

(19)



(11)

EP 3 284 555 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
B23K 1/00 ^(2006.01)
H05K 3/34 ^(2006.01)
B23K 101/40 ^(2006.01)
B23K 1/20 ^(2006.01)
B23K 101/36 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16184256.2**

(22) Anmeldetag: **16.08.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG**
63450 Hanau (DE)

(72) Erfinder:
• **Richter, Hans-Jürgen**
63450 Hanau (DE)
• **Pelshaw, Nadja**
63517 Rodenbach (DE)
• **Löwer, Yvonne**
63526 Erlensee (DE)

(74) Vertreter: **Heraeus IP**
Heraeus Holding GmbH
Schutzrechte
Heraeusstraße 12-14
63450 Hanau (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES NICHT GEWÖLBTEN LOTDEPOTS GERINGER RAUIGKEIT AUF EINER METALLOBERFLÄCHE**

(57) Verfahren zur Herstellung eines Lotdepots auf einer Metalloberfläche, umfassend die Schritte:
a) Bereitstellen einer Metalloberfläche und eines Lotmaterials,
b) Aufbringen des Lotmaterials auf die Metalloberfläche,
c) Anordnen eines Templats auf dem aufgebrachtem Lotmaterial aus Schritt b), wobei die Templatoberfläche durchgehend und nicht lötbar ist und die dem Lotmaterial zugewandte Templatoberfläche eine mittlere Oberflä-

chenrauigkeit Ra (bestimmt nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06) von nicht mehr als 40 µm aufweist,
d) Schmelzen des Lotmaterials während das Templat auf dem Lotmaterial platziert ist,
e) Abkühlen des geschmolzenen Lotmaterials unter seiner Erstarrungstemperatur, und
f) Entfernen des Templats vom in Schritt e) gebildeten Lotdepot.

EP 3 284 555 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nicht gewölbten Lotdepots geringer Rauigkeit auf einer Metalloberfläche, sowie das Lotdepot und die mit dem Verfahren erhältlichen Schichtaufbauten.

[0002] Der Einfachheit halber wird im Rahmen der vorliegenden Anmeldung durchgängig der Singular "ein Lotdepot" verwendet. Dies schließt allerdings nicht aus, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch mehrere Lotdepots auf einer Metalloberfläche hergestellt werden können.

[0003] Löten zählt in der Elektronik zu einer gängigen Verbindungstechnik. Zum Beispiel werden damit standardmäßig Halbleiterchips auf Metalloberflächen befestigt, um Baugruppen für die Leistungselektronik herzustellen.

[0004] Die Metalloberflächen sind in der Leistungselektronik häufig Teil eines metallisierten Keramiksubstrats. Wenn es sich bei dem Metall um Kupfer handelt, spricht man auch von DCB-Substraten (Direct Copper Bonded).

[0005] Zur Herstellung einer Verbindung zwischen Metalloberfläche und Elektronikbauteil wird im ersten Schritt üblicherweise Lotmaterial auf die Metalloberfläche aufgetragen.

[0006] Dieses Lotmaterial kann beispielsweise in Form einer Lotvorform (solder preform) oder einer Lotpaste auf die Metalloberfläche aufgebracht werden und anschließend bis zum Schmelzen erhitzt werden. Durch das Schmelzen kann das Lot bereits eine Verbindung mit der Metalloberfläche eingehen. Dadurch wird auf der Metalloberfläche ein Lotdepot erzeugt. Anschließend kann in einem getrennten Schritt ein Elektronikbauteil (z.B. ein Halbleiterchip) auf dem Lotdepot aufgebracht und durch erneutes Schmelzen mit der Metalloberfläche verlötet werden.

[0007] Das beschriebene Verfahren hat einen Nachteil. Das beim ersten Aufschmelzen verflüssigte Lotmaterial bildet auf Grund der Oberflächenspannung eine gewölbte Oberfläche auf der von der Metalloberfläche abgewandten Seite aus. Nach dem Abkühlen des Lotdepots bleibt diese Wölbung erhalten. Die gewölbte Oberfläche des Lotdepots führt dazu, dass Elektronikbauteile, die auf dem Lotdepot im Folgenden angeordnet werden sollen, nicht zuverlässig positioniert werden können. Um z.B. Halbleiterchips besser auf den Lotdepots anordnen zu können, sind ebene, nicht gewölbte Lotdepots erforderlich.

