



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 044 603 A1** 2006.03.30

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 044 603.2**

(22) Anmeldetag: **13.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **30.03.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/29** (2006.01)  
**H01L 23/50** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Infineon Technologies AG, 81669 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Schweiger & Partner, 80333 München**

(72) Erfinder:  
**Wörner, Holger, Dipl.-Ing., 93049 Regensburg, DE;**  
**Bauer, Michael, Dipl.-Ing., 93152 Nittendorf, DE**

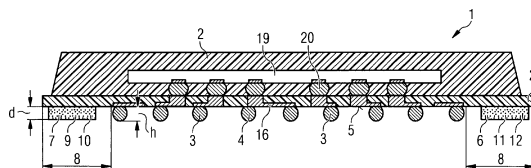
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 698 25 267 T2**  
**US 58 43 251 A**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil und Schaltungsträger mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil sowie Verfahren zur Herstellung derselben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil (1) und einen Schaltungsträger mit dem oberflächenmontierten Halbleiterbauteil (1) sowie Verfahren zur Herstellung derselben. Dazu wird ein Halbleiterbauteil (1) mit Kunststoffgehäuse (2) und mit Lotkugeln (3) zur Verfügung gestellt. Auf der Unterseite (5) des Halbleiterbauteils (1) ist eine Schicht (6) aus Unterfüllmaterial (7) im Randbereich (8) der Unterseite (5) des Halbleiterbauteils (1) angeordnet. Diese Schicht (6) weist als Komponenten einen Grundpolymer (10) und einen Härter (11) auf, wobei der Härter (11) in eine Vielzahl kugelförmiger Kapseln (12), deren Hülle einen Thermoplast aufweist, eingeschlossen ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil mit Kunststoffgehäuse und mit Lotkugeln als Außenkontakte, wie sie für BGA- (ball grid array) und LBGA- (large ball grid array) Gehäuse eingesetzt werden, oder wie sie auch bei Halbleiterbauteilen mit Flipchip-Kontakten Verwendung finden.

**[0002]** Bei derartigen Gehäusen beziehungsweise Halbleiterbauteilen, insbesondere bei der Oberflächenmontage derartiger Gehäuse beziehungsweise Halbleiterbauteile auf einem übergeordneten Schaltungsträger wie einer Leiterplatte oder einem Verdrahtungssubstrat besteht das Problem, die Verbindung zwischen Kontaktanschlussflächen auf der Oberseite des Schaltungsträgers beziehungsweise auf der Oberseite des Verdrahtungssubstrats und entsprechenden Außenkontaktflächen auf der Unterseite des Halbleiterbauteils trotz thermischer Belastung aufrecht zu erhalten.

## Stand der Technik

**[0003]** Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beteiligten Materialien des Halbleiterbauteils und des Schaltungsträgers, beziehungsweise des Verdrahtungssubstrats besteht die Gefahr des Abrisses der Außenkontakte an den Grenzflächen zwischen Außenkontakten und Außenkontaktflächen der Halbleiterbauteile, zumal diese Grenzflächen als besonders gefährdet eingeschätzt werden. Um die Gefahr zu verringern, werden bisher nach dem Auflöten der Lotkugeln auf den Schaltungsträger zwischen der Unterseite des oberflächenmontierten Halbleiterbauteils und der Oberseite des Schaltungsträgers Unterfüllmaterialien, wie sie aus der Druckschrift DE 199 08 474.2 bekannt sind, eingebracht, welche die thermischen Spannungen ausgleichen beziehungsweise die Stabilität der elektrischen Verbindung sichern sollen.

**[0004]** Das Einbringen von Unterfüllmaterialien ist jedoch mit erheblichen Nachteilen sowohl im Hinblick auf die Entwurfsmöglichkeiten für Schaltungsträger beziehungsweise Verdrahtungssubstrate als auch für den gesamten Fertigungsablauf der Oberflächenmontage verbunden. So sind die gebrauchsfertigen Unterfüllmaterialien tiefgekühlt zu lagern, da schon bei geringem Wärmeeintrag ein vorzeitiges Aushärten des Unterfüllmaterials eintritt. Dieses erfordert einen hohen logistischen Aufwand beziehungsweise ist mit hohen Kosten verbunden, zumal die Fertigungsabläufe und Bearbeitungszeiten auf dieses Erfordernis abzustimmen sind.

**[0005]** Das Einbringen eines kapillar wirkenden flüssigen Unterfüllmaterials ist durch den Einsatz eines langsamen Dispens-Prozesses zeitaufwendig. Au-

ßerdem ist auf dem Schaltungsträger beziehungsweise dem Verdrahtungssubstrat eine ausreichend große Reservefläche vorzuhalten, um das Unterfüllmaterial einbringen zu können.

**[0006]** Schließlich besteht die Gefahr, dass bei dem Einbringen des Unterfüllmaterials unerwünschte Hohlräume mit Gasblasen verbleiben, die bei Temperaturzyklentests eine zusätzliche Belastung durch den entstehenden Gasdruck darstellen und zum Versagen des Bauteils bei diesen Tests beitragen können. Derartige Gasblaseneinschlüsse können nur durch weiteren erheblichen Aufwand vermieden werden, indem der Dispensprozess unter Vakuum erfolgt.

