

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113934 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 33/00 (2010.01) *H01L 31/18* (2006.01)
H01S 5/024 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053213

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2012 (24.02.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 012 262.1
24. Februar 2011 (24.02.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FISCHER, Helmut**
[DE/DE]; Mörikestraße 14, 93138 Lappersdorf (DE).
PLÖBL, Andreas [DE/DE]; Johann-Igl-Weg 24, 93051
Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **EPPING HERMANN FISCHER** —
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Ridlerstraße 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

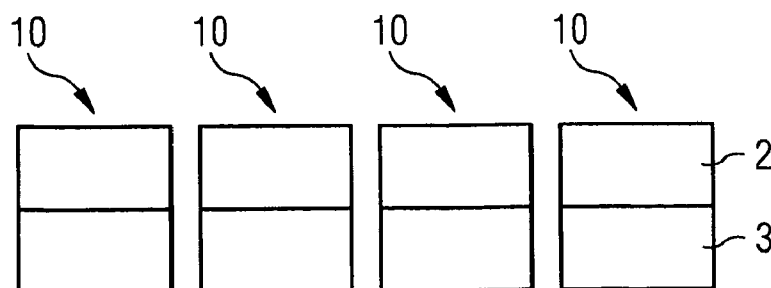
mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OPTOELECTRONIC SEMICONDUCTOR ELEMENT AND METHOD FOR PRODUCING AN OPTOELECTRONIC
SEMICONDUCTOR ELEMENT

(54) Bezeichnung : OPTOELEKTRONISCHES HALBLEITERBAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG
EINES OPTOELEKTRONISCHEN HALBLEITERBAUELEMENTS

FIG 1D



(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic semiconductor element with an optoelectronic semiconductor layer
sequence (2) on a metal substrate element (3) that has silver as the first component and a material which has a lower thermal
expansion coefficient than silver as the second component. The invention further relates to a method for producing an optoelectronic
semiconductor element.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein optoelektronisches Halbleiterbauelement mit einer optoelektronischen Halbleiterschichtenfolge
(2) auf einem Metallträgererelement (3) angegeben, das als erste Komponente Silber und als zweite Komponente ein Material
aufweist, das einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Silber aufweist. Weiterhin wird ein Verfahren zur
Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.



WO 2012/113934 A1



-
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls
Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Beschreibung

Optoelektronisches Halbleiterbauelement und Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2011 012 262.1, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

Es werden ein optoelektronisches Halbleiterbauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements angegeben.

Eine Licht emittierende Diode (LED) oder eine Halbleiter-Laserdiode weisen üblicherweise eine auf einem Aufwachssubstrat aufgewachsene Halbleiterschichtenfolge auf. Es sind Bauformen bekannt, bei denen die Halbleiterschichtenfolge nach dem Aufwachsen vom Aufwachssubstrat auf einen Träger übertragen wird. Oft werden hierbei Materialien für einen Träger verwendet, die einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten haben, der von denen des Aufwachssubstrats und der Halbleiterschichtenfolge abweicht. Dadurch kann es bei der Herstellung oder beim Betrieb eines solchen Bauelements zu Problemen aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnung der Halbleiterschichtenfolge und des Trägers bei Temperaturänderungen kommen.

Insbesondere Metalle wie etwa elektrochemisch abgeschiedenes Kupfer oder Nickel als Materialien für einen Träger können problematisch sein, da solche Metalle einen erheblich höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als die darauf aufgebracht Halbleitermaterialien aufweisen. Um die Probleme der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen zu

umgehen, wird im Stand der Technik entweder auf einen solchen Träger aus Metall verzichten oder man geht das Risiko unterschiedlicher thermischer Ausdehnungen ein. weiterhin ist auch bekannt, durch eine Mischung aus Kupfer und einem weiteren Metall einen Träger bereitzustellen, dessen thermische Ausdehnung an die des Halbleiters angepasst ist. Bei Arsenid- und Phosphid-basierten Halbleitermaterialien kann Kupfer allerdings zu einer nicht strahlenden Rekombination führen. Daher ist es wichtig, Diffusionssperrschichten oder Kapselungsschichten zwischen der Halbleiterschichtenfolge und einem kupferbasierten Träger vorzusehen, die eine Migration von Kupfer in das Halbleitermaterial verhindern, was jedoch zu einem erhöhten Material- und Herstellungsaufwand führt.

Zumindest eine Aufgabe bestimmter Ausführungsformen ist es, ein optoelektronisches Halbleiterbauelement anzugeben, das einen geeigneten Träger aufweist. Eine weitere Aufgabe von bestimmten Ausführungsformen ist es, ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements anzugeben.

Diese Aufgaben werden durch einen Gegenstand und ein Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen des Gegenstands und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet und gehen weiterhin aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen hervor.

Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist ein optoelektronisches Halbleiterbauelement eine optoelektronische Halbleiterschichtenfolge auf. Das optoelektronische Halbleiterbauelement kann beispielsweise

als Licht emittierende Diode (LED), als Laserdiode, als Licht empfangende oder detektierende Diode oder als Solarzelle ausgeführt sein. Insbesondere kann das optoelektronische Bauelement dabei als Licht emittierende oder empfangende oder detektierende Diode mit einem Emissionsspektrum oder einem Absorptionsspektrum in einem infraroten, sichtbaren und/oder ultravioletten Wellenlängenbereich ausgebildet sein. Weiterhin kann das optoelektronische Bauelement als kanten- oder oberflächenemittierende Laserdiode mit einem solchen Emissionsspektrum mit einer oder mehreren spektralen Komponenten in einem ultravioletten bis infraroten Wellenlängenbereich ausgebildet sein. Ist das optoelektronische Bauelement als Licht empfangende Diode oder als Solarzelle ausgebildet, so kann es dafür vorgesehen sein, Licht mit einem oder mehreren spektralen Komponenten im genannten Wellenlängenbereich zu empfangen und in elektrischen Strom beziehungsweise elektrische Ladungen umzuwandeln.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird in einem Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements ein Aufwachssubstrat bereitgestellt, auf dem eine optoelektronische Halbleiterschichtenfolge aufgewachsen wird.

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich dabei gleichermaßen auf Ausführungsformen und Merkmale, die das optoelektronische Halbleiterbauelement sowie das Verfahren zur Herstellung des optoelektronischen Halbleiterbauelements betreffen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die optoelektronische Halbleiterschichtenfolge zumindest eine

oder mehrere epitaktisch gewachsene Halbleiterschichten oder eine epitaktisch gewachsene Halbleiterschichtenfolge auf, die auf einem Halbleiterverbindungsmaterial basiert. Insbesondere kann das Halbleiterverbindungsmaterial aus einem Arsenid-, einem Phosphid- oder einem Nitrid-Verbindungs-Halbleitermaterial ausgewählt sein. Beispielsweise kann die Halbleiterschichtenfolge als Halbleiterchip oder als Teil eines Halbleiterchips ausgeführt sein.

Dabei kann die Halbleiterschichtenfolge beispielsweise auf der Basis von InGaAlN ausgeführt sein. Unter InGaAlN-basierte Halbleiterchips und Halbleiterschichtenfolgen fallen insbesondere solche, bei denen die epitaktisch hergestellte Halbleiterschichtenfolge in der Regel eine Schichtenfolge aus unterschiedlichen Einzelschichten aufweist, die mindestens eine Einzelschicht enthält, die ein Material aus dem III-V-Verbindungshalbleitermaterialsystem $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$ aufweist. Halbleiterschichtenfolgen, die zumindest eine aktive Schicht auf Basis auf InGaAlN aufweisen, können beispielsweise bevorzugt elektromagnetische Strahlung in einem ultravioletten bis grünen Wellenlängenbereich emittieren oder absorbieren.

