



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 722 440 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2006 Patentblatt 2006/46

(51) Int Cl.:
H01P 1/15 (2006.01) H01P 1/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06007730.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder: **Kahmen, Gerhard**
82041 Deisenhofen (DE)

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas**
Mitscherlich & Partner,
Patent- und Rechtsanwälte,
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(30) Priorität: **09.05.2005 DE 102005021298**

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**
81671 München (DE)

(54) **Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator und Abschwächer**

(57) Die Erfindung betrifft einen optoelektronisch gesteuerten Schalter und einen Abschwächer in T- oder π -Anordnung. Der Schalter bzw. der Abschwächer umfasst ein Halbleitermaterial (4), auf dem zumindest ein Leitungsabschnittspaar aus zumindest einem ersten Leitungsabschnitt (2) und einem davon beabstandeten

zweiten Leitungsabschnitt (3) angeordnet ist. Ein zwischen dem ersten und dem zweiten Leitungsabschnitt (2, 3) liegender Bereich des Halbleitermaterials (4) ist mit einer Lichtquelle (5) beleuchtbar. Das Halbleitermaterial ist (4) durch den ersten und den zweiten Leitungsabschnitt (2, 3) maskiert und in dem nicht maskierten Bereich (7) vollständig beleuchtbar.

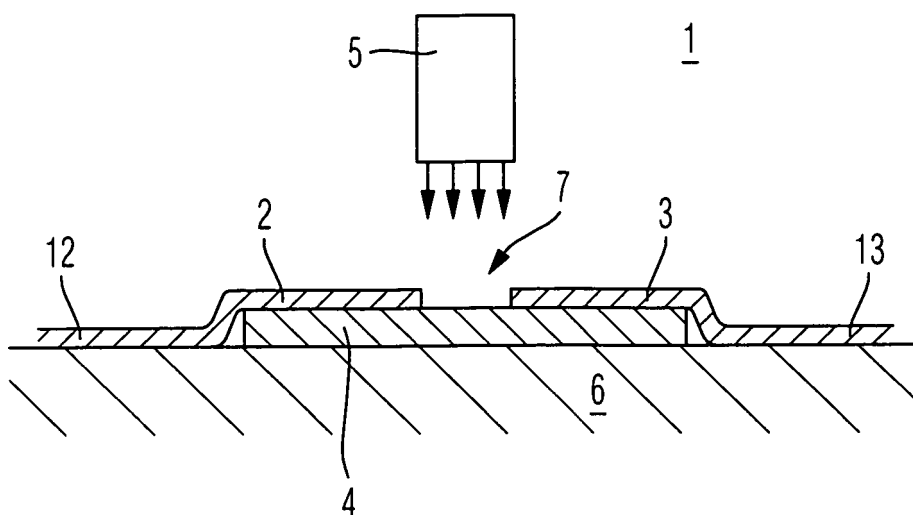


Fig. 1

EP 1 722 440 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen optoelektronisch gesteuerten Schalter oder Modulator sowie einen entsprechenden Abschwächer.

[0002] Das Ausnutzen des photoelektrischen Effekts zum Realisieren eines elektrischen Schalters ist in der EP 0 812 067 B1 beschrieben. Dort werden mit Hilfe eines Lasers kurze Lichtpulse erzeugt, mit denen eine aktive Zone eines Photoleitermaterials belichtet wird. An zwei Seiten des Photoleitermaterials ist jeweils eine Elektrode aufgebracht, so dass durch das einfallende Licht eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den beiden Leitern erzeugt wird. Um große Stromflüsse zu ermöglichen, ohne das Photoleitermaterial thermisch zu zerstören, wird die Lichtenergie des einfallenden Laserlichts so gewählt, dass das verbotene Band innerhalb des Photoleitermaterials nur durch eine Mehrfachanregung überwunden werden kann. Auf diese Weise wird die Eindringtiefe der Photonen in das Material erhöht und damit letztlich der leitende Querschnitt vergrößert.

[0003] Die beschriebene Anordnung hat den Nachteil, dass eine Verwendung im Hochfrequenzbereich nicht möglich ist. Durch die nur teilweise beleuchtete Fläche zwischen den beiden auf dem Photoleitermaterial aufgetragenen Kontakten sowie die große Eindringtiefe wird die Abstimmung einer Hochfrequenzschaltung nachteilig beeinflusst. Daher war es in der Hochfrequenztechnik, z. B. zur Herstellung von Dämpfungsleitungen, bisher notwendig, die Schaltelemente durch ggf. beleuchtete Feldeffekt-Transistoren zu realisieren, was z. B. aus der DE 102 28 810 A1 bekannt ist.

[0004] Es ist die Aufgabe der Erfindung, einen optoelektronisch gesteuerten Schalter oder Modulator sowie einen Abschwächer für den Einsatz in Hochfrequenzschaltungen zu schaffen.

[0005] Die Aufgabe wird durch den erfindungsgemäßen Schalter oder Modulator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie den erfindungsgemäßen Abschwächer mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen optoelektronisch gesteuerten Schalter oder Modulator wird ein Halbleitermaterial verwendet, auf das ein Leiterabschnittspaar aufgebracht wird. Das Leitungsabschnittspaar besteht aus einem ersten Leitungsabschnitt und einem zweiten Leitungsabschnitt, die beabstandet zueinander auf dem Halbleitermaterial angeordnet sind. Das Halbleitermaterial wird dabei durch die beiden Leitungsabschnitte maskiert, so dass in dem nicht maskierten Bereich der beiden Leitungsabschnitte eine definierte Fläche entsteht, in der das Halbleitermaterial mit Licht beleuchtet werden kann. Im übrigen wird das Halbleitermaterial durch die beiden Leitungsabschnitte maskiert, so dass bei Beleuchten des Halbleitermaterials mit einer Lichtquelle lediglich der nicht maskierte Bereich zwischen den beiden Leitungsabschnitten mit der Lichtquelle bestrahlt wird. Die Beleuchtung in dem nicht maskierten Bereich ist dabei vollständig. Die Lichtintensität in dem nicht maskierten Be-

reich ist stufenlos einstellbar, so dass eine stufenlose Einstellung des Widerstands des Schalters oder Modulators möglich ist.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Abschwächer nach Anspruch 12 werden zumindest drei Abschwächerelemente in T-Anordnung oder in π -Anordnung verwendet, wobei die einzelnen Abschwächerelemente in ihrem Aufbau jeweils einem optoelektronisch gesteuerten Schalter oder Modulator entsprechen. D. h. jedes der drei Abschwächerelemente weist ein Halbleitermaterial auf, auf dem jeweils ein Leitungsabschnittspaar angeordnet ist. Die Leitungsabschnittspaare weisen jeweils einen ersten Leitungsabschnitt sowie einen zweiten Leitungsabschnitt auf, die das Halbleitermaterial maskieren. In dem zwischen den beiden Leitungsabschnitten ausgebildeten Bereich ist das Halbleitermaterial nicht maskiert und durch eine Lichtquelle vollständig beleuchtbar. Durch eine unterschiedliche Lichtintensität in den Bereichen der einzelnen Abschwächerelemente lässt sich damit die Abschwächung einstellen, ohne dass eine Leitungsanpassung zerstört wird.

