



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 021 659 A1** 2009.11.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 021 659.3**

(22) Anmeldetag: **30.04.2008**

(43) Offenlegungstag: **05.11.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 33/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Ledon Lighting Jennersdorf GmbH, Jennersdorf,  
AT**

(72) Erfinder:

**Tasch, Stefan, Dr., Jennersdorf, AT**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

**EP 18 48 042 A1**

**EP 18 48 042**

**EP 18 76 653 A2**

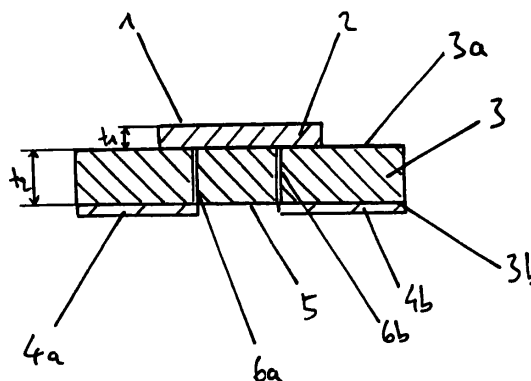
**US 2006/02 40 585 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **LED-Element mit Dünnschicht-Halbleiterbauelement auf Galliumnitrid-Basis**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein LED-Modul aufweisend einen LED-Chip (1), aufweisend eine aktive Galliumnitrid-Schicht (2), und eine Siliziumplattform (3), auf welcher der LED-Chip (1) angeordnet ist, wobei die Siliziumplattform (3) auf einer dem LED-Chip (1) abgewandten Seite (3b) zwei Elektroden (4a, 4b) aufweist, welche mit dem LED-Chip (1) in elektrischer Verbindung stehen, und wobei die Dicke der Galliumnitrid-Schicht (2) des LED-Chips (1) zwischen 2 und 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 1 bis 5  $\mu\text{m}$  beträgt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein LED-Element, aufweisend ein Dünnschicht-Halbleiterbauelement („Chip“) auf Galliumnitrid-Basis, welches auf einer Siliziumplattform angeordnet ist, die auf einer dem Halbleiterbauelement abgewandten Seite Elektroden aufweist, welche elektrisch mit dem Halbleiterbauelement verbunden sind.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0002]** Herkömmliche strahlungsemitierende Halbleiterbauelemente bestehen im Allgemeinen aus einem Trägersubstrat und einer darauf epitaktisch aufgewachsenen Mehrschichtstruktur, welche eine aktive strahlungserzeugende Schicht aufweist. Dabei ist das Trägersubstrat vorzugsweise elektrisch leitfähig, um einen vertikalen Stromfluss durch das Halbleiterbauelement zu ermöglichen. In vielen Anwendungsfällen ist es zudem wünschenswert, dass das Trägersubstrat für die von der aktiven Schicht emittierte Strahlung transparent ist. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Transparenz der Substratschicht bezüglich der emittierten Strahlung der aktiven Schicht des Halbleiterbauelements oftmals im Widerspruch zu der gewünschten elektrischen Leitfähigkeit des Trägersubstrats steht. Für Leuchtdioden auf Galliumnitrid-Basis kann beispielsweise Saphir ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) als Material für das Trägersubstrat verwendet werden, welches für blaues Licht transparent, aber nicht elektrisch leitfähig ist. Aus diesem Grund wird oftmals Silizium-Karbid (SiC) als Trägersubstrat für Leuchtdioden auf Galliumnitrid-Basis verwendet, da es sowohl eine hohe Transparenz als auch eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist. Kennzeichnend für das Material Silizium-Karbid als Trägersubstrat ist jedoch, dass dessen Transparenz mit erhöhter Leitfähigkeit abnimmt.

**[0003]** Um die Effektivität von Leuchtdioden weiter zu verbessern wurden sogenannte Dünnschicht-Halbleiterbauelemente entwickelt. Dabei handelt es sich um Halbleiterbauelemente, bei welchen die Substratschicht für das Kristallwachstum genutzt, nach diesem Prozess jedoch entfernt wird. Die daraus resultierende dünne Schicht ermöglicht eine effektivere Lichtemission als bei herkömmlichen Technologien, da keine Substratschicht vorhanden ist, welche einen Teil der Lichtemission absorbiert. Dies führt zudem zu einer verbesserten Wärmeabfuhr.

**[0004]** Zur Entfernung der Substratschicht wird im Allgemeinen ein chemischer oder physikalischer Prozess angewandt. Beispielsweise kann durch das sogenannte Laser-Lift-Off-Verfahren das Licht eines gepulsten UV-Lasers zur Abtragung der Substratschicht verwendet werden, ohne dass dabei die bspw. 5  $\mu\text{m}$  dicke Galliumnitridschicht zerstört wird.