[0008] DE102013225814 lehrt Verfahren zur Herstellung von Lotdepots auf Metalloberflächen ohne durch das Aufschmelzen bedingte Oberflächenwölbung. Dazu wird während des ersten Aufschmelzens des Lotmaterials ein Metallgewebe, beispielsweise ein Edelstahlnetz wie es für den Siebdruck verwendet wird, auf die Lotvorform gedrückt. Allerdings hinterlässt das Netz im Lotdepot einen Abdruck, der zu einer rauen Oberfläche führt. Raue Lotdepots sind für das Befestigen von Elektronikbauteilen aus mehreren Gründen nicht erwünscht. Da jede Wölbung des Netzabdrucks unterschiedlich hoch sein kann, können die Elektronikbauteile beim Aufsetzen auf dem Lotdepot verkippen oder verrutschen. Ein sicheres Positionieren von Elektronikbauteilen ist also nur sehr schwer möglich. Des Weiteren kann es beim Aufbringen elektronischer Bauteile, z.B. Halbleiterchips, auf das raue Lotdepot mit dem Netzabdruck und dem anschließenden Verlöten zu Gaseinschlüssen kommen. Solche Gaseinschlüsse, auch Lunker genannt, können unter anderem die Festigkeit von Lötstellen reduzieren und führen zu einer eingeschränkten Wärmeabfuhr von Bauteilen im Betrieb.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein einfaches Verfahren bereitzustellen, mit dem nicht gewölbte Lotdepots geringer Rauigkeit auf Metalloberflächen in einem Prozessschritt hergestellt werden können. Die mit dem zu findenden Verfahren hergestellten Lotdepots sollen es erlauben, Elektronikbauteile sicher zu platzieren, und die Bildung von Lunkern vermeiden.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Lotdepots auf einer Metalloberfläche, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen einer Metalloberfläche und eines Lotmaterials,
- b) Aufbringen des Lotmaterials auf die Metalloberfläche,
- c) Anordnen eines Templots auf dem aufgebrauchten Lotmaterial aus Schritt b), wobei die Templotoberfläche durchgehend und nicht lötbar ist und die dem Lotmaterial zugewandte Templotoberfläche eine mittlere Oberflächenrauigkeit R_a (bestimmt nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06) von nicht mehr als 40 μm aufweist,
- d) Schmelzen des Lotmaterials während das Templot auf dem Lotmaterial platziert ist,
- e) Abkühlen des geschmolzenen Lotmaterials unter seine Erstarrungstemperatur, und
- f) Entfernen des Templots vom in Schritt e) gebildeten Lotdepot.

[0011] Hierin wird der Begriff "mittlere Oberflächenrauigkeit R_a " verwendet. Die mittlere Oberflächenrauigkeit R_a kann bestimmt werden nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06.

[0012] Durch das erfindungsgemäße Verfahren können auf Metalloberflächen nicht gewölbte Lotdepots geringer Rau-

igkeit hergestellt werden, auf denen Elektronikbauteile wie z.B.

[0013] Halbleiterchips sicher und ohne Verrutschen und Verkippen positioniert werden können. Des Weiteren ist es möglich, dass die nicht gewölbten Lotdepots geringer Rauigkeit zu einer Verringerung von Lufteinschlüssen in der Lotverbindung von Elektronikbauteilen führen.

[0014] Weiterhin wurde überraschend festgestellt, dass die Verwendung durchgehender Template bzw. Template mit durchgehender Oberfläche, d.h. Template ohne Unterbrechungen, wie Löcher, Öffnungen oder Gewebemaschen, im erfindungsgemäßen Verfahren zu einer Verbesserung der Oberflächeneigenschaften des resultierenden Lotdepots führt.

[0015] In einem ersten Schritt (a) werden eine Metalloberfläche und ein Lotmaterial bereitgestellt.

