

Patents

English French German

Find prior art

Discuss this application




# Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur

WO 2012034853 A1

## ABSTRACT

Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger mit einer einkristallinen Oberfläche und einer direkt auf der einkristallinen Oberfläche des Trägers aufgetragenen Heterostruktur. Das erfindungsgemäße Schichtsystem zeichnet sich dadurch aus, dass der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass eine bereinigte Grenzkonzentration (GK) die Bedingung der Formel (1) erfüllt: wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat,  $N_{dot}$  für die Dotandenkonzentration in  $cm^{-3}$  und  $E_A$  für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.

<b>Publication number</b>	WO2012034853 A1
<b>Publication type</b>	Application
<b>Application number</b>	PCT/EP2011/064960
<b>Publication date</b>	Mar 22, 2012
<b>Filing date</b>	Aug 31, 2011
<b>Priority date</b> 	Sep 16, 2010
<b>Also published as</b>	<a href="#">DE102010040860A1</a>
<b>Inventors</b>	<a href="#">Armin Dadgar</a> , <a href="#">Alois Krost</a>
<b>Applicant</b>	<a href="#">Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg</a>
<a href="#">Patent Citations</a> (3), <a href="#">Non-Patent Citations</a> (4), <a href="#">Classifications</a> (7), <a href="#">Legal Events</a> (1)	
<b>External Links:</b>	<a href="#">Patentscope</a> , <a href="#">Espacenet</a>

## DESCRIPTION (OCR text may contain errors)

Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur

Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur.

Stand der Technik und Hintergrund der Erfindung

Verunreinigungen in Siliziumsubstraten werden meist in Form von Dotanden zur Einstellung der elektrischen Leitfähigkeit bewusst zugesetzt, sind sonst aber in der Regel unerwünscht und werden in der Regel mit aufwendigen Verfahren aus dem Rohmaterial oder während dem Kristallzuchtprozess entfernt. Unerwünschte Verunreinigungen können für Bauelemente negative Auswirkungen haben, da sie zum Teil stark im Silizium diffundieren und die elektrischen Eigenschaften negativ beeinflussen können. Je nach Herstellungsverfahren finden sich in Silizium Verunreinigungen in unterschiedlichen Konzentrationen, z. B. in der Regel Sauerstoff bei nach dem Czochralski-Verfahren (CZ) hergestellten Silizium; beim Zonenschmelzverfahren, auch Float Zone (FZ) genannt, liegen Verunreinigungen in der Regel nur in den Endstücken des Kristalls in nennenswerten Konzentrationen vor. Sauerstoff in CZ Substraten bewirkt zum Beispiel, dass Metallverunreinigungen daran gegettert werden, was in einer Zone nahe der späteren Bauelemente unerwünscht ist, weshalb man bestrebt ist, mindestens eine oberflächennahe Zone davon durch Temperaturbehandlungsschritte zu befreien.

Von einigen Verunreinigungen, wie z. B. vom Sauerstoff und Stickstoff ist bekannt, dass sie das Versetzungsgleiten maßgeblich blockieren und dadurch das Silizium etwas härten. Die Elastizität innerhalb der normalen Belastungsgrenzen wird dadurch nicht nennenswert beeinflusst.

Das Wachstum von Heteroschichten (Heterostrukturen) auf Siliziumsubstraten ist interessant für viele Anwendungen im Bereich der Mikroelektronik, Sensorik und für optoelektronische Bauelemente, sei es in Verbindung mit Silizium oder unter Nutzung des Siliziums als billiges, großflächiges Substrat zur Schichtherstellung, das später von der Schicht entfernt wird.

## CLAIMS (OCR text may contain errors)

Patentansprüche

Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger mit einer einkristallinen Oberfläche und einer direkt auf der einkristallinen Oberfläche des Trägers aufgetragenen Heterostruktur,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass eine bereinigte Grenzkonzentration GK die Bedingung der Formel (1) erfüllt:

$$GK = \sum_{m=i}^n \frac{N_{dot}^i}{1 + \frac{5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} e^{-E_A/0.095 \text{ eV}}}{N_{dot}^i}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad (1)$$

wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat,  $N_{dot}$  für die Dotandenkonzentration in  $cm^{-3}$  und  $E_A$  für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.

Schichtsystem nach Anspruch 1, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat einen oder zwei Dotanden aufweist.

Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat mit Sauerstoff in einer Konzentration  $N_{dot} > 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  dotiert ist.

Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat mit Stickstoff in einer Konzentration  $N_{dot} > 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  dotiert ist.

Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat mit Kohlenstoff in einer Konzentration  $N_{dot} > 1 \times$

Probleme, die beim Aufwachsen der Heteroschichten auftreten werden, lassen sich insbesondere am Beispiel des Wachstums von Gruppe-III-Nitriden, wie AlN, GaN, InN und deren Mischsysteme, auf Silizium erläutern. Das Wachstum solcher Gruppe-II I-Nitrid-Schichten findet, außer bei InN-haltigen Schichten, meist bei Temperaturen oberhalb von 900 °C statt. Dabei ergibt sich beim Wachstum dieser Materialien auf Silizium das Problem, dass der geringe thermische Ausdehnungskoeffizient von Silizium und der im Verhältnis dazu große Ausdehnungskoeffizient der Gruppe-II I-Nitride zu einer starken Zugverspannung beim Abkühlen führt, die zu einem Reißen der aufgewachsenen Schichten schon bei Schichtdicken unterhalb von 1 µm führen.

Diesem kann entgegengewirkt werden, indem eine kompressive Vorspannung während des Wachstumsprozesses auf die wachsende Schicht aufgeprägt wird.

Wächst man nun eine dicke Schicht oder bei sehr hohen Temperaturen, wie es für Al-reiche Schichten im System AlGaN angezeigt ist, so kommt es prinzipbedingt zum Aufbau einer sehr hohen kompressiven Verspannung, bzw. ohne spezielle Kompression bewirkende Schichten zu einer Zugverspannung der Schicht aufgrund des heteroepitaktischen Wachstums. Dies führt nun dazu, dass sich das Substrat, und hier hochreines und kristallin hochwertigeres FZ früher als CZ Substrate, plastisch deformiert. Figur 1 zeigt schematisch solch ein Substrat 100 auf einer geheizten Unterlage 104 (Teilfigur a), welches sich durch Verspannungen in ein Substrat 101 durchbiegt (Teilfigur b). Überschreiten die Kräfte einen Schwellwert, so tritt, meist am heißeren aufliegenden Rand beginnend, plastische Deformation auf, die in Teilfigur c als schraffierter Bereich im Substrat 102 gezeigt ist. In der Regel breitet sich dieser Bereich über das ganze Substrat 103 aus, wie in Teilfigur d schematisch gezeigt. Solch eine plastische Deformation ist insofern unerwünscht, da sie in der Regel unkontrollierbar ist und somit der Wachstumsprozess nicht mehr beherrscht werden kann. Aufgrund unterschiedlicher Oberflächentemperatur kann es dann zu kompositorischen oder strukturellen Inhomogenitäten kommen. Auch ist es dann unmöglich, durch geschickte Wahl der kompressiven Vorspannung die thermische Zugverspannung, die beim Abkühlen auftritt, auszutrieren, um einen ebenen Wafer, bestehend aus Substrat und Schicht, zu erhalten. Eine Möglichkeit, dieses Problem zu verringern, ist die Verwendung dicker Substrate, wie unter anderem in der DE 102006008929 A1 beschrieben. Diese letztgenannte Methode versagt jedoch in der Regel endgültig bei Wachstumstemperaturen höher als ca. 1050 °C, da dann das Substrat sehr stark zur plastischen Deformation neigt. Zum anderen versagt sie bei sehr dicken aufgebracht Schichten, da die Silizium Substratdicke dann auf Werte ansteigen müsste, die sowohl im Herstellungsprozess als auch in nachfolgenden Prozessen schwer handhabbar wären.

Die Aufgabe besteht nun darin, eine Lösung für das Problem der plastischen Deformation in der Heteroepitaxie bzw. der Abscheidung verspannter Schichten bei hohen Temperaturen zu finden, sei es für sehr dicke verspannte Schichten oder um normal dicke Substrate nach SEMI Standard verwenden zu können, bzw. nicht übermäßig dicke Substrate, die in der anschließenden Prozessierung viele Probleme bereiten würden.

