



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

mehrere Barriereschichten (3), von denen jeweils mindestens eine zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen (2) angeordnet ist. Die Quantentöpfe (2) weisen einen ersten mittleren Indiumgehalt und die Barriereschichten (3) einen zweiten, kleineren mittleren Indiumgehalt auf. Eine zweite mittlere Gitterkonstante der Barriereschichten (3) ist dabei kleiner als eine erste mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe (2).

Beschreibung

Halbleiterschichtenfolge, optoelektronischer Halbleiterchip
und Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterschichtenfolge

5

Es wird eine Halbleiterschichtenfolge angegeben. Darüber
hinaus wird ein Verfahren zur Herstellung einer solchen
Halbleiterschichtenfolge sowie ein optoelektronischer
Halbleiterchip, aufweisend eine derartige

10 Halbleiterschichtenfolge, angegeben.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine
Halbleiterschichtenfolge sowie einen optoelektronischen
Halbleiterchip mit einer solchen Halbleiterschichtenfolge
15 anzugeben, wobei die Halbleiterschichtenfolge eine hohe
Emissionswellenlängenstabilität bezüglich
Temperaturänderungen aufweist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der
20 Halbleiterschichtenfolge ist diese für einen
optoelektronischen Halbleiterchip vorgesehen. Die
Halbleiterschichtenfolge ist dann bevorzugt dazu
eingerrichtet, in einer Fotodiode, einer Leuchtdiode oder
einer Laserdiode eingesetzt zu werden.

25

Die Halbleiterschichtenfolge basiert bevorzugt auf einem III-
V-Verbindungshalbleitermaterial. Bei dem Halbleitermaterial
handelt es sich zum Beispiel um ein Nitrid-
Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{N}$ oder um ein
30 Phosphid-Verbindungshalbleitermaterial wie $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{P}$
oder auch um ein Arsenid-Verbindungshalbleitermaterial wie
 $\text{Al}_n\text{In}_{1-n-m}\text{Ga}_m\text{As}$, wobei jeweils $0 \leq n \leq 1$, $0 \leq m \leq 1$ und $n + m \leq 1$ ist. Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge Dotierstoffe

sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Der Einfachheit halber sind jedoch nur die wesentlichen Bestandteile des Kristallgitters der Halbleiterschichtenfolge, also Al, As, Ga, In, N oder P, angegeben, auch wenn diese teilweise durch
5 geringe Mengen weiterer Stoffe ersetzt und/oder ergänzt sein können.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge umfasst diese mindestens einen,
10 besonders bevorzugt mindestens drei Quantentöpfe. Die Quantentöpfe sind zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung eingerichtet. Die Bezeichnung Quantentopf entfaltet hierbei keine Bedeutung hinsichtlich der Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Strukturen mit
15 einer Quantisierung in ein, zwei oder drei Raumrichtungen und jede Kombination dieser Strukturen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge sind die mindestens drei
20 Quantentöpfe entlang einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge übereinander angeordnet. Mit anderen Worten ist jeder der Quantentöpfe in einer Schicht angeordnet oder eine Schicht ist durch die Quantentöpfe gebildet, wobei diese Schichten senkrecht zur Wachstumsrichtung orientiert
25 sind und entlang der Wachstumsrichtung aufeinander folgen. Zwischen benachbarten Quantentöpfen oder durch die Quantentöpfe gebildete Schichten liegen bevorzugt weitere Schichten der Halbleiterschichtenfolge, so dass die Quantentöpfe oder die durch sie gebildeten Schichten nicht
30 unmittelbar aufeinander folgen. Im Folgenden werden die Begriffe Quantentöpfe und die Schicht, die durch die Quantentöpfe gebildet ist, synonym verwendet.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge umfasst diese mehrere Barriereschichten. Zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen befindet sich jeweils mindestens eine der Barriereschichten.

5 Es ist möglich, dass sich zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen jeweils genau eine der Barriereschichten befindet und dass die Barriereschichten je unmittelbar an einen oder an zwei der benachbarten Quantentöpfe angrenzen.

10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weisen die Quantentöpfe einen ersten mittleren Indiumgehalt auf und die Barriereschichten weisen einen zweiten mittleren Indiumgehalt auf. Mittlerer Indiumgehalt kann bedeuten, dass der Indiumgehalt über die
15 entsprechende Barriereschicht oder den entsprechenden Quantentopf gemittelt ist, oder auch dass der Indiumgehalt über alle Quantentöpfe und/oder über alle Barriereschichten gemittelt ist, oder dass der Indiumgehalt über alle gleich geformten Quantentöpfe und/oder Barriereschichten gemittelt
20 ist. Der erste mittlere Indiumgehalt der Quantentöpfe ist hierbei größer als der zweite mittlere Indiumgehalt der Barriereschichten.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der
25 Halbleiterschichtenfolge weisen die Barriereschichten eine zweite mittlere Gitterkonstante auf und die Quantentöpfe eine erste mittlere Gitterkonstante. Für die Mittelung der Gitterkonstanten gilt bevorzugt dasselbe wie für die Mittelung über den Indiumgehalt, wie oben beschrieben. Die
30 erste mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe ist hierbei größer als die zweite mittlere Gitterkonstante der Barriereschichten. Mit anderen Worten ist eine Verspannung

zwischen den Quantentöpfen und den Barriereschichten eingestellt.

In mindestens einer Ausführungsform ist die

5 Halbleiterschichtenfolge für einen optoelektronischen Halbleiterchip vorgesehen. Die Halbleiterschichtenfolge beinhaltet mindestens drei Quantentöpfe, die zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung eingerichtet sind und die entlang einer Wachstumsrichtung der Halbleiterschichtenfolge
10 übereinander angeordnet sind. Weiterhin umfasst die Halbleiterschichtenfolge mehrere Barriereschichten, von denen jeweils mindestens eine zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen angeordnet ist. Die Quantentöpfe weisen einen ersten mittleren Indiumgehalt und die Barriereschichten einen
15 zweiten, kleineren mittleren Indiumgehalt auf. Eine zweite mittlere Gitterkonstante der Barriereschichten ist dabei kleiner als eine erste mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe.

20 Eine Wellenlänge einer von einer beispielsweise Leuchtdiode emittierten Strahlung ändert sich mit einer Temperaturänderung der Leuchtdiode. Beispielsweise im Spektralbereich um 615 nm beträgt diese Änderung in etwa 0,1 nm/K. Werden Leuchtdioden unterschiedlicher Farben in
25 Kombination miteinander eingesetzt, so kann sich bei Temperaturänderungen eine von den Leuchtdioden erzeugte Mischfarbe ändern. Dies ist in vielen Anwendungen unerwünscht.