[0016] Die Metalloberfläche kann eine erste Oberfläche einer ersten und einer zweiten Oberfläche aufweisenden Metallschicht sein, wobei die Metallschicht ausgewählt sein kann aus einem Metallblech, einem Metallbandabschnitt, einem Leadframe, einer eingebrannten Metall-Dickfilmpaste oder einem Metallfilm auf einem keramischem Substrat. Metallfilme auf keramischen Substraten umfassen auch sogenannte *Direct Copper Bonded* (DCB)-Substrate, wie sie in der Leistungselektronik zum Einsatz kommen. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei der Metallschicht bevorzugt um einen Metallfilm, der Teil eines DCB-Substrats ist. Wenn die Metallschicht Teil eines DCB-Substrats ist, kann die erste Metalloberfläche ein Lotmaterial kontaktieren und die zweite Oberfläche der Metallschicht kann auf einem Keramikträger, z.B. aus Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid oder Siliziumnitrid angeordnet sein. Dies ist schematisch in folgender Abb. 1 dargestellt:

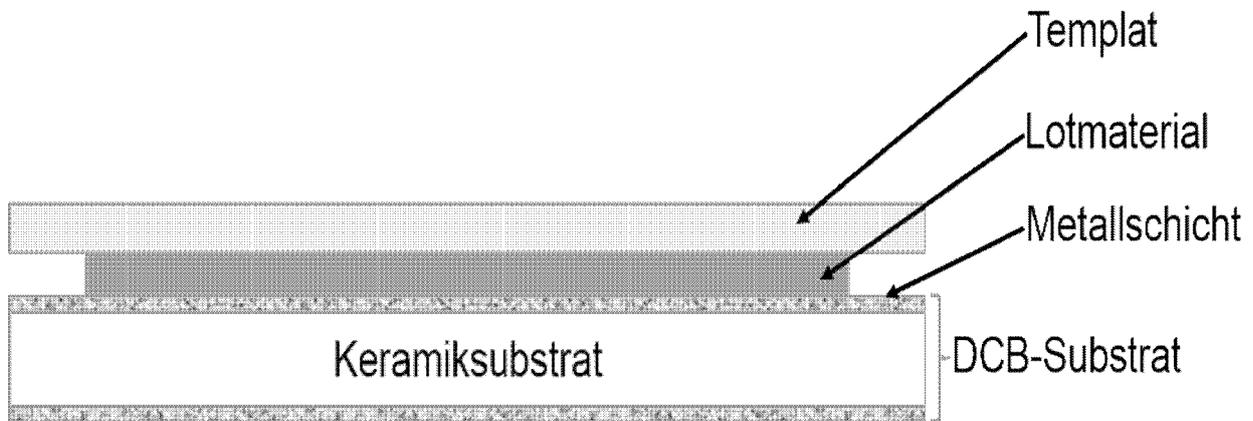


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Schichtaufbaus aus Metallschicht (Teil eines DCB-Substrats), Lotmaterial und Templat

[0017] Die Metallschicht kann ein Material aufweisen, das aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pd, Pt, Cu, Ni und Sn ausgewählt ist. Die Metallschicht kann aus einem reinen Metall bestehen oder eine Legierung der Elemente ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pd, Pt, Cu, Ni und Sn aufweisen. Bevorzugt ist die Metallschicht aus Kupfer.

[0018] Die Metalloberfläche der Metallschicht kann aus einem reinen Metall oder einer Legierung bestehen. Das reine Metall kann ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pd, Pt, Cu, Ni und Sn. Bevorzugt ist das reine Metall Kupfer. In einer Ausführungsform der Erfindung ist das Material der Metallschicht und der Metalloberfläche gleich. In einer alternativen Ausführungsform ist es möglich, dass die Metallschicht eine Metalloberfläche aus einem anderen Metall oder einer anderen Legierung aufweist (auch Metallisierung genannt). Die Metallschicht kann also in einer Ausführungsform eine Schicht eines reinen Metalls, z.B. Kupfer, aufweisen, wobei die Metallschicht eine Metallisierung aus einem anderen Metall ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pd, Pt, Cu, Ni und Sn aufweisen kann. Unter einer Metallisierung ist im Rahmen der Erfindung ein dünner Film zu verstehen, dessen Dicke gewöhnlich um etwa eine Größenordnung geringer ist als die Dicke der Metallschicht. Die Metallisierung kann auch eine Legierung der Metalle ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Au, Ag, Pd, Pt, Cu, Ni und Sn sein. Insbesondere handelt es sich bei der Metallisierung der Metallschicht um ein NiAg oder NiAu Legierung. Durch die Metallisierung der Metallschicht kann das Material der Metallschicht von dem Oberflächenmaterial abweichen. Als besonders bevorzugte Ausführungsform ist eine Kupferschicht zu nennen, die mit einer Metallisierung aus NiAg oder NiAu versehen ist.

