



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 010 695 B3 2006.03.09**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 010 695.1**
 (22) Anmeldetag: **09.03.2005**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **09.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02F 1/35 (2006.01)**
G02F 1/017 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01)
G02B 5/22 (2006.01)
H01S 3/113 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
BATOP GmbH, 99425 Weimar, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
WO 03/0 63 307 A1

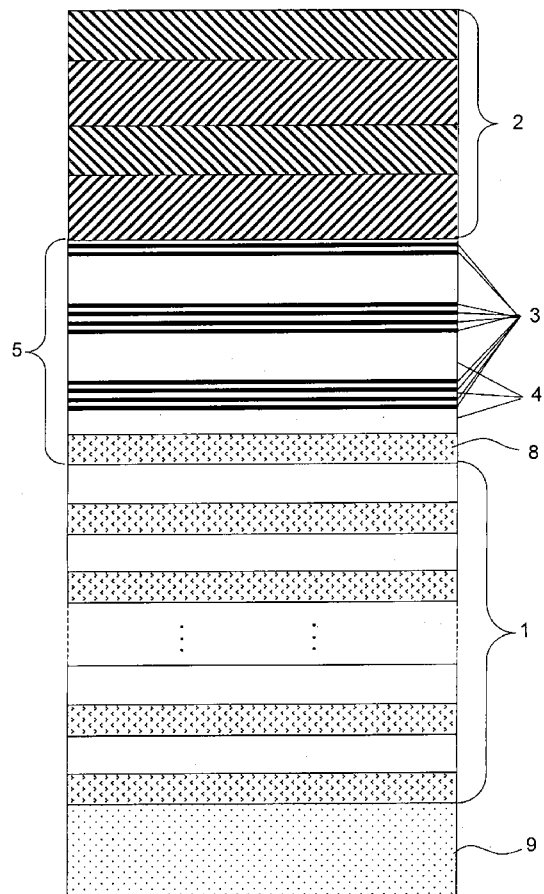
(72) Erfinder:
**Hohmuth, Rico, 07743 Jena, DE; Richter,
 Wolfgang, 99425 Weimar, DE**

(54) Bezeichnung: **Sättigbarer Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells**

(57) Zusammenfassung: Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen sättigbaren Absorberspiegel zur Regeneration oder Modulation optischer Signale mit niedriger Sättigungsintensität anzugeben.

Der erfindungsgemäße sättigbare Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells besteht aus einem resonanten, asymmetrischen Fabry-Perot Interferometer mit einem hoch reflektierenden rückseitigen Spiegel (1) und einem teildurchlässigen vorderen Spiegel (2), zwischen denen mehrere dünne sättigbare Absorberschichten in der Form von Quantum Wells (3) in einem optisch nicht absorbierenden Material (4) eingebettet sind. Die Quantum Wells (3) sind jeweils um die Maxima der elektrischen Feldstärke des stehenden Wellenfeldes in der Cavity (5) zwischen dem hoch reflektierenden rückseitigen Spiegel (1) und dem teildurchlässigen vorderen Spiegel (2) gruppiert.

Der sättigbare Absorberspiegel eignet sich infolge seiner geringen Sättigungsintensität zur Regenerierung oder Modulation optischer Signale.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen sättigbaren Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells zur Regeneration oder Modulation optischer Signale.

Stand der Technik

[0002] Optische digitale Signale, die über längere Datenleitungen und über mehrere Verknüpfungsstellen geführt werden, erleiden Intensitätsverluste und müssen deshalb zwischenverstärkt werden (US 5519526 A. Alle Typen optischer Verstärker, wie beispielsweise optisch gepumpte Faserverstärker oder auch elektrisch gepumpte Halbleiterverstärker verstärken jedoch nicht nur das Eingangssignal infolge stimulierter Emission, sondern liefern außerdem noch spontan emittiertes Licht, das nichts mit dem eigentlichen optischen Signal zu tun hat und einen Rauschuntergrund bildet. Im Ergebnis einer mehrmaligen optischen Verstärkung eines Signals, das über längere Strecken transportiert wird, hat sich das Signal/Rausch-Verhältnis so weit verschlechtert, dass die Information nicht mehr sicher ermittelt werden kann. Um das zu vermeiden, muss das optische Signal wieder regeneriert werden. Dazu muss der Rauschuntergrund unterdrückt werden, um die Pulse wieder eindeutig vom optischen Empfänger nachgewiesen werden können.

[0003] Eine Regeneration eines optischen Signals nach der bisher üblichen Methode erfordert folgende Schritte: optoelektronische Signalwandlung, elektronische Signalaufbereitung und Rückwandlung in ein optisches Signal. Das regenerierte optische Signal kann mittels eines Lasers als aufbereitetes, verstärktes Signal wieder gesendet werden. Die Kosten für eine solche Regeneration optischer Signale sind hoch, weil infolge der üblichen hohen Bit-Raten optischer Signale alle Baugruppen für sehr hohe Frequenzen ausgelegt werden müssen.

