



(10) **DE 10 2009 019 161 A1** 2010.11.04

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 019 161.5**

(22) Anmeldetag: **28.04.2009**

(43) Offenlegungstag: **04.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 33/00** (2010.01)

(71) Anmelder:

**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(74) Vertreter:

**Epping Hermann Fischer,
Patentanwaltsgesellschaft mbH, 80339 München**

(72) Erfinder:

**Grolier, Vincent, Dr., 93047 Regensburg, DE;
Ahlstedt, Magnus, 93049 Regensburg, DE;
Ahlstedt, Mikael, 80686 München, DE; Eissler,
Dieter, Dr., 93152 Nittendorf, DE**

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

DE 10 2007 022947 A1

US 2007/01 26 017 A1

US 2007/00 80 362 A1

US 2006/01 86 424 A1

US 2002/00 74 558 A1

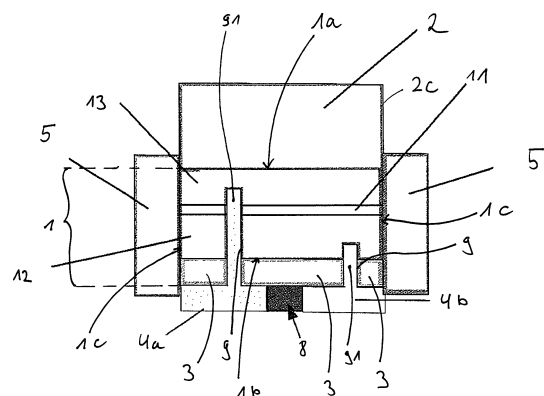
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Leuchtdiode und Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Leuchtdiode angegeben, mit

- einem Halbleiterkörper (1), wobei der Halbleiterkörper (1) einen aktiven, zur Strahlungserzeugung vorgesehenen Bereich (11) umfasst,
- einem Trägerkörper (2), der an einer Oberseite (1a) des Halbleiterkörpers (1) am Halbleiterkörper (1) befestigt ist, wobei der Trägerkörper (2) ein Lumineszenzkonversionsmaterial umfasst,
- einer Spiegelschicht (3), die an einer der Oberseite (1a) abgewandten Unterseite (1b) des Halbleiterkörpers (1) auf den Halbleiterkörper (1) aufgebracht ist, und
- zwei Kontaktschichten (4a, 4b), wobei eine erste (4a) der Kontaktschichten mit einem n-leitenden Bereich (13) des Halbleiterkörpers (1) und eine zweite der Kontaktschichten (4b) mit einem p-leitenden Bereich (12) des Halbleiterkörpers (1) elektrisch leitend verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Es wird eine Leuchtdiode angegeben. Bei der Leuchtdiode handelt es sich um eine Lumineszenzdiode, die zumindest einen aktiven Bereich umfasst, in welchem im Betrieb der Leuchtdiode elektromagnetische Strahlung erzeugt wird.

[0002] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode einen Halbleiterkörper, wobei der Halbleiterkörper den aktiven, zur Strahlungserzeugung vorgesehenen Bereich umfasst. Der Halbleiterkörper ist beispielsweise epitaktisch gewachsen.

[0003] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode einen Trägerkörper. Der Trägerkörper ist mechanisch selbsttragend. Das heißt, der Trägerkörper kann sich mechanisch selbst stützen, es bedarf keines zusätzlichen Trägerelements zur Stützung des Trägerkörpers. Beispielsweise handelt es sich bei dem Trägerkörper um eine mechanisch steife Trägerschicht.

[0004] Der Trägerkörper ist an einer Oberseite des Halbleiterkörpers am Halbleiterkörper befestigt. Der Trägerkörper kann beispielsweise mittels eines Verbindungsmittels am Halbleiterkörper befestigt sein. Insbesondere handelt es sich bei dem Trägerkörper nicht um ein Aufwachssubstrat des Halbleiterkörpers. Vielmehr ist es möglich, dass ein Aufwachssubstrat vom Halbleiterkörper entfernt ist.

[0005] Der Trägerkörper ist dann zum Beispiel an der Oberseite des Halbleiterkörpers auf diesen geklebt. Weiter ist es möglich, dass der Trägerkörper und der Halbleiterkörper durch Verfahren wie anodisches Bonden oder direktes Bonden miteinander verbunden sind. In diesem Fall ist kein Verbindungsmittel zwischen Trägerkörper und Halbleiterkörper angeordnet.

[0006] Der Trägerkörper stützt den Halbleiterkörper mechanisch. Das heißt, der Trägerkörper verleiht der Leuchtdiode mit Trägerkörper und Halbleiterkörper ihre mechanische Stabilität.

[0007] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Trägerkörpers umfasst der Trägerkörper ein Lumineszenzkonversionsmaterial. Das Lumineszenzkonversionsmaterial kann beispielsweise als dünne Schicht auf die Außenfläche des Trägerkörpers aufgebracht sein. Ferner ist es möglich, dass das Lumineszenzkonversionsmaterial in Form von Partikeln im Trägerkörper eingebracht und dort zum Beispiel gelöst ist. Schließlich ist es möglich, dass der Trägerkörper aus einem Lumineszenzkonversionsmaterial besteht. Der Trägerkörper kann dann beispielsweise aus einem keramischen Lumineszenzkonversionsmaterial bestehen.

[0008] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode eine Spiegelschicht, die an einer der Oberseite abgewandten Unterseite des Halbleiterkörpers auf den Halbleiterkörper aufgebracht ist. Die Spiegelschicht ist dazu vorgesehen, im Betrieb der Leuchtdiode im aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung zu reflektieren. Ferner ist die Spiegelschicht dazu vorgesehen, vom Lumineszenzkonversionsmaterial wellenlängenkonvertiertes Licht zu reflektieren. Die Spiegelschicht kann dazu beispielsweise aus einem dielektrischen Material, aus einer Schichtenfolge dielektrischer Materialien, aus einem Metall oder aus einer Kombination der genannten Materialien gebildet sein.

[0009] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode zwei Kontaktschichten.

[0010] Die erste der zwei Kontaktschichten ist dabei mit einem n-leitenden Bereich des Halbleiterkörpers verbunden, während die zweite der Kontaktschichten mit einem p-leitenden Bereich des Halbleiterkörpers elektrisch leitend verbunden ist. Über die Kontaktschichten kann die Leuchtdiode also von außen elektrisch kontaktiert und der aktive Bereich mit zum Betrieb der Leuchtdiode notwendigen elektrischen Strom versorgt werden.

