



# BUNDESPATENTGERICHT

23 W (pat) 72/05

---

(Aktenzeichen)

Verkündet am  
15. November 2011

...

## BESCHLUSS

In dem Beschwerdeverfahren

...

**betreffend die Patentanmeldung DE 101 51 092.6-33**

hat der 23. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 15. November 2011 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Strößner sowie der Richter Lokys, Brandt und Metternich

beschlossen:

1. Der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H 01 L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 6. Mai 2005 wird aufgehoben.
2. Es wird ein Patent mit der Bezeichnung „Verfahren zur Herstellung von planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstrukturen auf Silizium Substrat“ und dem Anmeldetag 13. Oktober 2001 auf der Grundlage folgender Unterlagen erteilt:  
Ansprüche 1 bis 8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011, Beschreibungsseiten 7 und 8, eingereicht am 13. Oktober 2001, weiteren Beschreibungsseiten 1, 3 bis 6, eingereicht am 9. November 2011, geänderter Beschreibungsseite 2, eingereicht in der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011, sowie 2 Blatt Zeichnungen mit Zeichnungen 1 bis 3, eingereicht am 9. August 2002 (Hilfsantrag 1).
3. Im Übrigen wird die Beschwerde zurückgewiesen.

## **Gründe**

### **I**

Die Patentanmeldung DE 101 51 092.6-33 wurde am 13. Oktober 2001 beim Deutschen Patent- und Markenamt mit der Bezeichnung „Verfahren zur Herstellung von planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstrukturen auf Silizium Substrat“ angemeldet. Die ursprüngliche Anmeldung beinhaltete 2 Patentansprüche. Von den Anmeldern wurde in den ursprünglichen Unterlagen

- wie bei wissenschaftlichen Publikationen üblich - ein umfangreicher eigener Stand der Technik genannt, vgl. *Anmeldungs-OS*.

Die Prüfungsstelle für Klasse H 01 L des Deutschen Patent- und Markenamts hat im Prüfungsverfahren als Stand der Technik die vor dem Anmeldetag der vorliegenden Anmeldung veröffentlichten Druckschriften ermittelt:

- D1 DE 100 56 645 A1,
- D2 S. Tanaka, M. Takeushi and Y. Aoyagi: Anti-Surfactant in III-Nitride Epitaxy - Quantum Dot Formation and Dislocation Termination - In: Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39, Part 2, No. 8B (2000) Seiten L831 - L834,
- D3 DE 101 14 029 A1,
- D4 DE 199 27 945 A1 und
- D5 DE 199 47 030 A1.

Mit Beschluss vom 6. Mai 2005, abgesandt am 24. Mai 2005, wurde die Anmeldung zurückgewiesen, weil nach Auffassung der Prüfungsstelle der Gegenstand des damals geltenden Patentanspruchs 1 im Hinblick auf die Druckschriften 1 und 2 i. V. m. üblichen fachmännischen Kenntnissen nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhe.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die Beschwerde der Anmelderin vom 7. Juni 2005, eingegangen am 10. Juni 2005.

Zur Vorbereitung der mündlichen Verhandlung hat der Senat mit der Zwischenverfügung vom 8. November 2011 noch auf folgenden Stand der Technik, der auf die Erfinder A. Dadgar und A. Korst zurückgeht, hingewiesen:

- D6 A. Dadgar, J. Bläsing, A. Diez, A. Alam, M. Heuken and A. Krost: „Metalorganic Chemical Vapor Phase Epitaxy of Crack-free GaN on Si (111) Exceeding 1  $\mu\text{m}$  in Thickness“ in Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 39 (2000) pp. L1183 - L1185, Part 2, No. 11B, 15. November 2000 und
- D7 A. Dadgar, J. Christen, T. Riemann, S. Richter J. Bläsing, A. Diez, A. Krost and A. Alam, M. Heuken: „Bright blue electroluminescence from an InGaN/GaN multiquantum-well diode on Si (111): Impact of an AlGaIn/GaN multilayer“ in Appl. Phys. Lett., Vol. 78, No. 15, 9. April 2001, pp. 2211 - 2213.