30 Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems besteht darin, Temperaturänderungen der Leuchtdioden zu vermeiden, beispielsweise durch ein vergleichsweise aufwändiges Kühlen oder Heizen der Leuchtdioden. Hierzu können Sensoren und/oder

Regelkreise für die Temperatur der Leuchtdiode und/oder für eine von der Leuchtdiode emittierte Farbe oder Mischfarbe zum Einsatz kommen.

- 5 Durch ein gezieltes Einstellen von Verspannungen zwischen den Quantentöpfen und den Barrierschichten ist die Wellenlängenänderung bei Temperaturänderungen reduzierbar. Diese Verspannungen werden erreicht insbesondere durch unterschiedliche Indiumgehalte der Quantentöpfe und der
- 10 Barrierschichten. Mit den unterschiedlichen Indiumgehalten sind verschiedene Gitterkonstanten verbunden.

- Insbesondere bei unverspanntem InGaAlP sind die durch die Barrierschichten verursachten Barrieren für Löcher relativ
- 15 gesehen deutlich höher als für die Elektronen. Ebenso sind die Ladungsträger, also die Elektronen und die Löcher, ungleichmäßig verteilt. Mit steigender Temperatur verbessert sich diese Verteilung, wird also gleichmäßiger, was allerdings auch zu einer größeren Emissionswellenlänge,
- 20 verbunden mit einer niedrigeren Rekombinationsenergie, führt.

- Hierdurch wird eine größere Wellenlängenänderung bei Temperaturänderung hervorgerufen, als durch das Kristallgitter des Halbleitermaterials an sich gegeben. Ein
- 25 Wachsen einer unverspannten Halbleiterschichtenfolge ist in der Regel einfacher als das Wachsen einer verspannten Halbleiterschichtenfolge. Durch das in der Regel kompliziertere Wachsen der verspannten Halbleiterschichtenfolge ist jedoch eine Reduzierung der
- 30 Temperaturabhängigkeit der Emissionswellenlänge der Halbleiterschichtenfolge erzielbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge basiert diese auf $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{1-y}\text{In}_y\text{P}$. Hierbei gilt $0 \leq x \leq 1$.

- 5 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge gilt für die Quantentöpfe: $0,51 \leq y \leq 0,7$ oder $0,53 \leq y \leq 0,6$.

- 10 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge gilt für die Barriereschichten der folgende Zusammenhang: $0,3 \leq y \leq 0,49$ oder $0,4 \leq y \leq 0,47$.

- 15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge unterscheidet sich der mittlere Indiumgehalt der Barriereschichten von dem mittleren Indiumgehalt der Quantentöpfe um mindestens 5 Prozentpunkte oder um mindestens 10 Prozentpunkte oder um mindestens 15 Prozentpunkte. Mit anderen Worten gilt dann: $\Delta y \geq 0,05$ oder $\Delta y \geq 0,10$ oder $\Delta y \geq 0,15$, wobei $\Delta y = y_{\text{Quantentöpfe}} - y_{\text{Barriereschichten}}$.
- 20

- 25 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge gilt für die gesamte Halbleiterschichtenfolge und/oder für die Barriereschichten und/oder für die Quantentöpfe: $0,45 \leq x \leq 0,85$ oder $0,50 \leq x \leq 0,80$. Für die Quantentöpfe kann insbesondere gelten: $0 \leq x \leq 0,4$, und für die Barriereschichten kann gelten: $0,4 \leq x \leq 1$.

- 30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weisen die Barriereschichten jeweils eine Dicke D_3 und die Quantentöpfe jeweils eine Dicke D_2 auf. Es ist möglich, dass alle Barriereschichten die gleiche Dicke

D3 und alle Quantentöpfe die gleiche Dicke D2 aufweisen. Ebenso ist es möglich, dass Gruppen von Barrierschichten und/oder Gruppen von Quantentöpfen jeweils die gleichen Dicken D2 und D3 aufweisen oder dass die Quantentöpfe
5 und/oder die Barrierschichten paarweise voneinander verschiedene Dicken aufweisen.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge gilt für die Dicke D3 einer der
10 Barrierschichten hinsichtlich der Dicke D2 des zugehörigen, benachbarten Quantentopfes: 0,25 oder 0,75 oder 0,9 oder 1,0 oder 1,1 ist kleiner oder gleich $D3/D2$, und alternativ oder zusätzlich 10,0 oder 7,5 oder 2,0 oder 1,5 ist größer oder gleich $D3/D2$, insbesondere $1,0 \leq D3/D2 \leq 2,0$. Mit anderen
15 Worten sind die Barrierschichten bevorzugt ungefähr gleich dick oder dicker als die jeweils zugehörigen, benachbarten Quantentöpfe.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weist diese mindestens zwei
20 Quantentöpfe auf, die dazu eingerichtet sind, bei voneinander verschiedenen Wellenlängen elektromagnetische Strahlung zu erzeugen. Die Halbleiterschichtenfolge weist beispielsweise mindestens zwei Gruppen von Quantentöpfen auf, wobei jede der
25 Gruppen Quantentöpfe umfasst, die zur Erzeugung einer bestimmten Wellenlänge eingerichtet sind. Mit anderen Worten ist jede der Gruppen dazu vorgesehen, Strahlung einer bestimmten Wellenlänge zu erzeugen. Alternativ ist es
möglich, dass die Quantentöpfe entlang der Wachstumsrichtung
30 hinsichtlich ihrer Emissionswellenlänge einen kontinuierlichen oder nahezu kontinuierlichen Verlauf aufweisen.

Der Begriff Wellenlänge meint hierbei insbesondere diejenige Wellenlänge in einem Emissionsspektrum der Quantentöpfe, bei der eine maximale Strahlungsleistung emittiert wird, englisch auch als Peak Wavelength bezeichnet.

5

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge emittieren die Quantentöpfe einer ersten Gruppe bei der ersten Wellenlänge λ_1 und die Quantentöpfe einer zweiten Gruppe bei der zweiten Wellenlänge λ_2 . Hierbei gilt bevorzugt, dass $\lambda_1 < \lambda_2$ ist. Ferner gilt bevorzugt, dass die Differenz $\lambda_2 - \lambda_1 \geq 2 \text{ nm}$ oder $\geq 3 \text{ nm}$ ist. Ferner ist die Differenz $\lambda_2 - \lambda_1$ bevorzugt $\leq 15 \text{ nm}$ oder $\leq 10 \text{ nm}$ oder $\leq 8 \text{ nm}$.

