



(10) **DE 10 2013 109 079 A1** 2015.02.26

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 109 079.6**
(22) Anmeldetag: **22.08.2013**
(43) Offenlegungstag: **26.02.2015**

(51) Int Cl.: **H01L 21/30** (2006.01)
H01L 21/268 (2006.01)
H01L 21/225 (2006.01)
H01L 21/463 (2006.01)
H01L 23/14 (2006.01)
H01L 33/48 (2010.01)

(71) Anmelder:
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055
Regensburg, DE**

(72) Erfinder:
Kämpf, Mathias, 93133 Burglengenfeld, DE

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer,
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

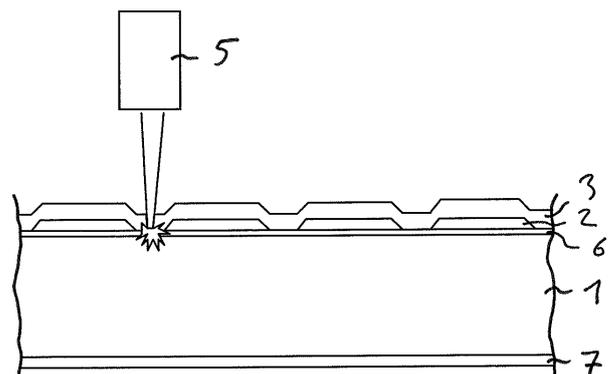
(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2005 061 828 A1
DE 10 2010 018 051 A1
DE 10 2011 017 097 A1
US 2007 / 0 181 891 A1

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Durchtrennen von Substraten und Halbleiterchip**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Durchtrennen eines Substrats (1) entlang eines Trennmusters (4) angegeben, bei dem ein Substrat (1) bereitgestellt und auf dem Substrat eine Hilfsschicht (3) aufgebracht wird, die das Substrat zumindest entlang des Trennmusters bedeckt. Das Substrat mit der Hilfsschicht wird bestrahlt, sodass Material der Hilfsschicht entlang des Trennmusters als Verunreinigung in das Substrat eindringt. Das Substrat wird entlang des Trennmusters gebrochen. Weiterhin wird ein Halbleiterchip (15) angegeben.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zum Durchtrennen von Substraten sowie einen Halbleiterchip.

[0002] Beim Durchtrennen von Substraten beispielsweise in der Halbleitertechnologie finden unter anderem Lasertrennprozesse statt, bei denen das Substratmaterial abgetragen wird. Abhängig von dem zu durchtrennenden Material können solche Trennprozesse jedoch vergleichsweise langsam sein. Zudem müssen vergleichsweise breite Trennstraßen vorgehalten werden, was die für Bauelemente nutzbare Fläche auf den Substraten reduziert.

[0003] Eine Aufgabe ist es, ein Verfahren zum Durchtrennen von Substraten anzugeben, das einfach, schnell und kostengünstig durchführbar ist. Zudem soll ein Halbleiterchip angegeben werden, der sich durch eine einfache Herstellbarkeit auszeichnet.

[0004] Diese Aufgaben werden unter anderem durch ein Verfahren beziehungsweise einen Halbleiterchip gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0005] Es wird ein Verfahren zum Durchtrennen eines Substrats angegeben. Das Durchtrennen erfolgt insbesondere entlang eines Trennmusters.

[0006] Die Geometrie des Trennmusters ist in weiten Grenzen wählbar. Beispielsweise ist das Trennmuster in Draufsicht auf das Substrat gitterförmig ausgebildet, so dass nach dem Durchtrennen des Substrats mehreckige, insbesondere rechteckige, beispielsweise quadratische Halbleiterchips vorliegen.

[0007] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem auf dem Substrat eine Hilfsschicht aufgebracht wird. Die Hilfsschicht kann in fester oder flüssiger Form vorliegen. Beispielsweise wird die Hilfsschicht in flüssiger Form aufgebracht und nachfolgend getrocknet. Die Hilfsschicht bedeckt das Substrat zumindest entlang des Trennmusters bereichsweise, insbesondere entlang des gesamten Trennmusters. Beispielsweise wird die Hilfsschicht vollflächig oder im Wesentlichen vollflächig, etwa mit einer Flächenbedeckung von mindestens 90% auf dem Substrat aufgebracht.

[0008] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem das Substrat mit der Hilfsschicht bestrahlt wird, so dass Material der Hilfsschicht entlang des Trennmusters als Verunreinigung in das Substrat eindringt. Zum Zeitpunkt der Bestrahlung kann die Hilfsschicht in fester oder in flüssiger Form vorliegen.