[0019] Das bereitgestellte Lotmaterial umfasst mindestens eine Lotlegierung aufweisend eine Schmelztemperatur von 50°C bis 1000°C, insbesondere 170°C bis 350°C. Das Lotmaterial umfasst mindestens eine Lotlegierung von Elementen, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Sn, In, Cu, Ag, Bi, Sb, Cd, Au, Ge, Ni und Pb. Die Legierungen können sowohl bleihaltig als auch bleifrei sein. Bleifreie Legierungen können beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus SnAg, SnBi, SnSb, SnAgCu, SnCu, SnSb, InSnCd, InBiSn, InSn, BiSnAg oder SnAgCuBiSbNi.

Bleihaltige Legierungen können beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe umfassend SnPb und SnPbAg.

[0020] Im darauffolgenden Schritt b) wird das Lotmaterial auf die Metalloberfläche aufgebracht. Es gibt grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, wie das Lotmaterial auf die Metalloberfläche aufgebracht werden kann.

[0021] In einer ersten Ausführungsform kann das Lotmaterial in Form einer Lotvorform auf die Metalloberfläche aufgebracht werden. Unter einer Lotvorform versteht der Fachmann ein Metallformteil aus einer Lotlegierung, wie beispielsweise eine Folie oder ein Band. Die Dicke der Lotvorform kann im Bereich von 25 μm bis 1,5 cm liegen. Typischer Weise ist die Lotvorform eine Folie mit einer Dicke im Bereich von 50 μm bis 300 μm . Optional kann die Lotvorform auf ihrer Oberfläche ein Flussmittel aufweisen. Unter Flussmittel werden üblicher Weise solche Stoffe verstanden, die bewirken, dass die zu lötenden Oberflächen reduziert werden und keine Oxide mehr aufweisen.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform kann das Lotmaterial in Form einer Lotpaste auf die Metalloberfläche aufgebracht werden. Eine Lotpaste umfasst typischer Weise mindestens ein Pulver einer Lotlegierung und ein organisches Vehikel sowie optional ein Flussmittel. Das organische Vehikel kann Lösungsmittel sowie Hilfsstoffe zum Einstellen der Eigenschaften der Paste enthalten. Die Hilfsstoffe können beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Polymeren, Harzen, Tensiden und Thixotropiemitteln. Beim Erhitzen einer Lotpaste verflüchtigen sich die organischen Bestandteile der Lotpaste weitestgehend, sodass nach dem Erkalten die Lotlegierung übrig bleibt. Die Lotpaste kann auf verschiedene Arten auf die Metalloberfläche aufgebracht werden, beispielsweise mittels Druckverfahren, wie z.B. Siebdruck, Schablonendruck oder Spritzen (Dispensing). Die Dicke der aufgetragenen Lotpaste kann im Bereich von 50 μm bis 300 μm liegen. Nachdem die Lotpaste auf die Metalloberfläche aufgebracht wurde, kann die Lotpaste getrocknet werden oder alternativ kann die Lotpaste ohne Trocknungsschritt direkt weiterverarbeitet werden. Bevorzugt wird die aus einer Lotpaste hergestellte Schicht ohne Trocknungsschritt weiterverarbeitet.

[0023] Die Fläche und die Form des aufgetragenen Lotmaterials ist grundsätzlich nicht beschränkt, sie liegt jedoch bevorzugt im Bereich von 500 μm x 500 μm bis 50 mm x 50 mm insbesondere im Bereich von 5 mm x 5 mm bis 12 mm x 12 mm. Es versteht sich im Rahmen der Erfindung, dass die Grundfläche des aufgetragenen Lotmaterials nicht auf quadratische Formen beschränkt ist, sondern beliebige Formen annehmen kann.