Alternativ oder zusätzlich kann die Halbleiterschichtenfolge oder der Halbleiterchip auch auf InGaAlP basieren, das heißt, dass die Halbleiterschichtenfolge unterschiedliche Einzelschichten aufweisen kann, wovon mindestens eine Einzelschicht ein Material aus dem III-V-Verbindungshalbleitermaterialsystem $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ mit $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$ aufweist. Halbleiterschichtenfolgen oder Halbleiterchips, die zumindest eine aktive Schicht auf Basis von InGaAlP aufweisen, können

beispielsweise bevorzugt elektromagnetische Strahlung mit einer oder mehreren spektralen Komponenten in einen grünen bis roten Wellenlängenbereich emittieren oder absorbieren.

Alternativ oder zusätzlich kann die Halbleiterschichtenfolge oder der Halbleiterchip auch andere III-V-Verbindungshalbleitermaterialsysteme, beispielsweise ein AlGaAs-basiertes Material, oder II-VI-Verbindungshalbleitermaterialsysteme aufweisen. Insbesondere kann eine aktive Schicht, die ein AlGaAs-basiertes Material aufweist, geeignet sein, elektromagnetische Strahlung mit einer oder mehreren spektralen Komponenten in einem roten bis infraroten Wellenlängenbereich zu emittieren oder zu absorbieren.

Ein II-VI-Verbindungshalbleitermaterial kann wenigstens ein Element aus der zweiten Hauptgruppe, wie beispielsweise Be, Mg, Ca, Sr, und ein Element aus der sechsten Hauptgruppe, wie beispielsweise O, S, Se, aufweisen. Insbesondere umfasst ein II-VI-Verbindungs-Halbleitermaterial eine binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung, die wenigstens ein Element aus der zweiten Hauptgruppe und wenigstens ein Element aus der sechsten Hauptgruppe umfasst. Eine solche binäre, ternäre oder quaternäre Verbindung kann zudem beispielsweise ein oder mehrere Dotierstoffe sowie zusätzliche Bestandteile aufweisen. Beispielsweise gehören zu den II-VI-Verbindungs-Halbleitermaterialien: ZnO, ZnMgO, CdS, ZnCdS, MgBeO.

Die Halbleiterschichtenfolge kann weiterhin auf einem ein Aufwachssubstrat bildendes Substrat abgeschieden werden. Das Substrat kann dabei ein Halbleitermaterial, beispielsweise ein oben genanntes Verbindungshalbleitermaterialsystem, umfassen. Insbesondere kann das Substrat Saphir, GaAs, Ge,

GaP, GaN, InP, SiC und/oder Si umfassen oder aus einem solchen Material sein.

Die Halbleiterschichtenfolge kann als aktiven Bereich beispielsweise einen herkömmlichen pn-Übergang, eine Doppelheterostruktur, eine Einfach-Quantentopfstruktur (SQW-Struktur) oder eine Mehrfach-Quantentopfstruktur (MQW-Struktur) aufweisen. Die Bezeichnung Quantentopfstruktur umfasst im Rahmen der Anmeldung insbesondere jegliche Struktur, bei der Ladungsträger durch Einschluss ("confinement") eine Quantisierung ihrer Energiezustände erfahren können. Insbesondere beinhaltet die Bezeichnung Quantentopfstruktur keine Angabe über die Dimensionalität der Quantisierung. Sie umfasst somit unter anderem Quantentröge, Quantendrähte und Quantenpunkte und jede Kombination dieser Strukturen. Die Halbleiterschichtenfolge kann neben dem aktiven Bereich weitere funktionale Schichten und funktionelle Bereiche umfassen, etwa p- oder n-dotierte Halbleiterschichten, undotierte oder p- oder n-dotierte Confinement-, Cladding- oder Wellenleiterschichten, Barriereschichten, Planarisierungsschichten, Pufferschichten, Schutzschichten und/oder Elektroden sowie Kombinationen daraus. Weiterhin können beispielsweise auf einer dem Aufwachssubstrat abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge eine oder mehrere Spiegelschichten aufgebracht werden. Die hier beschriebenen Strukturen den aktiven Bereich oder die weiteren funktionalen Schichten und Bereiche betreffend sind dem Fachmann insbesondere hinsichtlich Aufbau, Funktion und Struktur bekannt und werden von daher an dieser Stelle nicht näher erläutert.

Darüber hinaus können zusätzliche Schichten, etwa Pufferschichten, Barriereschichten und/oder Schutzschichten

auch senkrecht zur Aufwachsrichtung der Halbleiterschichtenfolge beispielsweise um die Halbleiterschichtenfolge herum angeordnet sein, also etwa auf den Seitenflächen der Halbleiterschichtenfolge.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das optoelektronische Halbleiterbauelement ein Metallträgererelement auf. Als Metallträgererelement wird hier und im Folgenden ein Trägererelement, beispielsweise ein Trägersubstrat, bezeichnet, das metallische Komponenten aufweist und besonders bevorzugt aus metallischen Komponenten ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Metallträgererelement auf einer dem Aufwachssubstrat abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge angeordnet. Die Halbleiterschichtenfolge kann insbesondere auf einer Montagefläche des Metallträgererelements angeordnet werden. Die Anordnung des Metallträgererelements auf der Halbleiterschichtenfolge kann beispielsweise mittels eines Wafer-Bonding-Verfahrens erfolgen. Hierzu können auf dem Metallträgererelement und/oder auf der Halbleiterschichtenfolge geeignete Verbindungsschichten, beispielsweise Metall- oder Lotschichten, vorgesehen sein, mittels derer eine dauerhafte Verbindung des Metallträgererelements an der Halbleiterschichtenfolge ermöglicht wird.

Beispielsweise kann die Halbleiterschichtenfolge mit dem Metallträgererelement mittels eines Sintermaterials, insbesondere mittels einer Silber-haltigen Sinterschicht, verbunden werden. Dies kann durch Versintern von Silberpulver ermöglicht werden. Das Metallträgererelement kann dazu eine Silberbeschichtung als geeignete Unterlage aufweisen.

Weiterhin kann das Metallträgererelement mit einer oder mehreren Schichten bedeckt werden, die Nickel und/oder Gold aufweisen oder daraus sind. Derartige Schichten können sich für Lötverbindungen sowie beispielsweise auch für Sinterverbindungen eignen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Metallträgererelement auf der der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite eine Silberschicht und/oder eine oder mehrere Schichten, die Nickel und/oder Gold aufweisen, auf. Dadurch kann es möglich sein, das Metallträgererelement mit der Halbleiterschichtenfolge auf einem Trägererelement, beispielsweise einer Platine oder einem Gehäuse, beispielsweise mittels einer Lötverbindung oder einer vorab beschriebenen Sinterverbindung zu montieren.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Metallträgererelement eine erste Komponente auf, die Silber ist. Silber kann sich insbesondere durch eine hohe Wärmeleitfähigkeit, ähnlich wie Kupfer, auszeichnen, wobei im Vergleich zu Kupfer Silber zumindest für einige Halbleitermaterialien eine geringere nachteilige Wirkung oder auch keine nachteilige Wirkung aufweisen kann. Weiterhin kann es auch möglich sein, die Migration von Silber aus dem Metallträgererelement in die Halbleiterschichtenfolge leichter zu unterbinden als die Migration von Kupfer aus einem kupferhaltigen Träger in eine Halbleiterschichtenfolge.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der thermische Ausdehnungskoeffizient des Metallträgererelements an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats angepasst. Im Vergleich zu bekannten Trägern, die einen im Vergleich zum Aufwachssubstrat und zur

Halbleiterschichtenfolge unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, können durch eine Anpassung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Metallträgerelements an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats thermische Spannungen während des Herstellungsverfahrens, insbesondere während des Transfers der Halbleiterschichtenfolge vom Aufwachssubstrat auf das Metallträgerelement, vermindert oder ganz verhindert werden. Insbesondere für Aufwachssubstrate, die ein Halbleitermaterial aufweisen, also beispielsweise GaAs oder Ge, oder für ein Aufwachssubstrat, das aus Saphir ist, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten ähnlich den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Halbleiterschichtenfolgen sind, können somit mit derartigen Metallträgerelementen, deren thermische Ausdehnungskoeffizienten an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats angepasst sind, auch thermische Spannungen während des Betriebs eines solchen optoelektronischen Halbleiterbauelements verhindert werden. Thermische Ausdehnungskoeffizienten, die aneinander angepasst sind, weisen bevorzugt einen Unterschied von kleiner oder gleich 20 %, bevorzugt von kleiner oder gleich 10 % und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 5 % auf. Es kann auch möglich sein, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient des Metallträgerelements derart an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats angepasst ist, dass sich die Ausdehnungskoeffizienten um kleiner oder gleich 1 % voneinander unterscheiden. Im Fall von Saphir als Aufwachssubstrat kann das Metallträgerelement hinsichtlich seines thermischen Ausdehnungskoeffizienten dabei an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Saphir entlang der a-Achse angepasst sein.