Die feste Form eignet sich aufgrund der besseren Handhabbarkeit besonders. Die Verunreinigung kann sich in vertikaler Richtung, also senkrecht zu einer Haupterstreckungsebene des Substrats, vollständig oder nur bereichsweise durch das Substrat hindurch erstrecken.

[0009] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst das Verfahren einen Schritt, in dem das Substrat entlang des Trennmusters gebrochen wird. Unter den Begriff „Brechen“ fällt jede Art von mechanischer Belastung des Substrats, die zur zumindest bereichsweisen Zerteilung des Substrats führt. Das Brechen des Substrats erfolgt zweckmäßigerweise nach der Bestrahlung.

[0010] In mindestens einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Durchtrennen eines Substrats entlang eines Trennmusters wird ein Substrat bereitgestellt. Auf dem Substrat wird eine Hilfsschicht aufgebracht, die das Substrat zumindest entlang des Trennmusters bedeckt. Das Substrat mit der Hilfsschicht wird bestrahlt, so dass Material der Hilfsschicht entlang des Trennmusters als Verunreinigung in das Substrat eindringt. Das Substrat wird entlang des Trennmusters gebrochen.

[0011] Durch die Bestrahlung kann also Material der Hilfsschicht in das Substrat eindringen und dort eine bereichsweise Modifikation des Materials des Substrats bewirken. „Modifikation“ bedeutet insbesondere, dass das Material des Substrats in den bestrahlten Bereichen, insbesondere aufgrund des eingedrungenen Materials, zumindest bezüglich einer physikalischen Größe oder Materialeigenschaft eine andere Beschaffenheit als vor der Bestrahlung und/oder eine andere Beschaffenheit als in einem nicht bestrahlten Bereich aufweist.

[0012] Insbesondere ist die Modifikation des Materials des Substrats in lateraler Richtung örtlich auf Bereiche begrenzt, in die bei der Bestrahlung, beispielsweise durch einen Laserstrahl, Energie eingebracht wird. Nach der Bestrahlung liegen die Verunreinigungen im Substrat entlang des Trennmusters also in einer höheren Konzentration, beispielsweise in mindestens einer doppelt so hohen Konzentration, vor als zwischen benachbarten Straßen des Trennmusters.

[0013] Die die Modifikation des Substrats bewirkenden Substanzen liegen bei der Bestrahlung zunächst in der Hilfsschicht als modifikationsfähige Substanz vor. Im Unterschied zu gasförmig vorliegendem Material wird eine flüssige oder feste Schicht mit modifikationsfähigen Substanzen weniger leicht während der Bestrahlung vertrieben, beispielsweise durch sublimiertes, ausgetriebenes Substratmaterial oder durch eine bei der Bestrahlung lokal entstehende Plasmafackel über dem Substrat. Durch die in der

Hilfsschicht vorliegenden modifikationsfähigen Substanzen ist mit anderen Worten sichergestellt, dass diese Substanzen am Ort und zum Zeitpunkt der Bestrahlung in einer ausreichenden Konzentration vorhanden sind.

[0014] Durch die Verunreinigungen entsteht im Substrat entlang des Trennmusters ein modifizierter Bereich. Der modifizierte Bereich bildet insbesondere einen Sollbruchstellenbereich, an dem das Brechen des Substrats erfolgt. Eine Querausdehnung des modifizierten Bereichs, also eine Ausdehnung des modifizierten Bereichs zwischen benachbarten Halbleiterkörpern, ist insbesondere über den Strahldurchmesser bei der Bestrahlung einstellbar.

[0015] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens versprödet die Verunreinigung das Substrat entlang des Trennmusters. Durch die Bestrahlung des Substrats entstehen also entlang des Trennmusters Bereiche, in denen das Substrat spröder ist als zwischen diesen zwei benachbarten bestrahlten Bereichen.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird das Material der Hilfsschicht beim Bestrahlen des Substrats in das Substrat eindiffundiert.

[0017] Alternativ oder ergänzend kann das Substrat beim Bestrahlen lokal schmelzen und das Material der Hilfsschicht kann einlegiert werden. In dem erstarrten Material des Substrats liegt also zusätzlich zu dem ursprünglichen Material des Substrats auch Material der Hilfsschicht als Verunreinigung vor. Ohne die Hilfsschicht würde dagegen das nach dem Bestrahlen erstarrende Material im Wesentlichen dieselben Eigenschaften aufweisen wie vor der Bestrahlung, so dass ein gezieltes Brechen des Substrats entlang des Trennmusters nicht ohne Weiteres erzielbar wäre.