In der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011 hat die Beschwerdeführerin ihre Patentanmeldung mit Patentansprüchen 1 bis 9 gemäß Hauptantrag, hilfsweise mit den Patentansprüchen 1 bis 8 gemäß Hilfsantrag verteidigt und beantragt,

1. den Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse H 01 L des Deutschen Patent- und Markenamts vom 6. Mai 2005 aufzuheben;
2. ein Patent mit der Bezeichnung „Verfahren zur Herstellung von planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstrukturen auf Silizium Substrat“ und dem Anmeldetag 13. Oktober 2001 auf der Grundlage folgender Unterlagen zu erteilen:

Ansprüche 1 bis 9, eingereicht in der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011, Beschreibungsseiten 7 und 8, eingereicht am 13. Oktober 2001, weiteren Beschreibungsseiten 1 bis 6, eingereicht am 9. November 2011 sowie 2 Blatt Zeichnungen mit Zeichnungen 1 bis 3, eingereicht am 9. August 2002 (Hauptantrag).

3. hilfsweise ein Patent mit der oben genannten Bezeichnung und dem oben genannten Anmeldetag 13. Oktober 2001 auf der Grundlage folgender Unterlagen zu erteilen:

Ansprüche 1 bis 8, eingereicht in der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011, Beschreibungsseiten 7 und 8, eingereicht am 13. Oktober 2001, weiteren Beschreibungsseiten 1, 3 bis 6, eingereicht am 9. November 2011, geänderter Beschreibungsseite 2, eingereicht in der mündlichen Verhandlung am 15. November 2011 und Zeichnungen 1 gemäß Hauptantrag (1. Hilfsantrag).

Ferner erklärt die Beschwerdeführerin die Teilung der Anmeldung hilfsweise für den Fall, dass die Beschwerde im Umfang des Hauptantrages zurückgewiesen werden sollte.

Die Patentansprüche 1 bis 9 gemäß Hauptantrag lauten mit nach Merkmalen a1 bis g1 bzw. nach Merkmalen a9 bis g9 gegliederten Patentansprüchen 1 bzw. 9 folgendermaßen:

- a1 „1. Verfahren zur Herstellung einer planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat, umfassend:
- b1 - Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V-Keimschicht auf dem

Silizium-Substrat;

- c1 - Abscheiden von Gruppe-III-Nitrid-Schichten bei einer Temperatur oberhalb von 1000°C mittels metallorganischer Gasphasen-Epitaxie;
- d1 - Dotieren der Gruppe-III-Nitrid-Schichten während des Abscheidens zum Erzielen einer n-Typ-Leitfähigkeit der Gruppe-III-Nitrid-Schichten;
- e1 - ein oder mehrmaliges Unterbrechen des Abscheidens der Gruppe-III-Nitrid-Schichten
  - a) durch Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht und
  - b) durch in-situ durchgeführtes Abscheiden einer SiN-Zwischenschicht mit einer jeweiligen Schichtdicke im Bereich weniger Monolagen,
- f1 - wobei auf eine jeweilige Gruppe-III-Nitrid-Schicht entweder die Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht oder die SiN-Zwischenschicht folgt;
- g1 - wobei das Abscheiden der SiN-Zwischenschicht gefolgt ist vom Abscheiden der jeweils nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht unter Herbeiführen einer Koaleszenz dieser nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von weniger als 1 µm Schichtdicke.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten auf eine Oberfläche der Lichtemitterstruktur ein transparentes Material aufgebracht wird, welches anschließend texturiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten ihre Oberfläche mittels Ätzen strukturiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten das Abscheiden einer rauhen Gruppe-III-Nitrid-Deckschicht umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Gruppe-III-Nitrid-Deckschicht eine hoch p-dotierte GaN:Mg-Schicht abgeschieden wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine rauhe Oberfläche der Lichtemitterstruktur hergestellt wird, indem die Gruppe-III-Nitrid-Schicht nach einer letzten der in-situ-Maskierungen mit der SiN-Zwischenschicht nicht vollständig koalesziert.
7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die SiN-Zwischenschicht mit einer solchen Dicke abgeschieden wird, bei der die anschließend abgeschiedene Gruppe-III-Nitrid-Schicht zunächst in Form von Gruppe-III-Nitrid-Inseln mit wechselseitigen Abstand von 100 Nanometern bis zu einen Mikrometern entsteht, von denen anschließend das weitere Schichtwachstum ausgeht.
8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Anschluss an eine der SiN-Zwischenschichten die Gruppe-III-Nitridschicht als n-dotierte Gruppe-III-Nitridschicht abgeschieden wird, wobei eine Dicke der betreffenden SiN-Zwischenschicht sowie eine Wachstumstemperatur, ein Stickstoffprecursorangebot und ein V-III-Verhältnis beim Abscheiden der n-dotierten Gruppe-III-Nitridschicht so eingestellt werden, dass die n-dotierte Gruppe-III-Nitridschicht innerhalb weniger 100 Nanometer koalesziert.
- a9 9. Gruppe-III-Nitrid-basierte Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat, umfassend:

- b9 - eine aluminiumhaltige Gruppe-III-V-Keimschicht unmittelbar auf dem Siliziumsubstrat;
- c9 - eine darauf abgeschiedene Schichtfolge von n-dotierten Gruppe-III-Nitrid-Schichten, wobei
- d9 - die Schichtfolge der Gruppe-III-Nitrid-Schichten unterbrochen ist von
  - a) einer oder mehreren aluminiumhaltigen Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschichten; und
  - b) einer oder mehreren in-situ SiN-Zwischenschichten mit einer jeweiligen Schichtdicke im Bereich weniger Monolagen,
- e9 - auf eine jeweilige Gruppe-III-Nitrid-Schicht entweder die Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht oder die SiN-Zwischenschicht folgt;
- f9 - die SiN-Zwischenschicht jeweils gefolgt ist von einer nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht der Schichtfolge und diese jeweils nachfolgende Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb weniger als 1 µm Schichtdicke koalesziert ist;
- g9 und wobei die Lichtemitterstruktur als Ganzes planar und rißfrei ist.“

Die Patentansprüche 1 bis 8 gemäß Hilfsantrag lauten mit nach Merkmalen a'1 bis h'1 bzw. nach Merkmalen a'8 bis g'8 gegliederten Patentansprüchen 1 und 8 folgendermaßen:

- a'1 „1. Verfahren zur Herstellung einer planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat, bei dem vor dem Abscheiden aktiver Schichten folgende Schritte durchgeführt werden:
- b'1 - Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V-Keimschicht auf dem Silizium-Substrat;
- c'1 - Abscheiden von Gruppe-III-Nitrid-Schichten bei einer Temperatur



oberhalb von 1000°C mittels metallorganischer Gasphasen-Epitaxie;

- d'1 - Dotieren der Gruppe-III-Nitrid-Schichten während des Abscheidens zum Erzielen einer n-Typ-Leitfähigkeit der Gruppe-III-Nitrid-Schichten;
- e'1 - ein oder mehrmaliges Unterbrechen des Abscheidens der Gruppe-III-Nitrid-Schichten
  - a) durch Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht und
  - b) durch in-situ durchgeführtes Abscheiden einer SiN-Zwischenschicht mit einer jeweiligen Schichtdicke im Bereich weniger Monolagen,
- f'1 - wobei auf eine jeweilige Gruppe-III-Nitrid-Schicht entweder die Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht oder die SiN-Zwischenschicht folgt;
- g'1 - wobei das Abscheiden der SiN-Zwischenschicht gefolgt ist vom Abscheiden der jeweils nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht unter forciertem Herbeiführen einer Koaleszenz dieser nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht, und
- h'1 - wobei eine Dicke der betreffenden SiN-Zwischenschicht sowie eine Wachstumstemperatur, ein Stickstoffprecursorangebot und ein V-III-Verhältnis beim Abscheiden der nachfolgenden Gruppe-III-Nitridschicht so eingestellt werden, dass die Gruppe-III-Nitridschicht innerhalb von wenigen 100 Nanometern koalesziert.“

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten auf eine Oberfläche der Lichtemitterstruktur ein transparentes Material aufgebracht wird, welches anschließend texturiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem nach dem Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten ihre Oberfläche mittels Ätzen strukturiert wird.
  4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Abscheiden der Gruppe-III-Nitrid-Schichten das Abscheiden einer rauhen Gruppe-III-Nitrid-Deckschicht umfasst.
  5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Gruppe-III-Nitrid-Deckschicht eine hoch p-dotierte GaN:Mg-Schicht abgeschieden wird.
  6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine rauhe Oberfläche der Lichtemitterstruktur hergestellt wird, indem die Gruppe-III-Nitrid-Schicht nach einer letzten der in-situ-Maskierungen mit der SiN-Zwischenschicht nicht vollständig koazeliert.
  7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die SiN-Zwischenschicht mit einer solchen Dicke abgeschieden wird, bei der die anschließend abgeschiedene Gruppe-III-Nitrid-Schicht zunächst in Form von Gruppe-III-Nitrid-Inseln mit wechselseitigen Abstand von 100 Nanometern bis zu einen Mikrometern entsteht, von denen anschließend das weitere Schichtwachstum ausgeht.
- a'8 8. Gruppe-III-Nitrid-basierte Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat, umfassend:
- b'8 - eine aluminiumhaltige Gruppe-III-V-Keimschicht unmittelbar auf dem Siliziumsubstrat;
  - c'8 - eine darauf abgeschiedene Schichtfolge von n-dotierten Gruppe-III-Nitrid-Schichten, wobei
  - d'8 - die Schichtfolge der Gruppe-III-Nitrid-Schichten unterbrochen ist von

