

(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  
12. Mai 2016 (12.05.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/071005 A1**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**  
*B22F 1/00* (2006.01)      *B22F 7/04* (2006.01)  
*B22F 3/10* (2006.01)      *H01L 23/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2015/060249
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
8. Mai 2015 (08.05.2015)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
14191408.5 3. November 2014 (03.11.2014) EP
- (71) **Anmelder:** HERAEUS DEUTSCHLAND GMBH & CO. KG [DE/DE]; Heraeusstr. 12-14, 63450 Hanau (DE).
- (72) **Erfinder:** SCHMITT, Wolfgang; Berliner Str. 6 d, 63110 Rodgau (DE). KREBS, Thomas; Spessartstrasse 8, 63776 Mömbris (DE). SCHÄFER, Michael; Am Luhnfeld 42, 36093 Künzell (DE). DUCH, Susanne Klaudia; Friedrich-Ebert-Straße 75, 63486 Bruchköbel (DE). NACHREINER, Jens; Am Reitacker 17A, 36381 Schlüchtern (DE).
- (74) **Anwalt:** HERAEUS IP; Heraeus Holding GmbH, Heraeusstr. 12-14, 63450 Hanau (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**  
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)



WO 2016/071005 A1

(54) **Title:** METAL SINTERING PREPARATION AND USE THEREOF FOR JOINING COMPONENTS

(54) **Bezeichnung** : METALLSINTERZUBEREITUNG UND DEREN VERWENDUNG ZUM VERBINDEN VON BAUELEMENTEN

(57) **Abstract:** The invention relates to a metal sintering preparation which comprises (A) 50 - 90 wt.-% of at least one metal which is in the form of particles which have a coating which contains at least one organic compound, and (B) 6 - 50 wt.-% of an organic solvent. Said metal sintering preparation is characterised in that the mathematical product of a tamped density and a specific surface of the metal particles of the component (A) is in the region of 40000 - 80000 cm<sup>-1</sup>.

(57) **Zusammenfassung:** Metallsinterzubereitung, die (A) 50 bis 90 Gew.-% wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält, und (B) 6 bis 50 Gew.-% organisches Lösemittel umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000 cm<sup>-1</sup> liegt.

## Metallsinterzubereitung und deren Verwendung zum Verbinden von Bauelementen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Metallsinterzubereitung und ein Verfahren zum Verbinden von Bauelementen, bei dem diese Metallsinterzubereitung eingesetzt wird.

5

Im Bereich der Leistungs- und Konsumerelektronik stellt das Verbinden von Bauelementen, wie LEDs oder sehr dünnen Siliziumchips, die eine hohe Druck- und Temperaturempfindlichkeit aufweisen, eine besondere Herausforderung dar.

10 Aus diesem Grund werden solche druck- und temperaturempfindlichen Bauelemente häufig durch Kleben miteinander verbunden. Die Klebetechnik besitzt jedoch den Nachteil, dass damit Kontaktstellen zwischen den Bauelementen geschaffen werden, die eine nur unzureichende Wärmeleitfähigkeit bzw. elektrische Leitfähigkeit aufweisen.

15 Um dieses Problem zu lösen, werden die zu verbindenden Bauelemente häufig gesintert. Die Sintertechnik stellt ein sehr einfaches Verfahren zum stabilen Verbinden von Bauelementen dar.

Der Einsatz von Metallsinterzubereitungen in einem Sinterprozess zum Verbinden von Bauelementen im Bereich der Leistungselektronik ist bekannt. Beispielsweise offenbart  
20 WO2011/026623 A1 eine Metallsinterpaste enthaltend 75 bis 90 Gew.-% (Gewichtsprorzent) wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält, 0 bis 12 Gew.-% wenigstens eines Metallprecursors, 6 bis 20 Gew.-% wenigstens eines Lösemittels und 0,1 bis  
25 15 Gew.-% wenigstens eines Sinterhilfsmittels, sowie die Verwendung der Metallsinterzubereitung zur Verbindung von Bauelementen mittels eines Sinterverfahrens.

Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung eines Sinterverfahrens zur stabilen Verbindung von Bauelementen. Mit dem Verfahren sollen Kontaktstellen zwischen den zu verbindenden Bauelementen gebildet werden, die eine niedrige Porosität und eine hohe  
30 elektrische und thermische Leitfähigkeit aufweisen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine zur Durchführung eines derartigen Sinterverfahrens geeignete Metallsinterzubereitung bereitzustellen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verbinden von Bauelementen, bei dem man (a) eine Sandwichanordnung bereitstellt, die wenigstens (a1) ein Bauelement 1, (a2) ein Bauelement 2 und (a3) eine Metallsinterzubereitung aufweist, die sich zwischen Bauelement 1 und Bauelement 2 befindet, und (b) die Sandwichanordnung sintert, wobei die Metallsinterzubereitung (A) 50 bis 90 Gew.-% wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält, und (B) 6 bis 50 Gew.-% organisches Lösemittel umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$  liegt.

Die Erfindung betrifft ferner eine Metallsinterzubereitung, die (A) 50 bis 90 Gew.-% wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält, und (B) 6 bis 50 Gew.-% organisches Lösemittel umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$  liegt.

Bei der Stampfdichte handelt es sich um die durch Stampfen oder Rütteln gegenüber der Schüttdichte eines Feststoffs weiter verdichtete Dichte. Die Stampfdichte in  $\text{g}/\text{cm}^3$  wird gemäß DIN EN ISO 787-11 : 1995-10 (frühere Ausgabe: DIN 53194) bestimmt.

Die spezifische Oberfläche in  $\text{m}^2/\text{g}$  wird mittels BET-Messung gemäß DIN ISO 9277 : 2014-01 (gemäß Kapitel 6.3.1, statisch-volumetrisches Messverfahren, verwendetes Gas: Stickstoff) bestimmt.

Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung enthält 50 bis 90 Gew.-%, in einer ersten Ausführungsform beispielsweise 77 bis 89 Gew.-%, mehr bevorzugt 78 bis 87 Gew.-% und noch mehr bevorzugt 78 bis 86 Gew.-% und in einer zweiten Ausführungsform

beispielsweise 50 bis 80 Gew.-%, und mehr bevorzugt 55 bis 75 Gew.-% wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält. Die hier gemachten Gewichtsangaben schließen das Gewicht der Coatingverbindungen auf den Partikeln mit ein.

5

Unter den im Zusammenhang mit den gecoateten Metallpartikeln verwendeten Begriff „Metall“ fallen sowohl reine Metalle als auch Metalllegierungen.

10 Im Rahmen der Erfindung bezieht sich der Begriff Metall auf Elemente, die im Periodensystem der Elemente in der selben Periode wie Bor, aber links von Bor, in der selben Periode wie Silizium, aber links von Silizium, in der selben Periode wie Germanium, aber links von Germanium, und in der selben Periode wie Antimon, aber links von Antimon stehen, sowie auf alle Elemente, die eine höhere Ordnungszahl als 55 aufweisen.

15 Als reine Metalle werden im Rahmen der Erfindung Metalle verstanden, die ein Metall mit einer Reinheit von wenigstens 95 Gew.-%, bevorzugt wenigstens 98 Gew.-%, mehr bevorzugt wenigstens 99 Gew.-% und noch mehr bevorzugt wenigstens 99,9 Gew.-% enthalten.

20 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Metall um Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium, Platin oder Aluminium, insbesondere Silber.

Als Metalllegierungen werden metallische Gemische aus wenigstens zwei Komponenten verstanden, von denen wenigstens eine ein Metall ist.

25

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird als Metalllegierung eine Legierung eingesetzt, die Kupfer, Aluminium, Nickel und/oder Edelmetalle enthält.

Die Metalllegierung umfasst vorzugsweise wenigstens ein Metall, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium, Platin und Aluminium besteht. Besonders bevorzugte Metalllegierungen enthalten wenigstens zwei Metalle, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium, Platin und Aluminium besteht.

30

Es kann ferner bevorzugt sein, dass der Anteil der Metalle, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium, Platin und Aluminium besteht, an der Metalllegierung wenigstens 90 Gew.-%, vorzugsweise wenigstens 95 Gew.-%, und mehr bevorzugt wenigstens 99 Gew.-% beträgt. Bei der Legierung kann es sich beispielsweise um eine Legierung handeln, die Kupfer und Silber, Kupfer, Silber und Gold, Kupfer und Gold, Silber und Gold, Silber und Palladium, Platin und Palladium oder Nickel und Palladium enthält.

In der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung können als Metall ein reines Metall, mehrere Arten von reinen Metallen, eine Art von Metalllegierung, mehrere Arten von Metalllegierungen oder Mischungen davon enthalten sein.

Das Metall liegt in der Metallsinterzubereitung in Form von Partikeln vor.