## Aufgabenstellung

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil mit Lotkugeln zu schaffen, mit dem die Probleme im Stand der Technik überwunden werden und mit dem die Zuverlässigkeit der Bauteile bei thermischen Zyklentests sowie bei Stoßbelastungen verbessert werden. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung ein Halbleiterbauteil anzugeben, das kostengünstig und schnell oberflächenmontierbar ist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil mit einem Kunststoffgehäuse und mit Lotkugeln als Außenkontakte geschaffen, wobei die Lotkugeln auf der Unterseite des Kunststoffgehäuses des oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils angeordnet sind. Neben den Lotkugeln weist die Unterseite eine Schicht aus Unterfüllmaterial auf. Diese Schicht aus Unterfüllmaterial bedeckt mindestens den Randbereich der Unterseite des Halbleiterbauteils. Dieses Unterfüllmaterial weist zwei Komponenten eines Kunstharzes aus einem Grundpolymer und einem Härter auf. Der Härter dieses Kunstharzes ist in kugelförmigen Kapseln eingeschlossen, wobei die Hülle der Kapseln einen Thermoplast aufweist.

**[0010]** Diese auf der Unterseite des Halbleiterbauteils im Randbereich angeordneten Schichten haben den Vorteil, dass sie auf Grund der gekapselten Härterkomponente des Kunstharzes beliebig lange auf der Unterseite des Halbleiterbauteils angeordnet bleiben können, ohne dass das Kunstharz auf der Unterseite des Halbleiterbauteils aushärtet. Im Prinzip ist dieses oberflächenmontierbare Halbleiterbauteil beliebig lange bei Raumtemperatur lagerbar. Eine Kühlung, um zu verhindern, dass das Kunstharz aushärtet, ist nicht erforderlich. Des Weiteren kann die

Schicht ohne große Fertigungsprobleme auf der Unterseite des Halbleiterbauteils während des Anbringens der Lotkugeln als Außenkontakte oder danach aufgebracht werden, so dass das Halbleiterbauteil mit einem Unterfüllmaterialvorrat ausgeliefert werden kann. Ein Einbringen von Unterfüllmaterial im oberflächenmontierten Zustand des Halbleiterbauteils kann vollständig entfallen. Ein Auffüllen eines engen Spaltes zwischen oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil und einem Schaltungsträger, auf dem das Halbleiterbauteil montiert ist, entfällt in vorteilhafter Weise bei dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauteil.

**[0011]** Mit diesem oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteil wird somit die Montage auf einem Schaltungsträger und/oder auf einem Verdrahtungssubstrat grundlegend erleichtert, weil das Unterfüllmaterial ein fester Bestandteil des oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils ist und nicht nachträglich in flüssigem Zustand zwischen einem oberflächenmontierten Halbleiterbauteil und einem Schaltungsträger, beziehungsweise einem Umverdrahtungssubstrat eingebracht werden muss. Das hat den weiteren Vorteil, dass die Flächen eines Schaltungsträgers, beziehungsweise eines Umverdrahtungssubstrats, intensiver genutzt werden können, indem die Bauteile dichter nebeneinander angeordnet sein können, zumal jede Reservierungsfläche für eine fertigungstechnische Maßnahme, wie das Dispensen nicht mehr erforderlich ist.

**[0012]** Auch der Zeitaufwand für das Montieren eines oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils auf einem Schaltungsträger oder auf einem Verdrahtungssubstrat wird durch die erfindungsgemäße Schicht in den Randbereichen des Halbleiterbauteils deutlich verringert. Der Thermoplast, der die Tropfen aus Härtermaterial umschließt, kann auf die Löttemperatur abgestimmt sein, sodass beim Anlöten der Außenkontakte die Kapseln aus einem thermoplastischen Kunststoff platzen. Während einerseits die Lotbälle mit entsprechenden Kontaktanschlussflächen des übergeordneten Schaltungsträgers oder des Verdrahtungssubstrats beim Lötvorgang verbunden werden, kann zeitgleich und bei gleichem Energieeintrag das Erweichen der polymeren Grundschicht erreicht werden und zusätzlich das Freisetzen des Härters erfolgen. Mit dem Lötvorgang für die Fixierung der Außenkontakte, beziehungsweise der Lotbälle, nimmt somit auch das Unterfüllmaterial zunächst nur einen Klebekontakt mit dem Schaltungsträger auf und wird schließlich durch das Aushärten der erfindungsgemäßen Schicht eine Fixierung des oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils auf einem Schaltungsträger oder auf einem Verdrahtungssubstrat zuverlässig bereitstellen.

**[0013]** Dazu stehen die Erweichungstemperatur  $T_E$  des Thermoplastes und die Löttemperatur  $T_L$  der Lotkugeln, sowie die Zersetzungstemperatur  $T_Z$  des

Kunststoffgehäuses in nachfolgendem Verhältnis zueinander:

$$T_L \leq T_E < T_Z$$

**[0014]** Dabei kann sich die Zersetzungstemperatur  $T_Z$  sowohl auf das Kunststoffgehäuse als auch auf das Material des Schaltungsträgers sowie auf das Material des Verdrahtungssubstrats beziehen. Außerdem hat eine Schicht mit einer Erweichungstemperatur in diesem Bereich den Vorteil, dass sie bereits bei der Löttemperatur  $T_L$  aktiv wird und somit parallel zum Lötvorgang ein Verbinden des Unterfüllbereichs im Randbereich des Halbleiterbauteils mit dem Schaltungsträger, beziehungsweise mit dem Verdrahtungssubstrat verursacht.