**[0005]** Aus der US20060240585A1 ist eine geschichtete Struktur (p-, n- und aktive Schichten) mit einer Dicke von 3  $\mu\text{m}$  bekannt.

**[0006]** Strahlungsemitierende Bauelemente auf GaN-Basis sind beispielsweise aus US 5,874,747 bekannt.

**[0007]** WO 2006/065046 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Dünnschicht-Halbleiterbauelements auf Galliumnitrid Basis. Dabei wird zum Entfernen der Saphir-Substratschicht, auf welcher die Kristallstruktur der LED gewachsen ist, ein sog. Laser-Lift-Off-Verfahren angewendet. Vor dem Entfernen der Substratschicht wird die Kristallstruktur auf einer zusätzlichen Substratschicht aufgebracht. Anschließend erfolgt in einem weiteren Verfahrensschritt eine Aufspaltung in einheitliche LED Chips.

**[0008]** Aus der DE10056475 ist bekannt ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement auf GaN-Basis mit einem Halbleiterkörper, der ein SiC-basierendes Substrat aufweist, auf das eine Mehrzahl GaN-basierender Schichten aufgebracht ist, wobei diese Mehrzahl mindestens einen aktiven Bereich enthält, der zwischen mindestens einer n-leitenden Schicht und mindestens einer p-leitenden Schicht angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die p-leitende Schicht zugverspannt aufgewachsen ist.

**[0009]** Aus Haerle et. al. „High brightness LEDs for general lighting applications Using the new Thin-GaN-Technology“, physica status solidi (a), Volume 201, Issue 12, Pages 2736–2739, ist grundsätzlich die Anwendung der dünnen GaN-Technologie im Bereich leistungsfähiger LEDs bekannt.

**[0010]** Aufbauend auf diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein LED-Element bereitzustellen, welches ein Dünnschicht-Halbleiterbauelement auf Galliumnitrid-Basis aufweist, wobei das LED Modul gegenüber dem Stand der Technik verbesserte thermische Eigenschaften und einen kompakteren Bauweise aufweist.

**[0011]** Halbleiterbauelemente („Chips“) auf Galliumnitrid-Basis werden bevorzugt zur Erzeugung von Strahlung im blaugrünen Spektralbereich verwendet. Neben Galliumnitrid (GaN) werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung unter einem GaN-basierenden Material alle mit GaN verwandten oder abgeleiteten Mischkristalle verstanden. Hierzu zählen insbesondere die Materialien Galliumnitrid (GaN), Indiumnitrid (InN) und Aluminiumnitrid (AlN).

**Ziel und Zusammenfassung der Erfindung**

**[0012]** Die Erfindung behandelt ein LED-Modul auf-

weisend einen LED-Chip, aufweisend eine aktive Galliumnitrid-Schicht, und eine Siliziumplattform, auf welcher der LED-Chip angeordnet ist, wobei die Siliziumplattform auf einer dem LED-Chip abgewandten Seite zwei Elektroden aufweist, welche mit dem LED-Chip in elektrischer Verbindung stehen, und wobei die Dicke der Galliumnitrid-Schichten (epitaktische Schichten: n- und p-type, aktive GaN-Schicht) des LED-Chips zwischen 2 und 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 2 bis 5  $\mu\text{m}$  beträgt.

**[0013]** Eine GaN-Schicht gemäss der Erfindung weist auf von GaN abgeleitete oder mit GaN verwandte Materialien sowie darauf aufbauende ternäre oder quaternäre Mischkristalle. Beispiele dafür sind AlN, InN, AlGaN ( $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ), InGaN ( $\text{In}_{1-x}\text{Ga}_x\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ), InAlN ( $\text{In}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ) und AlInGaN ( $\text{Al}_{1-x-y}\text{In}_x\text{Ga}_y\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ).

**[0014]** Die Erzeugung der Dünnschicht Halbleiterbauelements, welches eine Galliumnitrid-Schicht aufweist, erfolgt dabei vorzugsweise durch ein Laser-Lift-Off-Verfahren oder ein anderes Verfahren, welches geeignet ist, die Galliumnitridschicht von der Substratschicht zu trennen. Die Galliumnitridschicht ist vorzugsweise auf einer Saphir- oder Silizium-Karbid Substratschicht gewachsen und durch das oben beschriebene Verfahren frei von Substrat.

**[0015]** Der erfindungsgemäße LED-Chip ist vorzugsweise durch Bond-Drähte oder mittels Flip-Chip Technologie auf der Siliziumplattform aufgebracht. Der LED-Chip kann daher in „Face-Up“ oder in „Face-Down“-Position auf der Siliziumplattform angeordnet sein.