Die Metallpartikel können von unterschiedlicher Gestalt sein. Beispielsweise können die Metallpartikel in der Form von Flakes, als unregelmäßig geformte Partikel oder in einer sphärischen (kugeligen) Form vorliegen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen die Metallpartikel die Form von Flakes oder eine unregelmäßige Form auf. Dies schließt jedoch nicht aus, dass von den eingesetzten Metallpartikeln auch ein untergeordneter Anteil eine andere Form aufweisen kann. Es ist jedoch bevorzugt, dass wenigstens 70 Gew.-%, mehr bevorzugt wenigstens 80 Gew.-%, noch mehr bevorzugt wenigstens 90 Gew.-% oder 100 Gew.-% der Partikel in der Form von Flakes vorliegen.

Überraschenderweise wurde gefunden, dass die Festigkeit von unter Verwendung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung hergestellten Sinterverbindungen besonders groß, oder anders ausgedrückt, die Haftung zwischen unter Verwendung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung sinterverbundenen Bauelementen besonders ausgeprägt ist. Es ist daher erfindungswesentlich, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$ , bevorzugt 50000 bis 70000  $\text{cm}^{-1}$  liegt.

Mit anderen Worten, die Metallpartikel der Komponente (A) sind nach ihrer Stampfdichte und/oder ihrer spezifischen Oberfläche so auszuwählen, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche einen Wert im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$  ergibt. Das erfindungswesentliche Merkmal, dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$  liegt, bezieht sich auf die Gesamtheit der Metallpartikel der Komponente (A). Beispielsweise kann die Komponente (A) der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung nur eine Art von Metallpartikeln umfassen, welche sich durch eine Stampfdichte und eine spezifische Oberfläche auszeichnen, die bei Berechnung des Produkts beider Größen einen Wert im Bereich von 40000 bis 80000  $\text{cm}^{-1}$  ergibt. Umfasst die Komponente (A) der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung zwei oder mehrere verschiedene Arten von Metallpartikeln, so sind die einzelnen Arten abhängig von ihrer jeweiligen Stampfdichte und spezifischen Oberfläche mengenanteilig so auszuwählen, dass die Gesamtheit der Metallpartikel der Komponente (A) das erfindungswesentliche Merkmal erfüllt. Dabei kann auf zweierlei Weise vorgegangen werden. So kann die Kombination verschiedener Arten von Metallpartikeln nach Art und Menge hergestellt, gleichmäßig vermischt sowie danach Stampfdichte und spezifische Oberfläche der Mischung gemessen und dann das Produkt aus so ermittelter Stampfdichte und spezifischer Oberfläche berechnet werden. Als im Ergebnis gleichwertige Alternative bietet sich an, ausgehend von für die verschiedenen Arten von Metallpartikeln bekannten Werten für Stampfdichte und spezifische Oberfläche, beispielsweise entsprechende Herstellerangaben, das Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche mathematisch zu ermitteln.

25 Die Metallpartikel sind gecoatet.

Unter einem Coating von Partikeln wird eine festhaftende Schicht auf der Oberfläche von Partikeln verstanden.

30 Das Coating der Metallpartikel enthält wenigstens eine Art von Coatingverbindungen.

Bei diesen Coatingverbindungen handelt es sich um organische Verbindungen.

Bei den organischen Verbindungen, die als Coatingverbindungen dienen, handelt es sich um kohlenstoffhaltige Verbindungen, die eine Agglomeration der Metallpartikel verhindern.

- 5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform tragen die Coatingverbindungen wenigstens eine funktionelle Gruppe. Als funktionelle Gruppen kommen insbesondere Carbonsäuregruppen, Carboxylatgruppen, Estergruppen, Ketogruppen, Aldehydgruppen, Aminogruppen, Amidgruppen, Azogruppen, Imidgruppen oder Nitrilgruppen in Betracht. Bevorzugte funktionelle Gruppen sind Carbonsäuregruppen und Carbonsäureestergruppen.  
10 Die Carbonsäuregruppe kann deprotoniert sein.

Bei den Coatingverbindungen mit wenigstens einer funktionellen Gruppe handelt es sich vorzugsweise um gesättigte, einfach ungesättigte oder mehrfach ungesättigte organische Verbindungen.

- 15 Diese Coatingverbindungen mit wenigstens einer funktionellen Gruppe können ferner verzweigt oder unverzweigt sein.