#### Erfindungsgemäße Lösung

Das erfindungsgemäße Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger mit einer einkristallinen Oberfläche und einer direkt auf der einkristallinen Oberfläche des Trägers aufgetragenen Heterostruktur zeichnet sich dadurch aus, dass der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass eine bereinigte Grenzkonzentration GK die Bedingung der Formel (1) erfüllt:

$$GK = \sum_{m=i}^n \frac{N_{dot}^i}{1 + \frac{5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}}{N_{dot}^i} e^{-E_A / 0.095 \text{ eV}}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad (1)$$

wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat, N<sub>dot</sub> für die Dotandenkonzentration in cm<sup>-3</sup> und E<sub>A</sub> für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich die die plastische Deformation des Siliziumsubstrats hemmen lässt, indem das Silizium mit Dotanden versehen wird. Dabei ist die notwendige Konzentration davon abhängig, wie stark der Dotand an die Versetzung bindet, was durch die angegebene Formel (1) berücksichtigt wird. Zum Erreichen der Grenzkonzentration GK kann der Effekt mehrerer Dotanden aufsummiert werden. Der Dotand kann ein Element, aber auch eine Verbindung sein. Vorzugsweise enthält der dotierte Bereich des Siliziumsubstrats jedoch nur einen oder zwei Dotanden. Bevorzugt ist der Dotand ferner ein Element aus der Gruppe umfassend Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Bor, Arsen, Phosphor und Antimon oder eine Verbindung dieser Stoffe untereinander oder von Sauerstoff oder Stickstoff mit einem Metall, vorzugsweise Aluminium oder einem Übergangsmetall.

Die Mindestdicke, die im Substrat dotiert sein soll, beträgt 30 %; vorzugsweise 50%; ideal ist aber eine möglichst durchgehende Dotierung des Substrats. Je nach Dotand kann aber auch eine modulierte Dotierung bei der Substratherstellung bzw. Einkristallherstellung prozesstechnisch sinnvoll sein, diese sollte jedoch für mindestens 30 % der

10<sup>19</sup> cm<sup>-3</sup> dotiert ist.

6. Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Träger ein nicht-dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, auf dem direkt die Heterostruktur aufgetragen ist und das mit dem dotierten Siliziumsubstrat direkt oder über eine Zwischenschicht verbunden ist.

7. Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die bereinigte Grenzkonzentration GK > 5 x 10<sup>15</sup> cm<sup>-3</sup> ist.

8. Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Schichtsystem eine Bauelementschichtstruktur eines Hochfrequenztransistors oder einer Leuchtdiode ist.

späteren Substratdicke die genannte Bedingung erfüllen. Wie später ausgeführt, ist auch das Bonden von zwei unterschiedlichen Substratqualitäten möglich, woraus eine partielle Dotierung automatisch folgt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist das dotierte Siliziumsubstrat mit Kohlenstoff in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} > 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  dotiert. Kohlenstoff ist als isovalenter Dotand in Silizium sehr gut geeignet, plastische Deformation zu hemmen, sofern er die genannte Konzentration überschreitet. Die genauen Mechanismen sind hierbei noch nicht vollständig geklärt, aber bei Kohlenstoff ist häufig die Bildung kohlenstoffreicher Ausscheidungen zu beobachten, die den Kristall härten.

Ergänzend oder alternativ ist das dotierte Siliziumsubstrat mit Stickstoff ( $E_A \sim 1.7 - 2.4 \text{ eV}$ ) in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} > 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  oder mit Sauerstoff ( $E_A \sim 0.57 - 0.74 \text{ eV}$ ) in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} > 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  dotiert (siehe S. M. Hu, Appl. Phys. Lett. 31, 53 (1977) und A. Giannattasio et al., Physica B 340-342, 996 (2003)).

Die hier genannten das Versetzungsgleiten hemmenden Energiebarrieren entsprechen den Bindungsenergien der Stoffe an Versetzungen, die in der Literatur genannt sind. Die große Streubreite verdeutlicht, dass die Bestimmung nicht einfach ist, was zum Teil an der Reaktion mit anderen im Kristall vorhandenen Stoffen liegt aber auch an einer unterschiedlichen Bindung an die Versetzung sowie des zusätzlichen Einflusses der Diffusion, die mitentscheidend für die Besetzung der Versetzung mit dem Dotanden ist. Grobe Richtwerte für die Eignung eines Dotanden lassen sich anhand der bekannten Bindungsenthalpien bzw. Bindungsenergien von Silizium mit den jeweiligen Stoffen abschätzen, welche meist deutlich höher sind als oben genannte, so beträgt der Wert für die Si-O Bindung mehrere eV. Da die Situation im Kristall deutlich komplexer ist, ist eine experimentelle Bestimmung angezeigt.

Dazu eignen sich unterschiedliche Methoden von denen hier nur einige genannt sind:

In (Christopher A. Schuh, Materials Today 9, 32 (2006)) wird eine Nano-Eindrucktechnik beschrieben. Mit dieser kann in Abhängigkeit der Temperatur und unter Kenntnis der Dotierstoffkonzentration(en) im Vergleich zu undotiertem Material die Aktivierungsenergie aus der Kraft ab der plastische Deformation beginnt bestimmt werden. Zusätzlich zur Bestimmung der Dotierstoffkonzentration, z. B. mittels Sekundärionenmassenspektroskopie (SIMS), ist die Kenntnis der gebildeten Versetzungsliniendichte notwendig zur Bestimmung einer Aktivierungsenergie. Diese kann mittels Transmissionselektronenmikroskopischer Methoden aber auch mittels Defektätzen in ausreichender Genauigkeit bestimmt werden. Andere Methoden sind temperaturabhängige Biegeexperimente. Hier wird das Substratmaterial gebogen und die Kraft dazu aufgezeichnet. Der Beginn der plastischen Deformation ist in der Regel durch eine nachlassende Kraft während der Biegung gekennzeichnet. Kenntnis der Dotierstoffkonzentration(en) vorausgesetzt kann so die Aktivierungsenergie bestimmt werden. Andere Methoden, die auf der temperaturabhängigen Messung der Kraft-Biegekennlinien basieren, sind auch für die Bestimmung anwendbar. Es ist auch möglich die Substrate im MOVPE Prozess zu verwenden: wird eine zug- oder druckverspannte Schicht auf dem Substrat gewachsen, kann mit einer in-situ Krümmungsmessung und einer kombinierten Oberflächentemperaturmessung bestimmt werden, ab welchem Druck und bei welcher Temperatur plastische Deformation auftritt. Idealerweise wird eine zugverspannte Schicht verwendet, da dann die Messung der Temperatur am Auflagepunkt, wo sie maximal ist, erfolgt und so das Ergebnis am wenigsten verfälscht wird. Durch die Variation der Wachstumstemperatur, welche in vielen Verfahren problemlos in einem Rahmen von ca. 100 °C variierbar ist, kann so bei bekannter Dotierstoffkonzentration und später bestimmter Versetzungsliniendichte die Aktivierungsenergie bestimmt werden. Dabei ist es bei moderater Dichte der Versetzungen möglich diese beim Wachstum von Gruppe-III-Nitriden unter einem Nomarskimikroskop auszuzählen. Zu beachten ist, dass ab Beginn der Deformation das Wachstum unterbrochen werden muss, um keine, die Messung verfälschende, starke Zunahme der Versetzungsliniendichte zu bewirken. Als Referenz ist ein hochreines Float-Zone Substrat ideal geeignet, je nach Dotand kann aber auch ein Czochralski gewachsenes Substrat sinnvoll sein. So ist in CZ Material in der Regel mehr Sauerstoff vorhanden als in FZ Substraten, was bei zusätzlicher Dotierung, z.B. mit Stickstoff oder B, einen Effekt hat, auch weil Stoffe miteinander reagieren können.

Andere Methoden mittels Ultraschalltechniken sind ebenfalls in der Literatur beschrieben (siehe z. B. V.I. Ivanov et al. Phys. Stat. Sol. a 65, 335 (1981)).

Dotierstoffkonzentrationen von Bor, Phosphor, Arsen, Antimon und anderen Elementen, die sehr geringe, das Versetzungsgleiten hemmende Aktivierungsenergien besitzen, zeigen ab Konzentrationen in Höhe von ca.  $10^{20} \text{ cm}^{-3}$  ebenfalls eine im Sinne der Erfindung nutzbare das Versetzungsgleiten hemmende Wirkung. Ob dies an einer Cluster- bzw. Präzipitatbildung hängt oder nicht, ist bislang nicht zweifelsfrei geklärt. Jedoch ist auch bei niedrigen Energiebarrieren eine Wirkung bei hohen Dotierstoffkonzentrationen zu erwarten. Dies kann mit der dann hohen Besetzung der an der Versetzungslinie vorhandenen Siliziumbindungen mit den Dotanden erklärt werden. Hier kommt die durch die niedrige Energiebarriere meist auch hohe Diffusivität der Stoffe bei hohen Temperaturen ins Spiel die meist eine Akkumulation an Versetzungen bewirkt. Vorzugsweise liegt die Grenzkonzentration GK (Mindestkonzentration), die sich aus Formel (1) ergibt bei  $> 5 \times 10^{15}$ , insbesondere  $1 \times 10^{16}$ . Die genannten Grenzen bewirken zwar eine merkliche Härtung des Kristalls, sind aber für viele Prozesse, bei denen stark verspannte Schichten hergestellt werden, ausreichend. So beträgt beim Wachstum einer drei Mikrometer dicken GaN Schicht auf Silizium mittels MOVPE um 1050 °C die thermische Verspannungsenergie etwa 1.5-2 GPa. Um diese zu kompensieren muss eine entsprechende Druckverspannung während des Wachstums aufgebaut werden. Diese liegt oberhalb der Grenze für plastische Deformation für hochreines Silizium. In kommerziell erhältlichen CZ Kristallen kann aufgrund der Restverunreinigung mit Sauerstoff, Stickstoff und der

Verunreinigung mit einem n- oder p-Dotanden solche eine Dicke meist ohne das Auftreten plastischer Deformation realisiert werden, sofern ein Substrat mit einer Dicke > 500 µm verwendet wird. Dickere Schichten kommen jedoch auch hier bald an eine Grenze, die das Härten des Kristalls im Sinne der Erfindung unumgänglich macht, da die Substratdicken sonst in einen Bereich von 2 mm vordringen müssen, was technologisch aufgrund des Aufwands für das zur Prozessierung notwendige Dünnen und aufgrund des hohen Materialeinsatzes wenig Sinn macht.

