

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Mai 2006 (18.05.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/050709 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 23/31 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/002015

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. November 2005 (09.11.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 054 598.7
11. November 2004 (11.11.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUER, Michael**

[DE/DE]; Dachgred 31, 93152 Nittendorf (DE).
HAIMERL, Alfred [DE/DE]; Eifelstr. 3, 93161 Sinz-
ing (DE). **KESSLER, Angela** [DE/DE]; Haberlstr. 6,
93053 Regensburg (DE). **MAHLER, Joachim** [DE/DE];
Hadamarstr. 26a, 93051 Regensburg (DE). **SCHOBER,**
Wolfgang [DE/DE]; Hammermeisterstr. 22, 92224 Am-
berg (DE).

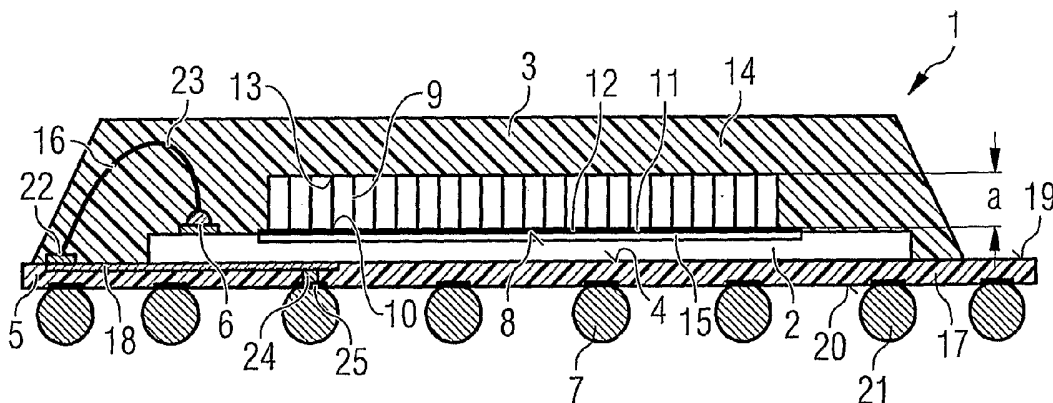
(74) **Anwalt: SCHÄFER, Horst;** c/o Kanzlei Schweiger &
Partner, Karlstr. 35, 80333 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR COMPONENT WITH AT LEAST ONE SEMICONDUCTOR CHIP AND COVERING COM-
POUND, AND METHODS FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) **Bezeichnung:** HALBLEITERBAUTEIL MIT MINDESTENS EINEM HALBLEITERCHIP UND ABDECKMASSE UND
VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a semiconductor component (1) with at least one semiconductor chip (2) and coverings as well as to methods for the production thereof. The semiconductor component (1) comprises at least one semiconductor chip (2) and a covering compound (3). The semiconductor chip (2) of the semiconductor component (1) is placed with its back side (4) onto a wiring support (5). The wiring support (5) connects contact surfaces (6) of the semiconductor chip (2) to outer contacts (7) of the semiconductor component (1). Carbon nanotubes (9), which support the covering compound (3), are placed between an active upper side (8) of the semiconductor chip (2) and the covering compound (3). The carbon nanotubes (9) mechanically decouple the covering compound (3) from the upper side (8) of the semiconductor chip (2).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Halbleiterbauteil (1) mit mindestens einem Halbleiterchip (2) und Abdeckun-
gen sowie Verfahren zu deren Herstellung. Das Halbleiterbauteil (1) weist dazu mindestens einen Halbleiterchip (2) und eine Ab-
deckmasse (3) auf, wobei der Halbleiterchip (2) des Halbleiterbauteils (1) mit seiner Rückseite (4) auf einem Verdrahtungsträger (5)
angeordnet ist. Der Verdrahtungsträger (5) verbindet Kontaktflächen (6) des Halbleiterchips (2) mit Außenkontakten (7) des Halblei-
terbauteils (1). Zwischen einer aktiven Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) und der Abdeckmasse (3) sind Kohlenstoff-Nanoröhren
(9) angeordnet, welche die Abdeckmasse (3) tragen. Die Kohlenstoff-Nanoröhren (9) entkoppeln mechanisch die Abdeckmasse (3)
von der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2).



WO 2006/050709 A1



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Halbleiterbauteil mit mindestens einem Halbleiterchip und Abdeckmasse und Verfahren zur Herstellung desselben

5

Die Erfindung betrifft ein Halbleiterbauteil mit mindestens einem Halbleiterchip und Abdeckmasse sowie Verfahren zur Herstellung desselben.

- 10 Die Abdeckmasse auf Halbleiterchips von Halbleiterbauteilen ist mechanisch mit der Halbleiteroberfläche und den elektrischen Verbindungen zu einem Verdrahtungsträger eng gekoppelt, wenn es sich nicht um eine Halbleiterbauteil mit Hohlraumge-
15 häuse handelt, bei dem der Halbleiterchip völlig frei von jeder einbettenden Abdeckmasse ist.

Bei mikroelektromechanischen Modulen mit Sensor und Gehäuse, wie sie in der Patentanmeldung DE 103 30 739 beschrieben werden, sind die sensitiven Halbleiterchips zur mechanischen

- 20 Entkoppelung mit einem niedermoduligen Material, das gummielastische Eigenschaften aufweist, bedeckt. Dabei handelt es sich meistens um Vergussmassen auf Silikonbasis. Derartige Materialien haben jedoch den Nachteil eines sehr hohen Ausdehnungskoeffizienten im Verhältnis zum Ausdehnungskoeffi-
25 zienten des Halbleiterchips. Dadurch wird die thermische Fehlanpassung auf die Grenzfläche zwischen gummielastischer Abdeckmasse, wie einem "Globe Top" und Kunststoffgehäuse aus einer stabilen Kunststoffmasse oder Umhüllmasse, verlagert. Von der Grenzfläche zwischen gummielastischem "Globe Top" und
30 Umhüllmasse kommt es somit vermehrt zu Delaminationen und somit zu Zuverlässigkeitsrisiken bei Halbleiterbauteilen mit einem Halbleiterchip und mit entsprechend thermisch fehlangepassten Abdeckungen, insbesondere bei wechselnden Betriebs-

temperaturen, wie sie im "burn-in" Test zwischen bspw. -55° Celsius und +150° Celsius auftreten.

Auch kommt es am Übergang zwischen gummielastischer Abdeckung
5 bspw. aus Silikon und Umhüllmasse aus einer Kunststoffgehäuse-
masse vermehrt zu Drahtabrissen bei diesen Temperaturzyklen
aufgrund der deutlich unterschiedlichen Ausdehnungskoeffi-
zienten. Somit besteht ein Bedarf, die Oberfläche des Halb-
leiterchips in einem Halbleiterbauteil mechanisch weitestge-
10 hend von dem Gehäuseaufbau, und damit von einer Abdeckung zu
entkoppeln. Das Aufbringen einer gummielastischen Abdeckung,
welche den Halbleiterchip einbettet, verursacht die oben auf-
geführten Gefahren und Risiken für die Zuverlässigkeit derar-
tiger Halbleiterbauteile.

15 Aufgabe der Erfindung ist es, die Zuverlässigkeit eines Halb-
leiterbauteils mit mindestens einem Halbleiterchip und einer
Abdeckmasse zu verbessern, und Möglichkeiten zu schaffen, die
Oberseite des Halbleiterchips von der umgebenden Abdeckung
20 weitestgehend mechanisch zu entkoppeln.

Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der anliegenden, unab-
hängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der
Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

25 Erfindungsgemäß wird Halbleiterbauteil mit mindestens einem
Halbleiterchip und einer Abdeckmasse geschaffen, wobei der
Halbleiterchip mit seiner Rückseite auf einem Verdrahtungs-
träger angeordnet ist. Der Verdrahtungsträger weist auf sei-
30 ner Unterseite Außenkontakte auf und verbindet Kontaktflächen
des Halbleiterchips mit diesen Außenkontakten. Dabei sind
zwischen der aktiven Oberseite des Halbleiterchips und der
Abdeckmasse Kohlenstoff-Nanoröhren angeordnet, welche die Ab-

deckmasse tragen und die Abdeckmasse von der Oberseite des Halbleiterchips mechanisch entkoppeln.

Ein Vorteil dieses Halbleiterbauteils ist es, dass die Ab-
5 deckmasse nicht den Halbleiterchip einbettet, und somit die Oberseite des Halbleiterchips nicht berührt. Vielmehr sorgen Kohlenstoff-Nanoröhren dafür, dass eine mechanische Entkopplung zwischen Oberseite des Halbleiterchips und umhüllende Abdeckmasse möglich wird. Damit wird die Halbleiterchipober-
10 seite von der Abdeckmasse freigehalten, und es müssen keine aufwendigen Hohlraumgehäuse mit entsprechenden und passenden Abdeckungen entwickelt werden. Vielmehr kann die Abdeckmasse, nachdem entsprechend viele Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips angeordnet sind, auf den Ver-
15 drahtungsträger und auf den Halbleiterchip mit einfachen Mitteln aufgebracht werden, wobei automatisch die Abdeckmasse, getragen von den Kohlenstoff-Nanoröhren, über der Oberseite des Halbleiterchips schwebt, während sie in engem Kontakt mit dem Verdrahtungsträger verbleibt.

20

Die mechanische Entkoppelung zwischen Oberseite des Halbleiterchips und Abdeckmasse wird durch die besonderen Eigenschaften der Kohlenstoff-Nanoröhren ermöglicht. Dabei können sowohl einwandige als auch mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren
25 zum Einsatz kommen. Einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren weisen einen Durchmesser von 0,6 bis 1,8 Nanometer auf und können eine Länge von mehreren zehn Mikrometern erreichen. Sie bestehen hauptsächlich aus einer Hülle von hexagonal angeordneten Kohlenstoffringen, die zu einer zylindrischen Oberfläche
30 vereinigt sind.

Mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren weisen dem gegenüber einen Durchmesser zwischen 2 nm und 300 nm auf und können abhängig

von ihrem Durchmesser Längen bis zu mehreren Millimetern erreichen. In dicht gepackter Form entwickeln sie eine Dichte von 1,33 bis 1,4 g/cm². Ihre Dichte liegt damit um den Faktor 2 niedriger als die Dichte von Leichtmetall. Auch die Zugfestigkeit derartiger Kohlenstoff-Nanoröhren ist mit ca. 10¹¹ Pa um mehrere Größenordnungen besser als bei Metall. Bei thermischen Fehlanpassungen durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten zwischen Abdeckmasse und Halbleiterchipmaterial in einem Halbleiterbauteil ist die Gefahr von Abrissen bei hoher thermischer Belastung aufgrund dieser Zwischenschicht aus Kohlenstoff-Nanoröhren gegenüber herkömmlichen Kontaktierungen zwischen Halbleiterchipoberfläche und Abdeckmasse gering.

Da Kohlenstoff-Nanoröhren auf ihrer Länge von 10 Nanometern bis einigen Millimetern keine Korngrenzen aufweisen, wie Kohlenstofffasern, Metalle oder kristalline Kunststoffmassen, ist ihre Verformbarkeit und Elastizität deutlich höher, so dass ein Abbrechen oder eine Bildung von Mikrorissen an Korngrenzen, wie sie bei anderen Materialien auftreten, nicht möglich ist. Die hohe Nachgiebigkeit der Nanoröhren, ohne selber beschädigt zu werden oder abzureißen, bringt somit den Vorteil für das erfindungsgemäße Halbleiterbauteil, dass eine nahezu vollständige Entkoppelung zwischen der Oberseite des Halbleiterchips und der Abdeckmasse erreicht werden kann, ohne dass es erforderlich wird, komplexe Hohlraumgehäuse zu entwickeln und zu konstruieren, um eine gleichwertige hohe Entkoppelung zwischen Oberseite des Halbleiterchips und Abdeckmasse zu erreichen.

Darüber hinaus weisen Kohlenstoff-Nanoröhren mit 6000 W/mK eine Wärmeleitfähigkeit auf, die nahezu doppelt so hoch ist, wie die von hochwärmeleitfähigem Diamant. Diese hohe Wärmeleitfähigkeit der Kohlenstoff-Nanoröhren sorgt dafür, dass

trotz des Abstandes zur Abdeckmasse eine intensive Ableitung der Verlustwärme der Halbleiterchipoberfläche an die Umgebung möglich wird. Durch die Mehrwandigkeit der Kohlenstoff-Nanoröhren lässt sich nicht nur die Länge der Kohlenstoff-

5 Nanoröhren variieren, sondern auch die Bruchfestigkeit erhöhen. Deshalb ist für das erfindungsgemäße Halbleiterbauteil der Einsatz von mehrwandigen Kohlenstoff-Nanoröhren vorteilhaft und bevorzugt.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Abdeckmasse einen Abstand von der Oberseite des Halbleiterchips auf, in welchem die Kohlenstoff-Nanoröhren angeordnet sind. Mit diesem Abstand zwischen Abdeckmasse und Oberseite des Halbleiterchips und dazwischen angeordneten Kohlenstoff-
15 Nanoröhren werden die Eigenschaften der Kohlenstoff-Nanoröhren zur mechanischen Entkoppelung der Oberseite des Halbleiterchips und der vorgesehenen Abdeckmasse optimal genutzt. Während die freien Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren in die Abdeckmasse hineinragen, sind die entgegengesetzt angeordnete
20 ten Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips teilweise verankert.

Durch den großen Unterschied im Ausdehnungskoeffizienten der Abdeckmasse zu dem Silizium verschiebt sich die Abdeckmasse
25 gegenüber der Oberseite des Halbleiterchips, jedoch können die Kohlenstoff-Nanoröhren dieser thermischen Fehlanpassung folgen, ohne die Oberseite des Halbleiterchips mechanisch zu belasten. Damit ergibt sich eine gegenüber bisherigen Lösungen verbesserte Entkoppelung zwischen der Oberseite des Halbleiterchips und der entsprechend vorgesehenen nachgiebigen
30 Abdeckmasse. Die Verankerung der Kohlenstoff-Nanoröhren, mindestens mit einem Ende auf der Oberseite des Halbleiterchips, wird teilweise durch die Präparation der Nanochips erreicht.