- Die Coatingverbindungen mit wenigstens einer funktionellen Gruppe weisen vorzugsweise 1 bis 50, mehr bevorzugt 2 bis 24, noch mehr bevorzugt 6 bis 24 und noch mehr bevorzugt 8 bis 20 Kohlenstoffatome auf.

Die Coatingverbindungen können ionisch oder nichtionisch sein.

- 25 Vorzugsweise kommen als Coatingverbindungen freie Fettsäuren, Fettsäuresalze oder Fettsäureester zum Einsatz.

Die freien Fettsäuren, Fettsäuresalze und Fettsäureester sind vorzugsweise unverzweigt.

- 30 Ferner sind die freien Fettsäuren, Fettsäuresalze oder Fettsäureester vorzugsweise gesättigt.

Bevorzugte Fettsäuresalze sind die Salze von Ammonium, Monoalkylammonium, Dialkylammonium, Trialkylammonium, Aluminium, Kupfer, Lithium, Natrium und Kalium.

5 Bevorzugte Ester sind Alkylester, insbesondere Methylester, Ethylester, Propylester und Butylester.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei den freien Fettsäuren, Fettsäuresalzen oder Fettsäureestern um Verbindungen mit 8 bis 24, mehr bevorzugt 10 bis 24 und noch mehr bevorzugt 12 bis 18 Kohlenstoffatomen.

10 Bevorzugte Coatingverbindungen sind Caprylsäure (Octansäure), Caprinsäure (Decansäure), Laurinsäure (Dodecansäure), Myristinsäure (Tetradecansäure), Palmitinsäure (Hexadecansäure), Margarinsäure (Heptadecansäure), Stearinsäure (Octadecansäure), Arachinsäure (Eicosansäure/Icosansäure), Behensäure (Docosansäure), Lignocerin-  
15 säure (Tetracosansäure) sowie die entsprechenden Ester und Salze.

Besonders bevorzugte Coatingverbindungen sind Dodecansäure, Octadecansäure, Aluminiumstearat, Kupferstearat, Natriumstearat, Kaliumstearat, Natriumpalmitat und Kaliumpalmitat.

20 Die Coatingverbindungen können mittels herkömmlicher und aus dem Stand der Technik bekannter Verfahren auf die Oberfläche der Metallpartikel aufgetragen werden.

25 Beispielsweise ist es möglich, die Coatingverbindungen, insbesondere die vorstehend erwähnten Stearate oder Palmitate, in Lösemitteln aufzuschlämmen und die aufgeschlammten Coatingverbindungen in Kugelmøhlen mit den Metallpartikeln zu vermahlen. Nach dem Mahlen werden die mit den Coatingverbindungen beschichteten Metallpartikel getrocknet und anschließend entstaubt.

30 Vorzugsweise beträgt der Anteil an organischen Verbindungen, insbesondere der Anteil an Verbindungen, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus freien Fettsäuren, Fettsäuresalzen und Fettsäureestern besteht, die vorzugsweise 8 bis 24, mehr bevorzugt

10 bis 24 und noch mehr bevorzugt 12 bis 18 Kohlenstoffatome aufweisen, an dem gesamten Coating wenigstens 60 Gew.-%, mehr bevorzugt wenigstens 70 Gew.-%, noch mehr bevorzugt wenigstens 80 Gew.-%, noch mehr bevorzugt wenigstens 90 Gew.-%, insbesondere wenigstens 95 Gew.-%, wenigstens 99 Gew.-% oder 100 Gew.-%.

5

Üblicherweise beträgt der Anteil der Coatingverbindungen, vorzugsweise der Coatingverbindungen, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus freien Fettsäuren, Fettsäuresalzen und Fettsäureestern mit 8 bis 24, mehr bevorzugt 10 bis 24 und noch mehr bevorzugt 12 bis 18 Kohlenstoffatomen besteht, 0,01 bis 2 Gew.-%, vorzugsweise 0,3 bis 1,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der gecoateten Metallpartikel.

10

Der Coatinggrad, der als Verhältnis der Masse an Coatingverbindungen zur Oberfläche der Metallpartikel definiert ist, beträgt vorzugsweise 0,00005 bis 0,03 g, mehr bevorzugt 0,0001 bis 0,02 g an Coatingverbindungen pro Quadratmeter (m<sup>2</sup>) Oberfläche der Metallpartikel.