15 Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weist die erste Gruppe eine größere Anzahl von Quantentöpfen auf als die zweite Gruppe. Es ist zudem möglich, dass die erste Gruppe von Quantentöpfen im bestimmungsgemäßen Betrieb der Halbleiterschichtenfolge eine größere Strahlungsleistung emittiert als die zweite Gruppe. Abweichend hiervon ist es auch möglich, dass die zweite Gruppe eine größere Strahlungsleistung emittiert oder dass beide Gruppen näherungsweise die gleiche Strahlungsleistung emittieren.

25

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge sind die Gruppen von Quantentöpfen entlang der Wachstumsrichtung aufeinander folgend angeordnet. Die Quantentöpfe der verschiedenen Gruppen sind mit anderen Worten nicht durchmischt. Zwischen Quantentöpfen einer der Gruppen befindet sich dann kein Quantentopf einer anderen Gruppe.

30

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge befindet sich die erste Gruppe näher an einer n-Seite der Halbleiterschichtenfolge als die zweite Gruppe. Die n-Seite ist hierbei diejenige Seite der Halbleiterschichtenfolge, die im bestimmungsgemäßen Gebrauch mit einer Kathode verbunden ist.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge sind die Barriereschichten und/oder die Quantentöpfe innerhalb einer Gruppe im Rahmen der Herstellungstoleranzen gleich ausgebildet. Es sind also dann innerhalb einer Gruppe keine gezielt voneinander verschiedenen Barriereschichten und/oder voneinander verschiedenen Quantentöpfe erzeugt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weist diese mindestens zwei Barriereschichten auf, die voneinander verschiedene Dicken und/oder voneinander verschiedene Materialzusammensetzungen haben. Von diesen Barriereschichten befindet sich je eine zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen. Durch unterschiedlich ausgebildete Barriereschichten zwischen den Quantentöpfen ist eine Emissionswellenlänge der Quantentöpfe einstellbar.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge weisen die Barriereschichten, die sich näher an der n-Seite befinden, eine größere Barrierenhöhe auf als die Barriereschichten an einer p-Seite, die im bestimmungsgemäßen Gebrauch der Halbleiterschichtenfolge zur elektrischen Kontaktierung mit einer Anode vorgesehen ist. Eine Abnahme der Barrierenhöhe von der n-Seite hin zur p-Seite kann stufenförmig oder

kontinuierlich erfolgen. Durch eine derart ansteigende Barrierenhöhe ist es möglich, dass Quantentöpfe nahe der n-Seite erst bei einer höheren Temperatur, zum Beispiel nach oder während einem Aufheizen der Halbleiterschichtenfolge nach Inbetriebnahme, von Löchern gefüllt werden.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge wächst entlang der Wachstumsrichtung und in Richtung weg von der n-Seite ein Quotient E_B/λ monoton an. E_B ist hierbei die Barrierenhöhe der jeweiligen Barrierschicht und λ ist die Wellenlänge, zu deren Emission der zu der benachbarten Barrierschicht jeweils zugehörige Quantentopf eingerichtet ist. Mit anderen Worten bezieht sich der Quotient E_B/λ auf Paare von Barrierschichten und zugehörigen Quantentöpfen. Ein Wert dieses aus den Paaren aus Barrierschicht und benachbartem Quantentopf ermittelten Produkts wird also in Richtung weg von der n-Seite größer oder bleibt abschnittsweise gleich.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist die Halbleiterschichtenfolge dazu eingerichtet, im bestimmungsgemäßen Gebrauch eine elektromagnetische Strahlung zu emittieren, wobei eine Wellenlänge dieser Strahlung bei mindestens 550 nm oder mindestens 595 nm oder mindestens 600 nm liegt und/oder die Wellenlänge bei höchstens 1100 nm oder bei höchstens 700 nm oder bei höchstens 625 nm oder bei höchstens 620 nm liegt.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Halbleiterschichtenfolge sind die Quantentöpfe kompressiv verspannt. Dies führt zu einer Veränderung der Bandstruktur vor allen Dingen im Leitungsband und zu einem größeren Bandoffset im Leitungsband. Die Transporteigenschaften der

Ladungsträger, also der Löcher und der Elektronen, gleichen sich dabei zum Teil aus.

Es wird darüber hinaus ein optoelektronischer Halbleiterchip angegeben. Der Halbleiterchip weist eine Halbleiterschichtenfolge auf, wie in Verbindung mit einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen beschrieben. Merkmale der Halbleiterschichtenfolge sind daher auch für den Halbleiterchip offenbart und umgekehrt.

10

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist der Halbleiterchip eine Halbleiterschichtenfolge auf, wie in Verbindung mit den oben genannten Ausführungsformen beschrieben. Ferner beinhaltet der Halbleiterchip ein Substrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge angeordnet ist. Bei dem Substrat kann es sich um ein Aufwachssubstrat, auf dem die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch erzeugt ist, oder um ein Trägersubstrat, das von dem Aufwachssubstrat verschieden ist, handeln.

20

Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Halbleiterchips ist die zweite mittlere Gitterkonstante der Barrierschichten kleiner als eine mittlere Substratgitterkonstante des Substrats. Ferner ist die mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe größer als die Substratgitterkonstante. Mit anderen Worten liegt die Substratgitterkonstante zwischen der ersten Gitterkonstante der Quantentöpfe und der zweiten Gitterkonstante der Barrierschichten.

25

30

Ferner wird ein Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterschichtenfolge angegeben. Mit dem Verfahren ist eine Halbleiterschichtenfolge herstellbar, wie in Verbindung mit einer oder mehrerer der oben genannten Ausführungsformen

beschrieben. Merkmale der Halbleiterschichtenfolge und des Halbleiterchips sind daher auch für das hier beschriebene Verfahren offenbart und umgekehrt.

- 5 In mindestens einer Ausführungsform weist das Verfahren mindestens die folgenden Schritte auf:
- Bereitstellen eines Aufwachssubstrates,
 - epitaktisches, abwechselndes Aufwachsen von mindestens drei Quantentöpfen und von mehreren Barrierschichten, wobei die
- 10 Quantentöpfe zur Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung vorgesehen sind und zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen mindestens eine der Barrierschichten gewachsen wird.
- 15 Hierbei weisen die Quantentöpfe einen ersten mittleren Indiumgehalt und die Barrierschichten einen zweiten, kleineren mittleren Indiumgehalt auf. Die Barrierschichten zeigen eine zweite mittlere Gitterkonstante auf, die kleiner ist als eine Substratgitterkonstante des Aufwachssubstrats,
- 20 wobei die Quantentöpfe eine erste mittlere Gitterkonstante aufweisen, die größer ist als die Substratgitterkonstante.