Durch die Verwendung eines Metallträgerelements mit Silber, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats angepasst ist, kann dieser in Verbindung mit Halbleiterschichtenfolge, verwendbar sein oder verwendet werden, die auf einem Nitrid-, einem Phosphid- und/oder einem Arsenid-Verbindungs-Halbleitermaterial basieren. Insbesondere kann es möglich sein, für alle diese Halbleitermaterialien ein gleiches Metallträgerelement, also Metallträgerelemente mit jeweils einer gleichen Zusammensetzung, als metallisches Trägersubstrat zu verwenden. Da die thermische und elektrische Leitfähigkeit von Silber mindestens vergleichbar oder sogar besser als die von Kupfer ist, bieten die hier beschriebenen Metallträgerelemente im Vergleich zu herkömmlichen kupferbasierten Metallträgern mindestens gleichwertige oder sogar bessere thermische und elektrische Eigenschaften. Insbesondere kann das Metallträgerelement frei von Kupfer sein, wobei hier "frei von Kupfer" bedeutet, dass Kupfer bei der Herstellung des Metallträgerelements nicht willentlich zugeführt wurde. Jedoch können im Metallträgerelement Kupferanteile oder -spuren vorhanden sein, die sich technisch nicht vermeiden lassen, beispielsweise durch nicht entfernbare Verunreinigungen in Ausgangsmaterialien. Somit kann das Metallträgerelement, das als erste Komponente Silber aufweist, eine kupferfreie Lösung für die Aufgabe darstellen, dass ein Metallträgerelement gesucht wird, das kupferbasierten Trägern ähnliche Eigenschaften hinsichtlich der elektrischen und thermischen Anbindung aufweist und auf das auch Arsenid- und/oder Phosphid-basierte Halbleiterschichtenfolgen aufgebracht werden können, wobei ein Kapselungsaufwand im Vergleich zu kupferbasierten Trägern gering gehalten werden kann, und dass die Halbleiterschichtenfolge mit der gleichen Technologie auf

das Metallträgererelement transferiert werden kann wie auf einen kupferbasierten Träger.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird das Aufwachssubstrat nach dem Anordnen des Metallträgererelements zumindest teilweise von der Halbleiterschichtenfolge abgelöst. Das Ablösen kann je nach verwendetem Aufwachssubstrat beispielsweise durch ein so genanntes Laser-Lift-Off-Verfahren und/oder durch Ätzen erfolgen. Ablöseverfahren für Aufwachssubstrate sind dem Fachmann bekannt und werden daher hier nicht weiter beschrieben.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Metallträgererelement neben der ersten Komponente aus Silber eine zweite Komponente aus einem Material auf, das einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Silber aufweist. Dadurch kann es möglich sein, den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Metallträgererelements im Vergleich zum thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Silber abzusenken und so an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats anzupassen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die erste Komponente, also das Silber, in der zweiten Komponente im Wesentlichen nicht löslich. Dies kann bedeuten, dass die erste und die zweite Komponente nicht mischbar sind oder nicht wesentlich mischbar sind und dass im Metallträgererelement keine oder kaum intermetallische Verbindungen aus der ersten und zweiten Komponente gebildet werden. Im Wesentlichen nicht löslich beziehungsweise im Wesentlichen nicht mischbar bedeutet hier und im Folgenden, dass die erste und die zweite Komponente zu einem Anteil von weniger als 1 % ineinander löslich beziehungsweise

miteinander vermischbar sind. Insbesondere kann das Metallträgererelement als so genannte Pseudolegierung vorliegen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform liegen zumindest die erste oder die zweite Komponente oder beide Komponenten kornförmig im Metallträgererelement vor. Das bedeutet, dass die erste und zweite Komponente beispielsweise pulverförmig bereitgestellt werden und miteinander vermengt und bei ausreichend hoher Temperatur gesintert werden. Dabei kann eine der ersten und der zweiten Komponente beispielsweise eine Matrix bilden, in der die andere Komponente angeordnet ist. Alternativ zur Bereitstellung der ersten und zweiten Komponente in Pulverform können auch beispielsweise metallorganische Ausgangsmaterialien mit der ersten und zweiten Komponente bereitgestellt werden, bei denen durch eine Mischung und einen Ausfällprozess sowie eine anschließende Wärme- oder Hitzebehandlung und Sintern ein entsprechendes Metallträgererelement hergestellt werden kann. Weiterhin kann beispielsweise die zweite Komponente pulverförmig bereitgestellt werden und zu einem porösen Sinterkörper verpresst und gesintert werden, der eine poröse Struktur aufweist. Diese dient als poröses Skelett, in das die erste Komponente, also das Silber, in flüssiger Form eingebracht werden kann, insbesondere mittels Infiltration.

Das Metallträgererelement kann als eine Folie, insbesondere hinsichtlich der beschriebenen Herstellungsweisen als eine Sinterfolie, hergestellt sein, die eine zumindest teilweise kornförmige und/oder poröse Struktur aufweisen kann. Beispielsweise kann durch die vorgenannten Herstellungsweisen ein Sinterkörper hergestellt werden, der durch Warm- oder