Das Ankern von mindestens einem Ende der Kohlenstoff-Nanoröhren schließt nicht aus, dass sich die Kohlenstoff-Nanoröhren mit ihren freien Enden beliebig in der Zwischenschicht zwischen Abdeckmasse und Halbleiterchipoberseite verteilen können, wobei diese freien Enden auch teilweise wieder zur Oberseite des Halbleiterchips und in die dortige Verankerung zurückgebogen sind. Entscheidend für die Funktion des Halbleiterbauteils ist es lediglich, dass die Abdeckmasse nicht unmittelbar die Oberseite des Halbleiterchips benetzen kann oder sie in irgendeiner Weise erreicht. Vielmehr bleibt die Abdeckmasse beabstandet zu der Oberseite des Halbleiterchips und schwebt, gehalten und getragen von freien Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren, über der Oberseite des Halbleiterchips.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erstrecken sich die Kohlenstoff-Nanoröhren teilweise orthogonal zu der Oberseite des Halbleiterchips. Diese Orthogonalität kann teilweise durch entsprechende Züchtung der Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips erreicht werden. Je nach Einbringen einer strukturierten, aus einem Katalysatormaterial gebildeten Schicht, werden sich die unterschiedlichsten Verankerungsformen zwischen Oberseite des Halbleiterchips und den Kohlenstoff-Nanoröhren ausbilden.

Ferner kann durch Überlagerung der Wachstumsprozesse mithilfe einer elektrischen Spannung eine statische Aufladung dazu beitragen, dass sich die Kohlenstoff-Nanoröhren in der bevorzugten orthogonalen Wachstumsrichtung zur Oberseite des Halbleiterchips entwickeln. Dazu ist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein Katalysatormaterial zum Bilden und Verankern von Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips angeordnet.

Mit dem zweiten freien Ende ragen die Kohlenstoff-Nanoröhren wie bereits erwähnt in das Material der Abdeckmasse hinein, bleiben aber teilweise benetzungsfrei in Richtung auf die Oberfläche des Halbleiterchips. Die auf den eingebetteten
5 zweiten Enden der Nanoröhren schwebende Abdeckmasse ist aus einem Kunststoff hergestellt. Bei derartigen Sensorchips ist es von Vorteil, wenn eine zuverlässige mechanische Entkoppelung zwischen Abdeckung und Oberseite des Halbleiterchips in Form der Kohlenstoff-Nanoröhren besteht. Somit können gerade
10 bei mikromechanischen Modulen die Oberseiten der Halbleiterchips unbeeinflusst von der Abdeckmasse messtechnisch bspw. Vibrationen erfassen. Auch die Bruchgefahr der von dem Halbleiterchip abgeleiteten Verbindungsleitungen zu einem Verdrahtungssubstrat wird durch diese Entkoppelung zwischen Ab-
15 deckmasse und Halbleiterchip vermindert. Der Verdrahtungsträger kann unterschiedlich aufgebaut sein, je nach Anforderung an das Halbleiterbauteil.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der
20 Verdrahtungsträger Innenflachleiter auf, die über Bondverbindungen mit den Kontaktflächen des Halbleiterchips elektrisch in Verbindung stehen und außerhalb der Abdeckmasse in Außenflachleiter als Außenkontakte übergehen. Diese Ausführungsform der Erfindung hat den Vorteil, dass auf standardisierte
25 Flachleiterrahmenstrukturen zurückgegangen werden kann, mit denen gleichzeitig mehrere Halbleiterbauteile parallel hergestellt werden können.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung
30 weist der Verdrahtungsträger eine Isolatorplatte mit einer Verdrahtungsstruktur auf. Diese Isolatorplatte weist ihrerseits eine Oberseite mit dem Halbleiterchip auf und eine gegenüberliegende Unterseite mit entsprechenden Außenkontakten

in Form von Lothöckern oder Lotbällen auf. Bei dieser Art von Verdrahtungsträger entsteht ein BGA-Gehäuse (ball grid array-Gehäuse), das den Vorteil hat, dass sämtliche Außenkontakte flächenmontierbar auf einer übergeordneten Schaltungsplatine
5 sind. Mit derartigen BGA-Gehäusen lassen sich eine Vielzahl von Außenkontakten realisieren, die gleichzeitig auf einen derartigen übergeordneten Schaltungsträger durch Oberflächenmontage aufbringbar sind.

- 10 Ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauteils der oben beschriebenen Art weist die nachfolgenden Verfahrensschritte auf. Zunächst wird zur Herstellung des Halbleiterbauteils ein Halbleiterwafer mit Halbleiterchippositionen hergestellt, wobei die Chippositionen in Zeilen und Spalten
15 auf der Oberseite des Halbleiterwafers angeordnet sind. Anschließend erfolgt ein selektives Beschichten des Halbleiterwafers mit einer Schicht aus einem Katalysatormaterial und Keimen für Kohlenstoff-Nanoröhren unter Freilassen von Kontaktflächen auf der Oberseite des Halbleiterchips. Anschlie-
20 Bend wird der beschichtete Halbleiterwafer unter Ausbildung von Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterwafers erwärmt. Nach einem Auftrennen des Halbleiterwafers in einzelne Halbleiterchips mit auf der Oberseite der Halbleiterchips angeordneten Kohlenstoff-Nanoröhren werden diese auf
25 einen Verdrahtungsträger mit mehreren Halbleiterbauteilpositionen aufgebracht.

Anschließend werden Bondverbindungen zwischen Kontaktan-
schlussflächen des Verdrahtungsträgers und Kontaktflächen der
30 Halbleiterchips hergestellt. Danach wird eine Abdeckmasse auf den Verdrahtungsträger, auf die Bondverbindungen und auf freistehende zweite Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips aufgebracht. Dabei dringt die

Abdeckmasse nicht bis zur aktiven Oberseite des Halbleiterchips durch. Es bildet sich vielmehr ein Abstand zwischen der Abdeckmasse und der Oberseite des Halbleiterchips aus, der von Kohlenstoff-Nanoröhren gebildet wird. Abschließend wird
5 der Verdrahtungsträger in einzelne Halbleiterbauelemente aufgetrennt.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass die Kohlenstoff-Nanoröhren für eine Vielzahl von Halbleiterchips auf einem Halbleiterwafer gebildet werden können. Dies ist jedoch mit
10 einem fertigungstechnischen Problem verbunden, dass nämlich beim Auftrennen des Halbleiterwafers in einzelne Halbleiterchips die dicht gepackte Schicht von Nanoröhren eventuell beschädigt wird. Deshalb muss sichergestellt werden, dass die
15 auf den Halbleiterchips angeordneten Kohlenstoff-Nanoröhren ausreichend geschützt sind. Dieses Problem kann teilweise dadurch gelöst werden, dass anstelle der bisher üblichen Säge-technik zum Auftrennen der Halbleiterchips eine Lasertrenntechnik angewandt wird.

20

Ein alternatives Verfahren vermeidet dieses fertigungstechnische Problem, indem die folgenden Verfahrensschritte nacheinander durchgeführt werden. Zunächst wird wieder ein Halbleiterwafer mit Halbleiterchippositionen hergestellt, wobei die
25 Halbleiterchippositionen in Zeilen und Spalten auf der Oberseite des Halbleiterwafers angeordnet sind. Anschließend wird der Halbleiterwafer unmittelbar in einzelne Halbleiterchips aufgetrennt. Dann werden die Halbleiterchips ohne Kohlenstoff-Nanoröhren auf dem Verdrahtungsträger in mehreren Halbleiterbauteilpositionen fixiert. Anschließend erfolgt erst
30 ein selektives Beschichten der Halbleiterchips auf dem Verdrahtungsträger mit einer Schicht aus Katalysatormaterial und

Keimen für Kohlenstoff-Nanoröhren unter Freilassen von Kontaktflächen der Halbleiterchips.