- a) einer oder mehreren aluminiumhaltigen Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschichten; und
  - b) einer oder mehreren in-situ SiN-Zwischenschichten mit einer jeweiligen Schichtdicke im Bereich weniger Monolagen,
- e'8 - auf eine jeweilige Gruppe-III-Nitrid-Schicht entweder die Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht oder die SiN-Zwischenschicht folgt;
- f'8 - die SiN-Zwischenschicht jeweils gefolgt ist von einer nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht der Schichtfolge und diese jeweils nachfolgende Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von wenigen 100 Nanometern Schichtdicke koalesziert ist;
- g'8 und wobei diese Schichtfolge als Trägerstruktur für aktive Schichten dient und damit die Lichtemitterstruktur als Ganzes planar und rißfrei ist.“

Der wesentliche Unterschied des Anspruchssatzes nach Hilfsantrag besteht darin, dass das „forcierte Koaleszieren“ gemäß Unteranspruch 8 des Hauptantrages in die selbständigen Patentansprüche 1 und 8 des Hilfsantrages aufgenommen wurde, während die Unteransprüche 2 bis 7 des Haupt- und Hilfsantrages identisch sind.

Bezüglich weiterer Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

## II

### 1. Anmeldungsgegenstand

Nach der geltenden Beschreibung betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstrukturen auf Silizium Substrat, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 1, Zn. 3 und 4.*

Die preiswerte Homoepitaxie auf GaN-Substraten ist aufgrund der derzeit geringen Größe und Qualität der verfügbaren GaN-Substrate nicht im kommerziellen Maßstab möglich. Die kommerzielle Herstellung von Gruppe-III-Nitrid Schichten, z. B. für blaue und grüne Leuchtdioden, wird zur Zeit hauptsächlich auf Saphir- und SiC-Substraten durchgeführt. Das Wachstum von GaN-Schichten auf Si-Substraten könnte einerseits aufgrund der Verfügbarkeit von Si-Substraten bis zu 30 cm Durchmesser die Ausbeute an Bauelementen steigern und die Kosten gegenüber Saphir- und SiC-Substraten erheblich senken und andererseits die Integration nitridhaltiger Bauelementstrukturen mit der bestehenden Si-Technologie ermöglichen, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 1, Zn. 5 bis 25.*

Das Hauptproblem der Epitaxie von Gruppe-III-N Schichten auf Si Substraten ist die thermische Fehlanpassung der Materialien, die insbesondere bei den bei der Gasphasenepitaxie üblichen Temperaturen von über 1000°C ab Schichtdicken oberhalb von ca. 1 µm zur unkontrollierbaren Reißbildung führt oder bei Wachstumsmethoden mit niedrigeren Abscheidungstemperaturen keine Schichten oberhalb der Schichtdicke von 3 µm zulassen. Dabei kommt es je nach Prozessführung zur Reißbildung mit Abständen von ca. 10 - 500 µm zwischen den Rissen, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 2, Zn. 23 bis 29.*

Die Reißvermeidung kann durch den Einsatz von Niedertemperatur-Zwischenschichten nach Anspruch 1, wie sie schon von Amano et al. zum Wachstum von verspannten AlGaN Schichten auf Saphir vorgeschlagen wurden, realisiert werden, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 3, Zn. 4 bis 6.* Dadgar et al. (= D6) haben gezeigt, dass sich damit prinzipiell die Reißreduktion in GaN-Schichten auf Si-Substraten erzielen lässt. Dabei sollte bei mehreren Niedertemperatur-Zwischenschichten der Abstand dieser Schichten unterhalb der kritischen Dicke der dazwischen liegenden GaN-Schicht von ca. 1 µm liegen. Die genannten Niedertemperatur-Zwischenschichten besitzen meist eine schlechte kristalline Qualität und eventuell auch eine nichtstöchiometrische Zusammensetzung. Trotz des Spannungsabbaus werden durch diese Schichten meist neue Versetzungen in der dar-