**[0015]** Das bedeutet, dass ein zeitaufwendiges und Montagefläche beanspruchendes Auffüllen des Zwischenraums zwischen Halbleiterbauteil und übergeordneter Schaltungsplatine entfallen kann, zumal damit auch ein Reservieren von Flächen für das Einbringen des Unterfüllmaterials nicht mehr vorzusehen sind und die Gefahr der Gasblaseneinschlüsse ebenfalls vermindert ist. Des Weiteren ist durch die Kapselung des Härters die Gewähr gegeben, dass ein geringer Wärmeeintrag nicht zum Aushärten der Polymerkomponente führt. Erst bei Erwärmungen über den Erweichungspunkt der Thermoplast-Kapseln, in die der Härter eingeschlossen ist, wird der Härter freigegeben und kann ein Vernetzen der polymeren Kettenmoleküle mithilfe des Härters dann einleiten, wenn die Erweichungstemperatur des Thermoplastes deutlich überschritten ist. Deutlich überschreiten heißt in diesem Zusammenhang mindestens 10 bis 15 Grad Celsius über der Erweichungstemperatur des Thermoplastes.

**[0016]** Weiterhin hat dieses Bauteil den Vorteil, dass für den Kunden, der derartige Bauteile auf der Oberfläche eines Leitungsträgers montieren will, eine aufwendige Kühlkette entfällt, die er für konventionelle Unterfüllmaterialien bereithalten muss. Außerdem muss der Kunde den kosten- und zeitaufwendigen Unterfüllprozess nicht mehr selbst durchführen, da ihm nun ein Bauteil zur Verfügung gestellt wird, das auf seiner Unterseite bereits das Unterfüllmaterial mit sich führt. Dieses Unterfüllmaterial und insbesondere der Thermoplast für die Kapseln kann auf die verschiedenen Lötprofile des Kunden abgestimmt werden. Andererseits ist es auch möglich, das durch ein Zusatzheizwerkzeug der Härter erst aktiviert wird, wenn bereits zuverlässig das Halbleiterbauteil auf einer übergeordneten Schaltungsplatine aufgelötet ist. Insbesondere diese Möglichkeit ist für den Kunden von Vorteil, da er vor dem Aktivieren des Härters jederzeit das Halbleiterbauteil wieder von der Platine durch Freilöten entfernen oder austauschen kann.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfin-

ung stehen die Erweichungstemperatur  $T_E$  des Thermoplastes und die Löttemperatur  $T_L$  der Lotkugeln sowie die Zersetzungstemperatur  $T_Z$  des Kunststoffgehäuses in nachfolgendem Verhältnis:

$$T_L < T_E < T_Z$$

**[0018]** In diesem Fall fordert die Formel, dass auch ein Mindestabstand von der Löttemperatur für den Erweichungsfall des Thermoplastes der Kapseln mit eingeschlossenem Härter einzuhalten ist. Dieser Mindestabstand soll dafür sorgen, dass ein Aushärten des Unterfüllmaterials des Halbleiterbauteils nicht ausgelöst wird, wenn dieses Halbleiterbauteil aufgelötet wird. Somit ist es möglich beim Auftreten von Fehlern oder Fehljustagen das Halbleiterbauteil auch wieder ohne Schaden für den Leitungsträger zu entfernen. Auch kann das Halbleiterbauteil für Testzwecke auf entsprechende Testkontaktanschlüsse gelötet werden und dennoch anschließen entfernt und ausgeliefert werden, solange die Thermokapseln des Härters in dem Grundpolymer nicht den Härter freigegeben haben.

**[0019]** Vorzugsweise wird als Material der Kapseln, die den Härter umschließen, ein Thermoplast der Gruppe Polyethylen, Polypropylen, Polyamid und/oder Polyester eingesetzt. Die Erweichungstemperaturen dieser Thermoplaste liegen ohne zusätzliche Füllstoffe zwischen 90 Grad Celsius und 280 Grad Celsius und können selektiv auf die unterschiedlichen Lotverfahren des Kunden spezifiziert werden. Dabei ist Polyethylen bis zu einer Temperatur von 200 Grad Celsius einsetzbar und das Polypropylen bis zu Temperaturen von 240 Grad Celsius verwendbar.

**[0020]** Außerdem ist es vorgesehen, dass die Werte der Viskosität und der Thixotropie des Grundpolymers so hoch sind, dass die Schicht bei Raum-, Lager- und/oder Transporttemperaturen formstabil ist. Diese Eigenschaften des Grundpolymers ermöglichen es, das Unterfüllmaterial als zusätzliche, die Außenkontakte beziehungsweise Lotkugeln umgebende Schicht auf der Unterseite eines auszuliefernden Halbleiterbauteils anzuordnen, sodass der Kunde lediglich die Oberflächenmontage der Lotkugeln durchführen muss und zusätzlich einen Unterfüllschutz erreicht, wenn er die Erweichungstemperatur der thermoplastischen Kapseln, die den Härter einschließen, überschreitet.

**[0021]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Erweichungstemperatur der thermoplastischen Kapseln in dem Unterfüllmaterial derart hoch gegenüber der Löttemperatur des Lötmaterials der Lotkugeln gewählt, dass die Schicht aus Unterfüllmaterial während des Lötprozesses einen Montageabstandhalter bildet, sodass bei der Montage des Halbleiterbauteils auf einem Schal-

tungsträger ein vorgegebener Mindestabstand zwischen Unterseite des Halbleiterchips und Oberseite des Schaltungsträgers eingehalten wird. Erst nach Erstarren der Lotkugeln wird dann in einem zweiten Schritt die Arbeitstemperatur soweit erhöht, dass die Erweichungstemperatur überschritten wird und die thermoplastischen Kapseln ihren Inhalt an das Grundpolymer zum Aushärten des Grundpolymers zu einem Unterfüller freigeben.