[0008] Der Schalter oder Modulator bzw. der Abschwächer ist insbesondere im Bereich von Mikrowellenschaltungen und Millimeterwellensignalen einsetzbar.

[0009] Die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen betreffen vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Schalters sowie des erfindungsgemäßen Abschwächers.

[0010] Insbesondere ist es vorteilhaft, das Halbleitermaterial als dünne Schicht auf einem Substrat aus Keramik, Glas oder Quarz aufzubringen. Damit ist eine unmittelbare Integration des optoelektronisch gesteuerten Schalters in eine Hochfrequenzschaltung möglich. Insbesondere werden die Leitungsabschnitte beispielsweise durch auf dem Halbleitermaterial weitergeführte Leiterbahnen des Substrats gebildet. Die Leiterbahnen auf dem Substrat können insbesondere Streifenleiter sein. Die Verbindung zwischen den Leiterbahnen des Substrats und den Leitungsabschnitten kann beispielsweise durch Bonddrähte erfolgen.

[0011] Eine besonders vorteilhafte Form den Schalter oder Modulator zu realisieren besteht darin, eine Lichtquelle vorzusehen, welche kontinuierlich Licht emittiert. Zwischen der Lichtquelle und dem zu beleuchtenden Halbleitermaterial ist dann eine Anordnung aus einem Analysator und einem Polarisator vorgesehen. Durch den Polarisator wird das einfallende Licht der Lichtquelle zunächst polarisiert, wobei nur bei einer entsprechenden Ausrichtung des Analysators die Kombination aus Analysator und Polarisator für das Licht durchlässig ist und so das Halbleitermaterial beleuchtet. Zum Ausschalten wird die Orientierung der Polarisationsrichtung entweder des Polarisators oder des Analysators geändert, wodurch die Kombination des Analysators mit dem Polarisator für das einfallende Licht undurchlässig wird. Auf das Halbleitermaterial fällt infolgedessen kein Licht und es werden keine Ladungsträger generiert, so dass der

Schalter geöffnet ist. Die Änderung der Polarisationsrichtung kann z. B. durch Anlegen einer Spannung an ein entsprechendes elektrooptisches Kristallmaterial realisiert werden.

[0012] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Schalter oder Modulator durch eine zweite, entsprechend aufgebaute Anordnung ergänzt. Ein aus zwei solchen Leitungsabschnittspaaren gebildeter Schalter oder Modulator ermöglicht in einfacher Weise das Umschalten beispielsweise zwischen zwei Ausgängen. Bei dem zweiten Leitungsabschnittspaar ist entweder die Polarisationsrichtung des Analysators oder die Polarisationsrichtung des Polarisators gegenüber der Polarisationsrichtung des Analysators bzw. Polarisators des ersten Leitungsabschnittspaares um 90° gedreht. Wird z. B. durch Anlegen einer Spannung die Polarisationsrichtung entweder der Polarisatoren oder der Analysatoren um 90° gedreht, so wird ein Schalterelement geöffnet, während gleichzeitig das zweite Schalterelement geschlossen wird. Auf diese Weise lässt sich in einfacher Art ein Umschalter realisieren.

[0013] Eine besonders einfache Anordnung ergibt sich, wenn die Analysatoren des ersten Leitungsabschnittspaares und des zweiten Leitungsabschnittspaares um 90° gegeneinander verdreht sind, wobei das erste Leitungsabschnittspaar und das zweite Leitungsabschnittspaar einen gemeinsamen Polarisator aufweisen, dessen Polarisationsrichtung sich durch Anlegen einer Spannung gemeinsam gegenüber den Polarisationsrichtungen der Analysatoren ändern lässt.

[0014] Bei dem Abschwächer ist es insbesondere vorteilhaft, bei zwei der drei Abschwächerelemente eine identische Ausrichtung des Analysators vorzusehen. Der dritte Analysator kann hierzu senkrecht angeordnet sein und ist unabhängig von den anderen beiden Analysatoren in seiner Polarisationsrichtung steuerbar. Die Polarisationsrichtung der identisch ausgerichteten Analysatoren kann dagegen durch Anlegen einer Spannung an einen Polarisationskristall relativ zu der Orientierung der Polarisationsrichtung der Polarisatoren geändert werden. Durch eine kontinuierliche Änderung der Polarisationsrichtung der Analysatoren relativ zu der Polarisationsrichtung des Polarisators ist ein stufenloses Einstellen der Abschwächung in dem T- bzw. π -Glieder möglich. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die Gesamtimpedanz der Schaltung über eine kontinuierlich einstellbare Abschwächung nicht geändert wird.

[0015] Zu betonen ist, dass es sich bei dem Halbleitermaterial um keine Transistorstruktur handelt und das Schalten nicht durch Schalten eines Transistors sondern durch Verändern der Lichtbestrahlung, z. B. durch Schalten der Lichtquelle oder eines Polarisators, hervorgerufen wird.

[0016] Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen optoelektronisch gesteuerten Schalters sowie des erfindungsgemäßen Abschwächers sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Schalters oder Modulators;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen optoelektronisch gesteuerten Schalters oder Modulators;

Fig. 3 eine Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Schalters oder Modulators;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Abschwächers in T-Anordnung und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Abschwächers in π -Anordnung.