15

Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung enthält 6 bis 50 Gew.-%, in der schon erwähnten ersten Ausführungsform beispielsweise 7 bis 25 Gew.-%, mehr bevorzugt 8 bis 20 Gew.-% und in der schon erwähnten zweiten Ausführungsform beispielsweise 15 bis 40 Gew.-%, mehr bevorzugt 15 bis 35 Gew.-% organisches Lösemittel, d.h. ein oder mehrere organische Lösemittel. Dabei handelt es sich insbesondere um für Metallsinterzubereitungen üblicherweise verwendete organische Lösemittel. Beispiele sind Terpeneole, N-Methyl-2-pyrrolidon, Ethylenglykol, Dimethylacetamid, 1-Tridecanol, 2-Tridecanol, 3-Tridecanol, 4-Tridecanol, 5-Tridecanol, 6-Tridecanol, Isotrizecanol, mit Ausnahme einer Methylsubstitution am vorletzten C-Atom unsubstituierte 1-Hydroxy-C16-C20-alkane wie 16-Methylheptadecan-1-ol, dibasische Ester (vorzugsweise Dimethylester der Glutar-, Adipin- oder Bernsteinsäure oder Mischungen davon), Glycerin, Diethylenglykol, Triethylenglykol und aliphatische, insbesondere gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe mit 5 bis 32 C-Atomen, mehr bevorzugt 10 bis 25 C-Atomen und noch mehr bevorzugt 16 bis 20 C-Atomen. Solche aliphatischen Kohlenwasserstoffe werden beispielsweise von Exxon Mobil unter der Marke Exxsol™ D120 oder unter der Marke Isopar M™ vertrieben.

20

25

30

Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung kann 0 bis 12 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 12 Gew.-%, mehr bevorzugt 1 bis 10 Gew.-% und noch mehr bevorzugt 2 bis 8 Gew.-% wenigstens eines Metallprecursors (C) enthalten.

5

Unter Metallprecursor wird im Rahmen der Erfindung eine Verbindung verstanden, die wenigstens ein Metall enthält. Vorzugsweise handelt es sich dabei um eine Verbindung, die sich bei Temperaturen von unter 200 °C unter Freisetzung eines Metalls zersetzt. Vorzugsweise wird demnach bei Verwendung eines Metallprecursors beim Sinterprozess in situ ein Metall gebildet. Es kann auf einfache Weise ermittelt werden, ob es sich bei einer Verbindung um einen Metallprecursor handelt. So kann beispielsweise eine Paste, die eine zu testende Verbindung enthält, auf ein Substrat mit einer Silberoberfläche abgeschieden, auf 200 °C erhitzt und bei dieser Temperatur für 20 Minuten belassen werden. Danach wird überprüft, ob sich unter diesen Bedingungen die zu testende Verbindung zu einem Metall zersetzt hat. Hierzu kann beispielsweise vor dem Test der Gehalt der metallhaltigen Pastenbestandteile ausgewogen und daraus die theoretische Masse des Metalls berechnet werden. Nach dem Test wird die Masse des auf dem Substrat abgeschiedenen Materials gravimetrisch bestimmt. Entspricht die Masse des auf dem Substrat abgeschiedenen Materials der theoretischen Masse des Metalls, wobei die üblichen Messabweichungen zu berücksichtigen sind, handelt es sich bei der getesteten Verbindung um einen Metallprecursor.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem Metallprecursor um einen endotherm zersetzbaren Metallprecursor. Unter endotherm zersetzbarem Metallprecursor soll ein Metallprecursor verstanden werden, dessen thermische Zersetzung, vorzugsweise unter Schutzgasatmosphäre, einen endothermen Vorgang darstellt. Bei dieser thermischen Zersetzung soll es zur Freisetzung von Metall aus dem Metallprecursor kommen.

30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Metallprecursor ein Metall auf, das auch im partikelförmigen Metall (A) enthalten ist.

Vorzugsweise umfasst der Metallprecursor als Metall wenigstens ein Element, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium und Platin besteht.

- 5 Es kann bevorzugt sein, als Metallprecursor endotherm zersetzbare Carbonate, Lactate, Formiate, Citrate, Oxide oder Fettsäuresalze, vorzugsweise Fettsäuresalze mit 6 bis 24 Kohlenstoffatomen, der genannten Metalle zu verwenden.

10 In besonderen Ausführungsformen werden als Metallprecursor Silbercarbonat, Silber(I)lactat, Silber(II)-formiat, Silbercitrat, Silberoxid (zum Beispiel AgO oder Ag<sub>2</sub>O), Kupfer(II)-lactat, Kupferstearat, Kupferoxide (zum Beispiel Cu<sub>2</sub>O oder CuO) oder Goldoxide (zum Beispiel Au<sub>2</sub>O oder AuO) eingesetzt.