**[0022]** Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Schicht die Lotkugeln auf der Unterseite des Halbleiterbauteils derart umgibt, dass die Lotkugeln um wenige Mikrometer aus der Schicht herausragen. Damit ist gewährleistet, dass die Lotkugeln optimal auf die vorgesehenen Kontaktanschlussflächen des Schaltungsträgers aufgelötet werden können, und anschließend die Schicht zu einem Unterfüllmaterial aushärtet.

**[0023]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Schaltungsträger mit einem oberflächenmontierten Halbleiterbauteil, das auf seiner Unterseite Lotkugeln als Außenkontakte und eine Schicht aus einem Kunstharz mit einem Grundpolymer und einem Härter aufweist, wobei der Härter in einer Vielzahl kugelförmiger Kapseln, deren Hülle einen Thermoplast aufweist, eingeschlossen ist. Dieser Schaltungsträger mit oberflächenmontierbarem Halbleiterbauteil ist dann dadurch gekennzeichnet, dass die Lotkugeln des Halbleiterbauteils auf einer Verdrahtungsstruktur des Schaltungsträgers aufgelötet sind, und das Schichtmaterial aus Grundpolymer und gekapseltem Härter noch unvernetzt ist.

**[0024]** Ein derartiger Schaltungsträger mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil kann beispielsweise ein Testschaltungsträger sein, auf den das Halbleiterbauteil nur vorübergehend mit seinen Lotkugeln gelötet ist, um die Funktionsfähigkeit des oberflächenmontierten Halbleiterbauteils sicherzustellen, bevor es auf einen weiteren übergeordneten Schaltungsträger oberflächenmontiert wird und dann durch Erhöhung der Temperatur über den Erweichungspunkt des Thermoplastes der Kapseln, in dem der Härter eingeschlossen ist, nun das Aushärten von Grundpolymer und Härter zu einem Unterfüllmaterial erfolgt.

**[0025]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist ein Schaltungsträger, der Lotkugeln auf einer Verdrahtungsstruktur des Schaltungsträgers aufgelötet hat, und bei dem das Schichtmaterial aus Grundpolymer und gekapseltem Härter bereits vernetzt ist. Somit weist die vernetzte und ausgehärtete Schicht Partikel aus thermoplastischem Kunststoff in dem vernetzten Kunstharz auf. Ein derartiger Schaltungsträger mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil lässt sich aufgrund der thermoplastischen Partikel, die in dem Unterfüllmaterial verblieben sind, von den bisherigen Schaltungsträgern, die mit Halbleiterbauteilen

bestückt sind und ein Unterfüllmaterial aufweisen, eindeutig unterscheiden.

**[0026]** Ein Verfahren zu Herstellung eines oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils mit Kunststoffgehäuse und mit Lotkugeln auf seiner Unterseite weist die nachfolgenden Verfahrensschritte auf. Zunächst werden Härtermaterialtropfen unter Umhüllung der Härtermaterialtropfen mit einer Schicht aus einem Thermoplast gekapselt. Danach wird eine Mischung aus gekapselten Härterpartikeln und einem Grundpolymer eines Kunstharzes hergestellt. Anschließend wird die Mischung als Schicht auf mindestens einen Randbereich einer Unterseite eines Halbleiterbauteils aufgebracht. Damit ist das Halbleiterbauteil gemäß dieser Erfindung hergestellt und kann nun überall dort eingesetzt werden, wo bisher ein extra Unterfüllmaterial nach der Oberflächenmontage eines Halbleiterbauteils zwischen der Unterseite des Halbleiterbauteils und der Oberseite eines übergeordneten Schaltungsträgers eingebracht werden muss.

**[0027]** Mit diesem Halbleiterbauteil wird nicht nur die Fertigung von Schaltungen mit derartigen Halbleiterbauteilen grundlegend geändert, sondern auch die Kostenstruktur verbessert sowie die Bearbeitungszeit verkürzt werden. Insbesondere ist es möglich, die Schicht aus einer Mischung aus Grundpolymer und gekapseltem Härter soweit auf der Unterseite des Halbleiterbauteils anzuordnen, dass die Lotkugeln lediglich um einige Mikrometer aus dieser Schicht herausragen. Dieses reicht bereits, um die Lotkugeln sicher auf dem Schaltungsträger und den dazugehörigen Kontaktanschlussflächen elektrisch zu verbinden. Bei entsprechender Erhöhung der Temperatur über den Erweichungspunkt des Thermoplastes hinaus erfolgt dann die Aushärtung des Grundpolymers, weil der eingekapselte Härter freigegeben wird.

**[0028]** Das Einkapseln der Härtermaterialtropfen kann entweder in einer Tropfanlage oder in einer Sprühanlage erfolgen, wobei unter Auffangen der Tropfen in einer Wanne mit Thermoplast sich die Härtermaterialtropfen einkapseln. Eine andere Möglichkeit besteht darin, in einem Fallturm die fallenden Härtermaterialtropfen in einem Gegenstrom aus Thermoplaststäuben mit diesem Thermoplast äußerlich einzukapseln.