**[0016]** Die Elektroden sind vorzugsweise auf der Unterseite der Siliziumplattform angeordnet. Dies ermöglicht eine einfachere elektrische Anbindung des LED-Moduls an eine Stromquelle oder Steuerung.

**[0017]** Die Siliziumplattform des erfindungsgemäßen LED-Moduls weist vorzugsweise Durchkontaktierungen auf, welche die Elektroden auf der Unterseite der Siliziumplattform mit Elektroden des LED Chips elektrisch verbinden. Die Durchkontaktierungen erstrecken sich dabei vorzugsweise von einer ersten Seite der Siliziumplattform zu einer zweiten Seite der Plattform. Die Querschnittsform der Bohrungen ist vorzugsweise radial und weist einen Durchmesser von 0,1–0,5 mm auf. Ferner sind die Bohrungen vorzugsweise mit elektrisch leitfähigem Material, beispielsweise Kupfer, Gold gefüllt. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass die Durchkontaktierungen auch eine andere Querschnittsform, beispielsweise eine quadratische Form aufweisen können. Die Erzeugung der Durchkontaktierungen in der Siliziumplattform kann beispielsweise durch Trocken- oder Nassätzung erfolgen.

**[0018]** Die epitaktische LED-GaN-Schichten (n-, p- und aktive Schichten) sind direkt auf der Oberfläche der Siliziumplattform angeordnet. Dies bedeutet, es befinden sich keine weiteren Zwischenschichten (oder Substrat) zwischen der Galliumnitrid-Schicht des LED-Chips und der Siliziumplattform. Die Oberfläche der Siliziumplattform ist dabei vorzugsweise größer als die Oberfläche des LED-Chips, welche mit der Siliziumplattform in Kontakt steht. Des Weiteren erstreckt sich die Siliziumplattform vorzugsweise seitlich über den LED-Chip hinaus. Durch diese Anordnung werden insbesondere die thermischen Eigenschaften des LED-Moduls deutlich verbessert. Es ist somit eine verbesserte Wärmeabfuhr vom LED-Chip möglich. Zusätzlich kann die Baugröße des LED-Chips reduziert werden.

**[0019]** Der LED-Chip ist mit den Durchkontaktierungen der Siliziumplattform vorzugsweise mittels flächigen Kontakten oder sogenannten „Bumps“ elektrisch verbunden. Die flächigen Kontakte haben dabei den Vorteil einer besseren Wärmeabfuhr. Es ist jedoch auch möglich, den GaN-Chip und die Siliziumplatte (Siliziumplattform) mit Hilfe von Bond-Drähten elektrisch zu verbinden.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Siliziumplattform eine Kavität auf, in welcher der LED-Chip angeordnet ist. Der LED-Chip ist dabei vorzugsweise mittig in der Kavität angeordnet. Zudem ist der LED-Chip in einer zuvor definierten Distanz zum Rand der Kavität angeordnet. Die Kavität ist vorzugsweise quadratisch oder kreisförmig ausgeführt. Sie kann jedoch auch eine andere Form aufweisen. Die Kavität kann beispielsweise auch ellipsenförmig oder dreieckig sein.

**[0021]** Die Kavität kann wenigstens teilweise mit einer Farbkonversionsschicht gefüllt sein. Die Farbkonversionsschicht besteht dabei vorzugsweise aus einem flüssigen, aushärtbaren und optisch transparenten Material, welches Phosphorpartikel als Leuchtstoff enthält. Als Leuchtstoff kann beispielsweise ein BOSE oder YAG-Phosphor verwendet werden. Die Farbkonversionsschicht bedeckt den in der Kavität angeordneten LED-Chip vorzugsweise ohne Gaseinschlüsse.

**[0022]** Das Volumen der Kavität kann bündig bis zur Oberfläche der Siliziumplattform mit einer Farbkonversionsschicht gefüllt sein. Dabei wird die anfangs flüssige Farbkonversionsschicht vorzugsweise mit Hilfe eines Dispensvorgangs in die Kavität gefüllt. Auf diese Art kann selbstverständlich auch eine Streuschicht in die Kavität gefüllt werden. Die durch eine derartige Vorgehensweise aufgebrachten Schichten können nacheinander oder gleichzeitig ausgehärtet werden. Hierbei bedeutet ein Aushärten der Schichten nacheinander, dass zuerst eine erste Schicht dispensiert wird, welche in einem darauf folgenden Aus-

härtevorgang wärmebehandelt wird, bevor eine weitere Schicht auf dieser ersten Schicht mittels Dispersionsvorgang aufgebracht wird. Ein gleichzeitiges Aushärten bedeutet, dass die einzelnen Farbkonversions- und/oder Streuschichten zunächst zeitlich versetzt aufeinander aufgebracht werden und anschließend in einem einzigen Aushärtevorgang gemeinsam wärmebehandelt werden.