[0011] Dabei ist es möglich, dass beide Kontaktschichten an einer dem Halbleiterkörper abgewandten Seite der Spiegelschicht angeordnet sind. Für den Fall, dass die Spiegelschicht aus einem elektrisch leitenden Material, wie zum Beispiel einem Metall, gebildet ist, sind die Kontaktschichten elektrisch isoliert von der Spiegelschicht. Ist die Spiegelschicht aus einem elektrisch leitenden Material gebildet, ist es darüber hinaus auch möglich, dass Teile der Spiegelschicht die Kontaktschichten bilden.

[0012] Ferner ist es möglich, dass die erste Kontaktschicht an einer dem Halbleiterkörper abgewandten Seite der Spiegelschicht angeordnet ist. Die zweite Kontaktschicht kann dann an einer dem Halbleiterkörper abgewandten Seite des Trägerkörpers angeordnet sein.

[0013] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode einen Halbleiterkörper, wobei der Halbleiterkörper einen aktiven, zur Strahlungserzeugung vorgesehenen Bereich umfasst. Weiter umfasst die Leuchtdiode einen Trägerkörper, der an einer Oberseite des Halbleiterkörpers am Halbleiterkörper befestigt ist, wobei der Trägerkörper ein Lumineszenzkonversionsmaterial umfasst. Ferner umfasst die Leuchtdiode eine Spiegelschicht, die an einer der Oberseite abgewandten Unterseite des Halbleiterkörpers auf den Halbleiterkörper aufgebracht ist. Die Leuchtdiode umfasst wei-

ter zwei Kontaktschichten, wobei eine erste der Kontaktschichten mit einem n-leitenden Bereich des Halbleiterkörpers und eine zweite der Kontaktschichten mit einem p-leitenden Bereich des Halbleiterkörpers elektrisch leitend verbunden ist.

[0014] Der Trägerkörper der Leuchtdiode übernimmt in der Leuchtdiode vorteilhaft verschiedene Funktionen:

- Der Trägerkörper bildet einen Träger für den Halbleiterkörper und damit die mechanisch stützende Komponente der Leuchtdiode.
- Der Trägerkörper bildet ferner ein Konversionsmedium, mittels dem in der aktiven Zone erzeugte elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise in Strahlung einer anderen, vorzugsweise höheren, Wellenlänge umgewandelt werden kann. Beispielsweise ist die Leuchtdiode auf diese Weise dazu geeignet, im Betrieb weißes Mischlicht zu emittieren, das sich aus dem durch das Lumineszenzkonversionsmaterial reemittierten Licht und der im aktiven Bereich erzeugten elektromagnetischen Strahlung zusammensetzt.
- Weiter kann der Trägerkörper ein Streuzentrum bilden. Ist der Trägerkörper beispielsweise aus einem keramischen Lumineszenzkonversionsmaterial gebildet, so weist dieses – neben den frequenzkonvertierenden Eigenschaften – auch eine lichtstreuende Wirkung auf, die zur Durchmischung der aus der Leuchtdiode austretenden elektromagnetischen Strahlung beiträgt. Ferner ist es möglich, dass ein lichtstreuendes Material in oder auf den Trägerkörper ein- oder aufgebracht ist.
- Weiter bildet der Trägerkörper eine Schutzschicht für den Halbleiterkörper, welche den Halbleiterkörper gegen chemische und/oder mechanische Beschädigung schützen kann.

[0015] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode wird die im Betrieb im aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung der Leuchtdiode lediglich durch den Trägerkörper hindurch ausgekoppelt. Das heißt, die im Betrieb im aktiven Bereich erzeugte elektromagnetische Strahlung kann die Leuchtdiode lediglich durch den Trägerkörper hindurch verlassen. Um dies zu erreichen, können Maßnahmen ergriffen sein, die eine Auskoppelung der elektromagnetischen Strahlung durch Seitenflächen des Chips hindurch verhindert.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode schließt zumindest eine Seitenfläche des Trägerkörpers bündig mit zumindest einer Seitenfläche des Halbleiterkörpers ab. Eine Seitenfläche des Halbleiterkörpers ist dabei eine Fläche, welche von der Oberseite zur Unterseite des Halbleiterkörpers läuft und beispielsweise eine Bodenfläche des Halbleiterkörpers an dessen Unterseite mit einer Deckfläche des Halbleiterkörpers an dessen Ober-

seite verbindet. In gleicher Weise handelt es sich bei der Seitenfläche des Trägerkörpers um eine lateral begrenzende Fläche des Trägerkörpers. Zumindest eine Seitenfläche des Trägerkörpers kann nun bündig mit einer Seitenfläche des Halbleiterkörpers abschließen. Im Extremfall ist es möglich, dass sämtliche Seitenflächen oder die gesamte Seitenfläche des Trägerkörpers bündig mit sämtlichen Seitenflächen oder mit der gesamten Seitenfläche des Halbleiterkörpers bündig abschließt. Halbleiterkörper und Trägerkörper weisen in diesem Fall beispielsweise die gleiche Querschnittsfläche auf, sie überragen sich gegenseitig nicht. Unter Ausführungsformen, bei denen sich der Trägerkörper und der Halbleiterkörper in lateraler Richtung nicht gegenseitig überragen, sind auch solche Ausführungsformen zu fassen, bei denen die Querschnittsflächen von Halbleiterkörper und Trägerkörper um höchstens 10% voneinander abweichen.