**[0029]** Neben diesen Tropf- und Sprühverfahren für das Einkapseln von Härtermaterialtropfen sind auch Tiefkühlverfahren denkbar, wobei die Härtermaterialtropfen in einen Kühlturm gesprüht werden, dort zu Partikeln erstarren und in diesem Zustand in ein Thermoplastmaterial eingekapselt werden. Nach dem Erreichen der Raumtemperatur ist aufgrund des umgebenden Thermoplastes der Härter nicht in der Lage, ein Grundpolymer eines Kunstharzes zu ver-

netzen bzw. eine Aushärtung des Grundpolymers zu bewirken. Erst das Überschreiten einer Erweichungstemperatur lässt den Thermoplast, der den Härter in Form einer Kapsel umgibt, erweichen und der Härter kann dann mit dem Grundpolymer reagieren und dieses vernetzen, sodass das Grundpolymer zu einem Unterfüllmaterial aushärtet. Dessen ungeachtet kann das Grundpolymer einen Füllstoff aufweisen, mit dem die Temperaturstabilität für das Unterfüllmaterial eingestellt werden kann.

**[0030]** Ein Verfahren für eine Oberflächenmontage eines Halbleiterbauteils, wie es oben beschrieben wurde, verwendet einen Schaltungsträger und ist durch nachfolgende Verfahrensschritte gekennzeichnet. Zunächst werden die Außenkontakte des Halbleiterbauteils auf eine Verdrahtungsstruktur des Schaltungsträgers aufgelötet. Danach wird die Schicht aus Grundpolymer und gekapseltem Härter über die Erweichungstemperatur des Thermoplastes zum Freisetzen des Härters erwärmt. Anschließend erfolgt das Aushärten der Schicht unter Vernetzen der Kettenmoleküle des Grundpolymers mit den Molekülen des Härters.

**[0031]** Der entscheidende Schritt ist hierbei das Erwärmen der Schicht aus Grundpolymer und gekapseltem Härter, sodass der Härter von dem umgebenden Thermoplast freigesetzt werden kann. Dieses Erwärmen kann mit einem Heizwerkzeug erfolgen, das die auszuhärtende Schicht lokal aufheizt. Diese lokale Aufheizung kann durch Ultraschallheizer, durch Heißgebläse oder durch Laserstrahler erfolgen. Auch Wärmestrahler konnten bisher erfolgreich eingesetzt werden, um lokal die in Frage kommenden Unterfüllschichten zum Aushärten zu bringen.

**[0032]** Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit dem erfindungsgemäßen Halbleiterbauteil und der Möglichkeit einer Oberflächenmontage auf einem übergeordneten Schaltungsträger der langsame Dispensprozess eines Unterfüllmaterials nicht mehr erforderlich ist. Ferner braucht kein Platz für das Auftragen des Unterfüllers auf dem Schaltungsträger freigehalten zu werden. Das Tieffrieren und Einlagern von herkömmlichen Unterfüllmaterialien und der damit verbundene logistische Aufwand sind nicht mehr erforderlich, und die Lagerfähigkeit der erfindungsgemäßen Halbleiterbauteile ist praktisch nicht mehr begrenzt, wie das für Bauteile mit bisherigen Unterfüllern der Fall ist.

**[0033]** Auch der Zwang, während der Fertigung entsprechend präparierte Bauteile mit herkömmlichem Unterfüllmaterial kühl zu lagern, wird mit den oben beschriebenen Bauelementen nicht mehr notwendig sein. Dazu wird auf das Halbleiterbauteil mit einem geeigneten Verfahren wie Drucken, Aufsprühen oder in anderer Weise ein Reaktionsharz aus einem Grundpolymer und einem gekapselten Härter aufge-

bracht. Die Viskosität und die Thixotropie des Reaktionsharzes wird dabei so hoch vorgesehen, dass es nach dem Auftragen seine Form selbst bei Erhöhung der Temperatur über die Raumtemperatur hinaus nicht verändert, und es auch nicht zum Fließen der aufgetragenen Schicht kommt.

**[0034]** Die thermolabile Schutzhülle oder Kapsel, in der der Härter eingebracht ist, dient als Schutzhülle und bricht frühestens beim Lötvorgang auf, sodass der Härter sich erst dann mit dem Grundpolymer mischt und zu einem Unterfüllmaterial aushärtet. Die dabei erfolgende chemische Reaktion liefert gleichzeitig eine feste Verbindung mit dem übergeordneten Schaltungsträger, beziehungsweise mit dem Verdrahtungssubstrat, sodass mithilfe dieses Materials thermische Belastungen ausgeglichen werden können.

**[0035]** Alternativ kann die thermoplastische Schutzhülle oder Kapsel auch so beschaffen sein, dass sie erst bei Temperaturen über dem Lötvorgang aufbricht. Dies hat den Vorteil, dass eine feste Verbindung erst nach einem weiteren Wärmeeintrag erfolgt. Somit kann der Kunde die Endmontage des Halbleiterbauteils bis zur Endkontrolle offen halten, und erst die Verbindung der Schicht aus Unterfüllmaterial veranlassen, wenn alle Vortests erfolgreich abgeschlossen sind.

**[0036]** Zusammenfassend ergeben sich damit die folgenden Vorteile:

1. Halbleiterbauteile mit einer derartigen erfindungsgemäßen Schicht müssen nicht gekühlt ausgeliefert werden und sind theoretisch unbegrenzt lagerfähig.
2. Für den Kunden entfällt eine aufwendige Kühlkette.
3. Der Kunde muss den Unterfüllprozess nicht selbst mehr durchführen.
4. Die Materialien können auf verschiedene Lötprofile des Kunden eingestellt werden.
5. Eine feste Verbindung durch Vernetzung kann durch geeignete Wahl der thermoplastischen Schutzhülle, beziehungsweise Einkapselung auch erst nach der kompletten Oberflächenmontage erfolgen.