5 Danach werden die Halbleiterchips auf dem Verdrahtungsträger soweit erwärmt, dass sich Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips über der Katalysatormasse ausbilden. Nun folgt das Verbinden von Anschlussflächen des Verdrahtungsträgers mit Kontaktflächen des Halbleiterchips und anschließend das Aufbringen einer nachgiebigen Abdeckmasse
10 auf den Verdrahtungsträger, auf die Bondverbindung und auf freistehende zweite Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterchips. Danach wird dann der Verdrahtungsträger in einzelne Halbleiterbauteile aufgetrennt.

15 In einer bevorzugten weiteren Ausführungsform des Verfahrens können auf die Unterseite des Verdrahtungsträgers, die der Oberseite des Verdrahtungsträgers mit den Halbleiterchips gegenüberliegt, Außenkontakte aufgebracht werden, sodass beim Auftrennen des Verdrahtungsträgers in einzelne Halbleiterbauteile bereits auch die Außenkontakte hergestellt sind. Be-
20 steht jedoch der Verdrahtungsträger aus einem Flachleiterrahmen, so sind mit dem Flachleiterrahmen bereits die Außenflachleiter realisiert und werden damit nach Fertigstellung der Halbleiterbauteile in den Halbleiterbauteilpositionen des
25 Verdrahtungsträgers aus dem Flachleiterrahmen ausgestanzt.

Weiterhin ist es vorgesehen, dass zum Beschichten des Halbleiterwafers, bzw. der Halbleiterchips mit einer Schicht aus Katalysatormaterial, eine Suspension aus einem polymeren
30 Kunststoff, einem Lösungsmittel und mit in einem Lichtbogen erzeugten Vorstufen von Kohlenstoff-Nanoröhren, hergestellt wird. Das Herstellen von Vorstufen von Kohlenstoff-Nanoröhren mithilfe eines Lichtbogens, der zwischen Kohlenstoffelektro-

den erzeugt wird, ist eine Technik, die es ermöglicht, derartige Suspensionen aus dem dabei entstehenden Staub aus Keimen von Kohlenstoff-Nanoröhren herzustellen.

5 In einem anderen bevorzugten Durchführungsbeispiel des Verfahrens werden zur Herstellung der Suspension zunächst Kohlenstoff-Nanoröhren und/oder ihre Vorstufen in einem Heizrohr unter Zufuhr eines Pulvergemischs aus Grafitpartikeln, vorzugsweise Kohlenstofffullerenen und Katalysatormaterial-
10 Partikeln in einem Laserstrahl erzeugt. Dieses Verfahren hat den Vorteil gegenüber der Herstellung von Kohlenstoff-Nanoröhren im Lichtbogenverfahren, dass gezielte Größenordnungen von Vorstufen von Kohlenstoff-Nanoröhren herstellbar sind.

15

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der Suspension besteht darin, zunächst Kohlenstoff-Nanoröhren und/oder ihre Vorstufen in einem Druckrohrföfen mittels Gasphasenabscheidung unter Zufuhr von Kohlenmonoxid und Wasserstoff zu erzeugen.
20 Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass durch den Partialdruck der an der Gasphasenabscheidung beteiligten Materialien die Zusammensetzung und die Art der Vorstufen von Kohlenstoff-Nanoröhren gesteuert werden kann. Bei diesem Prozess lagert sich der Wasserstoff an die Sauerstoffatome des Kohlenmonoxids an, während die Kohlenstoffatome sich zu hexagonalen
25 Strukturen, die sich zu zylindrischen Oberflächen zusammenschließen, verbindet. Diese hexagonalen Strukturen oder Kohlenstoffringe sind vergleichbar mit dem von Kékulé untersuchten Benzolringen. Jedoch sind hier keine Wasserstoffatome
30 vorhanden, sondern es schließen sich an jeder Ecke des hexagonalen Ringes weitere Ringe mit Kohlenstoffatomen an.

In einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens folgt das selektive Beschichten mit einer Suspension mittels Druck-
techniken. Dazu wird zunächst wie oben erwähnt mit unter-
schiedlichen Verfahren die Suspension hergestellt und an-
schließend in einem Strahldruckprozess, bei dem vorzugsweise
5 ein Strahldrucker, wie er von den Tintenstrahldruckern be-
kannt ist, eingesetzt, um die Suspension gezielt und selektiv
auf die Flächen aufzubringen, die entweder eine Halbleiter-
chipposition eines Halbleiterwafers darstellen oder einen
10 Halbleiterchip auf einem Substratträger mit mehreren Halblei-
terbauteilpositionen betrifft.

Eine weitere Möglichkeit der selektiven Beschichtung mit ei-
ner Suspension ist durch die Photolithographietechnik gege-
ben, wobei Flächen eines Halbleiterwafers, die mit der Sus-
pension nicht beschichtet werden sollen, wie bspw. Trennspu-
ren und Kontaktflächen vorher mit einer Photolackschicht ge-
schützt werden, bevor die Suspension aufgebracht wird.

20 In einer dritten Möglichkeit der Durchführung des Verfahrens
erfolgt die selektive Beschichtung mit einer Suspension mit-
tels Laserstrukturieren, indem zunächst ein Halbleiterwafer
insgesamt mit der Suspension beschichtet wird und anschlie-
ßend mit einem Laser die Suspension in den Bereichen entfernt
25 wird, in denen sich Trennspuren oder Kontaktanschlussflächen
auf der Oberfläche des Wafers befinden.

Bei einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird
zum Herstellen der Kohlenstoff-Nanoröhren über ein struktu-
riertes Katalysatormaterial einer Oberseite des Halbleiterwa-
fers und/oder einer Oberseite von Halbleiterchips ein Gemisch
30 aus Kohlenstofffullerenen, Inertgas, Wasserstoff und Kohlen-
monoxid in einem Heizrohr, in dem der Halbleiterwafer

und/oder die Halbleiterchips positioniert sind, geführt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass unmittelbar auf der Oberseite des Halbleiterwafers bzw. des Halbleiterchips die sich bildenden Kohlenstoff-Nanoröhren verankert bleiben. Dabei
5 kann es durchaus sein, dass beide Enden eines Kohlenstoffnanorohrs auf der Oberseite des Halbleiterchips bzw. des Halbleiterwafers verankert werden, was dennoch gewährleistet, dass ein Abstand zu einer aufzubringenden Abdeckmasse gegenüber der Oberseite des Halbleiterchips möglich ist.

10

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung für ein Abscheiden von Kohlenstoff-Nanoröhren auf dem strukturierten Katalysatormaterial wird ein Gemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff in einem Rohrofen bei 500 bis 800 °C, in dem
15 Halbleiterwafer oder Halbleiterchips mit aufgebrachtem Katalysatormaterial positioniert sind, zugeführt. In diesem bevorzugten Temperaturbereich kann erreicht werden, dass sich mit Unterstützung des Katalysatormaterials eine Vielzahl von Kohlenstoff-Nanoröhren auf der Oberseite des Halbleiterwafers
20 bzw. des Halbleiterchips ausbilden, die sich orthogonal zu der Oberseite des Halbleiterwafers bzw. des Halbleiterchips erstreckt.

Das Verbinden von Kontaktanschlussflächen des Verdrachtungsträgers mit Kontaktflächen der Halbleiterchips erfolgt vorzugsweise mittels Bondtechniken. Für diese Bondtechniken werden die Kontaktflächen des Halbleiterchips und die Kontaktanschlussflächen des Verdrachtungsträgers speziell präpariert und weisen üblicherweise entweder eine Aluminiumbeschichtung
25 oder eine Goldbeschichtung auf. Die Goldbeschichtung ist dann erforderlich, wenn mit Aluminiumbonddrähten gearbeitet wird, während eine Aluminiumbeschichtung von Vorteil ist, wenn mit Golddrähten gearbeitet wird, zumal die beiden Elemente Gold
30

und Aluminium eine eutektische Schmelze bei einer niedrigen eutektischen Schmelztemperatur bilden und somit ein Kontaktieren erleichtern.