[0017] In der Fig. 1 ist eine erste einfache Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optoelektronisch gesteuerten Schalters oder Modulators dargestellt. Der einfacheren Darstellung wegen wird nachfolgend im allgemeinen nur der Begriff Schalter verwendet. Der Schalter 1 umfasst einen ersten Leitungsabschnitt 2 und einen zweiten Leitungsabschnitt 3. Der erste Leitungsabschnitt 2 und der zweite Leitungsabschnitt 3 sind, wie es der Querschnitt der Fig. 1 zeigt, so angeordnet, dass sie ein Halbleitermaterial 4 teilweise bedecken. Das Halbleitermaterial 4 ist so gewählt, dass es unter Bestrahlung einer Lichtquelle 5 leitend wird, in dem durch die auftreffenden Photonen angeregt Elektron-Loch-Paare generiert werden. Bei einer Beleuchtung des Halbleitermaterials 4 mit einer Lichtquelle 5 wird daher eine leitende Verbindung zwischen dem ersten Leitungsabschnitt 2 und dem zweiten Leitungsabschnitt 3 erzeugt.

[0018] Das Halbleitermaterial 4 ist auf einem Substrat 6 angeordnet, welches beispielsweise aus Keramik, Glas oder Quarz besteht und auch als Träger der mit den Leitungsabschnitten 2 und 3 verbundenen ersten Leitung 12 und zweiten Leitung 13 fungiert. Die Leitungen 12, 13 können insbesondere Streifenleiter einer auf einer Leiterplatte angeordneten Hochfrequenzschaltung sein, die mit den Leitungsabschnitten 2 bzw. 3 durch Bonddrähte verbunden sind. Das Halbleitermaterial 4 wird so durch einen ersten Leitungsabschnitt 2 und den zweiten Leitungsabschnitt 3 bedeckt, dass eine Maskierung des Halbleitermaterials 4 entsteht. Lediglich in dem Abstand zwischen dem ersten Leitungsabschnitt 2 und dem zweiten Leitungsabschnitt 3 ist ein Bereich 7 ausgebildet, der nicht maskiert ist. Damit ist die Maskierung des Halbleitermaterials 4 durch das Leitungsabschnittspaar bestehend aus den beiden Leitungsabschnitten 2, 3 so ausgebildet, dass das Halbleitermaterial 4 lediglich in einem definierten, nicht maskierten Bereich 7 durch die Lichtquelle 5 beleuchtet werden kann. Der nicht maskierte Bereich 7 wird von der Lichtquelle 5 zum Schließen des

Schalters vollständig beleuchtet.

[0019] Die dargestellte Anordnung des Schalters 1 erzeugt lediglich geringe parasitäre Kapazitäten zwischen den Leitungsabschnitten 2, 3. Aufgrund der geringen Zeiten zur Generation eines Elektron-Loch-Paares in dem nicht maskierten Bereich 7 des Halbleitermaterials 4 ergeben sich extrem kurze Schaltzeiten. Durch Einstellen der Lichtstärke, die den nicht maskierten Bereich 7 des Halbleitermaterials 4 beleuchtet, wird der Widerstand der Verbindung der beiden Leitungsabschnitte 2 und 3 kontinuierlich eingestellt. Der in der Fig. 1 dargestellte Schalter wird damit zu einem Modulator. Die Möglichkeit der kontinuierlichen Änderung des Widerstands des Modulators erlaubt es, Leistungsrampen für HF-Signale oder beispielsweise Pulsmodulationen zu erzeugen.

[0020] Bei der in der Fig. 1 dargestellten Anordnung des Schalters 1 erfolgt das Schalten durch Einstellen des Stromflusses durch die Lichtquelle 5. Wie es bereits erläutert wurde, kann neben dem reinen Ein- und Ausschalten auch ein definierter Widerstand erzeugt werden, indem die Stromstärke für die Lichtquelle 5 und damit die Lichtintensität so gewählt wird, dass nur eine reduzierte Anzahl von Ladungsträgern in dem Bereich 7 des Halbleitermaterials 4 generiert wird.

[0021] In der Fig. 2 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen optoelektronischen Schalters 1' dargestellt. Im Gegensatz zu der Anordnung der Fig. 1 ist in der Fig. 2 eine Laserdiode als Lichtquelle 5' vorgesehen. Die Laserdiode 5' wird erfindungsgemäß im Dauerbetrieb betrieben, so dass von der Laserdiode 5' permanent Licht ausgesendet wird. Um den Lichteinfall in dem Bereich 7 des Halbleitermaterials 4 steuern zu können, ist oberhalb der Anordnung bestehend aus dem Halbleitermaterial 4 sowie dem Leitungsabschnittspaar mit den Leitungsabschnitten 2 und 3 ein Analysator 8 angeordnet. Anstelle der in den Ausführungsbeispielen angegebenen Laserdiode 5' kann auch eine LED mit einem Licht geeigneter Wellenlänge verwendet werden.

[0022] Der Analysator 8 ist lediglich für Licht einer bestimmten Polarisationsrichtung durchlässig. Oberhalb des Analysators 8, jedoch unterhalb der Lichtquelle 5' ist ein Polarisator 9 angeordnet. Der Polarisator 9 ist ebenfalls nur für Licht einer bestimmten Polarisationsrichtung durchlässig. Unterscheiden sich die Polarisationsrichtungen des Analysators 8 sowie des Polarisators 9, so trifft kein Licht in dem Bereich 7 auf das Halbleitermaterial 4 auf. Die Polarisationsrichtung entweder des Analysators 8 oder des Polarisators 9 ist änderbar. Dies kann z. B. durch Verwendung eines entsprechenden Kristalls erreicht werden, der die Polarisationsrichtung durch Anlegen einer Spannung ändert. Die Polarisationsrichtung des Analysators 8 sowie des Polarisators 9 liegen jeweils parallel zu der Fläche, in der das Halbleitermaterial 4 angeordnet ist.

[0023] Die Änderung der Polarisationsrichtung kann entweder durch den Analysator 8 oder den Polarisator 9 erfolgen. Bei einer Drehung der Polarisationsrichtung des Analysators 8 relativ zu der Polarisationsrichtung des

Polarisators 9 ist eine kontinuierliche Abstimmung der einfallenden Lichtintensität in dem nicht maskierten Bereich 7 auf dem Halbleitermaterial 4 möglich. Die höchste Leitfähigkeit in dem Halbleitermaterial 4 wird erreicht, wenn die Polarisationsrichtungen des Analysators 8 und des Polarisators 9 parallel zueinander orientiert sind. Die Leitfähigkeit wird dann durch die maximal erreichbare Leitfähigkeit des Halbleitermaterials 4 begrenzt. Ausgehend von dieser parallelen Anordnung der Polarisationsrichtungen des Analysators 8 sowie des Polarisators 9 ist eine kontinuierliche Drehung der Polarisationsrichtungen relativ zueinander möglich. In der Endposition sind die Polarisationsrichtungen des Analysators 8 und des Polarisators 9 senkrecht zueinander orientiert, so dass das durch den Polarisator 9 polarisierte Licht nicht durch den Analysator 8 hindurch treten kann und kein Lichteinfall in dem Bereich 7 des Halbleitermaterials 4 erfolgt. Das Halbleitermaterial 4 ist daher hochohmig und die Leitungsabschnitte 2 und 3 sind voneinander isoliert.

