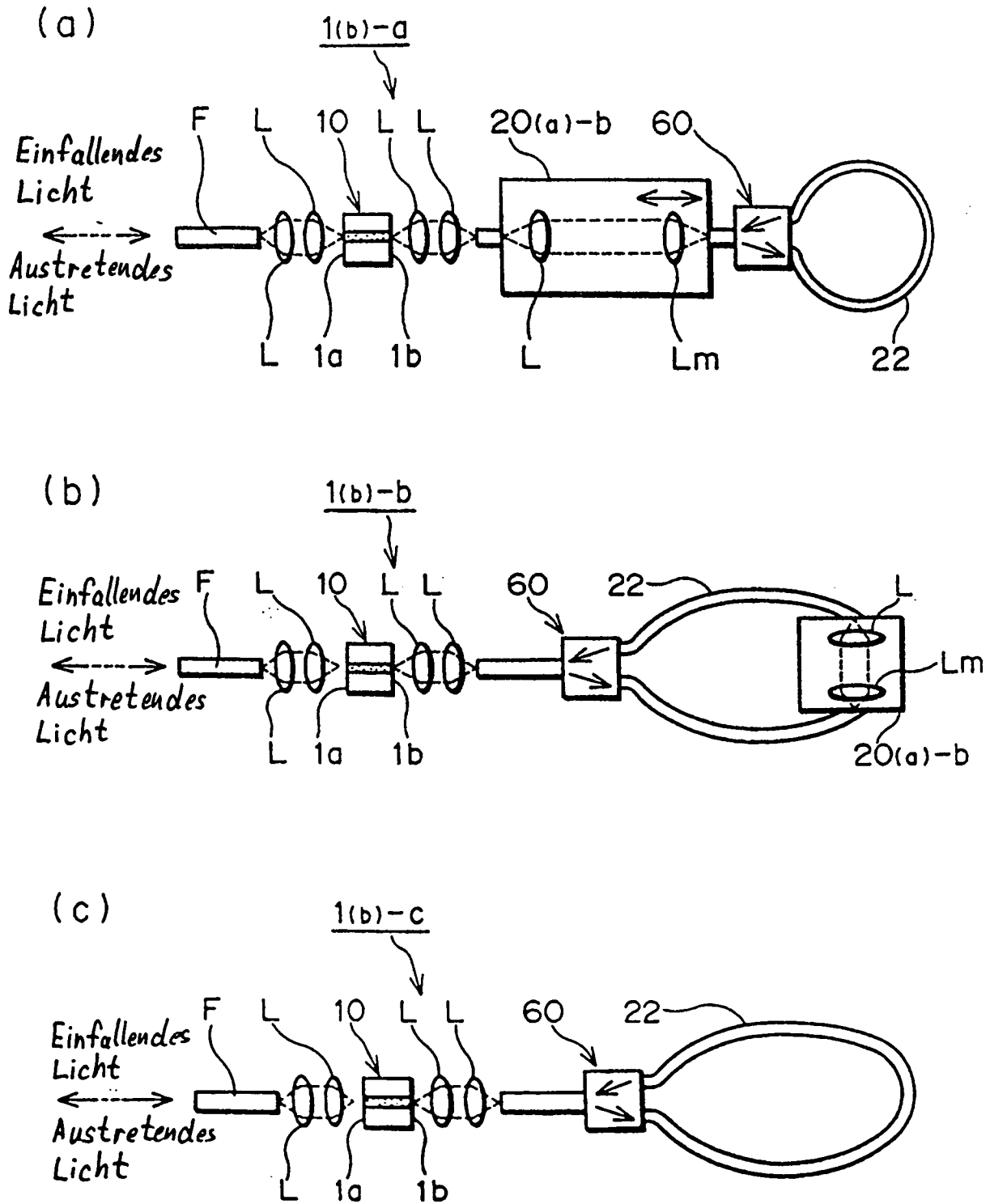


FIG. 5

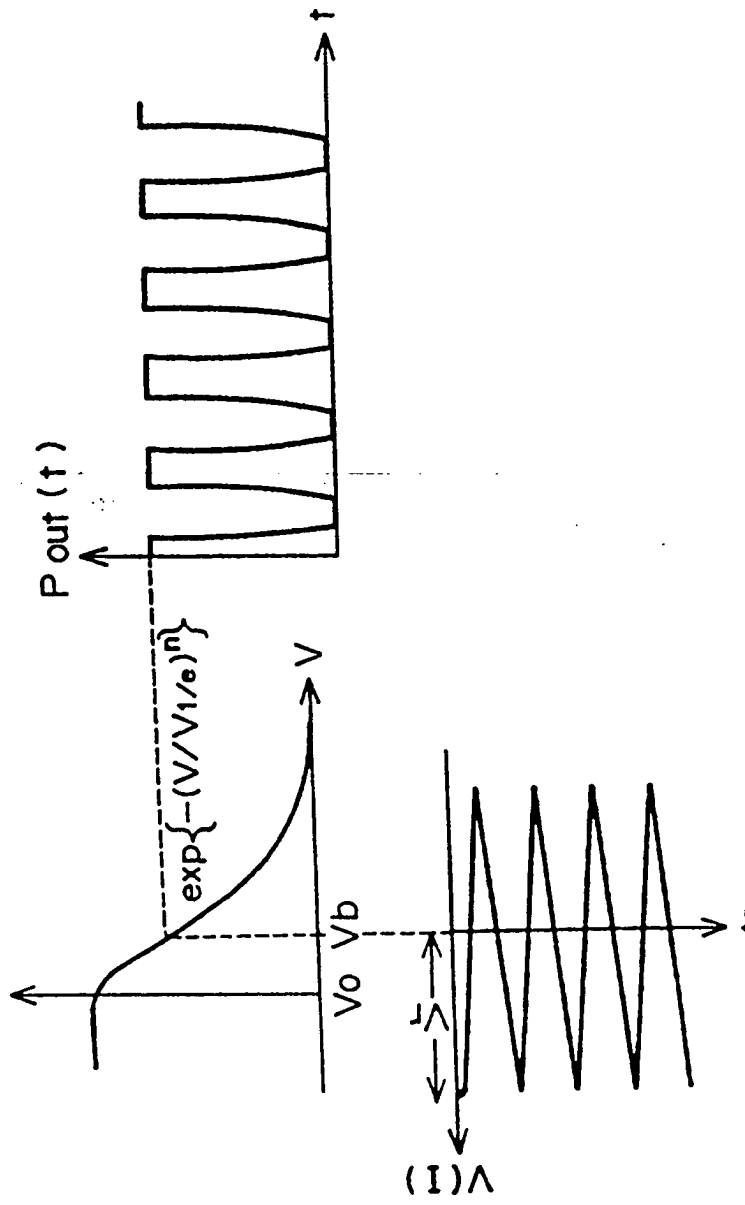
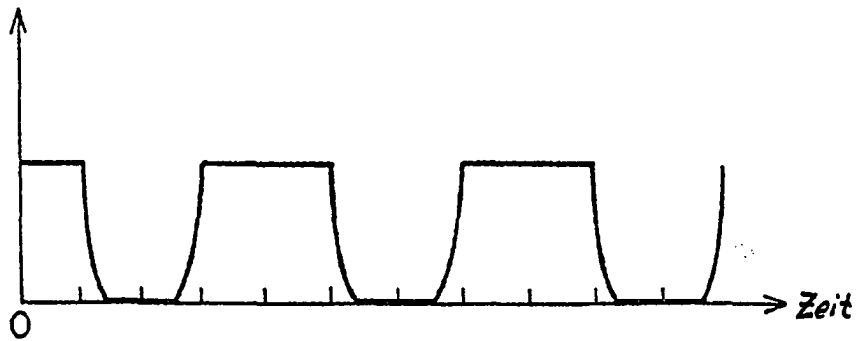


FIG. 6

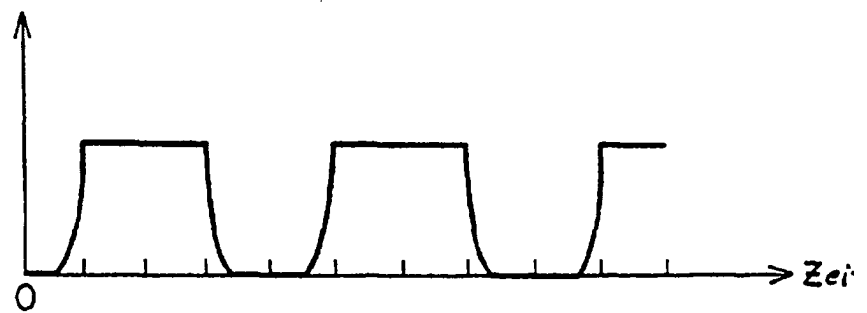
Übertragungsfunktion,
wenn sich das Licht aus-
breitet