[0004] Es sind deshalb Vorschläge unterbreitet worden, die eine rein optische Regenerierung der Pulse ohne die Umwandlung in elektrische Signale ermöglichen.

[0005] Eine Regenerierung optischer Pulse kann mit einem sättigbaren Absorberspiegel erreicht werden. Eine solche Anordnung absorbiert schwache optische Signale wie beispielsweise den Rauschuntergrund stärker als die leistungsstärkeren Pulse. Dadurch wird das Signal/Rausch-Verhältnis beim Durchgang des Lichtes durch einen sättigbaren Absorber vergrößert. Die Schwelle, oberhalb derer die Pulse durch Absorption weniger geschwächt werden als der Rauschuntergrund, ist durch die Sättigungsintensität I_s des sättigbaren Absorbers gegeben. Die Intensitätsabhängigkeit der Absorption $A(I)$ wird durch die Funktion $A = A_0 / (1 + I/I_s)$ beschrieben, wobei A_0

die Absorption für geringe Intensitäten (ungesättigter Absorber) ist.

[0006] Damit auch hochfrequente optische Pulsfolgen mit einem sättigbaren Absorber regeneriert werden können, muss dieser außerdem eine geringe Relaxationszeit im Bereich von ps besitzen. Derart kurze Relaxationszeiten können in Halbleiterschichten durch geeignete Präparationsmethoden wie beispielsweise Niedrigtemperatur-Epitaxie (Applied Physics B 65 (1997) S. 137), Ionenimplantation (Opt. Lett. 2003 March 15, 28(6) S. 483; IEEE Journal of Quantum Electronics Vol. 24, No. 11, S. 2150) oder spannungsinduzierte Kristalldefekte (EP 0805524 A2) erreicht werden. Diesbezügliche Verfahren wurden bei der Entwicklung sättigbarer Absorberspiegel zum mode locking von Pulslasern erarbeitet (US 5627854 A).

[0007] Ein wesentliches Problem beim Einsatz sättigbarer Absorber zur Regenerierung optischer Pulse ist deren relativ hohe Sättigungsintensität, die größer ist als die Intensität üblicher Pulse in optischen Datenleitungen. Die Sättigungsintensität ist eine Materialeigenschaft, die man nicht direkt ändern kann.

[0008] In den Patentschriften WO 03 063307 A1 (US 2005/0007285) und EP 1291707 A1 sowie in den Artikeln Optical and Quantum Electronics Vol. 33, No. 7-10, S. 999, 2001 und Applied Optics Vol. 36, No. 23, S. 5706, 1997 sind sättigbare Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells beschrieben, die in ähnlicher Weise wie die bekannten sättigbaren Absorberspiegel zum mode locking von Pulslasern (US 5237577 A, US 5701327 A, DE 10009309 A1, DE 19934639 A1, WO 03055014 A2, US 6560268 B1, EP 0541304 A1) die Möglichkeit der Intensitätserhöhung in der Cavity zwischen den beiden Spiegeln eines asymmetrischen, resonanten Fabry-Perot Interferometers nutzen. Eine ähnliche Anordnung mit absorbierenden Multi Quantum Wells wird auch in der Patentschrift DE 69126781 T2 (EP 0531377 B1) beschrieben. In der Cavity befindet sich das sättigbare Absorbermaterial. Durch die Resonanz wird die Feldstärke in der Cavity erhöht und die Sättigungsintensität abgesenkt. Um eine effiziente Rauschunterdrückung zu gewährleisten, wird zweckmäßigerweise die Impedanz des Absorberspiegels an das umgebende Medium angepasst. Das kann dadurch erreicht werden, dass die Absorption A für den zweimaligen Durchgang durch die Cavity den Betrag $A = \ln(R_r/R_v)$ besitzt, wobei R_r die Reflexion des rückseitigen Spiegels und R_v die Reflexion des vorderen Spiegels bedeuten (Appl. Phys. Lett. 58 (25), 24 June 1991, S. 2877; IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.25, No.3, March 1989, S. 289).