[0017] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode umfasst die Leuchtdiode eine Abdeckschicht, die zumindest eine Seitenfläche des Halbleiterkörpers vollständig überdeckt. Bevorzugt überdeckt die Abdeckschicht dann sämtliche Seitenflächen des Halbleiterkörpers vollständig. Die Abdeckschicht kann zum einen dazu vorgesehen sein, die Seitenflächen des Halbleiterkörpers vor chemischer und/oder mechanischer Belastung zu schützen. Weiter ist es möglich, dass die Abdeckschicht strahlungsundurchlässig ausgebildet ist, so dass elektromagnetische Strahlung den Halbleiterkörper nicht durch dessen Seitenflächen verlassen kann. Bei der Abdeckschicht handelt es sich dann beispielsweise um eine strahlungsreflektierende Schicht, die mit einem dielektrischen Material wie Siliziumoxid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid gebildet sein kann. Schließlich ist es möglich, dass die Abdeckschicht als Antireflexionsschicht ausgeführt ist. In diesem Fall ist es gewünscht, elektromagnetische Strahlung durch die Seitenflächen des Halbleiterkörpers hindurch aus diesen auszukoppeln. Elektromagnetische Strahlung kann die Leuchtdiode dann nicht nur durch den Trägerkörper hindurch, sondern auch – allerdings unkonvertiert – durch die Seitenfläche hindurch verlassen.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode bedeckt die Abdeckschicht den Trägerkörper und/oder die Spiegelschicht seitlich. Das heißt, es ist möglich, dass sich die Abdeckschicht nicht nur entlang der Seitenflächen des Halbleiterkörpers erstreckt, sondern auch Seitenflächen des Trägerkörpers und der Spiegelschicht bedeckt. Insbesondere wenn die Abdeckschicht strahlungsreflektierend ausgebildet ist, kann dadurch ein besonders großer Anteil von elektromagnetischer Strahlung in Richtung Trägerkörper reflektiert werden. Ferner trägt die Abdeckschicht auf diese Weise auch zum chemischen und/oder mechanischen Schutz des Trä-

gerkörper und/oder der Spiegelschicht bei.

[0019] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode sind zwischen dem Halbleiterkörper und dem Trägerkörper Auskoppelstrukturen angeordnet, wobei die Brechungsindizes der Materialien der Auskoppelstrukturen und des Halbleiterkörpers um höchstens 30% voneinander abweichen. Die Auskoppelstrukturen sind beispielsweise als Pyramidenstümpfe auf die dem Trägerkörper zugewandte Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterkörpers aufgebracht. Elektromagnetische Strahlung kann aufgrund des geringen oder nicht vorhandenen Brechungsindexunterschieds zwischen dem Material der Auskoppelstrukturen und dem Material des Halbleiterkörpers mit nur geringen optischen Verlusten vom Halbleiterkörper in die Auskoppelstrukturen eintreten. Die Auskoppelstrukturen weisen vorzugsweise Seitenflächen auf, die einen Winkel größer 0 und kleiner 90° mit der dem Trägerkörper zugewandten Strahlungsaustrittsfläche des Halbleiterkörpers einschließen. Elektromagnetische Strahlung kann die Auskoppelstrukturen unter Vermeidung von Totalreflexion also mit größerer Wahrscheinlichkeit verlassen als dies beim Halbleiterkörper ohne Auskoppelstrukturen der Fall wäre. Die Auskoppelstrukturen können dabei aus dem gleichen Material wie der Halbleiterkörper bestehen und sind dann zum Beispiel als Aufrauungen des Halbleiterkörpers ausgeführt.

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode ist ein Material der Auskoppelstrukturen von einem Material des Halbleiterkörpers verschieden. Die Auskoppelstrukturen enthalten beispielsweise eines der folgenden Materialien oder bestehen aus einem der folgenden Materialien: Titanoxid, Zinksulfid, Aluminiumnitrid, Siliziumcarbid, Bornitrid, Tantaloxid.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode ist die Außenfläche des Trägerkörpers aufgeraut und/oder mit einer Anti-Reflektionsbeschichtung beschichtet. Zum Beispiel sind die dem Halbleiterkörper zugewandte Seite und/oder die dem Halbleiterkörper abgewandte Seite des Trägerkörpers auf die beschriebene Weise behandelt. Dadurch verringert sich die Wahrscheinlichkeit einer Reflektion von elektromagnetischer Strahlung beim Durchtritt durch den Trägerkörper. Insgesamt ist dadurch also die Wahrscheinlichkeit für eine Lichtauskoppelung in den und aus dem Trägerkörper erhöht.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode ist zwischen dem Halbleiterkörper und dem Trägerkörper ein Verbindungsmittel angeordnet, das eine mechanische Verbindung zwischen dem Halbleiterkörper und dem Trägerkörper vermittelt. Bei dem Verbindungsmittel kann es sich beispielsweise um einen strahlungsdurchlässigen Klebstoff handeln, mit dem der Halbleiterkörper am Trä-

gerkörper befestigt ist. Dies sorgt für eine besonders elastische Verbindung zwischen Trägerkörper und Halbleiterkörper, was sich insbesondere bei Erwärmung des Halbleiterkörpers im Betrieb der Leuchtdiode als vorteilhaft erweist. Ferner ist es möglich, dass auf die dem Trägerkörper zugewandte Außenfläche des Halbleiterkörpers eine Schicht aufgebracht ist, die zum Beispiel aus Aluminiumoxid besteht. Die gleiche Schicht kann auch auf die dem Halbleiterkörper zugewandte Außenfläche des Trägerkörpers aufgebracht sein. Die beiden Schichten können dann mittels eines Bond-Verfahrens, wie anodisches Bonden oder direktes Bonden, miteinander verbunden werden, so dass eine Schicht aus einem Verbindungsmittel zwischen Trägerkörper und Halbleiterkörper angeordnet ist.

[0023] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode weicht der Brechungsindex des Verbindungsmittels um wenigstens 30% vom Brechungsindex des Halbleiterkörpers ab. Dies erweist sich als besonders vorteilhaft, wenn Auskoppelstrukturen zwischen dem Halbleiterkörper und dem Trägerkörper angeordnet sind. In diesem Fall kann das Verbindungsmittel, das beispielsweise einen wesentlich niedrigeren Brechungsindex als das Material des Halbleiterkörpers und das Material der Auskoppelstrukturen aufweist, die Auskoppelstrukturen an ihren freiliegenden Außenflächen umschließen. Aufgrund des Brechungsindexunterschieds zwischen Halbleiterkörper und Verbindungsmittel und des sehr ähnlichen Brechungsindex von Halbleiterkörper und Auskoppelstrukturen, wird elektromagnetische Strahlung bevorzugt in die Auskoppelstrukturen eingekoppelt.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der Leuchtdiode sind von den Kontaktschichten aus in den Halbleiterkörper hinein Kanäle eingebracht, die mit einem elektrisch leitenden Material befüllt sind. Die Kanäle durchstoßen dabei vorzugsweise auch die Spiegelschicht und/oder den Trägerkörper. Das heißt, von den Kontaktschichten reichen Kanäle mit elektrisch leitendem Material in den Halbleiterkörper hinein, so dass der Halbleiterkörper von seiner Unterseite und/oder seiner Oberseite her über die Kontaktschichten sowohl n- als auch p-seitig kontaktiert werden kann.