**[0023]** Auch vorgeformte Farbkonversionselemente mit Leuchtstoff und/oder Streupartikeln können aufgebracht werden.

**[0024]** Es ist zudem möglich, eine Lichtscheibe oder Linse oberhalb des LED-Chips anzuordnen. Dabei kann Farbkonversionsmittel in dieser Lichtscheibe dispergiert sein.

**[0025]** Das erfindungsgemäße LED-Modul weist im Vergleich zu den herkömmlichen LED-Modulen kompaktere Abmessungen auf. Weitere Vorteile sind ein höherer Wirkungsgrad und eine bessere Wärmeabfuhr („Thermomanagement“).

**[0026]** Speziell weist die Siliziumplattform vorzugsweise eine Dicke auf, welche weniger als 500  $\mu\text{m}$  beträgt. Die Dicke der Siliziumplattform unterhalb einer darin geformten Kavität beträgt vorzugsweise weniger als 300  $\mu\text{m}$ .

**[0027]** Die Abmessungen der Länge und Breite der Siliziumplattform betragen vorzugsweise zwischen 1,0 und 6,5 mm. Dabei ist eine Länge bzw. Breite der Siliziumplattform zwischen 1 und 2,5 mm besonders bevorzugt.

**[0028]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der LED-Chip auf einer zusätzlichen Siliziumsubstratschicht angeordnet, wobei die Siliziumsubstratschicht und der darauf angeordnete LED-Chip identische Abmessungen bezüglich deren Länge und Breite aufweisen. In Draufsicht verdeckt die Kontur des LED-Chips demnach die Siliziumsubstratschicht. Vorzugsweise weist die Länge und Breite der Siliziumsubstratschicht hierbei einen Wert zwischen 1 und 3 mm auf.

**[0029]** Die erfindungsgemässen LED-Chips mit Si und GaN können gut assembliert wurden und die dabei entstehenden Wafer können in der gleichen Weise wie bekannte LED-Chips vereinzelt werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0030]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen LED-Moduls ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0031]** [Fig. 1](#) zeigt eine seitliche Schnittansicht ei-

nes bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemässen LED-Moduls, wobei die Galliumnitridschicht des LED-Chips direkt auf der Siliziumplattform angeordnet ist.

**[0032]** [Fig. 2](#) zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen LED-Moduls, wobei die Siliziumplattform eine Kavität aufweist, in welcher der LED-Chip angeordnet ist.

**[0033]** [Fig. 3](#) zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen LED-Moduls, wobei die Galliumnitridschicht des LED-Chips auf einem zusätzlichen Siliziumsubstrat aufgebracht ist, welche auf der Oberfläche der Siliziumplattform angeordnet ist.

**[0034]** [Fig. 4](#) zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen LED-Moduls nach [Fig. 3](#), wobei zwei Farbkonversionsschichten oberhalb des LED-Chips aufgebracht sind.

**[0035]** [Fig. 5](#) zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen LED-Moduls in Draufsicht.

#### Genauere Beschreibung der Ausführungen

**[0036]** [Fig. 1](#) zeigt in einer seitlichen Schnittansicht ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemässen LED-Moduls. Der LED-Chip **1** ist ein Chip, welcher im Wesentlichen eine Galliumnitridschicht **2** aufweist und auf einer Plattform **3** angeordnet ist. Die Plattform ist erfindungsgemäss aus Silizium. Selbstverständlich können auf der Siliziumplattform **3** auch mehrere LED-Chips **1** angeordnet sein.

**[0037]** Die Dicke  $t_2$  der Siliziumplattform **3** beträgt erfindungsgemäss zwischen 100 und 500  $\mu\text{m}$ . Die Dicke  $t_1$  der Galliumnitridschicht **2** des LED-Chips **1** beträgt erfindungsgemäss zwischen 1 und 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 1 und 5  $\mu\text{m}$ .

**[0038]** Die Siliziumplattform **3** weist eine Oberseite **3a** und eine Unterseite **3b** auf. Der LED-Chip **1** ist vorzugsweise auf der Oberseite **3a** angeordnet. Auf der Unterseite **3b** der Siliziumplattform **3**, und damit auf einer dem LED-Chip abgewandten Seite, befinden sich zwei Elektroden **4a**, **4b**. Die Elektroden **4a**, **4b** sind vorzugsweise flächige Kontakte. Ein Luftspalt zwischen den Elektroden stellt die elektrische Isolierung da die Grösse der Elektroden ist bpsw. 200  $\mu\text{m}$  mal 200  $\mu\text{m}$ .