Kaltwalzverfahren in eine Folie mit geeigneter Dicke umgeformt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Metallträgerelement entlang einer Haupterstreckungsebene und in einer Richtung senkrecht dazu unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten auf. Die thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Metallträgerelements und des Aufwachssubstrats, die aneinander angepasst sind, können dabei jeweils die thermischen Ausdehnungskoeffizienten entlang der jeweiligen Haupterstreckungsebene sein, also in Richtungen parallel zur Aufwachoberfläche beim Aufwachssubstrat und in Richtungen parallel zur Montagefläche beim Metallträgerelement. Die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten können beispielsweise bei der mechanischen Ausformung des Metallträgerelements in eine Folie erzeugt werden, da die Flächenanteile der ersten und zweiten Komponente in der Haupterstreckungsebene des Metallträgerelements und in einer Richtung senkrecht dazu beim Umformen sich unterschiedlich ausbilden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Metallträgerelement eine Dicke von größer oder gleich 50 μm auf. Weiterhin kann das Metallträgerelement eine Dicke von kleiner oder gleich 250 μm aufweisen. Besonders bevorzugt kann die Dicke größer oder gleich 75 μm sein. Insbesondere kann die Dicke beispielsweise größer oder gleich 75 μm und kleiner oder gleich 150 μm oder auch größer oder gleich 150 μm und kleiner oder gleich 250 μm sein. Weiterhin kann es auch möglich sein, dass die Dicke größer oder gleich 250 μm ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die zweite Komponente aus einem Übergangsmetal, besonders bevorzugt ein so genanntes Refraktärmetall, sein. Insbesondere kann die zweite Komponente ein Material der fünften und/oder sechsten Gruppe des Periodensystems, also ein Material der so genannten Vanadium- und/oder der so genannten Chromgruppe aufweisen. Insbesondere kann die zweite Komponente ausgewählt sein aus einer Gruppe, die gebildet wird durch Molybdän, Wolfram, Chrom, Vanadium, Niob und Tantal. Derartige Materialien weisen im Vergleich zu Silber einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf, sodass es möglich ist, durch eine Mischung der ersten Komponente Silber und einer solchen zweiten Komponente den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Metallträgerelements an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats anzupassen. Während Silber einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa $19,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei etwa 300 K aufweist, weisen insbesondere die genannten Materialien der fünften und sechsten Gruppe des Periodensystems zum Teil deutlich niedrigere thermische Ausdehnungskoeffizienten auf, beispielsweise Vanadium etwa $8,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, Niob etwa $7,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, Chrom $4,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, Tantal etwa $6,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und insbesondere Molybdän $5,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und Wolfram etwa $4,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Insbesondere Wolfram und Molybdän weisen auch eine hohe thermische Leitfähigkeit auf, durch die zusammen mit dem Silber als erste Komponente ein Metallträgerelement erreicht werden kann, das eine hohe thermische Leitfähigkeit aufweist. Die thermischen Leitfähigkeiten von Vanadium, Niob und Chrom liegen im Bereich von 31, 54 und 94 W/(m K) und können daher auch noch eine ausreichend hohe Wärmeleitfähigkeit darstellen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Komponente Molybdän oder Wolfram und der Anteil von Silber im Metallträgererelement ist größer oder gleich 3 Gew.-% und kleiner oder gleich 33 Gew.-%. In einem derartigen Mischungsverhältnis liegt der thermische Ausdehnungskoeffizient des Metallträgererelements im Bereich der thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Galliumarsenid, Germanium und insbesondere von Saphir, die besonders bevorzugte Aufwachssubstrate für Halbleiterschichtenfolgen sein können.

Es ist bekannt, die thermische Ausdehnung von Molybdän oder Wolfram zu steigern, indem Kupfer beigelegt wird. Neben der Erhöhung der thermischen Ausdehnung durch die Zugabe von Kupfer kann gleichzeitig auch die thermische Leitfähigkeit erhöht werden, wodurch die thermische Leitfähigkeit von Molybdän oder Wolfram noch weiter verbessert werden kann. Im Vergleich zu kupferbasierten Trägern kann die Herstellbarkeit des hier beschriebenen Metallträgererelements basierend auf der ersten Komponente Silber und einer der genannten zweiten Komponenten, beispielsweise Molybdän, einfacher sein als die Herstellung von bekannten Molybdän-Kupfer-Folien, da Silber im Vergleich zu Kupfer eine geringere Steifigkeit und einen geringeren Schmelzpunkt aufweist. Weiterhin kann es möglich sein, dass im Vergleich zu kupferbasierten Trägern der Kapselungsaufwand für ein silberbasiertes Metallträgererelement niedriger ist. Weiterhin kann es auch möglich sein, dass durch die zweite Komponente, beispielsweise Molybdän, die erste Komponente Silber gegen Umwelteinwirkungen stabilisiert werden kann. Werden die Komponenten Silber und Molybdän als metallorganische Ausgangsmaterialien zur Herstellung des Metallträgererelements bereitgestellt, so kann im Vergleich zur Herstellung von Kupfer-Molybdän-Folien aus metallorganischen

Verbindungen die Temperatur zur Reduktion von Molybdän abgesenkt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird die optoelektronische Halbleiterschichtenfolge nach dem Aufbringen des Metallträgerelements auf der Halbleiterschichtenfolge in einzelne optoelektronische Halbleiterbauelemente vereinzelt. Dazu kann insbesondere nach dem zumindest teilweisen Ablösen des Aufwachssubstrats das Metallträgerelement nasschemisch geätzt werden. Dies kann insbesondere dadurch möglich sein, dass sich Silber als erste Komponente und beispielsweise Molybdän als zweite Komponente gemeinsam nasschemisch ätzen lassen. Die Halbleiterschichtenfolge kann beispielsweise mittels Ätzen, Sägen oder Lasertrennen durchtrennt werden.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsform und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den Figuren beschriebenen Ausführungsformen.

Es zeigen:

Figuren 1A bis 1D schematische Darstellungen eines Verfahrens zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements gemäß einem Ausführungsbeispiel und

Figuren 2 und 3 thermische Ausdehnungskoeffizienten für Metallträgerelemente sowie für Aufwachssubstrate und Metalle gemäß weiteren Ausführungsbeispielen.

In den Ausführungsbeispielen und Figuren können gleich oder gleich wirkende Bestandteile jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Die dargestellten Elemente und deren Größenverhältnisse untereinander sind grundsätzlich nicht als maßstabsgerecht anzusehen, vielmehr können einzelne Elemente, wie z. B. Schichten, Bauteile, Bauelement und Bereiche, zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben dick oder groß dimensioniert dargestellt sein.

In den Figuren 1A bis 1D ist ein Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 gemäß einem Ausführungsbeispiel gezeigt.

Hierzu wird in einem ersten Verfahrensschritt gemäß Figur 1A ein Aufwachssubstrat 1 bereitgestellt, auf dem eine optoelektronische Halbleiterschichtenfolge 2 aufgewachsen wird. Das Aufwachssubstrat 1 ist im gezeigten Ausführungsbeispiel aus GaAs, Ge oder Saphir und die optoelektronische Halbleiterschichtenfolge 2 basiert auf einem Arsenid-, einem Phosphid- und/oder einem Nitrid-Verbindungs-Halbleitermaterial, die oben im allgemeinen Teil beschrieben sind. Dabei kann die optoelektronische Halbleiterschichtenfolge 2 mit einer oder mehreren aktiven Schichten zur Strahlungserzeugung oder zur Strahlungsdetektion aufgewachsen werden, sodass die mittels des beschriebenen Verfahrens herstellbaren optoelektronischen Halbleiterbauelemente 10 (siehe Figur 1D) als Licht emittierende Dioden, kanten- oder oberflächen-emittierende Laserdioden, als Licht empfangende Dioden oder als Solarzellen ausgebildet sein können.

Die optoelektronischen Halbleiterschichtenfolgen 2 umfassen weiterhin Elektrodenschichten sowie beispielsweise auch auf der dem Aufwachssubstrat 1 abgewandten Oberseite zumindest eine Spiegelschicht.

In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Figur 1B wird auf der Halbleiterschichtenfolge 2 ein Metallträgerelement 3 angeordnet. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Metallträgerelement 3 als erste Komponente Silber und als eine zweite Komponente Molybdän oder Wolfram auf. Alternativ dazu kann das Metallträgerelement 3 auch eines der weiteren oben im allgemeinen Teil genannten Materialien für die zweite Komponente aufweisen.

Zur Bereitstellung des Metallträgerelements 3 werden die erste und die zweite Komponente beispielsweise als Pulver oder in Form von metallorganischen Verbindungen bereitgestellt, die miteinander vermischt, gegebenenfalls reduziert und unter Druckeinwirkung gesintert werden. Alternativ dazu ist es auch möglich, die zweite Komponente als porösen Sinterkörper herzustellen und durch Infiltration die erste Komponente in flüssiger Form einzubringen. Insbesondere wird das Metallträgerelement 3 als Folie, insbesondere als Sinterfolie, ausgebildet, beispielsweise durch Walzverfahren. Dabei bildet eine der beiden Komponenten eine Matrix, in der die andere Komponente angeordnet ist. Insbesondere können die beiden Komponenten kornförmig im Metallträgerelement 3 ausgebildet sein.