Die Halbleiterschichtenfolge kann unmittelbar auf dem Aufwachssubstrat gewachsen werden. Alternativ ist es möglich,

25 dass auf dem Aufwachssubstrat eine Zwischenschicht, etwa eine Pufferschicht, angebracht ist und dass eine Gitterkonstante der Pufferschicht zwischen den Gitterkonstanten der Quantentöpfe und der Barrierschichten liegt.

- 30 Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens handelt es sich bei dem Aufwachssubstrat um ein GaAs-Substrat oder um ein GaP-Substrat.

Nachfolgend wird eine hier beschriebene Halbleiterschichtenfolge unter Bezugnahme auf die Zeichnung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen geben dabei gleiche Elemente in den einzelnen
5 Figuren an. Es sind dabei jedoch keine maßstäblichen Bezüge dargestellt, vielmehr können einzelne Elemente zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Es zeigen:

10

Figuren 1 und 2 schematische Schnittdarstellungen von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen Halbleiterschichtenfolgen und Halbleiterchips, und

15

Figuren 3 und 4 schematische Darstellungen eines Wellenlängengangs mit der Wachstumsrichtung oder mit der Temperatur von Ausführungsbeispielen von hier beschriebenen Halbleiterschichtenfolgen.

20

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines optoelektronischen Halbleiterchips 10 mit einer Halbleiterschichtenfolge 1 in einer schematischen Schnittdarstellung gezeigt. Die Halbleiterschichtenfolge 1 ist auf einem Substrat 5 aufgebracht. Beispielsweise ist die
25 Halbleiterschichtenfolge 1 epitaktisch auf dem Substrat 5 aufgewachsen, wobei das Substrat 5 dann ein Aufwachssubstrat ist. Eine Wachstumsrichtung G der Halbleiterschichtenfolge 1 weist in eine Richtung weg von dem Substrat 5. Alternativ kann es sich bei dem Substrat 5 um ein Trägersubstrat
30 handeln, das erst nach dem Wachsen der Halbleiterschichtenfolge 1 an dieser angebracht ist. Eine n-Seite n der Halbleiterschichtenfolge 1 ist dem Substrat 5 zugewandt, eine p-Seite der Halbleiterschichtenfolge 1 ist

dem Substrat 5 abgewandt. Die n-Seite n und die p-Seite p können alternativ auch miteinander vertauscht sein.

- Die Halbleiterschichtenfolge 1 weist mehrere Quantentöpfe 2 sowie mehrere Barriereschichten 3 auf. Zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen 2 befindet sich jeweils mindestens eine der Barriereschichten 3. Die Barriereschichten 3 sowie die Quantentöpfe 2 folgen entlang der Wachstumsrichtung G abwechselnd aufeinander. Alle Quantentöpfe 2 sowie alle Barriereschichten 3 können im Rahmen der Herstellungstoleranzen gleich ausgebildet sein. Die Barriereschichten 3 weisen eine Dicke D3 auf. Die Quantentöpfe 2 haben eine Dicke D2. Die Dicke D3 der Barriereschichten 3 ist bevorzugt größer oder auch ungefähr gleich der Dicke D2 der Quantentöpfe. Die Dicke D2 der Quantentöpfe 2 liegt, wie in allen anderen Ausführungsbeispielen auch, bevorzugt zwischen einschließlich 5 nm und 7 nm oder zwischen einschließlich 3 nm und 9 nm.
- Optional weist die Halbleiterschichtenfolge 1 eine Zwischenschicht 4 auf, die sich an der n-Seite n befindet. Bei der Zwischenschicht 4 handelt es sich beispielsweise um eine Pufferschicht und/oder um eine Stromaufweitungsschicht. Ferner kann die Halbleiterschichtenfolge 1 optional eine Deckschicht 6 beinhalten. Beispielsweise ist die Deckschicht 6 eine Stromaufweitungsschicht und/oder eine Mantelschicht. Die Deckschicht 6 sowie die Zwischenschicht 4 können jeweils aus mehreren einzelnen Schichten zusammengesetzt sein.
- Ein Indiumgehalt der Barriereschichten 3 ist kleiner als ein Indiumgehalt der Quantentöpfe 2. Hierdurch weisen die Barriereschichten 3 sowie die Quantentöpfe 2 voneinander verschiedene Gitterkonstanten auf, insbesondere entlang

lateralen Richtungen senkrecht zur Wachstumsrichtung G. Daher sind die Barriereschichten 3 und die Quantentöpfe 2 gegeneinander verspannt.

- 5 Durch diese Verspannung ist eine Temperaturabhängigkeit einer von der Halbleiterschichtenfolge 1 im Betrieb erzeugten elektromagnetischen Strahlung verringert, im Vergleich zu unverspannten Quantentopfstrukturen. Durch die Verspannung der Quantentöpfe ist eine Beweglichkeit der Löcher erhöht.
- 10 Hierdurch wird, bei niedrigen Temperaturen, der sich am nächsten an der p-Seite befindliche Quantentopf vergleichsweise gering mit Löchern gefüllt. Da sich mit zunehmender Temperatur die Löcher gleichmäßiger verteilen, ändert sich die emittierte Wellenlänge daher weniger als bei
- 15 unverspannten Quantentopfstrukturen.

- Die Halbleiterschichtenfolge 1 weist, wie in allen anderen Ausführungsbeispielen auch, bevorzugt mindestens drei oder mindestens fünf oder mindestens zehn Quantentöpfe 2 auf.
- 20 Weiterhin bevorzugt weist die Halbleiterschichtenfolge 1 höchstens insgesamt 50 oder höchstens 100 oder höchstens 200 Quantentöpfe 2 auf.

- Eine Materialzusammensetzung der Barriereschichten 3
- 25 bevorzugt so angepasst, dass eine Barrierenenergie E_B relativ zu einer Emissionsenergie des benachbarten Quantentopfs 2 konstant bleibt oder höher wird, entlang der Wachstumsrichtung G.