Die genannten Mindestkonzentrationen bewirken bei FZ Substraten schon eine wesentliche, für die Schichtstruktur ausreichende, Hemmung der plastischen Deformation. Dabei ist es nicht notwendig, jegliche Versetzungsbildung, wie zum Beispiel in der US 6,258,695 B1 erwünscht, zu verhindern, sondern nur das Versetzungsgleiten, welches zu messbarer plastischer Deformation führt. Diese ist zum Beispiel in Nomarski- beziehungsweise Differential Interferenzkontrast Mikroskopbildern von GaN auf (1 1 1) Siliziumschichten einfach am gekreuzten Muster zu erkennen, wie es beispielhaft in Fig. 4 gezeigt ist und in in-situ Krümmungsmessungen am plötzlichen Abknicken bzw. sehr starken Ansteigen der Krümmungswerte, welche nicht durch die aufgeprägte Spannung bzw. den Schichtaufbau erklärbar sind.

Die weißen Hilfslinien markieren dabei in Fig. 4 die Deformationslinien, die in diesem Beispiel nur in zwei Richtungen laufen. Die dritte Richtung ist hier noch nicht ausgeprägt genug, um sie im Bild gut zu erkennen. Leichte Deformationen, d. h. Versetzungsbildung, die nicht zu solch einem ausgeprägten Verhalten führen, sind für das erfindungsgemäße Schichtsystem in der Regel nicht von Belang, da leichte Abweichungen von der idealen Krümmung, die mit einer schwachen plastischen Deformation einhergehen, welche zum Beispiel mit der in-situ Krümmungsmessung nicht erkennbar sind, keine nennenswerten Auswirkungen auf das spätere Bauelementverhalten haben. Das Einbringen der Dotanden in den Kristall kann auf vielfältige Weise, zum Beispiel Diffusion oder Implantation, geschehen. FZ Substrate neigen aufgrund ihrer in der Regel hohen Reinheit und Perfektion deutlich früher zu plastischer Deformation als CZ Substrate. Häufig beträgt die erzielbare Schichtdicke, die ohne plastische Deformation auf FZ Substraten erzielt werden kann, nur etwa die Hälfte im Vergleich zu CZ. Stickstoff bietet hierbei speziell einen Vorteil, da es in hochohmigen FZ Substraten, wie sie für Hochfrequenzanwendungen vorgezogen werden, dessen Kompensationseigenschaften verbessert.

Allgemein sind besonders Stickstoffzugaben zum Silizium vorteilhaft, da sie eine höhere Stabilität an Versetzungen besitzen als Sauerstoffzugaben, die aufgrund der geringeren Energiebarriere schon ab 800 °C einen Teil ihrer hemmenden Wirkung auf das Versetzungswandern verlieren; Stickstoff jedoch erst ab 1200 °C, was deutlich höhere Prozesstemperaturen zulässt. Ähnlich wie der Stickstoff verhält sich auch Kohlenstoff, jedoch sind aufgrund unterschiedlichen Einbauverhaltens höhere Kohlenstoffkonzentrationen notwendig, um eine entsprechende Wirkung zu erzielen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der Träger ein nicht-dotiertes Siliziumsubstrat, auf dem direkt die Heterostruktur aufgetragen ist und das mit dem dotierten Siliziumsubstrat direkt oder über eine Zwischenschicht verbunden ist. Nach diesem Ansatz ist also vorgesehen, einen Träger durch Bonden zweier siliziumhaltiger Substrate herzustellen. Ein Substrat ist sehr hoch mit mindestens einem der Dotanden dotiert und das andere Substrat zum Beispiel hochrein, hochohmig und stellt die einkristalline Oberfläche bereit, auf der die Heterostruktur aufwächst. Diese Ausführungsform ist in Fig. 2 schematisch gezeigt. Hier wird ein meist sehr dünnes hochwertiges Substrat 200 aus reinem Silizium mit einem sehr hoch dotierten siliziumbasierten Substrat 201 verbunden und ergibt dann den Träger 202 (Teilfigur b). Durch das Bonden können so Eigenschaften eines hochqualitativen Substrats für die Epitaxie mit einem hochfesten Substrat verbunden werden. Dabei kann das eigentlich minderwertige, dotierte Substrat auch starke Kristalldefekte enthalten, wie sie bei sehr hohen Dotierstoffkonzentrationen oft in Form von Präzipitaten auftreten.

Solch ein Bonden kann ein direktes Si-Si Bonden sein oder mit einer dazwischen liegenden haftvermittelnden Schicht erfolgen, beispielsweise auf Basis von Oxiden, Nitriden, Oxinitriden, Carbiden des Siliziums oder anderer Metalle. Wichtig ist, dass diese Verklebung auch bei den Prozesstemperaturen des Gruppe-III-Nitridwachstums beständig ist. Solch ein Bonden über eine haftvermittelnde Schicht ist in Fig. 3 gezeigt. Hier ist in Teilfigur 3a das dotierte Substrat 300 gezeigt, das in Teilfigur 3b mit einer haftvermittelnden Schicht 302 versehen wird, was z. B. mit einem Sputter-, Aufdampf- oder Aufsprüh- oder einem Aufdruckprozess 301 geschehen kann. Auf diese wird dann, wie in Teilfigur 3c gezeigt, ein hochwertiges Silizium Deckssubstrat 303 aufgebracht, was in Teilfigur 3d dann als Träger 304 mit hochwertiger Oberfläche und hoher Stabilität vor plastischer Verformung für die Aufbringung der Heterostruktur zur Verfügung steht. Speziell die Kombination von hochohmigen FZ und hoch dotierten CZ Substraten ist vielversprechend für Hochfrequenzanwendungen, die geringe parasitäre Kapazitäten und damit hochohmige Puffer und Substrate fordern.

Eine hochwertige Oberflächenregion kann aber auch durch Tempern des Substrats in einer inerten Atmosphäre oder im Vakuum entstehen, bei der bei ausreichender Temperatur die Dotanden aus einer Oberflächenregion von einigen 100 nm bis zu einigen Mikrometern Dicke ausdiffundieren. Je nach Dotand kann neben der inerten Atmosphäre oder einem Vakuum auch eine reaktive Atmosphäre die Ausdiffusion durch Oberflächenreaktionen fördern.

Schichten oder Schichtstrukturen sind in der Regel Bauelementschichtstrukturen, wie sie zum Beispiel bei den Gruppe-III-Nitriden meist für Leuchtdioden oder Transistoren benötigt werden. Hier hat es sich gezeigt, dass eine effiziente Lichtauskopplung von Leuchtdioden am besten mit einem Dünnschichtkonzept gelingt. Das heißt, eine 4 bis 5 Mikrometer dicke Schicht wird auf dem Silizium Substrat gewachsen und dann auf einen neuen hochreflektierenden Träger transferiert, wobei das Ursprungssubstrat später entfernt wird. Hier ist die Dicke der Schicht notwendig für den Transferprozess selbst und um eine raue Lichtauskoppelschicht einbringen zu können. Wendet man keinen Dünnschichtprozess an, so ist

wiederum die Lichtauskopplung verbessert, wenn man dicke Schichten verwendet, da dann durch weniger verlustbehaftete Reflexionen lateral emittierten Lichts die Helligkeit steigt.

Im Fall von Transistoren sind dicke Schichten besonders für Hochspannungsbaulemente wichtig, da die Durchbruchfeldstärke neben der Materialqualität und dem Kontaktabstand wesentlich von der Dicke der Schicht abhängt. Bei Hochfrequenztransistoren verringert sich der Einfluss des meist noch recht leitfähigen und als absorbierendes RC Glied wirkenden Siliziumsubstrats mit zunehmender Schichtdicke. Aber auch andere Baulemente, die einen geringen Einfluss des Substrats auf die Baulementeigenschaften oder dicke Schichten aufgrund ihrer Stabilität benötigen, wie z. B. MEMS, sind ideal geeignet, auf den erfindungsgemäßen Substraten gewachsen zu werden, weil dies für dicke Schichten nur so oder mit sehr dicken und schwer prozessierbaren Substraten gelingt. Das Schichtsystem ist demnach vorzugsweise eine Baulementeschichtstruktur eines Hochfrequenztransistors oder einer Leuchtdiode.