auffolgenden Schicht erzeugt. Daher kann mit dieser Methode kein versetzungsarmes Material hergestellt werden. Dieses Problem wird von dünnen  $\text{Si}_x\text{N}_y$ -Zwischenschichten, wie es erstmals von Tanaka et al. (= D2) für das Wachstum von GaN auf Saphir vorgeschlagen wurde, gelöst. Das  $\text{Si}_x\text{N}_y$  wird dabei in-situ, d. h. während des Wachstumsprozesses, aus Silan und Ammoniak abgeschieden. Es bildet sich dann eine meist nicht völlig geschlossene  $\text{Si}_x\text{N}_y$  Schicht, die als Maskierung für das darauffolgende Wachstum dient. Dabei sollte diese Zwischenschicht so dick sein, dass idealerweise nach der  $\text{Si}_x\text{N}_y$  Abscheidung nur noch wenige Gruppe-III-Nitrid Inseln im Abstand von 100 nm bis zu einigen  $\mu\text{m}$  entstehen. Durch die Inseln, von denen das weitere Wachstum ausgeht, bzw. die Maskierung, die die darunterliegenden Versetzungen zum Teil oder vollständig auslöscht, kann das darüberliegende Material deutlich versetzungsärmer gewachsen werden, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 3, Zn. 6 bis 26.*

Beim Wachstum auf Silizium ist jedoch im Gegensatz zum Wachstum auf Saphir zu beachten, dass die Koaleszenzdicke, die bei einer  $\text{Si}_x\text{N}_y$ -Maskierung auftritt, in den bisher beschriebenen Verfahren zu groß ist, d. h. oberhalb der kritischen Rißdicke für z. B. GaN auf Si von 1  $\mu\text{m}$  liegt und zwangsläufig Risse entstehen. Eine n-Typ Dotierung (mit Si) hemmt das schnelle Koaleszieren der Schicht. Dieser Nachteil wird bei dem Verfahren gemäß vorliegender Anmeldung durch ein „forciertes Koaleszieren“ verhindert, wozu eine relativ hohe Wachstumstemperatur und ein hohes Stickstoffprecursorangebot, bzw. hohes V-III Verhältnis förderlich ist, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 3, Z. 27 bis Seite 4, Z. 2.*

Gemäß geltender Beschreibung (*vgl. dort auf Seite 4, Z. 15 bis 22*) wird noch darauf hingewiesen, dass mit dem im jeweiligen Patentanspruch 1 nach Haupt- und Hilfsantrag genannten Verfahren sich auch Gruppe-III-Nitrid Laserstrukturen auf Silizium abscheiden lassen. Hierzu ist noch das zusätzliche Wachstum von Wellenleitern um die - in den jeweiligen Patentansprüchen 1 nach Haupt- und Hilfsantrag nicht vorgesehene und nicht beanspruchte - aktive Schicht notwendig. Durch die in-situ abgeschiedene  $\text{Si}_x\text{N}_y$ -Maske kann ausreichend versetzungsarmes

Material abgeschieden werden, um eine ausreichende Bauelement- bzw. Laserlebensdauer zu gewährleisten.

Die restlichen Abschnitte der geltenden Beschreibung (*ab Seite 4, Z 23*) dieser Anmeldung betreffen eine knappe Erläuterung der Figuren und Maßnahmen zur verbesserten Lichtauskopplung.

Nach dem Gesamtinhalt der ursprünglichen Beschreibung liegt der Erfindung als technisches Problem die objektive Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten - beispielsweise aus GaN, InGaN oder InGaAsN - Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat bereitzustellen, wie es in dem ersten Merkmal des Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag formuliert ist.

Diese objektive Aufgabe wird durch die Merkmale der selbständigen Patentansprüche 1 und 9 gemäß Hauptantrag, bzw. durch die Merkmale der selbständigen Patentansprüche 1 und 8 gemäß Hilfsantrag gelöst, *vgl. zum Haupt- und Hilfsantrag die jeweils geltende Beschreibung, Seite 2, jeweils Einschub in Z. 2: „Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung einer planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstruktur ist im Anspruch 1 angegeben, eine erfindungsgemäße Lichtemitterstruktur im Anspruch 9 des Hauptantrages bzw. Anspruch 8 des Hilfsantrages.“*

Bei den Lösungsansätzen ist es wesentlich, dass die erfindungsgemäße Lichtemitterstruktur keine aktive Schicht aufweist, sondern ein Abscheidungssubstrat für die aktive Schicht einschließlich zugehöriger Wellenleiter darstellt, *vgl. geltende Beschreibung, Seite 4, Zn. 15 bis 17 und die Merkmale a'1 bzw. g'8 der Patentansprüche 1 bzw. 8 gemäß Hilfsantrag.*

## **2. Zulässigkeit der Patentansprüche nach Hauptantrag**

Die Zulässigkeit der geltenden Patentansprüche 1 bis 9 gemäß Hauptantrag kann dahinstehen, weil deren Gegenstände im Hinblick auf die Druckschriften D6 und D2 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit des zuständigen Fachmanns beruhen, vgl. *BGH GRUR 1991, 120, 121 Abschnitt II. 1. - "Elastische Bandage"*. Im Übrigen wird hierzu auf die Ausführungen unter 4. verwiesen.