**[0039]** Die Siliziumplattform **3** weist vorzugsweise Durchkontaktierungen **6a**, **6b** auf, welche die Elektroden **4a**, **4b** mit dem LED-Chip **1** elektrisch verbinden. Die Durchkontaktierungen **6a**, **6b** bzw. flächigen Kontakte (**4a**, **4b**) werden auf ein elektrisch (mit Oxid- oder Nitridschicht)isoliertes Si-Plättchen aufge-

bracht.

[0040] **Fig. 2** zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In diesem Ausführungsbeispiel weist die Siliziumplattform **3** eine Kavität **8** auf, in welcher der LED-Chip **1** angeordnet ist. Der LED-Chip ist dabei vorzugsweise mittig in der Kavität **8** angeordnet. Die Siliziumplattform **3** in diesem Ausführungsbeispiel weist eine Dicke  $t_3$  zwischen 400 und 700  $\mu\text{m}$  auf. Die Dicke  $t_2$  der Siliziumplattform **3** unterhalb des LED-Chips **1** beträgt erfindungsgemäß zwischen 50 und 300  $\mu\text{m}$ .

[0041] Die Kavität **8** weist eine ebene Grundfläche **8b** auf, welche sich parallel zur Oberfläche **3a** der Siliziumplattform **3** erstreckt. Eine Seitenfläche **8a** der Kavität **8** verbindet die Grundfläche **8b** mit der Oberfläche **3a** der Siliziumplattform **3**. Die Kavität **8** ist vorzugsweise kreisförmig oder rechtwinklig ausgeführt. Die Seitenfläche **8a** kann bezüglich der Oberfläche **3a** der Siliziumplattform in einem beliebigen Winkel  $\alpha$  zwischen 1 und 90° geneigt sein. Vorzugsweise beträgt der Wert des Winkels  $\alpha$  zwischen 45 und 90°. Die Seitenfläche **8a** und die Grundfläche **8b** weisen vorzugsweise eine reflektierende Oberfläche auf. Diese kann reguläre oder diffuse Reflexion erzeugen. Dementsprechend kann die Lichtausbeute des LED-Moduls gesteigert werden.

[0042] Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist der LED-Chip **1** mit Hilfe von Kontaktflächen bzw. Kontaktschichten **7a**, **7b** und Durchkontaktierungen **6a**, **6b** mit den Elektroden **4a**, **4b** elektrisch verbunden. Die Kontaktschichten **7a**, **7b** sind vorzugsweise aus Goldzinn (AuSn), welches eine thermische Leitfähigkeit von 57 W/m – K aufweist. Dadurch kann eine optimale Wärmeabfuhr vom LED-Chip **1** zur Siliziumplattform **3** erzielt werden. Es können auch sogenannte Bumps als Kontaktflächen verwendet werden.

[0043] Die Kavität **8** des LED-Moduls ist mit mindestens einer Farbkonversionsschicht **9** gefüllt, welche den LED-Chip **1** ohne Gaseinschluss abdeckt. In der Farbkonversionsschicht **9** sind vorzugsweise Phosphorpartikel dispergiert, um eine Farbkonversion der von dem LED-Chip **1** emittierten Strahlung zu ermöglichen. Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist die Farbkonversionsschicht **9** vorzugsweise bündig mit der Oberfläche **3a** der Siliziumplattform ausgeführt. Es ist jedoch auch möglich, dass die Farbkonversionsschicht **9** das Volumen der Kavität **8** nur teilweise ausfüllt. Die Oberfläche der Farbkonversionsschicht **9** kann eben, konkav oder konvex ausgeführt sein.

[0044] Auf der Farbkonversionsschicht **9** kann eine Schicht mit Streupartikeln angeordnet sein. Diese kann dispensed oder als Formteil aufgebracht sein.

[0045] **Fig. 3** zeigt eine seitliche Schnittansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des er-

findungsgemäßen LED-Moduls. Bei dieser Ausführungsform ist die aktive Galliumnitridschicht **2** auf einer zusätzlichen Substratschicht **10** angeordnet, welche vorzugsweise aus Silizium besteht. Diese Substratschicht **10** befindet sich demnach zwischen der Galliumnitridschicht **2** und der Siliziumplattform **3**. Dies hat den produktionstechnischen Vorteil, dass die assemblierten Si- und GaN-Lagen leicht getrennt und als Wafer gehandhabt werden können.