[0018] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist das Substrat metallisch. Beispielsweise besteht das Substrat aus einem Metall oder einer metallischen Legierung. Zum Beispiel enthält das Substrat Molybdän oder besteht aus Molybdän. Es hat sich gezeigt, dass durch die Bestrahlung des Substrats mit der zuvor aufgetragenen Hilfsschicht auch bei metallischen Substraten, die folglich eine vergleichsweise hohe Wärmeleitfähigkeit und typischerweise auch einen hohen Schmelzpunkt aufweisen, eine gezielte lokale Modifikation des Substrats erreicht werden kann, so dass das Substrat bei einer mechanischen Belastung entlang des Trennmusters bricht.

[0019] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens enthält die Hilfsschicht eine modifikationsfähige Substanz. Als modifikationsfähige Sub-

stanz eignet sich grundsätzlich jedes Material oder jede Materialzusammensetzung, die eine Modifikation des zu durchtrennenden Substratmaterials, beispielsweise im Hinblick auf seine Sprödeheit, bewirkt. Die modifikationsfähige Substanz liegt insbesondere in einem Trägermedium vor. Als Trägermedium eignet sich beispielsweise ein Polymermaterial, etwa Polyvinylacetat (PVA).

[0020] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens enthält die Hilfsschicht ein Amid, beispielsweise ein Karbonsäureamid. Insbesondere eignet sich Kohlendioxidamid (Harnstoff) aufgrund des vergleichsweise hohen Stickstoffanteils von etwa 47 %. Beispielsweise liegt das Amid in der Hilfsschicht als modifikationsfähige Substanz in dem Trägermedium vor.

[0021] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Hilfsschicht vollflächig auf das Substrat aufgebracht. Es ist also keine Strukturierung der Hilfsschicht erforderlich. Alternativ ist jedoch denkbar, dass die Hilfsschicht nur bereichsweise, insbesondere nur im Bereich entlang des Trennmusters, bei der Bestrahlung vorliegt.

[0022] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens wird als Verunreinigung Stickstoff entlang des Trennmusters in das Substrat eingebracht. Stickstoff als Verunreinigung bewirkt bereits in sehr geringen Konzentrationen eine Versprödung des Substratmaterials, insbesondere bei einem metallischen Substrat wie einem Molybdän-Substrat. Der Stickstoff kann beispielsweise durch eine Stickstoff-haltige modifikationsfähige Substanz in der Hilfsschicht bereitgestellt werden, zum Beispiel durch ein Amid.

[0023] Beispielsweise beträgt die Konzentration der Verunreinigung in den modifizierten Bereichen zumindest stellenweise zwischen einschließlich 1/100.000 % und einschließlich 1/1.000 %, zum Beispiel 1/10.000 %.

[0024] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens erfolgt die Bestrahlung mittels eines Lasers im Pulsbetrieb. Die Pulsdauer liegt beispielsweise im Nanosekunden- oder im Pikosekunden-Bereich. Zum Beispiel beträgt die Pulsdauer zwischen einschließlich 1 ps und einschließlich 100 ns.

[0025] Ein Halbleiterchip weist gemäß einer Ausführungsform einen Halbleiterkörper und einen metallischen Substratkörper auf, auf dem der Halbleiterkörper angeordnet ist. Eine Seitenfläche des metallischen Substratkörpers weist eine Bruchkante auf. Mit anderen Worten zeigt die Seitenfläche die für einen mechanischen Bruch typischen unregelmäßigen Strukturen.

[0026] Bei einem Halbleiterchip mit einem metallischen Substratkörper kann die im Betrieb des Halbleiterchips im Halbleiterkörper erzeugte Abwärme effizient über den metallischen Substratkörper abgeführt werden.

[0027] Der Halbleiterchip ist beispielsweise als ein optoelektronischer Halbleiterchip mit einem zur Erzeugung und/oder zum Empfangen von Strahlung vorgesehenen aktiven Bereich ausgebildet. Der Halbleiterkörper, insbesondere der aktive Bereich, weist beispielsweise ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial auf.