[0024] In Schritt c) wird ein Templat auf dem Lotmaterial aus b) angeordnet. Dadurch wird der erfindungsgemäße Schichtaufbau realisiert. In dem erfindungsgemäßen Schichtaufbau ist das Lotmaterial aus b) nicht durch eine Lotverbindung mit der Metallschicht verbunden, wenn das Templat auf dem Lotmaterial angeordnet wird.

[0025] Es versteht sich für den Fachmann von selbst, dass die dem Lotmaterial zugewandte Oberfläche des Templates keine Wölbung aufweist, da eine solche Wölbung auf das herzustellende Lotdepot übertragen würde.

[0026] Das Templat weist eine durchgehende Oberfläche eines Materials auf, das nicht über eine Lotverbindung mit dem Lotmaterial verbunden werden kann, also nicht lötlbar ist. Diese nicht lötlbare Templateoberfläche ist dem Lotmaterial zugewandt und kontaktiert das Lotmaterial. Die nicht lötlbare Templateoberfläche ist wie schon gesagt eine durchgehende Oberfläche, d.h. ohne Unterbrechungen wie beispielsweise Löcher, Öffnungen oder Maschen.

[0027] Das Templat weist auf der dem Lotmaterial zugewandten Oberfläche eine mittlere Oberflächenrauigkeit R_a von nicht mehr als 40 μm auf. Bevorzugter Weise beträgt die mittlere Oberflächenrauigkeit R_a der Templateoberfläche nicht mehr als 25 μm , insbesondere nicht mehr als 15 μm . Die nicht-lötlbare Oberfläche des Templates kann ein Material aufweisen, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Glas, Keramik, und Metall. Die Keramik kann eine Oxidkeramik oder eine Nicht-Oxidkeramik (z.B. ein Metallnitrid oder ein Metallcarbide) sein, insbesondere eine Oxidkeramik aufweisend mindestens ein Element ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Titan und Zirkon. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei den Oxidkeramiken um Aluminiumoxid und/oder Titandioxid. Das Metall kann beispielsweise Edelstahl sein.

[0028] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Templat um ein Keramikplättchen mit einer Dicke im Bereich von 0,5 - 3 mm.

[0029] Bei dem Anordnen sollte bevorzugt darauf geachtet werden, dass das Templat in alle Richtungen über das aufgetragene Lotmaterial hinaussteht. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Fläche des Templates, die auf dem Lotmaterial angeordnet wird, mindestens 5%, insbesondere mindestens 10% größer als die Kontaktfläche von Lotmaterial und Metalloberfläche.

[0030] In Schritt d) wird das Lotmaterial geschmolzen während das Templat auf dem Lotmaterial platziert ist. Dazu wird der Schichtaufbau aus Metallschicht, aufgetragtem Lotmaterial und Templat so erhitzt, dass das Lotmaterial schmilzt und eine Lötverbindung mit der Metalloberfläche der Metallschicht eingehen kann. Typischer Weise liegt die Schmelztemperatur des Lotmaterials im Bereich von 170°C - 350°C. Dadurch, dass sich das Templat während des Schmelzens des Lotmaterials auf letzterem befindet, wird eine Wölbung des flüssigen Lotmaterials vermieden. Das geschmolzene, flüssige Lotmaterial kann sich der ihm zugewandten Templateoberfläche anpassen.

[0031] Sowohl durch das Eigengewicht des Templates als auch durch mechanisches Fixieren des Templates kann der mechanische Druck, der auf das geschmolzene Lotmaterial einwirkt, eingestellt werden. Bevorzugt wird der Druck auf das geschmolzene Lotmaterial so eingestellt, dass eine Wölbung vermieden wird und sich gleichzeitig die Grundfläche des aufgetragenen Lotmaterials nicht wesentlich (z.B. nicht mehr als 20%) ändert. In einer Ausführungsform der Erfindung kann das Eigengewicht des Templates, z.B. eines Keramikplättchens, ausreichen, um der Wölbung des geschmolzenen

Lotmaterials entgegen zu wirken. Alternativ kann das Templat während des Schmelzens auch zusätzlich mechanisch befestigt sein, z.B. mittels eines Stempels, der während des Schmelzens in der gewünschten Position gehalten wird.