- 5 Das abschließende Aufbringen einer nachgiebigen Abdeckung auf den Verdrahtungsträger unter Einbetten der Bondverbindungen und unter Abdecken der Oberseiten der Halbleiterchips in einem durch Kohlenstoff-Nanoröhren vorgegebenem Abstand kann mittels Dispensen oder mittels eines Niederdruck-Spritzguss-
- 10 verfahrens erfolgen. Das Niederdruck-Spritzgussverfahren hat den Vorteil, dass in einer vorgefertigten Form auf den Bauteilpositionen des Verdrahtungsträgers bereits die endgültigen Konturen der Gehäuse aus einer nachgiebigen Abdeckmasse vorgegeben werden können, während das Dispensen den Vorteil
- 15 hat, dass ein flächiger Auftrag von Dispensmaterial auf dem Verdrahtungsträger möglich wird, sodass erst beim Trennschritt die endgültige Kontur des Halbleiterbauteilgehäuses gebildet wird.
- 20 Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch das Aufbringen von Nanoröhren auf die Chipoberseite, deren Länge für die vorliegende Erfindung vorzugsweise 50 µm bis 1 mm beträgt, eine vollständige mechanische Entkoppelung der Halbleiterchipoberfläche von einer nachgiebigen Abdeckmasse möglich
- 25 wird. Der Abstand bzw. die Packungsdichte der Nanoröhren ist dabei so bemessen, dass die Abdeckmasse oder Umhüllmasse nicht bis zur Chipoberfläche vordringen kann. Vielmehr verbindet sich die Abdeckmasse idealerweise mit den Spitzen bzw. zweiten freien Enden der Kohlenstoff-Nanoröhren.

30

Durch die Flexibilität der Nanoröhren in der x- und y-Richtung in Bezug auf die Oberseite der Halbleiterchips tritt kein mechanischer Stress aufgrund von unterschiedlichen Aus-

dehnungskoeffizienten zwischen Halbleiterchip und Abdeckmasse auf. Somit verbleibt die Oberseite des Halbleiterchips vollständig mechanisch entkoppelt. Gleichzeitig tritt aufgrund der Flexibilität und Verankerung der Kohlenstoff-Nanoröhren
5 keine Delamination zwischen Halbleiterchipoberfläche und Abdeckmasse mehr auf. Von besonderem Vorteil ist, dass durch dieses Verfahren bei diesen Halbleiterbauelementen die Chipoberflächen in einem Sensorbereich völlig von Abdeckmaterial freigehalten werden, ohne dass aufwendige Hohlraumgehäuse zusätzlich vorgesehen werden müssen.
10

Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

15 Figur 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil einer Ausführungsform der Erfindung;

Figur 2 zeigt eine perspektivische Prinzipskizze einer einwandigen Kohlenstoffnanoröhre;
20

Figuren 3 bis 5 zeigen schematische Querschnitte durch Bauteilkomponenten bei der Herstellung eines Halbleiterbauteils gemäß Figur 1;
25

Figur 3 zeigt einen schematischen Querschnitt eines Halbleiterchips nach Aufbringen von Nanoröhren auf die Oberseite eines Halbleiterchips;

30 Figur 4 zeigt einen schematischen Querschnitt des Halbleiterchips gemäß Figur 3 nach Aufbringen einer Bondverbindung;

Figur 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch das Halbleiterbauteil gemäß Figur 1.

Figur 1 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil 1 einer Ausführungsform der Erfindung. Das Halbleiterbauteil 1 weist einen Halbleiterchip 2 auf, der im Zentrum seiner Oberseite 8 einen Sensorbereich 15 besitzt. Über dem Sensorbereich 15 ist auf einer strukturierten Schicht 11 aus Katalysatormaterial 12 eine Struktur aus Kohlenstoff-Nanoröhren 9 angeordnet, die mit ihren ersten Enden 10 auf der Oberseite 8 in der strukturierten Schicht 11 aus Katalysatormaterial 12 verankert sind und mit ihren zweiten Enden 13 in eine Abdeckmasse 3 hineinragen, die aus einer Kunststoffmasse 14 besteht.

Zwischen der Abdeckmasse 3 und der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 ist ein Abstand a vorhanden, der von den Kohlenstoff-Nanoröhren 9 gebildet wird, die mit ihren zweiten Enden 13 die Abdeckmasse 3 tragen und die Abdeckmasse 3 mechanisch von der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 entkoppeln. In seinen Randbereichen weist der Halbleiterchip 2 Kontaktflächen 6 auf, die über Bondverbindungen 23 mit Kontaktanschlussflächen 22 über den Bonddraht 16 verbunden sind. Der Verdrahtungsträger 5 weist eine Isolatorplatte 17 auf, die auf ihrer Oberseite 19 eine Verdrahtungsstruktur 18 aufweist, über welche die Kontaktanschlussflächen 22 mit Durchkontakten 24 durch die Isolatorplatte 17 verbunden sind.

Die Durchkontakte 24 selbst enden auf der Unterseite 20 der Isolatorplatte 17 und gehen dort in Außenkontaktflächen 25 über. Die Außenkontaktflächen 25 tragen ihrerseits auf der Unterseite 20 Lotkugeln 21, welche die Außenkontakte 7 des Halbleiterbauteils 1 bilden. Somit sind die Außenkontakte 7

mit den Kontaktflächen 6 des Halbleiterchips 2 elektrisch verbunden. Anstelle der Isolatorplatte 17 mit Verdrahtungsstruktur 18 kann der Verdrahtungsträger 5 auch einen Flachleiterrahmen mit Innenflachleitern und Außenflachleitern aufweisen, die in Figur 1 nicht gezeigt werden.

Die nachgiebige Abdeckmasse 3 bildet bei diesem Halbleiterbauteil 1 gleichzeitig die Oberseitenkontur des Halbleiterbauteils 1 und bettet sowohl die Bondverbindungen 23 als auch den Randbereich des Verdrahtungsträgers 5 in eine Kunststoffabdeckmasse 3 als Gehäuse ein. Dennoch bleibt der Abstand a frei von Kunststoffabdeckmasse 3 Aufgrund der hohen Flexibilität der Kohlenstoff-Nanoröhren 9 wird die empfindliche Oberseite 8 im Sensorbereich 15 von der Kunststoffabdeckmasse 3 des Gehäuses des Halbleiterbauteils 1 mechanisch entkoppelt.

Figur 2 zeigt eine schematische, perspektivische Prinzipskizze einer einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhre 9. Die Einwandigkeit dieser Kohlenstoff-Nanoröhre 9 besteht aus einer einlagigen zylindrischen Anordnung von Kohlenstoffatomen C, die in hexagonalen Kohlenstoffringen 26 angeordnet sind. Der Durchmesser d einer einwandigen Kohlenstoff-Nanoröhre 9 liegt zwischen 0,6 und 1,8 nm, während die Länge l mehrere 10 nm lang sein kann. Mehrere einwandige Kohlenstoff-Nanoröhren 9 können koaxial ineinander geschachtelt sein und ergeben dann eine mehrwandige Kohlenstoff-Nanoröhren 9, die in ihrem Durchmesser d bis zu 300 nm erreichen kann und deren Länge l bis zu einigen Millimetern betragen kann. Da die Kohlenstoff-Nanoröhren 9 von jeder Korngrenze frei sind, sind sie äußerst flexibel, und ein Bruch entlang von Korngrenzen kann nicht auftreten. Diese hohe Flexibilität wird für das erfindungsgemäße Halbleiterbauteil genutzt, um mechanisch den Halbleiter-

chip bzw. dessen aktive Oberseite von einer den Halbleiterchip abdeckenden Kunststoffgehäusemasse zu befreien.