- 30 In Figur 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des optoelektronischen Halbleiterchips 1 mit der Halbleiterschichtenfolge 1 dargestellt. Die Halbleiterschichtenfolge 1 weist eine Vielzahl von

Quantentöpfen 2a, 2b auf. Die gleich aufgebauten Quantentöpfe 2a sind in einer ersten Gruppe angeordnet und die zueinander gleich aufgebauten Quantentöpfe 2b sind zu einer zweiten Gruppe zusammengefasst. Die erste Gruppe weist bevorzugt
5 mehr Quantentöpfe 2a auf als die zweite Gruppe Quantentöpfe 2b umfasst. Die zweite Gruppe folgt entlang der Wachstumsrichtung G auf die erste Gruppe. Die Barriereschichten 3a, 3b der beiden Gruppen können jeweils innerhalb der Gruppen ebenfalls gleich aufgebaut sein,
10 hinsichtlich Dicke und Materialzusammensetzung.

Die Quantentöpfe 2a sind dazu eingerichtet, bei einer kleineren Wellenlänge im Betrieb des Halbleiterchips 10 Strahlung zu emittieren als die Quantentöpfe 2b der zweiten
15 Gruppe. Ein Wellenlängenunterschied zwischen Emissionswellenlängen der beiden Gruppen liegt beispielsweise zwischen einschließlich 3 nm und 6 nm.

Es ist möglich, dass die Barriereschichten 3a der ersten
20 Gruppe anders aufgebaut sind als die Barriereschichten 3b der zweiten Gruppe. Alternativ können alle Barriereschichten 3a, 3b gleich geformt sein. Weiterhin alternativ ist es möglich, dass sich die Quantentöpfe 2a, 2b der beiden Gruppen in ihrem Aufbau nicht voneinander unterscheiden, sondern dass eine
25 Verschiebung der Emissionswellenlängen der beiden Gruppen dadurch erzielt ist, dass die Barriereschichten 3a, 3b der Gruppen verschieden voneinander aufgebaut sind.

Die Halbleiterschichtenfolge 1 basiert insbesondere auf
30 AlGaInP. Bei dem Substrat 5 kann es sich um ein GaAs-Substrat handeln. Die Barriereschichten 3 können sich hinsichtlich ihrer Dicken als auch ihrer Anteile am Ga, Al sowie In voneinander unterscheiden. Innerhalb der

Halbleiterschichtenfolge 1 variiert ein In-Gehalt der Quantentöpfe 2 bevorzugt um höchstens 5 Prozentpunkte, insbesondere um höchstens 2,5 Prozentpunkte. Mit anderen Worten liegt der In-Gehalt aller Quantentöpfe 2 dann bei
5 einen mittleren In-Gehalt der Quantentöpfe 2 mit einer Toleranz von $\pm 2,5$ Prozentpunkte oder $\pm 1,25$ Prozentpunkte.

Mit steigender Temperatur des Halbleiterchips 10 erhöht sich ein Anteil von Löchern an der n-Seite n. Hierdurch findet ein
10 höherer Anteil einer Ladungsträgerrekombination an der n-Seite n statt. Dies führt zu einer kürzeren Emissionswellenlänge der Halbleiterschichtenfolge 1. Hierdurch ist, zusätzlich zur Verspannung zwischen den Quantentöpfen 2a, 2b und den Barriereschichten 3a, 3b, eine
15 insgesamt kleinere Verschiebung der Wellenlänge bei Temperaturänderungen erzielbar.

Durch die verspannten insbesondere auf InGaAlP-basierenden Quantentöpfe 2a, 2b und die gegenverspannten InGaAlP-
20 Barriereschichten 3a, 3b wird eine Beweglichkeit der Elektronen geringer, Löcher zeigen eine größere Beweglichkeit auf. Bei unverspannten Quantentopfstrukturen hingegen bleiben die Löcher dagegen fast komplett auf der p-Seite. Daher muss eine Halbleiterstruktur mit unverspannten Quantentöpfen
25 und/oder Barriereschichten dann Barriereschichten mit kleineren Bandlücken oder eine geringere Anzahl von Quantentöpfen aufweisen, um eine gleichmäßige Verteilung der Löcher zu erzielen.

30 In Figur 3 sind schematische Verläufe einer Emissionswellenlänge λ der Halbleiterschichtenfolge 1 gegenüber der Wachstumsrichtung G dargestellt. Gemäß Figur 3A weist die Emissionswellenlänge λ bezüglich der

Wachstumsrichtung G einen stufenförmigen Verlauf auf. Ein
derartiger Wellenlängenverlauf ist mit einer
Halbleiterschichtenfolge 1 beispielsweise gemäß Figur 2
erzielbar. Anders als in den Figuren 2 und 3A dargestellt
5 können auch mehr als zwei Stufen im Wellenlängenverlauf
ausgebildet sein und die Halbleiterschichtenfolge 1 dann mehr
als zwei Gruppen von Quantentöpfen 2a, 2b aufweisen.

In Figur 3B ist dargestellt, dass die Emissionswellenlänge λ
10 sich linear entlang der Wachstumsrichtung G ändert. Linear
schließt hierbei nicht aus, dass der Verlauf nur
näherungsweise linear ist und mit vielen kleinen Stufen
verläuft, wobei ein Sprung bezüglich der Wellenlänge λ
zwischen benachbarten Stufen dann bevorzugt kleiner als
15 0,5 nm ist. Ein solcher näherungsweise linearer Verlauf ist
in Figur 3B als Strich-Linie gezeichnet.

In Figur 4 ist schematisch eine Änderung $\Delta\lambda$ der
Emissionswellenlänge in Nanometer gegenüber einer Temperatur
20 T in Grad Celsius gezeigt. Die Emissionswellenlänge
bezeichnet hierbei eine Centroid-Wellenlänge oder
Schwerpunktwellenlänge. Im Vergleich zu herkömmlichen
Halbleiterbauteilen, siehe die Strich-Linien in Figur 4, ist
ein Verlauf der Wellenlängenabhängigkeit bei einer
25 Halbleiterschichtenfolge 1, beispielsweise wie in Figur 1
illustriert, flacher. In Figur 4 ist der Verlauf der
Wellenlänge des Ausführungsbeispiels als durchgezogene Linie
dargestellt und mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet.