[0028] In einer Ausgestaltung des Halbleiterchips weist der Substratkörper in einem an die Seitenfläche angrenzenden Randbereich eine mindestens doppelt so hohe, bevorzugt eine mindestens fünffach so hohe Konzentration an einer Verunreinigung auf wie in einem von der Seitenfläche beabstandeten Bereich, beispielsweise in Draufsicht auf den Halbleiterchip im Bereich des Schwerpunkts des Halbleiterchips. Bei der Herstellung des Halbleiterchips wird das Substrat, aus dem der Substratkörper hervorgeht, also entlang derjenigen Bereiche gebrochen, in denen die Verunreinigung erhöht ist.

[0029] In einer Ausgestaltung ist die Verunreinigung Stickstoff. Stickstoff bewirkt bei metallischen Substraten bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen eine Verstärkung der Sprödigkeit.

[0030] In einer Ausgestaltung enthält der Substratkörper Molybdän oder besteht aus Molybdän. Molybdän eignet sich insbesondere auch aufgrund des zu Halbleitermaterial ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Es kann aber auch ein anderes Material, insbesondere ein anderes Metall oder eine metallische Legierung, für das Substrat und damit für den Substratkörper Anwendung finden.

[0031] Der Substratkörper geht vorzugsweise aus einem Substrat hervor, das gemäß dem vorstehend beschriebenen Verfahren durchtrennt ist. Im Zusammenhang mit dem Verfahren angeführte Merkmale können daher auch für den Halbleiterchip herangezogen werden und umgekehrt.

[0032] Weitere Merkmale, Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Figuren.

[0033] Es zeigen:

[0034] Die Fig. 1A bis Fig. 1D ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Durchtrennen eines Substrats anhand von jeweils in schematischer Schnittansicht dargestellten Zwischenschritten; und

[0035] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für einen Halbleiterchip.

[0036] Gleiche, gleichartige oder gleichwirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0037] Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente und insbesondere Schichtdicken zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

[0038] Bei dem in den Fig. 1A bis Fig. 1D dargestellten Ausführungsbeispiel ist exemplarisch ein Ausschnitt eines Substrats **1** gezeigt, auf dem eine Halbleiterschichtenfolge **2** angeordnet ist. Die Halbleiterschichtenfolge **2** ist mit einer Verbindungsschicht **6**, beispielsweise einer Lotschicht oder einer elektrisch leitfähigen Klebeschicht an dem Substrat befestigt.

[0039] Die herzustellenden Halbleiterchips können beispielsweise optoelektronische Halbleiterchips, etwa LED-Halbleiterchips sein.

[0040] Die Halbleiterschichtenfolge **2** ist mittels Mesa-Gräben **25** in eine Mehrzahl von Halbleiterkörpern **20** unterteilt, wobei jeder Halbleiterkörper jeweils für einen Halbleiterchip vorgesehen ist. Die Vereinzelung des Substrats **1** erfolgt entlang eines Trennmusters **4**, das in Draufsicht auf das Substrat entlang der Mesa-Gräben **25** verläuft. Das Trennmuster verläuft in Draufsicht auf das Substrat beispielsweise gitterförmig, beispielsweise mit parallel zueinander verlaufenden ersten Trennstraßen und senkrecht dazu verlaufenden zweiten Trennstraßen, so dass beim Vereinzeln in Draufsicht rechteckige, beispielsweise quadratische Halbleiterchips entstehen. Das beschriebene Verfahren zum Durchtrennen des Substrats ist jedoch auch für andere, insbesondere mehreckige, beispielsweise rautenförmige, Geometrien der herzustellenden Halbleiterchips geeignet.

[0041] Das Substrat ist auf einem Hilfsträger **7**, beispielsweise einer Folie, angeordnet. Es kann aber auch ein starrer Hilfsträger Anwendung finden. Auch eine Vorrichtung, bei der das Substrat über Unterdruck oder mittels elektrostatischer Kräfte fixiert wird, eignet sich als Hilfsträger.

[0042] Auf der dem Hilfsträger abgewandten Seite des Substrats wird eine Hilfsschicht **3** aufgebracht. Die Hilfsschicht kann als feste oder flüssige Materie vorliegen. Die Schicht kann in flüssiger Form oder aus der Gasphase aufgebracht und nachfolgend ausgetrocknet werden. Alternativ kann die Schicht in flüssigem Zustand verbleiben. Die Schicht ist beispielsweise eine Schicht mit einem Trägermedium, bei-

spielsweise PVA, das mit einer modifikationsfähigen Substanz für das zu durchtrennende Substratmaterial, beispielsweise Molybdän, versetzt ist. Beispielsweise eignet sich als modifikationsfähige Substanz ein Amid, etwa ein Karbonsäureamid, zum Beispiel Kohlendäurediamid.