Die weiteren Eigenschaften derartiger Kohlenstoff-Nanoröhren 9 sind bereits oben beschrieben worden und werden zur Vermeidung von Wiederholungen hier nicht extra erörtert.

Die Figuren 3 bis 5 zeigen schematische Querschnitte durch Bauteilkomponenten bei der Herstellung eines Halbleiterbauteils 1 gemäß Figur 1.

Figur 3 zeigt einen schematischen Querschnitt eines Halbleiterchips 2 nach Aufbringen von Kohlenstoff-Nanoröhren 9 auf die Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 in einem Sensorbereich 15 im Zentrum der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2. Dazu wird zunächst eine strukturierte Schicht 11 aus einem Katalysatormaterial auf den Sensorbereich 15 aufgebracht. Anschließend werden in einer entsprechenden Reaktionsatmosphäre eines Druckrohrofens unter Einsatz von Wasserstoff und Kohlenmonoxid auf der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 im Bereich des Katalysatormaterials, die hier nur symbolisch orthogonal zur Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 dargestellten Kohlenstoff-Nanoröhren 9 gezüchtet.

In einer realen Struktur sind diese Kohlenstoff-Nanoröhren 9 nur teilweise orthogonal zu der Oberseite 8 ausgerichtet. Ein hoher Anteil wird längs und quer über die Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 verteilt sein. Schließlich ist ein dritter Anteil der Kohlenstoff-Nanoröhren 9 derart gebogen, dass er auch mit seinem zweiten Ende 13 die Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 berührt. Dabei ist die Schicht an Kohlenstoff-Nanoröhren 9 derart dicht, dass sie eine Schicht aus einer

nachgiebigen Abdeckmasse beim Aufbringen der Abdeckmasse und nach Erkalten der Abdeckmasse tragen kann.

Figur 4 zeigt einen schematischen Querschnitt des Halbleiterchips 2 gemäß Figur 3 nach Fixieren seiner Rückseite 4 auf einem Verdrahtungsträger 5 und nach Aufbringen einer Bondverbindung 23. Auf den Randbereichen 27 der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 sind Kontaktflächen 6 angeordnet, die elektrisch mit dem Sensorbereich 15 in Verbindung stehen. Diese Kontaktflächen 6 stehen mit Kontaktanschlussflächen 22, die ihrerseits in den Randbereichen 28 des Verdrahtungsträgers 5 angeordnet sind, elektrisch in Verbindung. Der Verdrahtungsträger 5 weist eine Isolatorplatte 17 auf, die auf ihrer Oberseite 19 eine Verdrahtungsstruktur 18 trägt und auf ihrer Unterseite 20 Außenkontaktflächen 25 aufweist. Dabei sind diese Außenkontaktflächen 25 auf der Unterseite 20 der Isolatorplatte 17 gleichmäßig über die gesamte flächige Erstreckung des Verdrahtungsträgers 5 wie bei BGA-Gehäusen (ball grid array-Gehäusen) verteilt. Damit ist es möglich, ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil zu schaffen.

Figur 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch das Halbleiterbauteil 1 gemäß Figur 1, wobei dieses Halbleiterbauteil 1 dadurch entsteht, dass auf die Struktur der Figur 4 nun eine Abdeckmasse 3 aufgebracht wird, die gleichzeitig die Bondverbindungen 23 sowie die Randbereiche des Halbleiterchips 2 und die Randbereiche des Verdrahtungssubstrats 5 umhüllt. Dabei verbleibt ein Zwischenraum von der Dicke a zwischen der nachgiebigen Abdeckmasse 3 und der Oberseite 8 des Halbleiterchips 2 durch die in diesem Zwischenraum angeordneten Kohlenstoff-Nanoröhren 9. Bis auf die Lotbälle, die hier noch nicht angebracht sind, entspricht der Querschnitt durch das

Halbleiterbauteil 1 dem Querschnitt des Halbleiterbauteils 1,
das in Figur 1 gezeigt wird.

Patentansprüche

1. Halbleiterbauteil mit mindestens einem Halbleiterchip
5 (2) und einer Abdeckung, wobei der Halbleiterchip (2) mit seiner Rückseite (4) auf einem Verdrahtungsträger (5), der Kontaktflächen (6) des Halbleiterchips (2) mit Außenkontakten (7) des Halbleiterbauteils (1) verbindet, angeordnet ist, und wobei zwischen einer aktiven Ober-
10 seite (8) des Halbleiterchips (2) und der Abdeckung (3) Kohlenstoff-Nanoröhren (9) angeordnet sind, welche eine Abdeckmasse (3) tragen und die Abdeckmasse (3) von der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) mechanisch entkop-
15 peln.
2. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abdeckmasse (3) einen Abstand (a) von der Oberseite
(8) des Halbleiterchips (2) aufweist, in welchem die
20 Kohlenstoff-Nanoröhren (9) angeordnet sind.
3. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kohlenstoff-Nanoröhren (9) mindestens mit einem ers-
25 ten Ende (10) auf der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) verankert sind.
4. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprü-
30 che,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) eine
strukturierte Schicht (11) angeordnet ist, die ein Kata-

lysatormaterial (12) zum Bilden und Verankern von Kohlenstoff-Nanoröhren (9) aufweist.

5 5. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
sich die Kohlenstoff-Nanoröhren (9) teilweise orthogonal
zu der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) erstrecken.

10 6. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kohlenstoff-Nanoröhren (9) teilweise mit einem zweiten
15 Ende (13) in dem Material der Abdeckmasse (3) eingebettet
sind und teilweise benetzungsfrei aus dem Material in Richtung
auf die Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) herausragen.

20 7. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abdeckmasse (3) eine nachgiebige Kunststoffmasse
(14) aufweist.

25 8. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abdeckmasse (3) eine transparente gummielastische
Kunststoffmasse (14) aufweist.

30 9. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Halbleiterchip (2) ein Sensorchip mit einem Sensorbereich (15) auf seiner Oberseite (8) aufweist.

10. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5

dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktflächen (6) des Halbleiterchips (2) über Bonddrähte (16) mit dem Verdrahtungsträger (5) in Verbindung stehen.

10

11. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15

dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrahtungsträger (5) Innenflachleiter aufweist, die über Bondverbindungen (23) mit den Kontaktflächen (6) des Halbleiterchips (2) elektrisch in Verbindung stehen und in Außenflachleiter als Außenkontakte (7) übergehen.

20

12. Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrahtungsträger (5) eine Isolatorplatte (17) mit einer Verdrahtungsstruktur (18) aufweist, die auf einer Oberseite (19) den Halbleiterchip (2) trägt und auf der gegenüberliegenden Unterseite (20) Außenkontakte (7) in Form von Lothöckern oder Lotkugeln (21) aufweist.