[0009] Wie bereits erwähnt, besteht das wesentliche Problem sättigbarer Absorberspiegel zur Regeneration oder Modulation optischer Signale darin,

dass sie eine relativ große Sättigungsintensität besitzen. Übliche optische WDM Signale in einer Monomode Faser besitzen eine mittlere Leistung von etwa 10 mW pro Kanal. Die typische Sättigungsintensität eines nicht resonanten Quantum Well Absorbers an der Bandkante beträgt etwa 10^{12} W/m², was in einer Monomodefaser bei einer Wellenlänge von 1550 nm einer Leistung von etwa 50 W entspricht Entsprechend den Patentvorschlägen WO 03063307 A1 oder EP 129170 A1 kann die Resonanz des absorbierenden Fabry-Perots im Prinzip so weit erhöht werden, dass ein Teil der absorbierenden Quantum Wells infolge der Feldüberhöhung in der Cavity mit den üblichen optischen Leistungen gesättigt wird. Diejenigen Quantum Wells jedoch, die in der Nähe der Knoten des elektrischen Feldes in der Cavity platziert sind, werden infolge des schwächeren Feldes nicht gesättigt und vermindern den erreichbaren Kontrast bei der Signalregeneration beziehungsweise Modulation. Um diese Quantum Wells zu sättigen, müsste die Finesse des Fabry-Perots noch weiter erhöht werden. Das führt aber zu einer extrem geringen spektralen Bandbreite und zu der Forderung, dass nur paralleles Licht verwendet werden kann. Angesichts einer typischen numerischen Apertur von 0,13 in einer Monomode Faser ist das aber nicht realisierbar.

Aufgabenstellung

[0010] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen sättigbaren Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells zur Regeneration oder Modulation optischer Signale anzugeben, der eine sehr geringe Sättigungsintensität besitzt.

[0011] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den Aufbau des sättigbaren Absorberspiegels nach Patentanspruch 1 gelöst. Der erfindungsgemäße sättigbare Absorberspiegel besteht aus einem resonanten, asymmetrischen Fabry-Perot Interferometer mit einem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (1) und einem teildurchlässigen vorderen Spiegel (2), zwischen denen mehrere dünne sättigbare Absorberschichten in der Form von Quantum Wells (3) in einem bei der Designwellenlänge optisch nicht absorbierenden Material (4) eingebettet sind. Der wesentliche Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Quantum Wells (3) in der Cavity (5) zwischen dem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (1) und dem teildurchlässigen vorderen Spiegel (2) nicht gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Vielmehr sind die Quantum Wells (3) jeweils um die Maxima (6) der elektrischen Feldstärke des stehenden Wellenfeldes (7) in der Cavity (5) zwischen dem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (1) und dem teildurchlässigen vorderen Spiegel (2) gruppiert. Demzufolge befinden sich an den Knoten des elektrischen Feldes in der Cavity keine Quantum Wells, sondern nur die transparenten Barrierschichten aus nicht absorbie-

rendem Material (4).

[0012] Der mit der Erfindung erreichte Vorteil des sättigbaren Absorberspiegels besteht darin, dass alle absorbierenden Quantum Wells (3) nahezu der gleichen maximalen Intensität des optischen Feldes ausgesetzt sind und dadurch die Sättigungsintensität des Absorberspiegels sehr gering ist. Demzufolge ist der erreichbare Kontrast des Absorberspiegels sehr groß.

[0013] Der erfindungsgemäße sättigbare Absorberspiegel kann vorteilhaft zur Regeneration oder Modulation optischer Signale eingesetzt werden.

[0014] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist im Patentanspruch 2 angegeben. Die Weiterbildung nach Patentanspruch 2 ermöglicht es, den sättigbaren Absorberspiegel dadurch kostengünstig zu fertigen, dass der teildurchlässige vordere Spiegel (2) aus dielektrischen Schichten besteht. Diese Schichten können mit einem effizienten Verfahren aufgesputtert werden und besitzen außerdem eine hohe Stabilität.

[0015] Die im Patentanspruch 3 angegebene Möglichkeit der Herstellung des hochreflektierenden rückseitigen Spiegels (1), der Quantum Wells und der transparenten Barrierschichten aus einkristallinen Halbleitermaterialien besitzt den Vorteil, dass eine kostengünstige Herstellung in einem Prozess realisiert werden kann und dass außerdem der rückseitige Spiegel in Form eines Bragg-Spiegels eine sehr hohe Reflexion erreichen kann.

[0016] Im Patentanspruch 4 ist ein sättigbarer Absorberspiegel mit maximalem Kontrast angegeben. Dabei wird die Reflexion R_v des teildurchlässigen vorderen Spiegels (2) so gewählt, dass für optische Signale mit geringer Intensität wie beispielsweise optisches Rauschen die Reflexion des sättigbaren Absorberspiegels gerade Null ist. Diese Bedingung wird auch als Impedanzanpassung bezeichnet. Wenn die Reflexion R_r des hochreflektierenden rückseitigen Spiegels (1) nahezu Eins ist, muss der natürliche Logarithmus des Kehrwertes von R_v gerade gleich der Absorption der Schichten in der Cavity bei einem vollen Umlauf des Lichtes sein.

[0017] Der erfindungsgemäße sättigbare Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells wird nachfolgend an Hand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

[0018] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines sättigbaren Absorberspiegels mit 10 Quantum Wells.

[0019] Fig. 2a den Betrag des elektrischen Feldes im sättigbaren Absorberspiegel.