[0025] Es wird darüber hinaus ein Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode angegeben. Vorzugsweise kann mit dem Verfahren eine hier beschriebene Leuchtdiode hergestellt werden. Das heißt, sämtliche für die Leuchtdiode offenbarten Merkmale sind auch für das Verfahren offenbart und umgekehrt. Das Verfahren umfasst gemäß einer Ausführungsform die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines Halbleiterkörpers,
- Aufbringen eines Trägerkörpers an einer Oberseite des Halbleiterkörpers,
- Ablösen eines Aufwachssubstrats vom Halblei-

terkörper,

- Erzeugen einer Spiegelschicht an der dem Trägerkörper abgewandten Unterseite des Halbleiterkörpers,
- Erzeugen von Kanälen durch die Spiegelschicht und/oder den Trägerkörper hindurch in den Halbleiterkörper hinein,
- Füllen der Kanäle mit einem elektrisch leitenden Material, und
- Ausbilden von Kontaktschichten, wobei die Kontaktschichten elektrisch leitend mit dem elektrisch leitenden Material verbunden werden.

[0026] Das Verfahren wird dabei bevorzugt in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt. Insbesondere werden die Kanäle, die in den Halbleiterkörper hinein führen, bevorzugt erst nach dem Aufbringen der Spiegelschicht und/oder des Trägerkörpers ausgebildet.

[0027] Im Folgenden werden die hier beschriebene Leuchtdiode sowie das hier beschriebene Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

[0028] Die [Fig. 1A](#), [Fig. 1B](#) und [Fig. 2](#) zeigen Ausführungsbeispiele einer hier beschriebenen Leuchtdiode anhand schematischer Schnittdarstellungen.

[0029] Die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3F](#) zeigen ein Ausführungsbeispiel eines hier beschriebenen Verfahrens zur Herstellung einer Leuchtdiode anhand schematischer Schnittdarstellungen.

[0030] Gleiche, gleichartige oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0031] Die [Fig. 1A](#) zeigt anhand einer schematischen Schnittdarstellung eine hier beschriebene Leuchtdiode. Die Leuchtdiode umfasst einen Halbleiterkörper **1**. Der Halbleiterkörper **1** umfasst einen n-dotierten Bereich **13**, einen p-dotierten Bereich **12** und eine aktive Zone **11**, die zwischen n-dotiertem Bereich **13** und p-dotiertem Bereich **12** angeordnet ist. Im Betrieb der Leuchtdiode wird im aktiven Bereich **11** elektromagnetische Strahlung erzeugt. Die elektromagnetische Strahlung kann den Halbleiterkörper **1** beispielsweise an dessen Oberseite **1a** verlassen. Die Anordnung der n-dotierten Bereiche und der p-dotierten Bereiche kann dabei auch vertauscht sein.

[0032] An der Oberseite **1a** des Halbleiterkörpers ist

der Trägerkörper **2** auf den Halbleiterkörper **1** aufgebracht. Vorliegend besteht der Trägerkörper **2** aus einem keramischen Lumineszenzkonversionsmaterial wie beispielsweise YAG:Ce. Der Trägerkörper **2** kann auf den Halbleiterkörper **1** geklebt oder gebondet sein. Vorliegend ist der Trägerkörper **2** auf die dem ursprünglichen Aufwachssubstrat abgewandte Seite des Halbleiterkörpers **1** aufgebracht.

[0033] An die Seitenflächen **1c** des Halbleiterkörpers **1** ist eine Abdeckschicht **5** angeordnet, die vorliegend reflektierend ausgebildet ist, so dass in der aktiven Zone **11** im Betrieb erzeugte elektromagnetische Strahlung an den Seitenflächen **1c** von der Abdeckschicht **5** in den Halbleiterkörper zurück, zum Beispiel in Richtung des Trägerkörpers **2** oder der Spiegelschicht **3**, reflektiert wird. Die Abdeckschicht **5** kann sich sowohl entlang der Seitenfläche **1c** des Halbleiterkörpers als auch den Seitenflächen **2c** des Trägerkörpers sowie seitlich der Spiegelschicht **3** und der Kontaktschichten **4a**, **4b** erstrecken.

[0034] Die Spiegelschicht **3** ist an der der Oberseite **1a** abgewandten Unterseite **1b** des Halbleiterkörpers **1** auf diesen aufgebracht. Vorliegend ist die Spiegelschicht **3** beispielsweise als metallischer Spiegel ausgebildet, der Silber enthält oder aus Silber besteht. Die Spiegelschicht **3** ist dazu vorgesehen, in der aktiven Zone **11** erzeugte sowie im Trägerkörper **2** frequenzkonvertierte elektromagnetische Strahlung in Richtung des Trägerkörpers **2** zu reflektieren. Ist die Spiegelschicht **3** aus einem elektrisch leitenden Material gebildet, so ist sie mittels einer nicht gezeigten Abdeckschicht von den Kontaktschichten **4a**, **4b** elektrisch isoliert.

[0035] An der dem Halbleiterkörper abgewandten Seite der Spiegelschicht **3** sind Kontaktschichten **4a**, **4b** angeordnet, über die die Leuchtdiode elektrisch kontaktiert werden kann. Von den Kontaktschichten **4a**, **4b** erstrecken sich Kanäle **9** in den n-dotierten Bereich **13** beziehungsweise den p-dotierten Bereich **12**. Die Kanäle **9** sind mit einem elektrisch leitenden Material **91** gefüllt. Bei dem elektrisch leitenden Material **91** kann es sich beispielsweise um dasselbe Material handeln, aus dem auch die Kontaktschichten **4a**, **4b** gebildet sind. Zwischen den Kontaktschichten **4a**, **4b** ist vorzugsweise eine Isolierschicht **8** aus einem dielektrischen Material angeordnet, welche einen Kurzschluss zwischen den beiden Kontaktschichten unterbindet.