[0046] Die Siliziumsubstratschicht **10** ist dabei auf der Oberfläche **3a** der Siliziumplattform **3** angeordnet. Die Siliziumsubstratschicht **10** weist vorzugsweise Durchkontaktierungen **13a**, **13b** auf, welche die aktive Galliumnitridschicht **2** mit den Durchkontaktierungen **6a**, **6b** der Siliziumplattform **3** elektrisch verbinden. Die Durchkontaktierungen **13a**, **13b** der Siliziumsubstratschicht **10** weisen vorzugsweise den gleichen Querschnitt wie die Durchkontaktierungen **6a**, **6b** auf. Die Siliziumsubstratschicht **10** weist vorzugsweise eine Dicke von 50–100  $\mu\text{m}$  auf.

[0047] Die Siliziumsubstratschicht **10** weist vorzugsweise dieselben Abmessungen wie die Galliumnitridschicht **2** bezüglich deren Länge  $l_1$  und Breite  $b_1$  (siehe **Fig. 5**) auf. Dies bedeutet, dass die Konturen der Galliumnitridschicht **2** in Draufsicht die Siliziumsubstratschicht **10** vorzugsweise überdecken. Es ist jedoch zu erwähnen, dass die Abmessungen der Länge  $l_1$  und Breite  $b_1$  der Siliziumsubstratschicht **10** und der Galliumnitridschicht **2** um bis zu 10% voneinander abweichen können. Dies bedeutet, dass die Oberfläche der Siliziumsubstratschicht **10**, auf der die Galliumnitridschicht **2** aufgebracht ist um bis zu 10% größer sein kann.

[0048] Die Substratschicht **10** wird vorzugsweise auf die Galliumnitridschicht **2** aufgebracht, bevor die anfängliche Substratschicht, bestehend aus Silizium-Karbid oder Saphir, auf welcher die Galliumnitridschicht **2** gewachsen ist, entfernt wird.

[0049] Es ist zu erwähnen, dass die Anzahl der Durchkontaktierungen **6a**, **6b**, **13a**, **13b** nicht auf eine bestimmte Menge begrenzt ist. Vielmehr kann eine Vielzahl von Durchkontaktierungen **6a**, **6b**, **13a**, **13b** in der Substratschicht **10** und der Siliziumplattform **3** angeordnet sein, um eine elektrische Verbindung zwischen den Elektroden **4a**, **4b** und dem LED-Chip **1** herzustellen.

[0050] In **Fig. 4** ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen LED-Moduls dargestellt. Wie bereits mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben, sind die epitaktische LED-Schichten auf einer Siliziumsubstratschicht **10** angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel weist das LED-Modul wenigstens einen Bonddraht **12** auf, welcher den LED-Chip **1** mit wenigstens einer Durchkontaktierung **6a** der Siliziumplattform **3** verbindet. Das Siliziumsub-

strat **10** weist in diesem Ausführungsbeispiel eine oder mehrere Durchkontaktierung **13b** auf, welche mit nur einer Elektrode **4b** des LED-Moduls elektrisch verbunden sind.

**[0051]** Wie in [Fig. 4](#) ersichtlich, kann die Größe der beiden Elektroden **4a**, **4b** voneinander abweichen. Dies kann für die Wärmeabfuhr vom LED-Chip **1** von Vorteil sein.

**[0052]** Wie in [Fig. 4](#) dargestellt, sind eine Farbkonversionsschicht und eine Streuschicht **9**, **11** auf dem LED-Chip **1** angeordnet. Hierbei ist die erste Schicht **9** vorzugsweise parallel mit der Oberfläche **3a** der Siliziumplattform **3** ausgeformt. Die Streuschicht **11** ist oberhalb der ersten Schicht **9** mit Hilfe eines sog. Dispers-Verfahrens aufgebracht. Die Oberfläche der Streuschicht **11** ist vorzugsweise konvex. Der Durchmesser der zweiten Farbkonversionsschicht **11** ist vorzugsweise größer als der Durchmesser der Kavität **8**. Auf diese Weise wird die gesamte, von der Oberfläche der ersten Farbkonversionsschicht **9** emittierte Strahlung durch die Streuschicht **11** transmittiert. Die Streuschicht kann in geringer Konzentration auch Streupartikel aufweisen.

**[0053]** Die Konzentration von Farbkonversionsmittel innerhalb der Farbkonversions- und Streuschichten **9**, **11** kann voneinander abweichen.

**[0054]** [Fig. 5](#) zeigt eine Draufsicht auf ein erfindungsgemäßes LED-Modul. Dabei weist die Länge  $l_1$  und die Breite  $b_1$  des LED-Chip **1** typischerweise einen Wert zwischen 0,5–1,5 mm auf. Die Länge  $l_1$  und die Breite  $b_1$  der Siliziumplattform liegt zwischen 1,0 und 6,5 mm. Vorzugsweise weist die Siliziumplattform ein Wert zwischen 1 und 2,5 mm auf.

## ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

*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

- US 20060240585 A1 [\[0005\]](#)
- US 5874747 [\[0006\]](#)
- WO 2006/065046 [\[0007\]](#)
- DE 10056475 [\[0008\]](#)

### Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Haerle et. al. „High brightness LEDs for general lighting applications Using the new Thin-GaN<sub>TM</sub>-Technology“, physica status solidi (a), Volume 201, Issue 12, Pages 2736–2739 [\[0009\]](#)

**Patentansprüche**

Ansprüche, wobei der LED-Chip (1) in Face-Up oder Face-Down Position auf der Siliziumplattform (3) angeordnet ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

1. LED-Modul, aufweisend einen LED-Chip (1) mit Galliumnitrid-Schichten (2) und eine Siliziumplattform (3), auf welcher der LED-Chip (1) angeordnet ist,

wobei die Siliziumplattform (3) auf einer dem LED-Chip (1) abgewandten Seite (3b) zwei Elektroden (4a, 4b) aufweist, welche mit dem LED-Chip (1) in elektrischer Verbindung stehen, und wobei die Dicke der Galliumnitrid-Schicht (2) des LED-Chips (1) zwischen 1 und 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 2 bis 5  $\mu\text{m}$  beträgt.

2. LED-Modul nach Anspruch 1, wobei die Siliziumplattform (3) Durchkontaktierungen (6a, 6b) aufweist, welche die Elektroden (4a, 4b) der Siliziumplattform (3) mit dem LED-Chip (1) elektrisch verbinden.

3. LED-Modul nach Anspruch 1 oder 2, wobei epitaktische Galliumnitrid-Schichten, nämlich eine p-, eine n- sowie eine aktive Schicht ohne Zwischenschichten direkt auf einer Oberfläche (3a) der Siliziumplattform (3) angeordnet sind.

4. LED Modul nach Anspruch 1 bis 3, wobei der LED-Chip (1) mit den Durchkontaktierungen (4a, 4b) der Siliziumplattform (3) mittels Bumps oder flächigen Kontakten (7a, 7b) elektrisch verbunden ist.

5. LED-Modul nach Ansprüchen 1 bis 4, wobei die Siliziumplattform (3) eine Kavität (8) aufweist, in welcher der LED-Chip (1) angeordnet ist.

6. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kavität (8) der Siliziumplattform (3) mit einer Farbkonversionsschicht (9) und/oder einer Schicht mit Streupartikeln gefüllt ist.

7. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dicke ( $t_2$ ) der Siliziumplattform (3) unterhalb des LED-Chips (1) weniger als 300  $\mu\text{m}$  beträgt.

8. LED-Modul nach Anspruch 1 oder 2, wobei sich zwischen der Galliumnitridschicht (2) und der Siliziumplattform (3) eine zusätzliche Siliziumsubstratschicht (10) befindet.

9. LED-Modul nach Anspruch 8, wobei die Galliumnitridschicht (2) und die Siliziumsubstratschicht (10) identische Abmessungen bezüglich ihrer Breite ( $b_1$ ) und Länge ( $l_1$ ) aufweisen.

10. LED-Modul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Länge ( $l_1$ ) und Breite ( $b_1$ ) der Siliziumplattform zwischen 2,5 und 6,5 mm beträgt.