[0020] [Fig. 2b](#) den Brechungsindex n der verschiedenen Schichten des sättigbaren Absorberspiegels.

[0021] [Fig. 3a](#) den Betrag des elektrischen Feldes im Bereich der Cavity und des teildurchlässigen vorderseitigen Spiegels.

[0022] [Fig. 3b](#) den Brechungsindex n der Schichten im Bereich der Cavity und des teildurchlässigen vorderseitigen Spiegels.

[0023] [Fig. 4](#) die spektrale Reflexion des sättigbaren Absorberspiegels für verschiedene Sättigungswerte.

Ausführungsbeispiel

[0024] In [Fig. 1](#) ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen sättigbaren Absorberspiegels mit 10 Quantum Wells dargestellt. Der sättigbare Absorberspiegel ist zur Regeneration optischer Pulse bei einer Wellenlänge von 1550 nm vorgesehen.

[0025] Zwischen dem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel **1** und dem teildurchlässigen vorderseitigen Spiegel **2** des sättigbaren Absorberspiegels befindet sich die Cavity **5** aus optisch nicht absorbierendem Material **4**, in die 10 sättigbare Absorberschichten in Form von Quantum Wells **3** eingebettet sind. In dem Ausführungsbeispiel besteht der rückseitige Spiegel **1** aus insgesamt 29,5 Schichtpaaren AlAs/GaAs, deren jeweilige optische Schichtdicke eine Viertelwellenlänge beträgt. Die Wellenlänge beträgt in dem gewählten Beispiel 1550 nm. Eine solche Anordnung ist als Bragg-Spiegel bekannt. Es ist wesentlich, dass die Reflexion dieses rückseitigen Spiegels sehr nahe bei Eins liegt, weil der sättigbare Absorber in Resonanz betrieben wird. Bei einer zu geringen Reflexion des rückseitigen Spiegels würde ein Teil des Lichtes durch Transmission verloren gehen. Deshalb ist es zweckmäßig, diesen Spiegel nicht als Metallspiegel, sondern als Bragg-Spiegel auszuführen.

[0026] Die Cavity **5** des resonanten Fabry-Perots wird durch die Dicke des optisch nicht absorbierenden Materials **4** mit den eingebetteten 10 Quantum Wells **3** zuzüglich einer Viertelwellenschicht **8** aus GaAs bestimmt. Die Dicke der Cavity beträgt 3 Halbwellenschichten. Dadurch ist gewährleistet, dass das Fabry-Perot Interferometer sich in Resonanz befindet. Die allgemeine Bedingung für Resonanz ist erfüllt, wenn die optische Dicke der Cavity **5** ein ganzzahliges Vielfaches einer Halbwellendicke ist. Der Bragg-Spiegel aus AlAs/GaAs ist auf einem GaAs-Substrat **9** epitaktisch aufgewachsen und besteht ebenso wie die übrigen halbleitenden Schichten aus einkristallinem Material.

[0027] Die 10 Quantum Wells bestehen aus

$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ mit einem In-Gehalt von $x = 0,55$. Ihre geometrische Schichtdicke beträgt 12 nm. Die Quantum Wells sind in einem optisch nicht absorbierenden Material **4** der Zusammensetzung $\text{In}_y\text{Al}_{1-y}\text{As}$ mit $y = 0,52$ eingebettet. Diese Schichten sind bei einer geringen Epitaxietemperatur von 350 °C aufgewachsen. Dadurch besitzen sie Kristallbaufehler, die eine schnelle nichtstrahlende Rekombination der Ladungsträger nach der Absorption des Lichtes im Zeitbereich von etwa 10 ps gewährleisten.

[0028] [Fig. 2a](#) zeigt den Betrag des stehenden Wellenfeldes **7** im sättigbaren Absorberspiegel. Aufgrund der Resonanz des Spiegels ergibt sich eine Feldüberhöhung zwischen dem rückseitigen Spiegel **1** und dem vorderseitigen Spiegel **2**.

[0029] [Fig. 2b](#) zeigt den Brechungsindex n der Schichten des sättigbaren Absorberspiegels. Der Brechungsindex der AlAs-Schichten des rückseitigen Bragg-Spiegels **1** beträgt 2,94. Der Brechungsindex der GaAs-Schichten dieses Spiegels beträgt 3,38. Die insgesamt 3 Gruppen der 10 Quantum Wells **3** sind an den Maxima des elektrischen Feldes **6** ([Fig. 2a](#)) positioniert. Der teildurchlässige vorderseitige Spiegel **2** ist ein dielektrischer Bragg-Spiegel und besteht aus je zwei Viertelwellenschichten SiO_2 (Brechzahl 1,46) und Ta_2O_5 (Brechzahl 2,03).