15 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird als Metallprecursor Silbercarbonat, Silber(I)-oxid oder Silber(II)-oxid verwendet.

Falls vorhanden, liegt der Metallprecursor in der Metallsinterzubereitung vorzugsweise in der Form von Partikeln vor.

- 20 Die Metallprecursor-Partikel können die Form von Flakes, eine unregelmäßige oder eine sphärische (kugelige) Form aufweisen. Vorzugsweise liegen die Partikel des Metallprecursors als Flakes oder unregelmäßig geformte Partikel vor.

25 Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung kann ferner 0 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 8 Gew.-% wenigstens eines Sinterhilfsmittels (D) enthalten. Beispiele für Sinterhilfsmittel sind organische Peroxide, anorganische Peroxide und anorganische Säuren, wie beispielsweise in WO2011/026623 A1 beschrieben.

30 Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung kann neben den vorstehend erläuterten Bestandteilen (A) bis (D) einen oder mehrere weitere Inhaltsstoffe (E) in einer Gesamtmenge von 0 bis 15 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 10 Gew.-%, mehr bevorzugt 0,1 bis 5 Gew.-% enthalten.

Bei diesen weiteren Inhaltsstoffen kann es sich vorzugsweise um üblicherweise in Metallsinterzubereitungen eingesetzte Inhaltsstoffe handeln. Beispielsweise können in der Metallsinterzubereitung als weitere Inhaltsstoffe Dispersionsmittel, Tenside, Entschäumer, Bindemittel, Polymere wie Cellulosederivate, beispielsweise Methylcellulose, Ethylcellulose, Ethylmethylcellulose, Carboxycellulose, Hydroxypropylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Hydroxymethylcellulose, und/oder viskositätssteuernde Mittel enthalten sein.

Die Summe der Gew.-% der Bestandteile (A) bis (E) kann beispielsweise 100 Gew.-%, bezogen auf die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung, d.h. vor ihrer Applikation, betragen. Dementsprechend kann die Herstellung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung durch Vermischen der Bestandteile (A) bis (E) erfolgen. Dabei können übliche dem Fachmann bekannte Vorrichtungen verwendet werden, beispielsweise Rührwerke und Dreiwalzwerke.

Die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung kann in einem Sinterverfahren eingesetzt werden. Unter Sintern wird das Verbinden von zwei oder mehr Bauelementen durch Erhitzen unter Vermeidung dessen, dass die Metallpartikel (A) die flüssige Phase erreichen, verstanden.

Das unter Verwendung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung durchgeführte Sinterverfahren kann unter Druckanwendung oder drucklos durchgeführt werden. Drucklose Durchführbarkeit des Sinterverfahrens bedeutet, dass trotz Verzichts auf die Anwendung von Druck eine hinreichend feste Verbindung zwischen Bauelementen erzielt wird. Die Möglichkeit, den Sinterprozess drucklos durchzuführen, erlaubt es, druckempfindliche, beispielsweise zerbrechliche oder in ihrem Gefüge mechanisch empfindliche Bauelemente im Sinterverfahren einzusetzen. In ihrem Gefüge mechanisch empfindliche Elektronikbauelemente erleiden bei unzulässiger Druckbelastung elektrische Fehlfunktionen.

30

Unter dem Verbinden von wenigstens zwei Bauelementen wird das Befestigen von einem ersten Bauelement auf einem zweiten Bauelement verstanden. In diesem Zusammenhang bedeutet „auf“ lediglich, dass eine Oberfläche des ersten Bauelements mit einer Oberfläche des zweiten Bauelements verbunden wird, wobei es auf die relative Lage der beiden Bauelemente oder der Anordnung, die die wenigstens zwei Bauelemente enthält, nicht ankommt.

Im Rahmen der Erfindung soll der Begriff Bauelement vorzugsweise Einzelteile umfassen. Diese Einzelteile sind vorzugsweise nicht weiter zerlegbar.

Gemäß besonderen Ausführungsformen werden als Bauelemente Teile bezeichnet, die in der Elektronik verwendet werden.