#### Ausführungsbeispiel

**[0037]** Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

**[0038]** [Fig. 1](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil mit Lotkugeln gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0039]** [Fig. 2](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Kapsel mit eingeschlossenem Här-

ter;

**[0040]** [Fig. 3](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Schicht mit Unterfüllmaterial aus einem Reaktivharz;

**[0041]** [Fig. 4](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Schaltungsträger mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil vor einem Aushärten des Reaktionsharzes;

**[0042]** [Fig. 5](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Schaltungsträger mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil und Vorrichtungen zum Auslösen einer Vernetzungsreaktion.

**[0043]** [Fig. 1](#) zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil **1** mit Lotkugeln **3** gemäß einer möglichen Ausführungsform der der Erfindung. Dieses Halbleiterbauteil **1** weist ein Kunststoffgehäuse **2** auf, in dem ein Halbleiterchip **19** angeordnet ist, der mit seinen Flip-chip-Kontakten **20** auf einem Verdrahtungssubstrat **21** angeordnet ist. Die Unterseite **5** des Verdrahtungssubstrats **21** weist Lotkugel **3** als Außenkontakte **4** auf. In Randbereichen **8** weist zusätzlich die Unterseite **5** des Verdrahtungssubstrats **21**, die gleichzeitig auch Unterseite **5** des Halbleiterbauteils **1** ist, eine Schicht **6** aus Unterfüllmaterial **7** auf.

**[0044]** Dieses Unterfüllmaterial **7** besteht aus einem Reaktivharz **9**, das seinerseits ein Grundpolymer **10** und einen gekapselten Härter **11** aufweist. Dieser gekapselte Härter **11** ist in einer Kunststoffkapsel **12** eingeschlossen, die aus einem Thermoplast besteht. Die Thermoplast-Schutzhülle **13**, in die der Härter **11** eingeschlossen ist, weist vorzugsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyamide oder Polyester als thermoplastische Materialien auf. Der Härter **11** kann mit dem Grundpolymer **10** erst dann reagieren und ein Unterfüllmaterial **7** für das Halbleiterbauteil **1** bilden, wenn das Halbleiterbauteil **1** mit seinen Außenkontakten **4** auf einer übergeordneten Schaltungsplatine auf entsprechende Kontaktanschlussflächen aufgelötet wird.

**[0045]** Dabei kann die Schichtdicke  $d$  der Schicht **6** um wenige Mikrometer kleiner sein als die Höhe  $h$  der Lotkugeln **3**. Dadurch wird sichergestellt, dass beim Auflöten, beziehungsweise bei der Oberflächenmontage zunächst die Außenkontakte **4** auf entsprechende Kontaktflächen eines Schaltungsträgers aufgelötet werden können, bevor das Grundpolymer erweicht und das Halbleiterbauteil **1** mit einem Schaltungsträger mechanisch verbindet. Die Erweichungstemperatur  $T_E$  des Thermoplastes, in dem der Härter **11** eingeschlossen ist, kann auch so eingestellt werden, dass der Härter **11** erst beim Auflöten der Außenkontakte **4** auf einen Schaltungsträger freigegeben wird, womit die Schicht **6** zu einem Unterfüllma-

terial **7** gleichzeitig mit dem Lötvorgang aushärten kann.

[0046] **Fig. 2** zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine Kapsel **12**, die einen Härter **11** umschließt. Ein derartiger kugelförmiger Härter **11** wird durch Vertropfen des Härters **11** in einer Vertropfungsanlage bei anschließendem Wärmeentzug gebildet, wobei der Härter **11** kugelförmig erstarrt und danach von einem Thermoplastmaterial beschichtet werden kann. Das Beschichten kann ebenfalls in einer Art Schwebezustand in einem Kühlturm erfolgen, wobei der Härtermaterialtropfen **17** in dem Kühlturm kugelförmig erstarrt und in einem Gegenstrom von einem Thermoplast beschichtet wird. Diese beschichteten Tropfen können dann wieder auf Raumtemperatur erwärmt werden, zumal der Thermoplast auch bei Raumtemperatur nicht erweicht. Anschließend wird ein derartig gekapselter Härter mit einem Grundpolymer gemischt.

[0047] **Fig. 3** zeigt dazu einen schematischen Querschnitt durch eine Schicht **6**, die aus einem Grundpolymer **10** besteht und in die Kapseln **12** mit eingeschlossenem Härter **11** gemischt sind. Dabei bleiben diese gekapselten Härterpartikel **18** in dem Grundpolymer **10** gleichmäßig verteilt, das bei Raumtemperatur fest ist. Sobald die Erweichungstemperatur der Kapsel **12** aus Thermoplast **14** des gekapselten Härters **11** erreicht ist, wird der eingeschlossene Härter **11** freigegeben und der Vernetzungsvorgang des Grundpolymers wird ausgelöst.

[0048] **Fig. 4** zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Schaltungsträger **15** mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil **1**, wobei das Halbleiterbauteil **1** den gleichen Querschnitt aufweist wie das Halbleiterbauteil **1** in **Fig. 1**. Der Schaltungsträger **15** weist eine Verdrahtungsstruktur **22** auf, mit der die Außenkontakte **4** des Halbleiterchips **1** elektrisch verbunden sind. Durch die unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten des Schaltungsträgers **15** und des Verdrahtungssubstrats **21** sowie des Halbleiterchips **19** kommt es bei Thermozyklentests zu erheblichen Verspannungen zwischen diesen Komponenten aus unterschiedlichen Materialien. Diese thermischen Verspannungen können durch das Unterfüllmaterial der Schicht **6** nach dem Aushärten der Schicht **6** größtenteils aufgefangen werden, sodass derartige Halbleiterbauteile eine größere Zuverlässigkeit aufweisen. Wann der Vernetzungs- bzw. der Aushärtungsprozess der Schicht **6** zu einem Unterfüllmaterial **7** einsetzt, hängt von dem Material der Kapsel **12** für den Härter **11** ab. Dieser Vorgang des Aushärtens und Vernetzens kann durch entsprechende Heißwerkzeuge verstärkt werden.