30 Die hier beschriebene Erfindung ist nicht durch die
Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt.
Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede
Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination

von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

5

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2011 115 312.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Patentansprüche

1. Halbleiterschichtenfolge (1) für einen
optoelektronischen Halbleiterchip (10) mit
5 - mindestens drei Quantentöpfen (2), die zur Erzeugung
einer elektromagnetischen Strahlung eingerichtet sind
und die entlang einer Wachstumsrichtung (G) der
Halbleiterschichtenfolge (1) übereinander angeordnet
sind,
10 - mehreren Barriereschichten (3), von denen jeweils
mindestens eine zwischen zwei benachbarten
Quantentöpfen (2) angeordnet ist,
wobei
- die Quantentöpfe (2) einen ersten mittleren
15 Indiumgehalt und die Barriereschichten einen zweiten,
kleineren mittleren Indiumgehalt aufweisen, und
- eine zweite mittlere Gitterkonstante der
Barriereschichten (3) kleiner ist als eine erste
mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe (2).
- 20 2. Halbleiterschichtenfolge (1) nach dem vorhergehenden
Anspruch,
die auf $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{1-y}\text{In}_y\text{P}$ basiert mit $0 \leq x \leq 1$,
wobei für die Quantentöpfe (2) gilt: $0,51 \leq y \leq 0,7$,
und für die Barriereschichten (3) gilt: $0,3 \leq y \leq 0,49$.
- 25 3. Halbleiterschichtenfolge (1) nach dem vorhergehenden
Anspruch,
bei dem für die Quantentöpfe gilt: $0,53 \leq y \leq 0,6$,
und für die Barriereschichten (3) gilt: $0,4 \leq y \leq 0,47$.
4. Halbleiterschichtenfolge (1) nach einem der
30 vorhergehenden Ansprüche,
bei dem für eine Dicke D3 einer der Barriereschichten

(3) hinsichtlich einer Dicke D_2 des zugehörigen Quantentopfes (2) gilt: $0,75 \leq D_3/D_2 \leq 7,5$.

5. Halbleiterschichtenfolge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 bei der mindestens zwei der Quantentöpfe (2) dazu eingerichtet sind, bei voneinander verschiedenen Wellenlängen (λ) Strahlung zu emittieren.

6. Halbleiterschichtenfolge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,

10 die mehrere Quantentöpfe (2a) einer ersten Gruppe aufweist, die dazu eingerichtet sind, bei einer ersten Wellenlänge λ_1 zu emittieren,
und die ferner mehrere Quantentöpfe (2b) einer zweiten Gruppe aufweist, die dazu eingerichtet sind, bei einer
15 zweiten Wellenlänge λ_2 zu emittieren,
wobei $\lambda_1 < \lambda_2$ sowie $2 \text{ nm} \leq \lambda_2 - \lambda_1 \leq 15 \text{ nm}$ und die erste Gruppe eine größere Anzahl von Quantentöpfen (2a, 2b) umfasst als die zweite Gruppe,
und wobei die Gruppen entlang der Wachstumsrichtung (G)
20 aufeinander folgen und die erste Gruppe sich näher an einer n-Seite (n) der Halbleiterschichtenfolge (1) befindet als die zweite Gruppe.

7. Halbleiterschichtenfolge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,

25 bei der die Barrierschichten (3) innerhalb zumindest einer der Gruppen von Quantentöpfen (2a, 2b) gleich ausgebildet sind.

8. Halbleiterschichtenfolge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

bei der mindestens zwei der Barriereschichten (3), die sich je zwischen zwei benachbarten Quantentöpfen (2) befinden, voneinander verschiedene Dicken und/oder voneinander verschiedene Materialzusammensetzungen aufweisen.

9. Halbleiterschichtenfolge (1) nach dem vorhergehenden Anspruch,
bei dem die Barriereschichten (3n), die sich näher an der n-Seite (n) der Halbleiterschichtenfolge (1) befinden, eine größere Barrierenhöhe aufweisen als die Barriereschichten (3) an einer p-Seite (p) der Halbleiterschichtenfolge (1).

10. Halbleiterschichtenfolge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei der entlang der Wachstumsrichtung (G) und in Richtung weg von der n-Seite (n) ein Quotient E_B/λ aus den Barrierenhöhen E_B der Barrierenschichten (3) und den Wellenlängen λ , zu deren Emission die jeweils zugehörigen Quantentöpfe (2) eingerichtet sind, monoton wächst.

11. Halbleiterschichtenfolge (1) nach mindestens den Ansprüchen 3, 4 und 7,
die dazu eingerichtet ist, bei einer Wellenlänge zwischen einschließlich 595 nm und 625 nm Strahlung zu erzeugen.

12. Optoelektronischer Halbleitchip (10) mit
- einer Halbleiterschichtenfolge (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und
- einem Substrat (5), auf dem die Halbleiterschichtenfolge (1) angeordnet ist,

wobei die zweite mittlere Gitterkonstante der
Barriereschichten (3) kleiner ist als eine mittlere
Substratgitterkonstante des Substrates (5) und die
erste mittlere Gitterkonstante der Quantentöpfe (2)
5 größer ist als die Substratgitterkonstante.

13. Verfahren zur Herstellung einer
Halbleiterschichtenfolge (1) für einen
optoelektronischen Halbleiterchip (10) mit den
Schritten:

10 - Bereitstellen eines Aufwachssubstrates (5), und
- epitaktisches, abwechselndes Aufwachsen von
mindestens drei Quantentöpfen (2) und von mehreren
Barriereschichten (3), wobei die Quantentöpfe (2) zur
Erzeugung einer elektromagnetischen Strahlung
15 vorgesehen sind und zwischen zwei benachbarten
Quantentöpfen (2) mindestens eine der Barriereschichten
(3) gewachsen wird,

wobei

20 - die Quantentöpfe (2) einen ersten mittleren
Indiumgehalt und die Barriereschichten einen zweiten,
kleineren mittleren Indiumgehalt aufweisen,
- die Barriereschichten (3) mit einer zweiten mittleren
Gitterkonstante, die kleiner ist als eine
Substratgitterkonstante des Aufwachssubstrates (5), und
25 - die Quantentöpfe (2) mit einer ersten mittleren
Gitterkonstante, die größer ist als die
Substratgitterkonstante, gewachsen werden.

14. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
wobei das Aufwachssubstrat (5) ein GaAs-Substrat ist.