Demgemäß kann es sich bei den Bauelementen beispielsweise um Dioden, LEDs (light emitting diodes, lichtemittierende Dioden), DCB (direct copper bonded)-Substrate, DAB (direct aluminum bonded)-Substrate, AMB (active metal brazed)-Substrate, Leadframes, Dies, IGBTs (insulated-gate bipolar transistors, Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode), ICs (integrated circuits, integrierte Schaltungen), Sensoren, Kühlkörper (vorzugsweise Aluminium-Kühlkörper oder Kupfer-Kühlkörper) oder andere passive Bauelemente (zum Beispiel Widerstände, Kondensatoren oder Spulen) handeln.

Die zu verbindenden Bauelementen können gleichartige oder verschiedenartige Bauelemente sein.

Ausführungsformen der Erfindung betreffen die Verbindung von LED mit Leadframe, von LED mit keramischem Substrat, von Dies, Dioden, IGBTs oder ICs mit Leadframes, keramischen Substraten, DCB-, DAB- oder AMB-Substraten, von Sensor mit Leadframe oder keramischem Substrat. Die Verbindung kann beispielsweise zwischen Aluminium-, Kupfer- oder Silberkontaktflächen der Elektronikbauelemente mit Aluminium-, Kupfer- oder Silberkontaktflächen der Substrate erfolgen, d.h. es kann zur Ausbildung beispielsweise einer Aluminium-Kupfer-, Aluminium-Silber-, Aluminium-Aluminium-, Kupfer-Silber-, Kupfer-Kupfer- oder Silber-Silber-Verbindung kommen.

Die hier verwendeten Begriffe „Aluminium-, Kupfer- und Silberkontaktflächen“ schließen Kontaktflächen aus Aluminium-, Kupfer- und Silberlegierungen ein.

5 Die Bauelemente, beispielsweise wenigstens eines der Bauelemente 1 und 2, können – soweit sie nicht ohnehin aus Metall bestehen - wenigstens eine Metallkontaktfläche beispielsweise in Form einer Metallisierungsschicht, beispielsweise auch aus einem unedlen Metall wie Kupfer oder Aluminium umfassen, worüber die schon erwähnte Sandwichanordnung im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt. Diese Metallisierungsschicht ist vorzugsweise Teil des Bauelements. Die Metallisierungsschicht be-  
10 findet sich vorzugsweise an wenigstens einer Oberfläche des Bauelements.

Bevorzugt wird die Verbindung der Bauelemente mittels der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung über besagte Metallisierungsschicht bzw. –schichten vorgenommen.

15 Die Metallisierungsschicht kann reines Metall aufweisen. So kann es bevorzugt sein, wenn die Metallisierungsschicht wenigstens 50 Gew.-%, mehr bevorzugt wenigstens 70 Gew.-%, noch mehr bevorzugt wenigstens 90 Gew.-% oder aber 100 Gew.-% an reinem Metall aufweist. Das reine Metall ist beispielsweise aus der Gruppe ausgewählt,  
20 die aus Aluminium, Kupfer, Silber, Gold, Palladium und Platin besteht.

Andererseits kann die Metallisierungsschicht auch eine Legierung aufweisen. Die Legierung der Metallisierungsschicht enthält vorzugsweise wenigstens ein Metall, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminium, Silber, Kupfer, Gold, Nickel, Palladium  
25 und Platin besteht.

Die Metallisierungsschicht kann auch einen mehrlagigen Aufbau aufweisen. So kann es beispielsweise bevorzugt sein, wenn wenigstens eine Oberfläche der zu verbindenden Bauelemente eine Metallisierungsschicht aus mehreren Lagen umfasst, die die vorstehend genannten reinen Metalle und/oder Legierungen aufweisen.  
30

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden wenigstens zwei Bauelemente durch Sintern miteinander verbunden.

Dazu werden zunächst die zwei oder mehr Bauelemente miteinander in Kontakt gebracht. Das Kontaktieren erfolgt dabei über die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung. Zu diesem Zweck wird eine Anordnung bereitgestellt, bei der sich zwischen jeweils zwei der wenigstens zwei Bauelemente erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung befindet.

10 Sollen daher zwei Bauelemente, Bauelement 1 und Bauelement 2, miteinander verbunden werden, so befindet sich die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung vor dem Sintern zwischen Bauelement 1 und Bauelement 2. Andererseits ist es denkbar, dass mehr als zwei Bauelemente miteinander verbunden werden. Beispielsweise können drei Bauelemente, Bauelement 1, Bauelement 2 und Bauelement 3, auf eine Weise miteinander verbunden werden, dass Bauelement 2 zwischen Bauelement 1 und Bauelement 3 liegt. In diesem Fall befindet sich die erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung sowohl zwischen Bauelement 1 und Bauelement 2 als auch zwischen Bauelement 2 und Bauelement 3.