Die Dicke des Metallträgerelements 3 ist bevorzugt größer oder gleich 50 μm und kleiner oder gleich 250 μm und besonders bevorzugt größer oder gleich 75 μm und kleiner oder

gleich 150 μm . Alternativ dazu kann die Dicke auch größer oder gleich 150 μm und kleiner oder gleich 250 μm sein.

Auf dem Metallträgerelement 3 und/oder auf der Halbleiterschichtenfolge 2 werden vor dem Zusammenfügen eine oder mehrere Verbindungsschichten aufgebracht, mittels derer durch Druck- und/oder Wärmeeinwirkung eine dauerhafte Verbindung zwischen dem Metallträgerelement 3 und der Halbleiterschichtenfolge 2 erreicht werden kann. Die eine oder mehreren Verbindungsschichten können beispielsweise eine oder mehrere Metallschichten, insbesondere Lotschichten, aufweisen. Alternativ dazu kann die Halbleiterschichtenfolge 2 mit dem Metallträgerelement 3 beispielsweise mittels eines Silber-haltigen Sintermaterials verbunden werden. Dies kann durch Versintern von Silberpulver ermöglicht werden. Auf das Metallträgerelement 3 können dazu eine Silberbeschichtung oder auch eine oder mehrere Schichten aufgebracht werden, die Nickel und/oder Gold aufweisen oder daraus sind. Derartige Schichten können sich zur Herstellung zuverlässiger Lötverbindungen und Sinterverbindungen eignen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform gemäß der Figur 1C wird das Aufwachssubstrat 1 von der Halbleiterschichtenfolge 2 abgelöst. Alternativ zum gezeigten vollständigen Ablösen des Aufwachssubstrats 1 kann dieses auch nur teilweise abgelöst werden, sodass ein Teil des Aufwachssubstrats auf der Halbleiterschichtenfolge 2 verbleiben kann. Das Ablösen des Aufwachssubstrats 1 kann beispielsweise mittels eines Ätzverfahrens oder mittels eines Laser-Lift-Off-Verfahrens erfolgen.

In einem weiteren Verfahrensschritt gemäß Figur 1D wird die Halbleiterschichtenfolge 2 auf dem Metallträgerelement 3 zu

einzelnen optoelektronischen Halbleiterbauelementen 10 vereinzelt. Das Durchtrennen des Metallträgerelements 3 kann dabei mittels nasschemischen Ätzens erfolgen, insbesondere im Fall von Silber als erster und Molybdän als zweiter Komponente.

Nach dem Ablösen des Aufwachssubstrats 1 und/oder nach dem Vereinzeln können auf der dem Metallträgerelement 3 abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge 2 weitere Schichten, beispielsweise Elektrodenschichten, Passivierungsschichten und/oder optische Auskoppelschichten aufgebracht werden.

Auf der der Halbleiterschichtenfolge 2 abgewandten Seite kann das Metallträgerelement 3 weiterhin auch mit einer Silberschicht und/oder einer oder mehreren Schichten, die Nickel und/oder Gold aufweisen, versehen werden. Dadurch kann das Metallträgerelement 3 mit der Halbleiterschichtenfolge 2 auf einem Trägerelement, beispielsweise einer Platine oder einem Gehäuse, beispielsweise mittels einer Lötverbindung oder einer vorab beschriebenen Sinterverbindung aufgebracht werden.

Ein derart hergestelltes optoelektronische Halbleiterbauelement 10 kann beispielsweise als Dünnfilm-Leuchtdiodenchip oder Dünnfilm-Laserdiodenchip ausgeführt sein.

Ein Dünnfilm-Leuchtdiodenchip oder ein Dünnfilm-Laserdiodenchip zeichnet sich durch mindestens eines der folgenden charakteristischen Merkmale aus:

- an einer zum Trägerelement, insbesondere dem hier beschriebenen Metallträgerelement, hingewandten Hauptfläche der strahlungserzeugenden Halbleiterschichtenfolge, bei der es sich insbesondere um eine strahlungserzeugende Epitaxie-Schichtenfolge handelt, ist eine reflektierende Schicht aufgebracht oder ausgebildet, die zumindest einen Teil der in der Halbleiterschichtenfolge erzeugten elektromagnetischen Strahlung in diese zurückreflektiert;

- der Dünnfilm-Leuchtdiodenchip weist ein Trägerelement, insbesondere das hier beschriebene Metallträgerelement, auf, bei dem es sich nicht um das Wachstumssubstrat handelt, auf dem die Halbleiterschichtenfolge epitaktisch gewachsen wurde, sondern um ein separates Trägerelement, das nachträglich an der Halbleiterschichtenfolge befestigt wurde;

- die Halbleiterschichtenfolge weist eine Dicke im Bereich von 20 μm oder weniger, insbesondere im Bereich von 10 μm oder weniger auf;

- die Halbleiterschichtenfolge ist frei von einem Aufwachssubstrat. Vorliegend bedeutet „frei von einem Aufwachssubstrat“, dass ein gegebenenfalls zum Aufwachsen benutztes Aufwachssubstrat von der Halbleiterschichtenfolge entfernt oder zumindest stark gedünnt ist. Insbesondere ist es derart gedünnt, dass es für sich oder zusammen mit der Halbleiterschichtenfolge alleine nicht freitragend ist. Der verbleibende Rest des stark gedünnten Aufwachssubstrats ist insbesondere als solches für die Funktion eines Aufwachssubstrates ungeeignet; und

- die Halbleiterschichtenfolge enthält mindestens eine Halbleiterschicht mit zumindest einer Fläche, die eine

Durchmischungsstruktur aufweist, die im Idealfall zu einer annähernd ergodischen Verteilung des Lichtes in der Halbleiterschichtenfolge führt, das heißt, sie weist ein möglichst ergodisch stochastisches Streuverhalten auf.

Ein Grundprinzip eines Dünnfilm-Leuchtdiodenchips ist beispielsweise in der Druckschrift I. Schnitzer et al., Appl. Phys. Lett. 63 (16) 18. Oktober 1993, Seiten 2174 - 2176 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird. Beispiele für Dünnfilm-Leuchtdiodenchips sind in den Druckschriften EP 0905797 A2 und WO 02/13281 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insofern hiermit ebenfalls durch Rückbezug aufgenommen wird.

Bei dem hier beschriebenen Verfahren ist das Metallträgerelement 3 hinsichtlich seines thermischen Ausdehnungskoeffizienten an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats 1 angepasst. Hierzu wird ein Mischungsverhältnis aus der ersten und der zweiten Komponente, also bevorzugt wie im gezeigten Ausführungsbeispiel beschrieben, aus Silber als erster Komponente und Molybdän oder Wolfram als zweiter Komponente, derart gewählt, dass die thermische Ausdehnung von Silber durch die Zugabe der zweiten Komponente abgesenkt wird beziehungsweise der thermische Ausdehnungskoeffizient der zweiten Komponente durch die Zugabe von Silber so angehoben wird, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient des fertigen Metallträgerelements 3 dem des Aufwachssubstrats 1, also insbesondere beispielsweise Galliumarsenid, Germanium oder Saphir im gezeigten Ausführungsbeispiel, entspricht oder zumindest sehr nahe kommt. Insbesondere kann die Abweichung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats 1 und des Metallträgerelements 3 kleiner

oder gleich 10 % und bevorzugt kleiner oder gleich 5 % sein. Je nach Mischungsverhältnis und Durchmischung der Komponenten kann die erste Komponente oder die zweite Komponente eine durchgehende Matrix bilden, in der die andere Komponente körnerförmig eingebaut ist. Im Fall von Silber als erster Komponente und Molybdän als zweiter Komponente können beispielsweise Silberkörner einer durchgehende Matrix bilden, in der die Molybdän-Körper separat eingebaut sind, oder es kann auch möglich sein, dass in einer dichten Packung von Molybdän-Körnern Silber-Körner die Zwischenräume füllen. Zur Anpassung an die thermische Ausdehnung von Galliumarsenid ($5,74 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei 300 K) oder Saphir (entlang der a-Achse: $6,64 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei 300 K) oder Germanium, das einen dem Saphir ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweist, ist eine passende Menge der ersten Komponente Silber zur zweiten Komponente zu wählen. Die genaue Menge ist hierbei am besten experimentell zu bestimmen, da die pulvermetallurgische Bearbeitung einen Einfluss auf die Morphologie und damit unter Umständen auch auf die thermischen Ausdehnungseigenschaften haben kann.