[0036] Insgesamt ist durch die in Verbindung mit der [Fig. 1A](#) beschriebene Leuchtdiode eine besonders kompakte Leuchtdiode realisiert, die direkt beispielsweise auf eine Leiterplatte montiert werden kann, ohne dass ein weiteres Gehäuse für die Leuchtdiode notwendig wäre. Die Leuchtdiode zeichnet sich beispielsweise dadurch aus, dass in der beschriebenen Leuchtdiode auf Silikon zum Beispiel als Verguss der

Leuchtdiode oder als Träger für Lumineszenzkonversionsmaterial verzichtet ist. Das heißt, die hier beschriebene Leuchtdiode ist silikonfrei. Die Leuchtdiode zeichnet sich durch ihren kompakten Aufbau und ihre geringe Größe aus sowie der Tatsache, dass neben dem Trägerkörper kein zusätzliches Trägerelement notwendig ist. Der Trägerkörper **2** stützt den Halbleiterkörper **1** mechanisch, so dass es möglich ist, ein Aufwachssubstrat von den epitaktisch hergestellten Schichten des Halbleiterkörpers zu entfernen und damit einen besonders dünnen Aufbau des Halbleiterkörpers zu erhalten.

[0037] In Verbindung mit der [Fig. 1B](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer hier beschriebenen Leuchtdiode näher erläutert. Im Unterschied zum in Verbindung mit der [Fig. 1A](#) beschriebenen Ausführungsbeispiel ist die Leuchtdiode hier von unterschiedlichen Seiten kontaktierbar.

[0038] An der dem Halbleiterkörper **1** abgewandten Seite des Trägerkörpers **2** ist die erste Kontaktschicht **4a** angeordnet, über die die Leuchtdiode elektrisch kontaktiert werden kann. Von der Kontaktschicht **4a** aus erstreckt sich ein Kanal **9** in den n-dotierten Bereich **13**. Alternativ oder zusätzlich zu einem Kanal **9** könnte der Trägerkörper **2** im Bereich der ersten Kontaktschicht **4a** auch gedünnt oder entfernt sein.

[0039] An der dem Halbleiterkörper **1** abgewandten Seite der Spiegelschicht **3** ist die zweite Kontaktschicht **4b** angeordnet, die den Halbleiterkörper zum Beispiel über die elektrisch leitende Spiegelschicht **3** p-seitig kontaktiert. Alternativ kann auch ein Kanal **9** durch die Spiegelschicht zum p-dotierten Bereich **12** geführt sein.

[0040] Die Kanäle **9** sind mit einem elektrisch leitenden Material **91** gefüllt. Bei dem elektrisch leitenden Material **91** kann es sich beispielsweise um dasselbe Material handeln, aus dem auch die Kontaktschichten **4a**, **4b** gebildet sind.

[0041] In Verbindung mit der [Fig. 2](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer hier beschriebenen Leuchtdiode näher erläutert. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel der [Fig. 1A](#) ist beim Ausführungsbeispiel der [Fig. 2](#) eine Vielzahl von Auskoppelstrukturen **6** zwischen dem Halbleiterkörper **1** und dem Trägerkörper **2** angeordnet. Die Auskoppelstrukturen **6** sind zum Beispiel als Pyramidenstümpfe ausgeführt, welche Seitenflächen aufweisen, die schräg zur Strahlungsaustrittsfläche an der Oberseite **1a** des Halbleiterkörpers **1** verlaufen. Die Auskoppelstrukturen bestehen aus einem dielektrischen Material mit einem ähnlichen Brechungsindex wie der Halbleiterkörper. Basiert der Halbleiterkörper beispielsweise auf Galliumnitrid, so eignet sich Titanoxid oder Tantalexid besonders gut zur Bildung der Auskoppelstrukturen **6**. Elektromagnetische Strahlung

tritt aus dem Halbleiterkörper in die Auskoppelstrukturen **6** ein, aus denen sie aufgrund der schrägen Seitenflächen besonders effizient in Richtung des Trägerkörpers **2** ausgekoppelt werden kann. Zur Verbindung des Trägerkörpers **2** mit dem Halbleiterkörper **1** sind die Auskoppelstrukturen **6** von einem Verbindungsmittel **7** umgeben, bei dem es sich zum Beispiel um einen transparenten Klebstoff oder ein keramisches Material handeln kann. Der Trägerkörper **2** kann dann beispielsweise mittels Kleben oder mittels Bonden mit dem Halbleiterkörper **1** verbunden sein. Das Verbindungsmittel **7** kann dabei einen Brechungsindex aufweisen, der wenigstens 30% kleiner ist als der Brechungsindex des Materials, auf welchem der Halbleiterkörper basiert. Der Trägerkörper **2** besteht vorzugsweise aus einem keramischen Material, welches ein Lumineszenzkonversionsmaterial enthält oder aus einem solchen besteht.

[0042] In Verbindung mit den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3F](#) ist ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer hier beschriebenen Leuchtdiode anhand schematischer Schnittdarstellungen näher erläutert.

[0043] In einem ersten Verfahrensschritt wird ein Trägerkörper **2** auf die einem Aufwachssubstrat **14** für den Halbleiterkörper **1** abgewandte Oberseite des Halbleiterkörpers aufgebracht und beispielsweise durch Bonden mit diesem verbunden (vergleiche [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#)).

[0044] In Verbindung mit der [Fig. 3C](#) ist gezeigt, dass das Aufwachssubstrat **14** zum Beispiel mittels Laser-Lift-Off vom Halbleiterkörper **1** entfernt wird.

[0045] Die [Fig. 3D](#) zeigt ein nachfolgendes Aufbringen einer Spiegelschicht **3** auf der dem Trägerkörper **2** abgewandten Unterseite des Halbleiterkörpers **1**.

[0046] In Verbindung mit der [Fig. 3E](#) ist dargestellt, dass die Spiegelschicht strukturiert wird und Kanäle **9** durch die Spiegelschicht hindurch in den Halbleiterkörper **1** eingebracht werden. Ein elektrisch leitendes Material **91** wird in die Kanäle **9** eingebracht. Dabei ist es auch möglich, dass eine Isolierschicht **8** zwischen zwei Bereiche der Spiegelschicht **3** eingebracht wird. Die Isolierschicht **8** ist aus einem elektrisch isolierenden Material gebildet. Sie ist in diesem Verfahrensschritt besonders vorteilhaft, wenn die Spiegelschicht selbst aus einem elektrisch leitenden Material besteht. In diesem Fall kann auf zusätzliche Kontaktschichten **4a**, **4b** verzichtet werden und die Leuchtdiode kann direkt über die Spiegelschicht **3** elektrisch kontaktiert werden.