[0030] Die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zeigen den Betrag des elektrischen Feldes beziehungsweise den Brechzahlverlauf im Bereich der Cavity **5** und des teildurchlässigen vorderseitigen Spiegels **2**. Die drei Gruppen der insgesamt 10 Quantum Wells **3** sind in [Fig. 3b](#) erkennbar. Die Cavity **5** erstreckt sich von der 59. bis zur 64. Viertelwellenschicht. Die erste Schicht **8** (59. Viertelwellenschicht) der Cavity **5** besteht aus GaAs. Ihre geometrische Schichtdicke beträgt 114 nm. In den daran anschließenden 5 Viertelwellenschichten der Cavity **5** sind jeweils 2 Quantum Wells **3** eingebettet. Die Schichtdicke des nichtabsorbierenden Materials **4** zwischen zwei unmittelbar benachbarten Quantum Wells **3** beträgt nur 10 nm, während die Schichtdicke des nichtabsorbierenden Materials **4** zwischen den Quantum Well Gruppen 136 nm beträgt. Durch diese ungleichmäßige Verteilung der Quantum Wells in der Cavity **5** wird erreicht, dass der maximale Unterschied der elektrischen Feldstärke zwischen den Quantum Wells nur 15% beträgt. Das entspricht einem Intensitäts- sowie einem Absorptions-Unterschied von 27%. Werden dagegen entsprechend dem bisherigen Stand der Technik die Quantum Wells gleichmäßig in der Cavity verteilt, so treten zwischen den Quantum Wells Intensitäts- sowie Absorptions-Unterschiede bis zu einem Faktor von 100 auf, wodurch die erforderliche Sättigungsintensität erheblich größer ist.

[0031] [Fig. 4](#) zeigt die spektrale Reflexion des erfindungsgemäßen sättigbaren Absorberspiegels mit 10

Quantum Wells entsprechend dem Ausführungsbeispiel. Die Sättigungsenergie der Anordnung beträgt 500 fJ. Bei einer geringen Eingangsintensität (optisches Rauschen) des auf den Absorberspiegel auftreffenden Signals ist die Reflexion des Spiegels nahezu Null. Abweichungen von Null entstehen einerseits durch eine endliche Apertur (Winkelverteilung) des auftreffenden Lichtes sowie durch Fertigungstoleranzen bezüglich der Einhaltung der Bedingung zur Anpassung der Eingangsimpedanz. Das Rauschsignal wird vom Spiegel nahezu vollständig absorbiert und nicht reflektiert. Bei einem Eingangsimpuls der Energie von 5 pJ, der eine Sättigung der Quantum Wells um 90% bewirkt, steigt die Reflexion des Spiegels auf 70 %. Dieser Puls wird demzufolge mit einem Verlust von nur 30% reflektiert. Auf diese Weise wird bei einer Reflexion eines verrauschten amplitudenmodulierten Signals durch den sättigbaren Absorberspiegel das Signal/Rausch-Verhältnis verbessert. Durch die ungleichmäßige Verteilung der Quantum Wells **3** in der Cavity **5** wird die geringe Sättigungsenergie erreicht.

[0032] Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die gezeigte Ausführungsform, bei der das Substrat **9**, der hochreflektierende rückseitige Absorberspiegel **1** und die Schichten der Cavity **5** aus einkristallinem Halbleitermaterial bestehen. Die Erfindung lässt sich auch in Verbindung mit anderen Materialien wie beispielsweise Oxide für den rückseitigen Spiegel, **1** das Substrat **9** sowie das optisch nicht absorbierende Material **4** zwischen den Quantum Wells **3** anwenden. Weiter beschränkt sich die Erfindung nicht auf einkristalline halbleitende Materialien für die absorbierenden Quantum Wells **3**, die beispielsweise auch aus einem Farbstoff oder aus einer Schicht aus halbleitenden Quantum Dots bestehen bestehen können.

dem optisch nicht absorbierenden Material (**4**) eingebettet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Quantum Wells (**3**) in der Cavity (**5**) zwischen dem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (**1**) und dem teildurchlässigen vorderen Spiegel (**2**) nicht gleichmäßig verteilt angeordnet sind, sondern dass die Quantum Wells (**3**) in den jeweiligen Bereichen der Maxima (**6**) der elektrischen Feldstärke des stehenden Wellenfeldes (**7**) in der Cavity (**5**) zwischen dem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (**1**) und dem teildurchlässigen vorderen Spiegel (**2**) gruppiert sind.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der teildurchlässige vordere Spiegel (**2**) aus dielektrischen Schichten besteht.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der hochreflektierende rückseitige Spiegel (**1**) sowie die Schichten in der Cavity (**5**) aus einkristallinen Halbleitermaterialien bestehen.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflexion des teildurchlässigen vorderen Spiegels (**2**) einen Wert besitzt, bei dem die Reflexion des gesamten sättigbaren Absorberspiegels infolge der optischen Impedanzanpassung des Absorberspiegels an das umgebende Medium bei geringen Signalintensitäten gleich Null ist.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Bezugszeichenliste