[0049] **Fig. 5** zeigt einen schematischen Querschnitt durch einen Schaltungsträger **15** mit oberflächenmontiertem Halbleiterbauteil **1**, und Vorrichtun-

gen **23** und **24** zum Auslösen einer Vernetzungsreaktion. Diese Vorrichtungen **23** und **24** können einen Wärmestrahler, einen Laserstrahler oder einen Ultraschallgenerator oder andere Energieerzeuger aufweisen, die präzise auf die auszuhärtende Schicht **6** gerichtet werden können. Andererseits ist es auch möglich, das Halbleiterbauteil **1** von der Unterseite lokal im Bereich der Schicht **6** zu erwärmen. Nach Aushärten der Schicht **6** ist das Halbleiterbauteil **1** derart auf dem Schaltungsträger **15** montiert, dass durch die Schicht **6** Thermospannungen zwischen Schaltungsträger **15** und Halbleiterbauteil **1** ausgeglichen werden, ohne dass die Grenzflächen zwischen den Außenkontakten **4** und der Verdrahtungsstruktur **22** auf dem Schaltungsträger **15** beziehungsweise den Grenzflächen zwischen der Verdrahtungsstruktur **16** und dem Verdrahtungssubstrat **21** des Halbleiterbauteils **1** belastet werden. Somit ist die Gefahr eines Abrisses der Verbindung zwischen den Außenkontakten **4** und den jeweiligen Verdrahtungsstrukturen **23** beziehungsweise **16** vermindert.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Halbleiterbauteil
<b>2</b>	Kunststoffgehäuse
<b>3</b>	Lotkugel
<b>4</b>	Außenkontakt
<b>5</b>	Unterseite des Halbleiterbauteils
<b>6</b>	Schicht
<b>7</b>	Unterfüllmaterial
<b>8</b>	Randbereich des Halbleiterbauteils
<b>9</b>	Kunstharz bzw. Reaktivharz
<b>10</b>	Grundpolymer
<b>11</b>	Härter
<b>12</b>	Kapsel
<b>13</b>	Hülle
<b>14</b>	Thermoplast
<b>15</b>	Schaltungsträger
<b>16</b>	Verdrahtungsstruktur
<b>17</b>	Härtermaterialtropfen
<b>18</b>	Härterpartikel
<b>19</b>	Halbleiterchip
<b>20</b>	Flipchip-Kontakt
<b>21</b>	Verdrahtungssubstrat des Halbleiterbauteils
<b>22</b>	Verdrahtungsstruktur des Schaltungsträgers
<b>23</b>	Vorrichtung zum Heizen
<b>24</b>	Vorrichtung zum Heizen
<b>d</b>	Schichtdicke
<b>h</b>	Höhe der Lotbälle

#### Patentansprüche

1. Oberflächenmontierbares Halbleiterbauteil mit Kunststoffgehäuse (**2**) und mit Lotkugeln (**3**) als Außenkontakte (**4**) auf seiner Unterseite (**5**), wobei die Unterseite (**5**) eine Schicht (**6**) aus Unterfüllmaterial (**7**) aufweist, welche mindestens den Randbereich (**8**) der Unterseite (**5**) des Halbleiterbauteils (**1**) bedeckt und zwei Komponenten eines Kunstharzes (**9**) aus ei-

nem Grundpolymer (10) und einem Härter (11) aufweist, wobei der Härter (11) in eine Vielzahl von Kapseln (12), deren Hülle (13) einen Thermoplast (14) aufweist, eingeschlossen ist.

2. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erweichungstemperatur  $T_E$  des Thermoplastes (14) und die Löttemperatur  $T_L$  der Lotkugeln (3) sowie die Zersetzungstemperaturen  $T_Z$  des Kunststoffgehäuses (2) in nachfolgendem Verhältnis zueinander stehen:  $T_L \leq T_E < T_Z$

3. Halbleiterbauteil nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erweichungstemperatur  $T_E$  des Thermoplastes (14) und die Löttemperatur  $T_L$  der Lotkugeln (3) sowie die Zersetzungstemperaturen  $T_Z$  des Kunststoffgehäuses (2) in nachfolgendem Verhältnis zueinander stehen:

$$T_L < T_E < T_Z$$

4. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Thermoplast (14) eines der Materialien Polyethylen, Polypropylen, Polyamid und/oder Polyester aufweist.

5. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Werte der Viskosität und der Thixotropie des Grundpolymers (10) so hoch sind, dass die Schicht (6) bei Raum-, Lager- und Transporttemperaturen formstabil ist.

6. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (6) ein Montageabstandshalter für die Lotkugeln (3) des Halbleiterbauteils (1) bei einer Montage des Halbleiterbauteils (1) auf einem Schaltungsträger (15) ist.

7. Halbleiterbauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (6) die Lotkugeln (3) des Halbleiterbauteils (1) auf der Unterseite (5) derart umgibt, dass die Lotkugeln (3) um einige Mikrometer aus der Schicht (6) herausragen.