[0024] Um den Widerstand des Schalters 1 in geschlossenem Zustand zu reduzieren, wird das Halbleitermaterial 4 auf einem lichtdurchlässigen Substrat 6 angeordnet. Zusätzlich zu den Leitungsabschnitten 2 und 3 werden auch auf der gegenüberliegenden Seite des Halbleitermaterials 4 entsprechende Leitungsabschnitte ausgebildet, die ebenfalls mit den Leitern 12, 13 verbunden sind. Auch auf der gegenüberliegenden Seite des Halbleitermaterials 4 wird durch die entsprechenden Leitungsabschnitte das Halbleitermaterial maskiert, so dass zwischen den Leitungsabschnitten ein nicht maskierter Bereich entsteht. Auf dieser gegenüberliegenden Seite ist ebenfalls eine Lichtquelle vorgesehen, mit der der nicht maskierte Bereich vollständig beleuchtbar ist. Aufgrund des lichtdurchlässigen Substrats 6 kann das Halbleitermaterial 4 nun beidseitig beleuchtet werden und damit der minimale Schalterwiderstand in geschlossenem Zustand des Schalters 1 halbiert werden. Zum Einstellen der Lichtstärke, die auf den nicht maskierten Bereich dieser gegenüberliegenden Seite fällt sind alle Maßnahmen anwendbar, die auf der anderen Seite angewendet werden.

[0025] In der Fig. 3 ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schalters dargestellt. Der dort dargestellte erfindungsgemäße Schalter 11 weist ein erstes Schaltelement 11.1 und ein zweites Schaltelement 11.2 auf. Das erste Schaltelement 11.1 entspricht in seinem Aufbau dem Schalter 1', wie er in der Fig. 2 dargestellt ist.

[0026] Auch das zweite Schaltelement 11.2 entspricht in seinem Aufbau dem Schalter 1' der Fig. 2. Das zweite Schaltelement 11.2 weist ebenfalls einen ersten Leitungsabschnitt 16 und einen zweiten Leitungsabschnitt 17 auf, die auf einem Halbleitermaterial ausgebildet sind. Der erste Leitungsabschnitt 16 des zweiten Schaltelements 11.2 bildet zusammen mit dem zweiten Leitungsabschnitt 17 des zweiten Schaltelements 11.2 ein zweites Leitungsabschnittspaar. Über das zweite Leitungsabschnittspaar bestehend aus dem ersten Leitungsab-

schnitt 16 und dem zweiten Leitungsabschnitt 17 kann bei geschlossenem Schaltelement 11.2 eine leitende Verbindung zwischen dem ersten Leitungsabschnitt 16 und dem zweiten Leitungsabschnitt 17 und damit zwischen einer dritten Leitung 14 und einer vierten Leitung 15 hergestellt werden. Die dritte Leitung 14 ist an einem Knotenpunkt 20 mit der ersten Leitung 12 verbunden.

[0027] Die Analysatoren 8, 19 der beiden Schaltelemente 11.1 und 11.2 sind so über den nicht maskierten Bereichen 7 bzw. 18 des ersten Schaltelements 11.1 und des zweiten Schaltelements 11.2 angeordnet, dass die Polarisationsrichtungen beider Analysatoren 8 bzw. 19 parallel zu der Oberfläche des Halbleitermaterials, das in der Fig. 3 nicht sichtbar dargestellt ist, sind. Gleichzeitig stehen die beiden Polarisationsrichtungen des Analysators 8 und des Analysators 19 senkrecht aufeinander. Oberhalb des Analysators 8 und des Analysators 19 ist, in der Zeichnung ebenfalls nicht dargestellt, ein Polarisator angeordnet. Der Polarisator ist vorzugsweise so groß, dass er beide Analysatoren 18 und 19 gemeinsam abdeckt. Durch den Polarisator wird ein von einer ebenfalls nicht dargestellten Lichtquelle erzeugtes Licht polarisiert. Bei Verwendung zweier getrennter Polarisatoren oberhalb des Analysators 8 sowie des Analysators 19 ist sicherzustellen, dass die beiden Polarisationsrichtungen der beiden Polarisatoren des ersten Leitungsabschnittspaares sowie des zweiten Leitungsabschnittspaares parallel zueinander orientiert sind.

[0028] Die Polarisationsrichtung der Polarisatoren bzw. des gemeinsamen Polarisators wird vorzugsweise wieder durch Anlegen einer Spannung geändert. Die Polarisationsrichtung des Polarisators wird somit im Hinblick auf die Polarisationsrichtungen der Analysatoren 8 und 19 gemeinsam verändert. Während sich in einer ersten Endposition die Polarisationsrichtung des Polarisators mit beispielsweise der Polarisationsrichtung des Analysators 8 deckt, so wird nach dem Umschalten durch Anlegen einer Spannung an einen Polarisatorkristall die Polarisationsrichtung in Übereinstimmung mit der Polarisationsrichtung des Analysators 19 des zweiten Schaltelements 11.2 gebracht. Die Drehung um 90° in der Polarisationsrichtung des Polarisators bewirkt damit eine Unterbrechung z. B. des ersten Schaltelements 11.2 bei gleichzeitigem Schließen des Schaltelements 11.2. Eine kontinuierliche Änderung der Widerstände der beiden Schaltelemente 11.1 und 11.2 ist hierbei ebenfalls möglich, wie es bereit bei den Ausführungen zu dem Schalter nach Fig. 1 bzw. 2 erläutert wurde.

[0029] Bei der vorstehenden Beschreibung sowohl des Schalters 1' als auch der Schaltelemente 11.1 und 11.2 wurde jeweils davon ausgegangen, dass die Polarisationsrichtung des Polarisators veränderbar ist. Für die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Schalters 11 spielt es jedoch keine Rolle, ob die Änderung der Polarisationsrichtung durch den Polarisator oder durch den Analysator erfolgt. Entscheiden ist lediglich, dass die Polarisationsrichtungen von Analysator und Polarisator relativ zueinander geändert werden.