In diesem Zusammenhang ist in Verbindung mit Figur 2 der thermische Ausdehnungskoeffizient CTE in 10^{-6} K^{-1} für Metallträgerelemente mit der ersten Komponente Silber und der zweiten Komponente Molybdän in Abhängigkeit des Massenanteils $c(\text{Ag})$ von Silber gezeigt.

In Figur 2 sind theoretische Kurven 21, 22 und 23 gezeigt, die nach verschiedenen Modellen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten einer Mischung aus Silber und Molybdän in Abhängigkeit des Silbergehalts in Gew.-% angeben. Die Kurve 21 entspricht dabei einem Vegard-Modell, bei dem die jeweiligen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von

Silber und Molybdän mit deren jeweiligem Anteil linear gewichtet sind. Die Kurven 22 und 23 entsprechen weiteren Modellen, die in der Veröffentlichung V. B. Rapkin und R. F. Kozlova, „Powder Metallurgy and Metal Ceramics“, Vol. 7(3), 1968, Seiten 210 - 215 (Übersetzung aus Poroshkovaya Metallurgiya, Nr. 3(63), 1968, Seiten 64 - 70) beschrieben sind, wobei die Kurve 23 dem in dieser Veröffentlichung beschriebenen Modell von Turner gemäß der dort genannten Referenz [10] ist. Die horizontalen Linien 24 und 25 und die linearen geben die thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Saphir (Bezugszeichen 24) und GaAs (25) an. Aus den Schnittpunkten der Linien 24 beziehungsweise 25 mit den Kurven 21 und 23 ergibt sich ein Anteil der Komponente Silber in einem Bereich von größer oder gleich 3 und kleiner oder gleich 33 %. Insbesondere ergibt sich bei einem Aufwachssubstrat 1 aus GaAs ein geeigneter Silberanteil im Bereich von größer oder gleich 3 % und kleiner oder gleich etwa 20,5 %, während sich für ein Aufwachssubstrat 1 aus Saphir ein geeigneter Silberanteil in einem Bereich von etwa 11,5 % bis 33 % ergibt. Für ein Aufwachssubstrat aus Germanium gelten ähnliche Werte. Durch Vermessung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Metallträgerelementen mit Silberanteil in den genannten Bereichen kann je nach metallurgischer Bearbeitung, also je nach gewähltem Herstellungsverfahren für das Metallträgerelement 3, die für ein Aufwachssubstrat aus GaAs, Ge oder Saphir oder eines der weiteren, im allgemeinen Teil genannten Materialien, passende Zusammensetzung ermittelt werden.

Der im Graphen der Figur 2 als Einsatz enthaltene zusätzliche Graph (entnommen aus: Massalski, „Binary Alloy Phase Diagrams“, ASM International) zeigt das Zustandsschaubild des

Zweistoffsystems Silber-Molybdän, aus dem sich die Unmischbarkeit der beiden Metalle im festen Zustand ergibt. Insbesondere weist Silber in Molybdän eine Löslichkeit von lediglich 0,15% Atom-% am eutektischen Punkt auf.

In Figur 3 sind die thermischen Ausdehnungskoeffizienten CTE in Abhängigkeit von der Temperatur T für a-Saphir (Bezugszeichen 31), Germanium (Bezugszeichen 32), GaAs (Bezugszeichen 33) gezeigt, die sich besonders als Aufwachssubstrate eignen. Weiterhin sind rein beispielhaft die thermischen Ausdehnungskoeffizienten CTE für Molybdän (Bezugszeichen 34) und für Wolfram (Bezugszeichen 35) gezeigt (beispielsweise beschrieben in Touloukian et al., „Thermophysical properties of matter, Thermal Expansion: Metallic Elements and Alloys“, Vol. 12, Plenum, New York, 1975). Da Silber einen größeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Molybdän und Wolfram aufweist, ist es möglich, wie oben beschrieben Metallträgererelemente zu erhalten, deren thermischer Ausdehnungskoeffizient an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des jeweils verwendeten Aufwachssubstrats anzupassen.

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese 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.

Patentansprüche

1. Optoelektronisches Halbleiterbauelement mit einer optoelektronischen Halbleiterschichtenfolge (2) auf einem Metallträgerelement (3), das als erste Komponente Silber und als zweite Komponente ein Material aufweist, das einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Silber aufweist.
2. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, wobei das Silber in der zweiten Komponente im Wesentlichen nicht löslich ist.
3. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die zweite Komponente ausgewählt ist aus einer Gruppe, die gebildet wird durch Molybdän, Wolfram, Chrom, Vanadium, Niob und Tantal.
4. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der thermische Ausdehnungskoeffizient des Metallträgerelements (3) an den thermischen Ausdehnungskoeffizient von Saphir, Germanium oder GaAs angepasst ist.
5. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Metallträgerelement (3) eine Folie, insbesondere eine Sinterfolie, ist.
6. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Metallträgerelement (3) eine Dicke von größer oder gleich 50 μm und kleiner oder gleich 250 μm aufweist.

7. Optoelektronisches Halbleiterbauelement nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die optoelektronische Halbleiterschichtenfolge (2) auf einem oder mehreren Verbindungshalbleitermaterialien basiert, die ausgewählt sind aus einem Arsenid-, einem Phosphid- und einem Nitrid-Verbindungshalbleitermaterial.
8. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Halbleiterbauelements mit den Schritten:
 - Aufwachsen einer optoelektronischen Halbleiterschichtenfolge (2) auf einem Aufwachssubstrat (1),
 - Anordnen eines Metallträgerelements (3) auf einer dem Aufwachssubstrat (1) abgewandten Seite der Halbleiterschichtenfolge (2), bei dem das Metallträgerelement (3) Silber aufweist und der thermische Ausdehnungskoeffizient des Metallträgerelements (3) an den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Aufwachssubstrats (1) angepasst ist,
 - zumindest teilweises Ablösen des Aufwachssubstrats (1).
9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das Metallträgerelement (3) als erste Komponente das Silber und als zweite Komponente ein Material aufweist, das einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Silber aufweist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die zweite Komponente ausgewählt ist aus einer Gruppe, die gebildet wird durch Molybdän, Wolfram, Chrom, Vanadium, Niob und Tantal.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem das Metallträgererelement (3) durch Sintern der ersten und zweiten Komponente hergestellt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem die zweite Komponente zu einem porösen Sinterkörper gesintert wird und die erste Komponente in flüssiger Form in den Sinterkörper eingebracht wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 12, bei dem das Aufwachssubstrat (1) aus Saphir, Germanium oder GaAs ist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem das Aufwachssubstrat Saphir ist und bei dem die zweite Komponente Molybdän oder Wolfram ist und der Anteil der ersten Komponente im Metallträgererelement größer oder gleich 3 Gew.-% und kleiner oder gleich 33 Gew.-% ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, bei dem nach dem zumindest teilweisen Ablösen des Aufwachssubstrat (1) das Metallträgererelement (3) nasschemisch geätzt wird zur Vereinzelung der Halbleiterschichtenfolge (2) in eine Mehrzahl von optoelektronischen Bauelementen (10).