[0043] Das Substrat kann alternativ oder ergänzend zu Molybdän aber auch ein anderes Metall oder eine metallische Legierung enthalten. Beispielsweise kann das Substrat eines oder mehrere der Metalle aus der Gruppe bestehend aus Molybdän, Kupfer und Wolfram enthalten.

[0044] Auf der der Halbleiterschichtenfolge abgewandten Seite kann das Substrat mit einer Kontaktschicht versehen sein (nicht explizit dargestellt). Eine solche Kontaktschicht kann beispielsweise zur Verbesserung der Lötbarkeit der herzustellenden Halbleiterchips vorgesehen sein. Das Material für das Substrat ist so unabhängig von seiner Lötbarkeit wählbar. Beispielsweise kann die Kontaktschicht Gold oder Zinn oder eine metallische Legierung mit zumindest einem der genannten Materialien enthalten. Die Kontaktschicht kann vollflächig auf dem Substrat ausgebildet sein oder bereits in einzelne Kontaktflächen für die herzustellenden Halbleiterchips unterteilt sein. Die Dicke der Kontaktschicht ist vorzugsweise kleiner als die Dicke des Substrats. Beispielsweise beträgt die Dicke der Kontaktschicht höchstens 10 % der Dicke des Substrats.

[0045] Nachfolgend wird, wie in **Fig. 1B** dargestellt, das Substrat von der Seite her mit einem Laser **5** bestrahlt, auf der die Hilfsschicht **3** aufgebracht ist. Die Bestrahlung erfolgt sequenziell entlang des Trennmusters **4**. Durch die Bestrahlung wird Material des Substrats im Auftreffpunkt der Strahlung zum Teil sublimiert. Ein anderer Teil schmilzt aufgrund der vergleichsweise hohen Wärmeleitfähigkeit lediglich auf und erstarrt wieder. In das aufgeschmolzene Material dringt Material der Hilfsschicht **3** ein, so dass das erstarrte Material des Substrats **1** modifizierte Bereiche **45** aufweist, in denen Material der Hilfsschicht **3** als Verunreinigung vorliegt (**Fig. 1C**). Diese modifizierten Bereiche bilden Sollbruchstellen für die nachfolgende Beaufschlagung des Substrats mit einer mechanischen Belastung. Als Laser eignet sich beispielsweise ein Laser im Pulsbetrieb, insbesondere mit einer Pulsdauer im Pikosekunden- oder Nanosekunden-Bereich. Mit einem solchen Laser können vergleichsweise schmale Trennstraßen erzielt werden. Grundsätzlich kann aber auch ein Laser im Dauerstrichbetrieb Anwendung finden.

[0046] Bei einem Amid als modifikationsfähige Substanz bewirkt der so in das Substrat **1** eingebrachte Stickstoff bereits bei sehr niedrigen Konzentrationen von beispielsweise 1/10.000 % eine starke Versprödung, so dass die modifizierten Bereiche **45** Soll-

bruchstellen darstellen. In den modifizierten Bereichen beträgt die Konzentration vorzugsweise zwischen einschließlich 1/100.000 % und einschließlich 1/1.000 %.

[0047] Das Material des Substrats **1** muss bei der Bestrahlung nicht notwendigerweise aufschmelzen. Alternativ kann das Material der Hilfsschicht **3** auch bei der Bestrahlung aufgrund von Diffusion in das Substrat **1** lokal eindringen und so die modifizierten Bereiche **45** bilden.

[0048] Ohne die eingebrachte Verunreinigung würde beispielsweise Molybdän nach einer Bestrahlung überwiegend als reines Molybdän erstarren und als wieder erstarrtes Material des Substrats den gleichen oder zumindest im Wesentlichen gleichen Elastizitätsmodul aufweisen wie vor der Bestrahlung. Insbesondere wäre der Elastizitätsmodul zu hoch, um ein gezieltes Brechen an einer vorgegebenen Stelle zuverlässig und reproduzierbar zu erreichen.

[0049] Die modifizierten Bereiche **45** müssen sich in vertikaler Richtung nicht vollständig durch das Substrat **1** hindurch erstrecken, solange die vertikale Ausdehnung der modifizierten Bereiche im Vergleich zur Dicke des Substrats so groß ist, dass die modifizierten Bereiche beim Brechen als Sollbruchstellen wirken und das Substrat bei der mechanischen Belastung entlang dieser Sollbruchstellen durchbricht.