FIG 1

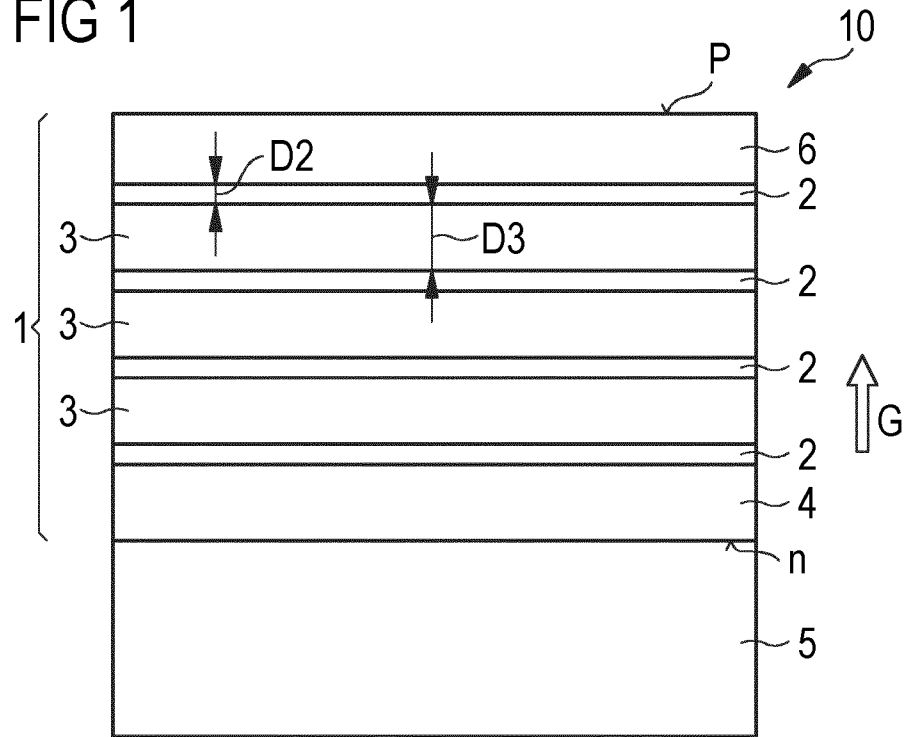


FIG 2

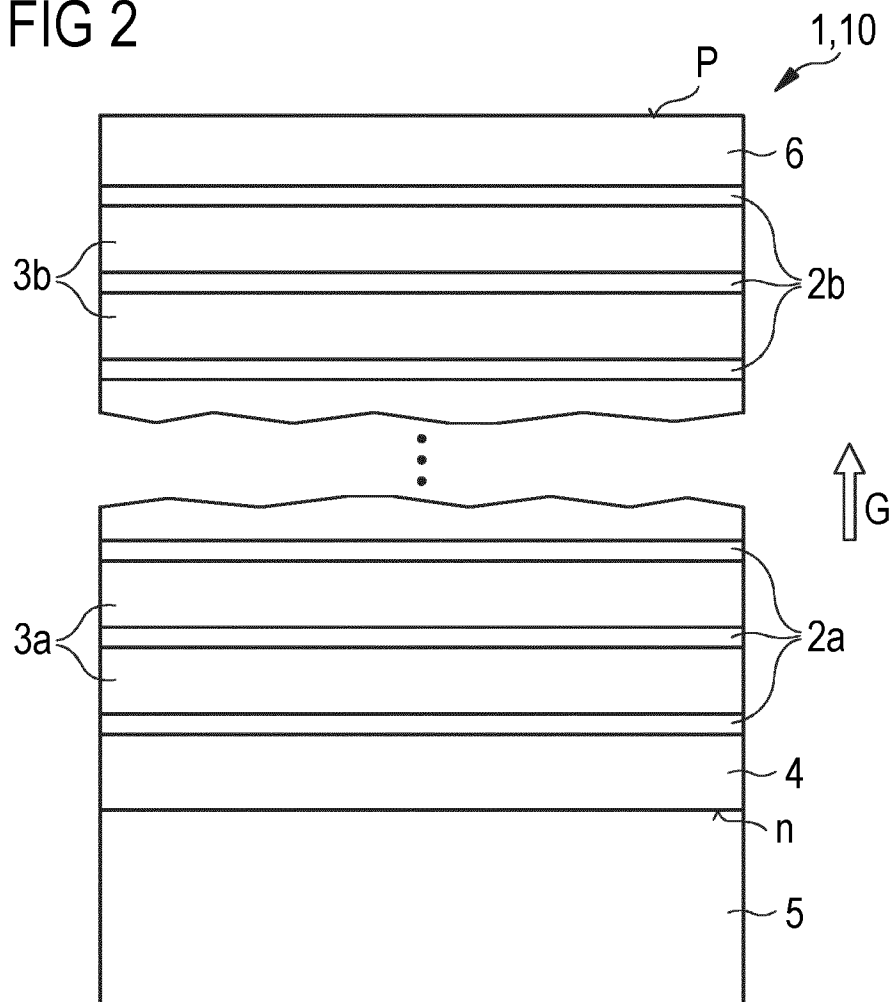


FIG 3A

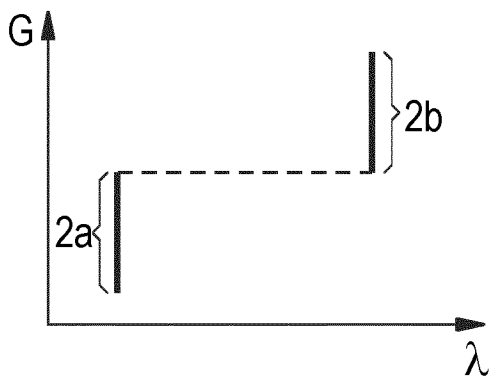


FIG 3B

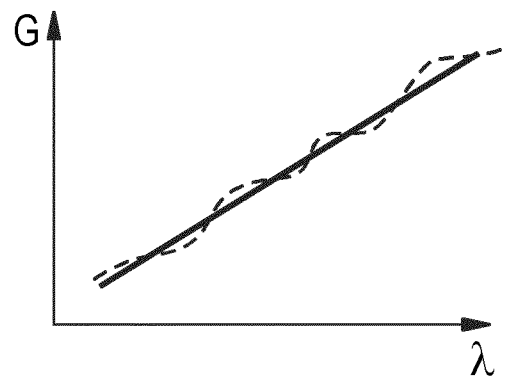
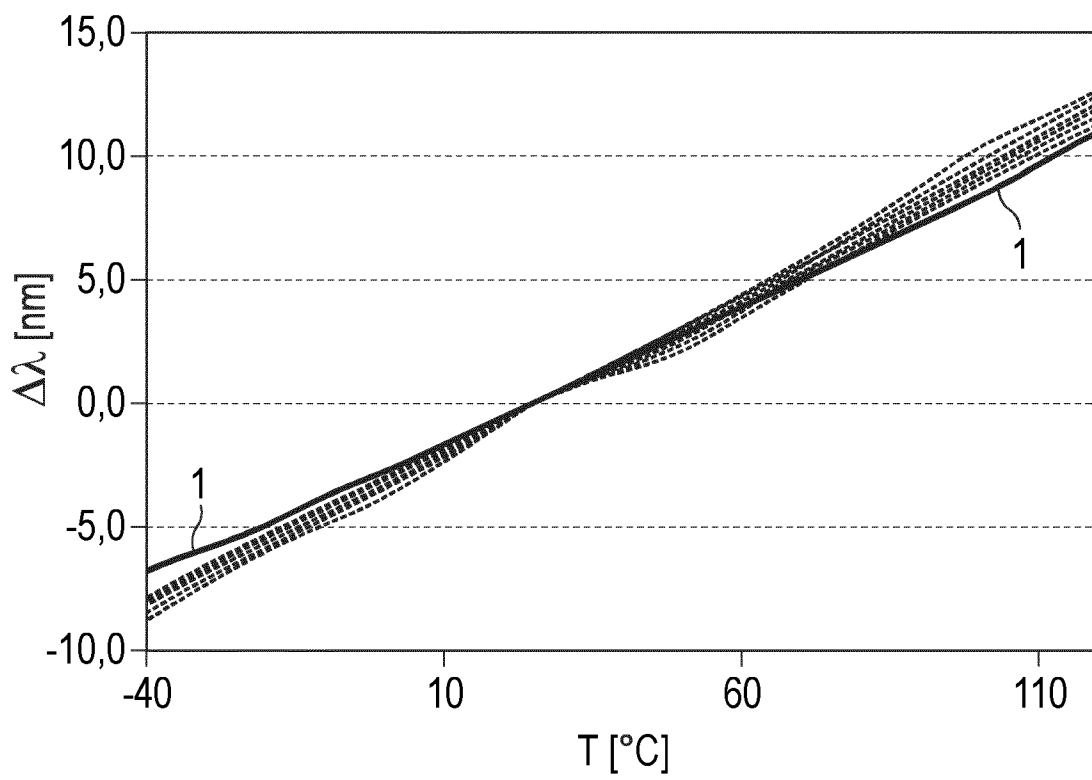


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/066318

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01S5/343 H01L33/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 081 817 A2 (SHARP KK [JP]) 7 March 2001 (2001-03-07)	1-4, 12-14
Y	paragraph [0051] - paragraph [0070]; figures 5,6	5-11

X	US 2007/262293 A1 (FUJIKURA HAJIME [JP]) 15 November 2007 (2007-11-15)	1
A	paragraph [0039] - paragraph [0074]; figures 1-3	2-14

X	EP 2 144 278 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]) 13 January 2010 (2010-01-13)	1
A	paragraph [0054] - paragraph [0061]; figure 14	2-14

	-/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2012

Date of mailing of the international search report

23/11/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Krause, Joachim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/066318

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/090779 A1 (OU CHEN [TW] ET AL) 13 May 2004 (2004-05-13)	5-7
A	paragraph [0015] - paragraph [0024]; figures 1-3 -----	1-4, 8-14
Y	US 2009/206322 A1 (BRANDES GEORGE [US]) 20 August 2009 (2009-08-20)	8-11
A	paragraph [0039] - paragraph [0064]; figures 1B, 2, 3 -----	1-7, 12-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/066318

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1081817	A2	07-03-2001	EP	1081817	A2	07-03-2001
			GB	2353899	A	07-03-2001
			JP	2001085797	A	30-03-2001
			KR	20010030191	A	16-04-2001
			TW	454234	B	11-09-2001
			US	6486491	B1	26-11-2002

US 2007262293	A1	15-11-2007	CN	101071841	A	14-11-2007
			JP	4872450	B2	08-02-2012
			JP	2007305851	A	22-11-2007
			US	2007262293	A1	15-11-2007

EP 2144278	A2	13-01-2010	CN	101626059	A	13-01-2010
			EP	2144278	A2	13-01-2010
			JP	2010021290	A	28-01-2010
			KR	20100006547	A	19-01-2010
			TW	201021123	A	01-06-2010
			US	2010009484	A1	14-01-2010

US 2004090779	A1	13-05-2004	TW	546852	B	11-08-2003
			US	2004090779	A1	13-05-2004

US 2009206322	A1	20-08-2009	CN	101999169	A	30-03-2011