## **3. Zuständiger Fachmann**

Der zuständige Fachmann ist hier als ein berufserfahrener, mit der Entwicklung von Lichtemitterstrukturen auf der Basis von Gruppe-III-Nitrid-basierten - beispielsweise aus GaN, InGaN oder InGaAsN bestehenden - Trägerstrukturen für aktive Schichten von LED-Anordnungen oder Laserstrukturen auf Silizium-Substrat betrauter Diplom-Physiker oder -Chemiker mit Hochschulabschluss zu definieren.

## **4. Patentfähigkeit der Gegenstände gemäß Hauptantrag**

Die Druckschrift D6 offenbart nach der Terminologie des geltenden Patentanspruchs 1 gemäß Hauptantrag ein

- a1 Verfahren zur Herstellung einer planaren und rißfreien Gruppe-III-Nitrid-basierten Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat, (*Except for a few cracks originating at defects, we were able to grow a 1,3-µm-thick smooth and crackfree GaN layer on a 2"Si substrate. / vgl. D6 'Conclusions' - zu Merkmal a1*) umfassend:

- b1 - Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V-Keimschicht auf dem Silizium-Substrat (*... for the growth of GaN on Si, an approximately 30-nm-thick AlN seed layer was deposited at approximately 720°C before HT-GaN growth. / vgl. D6 Seite L1183, li. Spalte 'Experimental' - zu Merkmal b1*);
- c1 - Abscheiden von Gruppe-III-Nitrid-Schichten bei einer Temperatur oberhalb von 1000°C mittels metallorganischer Gasphasen-Epitaxie;
- d1 - Dotieren der Gruppe-III-Nitrid-Schichten während des Abscheidens zum Erzielen einer n-Typ-Leitfähigkeit der Gruppe-III-Nitrid-Schichten;
- e1 - ein oder mehrmaliges Unterbrechen des Abscheidens der Gruppe-III-Nitrid-Schichten
  - a) durch Abscheiden einer Al-haltigen Gruppe-III-V Nieder-temperatur-Zwischenschicht und ... (*After heating to 1050°C, a 430-nm-thick Si-doped GaN layer was grown using TMGa and ammonia followed by a 15-nm-thick LT-AlN:Si layer grown at approximately 550°C. In this way, three HT-GaN layers and two LT interlayers ... were grown. / vgl. D6 Seite L1183 li. Spalte le. Z. bis re. Spalte, Z. 5 - zu den Merkmalen c1, d1, e1 und e1a*).

Die Druckschrift D6 offenbart zusätzlich, dass bei der Abscheidung von GaN auf Si (111) in GaN-Schichten Risse auftreten, wenn deren Schichtdicke 1 µm überschreitet, *vgl. dort das Abstract und den zweiten Absatz der Einleitung auf Seite L1183*.

Daher ist es für den Fachmann naheliegend, in der obersten GaN-Schicht eine Koaleszenz dieser nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von weniger



als 1 µm Schichtdicke herbeizuführen, zu *Merkmals g1 des Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag*.

Jedoch offenbart die Druckschrift D6 die auf ein in-situ Abscheiden einer SiN-Zwischenschicht gerichteten Merkmale e1b), f1 und das erste Teilmerkmal von Merkmal g1 gemäß Patentanspruch 1 nach Hauptantrag nicht.

Die Druckschrift D2 offenbart ein Verfahren, bei dem auf einem AlN/6H-SiC(0001) Substrat zunächst eine ca. 0,5 µm dicke Pufferschicht als GaN-Film (*0,5 µm-thick GaN film ((GaN buffer-layer))*) abgeschieden wird, sodann in-situ 7,3 µmol Tetraäthyl-Silizium (*tetraethyl-silicon (Si(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub> = TESi)*) mit Wasserstoff als Trägergas (*H<sub>2</sub> as the carrier gas*) in der Dicke von ca. einer Monolage aufgetragen wird, und schließlich eine ca. 2 µm dicke GaN-Oberschicht (*GaN over-layer*) aufgewachsen wird, *vgl. dort den Abschnitt "2) Dislocation termination" i. V. m. den Figuren 3 und 4*.