Der Begriff Heterostruktur bezieht sich allgemein auf verspannte Schichten aus anderen Materialien wie Silizium, die auf Siliziumsubstraten oberhalb der genannten Temperaturen abgeschieden oder thermisch prozessiert werden, also nicht nur auf die exemplarisch genannten Gruppe-III-Nitride. Auch schon die Prozessierung bei hohen Temperaturen kann bei verspannten Systemen zu plastischer Deformation führen, wenn diese zum Beispiel bei niedrigeren Temperaturen hergestellt wurden, was wiederum durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Schichtsysteme verhindert werden kann.

## PATENT CITATIONS

Cited Patent	Filing date	Publication date	Applicant	Title
<a href="#">DE102006008929A1</a>	Feb 23, 2006	Aug 30, 2007	Azzurro Semiconductors Ag	Nitridhalbleiter-Baulement und Verfahren zu seiner Herstellung
<a href="#">JP2010073876A</a> *				<i>Title not available</i>
<a href="#">US6258695</a>	Feb 4, 1999	Jul 10, 2001	International Business Machines Corporation	Dislocation suppression by carbon incorporation

\* Cited by examiner

## NON-PATENT CITATIONS

Reference	
1 *	FISCHER A ET AL: " <a href="#">Slip-free processing of 300 mm silicon batch wafers</a> ", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 87, Nr. 3, 1. Februar 2000 (2000-02-01), Seiten 1543-1549, XP012049449, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.372047
2 *	ICHIRO YONENAGA ET AL: " <a href="#">Mechanical strength of silicon crystals as a function of the oxygen concentration</a> ", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd. 56, Nr. 8, 1. Januar 1984 (1984-01-01) , Seite 2346, XP55008041, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.334272
3 *	KOJI SUMINO ET AL: " <a href="#">Effects of nitrogen on dislocation behavior and mechanical strength in silicon crystals</a> ", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Bd. 54, Nr. 9, 1. Januar 1983 (1983-01-01) , Seite 5016, XP55012614, ISSN: 0021-8979, DOI: 10.1063/1.332770
4 *	YONENAGA ET AL: " <a href="#">Role of carbon in the strengthening of silicon crystals</a> ", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, JAPAN SOCIETY OF APPLIED PHYSICS, JP, Bd. 23, Nr. 8, 1. August 1984 (1984-08-01) , Seiten L590-L592, XP002147384, ISSN: 0021-4922, DOI: 10.1143/JJAP.23.L590

\* Cited by examiner

## CLASSIFICATIONS

International Classification	<a href="#">C30B27/00</a> , <a href="#">H01L21/20</a> , <a href="#">H01L21/02</a>
Cooperative Classification	<a href="#">C30B27/00</a> , <a href="#">H01L21/2007</a> , <a href="#">H01L21/02381</a>
European Classification	H01L21/20B2

## LEGAL EVENTS

Date	Code	Event	Description
May 9, 2012	121		<b>Kind code of ref document:</b> A1 <b>Country of ref document:</b> EP <b>Ref document number:</b> 11763613

Patente

Deutsch Englisch

Stand der Technik suchen

Über diese App diskutieren



# Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur

DE 102010040860 A1

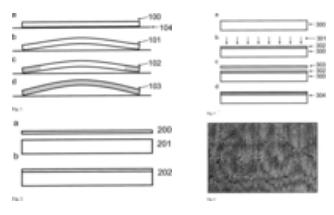
## ZUSAMMENFASSUNG


Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur. Das erfindungsgemäße Schichtsystem zeichnet sich dadurch aus, dass der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens über 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass bereinigte Grenzkonzentration GK die Bedingung der Formel (1) erfüllt:

$$GK = \sum_{m=i}^n \frac{N_{dot}^i}{5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} + \frac{N_{dot}^i}{e^{-E_A^i / 0,095 \text{ eV}}}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad (1)$$

wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat,  $N_{dot}$  für die Dotandenkonzentration in  $\text{cm}^{-3}$  und  $E_A$  für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.

## BILDER (2)



<b>Veröffentlichungsnummer</b>	DE102010040860 A1
<b>Publikationstyp</b>	Anmeldung
<b>Anmeldenummer</b>	DE201010040860
<b>Veröffentlichungsdatum</b>	22. März 2012
<b>Eingetragen</b>	16. Sept. 2010
<b>Prioritätsdatum</b> 	16. Sept. 2010
<b>Auch veröffentlicht unter</b>	<a href="#">WO2012034853A1</a>
<b>Erfinder</b>	<a href="#">Armin Dadgar</a> , <a href="#">Alois Krost</a>
<b>Antragsteller</b>	<a href="#">Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg</a>
<a href="#">Patentzitate</a> (4), <a href="#">Nichtpatentzitate</a> (4), <a href="#">Klassifizierungen</a> (5), <a href="#">Legal Events</a> (2)	
<b>Externe Links:</b> <a href="#">DPMA</a> , <a href="#">Espacenet</a>	

## BESCHREIBUNG

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur. Stand der Technik und Hintergrund der Erfindung
- [0002] Verunreinigungen in Siliziumsubstraten werden meist in Form von Dotanden zur Einstellung der elektrischen Leitfähigkeit bewusst zugesetzt, sind sonst aber in der Regel unerwünscht und werden in der Regel mit aufwendigen Verfahren aus dem Rohmaterial oder während dem Kristallzuchtprozess entfernt. Unerwünschte Verunreinigungen können für Bauelemente negative Auswirkungen haben, da sie zum Teil stark im Silizium diffundieren und die elektrischen Eigenschaften negativ beeinflussen können. Je nach Herstellungsverfahren finden sich in Silizium Verunreinigungen in unterschiedlichen Konzentrationen, z. B. in der Regel Sauerstoff bei nach dem Czochralski-Verfahren (CZ) hergestellten Silizium; beim Zonenschmelzverfahren, auch Float Zone (FZ) genannt, liegen Verunreinigungen in der Regel nur in den Endstücken des Kristalls in nennenswerten Konzentrationen vor. Sauerstoff in CZ Substraten bewirkt zum Beispiel, dass Metallverunreinigungen daran gegetert werden, was in einer Zone nahe der späteren Bauelemente unerwünscht ist, weshalb man bestrebt ist, mindestens eine oberflächennahe Zone davon durch Temperaturbehandlungsschritte zu

## ANSPRÜCHE (8)

- Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgetragenen Heterostruktur, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens über 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass bereinigte Grenzkonzentration GK die Bedingung der Formel (1) erfüllt:  

$$GK = \sum_{m=i}^n \frac{N_{dot}^i}{5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} + \frac{N_{dot}^i}{e^{-E_A^i / 0,095 \text{ eV}}}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad (1)$$
 wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat,  $N_{dot}$  für die Dotandenkonzentration in  $\text{cm}^{-3}$  und  $E_A$  für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.
- Schichtsystem nach Anspruch 1, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat einen oder zwei Dotanden aufweist.
- Schichtsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das dotierte Siliziumsubstrat mit Sauerstoff in einer Konzentration  $N_{dot} \geq 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  dotiert ist.

befreien.