[0032] Man kann das Templat auch erst auf das geschmolzene Lotmaterial aufbringen.

[0033] Das Erhitzen des Schichtaufbaus kann stufenweise oder kontinuierlich erfolgen. Beispielsweise können ein oder mehrere Temperaturplateaus erreicht werden, bei denen die Temperatur für eine definierte Zeit konstant gehalten wird. Dies kann insbesondere dazu dienen, die zu lötenden Oberflächen durch das Einwirken von Flussmittel zu aktivieren (von eventuell vorhandenen Oxiden zu befreien) und ist dem Fachmann grundsätzlich bekannt.

[0034] In einer Ausführungsform kann der Schmelzprozess bei Atmosphärendruck ablaufen. Insbesondere, wenn das Lotmaterial in Form einer Lotvorform bereitgestellt wurde, kann auf eine Prozessführung bei Unterdruck verzichtet werden, was das Verfahren stark vereinfacht.

[0035] Je nach verwendetem Lotmaterial kann es zusätzlich vorteilhaft sein, dass ein Vakuum während des Schmelzens angelegt wird.

[0036] In Schritt e) wird das geschmolzene Lotmaterials unter seine Erstarrungstemperatur abgekühlt. Mit anderen Worten, nach erfolgtem Schmelzen wird der Schichtaufbau abgekühlt. Sobald das vorher geschmolzene Lotmaterial wieder erstarrt ist, kann das Templat entfernt werden.

[0037] In Schritt f) wird das Templat vom in Schritt e) gebildeten Lotdepot entfernt und dadurch das fertige Lotdepot erzeugt. Das Entfernen des Templats geschieht vorzugsweise derart, dass die Topografie des Lotdepots dabei nicht verändert wird. Das Lotmaterial und das Templatmaterial sind so abgestimmt, dass nach einem Zyklus aus Schmelzen und Abkühlen das Templat ohne Veränderung der Topografie entfernt werden kann.

[0038] Das erkaltete Lotmaterial gibt bevorzugt maximal 50 % der mittleren Oberflächenrauigkeit R_a des Templats wieder und stellt das fertige Lotdepot dar. Überraschender Weise wurde gefunden, dass sich selbst mit Templatoberflächen, die eine höhere mittlere Oberflächenrauigkeit R_a aufweisen, eine deutlich niedrigere, mittlere Oberflächenrauigkeit R_a des fertigen Lotdepots erzielen lässt. Zum Beispiel kann durch Verwendung eines Templats mit einem R_a -Wert von etwa 15 μm ein Lotdepot mit einem R_a -Wert von weniger als 5 μm erzielt werden.

[0039] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann in einem Prozessschritt ein Lotdepot mit einer Metalloberfläche über eine Lötverbindung verbunden werden und gleichzeitig die Wölbung der Oberfläche des Lotdepots vermieden werden. Typischer Weise weist eine solche Lotverbindung zwischen Lotdepot und Metalloberfläche eine dünne Legierungsschicht der miteinander verbundenen Metalle auf.

[0040] Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann ein Lotdepot mit einer ebenen Oberfläche mit einer mittleren Oberflächenrauigkeit R_a von weniger als 10 μm , insbesondere weniger als 7,5 μm und ganz besonders bevorzugt von weniger als 5 μm bereitgestellt werden. In den vorgenannten Fällen wird die mittlere Oberflächenrauigkeit R_a jeweils über eine Messstrecke von mindestens 250 μm bestimmt.

[0041] Auf Grund der ebenen, nicht gewölbten Oberfläche und der geringen mittleren Oberflächenrauigkeit R_a des erfindungsgemäßen Lotdepots können Halbleiterchips besser ohne Verkippen (engl.: *tilt*) oder Verrutschen auf dem Lotdepot positioniert werden.

Beispiele

Beispiel 1

[0042] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wurde die mittlere Oberflächenrauigkeit R_a sämtlicher Proben gemäß DIN EN ISO 25178-6:2010-06 mit einem Lasermesssystem basierend auf dem Messprinzip des konfokalen Mikroskops der Marke μsprint topographer (Nano Focus AG, Deutschland) gemessen.