Die Auswertung der Versetzungen (*threading dislocations = TDs*) ergab für die GaN Oberschicht (*GaN over-layer*) oberhalb der SiN-Zwischenschicht eine um den Faktor 500 kleinere Flächendichte als in der Pufferschicht aus GaN (*GaN buffer-layer*), so dass die Autoren der Druckschrift D2 hervorgehoben haben, dass die meisten Versetzungen an der Grenze GaN-Oberschicht/GaN-Pufferschicht (*das ist an der SiN-Zwischenschicht*) endeten oder ausgelöscht wurden (*vgl. Druckschrift D2, den die Seiten L831 und L832 übergreifenden Abs. i. V. m. den Figuren 3 und 4: It should be emphasised here that most dislocations were terminated or annihilated at the GaN over-layer/GaN buffer-layer interface (Fig. 4). The dislocation density in each layer was  $\sim 4 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$  and  $\sim 2 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ , respectively; these data were confirmed by plan-view TEM observation.*)

Weil die SiN-Zwischenschicht zwischen der GaN-Pufferschicht und der GaN-Oberschicht liegt und weil somit das nicht optimal angepasste SiC-Substrat keine unmittelbare Auswirkung auf das Wachstum der GaN-Oberschicht oberhalb der

SiN-Zwischenschicht hat, erhält der zuständige Fachmann aus diesen Laborergebnissen die Anregung, neben den in der Druckschrift D6 vorgesehenen Al-haltigen Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschichten auch noch SiN-Zwischenschichten gemäß der Druckschrift D2 vorzusehen.

Daher beruhen auch die in der Druckschrift D6 nicht offenbarten Merkmale

- e1        b) durch in-situ durchgeführtes Abscheiden einer SiN-Zwischenschicht mit einer jeweiligen Schichtdicke im Bereich weniger Monolagen,
- f1        - wobei auf eine jeweilige Gruppe-III-Nitrid-Schicht entweder die Gruppe-III-V Niedertemperatur-Zwischenschicht oder die SiN-Zwischenschicht folgt;
- g1        - wobei das Abscheiden der SiN-Zwischenschicht gefolgt ist vom Abscheiden der jeweils nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht unter Herbeiführen einer Koaleszenz dieser nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von weniger als 1 µm Schichtdicke.

nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit des zuständigen Fachmanns (§ 4 PatG).

Mit diesem Anspruch fallen auch der selbständige Patentanspruch 9 und die Unteransprüche 2 bis 8, *vgl. BGH GRUR 2007, 862 - Informationsübertragungsverfahren II*.

## **5. Zulässigkeit der Patentansprüche nach Hilfsantrag**

Bei der Prüfung der ursprünglichen Offenbarung ist zu beachten, dass die Zeichnungen ein integraler Bestandteil der Offenbarung einer Erfindung sind. Was der Fachmann bei dem Studium der Zeichnung als eine wesentliche technische Information entnimmt, ist ausreichend offenbart, und zwar auch dann, wenn er fest-

stellt, dass der Anmelder in seiner Beschreibung diesem technischen Aspekt keine Beachtung schenkt. Das ist nicht anders als im umgekehrten Fall, wenn ein Fachmann ein technisches Merkmal ausführlich in der Beschreibung, aber „erwartungswidrig“ nicht in der Zeichnung dargestellt findet. In beiden Fällen ist der allein gezeichnete sowie der allein beschriebene technische Sachverhalt ausreichend offenbart, so dass der Anmelder darauf vor der Erteilung eines Patents einen Anspruch richten kann, vgl. *Schulte PatG, 8. Auflage, 2008, § 34, Rdn. 315*.

Die Merkmale der Patentansprüche 1 bis 8 gemäß Hilfsantrag sind nach diesen Grundsätzen ursprünglich offenbart und somit zulässig.

Das Merkmal a'1 des Patentanspruchs 1 ist im ursprünglichen Patentanspruch 1, Zn. 1 und 2 offenbart, wobei gemäß ursprünglicher Beschreibung Seite 4, Zn. 15 bis 17 und Zn. 23 bis 25 aktive Schichten der Lichtemitterstruktur nicht zwingend vorgesehen sind.

Das Merkmal b'1 des Patentanspruchs 1 ist im ursprünglichen Anspruch 1, Merkmal 1a i. V. m. der ursprünglichen Figur 1 offenbart.

Das Merkmal c'1 des Patentanspruchs 1 ist im ursprünglichen Anspruch 1, Z. 1 und der ursprünglichen Beschreibung, Seite 2, Zn. 17 bis 19 offenbart.

Das Merkmal d'1 des Patentanspruchs 1 ist in der ursprünglichen Beschreibung Seite 3 Z. 32 und in der ursprünglichen Figur 1 mit GaN:Si offenbart.