[0047] In Verbindung mit der [Fig. 3F](#) ist die Fertigstellung der Leuchtdiode durch das Aufbringen von Kontaktstellen **4a**, **4b** sowie das Aufbringen einer Abdeckschicht **5** auf die Seitenflächen **1c** des Halblei-

terkörpers gezeigt.

[0048] In gleicher Weise, wie in Verbindung mit den [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3F](#) dargestellt, kann auch das in Verbindung mit der [Fig. 2](#) beschriebene Ausführungsbeispiel einer hier beschriebenen Leuchtdiode hergestellt werden, wobei vor dem Verbinden von Halbleiterkörper **1** und Trägerkörper **2** Auskoppelstrukturen **6** auf dem Halbleiterkörper **2** erzeugt werden. Die Auskoppelstrukturen **6** können beispielsweise mittels einer Maskentechnik hergestellt werden.

[0049] Ferner ist es möglich, das in Verbindung mit der [Fig. 1B](#) beschriebene Ausführungsbeispiel einer hier beschriebenen Leuchtdiode mittels des Verfahrens herzustellen, wobei Kanäle **9** in der Spiegelschicht **3** und/oder dem Trägerkörper **2** erzeugt werden.

[0050] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt. Vielmehr umfasst die Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Leuchtdiode mit

- einem Halbleiterkörper (**1**), wobei der Halbleiterkörper (**1**) einen aktiven, zur Strahlungserzeugung vorgesehenen Bereich (**11**) umfasst,
- einem Trägerkörper (**2**), der an einer Oberseite (**1a**) des Halbleiterkörpers (**1**) am Halbleiterkörper (**1**) befestigt ist, wobei der Trägerkörper (**2**) ein Lumineszenzkonversionsmaterial umfasst,
- einer Spiegelschicht (**3**), die an einer der Oberseite (**1a**) abgewandten Unterseite (**1b**) des Halbleiterkörpers (**1**) auf den Halbleiterkörper (**1**) aufgebracht ist, und
- zwei Kontaktschichten (**4a**, **4b**), wobei eine erste (**4a**) der Kontaktschichten mit einem n-leitenden Bereich (**13**) des Halbleiterkörpers (**1**), und eine zweite der Kontaktschichten (**4b**) mit einem p-leitenden Bereich (**12**) des Halbleiterkörpers (**1**) elektrisch leitend verbunden ist.

2. Leuchtdiode nach dem vorherigen Anspruch, bei der im Betrieb im aktiven Bereich (**11**) erzeugte elektromagnetische Strahlung die Leuchtdiode lediglich durch den Trägerkörper (**2**) hindurch verlassen kann.

3. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der zumindest eine Seitenfläche (**2c**) des Trägerkörpers (**2**) bündig mit zumindest einer Seitenfläche (**1c**) des Halbleiterkörpers (**1**) ab-

schließt.

4. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der eine Abdeckschicht (**5**) zumindest eine Seitenfläche (**1c**) des Halbleiterkörpers (**1**) vollständig überdeckt.

5. Leuchtdiode nach dem vorherigen Anspruch, bei der die Abdeckschicht (**5**) den Trägerkörper (**2**) und/oder die Spiegelschicht (**3**) seitlich bedeckt.

6. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der der Trägerkörper (**2**) aus einem keramischen Lumineszenzkonversionsmaterial besteht.

7. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der Auskoppelstrukturen (**6**), zwischen dem Halbleiterkörper (**1**) und dem Trägerkörper (**2**) angeordnet sind, wobei die Brechungsindizes der Materialien der Auskoppelstrukturen (**6**) und des Halbleiterkörpers (**1**) um höchstens 30% voneinander abweichen.

8. Leuchtdiode nach dem vorherigen Anspruch, bei der ein Material der Auskoppelstrukturen (**6**) von einem Material des Halbleiterkörpers (**1**) verschieden ist und das Material der Auskoppelstrukturen (**6**) einen der folgenden Stoffe enthält oder hieraus besteht: TiO₂, ZnS, AlN, SiC, BN, Ta₂O₅.

9. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der zwischen dem Halbleiterkörper (**1**) und dem Trägerkörper (**2**) ein Verbindungsmittel (**7**) angeordnet ist, das eine mechanische Verbindung zwischen dem Halbleiterkörper (**1**) und dem Trägerkörper (**2**) vermittelt.

10. Leuchtdiode nach dem vorherigen Anspruch, bei der der Brechungsindex des Verbindungsmittels (**7**) um wenigstens 30% vom Brechungsindex des Halbleiterkörpers (**1**) abweicht.

11. Leuchtdiode nach einem der beiden vorherigen Ansprüche, bei der das Verbindungsmittel (**7**) die Auskoppelstrukturen (**6**) an ihren freiliegenden Außenflächen umschließt.

12. Leuchtdiode nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der von den Kontaktschichten (**4a**, **4b**) aus in den Halbleiterkörper (**1**) hinein Kanäle (**9**) eingebracht sind, die mit einem elektrisch leitenden Material (**91**) befüllt sind.