[0050] Vorzugsweise beträgt die vertikale Ausdehnung der modifizierten Bereiche mindestens 50 % der Dicke des Substrats.

[0051] Bei der Bestrahlung ist die modifikationsfähige Substanz nicht gasförmig, sondern ist in dem Trägermedium gebunden und ist deshalb entlang einer Vorschubrichtung des Lasers gleichmäßig verfügbar. Die Gefahr einer Verdrängung der Substanz, beispielsweise aufgrund einer durch den Laser induzierten Plasmafackel oder aufgrund von aus dem Substrat ausgetriebenen Materialien, wird so vermieden. Im Vergleich zu einer gasförmig vorliegenden modifikationsfähigen Substanz wird so ein entlang des Trennmusters homogenes Einbringen des Materials in das Substrat vereinfacht.

[0052] Die durch den Laser eingebrachte Energie muss also nicht so hoch sein, dass das Material entlang des Trennmusters nahezu vollständig sublimiert. Dadurch kann die laterale Ausdehnung der Bestrahlung quer zur Vorschubrichtung, also beispielsweise der Strahldurchmesser des Lasers am Auftreffpunkt des Substrats, vergleichsweise schmal sein. Beispielsweise beträgt der Strahldurchmesser zwischen einschließlich 2 µm und einschließlich 25 µm. Als Maß für den Strahldurchmesser kann im Zweifel die volle Halbwertsbreite (full width at half maximum, FWHM) herangezogen werden. Aufgrund der

so erzielbaren schmalen Trennstraßen kann die Packungsdichte der Halbleiterchips **15** auf dem Substrat **1** erhöht werden, wodurch die Herstellungskosten gesenkt werden können.

[0053] Die Bestrahlung kann an Umgebungsluft durchgeführt werden, wodurch die Herstellung vereinfacht wird. Es ist jedoch auch denkbar, dass die Bestrahlung in einer Gasatmosphäre mit einem Prozessgas erfolgt, das zusätzlich zu der Hilfsschicht **3** die lokale Materialmodifikation fördert. Beispielsweise kann die Bestrahlung in einer Stickstoff-Atmosphäre erfolgen.

[0054] Nach der Bestrahlung wird das Substrat **1** derart mechanisch belastet, dass das Substrat **1** und eine gegebenenfalls vorhandene durchgängige Kontaktschicht entlang der Trennstraßen des Trennmusters **4** bricht. Hierfür eignet sich beispielsweise ein Keilbrech-Verfahren. Die Bruchkanten **12** verlaufen hierbei in Draufsicht auf das Substrat innerhalb der modifizierten Bereiche **45**.

[0055] Nach dem Brechen liegen die vereinzelt Halbleiterchips **15** räumlich voneinander getrennt in geometrischer Ordnung auf dem Hilfsträger **7** vor. Dadurch wird die weitere Verarbeitung der vereinzelt Halbleiterchips vereinfacht.

[0056] Die nach der Bestrahlung auf dem Substrat verbliebenen Reste der Hilfsschicht **3** können vor oder nach dem Vereinzeln entfernt werden, so dass die fertig gestellten Halbleiterchips frei von der Hilfsschicht sind (**Fig. 2**). Davon abweichend ist auch denkbar, dass die Hilfsschicht **3** auf den fertig gestellten Halbleiterchips **15** verbleibt.

[0057] Ein Ausführungsbeispiel für einen Halbleiterchip ist in **Fig. 2** schematisch in Schnittansicht gezeigt.

[0058] Der Halbleiterchip **15** weist einen Halbleiterkörper **20** auf, der mittels einer Verbindungsschicht **6** an einem Substratkörper **10** befestigt ist. Eine Seitenfläche **11** des Substratkörpers **10** weist eine Bruchkante **12** auf. Die Vereinzlung des Halbleiterchips ist also durch mechanisches Brechen des insbesondere metallischen Substratkörpers **10** erfolgt. In einem an die Seitenfläche **11** angrenzenden Randbereich **13** weist der Substratkörper **10** eine Verunreinigung auf. Insbesondere ist die Verunreinigung höher als in einem lateral von der Seitenfläche beabstandeten Bereich **14** des Substrats **1**. Beispielsweise ist die Konzentration in dem Randbereich mindestens doppelt so hoch, bevorzugt mindestens zehnfach so hoch, am meisten bevorzugt mindestens 100-fach so hoch wie in dem von der Seitenfläche beabstandeten Bereich **14**, beispielsweise im Schwerpunkt des Halbleiterchips.