8. Schaltungsträger mit einem oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lotkugeln (3) auf einer Verdrahtungsstruktur (16) des Schaltungsträgers (15) gelötet sind und das Schichtmaterial aus Grundpolymer (10) und gekapseltem Härter (11) unvernetzt ist.

9. Schaltungsträger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Lotkugeln (3) auf einer Verdrahtungsstruktur (16) des Schaltungsträgers (15) gelötet sind und das Schichtmaterial aus Grundpolymer (10) und gekapseltem Härter (11) vernetzt ist,

und die Schicht (6) Partikel aus thermoplastischem Kunststoff in dem vernetzten Kunstharz aufweist.

10. Verfahren zur Herstellung eines oberflächenmontierbaren Halbleiterbauteils (1) mit Kunststoffgehäuse (2) und mit Lotkugel (3) auf seiner Unterseite (5), wobei das Verfahren die nachfolgenden Verfahrensschritte:

- Einkapseln von Härtermaterialtropfen (17) unter Umhüllung der Härtermaterialtropfen (17) mit einer Schicht (6) aus einem Thermoplast (14),
- Herstellen einer Mischung aus gekapselten Härterpartikeln (18) und einem Grundpolymer (10) eines Kunstharzes (9);
- Aufbringen der Mischung als Schicht (6) auf mindestens einen Randbereich (8) einer Unterseite (5) eines Halbleiterbauteils (1).

11. Verfahren für eine Oberflächenmontage eines Halbleiterbauteils (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 auf einem Schaltungsträger (15) gemäß Anspruch 8 oder Anspruch 9, gekennzeichnet durch nachfolgende Verfahrensschritte:

- Auflöten der Außenkontakte (4) des Halbleiterbauteils (1) auf einer Verdrahtungsstruktur (16) des Schaltungsträgers (15);
- Erwärmen der Schicht (6) aus Grundpolymer (10) und gekapseltem Härter (11) über die Erweichungstemperatur des Thermoplastes (14) zum Freisetzen des Härters (11);
- Aushärten der Schicht (6) unter Vernetzen der Kettenmoleküle des Grundpolymers (10) mit den Molekülen des Härters (11).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

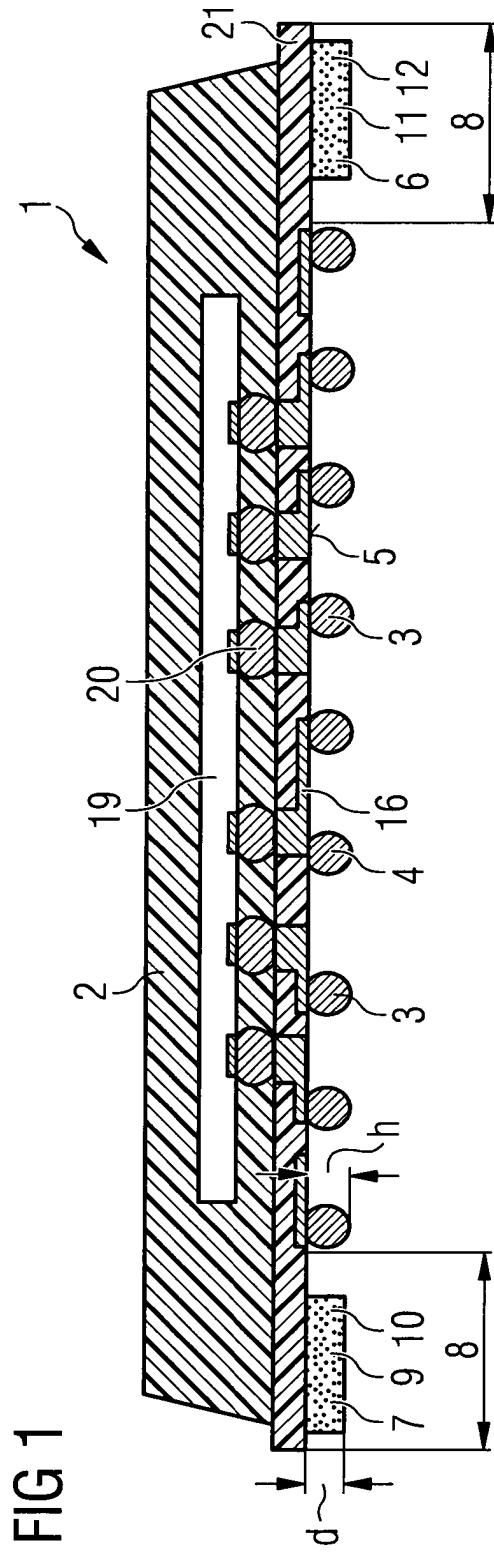


FIG 2

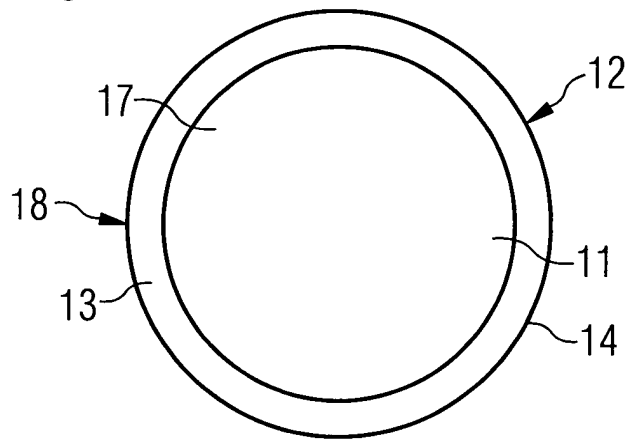


FIG 3