13. Leuchtdiode nach dem vorherigen Anspruch, bei der zumindest ein Kanal (**9**) die Spiegelschicht (**3**) durchstößt.

14. Leuchtdiode nach einem der beiden vorherigen Ansprüche, bei der zumindest ein Kanal (**9**) den

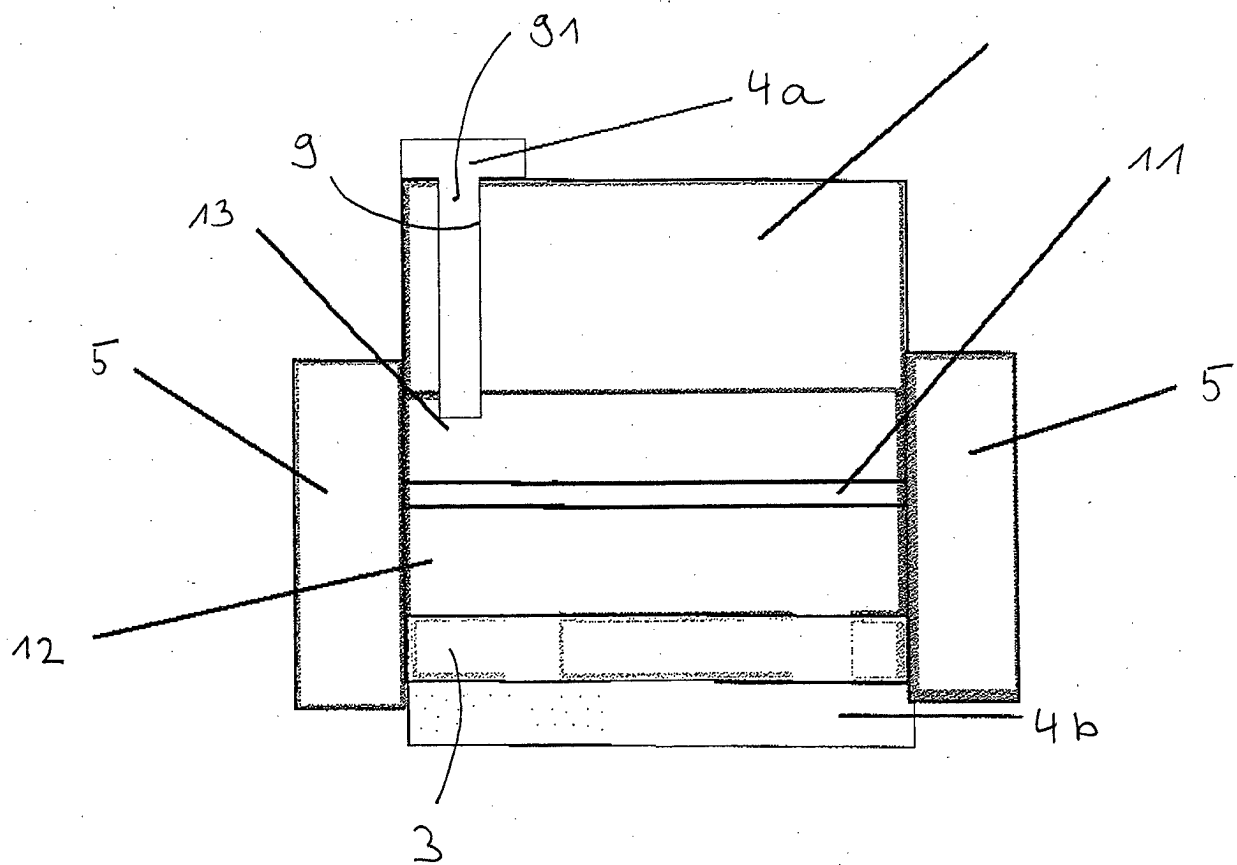
Trägerkörper (2) durchstößt.

15. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode mit den folgenden Schritten in der folgenden Reihenfolge:

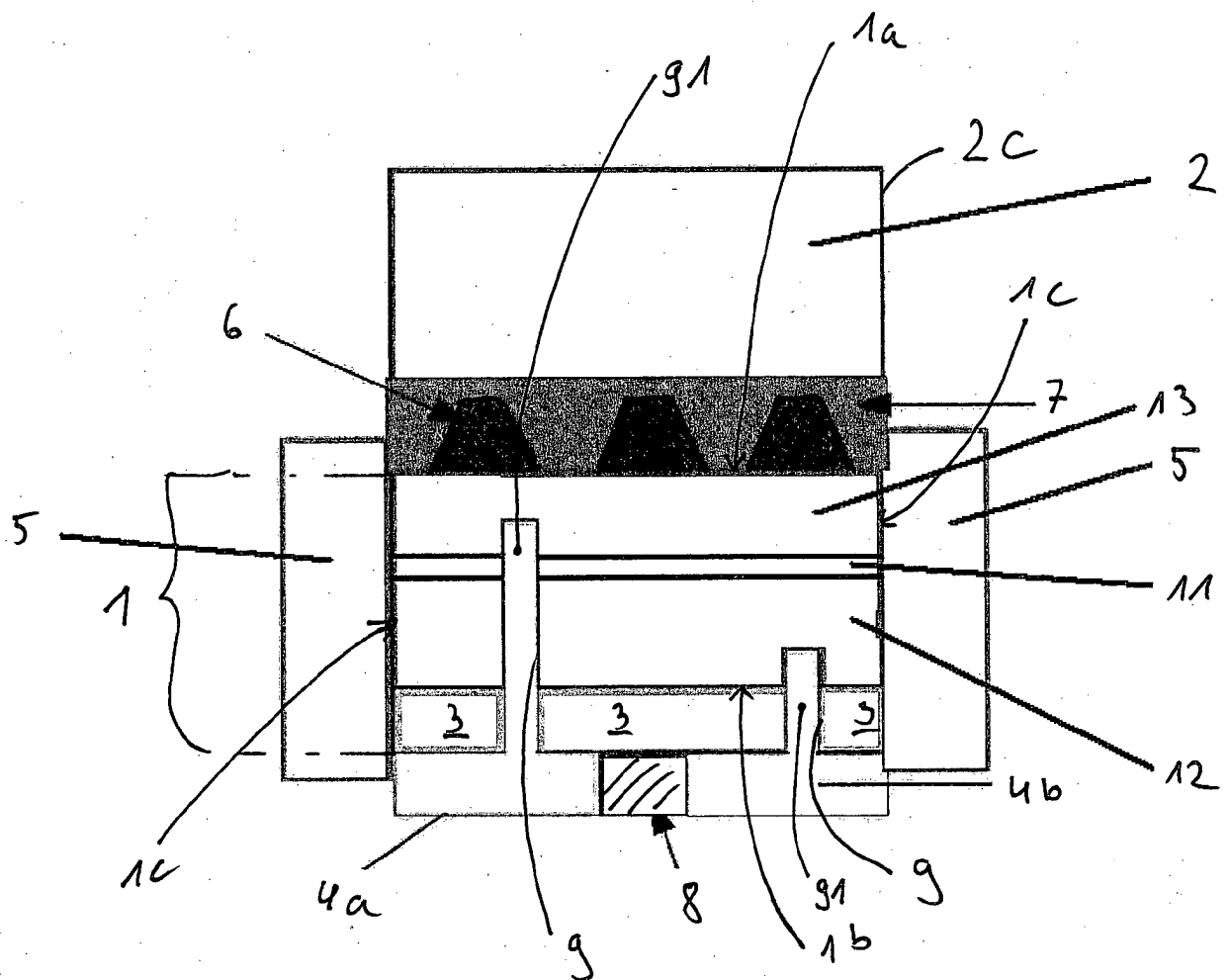
- Bereitstellen eines Halbleiterkörpers (1),
- Aufbringen eines Trägerkörpers (2) an einer Oberseite (1a) des Halbleiterkörpers (1),
- Ablösen eines Aufwachssubstrats (14) vom Halbleiterkörper (1),
- Erzeugen einer Spiegelschicht (3) an der dem Trägerkörper (2) abgewandten Unterseite (1b) des Halbleiterkörpers (1),
- Erzeugen von Kanälen (9) durch die Spiegelschicht (3) und/oder den Trägerkörper (2) hindurch in den Halbleiterkörper (1) hinein,
- Füllen der Kanäle (9) mit elektrisch leitendem Material (91),
- Ausbilden von Kontaktschichten (4a, 4b), wobei die Kontaktschichten (4a, 4b) elektrisch leitend mit dem elektrisch leitenden Material (91) verbunden werden.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