25

13. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauteils (1) mit mindestens einem Halbleiterchip und einer Abdeckdeckung, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:

30

- Herstellen eines Halbleiterwafers mit Halbleiterchippositionen, die in Zeilen und Spalten auf der Oberseite des Halbleiterwafers angeordnet sind;
 - Selektives Beschichten des Halbleiterwafers mit einer strukturierten Schicht (11) aus Katalysatormaterial (12) und Keimen für Kohlenstoff-Nanoröhren (9) unter Freilassen von Kontaktflächen (6);
 - Erwärmen des beschichteten Halbleiterwafers unter Ausbilden von Kohlenstoff-Nanoröhren (9) auf der Oberseite des Halbleiterwafers;
 - Auftrennen des Halbleiterwafers in einzelne Halbleiterchips (2);
 - Aufbringen der Halbleiterchips (2) auf einen Verdrahtungsträger (5) mit mehreren Halbleiterbauteilpositionen und Herstellen von Bondverbindungen (23) zwischen Kontaktanschlussflächen (22) des Verdrahtungsträgers (5) mit Kontaktflächen (6) der Halbleiterchips (2);
 - Aufbringen einer nachgiebigen Abdeckmasse (3) auf den Verdrahtungsträger (5), auf die Bondverbindungen (23) und auf freistehende zweite Enden (13) der Kohlenstoff-Nanoröhren (9) auf der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2).
14. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauteils (1) mit mindestens einem Halbleiterchip (2) und einer Abdeckung, wobei das Verfahren folgende Verfahrensschritte aufweist:
- Herstellen eines Halbleiterwafers mit Halbleiterchippositionen, die in Zeilen und Spalten auf der Oberseite des Halbleiterwafers angeordnet sind;
 - Auftrennen des Halbleiterwafers in einzelne Halbleiterchips (2);

- Aufbringen der Halbleiterchips (2) auf einen Verdrahtungsträger (5) in mehreren Halbleiterbauteilpositionen;
 - 5 - Selektives Beschichten der Halbleiterchips (2) auf dem Verdrahtungsträger (5) mit einer Schicht aus Katalysatormaterial (12) und Keimen für Kohlenstoff-Nanoröhren (9) unter Freilassen von Kontaktflächen (6) der Halbleiterchips (2);
 - 10 - Erwärmen der Halbleiterchips (2) auf dem Verdrahtungsträger (5) unter Ausbilden von Kohlenstoff-Nanoröhren (9) auf der Oberseite (8) der Halbleiterchips (2);
 - 15 - Verbinden von Kontaktanschlussflächen (22) des Verdrahtungsträgers (5) mit Kontaktflächen (6) der Halbleiterchips (2);
 - 20 - Aufbringen einer nachgiebigen Kunststoffmasse (14) als Abdeckung für den Verdrahtungsträger (5), die Bondverbindungen (23) und die freistehenden zweiten Enden (13) der Kohlenstoff-Nanoröhren (9) auf der Oberseite (8) der Halbleiterchips (2).
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 zum Beschichten mit einer strukturierten Schicht (11) aus Katalysatormaterial (12) eine Suspension aus einem polymeren Kunststoff einem Lösungsmittel und mit in einem Lichtbogen erzeugten Vorstufen von Kohlenstoff-Nanoröhren (9) hergestellt wird.
- 30 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass
- zur Herstellung der Suspension zunächst Kohlenstoff-Nanoröhren (9) und/oder ihre Vorstufen in einem Heizrohr

unter Zufuhr eines Pulvergemischs aus Kohlenstoffpartikeln, vorzugsweise Kohlenstofffullerenen und Katalysatormaterialpartikeln in einem Laserstrahl erzeugt werden.

5

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Beschichten mit einer Suspension mittels Drucktechniken erfolgt.

10

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Beschichten mit einer Suspension mittels Photolithographie erfolgt.

15

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Beschichten mit einer Suspension mittels Laserstrukturieren erfolgt.

20

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Suspension zunächst Kohlenstoff-Nanoröhren (9) und/oder ihre Vorstufen in einem Druckrohrforn mittels Gasphasenabscheidung unter Zufuhr von Kohlenmonoxid und Wasserstoff erzeugt werden.

25

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zum Herstellen der Kohlenstoff-Nanoröhren (9) der Oberseite des Halbleiterwafers und/oder der Oberseite (8) des Halbleiterchips (2) auf einem strukturierten Katalysatormaterial (12), ein Gemisch aus Kohlenstofffullerenen

30

renen, Inertgas und Kohlenmonoxid in einem Heizrohr, in dem der Halbleiterwafer oder die Halbleiterchips (2) positioniert sind, zugeführt wird.

- 5 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
für ein Abscheiden von Kohlenstoff-Nanoröhren (9) auf
dem strukturierten Katalysatormaterial (12) ein Gemisch
aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff in einem Druckrohrfen
10 bei 500 bis 800°C, in dem der Halbleiterwafer oder die
Halbleiterchips (2) mit aufgebracht Katalysatormateri-
alstruktur positioniert sind, zugeführt wird.
- 15 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Verbinden von Kontaktanschlussflächen (22) des Ver-
drahtungsträgers (5) mit Kontaktflächen (6) der Halblei-
terchips (2) mittels Bondtechniken erfolgt.
- 20 24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Aufbringen einer nachgiebigen Kunststoffmasse (14)
(3) auf den Verdrahtungsträger (5), mittels Dispensen
oder mittels einem Niederdruck-Spritzgussverfahren er-
25 folgt.