[0030] In der Fig. 4 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abschwächers dargestellt. Der Abschwächer 20 ist in einer sog. T-Anordnung ausgeführt. Der Abschwächer 20 basiert auf einer Anordnung, die dem erfindungsgemäßen Schalter 11 entspricht. Die Schaltelemente 11.1 und 11.2 bilden dabei die Abschwächelemente 11.1' und 11.2' und werden durch ein drittes Abschwächelement 11.3 ergänzt. Das dritte Abschwächelement 11.3 entspricht in seinem Aufbau wiederum dem erfindungsgemäßen Schalter 1' der Fig. 2.

[0031] Das dritte Abschwächelement 11.3 umfasst damit ein drittes Leitungsabschnittspaar bestehend aus einem weiteren ersten Leitungsabschnitt 22 und einem weiteren zweiten Leitungsabschnitt 23, die erneut auf einem Halbleitermaterial angeordnet sind. Die beiden Leitungsabschnitte 22 und 23 maskieren in bereits beschriebener Weise den Halbleiter, der in einem zwischen dem ersten Leitungsabschnitt 22 des dritten Abschwächelements 11.3 und dem zweiten Leitungsabschnitt 23 des dritten Abschwächelements 11.3 ausgebildeten nicht maskierten Bereich 24 durch eine Lichtquelle belichtbar ist. Oberhalb des dritten Leitungsabschnittspaares ist ein Analysator 25 angeordnet, dessen Polarisationsrichtung identisch mit der Polarisationsrichtung des Analysators 8 des ersten Abschwächelements 11.1' ist.

[0032] Der erste Leitungsabschnitt 22 ist mit einem fünften Leiter 21 verbunden. Der zweite Leitungsabschnitt 23, der zusammen mit dem Leitungsabschnitt 22 das Leitungsabschnittspaar des dritten Abschwächelements 11.3 bildet, ist mit dem ersten Leiter 12 verbunden, an dessen anderem Ende der erste Leitungsabschnitt 2 des ersten Leitungsabschnittspaares des Abschwächelements 11.1' ausgebildet ist. Die Leiter 21, 12 und 13 bilden zusammen z. B. eine Signalleitung, in der der Abschwächer 20 angeordnet ist. Der vierte Leiter 15, der mit dem zweiten Leitungsabschnitt 17 des zweiten Abschwächelements 11.2' verbunden ist, ist auf der von dem zweiten Abschwächelement 11.2' abgewandten Ende mit einem Massepotential verbunden.

[0033] Die drei Abschwächelemente 11.1', 11.2' und 11.3 werden mittels einer Lichtquelle gemeinsam beleuchtet, wobei zwischen der Lichtquelle und den Analysatoren 8, 19 und 25 ein Polarisator angeordnet ist. Der Polarisator kann aus mehreren einzelnen Polarisatorelementen bestehen, wobei die Polarisatorelemente in diesem Fall die selbe Polarisationsrichtung aufweisen. Eine Änderung der Abschwächung wird erreicht, indem an den Analysatoren 8, 19 und 25 durch Anlegen einer entsprechenden Spannung die Polarisationsrichtung relativ zu der Polarisationsrichtung des Polarisators geändert wird. Durch das gemeinsame Ändern der Polarisationsrichtung des Analysatoren und damit einer Änderung des Widerstands der Abschwächelemente 11.1' und 11.3 gemeinsam in Richtung kleinerer Werte oder gemeinsam in Richtung größerer Werte sowie einer gleichzeitigen Änderungen des Widerstands des Abschwächelements 11.2' in entgegengesetzter Richtung lässt sich die Ab-

schwächung in der Signalleitung variieren, ohne den Wellenwiderstand der Signalleitung zu verändern. Um dies zu erreichen sind die Polarisationsrichtungen der Analysatoren 8 und 25 gemeinsam veränderbar. Die Polarisationsrichtung des Analysators 19 ist dagegen unabhängig hiervon änderbar und wird in Abhängigkeit von der Einstellung der Polarisationsrichtung der Analysatoren 8 und 25 so eingestellt, dass der Wellenwiderstand der Signalleitung konstant bleibt.

[0034] Eine alternative Ausführungsform ist in der Fig. 5 dargestellt. Die Fig. 5 zeigt einen Abschwächer in π -Anordnung. Zusätzlich zu einem ersten und zweiten Abschwächelement 11.1" und 11.2" ist auf der von dem zweiten Abschwächelement 11.2" abgewandten Seite des ersten Abschwächelements 11.1" ein drittes Abschwächelement 11.3' angeordnet. In seinem Aufbau entspricht auch das dritte Abschwächelement 11.3' dem optoelektronisch gesteuerten Schalter 1' der Fig. 2, wobei die Orientierung des Analysators 29 der Orientierung des Analysators 19 des zweiten Abschwächelements 11.2" entspricht.

[0035] Das dritte Abschwächelement 11.3' weist ein drittes Leitungsabschnittspaar auf, welches aus einem ersten Leitungsabschnitt 32 und einem zweiten Leitungsabschnitt 33 besteht. Der erste Leitungsabschnitt 32 und der zweite Leitungsabschnitt 33 des dritten Abschwächelements 11.3' sind wiederum beabstandet voneinander auf einem Halbleitermaterial angeordnet und maskieren dieses. Der zweite Leitungsabschnitt 33 ist über einen sechsten Leiter 28 mit einem Massepotential verbunden. Ebenso ist der vierte Leiter 15 des zweiten Abschwächelements 11.2" mit dem Massepotential verbunden. Während die Polarisationsrichtungen des Analysators 29 und des Analysators 19 des zweiten und dritten Abschwächelements 11.2" bzw. 11.3' parallel zueinander angeordnet sind, ist die Polarisationsrichtung des Analysators 8 des ersten Abschwächelements 11.1" in einer Ausgangsstellung dazu senkrecht angeordnet.