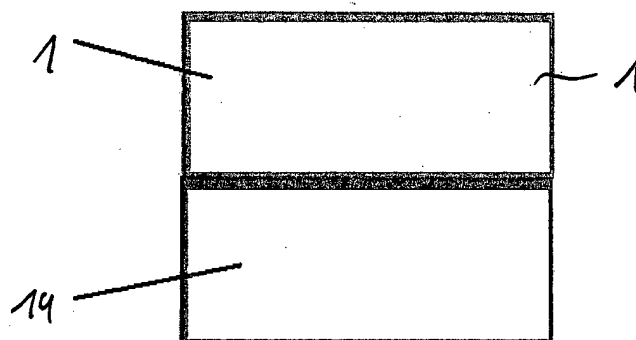
Figur 1B



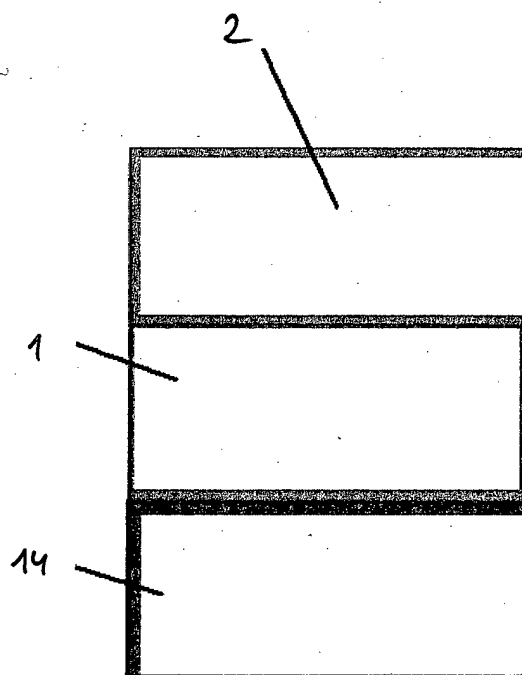
Figur 2



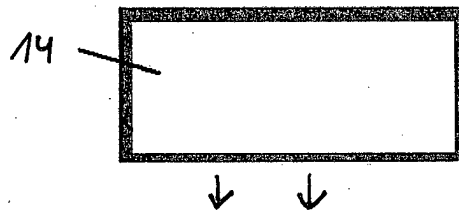
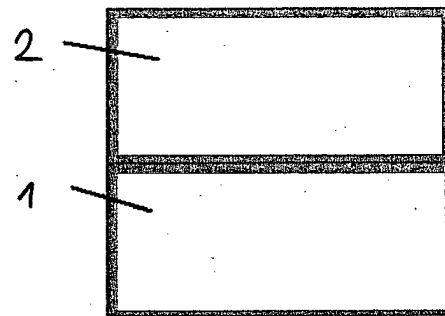
Figur 3A



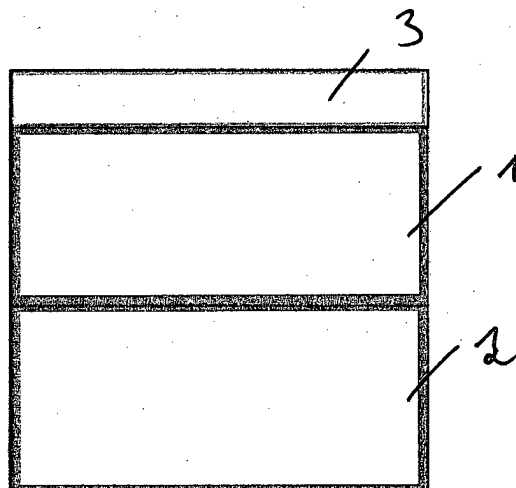
Figur 3B



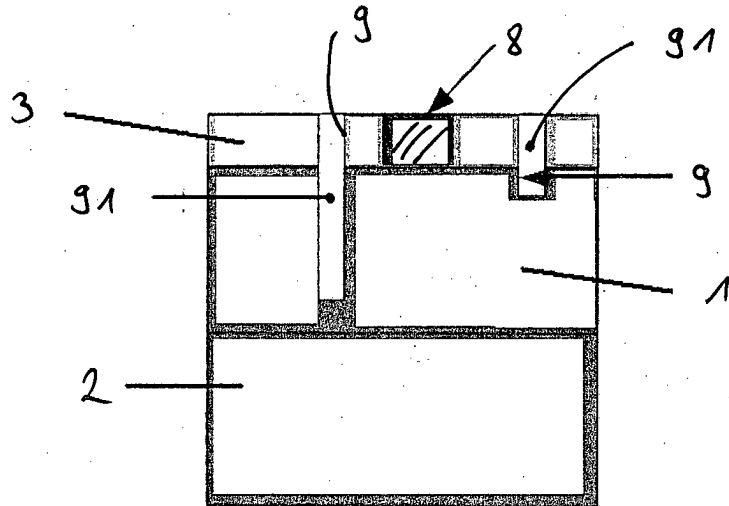
Figur 3C



Figur 3D



Figur 3E



Figur 3F