- [0003] Von einigen Verunreinigungen, wie z. B. vom Sauerstoff und Stickstoff ist bekannt, dass sie das Versetzungsgleiten maßgeblich blockieren und dadurch das Silizium etwas härten. Die Elastizität innerhalb der normalen Belastungsgrenzen wird dadurch nicht nennenswert beeinflusst.
- [0004] Das Wachstum von Heteroschichten (Heterostrukturen) auf Siliziumsubstraten ist interessant für viele Anwendungen im Bereich der Mikroelektronik, Sensorik und für optoelektronische Bauelemente, sei es in Verbindung mit Silizium oder unter Nutzung des Siliziums als billiges, großflächiges Substrat zur Schichtherstellung, das später von der Schicht entfernt wird.
- [0005] Probleme, die beim Aufwachsen der Heteroschichten auftreten werden, lassen insbesondere am Beispiel des Wachstums von Gruppe-III-Nitriden, wie AlN, GaN, InN und deren Mischsysteme, auf Silizium erläutern. Das Wachstum solcher Gruppe-III-Nitrid-Schichten findet, außer bei InN-haltigen Schichten, meist bei Temperaturen oberhalb von 900°C statt.
- [0006] Dabei ergibt sich beim Wachstum dieser Materialien auf Silizium das Problem, dass der geringe thermische Ausdehnungskoeffizient von Silizium und der im Verhältnis dazu große Ausdehnungskoeffizient der Gruppe-III-Nitride zu einer starken Zugverspannung beim Abkühlen führt, die zu einem Reißen der aufgewachsenen Schichten schon bei Schichtdicken unterhalb von 1 µm führen.
- [0007] Diesem kann entgegengewirkt werden, indem eine kompressive Vorspannung während des Wachstumsprozesses auf die wachsende Schicht aufgeprägt wird. Wächst man nun eine dicke Schicht oder bei sehr hohen Temperaturen, wie es für Al-reiche Schichten im System AlGaN angezeigt ist, so kommt es prinzipbedingt zum Aufbau einer sehr hohen kompressiven Verspannung, bzw. ohne spezielle Kompression bewirkende Schichten zu einer Zugverspannung der Schicht aufgrund des heteroepitaktischen Wachstums. Dies führt nun dazu, dass sich das Substrat, und hier hochreines und kristallin hochwertigeres FZ früher als CZ Substrate, plastisch deformiert. 1 zeigt schematisch solch ein Substrat 100 auf einer geheizten Unterlage 104 (Teilfigur a), welches sich durch Verspannungen in ein Substrat 101 durchbiegt (Teilfigur b). Überschreiten die Kräfte einen Schwellwert, so tritt, meist am heißeren aufliegenden Rand beginnend, plastische Deformation auf, die in Teilfigur c als schraffierter Bereich im Substrat 102 gezeigt ist. In der Regel breitet sich dieser Bereich über das ganze Substrat 103 aus, wie in Teilfigur d schematisch gezeigt. Solch eine plastische Deformation ist insofern unerwünscht, da sie in der Regel unkontrollierbar ist und somit der Wachstumsprozess nicht mehr beherrscht werden kann. Aufgrund unterschiedlicher Oberflächentemperatur kann es dann zu kompositorischen oder strukturellen Inhomogenitäten kommen. Auch ist es dann unmöglich, durch geschickte Wahl der kompressiven Vorspannung die thermische Zugverspannung, die beim Abkühlen auftritt, auszutarieren, um einen ebenen Wafer, bestehend aus Substrat und Schicht, zu erhalten.
- [0008] Eine Möglichkeit, dieses Problem zu verringern, ist die Verwendung dicker Substrate, wie unter anderem in der [DE 10 2006 008 929 A1](#) beschrieben. Diese letztgenannte Methode versagt jedoch in der Regel endgültig bei Wachstumstemperaturen höher als ca. 1050°C, da dann das Substrat sehr stark zur plastischen Deformation neigt. Zum anderen versagt sie bei sehr dicken aufgebrachtten Schichten, da die Silizium Substratdicke dann auf Werte ansteigen müsste, die sowohl im Herstellungsprozess als auch in nachfolgenden Prozessen schwer handhabbar wären.
- [0009] Die Aufgabe besteht nun darin, eine Lösung für das Problem der plastischen Deformation in der Heteroepitaxie bzw. der Abscheidung verspannter Schichten bei hohen Temperaturen zu finden, sei es für sehr dicke verspannte Schichten oder um normal dicke Substrate nach SEMI Standard verwenden zu können, bzw. nicht übermäßig dicke Substrate, die in der anschließenden Prozessierung viele Probleme bereiten würden. Erfindungsgemäße Lösung
- [0010] Das erfindungsgemäße Schichtsystem aus einem siliziumbasierten Träger und einer direkt auf dem Träger aufgebrachtten Heterostruktur zeichnet sich dadurch aus, dass der Träger ein mit einem oder mehreren Dotanden dotiertes Siliziumsubstrat umfasst, wobei sich die Dotierung über mindestens über 30% der Dicke des dotierten Siliziumsubstrats erstreckt und eine Konzentration der Dotanden im dotierten Bereich des Siliziumsubstrats so vorgegeben ist, dass bereinigte Grenzkonzentration GK die Bedingung der Formel (1) erfüllt:

$$GK = \sum_{m=1}^n \frac{N_{dot}^i}{1 + \frac{5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3} \cdot e^{-E_A^i / 0,095 \text{ eV}}}{N_{dot}^i}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \quad (1)$$

wobei i für den jeweiligen Dotanden im Siliziumsubstrat,  $N_{dot}$  für die Dotandenkonzentration in  $\text{cm}^{-3}$  und  $E_A$  für eine das Versetzungsgleiten hemmende Energiebarriere des Dotanden in eV steht.

- [0011] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass sich die die plastische Deformation des Siliziumsubstrats hemmen lässt, indem das Silizium mit Dotanden versehen wird. Dabei ist die notwendige Konzentration davon abhängig, wie stark der Dotand an die Versetzung bindet, was durch die angegebene Formel (1) berücksichtigt

wird. Zum Erreichen der Grenzkonzentration GK kann der Effekt mehrerer Dotanden aufsummiert werden. Der Dotand kann ein Element, aber auch eine Verbindung sein. Vorzugsweise enthält der dotierte Bereich des Siliziumsubstrats jedoch nur einen oder zwei Dotanden. Bevorzugt ist der Dotand ferner ein Element aus der Gruppe umfassend Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Bor, Arsen, Phosphor und Antimon oder eine Verbindung dieser Stoffe untereinander oder von Sauerstoff oder Stickstoff mit einem Metall, vorzugsweise Aluminium oder einem Übergangsmetall.

[0012] Die Mindestdicke, die im Substrat dotiert sein soll, beträgt 30%; vorzugsweise 50%; ideal ist aber eine möglichst durchgehende Dotierung des Substrats. Je nach Dotand kann aber auch eine modulierte Dotierung bei der Substratherstellung bzw. Einkristallherstellung prozesstechnisch sinnvoll sein, diese sollte jedoch für mindestens 30% der späteren Substratdicke die genannte Bedingung erfüllen. Wie später ausgeführt, ist auch das Bonden von zwei unterschiedlichen Substratqualitäten möglich, woraus eine partielle Dotierung automatisch folgt.

[0013] Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist das dotierte Siliziumsubstrat mit Kohlenstoff in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} \geq 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  dotiert. Kohlenstoff ist als isovalenter Dotand in Silizium sehr gut geeignet, plastische Deformation zu hemmen, sofern er die genannte Konzentration überschreitet. Die genauen Mechanismen sind hierbei noch nicht vollständig geklärt, aber bei Kohlenstoff ist häufig die Bildung kohlenstoffreicher Ausscheidungen zu beobachten, die den Kristall härten.

[0014] Ergänzend oder alternativ ist das dotierte Siliziumsubstrat mit Stickstoff ( $E_A \sim 1.7\text{--}2.4 \text{ eV}$ ) in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} \geq 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  oder mit Sauerstoff ( $E_A \sim 0.57\text{--}0.74 \text{ eV}$ ) in einer Konzentration  $N_{\text{dot}} \geq 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  dotiert (siehe S. M. Hu, Appl. Phys. Lett. 31, 53 (1977) und A. Giannattasio et al., Physica B 340–342, 996 (2003)).

[0015] Die hier genannten das Versetzungsgleiten hemmenden Energiebarrieren entsprechen den Bindungsenergien der Stoffe an Versetzungen, die in der Literatur genannt sind. Die große Streubreite verdeutlicht, dass die Bestimmung nicht einfach ist, was zum Teil an der Reaktion mit anderen im Kristall vorhandenen Stoffen liegt aber auch an einer unterschiedlichen Bindung an die Versetzung sowie des zusätzlichen Einflusses der Diffusion, die mitentscheidend für die Besetzung der Versetzung mit dem Dotanden ist. Grobe Richtwerte für die Eignung eines Dotanden lassen sich anhand der bekannten Bindungsenthalpien bzw. Bindungsenergien von Silizium mit den jeweiligen Stoffen abschätzen welche meist deutlich höher sind als oben genannte, so beträgt der Wert für die Si-O Bindung mehrere eV. Da die Situation im Kristall deutlich komplexer ist, ist eine experimentelle Bestimmung angezeigt.

[0016] Dazu eignen sich unterschiedliche Methoden von denen hier nur einige genannt sind:

In (Christopher A. Schuh, Materials Today 9, 32 (2006)) wird eine Nano-Eindrucktechnik beschrieben. Mit dieser kann in Abhängigkeit der Temperatur und unter Kenntnis der Dotierstoffkonzentration(en) im Vergleich zu undotiertem Material die Aktivierungsenergie aus der Kraft ab der plastische Deformation beginnt bestimmt werden. Zusätzlich zur Bestimmung der Dotierstoffkonzentration, z. B. mittels Sekundärionenmassenspektroskopie (SIMS), ist die Kenntnis der gebildeten Versetzungsliniendichte notwendig zur Bestimmung einer Aktivierungsenergie. Diese kann mittels Transmissionselektronenmikroskopischer Methoden aber auch mittels Defektätzen in ausreichender Genauigkeit bestimmt werden. Andere Methoden sind temperaturabhängige Biegeexperimente. Hier wird das Substratmaterial gebogen und die Kraft dazu aufgezeichnet. Der Beginn der plastischen Deformation ist in der Regel durch eine nachlassende Kraft während der Biegung gekennzeichnet. Kenntnis der Dotierstoffkonzentration(en) vorausgesetzt kann so die Aktivierungsenergie bestimmt werden. Andere Methoden, die auf der temperaturabhängigen Messung der Kraft-Biegekennlinien basieren, sind auch für die Bestimmung anwendbar. Es ist auch möglich die Substrate im MOVPE Prozess zu verwenden: wird eine zug- oder druckverspannte Schicht auf dem Substrat gewachsen, kann mit einer in-situ Krümmungsmessung und einer kombinierten Oberflächentemperaturmessung bestimmt werden, ab welchem Druck und bei welcher Temperatur plastische Deformation auftritt. Idealerweise wird eine zugverspannte Schicht verwendet, da dann die Messung der Temperatur am Auflagepunkt, wo sie maximal ist, erfolgt und so das Ergebnis am wenigsten verfälscht wird. Durch die Variation der Wachstumstemperatur, welche in vielen Verfahren problemlos in einem Rahmen von ca. 100°C variierbar ist, kann so bei bekannter Dotierstoffkonzentration und später bestimmter Versetzungsliniendichte die Aktivierungsenergie bestimmt werden. Dabei ist es bei moderater Dichte der Versetzungen möglich diese beim Wachstum von Gruppe-III-Nitriden unter einem Nomarskimikroskop auszuzählen. Zu beachten ist, dass ab Beginn der Deformation das Wachstum unterbrochen werden muss, um keine, die Messung verfälschende, starke Zunahme der Versetzungsliniendichte zu bewirken. Als Referenz ist ein hochreines Float-Zone Substrat ideal geeignet, je nach Dotand kann aber auch ein Czochralski gewachsenes Substrat sinnvoll sein. So ist in CZ Material in der Regel mehr Sauerstoff vorhanden als in FZ Substraten, was bei zusätzlicher Dotierung, z. B. mit Stickstoff oder B, einen Effekt hat, auch weil Stoffe miteinander reagieren können.

[0017] Andere Methoden mittels Ultraschalltechniken sind ebenfalls in der Literatur beschrieben (siehe z. B. V. I. Ivanov et al. Phys. Stat. Sol. a 65, 335 (1981)).

[0018] Dotierstoffkonzentrationen von Bor, Phosphor, Arsen, Antimon und anderen Elementen, die sehr geringe, das Versetzungsgleiten hemmende Aktivierungsenergien besitzen, zeigen ab Konzentrationen in Höhe von ca.  $10^{20} \text{ cm}^{-3}$  ebenfalls eine im Sinne der Erfindung nutzbare das Versetzungsgleiten hemmende Wirkung. Ob dies an einer Cluster- bzw. Präzipitatbildung hängt oder nicht, ist bislang nicht zweifelsfrei geklärt. Jedoch ist auch bei



niedrigen Energiebarrieren eine Wirkung bei hohen Dotierstoffkonzentrationen zu erwarten. Dies kann mit der dann hohen Besetzung der an der Versetzungslinie vorhandenen Siliziumbindungen mit den Dotanden erklärt werden. Hier kommt die durch die niedrige Energiebarriere meist auch hohe Diffusivität der Stoffe bei hohen Temperaturen ins Spiel die meist eine Akkumulation an Versetzungen bewirkt.

- [0019] Vorzugsweise liegt die Grenzkonzentration GK (Mindestkonzentration), die sich aus Formel (1) ergibt bei  $\geq 5 \times 10^{15}$ , insbesondere  $1 \times 10^{16}$ . Die genannten Grenzen bewirken zwar eine merkliche Härtung des Kristalls, sind aber für viele Prozesse, bei denen stark verspannte Schichten hergestellt werden, ausreichend. So beträgt beim Wachstum einer drei Mikrometer dicken GaN Schicht auf Silizium mittels MOVPE um 1050°C die thermische Verspannungsenergie etwa 1.5–2 GPa. Um diese zu kompensieren muss eine entsprechende Druckverspannung während des Wachstums aufgebaut werden. Diese liegt oberhalb der Grenze für plastische Deformation für hochreines Silizium. In kommerziell erhältlichen CZ Kristallen kann aufgrund der Restverunreinigung mit Sauerstoff, Stickstoff und der Verunreinigung mit einem n- oder p-Dotanden solche eine Dicke meist ohne das Auftreten plastischer Deformation realisiert werden, sofern ein Substrat mit einer Dicke  $> 500 \mu\text{m}$  verwendet wird. Dickere Schichten kommen jedoch auch hier bald an eine Grenze, die das Härten des Kristalls im Sinne der Erfindung unumgänglich macht, da die Substratdicken sonst in einen Bereich von 2 mm vordringen müssen, was technologisch aufgrund des Aufwands für das zur Prozessierung notwendige Dünnen und aufgrund des hohen Materialeinsatzes wenig Sinn macht.
- [0020] Die genannten Mindestkonzentrationen bewirken bei FZ Substraten schon eine wesentliche, für die Schichtstruktur ausreichende, Hemmung der plastischen Deformation. Dabei ist es nicht notwendig, jegliche Versetzungsbildung, wie zum Beispiel in der [US 6,258,695 B1](#) erwünscht, zu verhindern, sondern nur das Versetzungsgleiten, welches zu messbarer plastischer Deformation führt. Diese ist zum Beispiel in Nomarski-Differential Interferenzkontrast Mikroskopbildern von GaN auf (111) Siliziumschichten einfach am gekreuzten Muster zu erkennen, wie es beispielhaft in 4 gezeigt ist und in in-situ Krümmungsmessungen am plötzlichen Abknicken bzw. sehr starken Ansteigen der Krümmungswerte, welche nicht durch die aufgeprägte Spannung bzw. den Schichtaufbau erklärbar sind.
- [0021] Die weißen Hilfslinien markieren dabei in 4 die Deformationslinien, die in diesem Beispiel nur in zwei Richtungen laufen. Die dritte Richtung ist hier noch nicht ausgeprägt genug, um sie im Bild gut zu erkennen. Leichte Deformationen, d. h. Versetzungsbildung, die nicht zu solch einem ausgeprägten Verhalten führen, sind für das erfindungsgemäße Schichtsystem in der Regel nicht von Belang, da leichte Abweichungen von der idealen Krümmung, die mit einer schwachen plastischen Deformation einhergehen, welche zum Beispiel mit der in-situ Krümmungsmessung nicht erkennbar sind, keine nennenswerten Auswirkungen auf das spätere Bauelementverhalten haben.
- [0022] Das Einbringen der Dotanden in den Kristall kann auf vielfältige Weise, zum Beispiel Diffusion oder Implantation, geschehen. FZ Substrate neigen aufgrund ihrer in der Regel hohen Reinheit und Perfektion deutlich früher zu plastischer Deformation als CZ Substrate. Häufig beträgt die erzielbare Schichtdicke, die ohne plastische Deformation auf FZ Substraten erzielt werden kann, nur etwa die Hälfte im Vergleich zu CZ. Stickstoff bietet hierbei speziell einen Vorteil, da es in hochohmigen FZ Substraten, wie sie für Hochfrequenzanwendungen vorgezogen werden, dessen Kompensationseigenschaften verbessert.
- [0023] Allgemein sind besonders Stickstoffzugaben zum Silizium vorteilhaft, da sie eine höhere Stabilität an Versetzungen besitzen als Sauerstoffzugaben, die aufgrund der geringeren Energiebarriere schon ab 800°C einen Teil ihrer hemmenden Wirkung auf das Versetzungswandern verlieren; Stickstoff jedoch erst ab 1200°C, was deutlich höhere Prozesstemperaturen zulässt. Ähnlich wie der Stickstoff verhält sich auch Kohlenstoff, jedoch sind aufgrund unterschiedlichen Einbauverhaltens höhere Kohlenstoffkonzentrationen notwendig, um eine entsprechende Wirkung zu erzielen.
- [0024] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst der Träger ein nicht-dotiertes Siliziumsubstrat, auf dem direkt die Heterostruktur aufgetragen ist und das mit dem dotierten Siliziumsubstrat direkt oder über eine Zwischenschicht verbunden ist. Nach diesem Ansatz ist also vorgesehen, einen Träger durch Bonden zweier siliziumhaltiger Substrate herzustellen. Ein Substrat ist sehr hoch mit mindestens einem der Dotanden dotiert und das andere Substrat zum Beispiel hochrein und hochohmig. Diese Ausführungsform ist in 2 schematisch gezeigt. Hier wird ein meist sehr dünnes hochwertiges Substrat 200 aus reinem Silizium mit einem sehr hoch dotierten siliziumbasierten Substrat 201 verbunden und ergibt dann den Träger 202 (Teilfigur b). Durch das Bonden können so Eigenschaften eines hochqualitativen Substrats für die Epitaxie mit einem hochfesten Substrat verbunden werden. Dabei kann das eigentlich minderwertige, dotierte Substrat auch starke Kristalldefekte enthalten, wie sie bei sehr hohen Dotierstoffkonzentrationen oft in Form von Präzipitaten auftreten.
- [0025] Solch ein Bonden kann ein direktes Si-Si Bonden sein oder mit einer dazwischen liegenden haftvermittelnden Schicht erfolgen, beispielsweise auf Basis von Oxiden, Nitriden, Oxinitriden, Carbiden des Siliziums oder anderer Metalle. Wichtig ist, dass diese Verklebung auch bei den Prozesstemperaturen des Gruppe-III-Nitridwachstums beständig ist. Solch ein Bonden über eine haftvermittelnde Schicht ist in 3 gezeigt. Hier ist in Teilfigur 3a das dotierte Substrat 300 gezeigt, das in Teilfigur 3b mit einer haftvermittelnden Schicht 302 versehen wird, was z. B. mit einem Sputter-, Aufdampf- oder Aufsprüh- oder einem Aufdruckprozess 301 geschehen kann. Auf diese wird dann, wie in Teilfigur 3c gezeigt, ein hochwertiges Silizium Deckschicht 303 aufgebracht, was in Teilfigur 3d dann als Träger 304 mit hochwertiger Oberfläche und hoher Stabilität vor plastischer Verformung für die Aufbringung der Heterostruktur zur Verfügung steht. Speziell die Kombination von hochohmigen FZ und hoch

dotierten CZ Substraten ist vielversprechend für Hochfrequenzanwendungen, die geringe parasitäre Kapazitäten und damit hochohmige Puffer und Substrate fordern.