[0036] Die Analysatoren 8, 19, 29 werden gemeinsam mit polarisiertem Licht beleuchtet. Das polarisierte Licht wird z. B. durch eine Laserdiode im Dauerbetrieb erzeugt, welches anschließend einen Polarisator durchläuft. Die Energie der Photonen des Lasers ist dabei größer als die Bandlücke des Halbleitermaterials. Der Polarisator, der in der Fig. 5 ebenfalls nicht dargestellt ist, kann beispielsweise ein Kristall sein, der alle drei Analysatoren 8, 19 und 29 gemeinsam abdeckt. Die Einstellung der Abschwächung erfolgt in entsprechender Weise, wie es bereits zu dem Abschwächer 20 der Fig. 4 beschrieben wurde, wobei die Polarisationsrichtung des Analysators 8 nun unabhängig von den Polarisationsrichtungen der Analysatoren 19 und 29 änderbar ist. Dagegen sind die Polarisationsrichtungen der Analysatoren 19 und 29 gemeinsam einstellbar.

[0037] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind auch einzelne Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele in beliebiger Weise miteinander kombinierbar.

Patentansprüche

1. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator mit einem Halbleitermaterial (4), auf dem ein Leitungsabschnittspaar aus zumindest einem ersten Leitungsabschnitt (2) und einem davon beabstandeten zweiten Leitungsabschnitt (3) angeordnet ist, wobei ein zwischen dem ersten und dem zweiten Leitungsabschnitt (2, 3) liegender Bereich des Halbleitermaterials (4) mit einer Lichtquelle (5) beleuchtbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbleitermaterial (4) durch den ersten und den zweiten Leitungsabschnitt (2, 3) maskiert ist und das Halbleitermaterial (4) in dem nicht maskierten Bereich (7) im eingeschalteten Zustand der Lichtquelle (5) vollständig beleuchtet ist.
2. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbleitermaterial (4) als dünne Schicht auf einem Substrat (6) aus Keramik, Glas oder Quarz ausgebildet ist.
3. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Lichtquelle (5) und dem Halbleitermaterial (4) ein Polarisator (9) zum Erzeugen eines polarisierten Lichts angeordnet ist,
dass zwischen dem Halbleitermaterial (4) und dem Polarisator (9) ein Analysator (8) angeordnet ist und
dass die Polarisationsrichtungen des Analysators (8) und des Polarisators (9) relativ zueinander änderbar sind.
4. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest ein zweites Leitungsabschnittspaar vorgesehen ist, dessen erster und zweiter Leitungsabschnitt (16, 17) auf einem Halbleitermaterial (6) angeordnet ist, wobei auch zwischen dem zweiten Leitungsabschnittspaar und der Lichtquelle (5) ein Analysator (19) und ein Polarisator angeordnet sind, wobei sich die Polarisationsrichtung des Analysators (19) oder des Polarisators des zweiten Leitungsabschnittspaares von der Polarisationsrichtung des Analysators (8) oder des Polarisators (9) des ersten Leitungsabschnittspaares unterscheidet.
5. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtung des Analysators (8) des ersten Leitungsabschnittspaares und die Polarisationsrichtung des Analysators (19) des zweiten

- Leitungsabschnittspaars senkrecht zueinander sind.
6. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 5, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtung des Polarisators (9) des ersten Leitungsabschnittspaars und die Polarisationsrichtung des Polarisators (19) des zweiten Leitungsabschnittspaars senkrecht zueinander sind. 10
7. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtungen der Polarisatoren (9, 19) des ersten Leitungsabschnittspaars und des zweiten Leitungsabschnittspaars und die Polarisationsrichtungen der Analysatoren (8) des ersten und des zweiten Leitungsabschnittspaars relativ zueinander und gemeinsam veränderbar sind. 15
8. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (5) eine Laserdioden (5') ist. 20
9. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (5) eine im Dauerstrichbetrieb arbeitende Laserdioden (5') ist. 25
10. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leitungsabschnitte (2, 3, 16, 17) Streifenleiter sind. 30
11. Optoelektronisch gesteuerter Schalter oder Modulator nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbleitermaterial auf einem transparenten Substrat angeordnet ist und auf einer dem ersten und dem zweiten Leitungsabschnitt gegenüberliegenden Seite des Halbleitermaterials ein entsprechendes Leitungsabschnittspaar aus einem weiteren ersten und einem davon beabstandeten weiteren zweiten Leitungsabschnitt angeordnet ist, und das entsprechende Leitungsabschnittspaar das Halbleitermaterial maskiert und ein zwischen dem weiteren ersten und dem weiteren zweiten Leitungsabschnitt nicht maskierter Bereich auf der gegenüberliegenden Seite mit einer Lichtquelle in eingeschaltetem Zustand vollständig beleuchtbar ist. 35
12. Abschwächer mit zumindest drei Abschwächerelementen (11.1', 11.2', 11.3) in T-Anordnung oder in 40
- π -Anordnung,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abschwächerelemente (11.1', 11.2', 11.3, 11.1'', 11.2'', 11.3') jeweils ein Leitungsabschnittspaar umfassen, die jeweils einen ersten Leitungsabschnitt (2, 16, 22, 27) und einen zweiten Leitungsabschnitt (3, 17, 23, 28) aufweisen, die auf einem Halbleitermaterial (4) voneinander beabstandet angeordnet sind und die das Halbleitermaterial (4) maskieren, wobei jeweils der nicht maskierte Bereich (7, 18, 24, 31) durch eine Lichtquelle in deren eingeschalteten Zustand (5) vollständig beleuchtet ist. 45
13. Abschwächer nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Halbleitermaterial (4) auf einem Substrat (6) aus Keramik, Glas oder Quarz angeordnet ist. 50
14. Abschwächer nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Lichtquelle (5) und dem nicht maskierten Bereich (7, 18, 24, 31) der ersten und zweiten Leitungsabschnitte (2, 16 22, 32; 3, 18, 23, 33) jeweils ein Analysator (8, 19, 25, 29) und ein Polarisator angeordnet ist. 55
15. Abschwächer nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtungen der Analysatoren (8, 25; 19, 29) zweier Abschwächerelemente identisch orientiert sind und dass die Polarisationsrichtungen der entsprechenden Polarisatoren dieser Abschwächerelemente (11.1', 11.3; 11.2'', 11.3') identisch ist. 60
16. Abschwächer nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtung des Analysators oder des Polarisators (19; 8) des übrigen Abschwächerelements (11.2' bzw. 11.1'') in einer Ausgangsstellung senkrecht dazu orientiert ist. 65
17. Abschwächer nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Polarisationsrichtungen der Analysatoren (8, 19, 25, 29) relativ zu den Polarisationsrichtungen der Polarisatoren veränderbar ist. 70