[0059] Der Halbleiterchip **15** ist exemplarisch als ein Dünnschicht-LED-Halbleiterchip ausgebildet, bei dem ein Aufwachssubstrat für die Halbleiterschichtenfolge **2** des Halbleiterkörpers entfernt ist. Der Substratkörper **10** dient der mechanischen Stabilisierung des Halbleiterkörpers, so dass das Aufwachssubstrat hierfür nicht mehr erforderlich ist. Der Halbleiterkörper **20**, insbesondere ein zur Erzeugung von Strahlung vorgesehener aktiver Bereich **21**, enthält vorzugsweise ein III-V-Verbindungs-Halbleitermaterial.

[0060] III-V-Verbindungs-Halbleitermaterialien sind zur Strahlungserzeugung im ultravioletten ($\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$) über den sichtbaren ($\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, insbesondere für blaue bis grüne Strahlung, oder $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$, insbesondere für gelbe bis rote Strahlung) bis in den infraroten ($\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}$) Spektralbereich besonders geeignet. Hierbei gilt jeweils $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$ und $x + y \leq 1$, insbesondere mit $x \neq 1$, $y \neq 1$, $x \neq 0$ und/oder $y \neq 0$. Mit III-V-Verbindungs-Halbleitermaterialien, insbesondere aus den genannten Materialsystemen, können weiterhin bei der Strahlungserzeugung hohe interne Quanteneffizienzen erzielt werden.

[0061] Im Betrieb des Halbleiterchips **15** im Halbleiterkörper **20** entstehende Verlustwärme kann effizient über den Substratkörper **10** abgeführt werden. Molybdän weist beispielsweise eine Wärmeleitfähigkeit von $138 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ auf.

[0062] Gleichzeitig ist die Herstellung eines solchen Halbleiterchips mit einem Substratkörper, der durch Brechen aus einem Substrat hervorgeht, vergleichsweise günstig.

[0063] Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele 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 den Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchtrennen eines Substrats (**1**) entlang eines Trennmusters (**4**) mit den Schritten:
 - a) Bereitstellen des Substrats;
 - b) Aufbringen einer Hilfsschicht (**3**), die das Substrat zumindest entlang des Trennmusters bedeckt;
 - c) Bestrahlen des Substrats mit der Hilfsschicht, so dass Material der Hilfsschicht entlang des Trennmusters als Verunreinigung in das Substrat eindringt; und
 - d) Brechen des Substrats entlang des Trennmusters.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Verunreinigung das Substrat entlang des Trennmusters versprödet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei Material der Hilfsschicht in Schritt c) in das Substrat eindiffundiert.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Substrat in Schritt c) lokal schmilzt und Material der Hilfsschicht einlegiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Substrat metallisch ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hilfsschicht ein Amid enthält.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hilfsschicht Kohlendiamid enthält.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Hilfsschicht in Schritt b) vollflächig auf das Substrat aufgebracht wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Verunreinigung Stickstoff entlang des Trennmusters in das Substrat eingebracht wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bestrahlung in Schritt c) mittels eines Lasers (5) im Pulsbetrieb oder im Dauerstrichbetrieb erfolgt.

11. Halbleiterchip (15) mit einem Halbleiterkörper (20) und einem metallischen Substratkörper (10), auf dem der Halbleiterkörper angeordnet ist, wobei eine Seitenfläche (11) des metallischen Substratkörpers eine Bruchkante (12) aufweist.

12. Halbleiterchip nach Anspruch 11, wobei der Substratkörper in einem an die Seitenfläche angrenzenden Randbereich (13) eine mindestens doppelt so hohe Konzentration an einer Verunreinigung aufweist wie in einem von der Seitenfläche beabstandeten Bereich (14).

13. Halbleiterchip nach Anspruch 12, bei dem die Verunreinigung Stickstoff ist.

14. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 11 bis 13, bei dem der Substratkörper Molybdän enthält.