FIG 1A

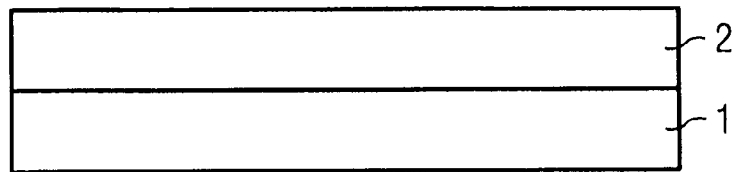


FIG 1B

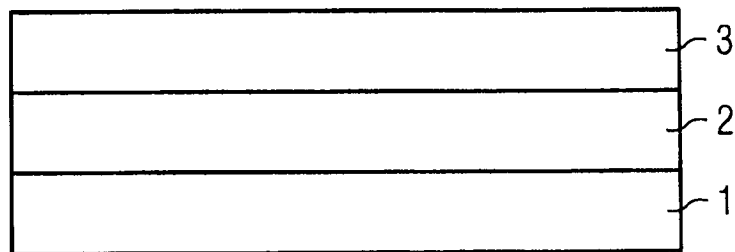


FIG 1C

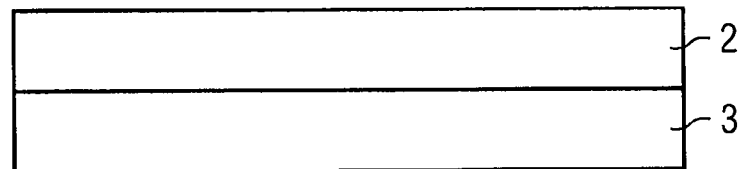
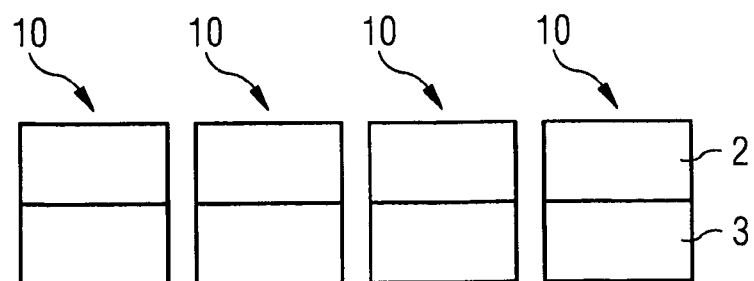
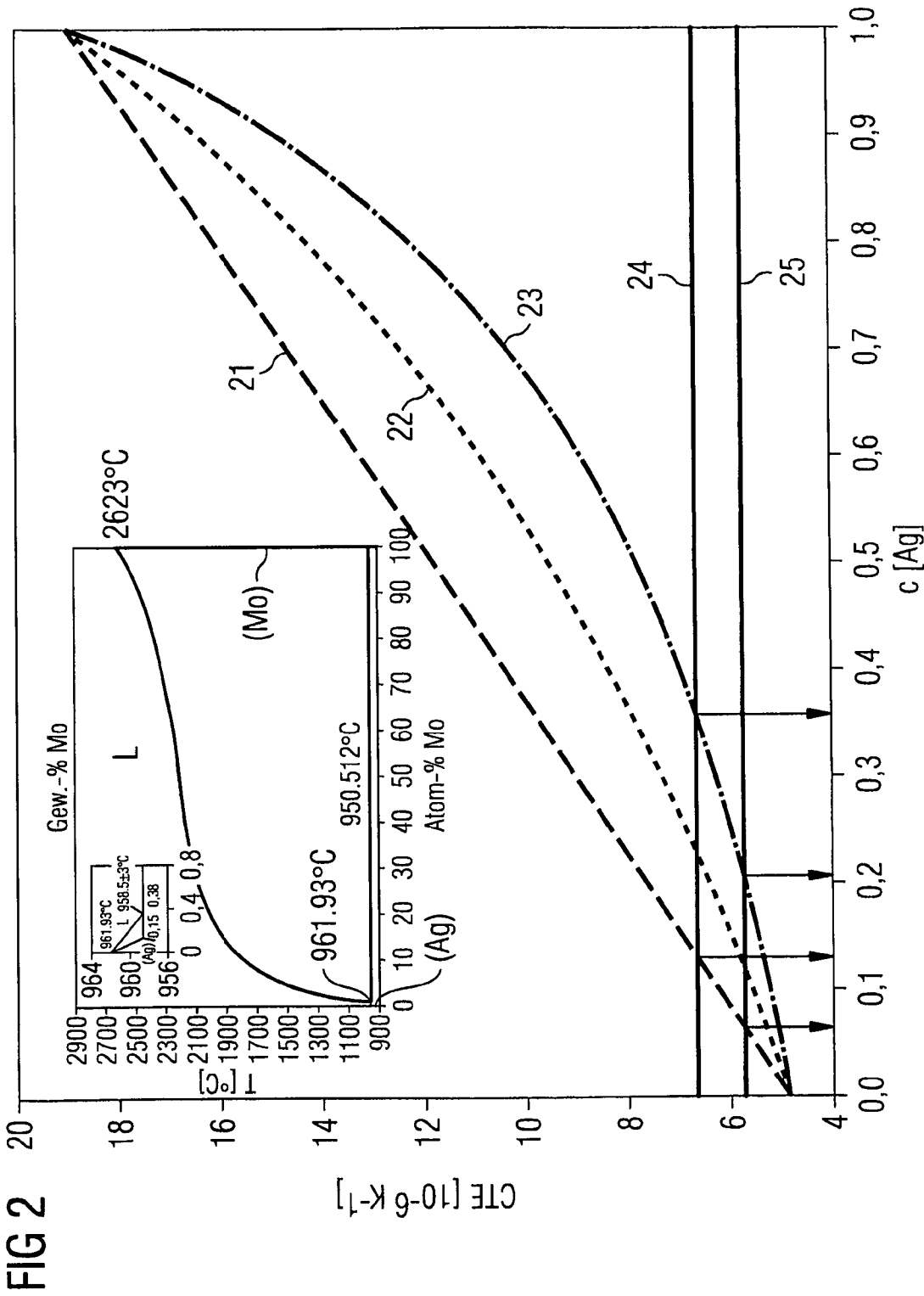
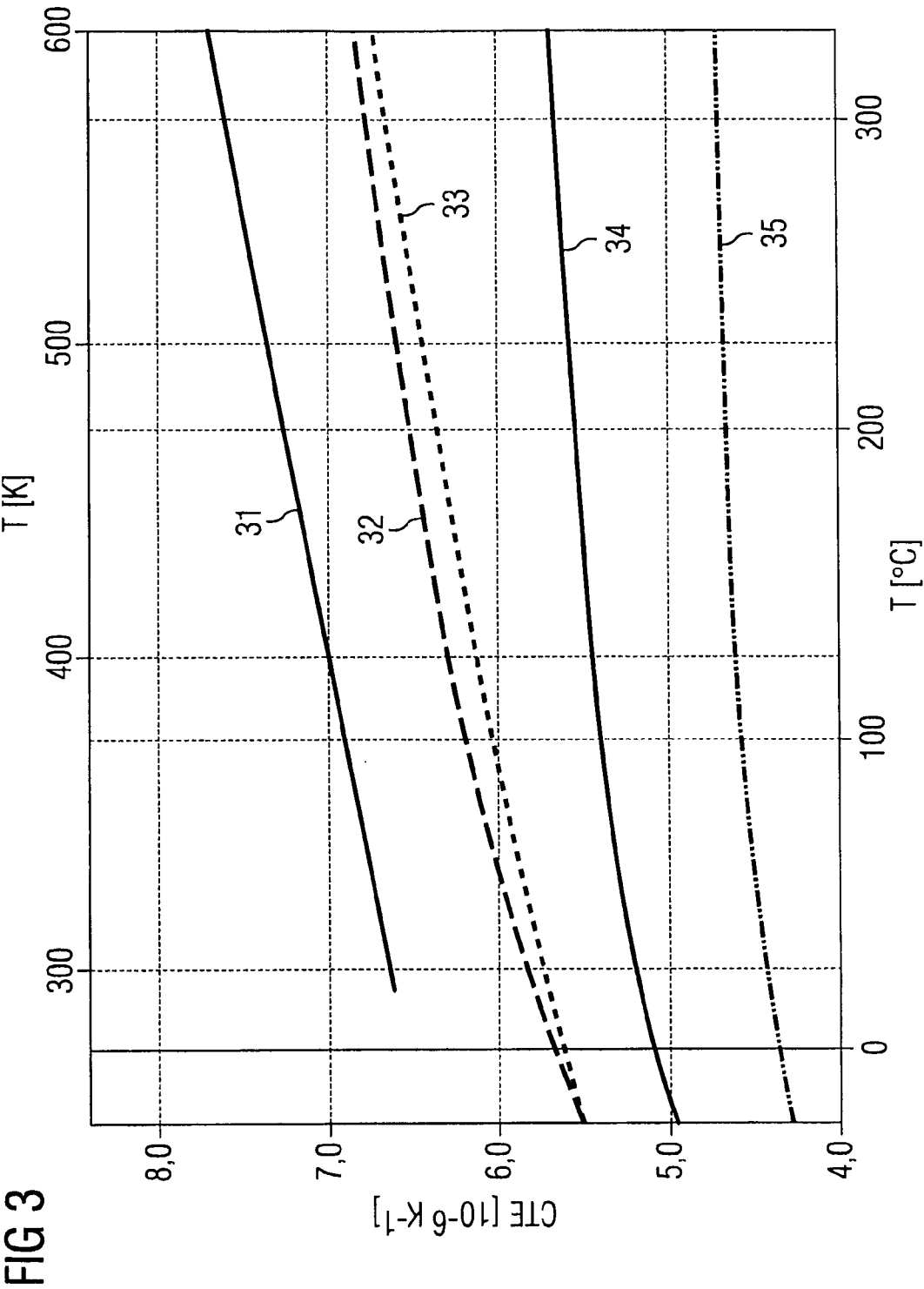