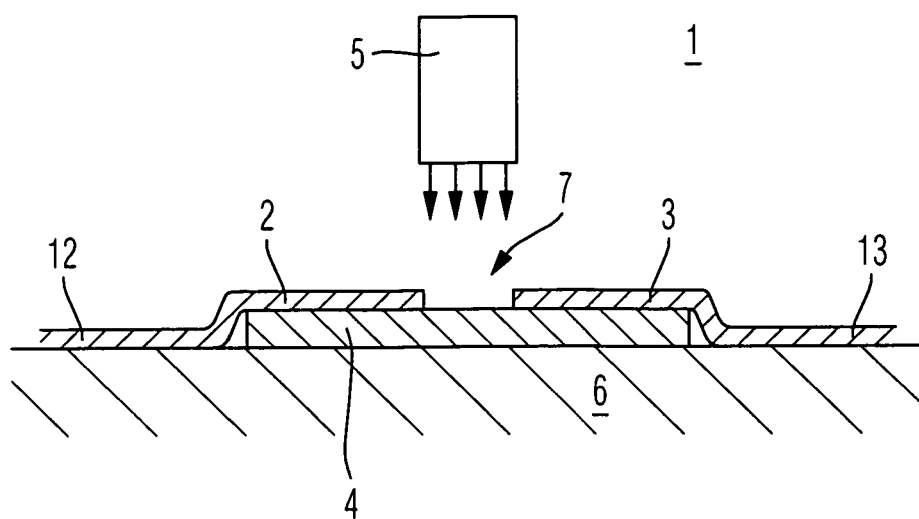


Fig. 1

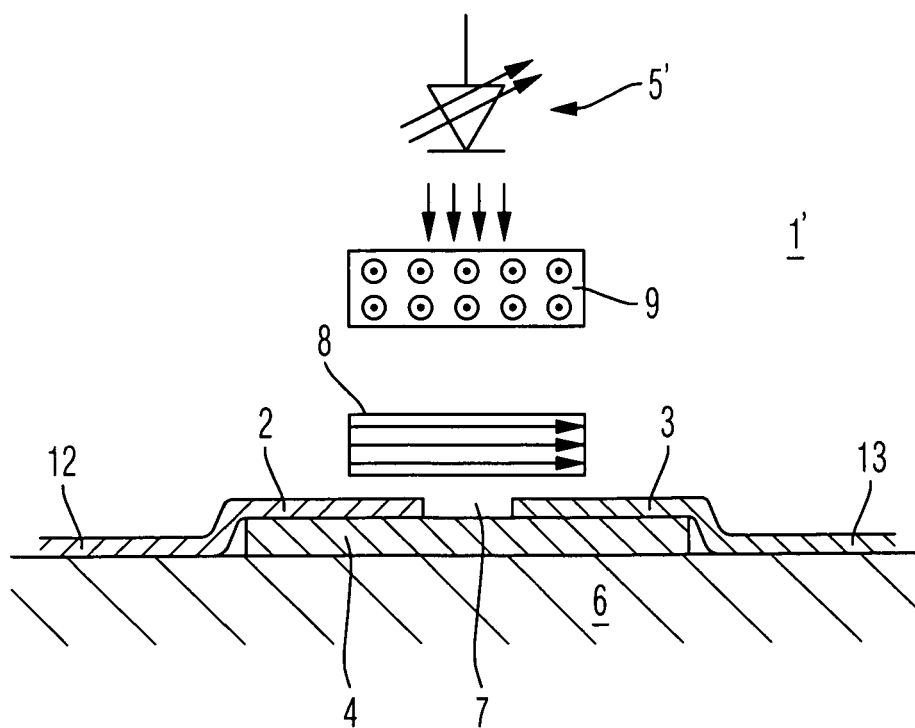


Fig. 2

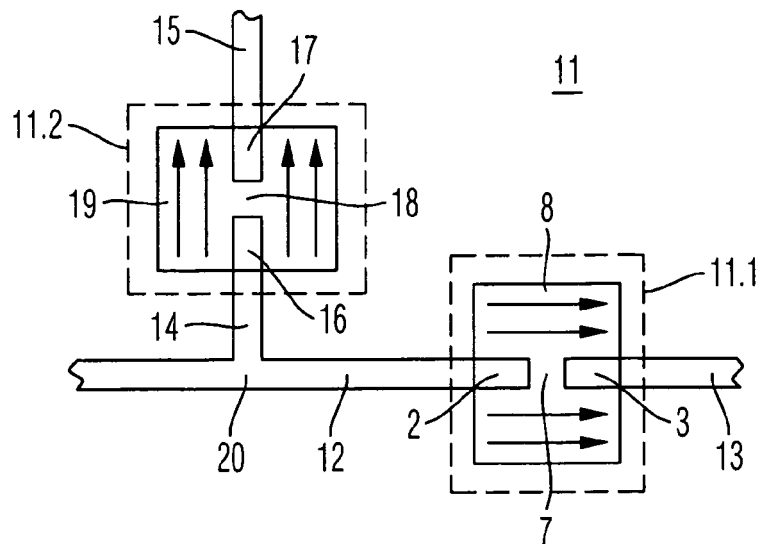


Fig. 3

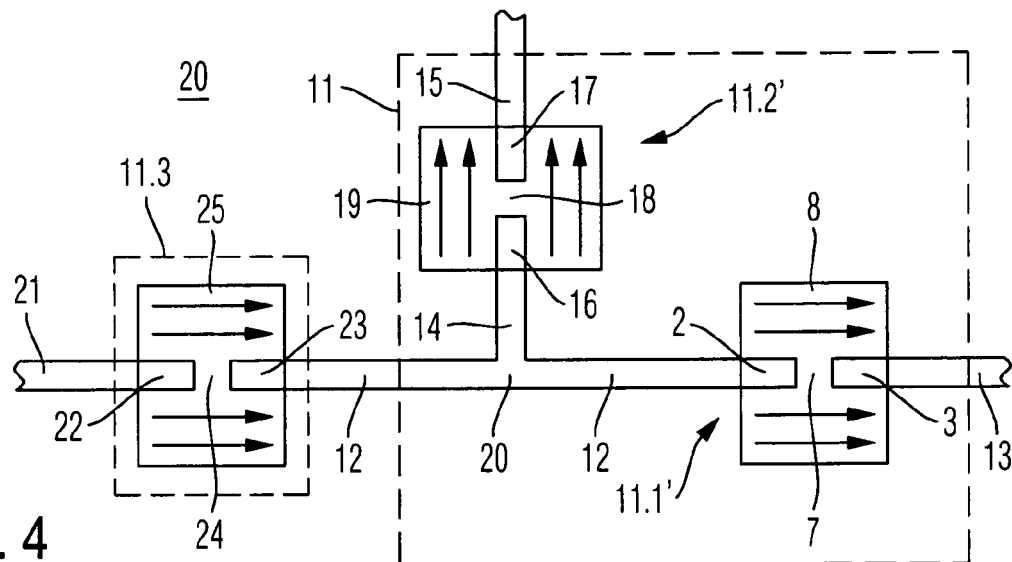


Fig. 4

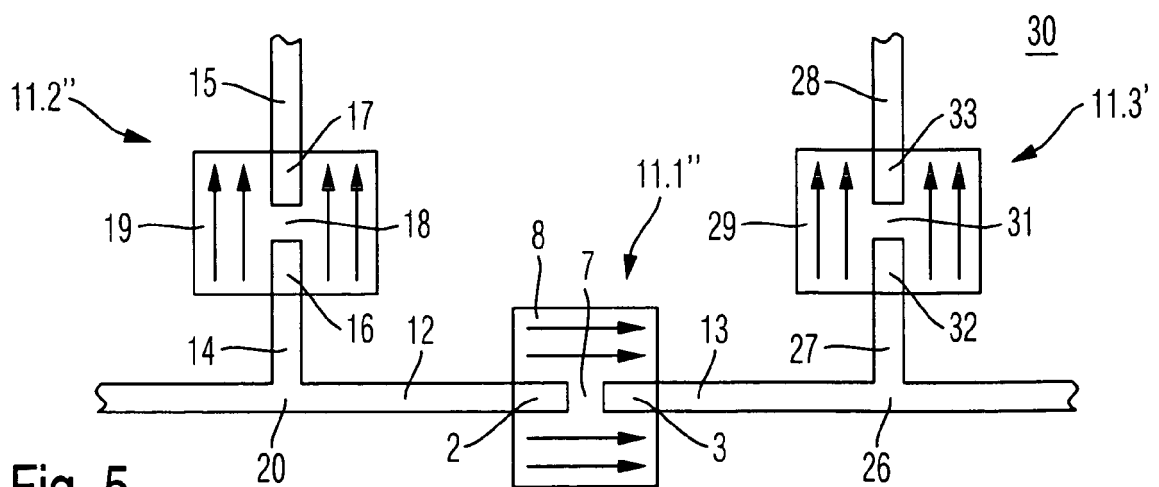


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 7730

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	TWAROWSKI K J ET AL: "PHOTOCONDUCTIVITY EFFECTS IN POLYCRYSTALLINE SILICON AND OPTICALLY CONTROLLED COPLANAR WAVEGUIDE SWITCH PHOTOCONDUCTIVITE DANS LE SILICIUM POLYCRISTALLIN; COMMUTATEUR EN GUIDE COPLANAIRE INTEGRE ET COMMANDE OPTIQUEMENT" ANNALES DES TELECOMMUNICATIONS - ANNALS OF TELECOMMUNICATIONS, GET LAVOISIER, PARIS, FR, Bd. 56, Nr. 3/4, März 2001 (2001-03), Seiten 208-214, XP001034548 ISSN: 0003-4347 * Seite 209, linke Spalte, Zeile 8 - rechte Spalte, Zeile 30; Abbildung 1 *	1,2,8-10	INV. H01P1/15 H01P1/22
Y	-----	3,12,13	
Y	US 3 793 521 A (FULTON W,US) 19. Februar 1974 (1974-02-19) * Spalte 3, Zeile 44 - Spalte 4, Zeile 21; Abbildung 1 *	3	
Y	----- DE 18 00 123 A1 (ROBERT BOSCH GMBH,ELEKTRONIK UND PHOTOKINO) 16. April 1970 (1970-04-16) * Seite 7, Zeilen 5-12; Abbildung 1 *	12,13	H01P H03C
A	----- US 3 917 943 A (AUSTON ET AL) 4. November 1975 (1975-11-04) * das ganze Dokument *	1	
	----- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2006	Prüfer Den Otter, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	SANG-IL LEE ET AL: "Optically CW-mode controlled microwave switches with carrier-confinement on a coplanar waveguide" IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM. 2001 DIGEST. APS. BOSTON, MA, JULY 8 - 13, 2001, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 1 OF 4, 8. Juli 2001 (2001-07-08), Seiten 514-517, XP010564139 ISBN: 0-7803-7070-8 * das ganze Dokument *	1	