- | | |
|----------|--|
| 1 | hochreflektierender rückseitiger Spiegel |
| 2 | teildurchlässiger vorderseitiger Spiegel |
| 3 | Quantum Wells |
| 4 | optisch nicht absorbierendes Material |
| 5 | Cavity |
| 6 | Maxima der elektrischen Feldstärke |
| 7 | stehendes Wellenfeld |
| 8 | Viertelwellenschicht |
| 9 | Substrat |

Patentansprüche

1. Sättigbarer Absorberspiegel mit Multi Quantum Wells zur Regeneration oder Modulation optischer Signale, bestehend aus einem resonanten, asymmetrischen Fabry-Perot Interferometer mit einem hochreflektierenden rückseitigen Spiegel (**1**) und einem teildurchlässigen vorderen Spiegel (**2**), zwischen denen mehrere dünne sättigbare Absorberschichten in der Form von Quantum Wells (**3**) in ei-

Fig. 1

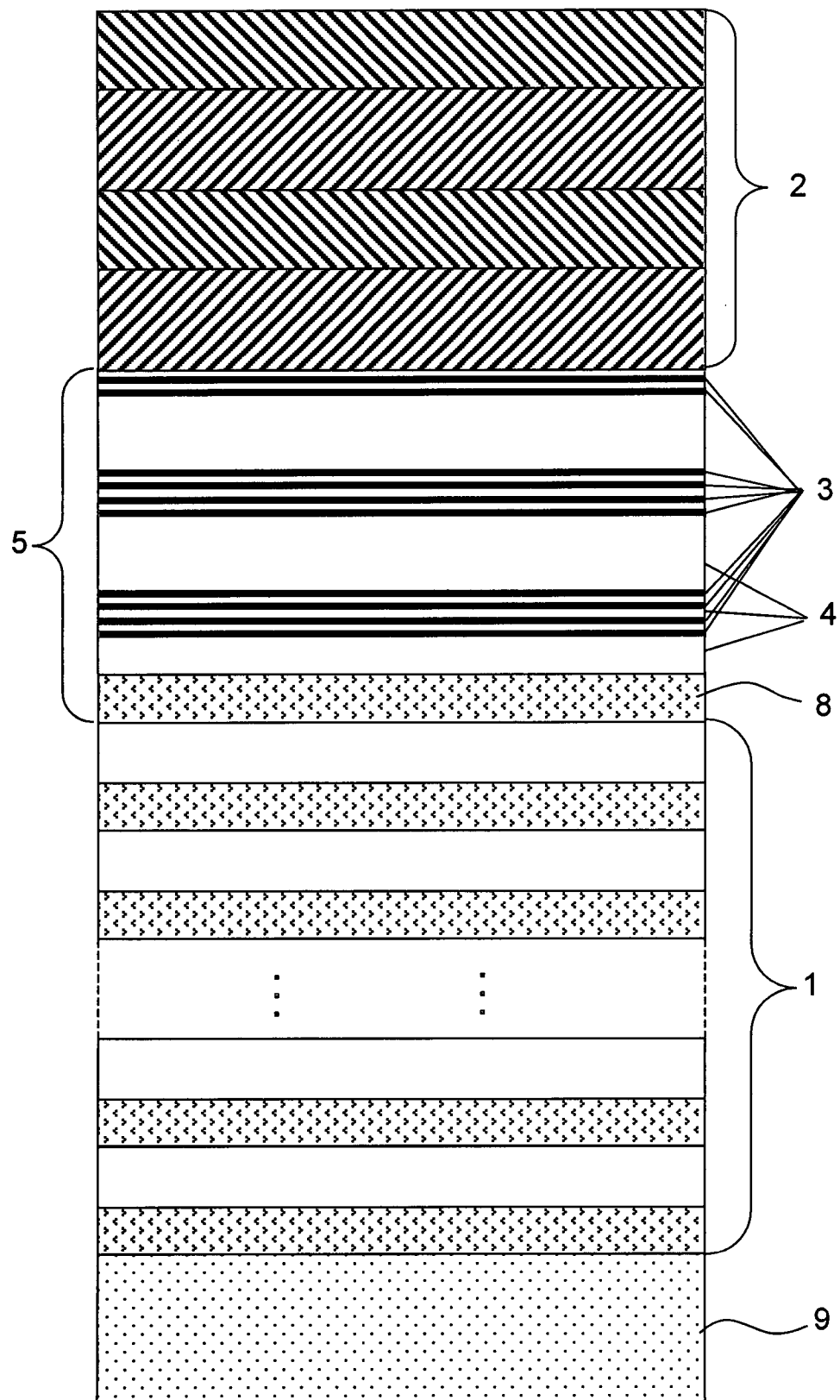


Fig. 2a

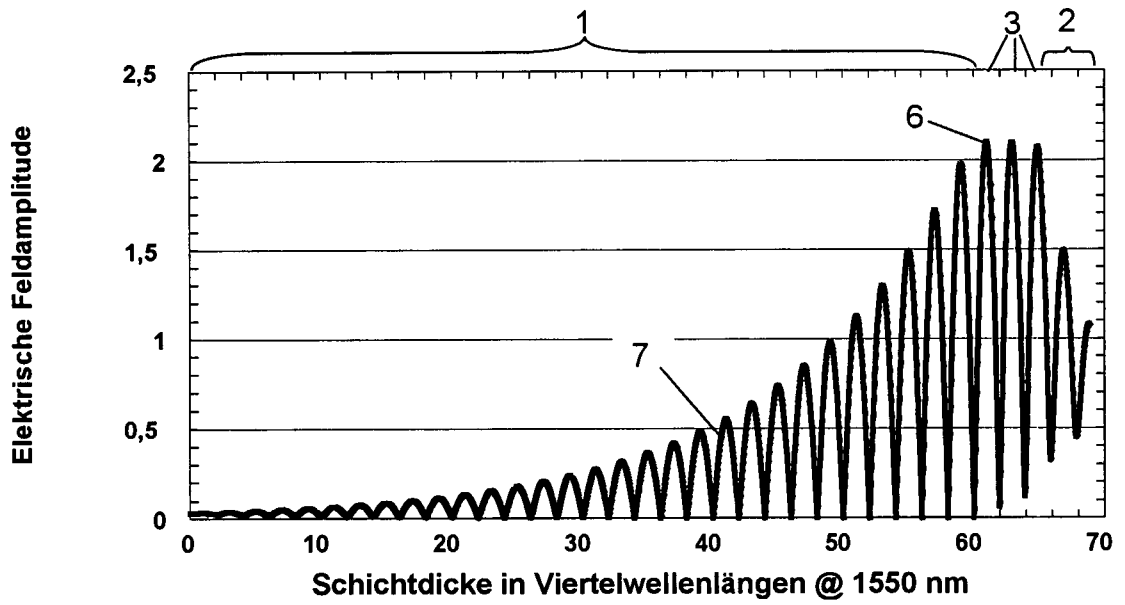


Fig. 2b

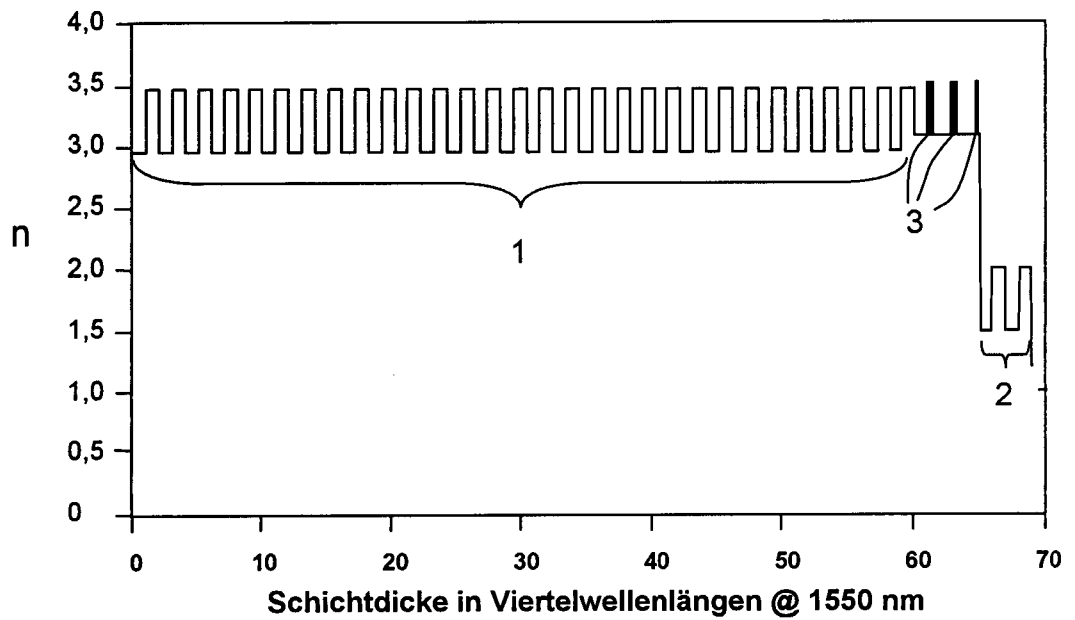


Fig. 3a

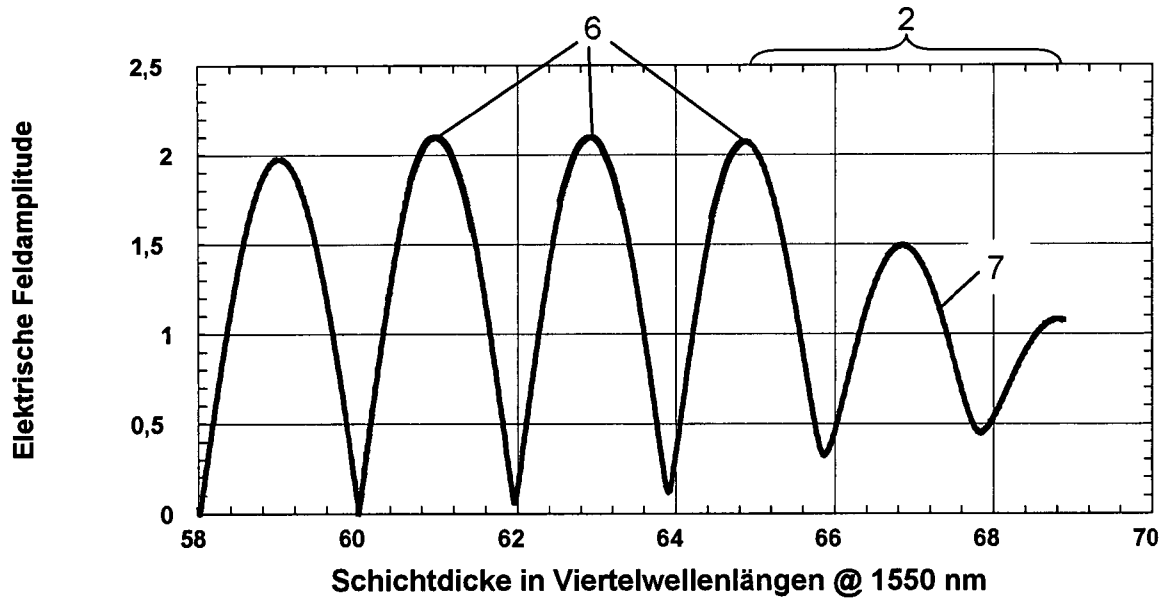


Fig. 3b

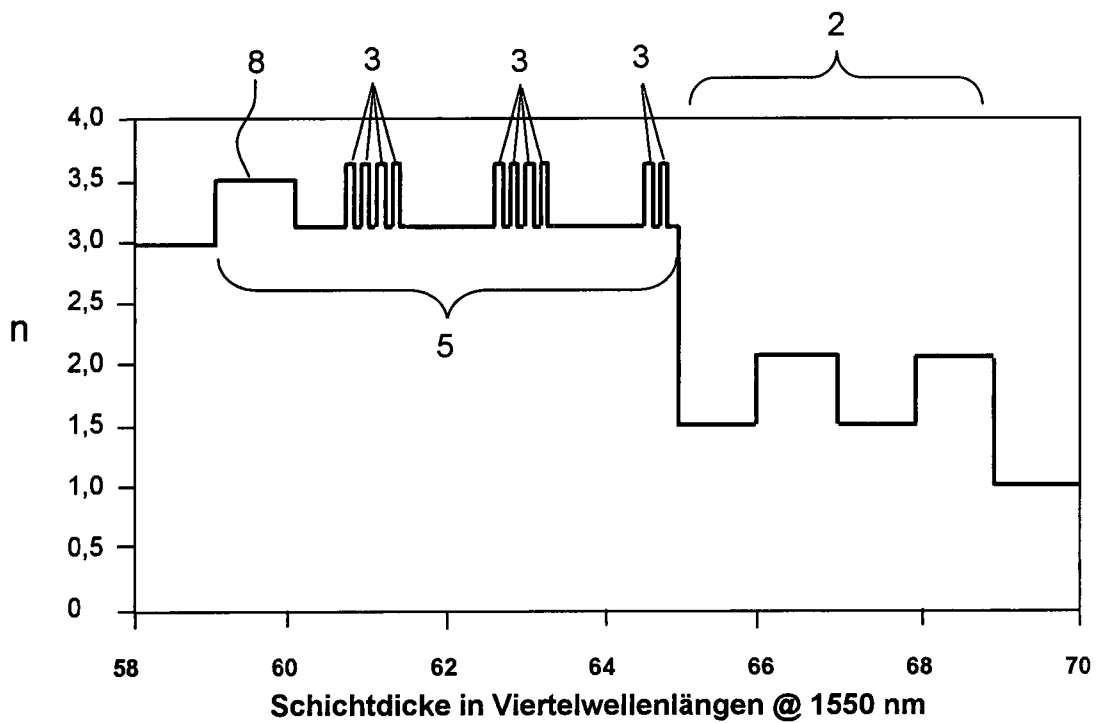


Fig. 4