- [0026] Eine hochwertige Oberflächenregion kann aber auch durch Tempern des Substrats in einer inerten Atmosphäre oder im Vakuum entstehen, bei der bei ausreichender Temperatur die Dotanden aus einer Oberflächenregion von einigen 100 nm bis zu einigen Mikrometern Dicke ausdiffundieren. Je nach Dotand kann neben der inerten Atmosphäre oder einem Vakuum auch eine reaktive Atmosphäre die Ausdiffusion durch Oberflächenreaktionen fördern.
- [0027] Schichten oder Schichtstrukturen sind in der Regel Bauelementschichtstrukturen, wie sie zum Beispiel bei den Gruppe-III-Nitriden meist für Leuchtdioden oder Transistoren benötigt werden. Hier hat es sich gezeigt, dass eine effiziente Lichtauskopplung von Leuchtdioden am besten mit einem Dünnschichtkonzept gelingt. Das heißt, eine 4 bis 5 Mikrometer dicke Schicht wird auf dem Silizium Substrat gewachsen und dann auf einen neuen hochreflektierenden Träger transferiert, wobei das Ursprungssubstrat später entfernt wird. Hier ist die Dicke notwendig für den Transferprozess selbst und um eine raue Lichtauskoppelschicht einbringen zu können. Wendet man keinen Dünnschichtprozess an, so ist wiederum die Lichtauskopplung verbessert, wenn man dicke Schichten verwendet, da dann durch weniger verlustbehaftete Reflexionen lateral emittierten Lichts die Helligkeit steigt.
- [0028] Im Fall von Transistoren sind dicke Schichten besonders für Hochspannungsbaulemente wichtig, da die Durchbruchfeldstärke neben der Materialqualität und dem Kontaktabstand wesentlich von der Dicke der Schicht abhängt. Bei Hochfrequenztransistoren verringert sich der Einfluss des meist noch recht leitfähigen und als absorbierendes RC Glied wirkenden Siliziumsubstrats mit zunehmender Schichtdicke. Aber auch andere Bauelemente, die einen geringen Einfluss des Substrats auf die Bauelementeigenschaften oder dicke Schichten aufgrund ihrer Stabilität benötigen, wie z. B. MEMS, sind ideal geeignet, auf den erfindungsgemäßen Substraten gewachsen zu werden, weil dies für dicke Schichten nur so oder mit sehr dicken und schwer prozessierbaren Substraten gelingt. Das Schichtsystem ist demnach vorzugsweise eine Bauelementschichtstruktur eines Hochfrequenztransistors oder einer Leuchtdiode.
- [0029] Der Begriff Heterostruktur bezieht sich allgemein auf verspannte Schichten aus anderen Materialien wie Silizium, die auf Siliziumsubstraten oberhalb der genannten Temperaturen abgeschieden oder thermisch prozessiert werden, also nicht nur auf die exemplarisch genannten Gruppe-III-Nitride. Auch schon die Prozessierung bei hohen Temperaturen kann bei verspannten Systemen zu plastischer Deformation führen, wenn diese zum Beispiel bei niedrigeren Temperaturen hergestellt wurden, was wiederum durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Schichtsysteme verhindert werden kann.
- ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG
- [0030] Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.
- Zitierte Patentliteratur
- [0031] DE 102006008929 A1 [0008]  
US 6258695 B1 [0020]
- Zitierte Nicht-Patentliteratur
- [0032] S. M. Hu, Appl. Phys. Lett. 31, 53 (1977) [0014]  
A. Giannattasio et al., Physica B 340–342, 996 (2003) [0014]  
Christopher A. Schuh, Materials Today 9, 32 (2006) [0016]  
V. I. Ivanov et al. Phys. Stat. Sol. a 65, 335 (1981) [0017]

## PATENTZITATE

Zitiertes Patent	Eingetragen	Veröffentlichungsdatum	Antragsteller	Titel
<a href="#">DE19833237A1</a> *	23. Juli 1998	28. Jan. 1999	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Atsugi, Kanagawa, Jp	Halbleiterdünnschicht und Halbleitergerät
<a href="#">DE102006008929A1</a>	23. Febr. 2006	30. Aug. 2007	Azzurro Semiconductors Ag	Nitridhalbleiter-Bauelement und Verfahren zu seiner Herstellung
<a href="#">US6258695</a>	4. Febr. 1999	10. Juli 2001	International Business Machines Corporation	Dislocation suppression by carbon incorporation
<a href="#">US7122450</a> *	15. März 2002	17. Okt. 2006	Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.	Process for manufacturing a semiconductor device

\* Vom Prüfer zitiert

## NICHTPATENTZITATE

Referenz	
1	A. Giannattasio et al., Physica B 340-342, 996 (2003)
2	Christopher A. Schuh, Materials Today 9, 32 (2006)

- |   |   |
|---|---|
| 3 | S. M. Hu, Appl. Phys. Lett. 31, 53 (1977)             |
| 4 | V. I. Ivanov et al. Phys. Stat. Sol. a 65, 335 (1981) |

## KLASSIFIZIERUNGEN

Internationale Klassifikation	<a href="#">H01L29/207</a>
Unternehmensklassifikation	<a href="#">C30B27/00</a> , <a href="#">H01L21/2007</a> , <a href="#">H01L21/02381</a>
Europäische Klassifikation	H01L21/20B2

## JURISTISCHE EREIGNISSE

Datum	Code	Ereignis	Beschreibung
2. Dez. 2011	R016		
16. Sept. 2011	R082		<b>Representative=s name:</b> ANWALTSKANZLEI GULDE HENGELHAUPT ZIEBIG & SCHNEIDE

[Google-Startseite](#) - [Sitemap](#) - [USPTO-Bulk-Downloads](#) - [Datenschutzerklärung](#) - [Nutzungsbedingungen](#) - [Über Google Patente](#) - [Feedback geben](#)

Daten bereitgestellt von IFI CLAIMS Patent Services.

© 2012 Google



Google SafeSearch is ON

## Search

About 231 results

Web

[Layer system of a silicon-based support and a heterostructure ...](#)

Images

[www.google.com/patents/WO2012034853A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2012034853A1?cl=en)

App. - Filed 31 Aug 2011 - Published 22 Mar 2012 - Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg

Videos

The invention relates to a layer system of a silicon-based support having a monocrystalline surface and a heterostructure applied directly onto the ...

News

Shopping

Patents

More

[Mass-sensitive thin-film resonators for layer thickness measuring ...](#)[www.google.com/patents/WO2007140943A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2007140943A1?cl=en)

App. - Filed 1 Jun 2007 - Published 13 Dec 2007 - Albert-Ludwigs-Universitaet Freiburg

The present invention relates to a layer thickness sensor for monitoring deposition processes and to a method for monitoring layer deposition processes in ...

## Any Patent Office

United States

Europe

International

China

Germany

Canada

[Security feature](#)[www.google.com/patents/WO2006117402A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2006117402A1?cl=en)

App. - Filed 4 May 2006 - Published 9 Nov 2006 - Azzurro Semiconductors Ag

Disclosed is a security feature that codes information and is designed to deliver information in the form of a signal response after irradiation with pulsed ...

## Any filing status

Applications

Issued patents

[Method for depositing iii-v semiconductor layers on a non-iii-v ...](#)[www.google.com/patents/WO2003054929A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054929A2?cl=en)

App. - Filed 16 Nov 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag

The invention relates to a method for depositing thick III-V semiconductor layers on a non-III-V substrate, particularly a silicon substrate, by introducing gaseous ...

## Any patent type

Utility

Design

Plant

Defensive

Publication

Additional

Improvement

Statutory Invention

Registration

[Method for the production of iii-v laser components](#)[www.google.com/patents/WO2003054921A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054921A2?cl=en)

App. - Filed 15 Nov 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag

Method for the production of iii-v laser components. WO 2003054921 A2. Abstract. The invention relates to a method for the production of ...