$\frac{1}{2}$

FIG 1

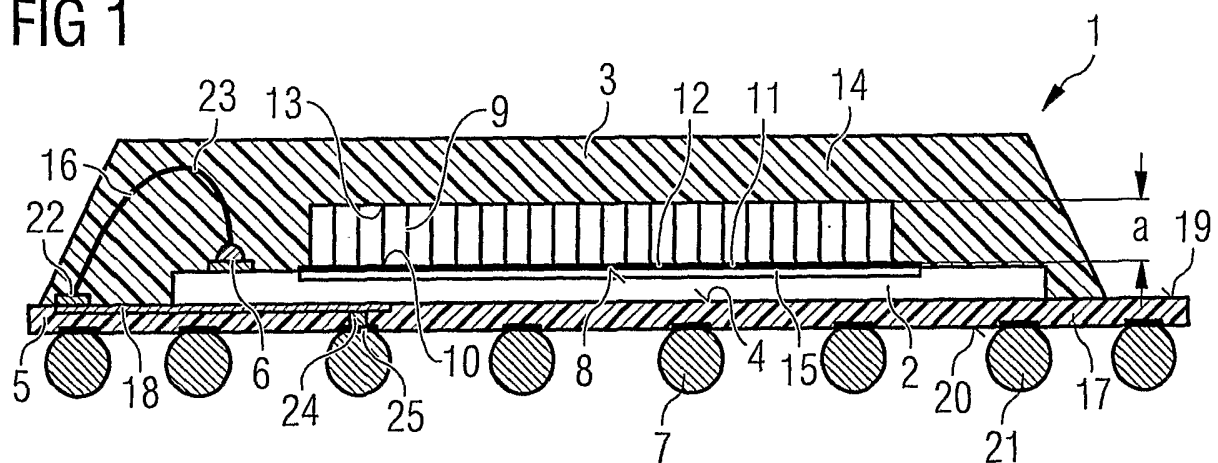


FIG 2

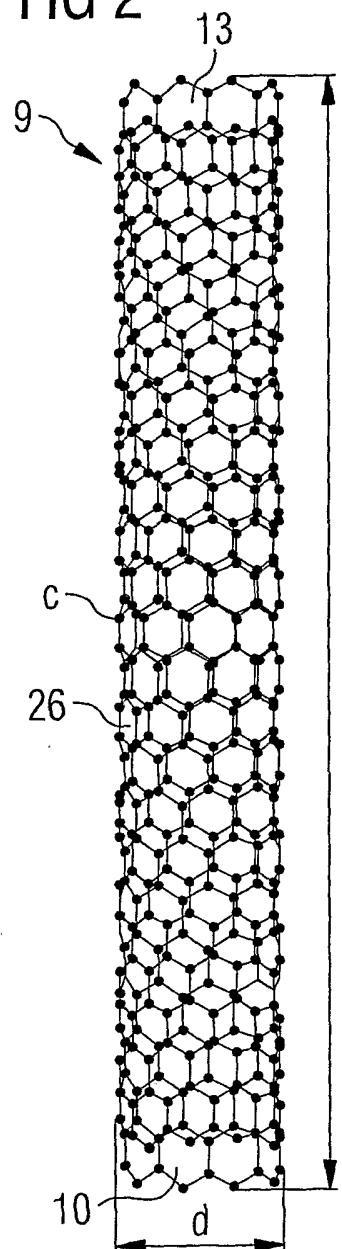


FIG 3

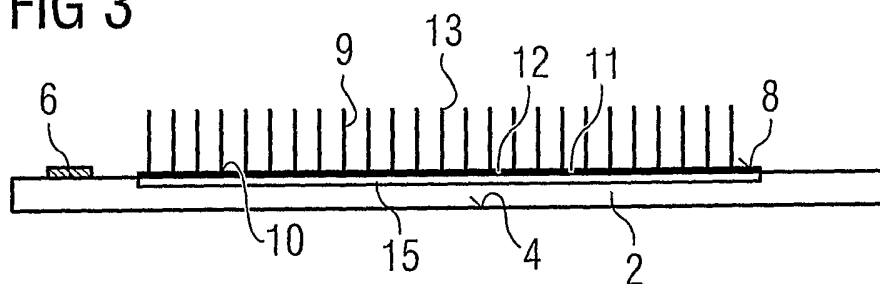


FIG 4

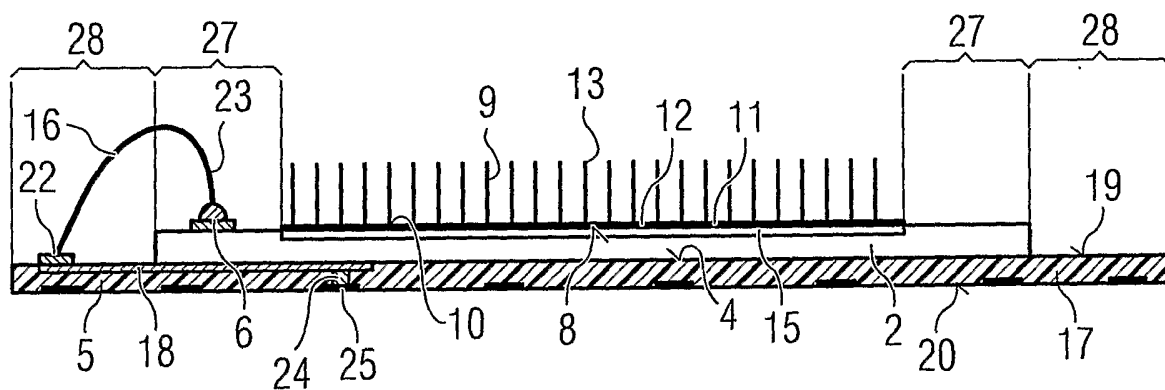
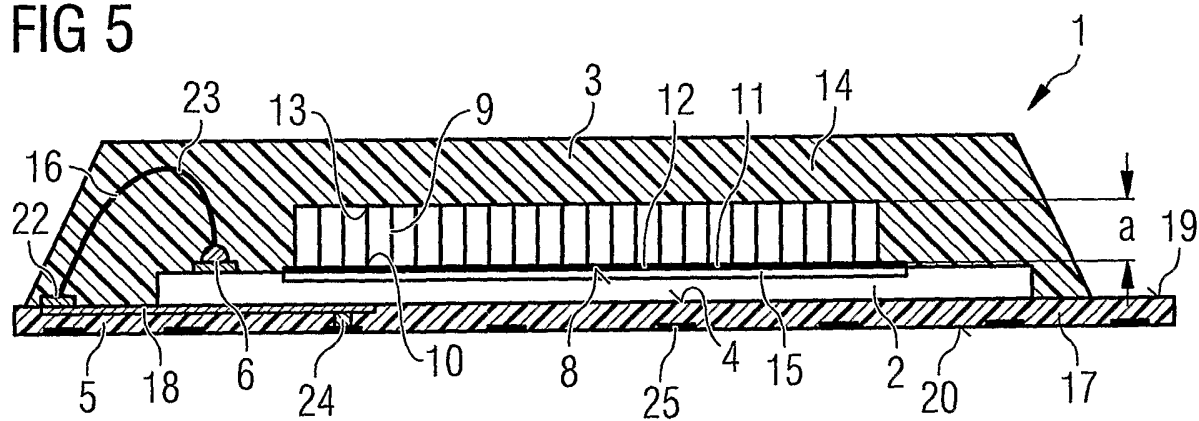


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/002015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L23/31

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/005736 A1 (SEARLS DAMION T ET AL) 8 January 2004 (2004-01-08)	1-12
Y	paragraph '0011! - paragraph '0014!; figures 1,2	13-24
Y	----- EP 1 473 767 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD) 3 November 2004 (2004-11-03) paragraph '0029! - paragraph '0037!; figures 1A-1D	13-24
A	----- US 2004/152240 A1 (DANGELO CARLOS) 5 August 2004 (2004-08-05) paragraph '0035! - paragraph '0036!; figure 1	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 February 2006

Date of mailing of the international search report

17/02/2006

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stirn, J-P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2005/002015

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004005736 A1	08-01-2004	AU 2003261105 A1 CN 1666335 A EP 1518271 A1 WO 2004006330 A1	23-01-2004 07-09-2005 30-03-2005 15-01-2004
EP 1473767 A	03-11-2004	CN 1542920 A JP 2004336054 A US 2004219773 A1	03-11-2004 25-11-2004 04-11-2004
US 2004152240 A1	05-08-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/002015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

H01L23/31

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/005736 A1 (SEARLS DAMION T ET AL) 8. Januar 2004 (2004-01-08)	1-12
Y	Absatz '0011! - Absatz '0014!; Abbildungen 1,2	13-24
Y	EP 1 473 767 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD) 3. November 2004 (2004-11-03) Absatz '0029! - Absatz '0037!; Abbildungen 1A-1D	13-24
A	US 2004/152240 A1 (DANGELO CARLOS) 5. August 2004 (2004-08-05) Absatz '0035! - Absatz '0036!; Abbildung 1	1-24



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
10. Februar 2006	17/02/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Stirn, J-P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/002015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004005736 A1	08-01-2004	AU 2003261105 A1	23-01-2004
		CN 1666335 A	07-09-2005
		EP 1518271 A1	30-03-2005
		WO 2004006330 A1	15-01-2004
EP 1473767 A	03-11-2004	CN 1542920 A	03-11-2004
		JP 2004336054 A	25-11-2004
		US 2004219773 A1	04-11-2004
US 2004152240 A1	05-08-2004	KEINE	