15. Halbleiterchip nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei der Substratkörper aus einem Substrat hervorgeht, das nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durchtrennt ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1A

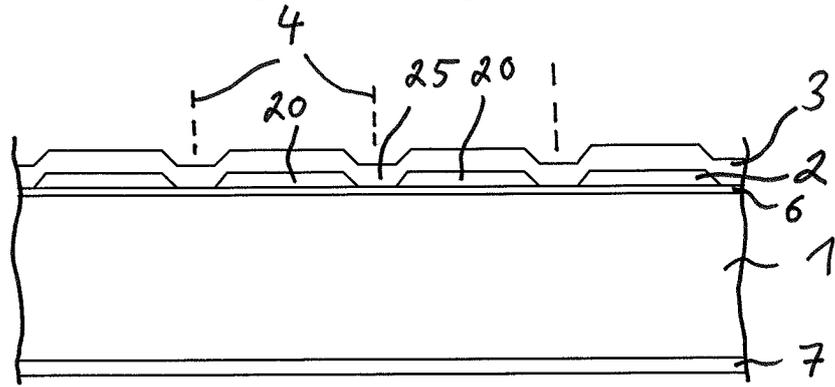


Fig 1B

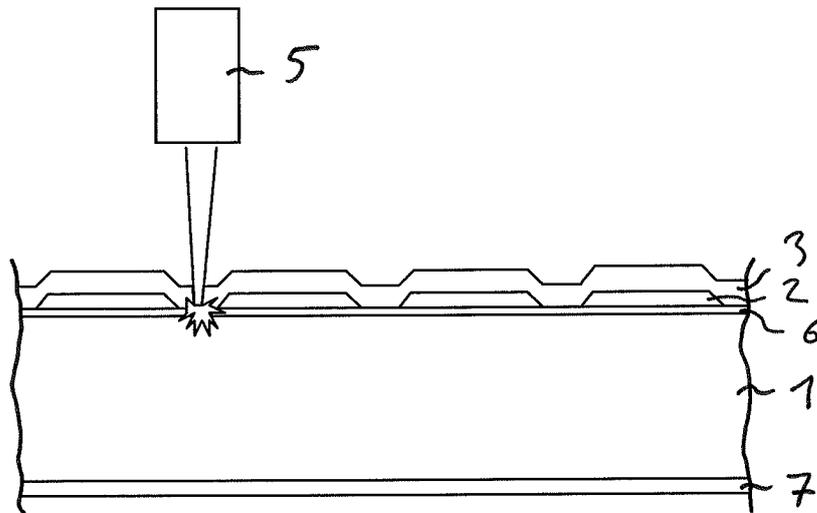


Fig 1C

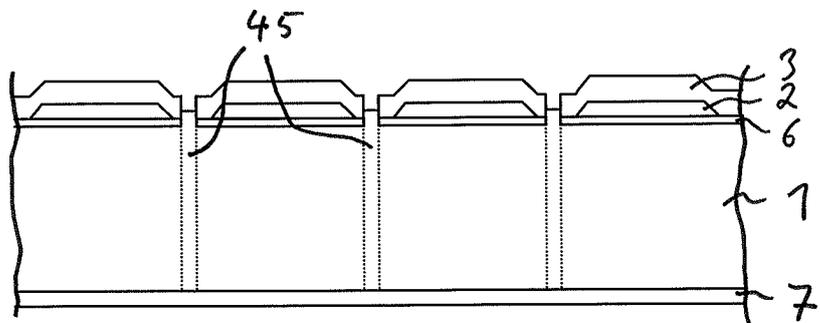


Fig 1D

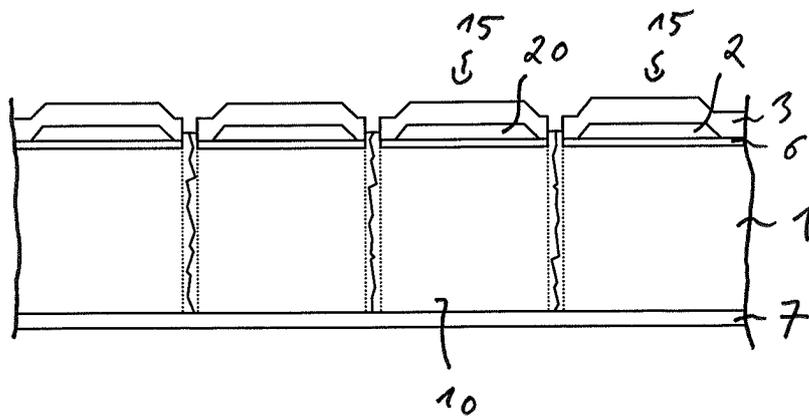


Fig 2