Die Merkmale e'1, e'1a), e'1b) und f'1 des Patentanspruchs 1 sind im ursprünglichen Anspruch 1, Merkmale 1b und 1c und in der ursprünglichen Beschreibung, Seite 3, Abs. 2, Zn. 4 bis 26 i. V. m. der ursprünglichen Figur 1 offenbart.

Die Merkmale g'1 und h'1 des Patentanspruchs 1 sind im ursprünglichen Anspruch 1, Merkmal 1c und in der ursprünglichen Beschreibung Seite 3, Z. 33 bis Seite 4, Z. 11 offenbart.

Somit ist der geltende Patentanspruch 1 nach Hilfsantrag zulässig.

Der selbständige Patentanspruch 8 gemäß Hilfsantrag findet seine Offenbarungstütze an den gleichen Stellen wie der Patentanspruch 1 des Hilfsantrages.

Somit ist auch der Patentanspruch 8 gemäß Hilfsantrag zulässig.

Die Unteransprüche 2 bis 4 des Hilfsantrages sind im ursprünglichen Anspruch 2, Merkmale 2a, 2b und 2c offenbart.

Die Unteransprüche 5 und 6 des Hilfsantrages sind in der ursprünglichen Beschreibung, Seite 5, Zn. 7 bis 11 offenbart.

Der Patentanspruch 7 gemäß Hilfsantrag ist in der ursprünglichen Beschreibung Seite 3, Zn. 21 bis 26 offenbart.

Somit sind auch die Unteransprüche 2 bis 7 ursprünglich offenbart und zulässig.

## **6. Patentfähigkeit der Gegenstände gemäß Patentansprüchen 1 und 8 nach Hilfsantrag**

Bei der Lehre des Patentanspruchs 1 nach Hilfsantrag ist im Unterschied zur Lehre des Patentanspruchs 1 nach Hauptantrag wesentlich, dass gemäß dem Merkmal g'1 bei der auf der SiN-Zwischenschicht abgedeckten nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht eine forcierte Koaleszenz herbeigeführt wird, so dass gemäß Merkmal h'1 diese nachfolgende Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von wenigen 100 nm koalesziert.

Nach der geltenden Beschreibung (vgl. Seite 3, Z. 32 bis Seite 4, Z. 2) hemmt die n-Typ Dotierung, wie sie für vertikal kontaktierte Lichtemitterstrukturen unabdingbar ist, das schnelle Koaleszieren. Dieser Nachteil wird bei dem vorliegenden Verfahren durch ein forciertes Koaleszieren verhindert. Dazu ist eine relativ hohe Wachstumstemperatur und ein hohes Stickstoffprecursorangebot bzw. hohes V-III Verhältnis förderlich.

Ein forciertes Koaleszieren von n-dotierten Gruppe-III-Nitrid-Schichten bzw. GaN:Si Schichten auf Siliziumsubstrat konnte im Stand der Technik nicht nachgewiesen werden und der Fachmann hatte auch zu einer forcierten Koaleszenz von n-dotierten Gruppe-III-Nitrid-Schichten keine Anregung.

Somit beruht das Verfahren gemäß Patentanspruch 1 des Hilfsantrages auf einer erfinderischen Tätigkeit des zuständigen Fachmanns i. S. d. § 4 PatG.

Bei der Lehre des selbständigen Patentanspruchs 8 des Hilfsantrages steht die Koaleszenz der nachfolgenden Gruppe-III-Nitrid-Schicht innerhalb von wenigen 100 Nanometern für eine forcierte Koaleszenz, so dass die Gruppe-III-Nitrid-basierte Lichtemitterstruktur auf einem Silizium-Substrat aus den gleichen Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit des zuständigen Fachmanns beruht wie das Verfahren nach Patentanspruch 1 des Hilfsantrages.

## **7. Patenfähigkeit der Unteransprüche 2 bis 7 des Hilfsantrages**

Die Unteransprüche 2 bis 7 betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1 des Hilfsantrages und werden von dessen Patenfähigkeit mitgetragen.

## **8. Beschreibung gemäß Hilfsantrag**

In der geltenden Beschreibung zum Hilfsantrag ist die Erfindung hinreichend erläutert und der Stand der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, darin angegeben. Damit erfüllt die geltende Beschreibung zum Hilfsantrag die an sie zu stellenden Anforderungen.

Bei dieser Sachlage musste der Beschwerde insofern stattgegeben werden, als sich die Gegenstände gemäß den Patentansprüchen 1 bis 8 nach Hilfsantrag als patentfähig erwiesen haben, so dass das beantragte Patent im Umfang des Hilfsantrags zu erteilen war (§ 49 PatG).

Dr. Strößner

Lokys

Brandt

Metternich

CI