FIG 1D







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/053213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L33/00 H01S5/024 H01L31/18
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 1 385 215 A2 (NICHIA CORP [JP]) 28 January 2004 (2004-01-28) paragraphs [0002], [0003], [0008], [0011], [0114], [0034], [0035], [0068], [0069], [0070], [0160], [0163], [0165] figures -----	1-15
X	US 2005/214979 A1 (SUZUKI KATSUNORI [JP] ET AL) 29 September 2005 (2005-09-29) abstract paragraphs [0008], [0011], [0012], [0028], [0029], [0030] figures -----	1-15
X	US 5 589 403 A (TOYAMA NOBORU [JP] ET AL) 31 December 1996 (1996-12-31) tables 2,7 ----- -/-	1,8



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

25 June 2012

Date of mailing of the international search report

04/07/2012

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

Gijsbertsen, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/053213

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 033 858 B2 (CHAI BRUCE H T [US] ET AL) 25 April 2006 (2006-04-25) paragraphs [0059] - [0074] figures 1-12 -----	1,8,15
X,P	WO 2011/034080 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; AIHARA NORIYUKI [JP]; SEO NORIYOSHI [JP]; MURAKI) 24 March 2011 (2011-03-24) the whole document -----	1-3,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/053213

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1385215	A2	28-01-2004	CN 1476050 A 18-02-2004
			EP 1385215 A2 28-01-2004
			JP 3985742 B2 03-10-2007
			JP 2004266240 A 24-09-2004
			KR 20040005612 A 16-01-2004
			TW I309893 B 11-05-2009
			US 2004072383 A1 15-04-2004
			US 2006128118 A1 15-06-2006
			US 2008296609 A1 04-12-2008
US 2005214979	A1	29-09-2005	CN 1674221 A 28-09-2005
			CN 2842728 Y 29-11-2006
			JP 4483366 B2 16-06-2010
			JP 2005277148 A 06-10-2005
			US 2005214979 A1 29-09-2005
US 5589403	A	31-12-1996	AT 166184 T 15-05-1998
			AU 667071 B2 07-03-1996
			DE 69318435 D1 18-06-1998
			DE 69318435 T2 05-11-1998
			DK 0554877 T3 07-10-1998
			EP 0554877 A1 11-08-1993
			ES 2118147 T3 16-09-1998
			JP 2974485 B2 10-11-1999
			JP 5218469 A 27-08-1993
			US 5500055 A 19-03-1996
			US 5589403 A 31-12-1996
			US 5885725 A 23-03-1999
			US 5981867 A 09-11-1999
			US 6061977 A 16-05-2000
US 7033858	B2	25-04-2006	JP 2006521984 A 28-09-2006
			KR 20060002833 A 09-01-2006
			US 2004209402 A1 21-10-2004
			WO 2004084275 A2 30-09-2004
WO 2011034080	A1	24-03-2011	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H01L33/00 H01S5/024 H01L31/18
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 1 385 215 A2 (NICHIA CORP [JP]) 28. Januar 2004 (2004-01-28) Absätze [0002], [0003], [0008], [0011], [0114], [0034], [0035], [0068], [0069], [0070], [0160], [0163], [0165] Abbildungen -----	1-15
X	US 2005/214979 A1 (SUZUKI KATSUNORI [JP] ET AL) 29. September 2005 (2005-09-29) Zusammenfassung Absätze [0008], [0011], [0012], [0028], [0029], [0030] Abbildungen -----	1-15
X	US 5 589 403 A (TOYAMA NOBORU [JP] ET AL) 31. Dezember 1996 (1996-12-31) Tabellen 2,7 ----- -/-	1,8



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

25. Juni 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/07/2012

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

Gijsbertsen, Hans

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 7 033 858 B2 (CHAI BRUCE H T [US] ET AL) 25. April 2006 (2006-04-25) Absätze [0059] - [0074] Abbildungen 1-12 -----	1,8,15
X,P	WO 2011/034080 A1 (SHOWA DENKO KK [JP]; AIHARA NORIYUKI [JP]; SEO NORIYOSHI [JP]; MURAKI) 24. März 2011 (2011-03-24) das ganze Dokument -----	1-3,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/053213

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1385215	A2	28-01-2004	CN 1476050 A 18-02-2004
			EP 1385215 A2 28-01-2004
			JP 3985742 B2 03-10-2007
			JP 2004266240 A 24-09-2004
			KR 20040005612 A 16-01-2004
			TW I309893 B 11-05-2009
			US 2004072383 A1 15-04-2004
			US 2006128118 A1 15-06-2006
			US 2008296609 A1 04-12-2008
US 2005214979	A1	29-09-2005	CN 1674221 A 28-09-2005
			CN 2842728 Y 29-11-2006
			JP 4483366 B2 16-06-2010
			JP 2005277148 A 06-10-2005
			US 2005214979 A1 29-09-2005
US 5589403	A	31-12-1996	AT 166184 T 15-05-1998
			AU 667071 B2 07-03-1996
			DE 69318435 D1 18-06-1998
			DE 69318435 T2 05-11-1998
			DK 0554877 T3 07-10-1998
			EP 0554877 A1 11-08-1993
			ES 2118147 T3 16-09-1998
			JP 2974485 B2 10-11-1999
			JP 5218469 A 27-08-1993
			US 5500055 A 19-03-1996
			US 5589403 A 31-12-1996
			US 5885725 A 23-03-1999
			US 5981867 A 09-11-1999
			US 6061977 A 16-05-2000
US 7033858	B2	25-04-2006	JP 2006521984 A 28-09-2006
			KR 20060002833 A 09-01-2006
			US 2004209402 A1 21-10-2004
			WO 2004084275 A2 30-09-2004
WO 2011034080	A1	24-03-2011	KEINE