11. LED-Modul nach einem der vorhergehenden



Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

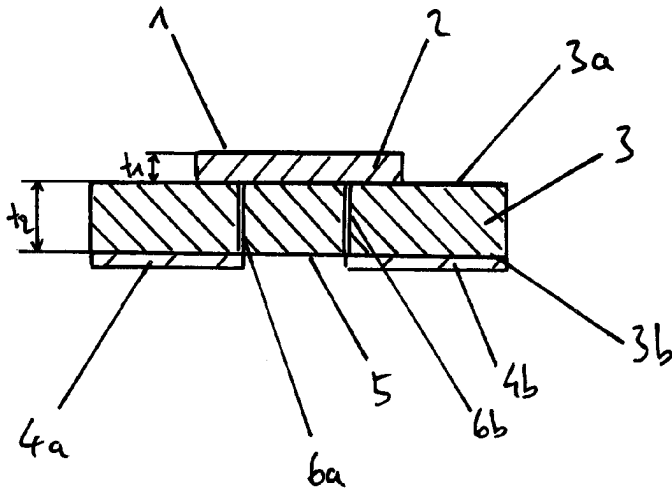


Fig. 2

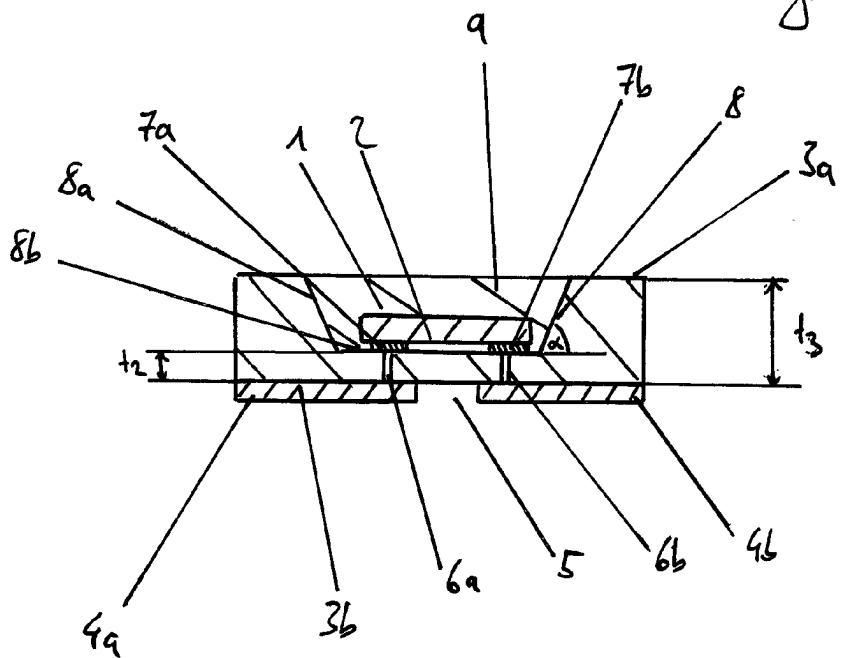


Fig. 3

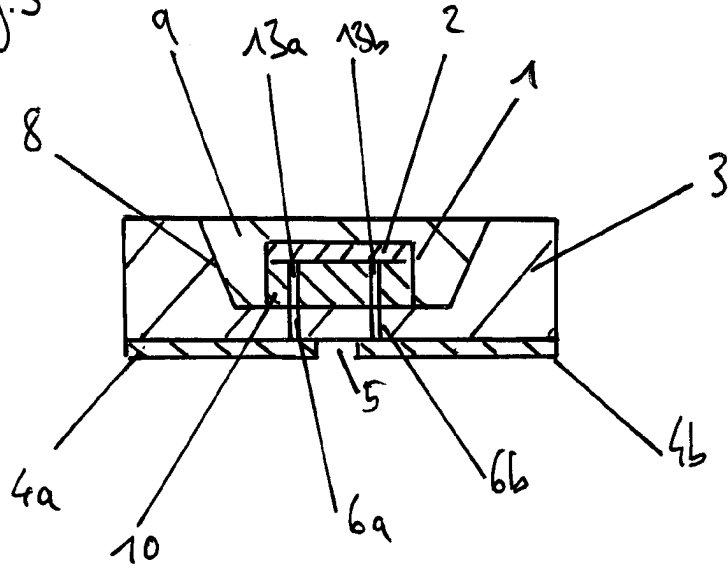


Fig. 4

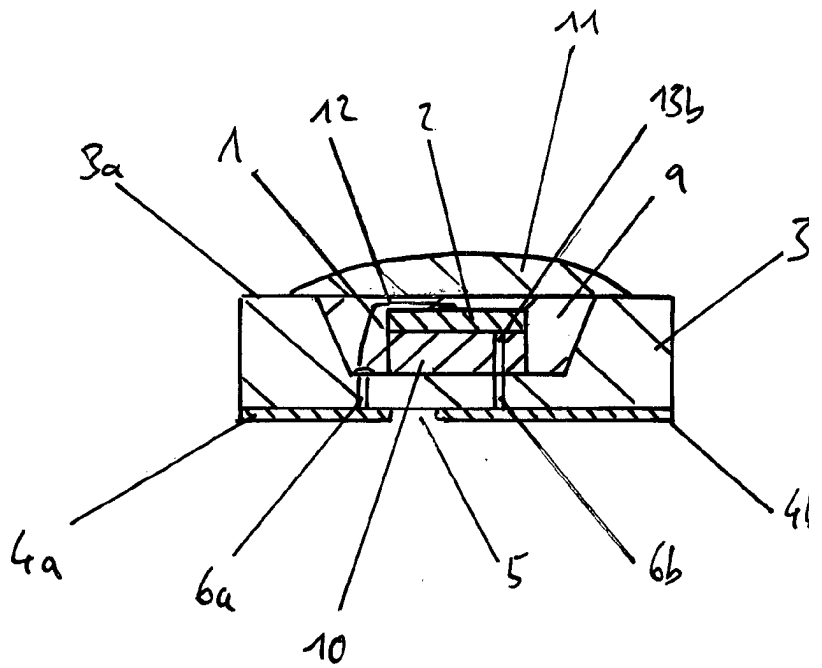


Fig. 5