A	SADDOW S E ET AL: "Scattering parameter measurements on an optoelectronic attenuator" MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST, 1994., IEEE MTT-S INTERNATIONAL SAN DIEGO, CA, USA 23-27 MAY 1994, NEW YORK, NY, USA, IEEE, 23. Mai 1994 (1994-05-23), Seiten 1383-1386, XP010586382 ISBN: 0-7803-1778-5 * Seite 1383, linke Spalte, Zeilen 21-28 * * Seite 1384, linke Spalte, Zeilen 35-42; Abbildungen 1,2 *	1,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 4 396 833 A (PAN ET AL) 2. August 1983 (1983-08-02) * Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 4, Zeile 21; Anspruch 1; Abbildung 2 *	1,2	
A	US 4 525 871 A (FOYT ET AL) 25. Juni 1985 (1985-06-25) * Spalte 3, Zeilen 40-65; Abbildung 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2006	Prüfer Den Otter, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 7730

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 531 143 A (MASERJIAN ET AL) 23. Juli 1985 (1985-07-23) * Spalte 2, Zeilen 11-57; Abbildungen 1,2 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2006	Prüfer Den Otter, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 00 7730

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-08-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3793521 A	19-02-1974	CA 987010 A1	06-04-1976
		DE 2356668 A1	16-05-1974
		JP 51095701 A	21-08-1976
		JP 51018401 A	14-02-1976
		JP 49096748 A	12-09-1974
DE 1800123 A1	16-04-1970	KEINE	
US 3917943 A	04-11-1975	KEINE	
US 4396833 A	02-08-1983	KEINE	
US 4525871 A	25-06-1985	KEINE	
US 4531143 A	23-07-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0812067 B1 [0002]
- DE 10228810 A1 [0003]