Beispiel 2

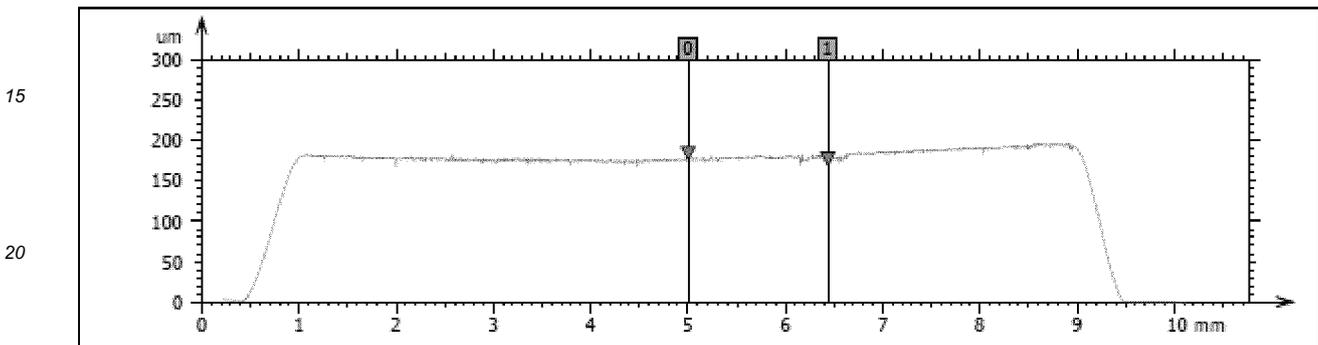
[0043] Mit einer Lotpaste enthaltend SnAg3.5 (F823, Heraeus Deutschland GmbH, Deutschland) wurde mittels Schablonendruck eine Schicht auf einer Fläche von 9 mm x 9 mm auf die Metalloberfläche eines DCB-Substrats aufgetragen. Die Dicke der feuchten gedruckten Schicht betrug etwa 180 μm . Auf der gedruckten Schicht wurde als Templat ein Plättchen aus Aluminiumoxid mit einer Fläche von 25 mm x 25 mm und einer Dicke von 1 mm angeordnet (mittlere Oberflächenrauigkeit R_a 14,4 μm). Der hergestellte Schichtaufbau aus DCB-Substrat, Lotpaste und Templat wurde in einer Lötanlage (Pink Vadu 200 XL) unter Verwendung des folgenden Lotprofils erhitzt:

- Aufheizen auf 80°C Substrattemperatur mit einer Aufheizrate von 2,33 K/s und Halten der Temperatur für 30 s
- Aufheizen auf 150°C Substrattemperatur mit einer Aufheizrate von 2,33 K/s und Halten der Temperatur für 30 s
- Aufheizen auf 250°C Substrattemperatur mit einer Aufheizrate von 2,33 K/s und Halten für 10 s

- Evakuieren auf 300 mbar bei 250°C - Halten für 5 s
 - Evakuieren auf 20 mbar bei 250°C - Halten für 40 s
- 5 - Fluten der Lötammer mit Stickstoff bis zu einem Druck von 950 mbar

[0044] Anschließend wurden Flussmittelrückstände mittels Waschanlage pbt SuperSwash unter Verwendung des Reinigers Zestron PE200 entfernt.

10 [0045] Es resultierte ein nicht gewölbtes Lotdepot mit einer Dicke von ungefähr 175 µm und einer mittleren Oberflächenrauigkeit R_a des erzeugten Lotdepots von 4,4 µm, wie in folgender Abb. 2 dargestellt:



25 Abbildung 2: Höhenprofil des erhaltenen Lotdepots mit einer mittleren Rauigkeit von 4,4 µm.

Patentansprüche

- 30 1. Verfahren zur Herstellung eines Lotdepots auf einer Metalloberfläche, umfassend die Schritte:
- a) Bereitstellen einer Metalloberfläche und eines Lotmaterials,
 - b) Aufbringen des Lotmaterials auf die Metalloberfläche,
 - c) Anordnen eines Templats auf dem aufgetragenen Lotmaterial aus Schritt b), wobei die Templatoberfläche durchgehend und nicht lötbar ist und die dem Lotmaterial zugewandte Templatoberfläche eine mittlere Oberflächenrauigkeit R_a (bestimmt nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06) von nicht mehr als 40 µm aufweist,
 - d) Schmelzen des Lotmaterials während das Templat auf dem Lotmaterial platziert ist,
 - e) Abkühlen des geschmolzenen Lotmaterials unter seine Erstarrungstemperatur, und
 - f) Entfernen des Templats vom in Schritt e) gebildeten Lotdepot.
- 35
- 40 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das Lotmaterial in Form einer Lotvorform oder einer Lotpaste bereitgestellt wird.
3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Templatoberfläche, die mit dem Lotmaterial in Kontakt steht, ein Material aufweist oder ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Glas, Keramik und Metall.
- 45 4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das keramische Material eine Oxidkeramik ist.
- 50 5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oxidkeramik mindestens ein Element ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Titan und Zirkon aufweist.
6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1-5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metalloberfläche Kupfer aufweist.
- 55 7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metalloberfläche Teil eines DCB-Substrats ist.
8. Schichtaufbau zur Herstellung eines Lotdepots auf einer Metalloberfläche, aufweisend:

EP 3 284 555 A1

- a. mindestens eine Metallschicht mit einer ersten und einer zweiten Metalloberfläche
- b. mindestens eine Schicht eines Lotmaterials auf der ersten Metalloberfläche, und
- c. ein durchgehendes nicht lötbarees Templat auf dem Lotmaterial,

5 wobei die dem Lotmaterial zugewandte Templatoberfläche eine mittlere Oberflächenrauigkeit R_a (bestimmt nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06) von nicht mehr als $40 \mu\text{m}$ aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht des Lotmaterials keine Lotverbindung mit der ersten Oberfläche der Metallschicht aufweist.

10 **9.** Lotdepot auf einer Metalloberfläche, wobei das Lotdepot durch einen Lötkontakt mit der Oberfläche verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lotdepot eine mittlere Oberflächenrauigkeit R_a (bestimmt nach DIN EN ISO 25178-6:2010-06) von $< 10 \mu\text{m}$ aufweist.

10. Verwendung des Lotdepots gemäß Anspruch 9 für Lötanwendungen in der Elektronik.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 18 4256

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP H06 132647 A (HITACHI LTD) 13. Mai 1994 (1994-05-13)	1,3	INV. B23K1/00
Y	* Absätze [0005] - [0007], [0009]; Abbildungen 1-3 *	2,4-8	B23K1/20 H05K3/34
A	Schott Ag: "Optisches Glas - Beschreibung der Eigenschaften", 31. Dezember 2011 (2011-12-31), XP055343134, Gefunden im Internet: URL: http://www.schott.com/d/advanced_optics/9d118f7c-73de-41fd-9f0d-456dace5daf5/schott-optisches-glas-taschenkatalog-dezember-2011-de.pdf [gefunden am 2017-02-07] * Seite 46 *	1	ADD. B23K101/36 B23K101/40
Y,D	DE 10 2013 225814 A1 (CERAM TEC GMBH [DE]) 18. Juni 2014 (2014-06-18) * Absätze [0003], [0005], [0008], [0012], [0017], [0026] *	2,4,5,8	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC)
X	DE 10 2015 114874 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 10. März 2016 (2016-03-10)	9,10	B23K H05K H01L
Y	* Absätze [0036], [0063], [0066], [0083], [0086] *	6,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Februar 2017	Prüfer Schloth, Patrick
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 18 4256

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-02-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H06132647 A	13-05-1994	KEINE	

DE 102013225814 A1	18-06-2014	CN 104853873 A	19-08-2015
		DE 102013225814 A1	18-06-2014
		EP 2934804 A1	28-10-2015
		JP 2016511932 A	21-04-2016
		PH 12015501364 A1	02-09-2015
		TW 201436681 A	16-09-2014
		US 2015298232 A1	22-10-2015
		WO 2014095596 A1	26-06-2014

DE 102015114874 A1	10-03-2016	CN 105405824 A	16-03-2016
		DE 102015114874 A1	10-03-2016
		US 2016071814 A1	10-03-2016

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102013225814 [0008]