(a)



Übertragungsfunktion,
wenn das Licht zurück
kehrt

(b)



Übertragungsfunktion,
wenn sich das Licht aus-
breitet und zurück kehrt

(c)

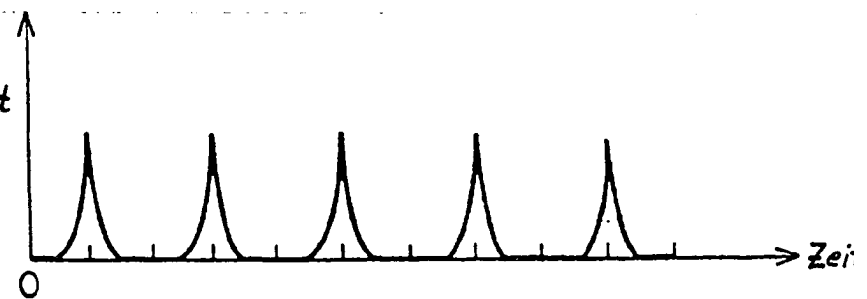


FIG. 7

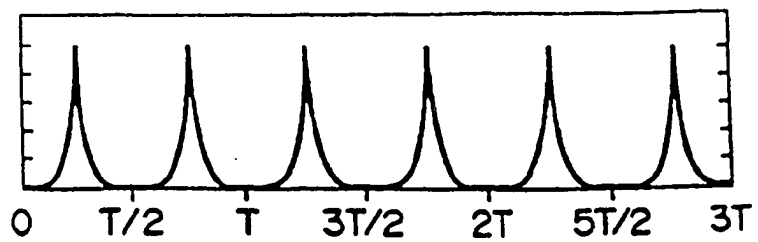


FIG. 8

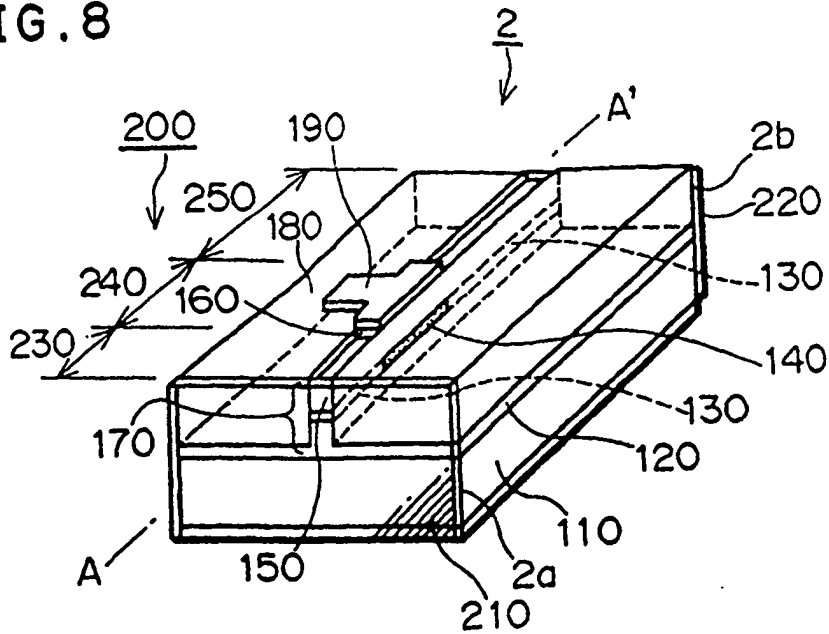


FIG. 9

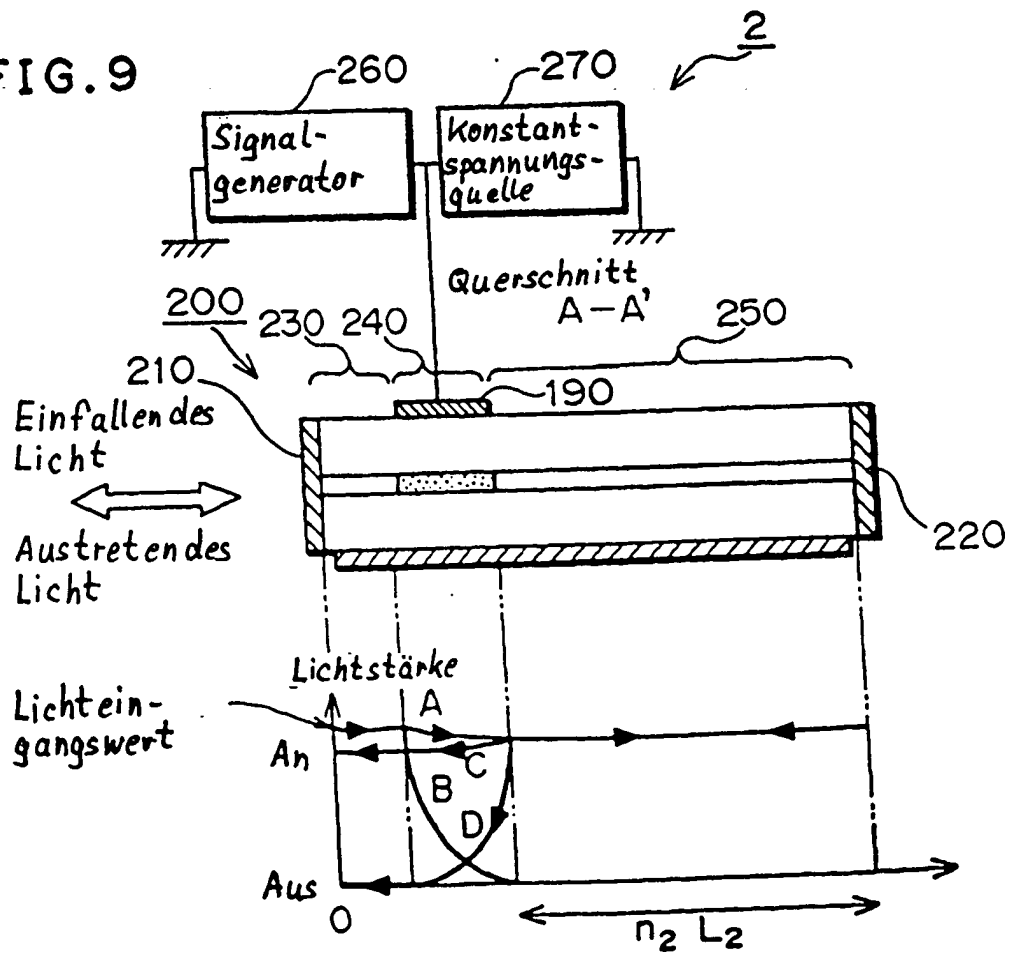


FIG.10

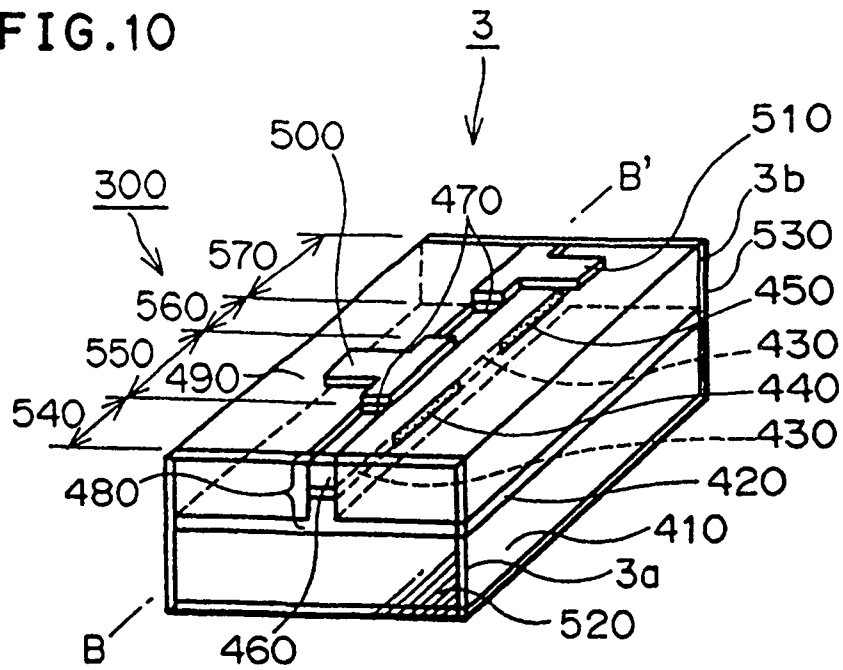


FIG.11