			EP	2253025	A1	24-11-2010
			JP	2011512671	A	21-04-2011
			KR	20100128297	A	07-12-2010
			US	2009206322	A1	20-08-2009
			US	2011303896	A1	15-12-2011
			WO	2009102485	A1	20-08-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S5/343 H01L33/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L H01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 081 817 A2 (SHARP KK [JP]) 7. März 2001 (2001-03-07)	1-4, 12-14
Y	Absatz [0051] - Absatz [0070]; Abbildungen 5,6	5-11

X	US 2007/262293 A1 (FUJIKURA HAJIME [JP]) 15. November 2007 (2007-11-15)	1
A	Absatz [0039] - Absatz [0074]; Abbildungen 1-3	2-14

X	EP 2 144 278 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP]) 13. Januar 2010 (2010-01-13)	1
A	Absatz [0054] - Absatz [0061]; Abbildung 14	2-14

	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. November 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/11/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Krause, Joachim

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2004/090779 A1 (OU CHEN [TW] ET AL) 13. Mai 2004 (2004-05-13)	5-7
A	Absatz [0015] - Absatz [0024]; Abbildungen 1-3	1-4, 8-14

Y	US 2009/206322 A1 (BRANDES GEORGE [US]) 20. August 2009 (2009-08-20)	8-11
A	Absatz [0039] - Absatz [0064]; Abbildungen 1B, 2, 3	1-7, 12-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/066318

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1081817 A2	07-03-2001	EP 1081817 A2	07-03-2001
		GB 2353899 A	07-03-2001
		JP 2001085797 A	30-03-2001
		KR 20010030191 A	16-04-2001
		TW 454234 B	11-09-2001
		US 6486491 B1	26-11-2002

US 2007262293 A1	15-11-2007	CN 101071841 A	14-11-2007
		JP 4872450 B2	08-02-2012
		JP 2007305851 A	22-11-2007
		US 2007262293 A1	15-11-2007

EP 2144278 A2	13-01-2010	CN 101626059 A	13-01-2010
		EP 2144278 A2	13-01-2010
		JP 2010021290 A	28-01-2010
		KR 20100006547 A	19-01-2010
		TW 201021123 A	01-06-2010
		US 2010009484 A1	14-01-2010

US 2004090779 A1	13-05-2004	TW 546852 B	11-08-2003
		US 2004090779 A1	13-05-2004

US 2009206322 A1	20-08-2009	CN 101999169 A	30-03-2011
		EP 2253025 A1	24-11-2010
		JP 2011512671 A	21-04-2011
		KR 20100128297 A	07-12-2010
		US 2009206322 A1	20-08-2009
		US 2011303896 A1	15-12-2011
		WO 2009102485 A1	20-08-2009