## Sorted by relevance

Filing date: latest

Filing date: oldest

[Semiconductor chip and method for producing the same](#)[www.google.com/patents/WO2012035135A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2012035135A1?cl=en)

App. - Filed 16 Sep 2011 - Published 22 Mar 2012 - Osram Opto Semiconductors Gmbh

The invention relates to a semiconductor chip (10) comprising a stack (2) of semiconductor layers, the stack (2) of semiconductor layers being based on a ...

[Group iii nitride-based layer sequence, component, and production ...](#)[www.google.com/patents/WO2013010533A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2013010533A1?cl=en)

App. - Filed 19 Jul 2012 - Published 24 Jan 2013 - Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg

The invention relates to a group III nitride-based layer sequence (100) at least comprising an Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Y<sub>N</sub>-based seed layer (102) and an Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Y<sub>N</sub> ...[Method for producing semiconductor components](#)[www.google.com/patents/WO2002058163A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2002058163A2?cl=en)

App. - Filed 12 Dec 2001 - Published 25 Jul 2002 - Aixtron Ag

Method for producing semiconductor components. WO 2002058163 A2. Abstract. The invention ...

[Nitride semiconductor component and method for the production thereof](#)[www.google.com/patents/WO2007096405A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2007096405A1?cl=en)

App. - Filed 22 Feb 2007 - Published 30 Aug 2007 - Azzurro Semiconductors Ag

The invention relates to a method for producing a layer structure of a nitride



semiconductor component on a silicon surface, said method comprising the ...

[Method for depositing iii-v semiconductor layers on a non iii-v ...](#)

[www.google.com/patents/WO2003054939A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054939A1?cl=en)

App. - Filed 11 Dec 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag



The invention relates to a method for depositing III-V semiconductor layers on a non III-V substrate, especially a sapphire, silicon or silicon oxide substrate, ...



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 [Next](#)

[Advanced search](#)   [Search Help](#)   [Send feedback](#)

[Google Home](#)   [Advertising Programs](#)   [Business Solutions](#)   [Privacy & Terms](#)  
[About Google](#)





Google SafeSearch is ON

## Search

About 206 results

Web

### [Layer system of a silicon-based support and a heterostructure ...](#)

Images



[www.google.com/patents/WO2012034853A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2012034853A1?cl=en)  
App. - Filed 31 Aug 2011 - Published 22 Mar 2012 - Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg

Videos

The invention relates to a layer system of a silicon-based support having a monocrystalline surface and a heterostructure applied directly onto the ...

News

Shopping

Patents

More

### [Method for depositing iii-v semiconductor layers on a non-iii-v ...](#)



[www.google.com/patents/WO2003054929A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054929A2?cl=en)  
App. - Filed 16 Nov 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag  
The invention relates to a method for depositing thick III-V semiconductor layers on a non-III-V substrate, particularly a silicon substrate, by introducing gaseous ...

#### Any Patent Office

United States

Europe

International

China

Germany

Canada



### [Method of epitaxy of gallium nitride on silicon substrates](#)

[www.google.com/patents/EP0884767A2?cl=en](http://www.google.com/patents/EP0884767A2?cl=en)  
App. - Filed 12 Jun 1998 - Published 16 Dec 1998 - Dieter Prof. Dr. Bimberg  
In a process for gallium nitride epitaxy on a silicon substrate, an aluminium arsenide layer is applied between the substrate and the gallium nitride layer. A GaAs ...

#### Any filing status

Applications

Issued patents



### [Method for the production of iii-v laser components](#)

[www.google.com/patents/WO2003054921A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054921A2?cl=en)  
App. - Filed 15 Nov 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag  
Method for the production of iii-v laser components. WO 2003054921 A2.  
Abstract. The invention relates to a method for the production of ...

#### Any patent type

Utility

Design

Plant

Defensive

Publication

Additional

Improvement

Statutory Invention

Registration



### [Semiconductor chip and method for producing the same](#)

[www.google.com/patents/WO2012035135A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2012035135A1?cl=en)  
App. - Filed 16 Sep 2011 - Published 22 Mar 2012 - Osram Opto Semiconductors GmbH  
The invention relates to a semiconductor chip (10) comprising a stack (2) of semiconductor layers, the stack (2) of semiconductor layers being based on a ...

#### Sorted by relevance

Filing date: latest

Filing date: oldest



### [Group iii nitride-based layer sequence, component, and production ...](#)

[www.google.com/patents/WO2013010533A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2013010533A1?cl=en)  
App. - Filed 19 Jul 2012 - Published 24 Jan 2013 - Otto-Von-Guericke-Universität Magdeburg  
The invention relates to a group III nitride-based layer sequence (100) at least comprising an AlxGayln1-x-yN-based seed layer (102) and an AlxGayln1-x-yN ...

### [Method for producing semiconductor components](#)



[www.google.com/patents/WO2002058163A2?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2002058163A2?cl=en)  
App. - Filed 12 Dec 2001 - Published 25 Jul 2002 - Aixtron Ag  
Method for producing semiconductor components. WO 2002058163 A2.  
Abstract. The invention ...

### [Nitride semiconductor component and method for the production thereof](#)



[www.google.com/patents/WO2007096405A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2007096405A1?cl=en)  
App. - Filed 22 Feb 2007 - Published 30 Aug 2007 - Azzurro Semiconductors Ag  
The invention relates to a method for producing a layer structure of a nitride semiconductor component on a silicon surface, said method comprising the ...

### [Method for depositing iii-v semiconductor layers on a non iii-v ...](#)

[www.google.com/patents/WO2003054939A1?cl=en](http://www.google.com/patents/WO2003054939A1?cl=en)  
App. - Filed 11 Dec 2002 - Published 3 Jul 2003 - Aixtron Ag  
The invention relates to a method for depositing III-V semiconductor layers on a non III-V substrate, especially a sapphire, silicon or silicon oxide substrate, ...



[Method for depositing iii-v semiconductor layers on a non iii-v ...](#)

[www.google.com/patents/EP1456872A1?cl=en](http://www.google.com/patents/EP1456872A1?cl=en)

App. - Filed 11 Dec 2002 - Published 15 Sep 2004 - Aixtron AG

Abstract. The invention relates to a method for depositing III-V semiconductor layers on ...



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 [Next](#)

[Advanced search](#)   [Search Help](#)   [Send feedback](#)

[Google Home](#)   [Advertising Programs](#)   [Business Solutions](#)   [Privacy & Terms](#)  
[About Google](#)

WO2012034853 (A1)

**Bibliographic data**

Description

Claims

Mosaics

Original document

Cited documents

Citing documents

INPADOC legal status

INPADOC patent family

**Quick help** —

- [What does A1, A2, A3 and B stand for after a European publication number?](#)
- [What happens if I click on "In my patents list"?](#)
- [What happens if I click on the "Register" button?](#)
- [Why are some sidebar options deactivated for certain documents?](#)
- [How can I bookmark this page?](#)
- [Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?](#)
- [Why do I sometimes find the abstract of a corresponding document?](#)
- [What happens if I click on the red "patent translate" button?](#)

**Bibliographic data: WO2012034853 (A1) — 2012-03-22**★ [In my patents list](#) ↗ [EP Register](#) → [Report data error](#)

Print

**LAYER SYSTEM OF A SILICON-BASED SUPPORT AND A HETEROSTRUCTURE APPLIED DIRECTLY ONTO THE SUPPORT****Page bookmark** [WO2012034853 \(A1\) - LAYER SYSTEM OF A SILICON-BASED SUPPORT AND A HETEROSTRUCTURE APPLIED DIRECTLY ONTO THE SUPPORT](#)**Inventor(s):** DADGAR ARMIN [DE]; KROST ALOIS [DE] ±**Applicant(s):** UNIV MAGDEBURG TECH [DE]; DADGAR ARMIN [DE]; KROST ALOIS [DE] ±**Classification:** - international: [C30B27/00](#); [H01L21/02](#); [H01L21/20](#)- cooperative: [C30B27/00](#); [H01L21/2007](#); [H01L21/02381](#)**Application number:** WO2011EP64960 20110831**Priority number(s):** [DE20101040860](#) [20100916](#)**Also published as:** [DE102010040860 \(A1\)](#) [TW201214702 \(A\)](#) [EP2616576 \(A1\)](#)**Abstract of WO2012034853 (A1)**Translate this text into [i](#)

Bulgarian



The invention relates to a layer system of a silicon-based support having a monocrystalline surface and a heterostructure applied directly onto the monocrystalline surface. The layer system according to the invention is characterized in that the support comprises a silicon substrate doped with one or more dopants, the doped portion extending across at least 30% of the thickness of the doped silicon substrate and a concentration of the dopant in the doped portion of the silicon substrate being defined such that a corrected threshold concentration (GK) meets the condition of formula (1); wherein *i* represents the respective dopant in the silicon substrate, Ndot represents the dopant concentration in cm<sup>-3</sup> and EA represents an energy barrier in eV of the dopant inhibiting dislocation glide.