20 Die einzelnen Bauelemente liegen in einer Sandwichanordnung vor und werden miteinander verbunden. Unter Sandwichanordnung ist eine Anordnung zu verstehen, bei der sich zwei Bauelemente übereinander befinden und die Bauelemente im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind.

25 Die Anordnung aus wenigstens zwei Bauelementen und erfindungsgemäßer Metallsinterzubereitung, wobei sich die Metallsinterzubereitung zwischen zwei Bauelementen dieser Anordnung befindet, kann nach einem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren hergestellt werden.

Vorzugsweise wird zunächst wenigstens eine Oberfläche eines Bauelements 1 mit der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung versehen. Anschließend wird ein anderes Bauelement 2 mit einer seiner Oberflächen auf die Metallsinterzubereitung, die auf die Oberfläche des Bauelements 1 aufgetragen worden ist, aufgesetzt.

5

Die Auftragung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung auf die Oberfläche eines Bauelements kann mittels herkömmlicher Verfahren erfolgen, beispielsweise mittels Dispenstechnik wie Dispensen oder Jet-Dispensen oder Druckverfahren wie Siebdruck oder Schablonendruck oder auch mittels anderer Auftragstechniken wie beispielsweise Sprühauftrag, Pintransfer oder Dippen.

10

Im Anschluss an die Auftragung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung wird vorzugsweise die mit der Metallsinterzubereitung versehene Oberfläche dieses Bauelements mit einer Oberfläche des damit zu verbindenden Bauelements über die Metallsinterzubereitung in Kontakt gebracht. Somit befindet sich zwischen den zu verbindenden Bauelementen eine Schicht erfindungsgemäße Metallsinterzubereitung.

15

Die Nassschichtdicke zwischen den zu verbindenden Bauelementen liegt vorzugsweise im Bereich von 20 bis 100  $\mu\text{m}$ . Unter Nassschichtdicke wird hier der Abstand zwischen den einander gegenüberliegenden Oberflächen der zu verbindenden Bauelemente vor einem gegebenenfalls stattfindenden Trocknen und vor dem Sintern verstanden. Die bevorzugte Nassschichtdicke ist abhängig vom gewählten Verfahren zum Auftragen der Metallsinterzubereitung. Wird die Metallsinterzubereitung beispielsweise mittels Siebdruckverfahren aufgetragen, dann kann eine Nassschichtdicke von 20 bis 50  $\mu\text{m}$  bevorzugt sein. Erfolgt die Auftragung der Metallsinterzubereitung mittels Schablonendruck, dann kann die bevorzugte Nassschichtdicke im Bereich von 20 bis 100  $\mu\text{m}$  liegen. Bei der Dispenstechnik kann die bevorzugte Nassschichtdicke im Bereich von 10 bis 100  $\mu\text{m}$  liegen.

20

25

30

Optional kann vor dem Sintern ein Trocknungsschritt durchgeführt werden, d.h. eine Entfernung von organischem Lösemittel aus der applizierten Metallsinterzubereitung. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Anteil an organischem Lösemittel

in der Metallsinterzubereitung nach der Trocknung beispielsweise bei 0 bis 5 Gew.-%, bezogen auf den ursprünglichen Anteil an organischem Lösemittel in der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung, d.h. applikationsbereiten Metallsinterzubereitung. Mit anderen Worten, gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform werden beispielsweise 5 95 bis 100 Gew.-% der ursprünglich in der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung enthaltenen organischen Lösemittel bei der Trocknung entfernt.

Findet ein Trocknen statt, so kann die Trocknung im Falle des drucklosen Sinterns nach der Herstellung der Anordnung, also nach der Kontaktierung der zu verbindenden Bauelemente erfolgen. Im Falle des Drucksinterns kann die Trocknung auch nach dem Auftragen der Metallsinterzubereitung auf die wenigstens eine Oberfläche des Bauelements und vor der Kontaktierung mit dem zu verbindenden Bauelement erfolgen. 10

Die Trocknungstemperatur liegt vorzugsweise im Bereich von 100 bis 180 °C.

15 Es versteht sich, dass die Trocknungszeit abhängig ist von der Zusammensetzung der erfindungsgemäßen Metallsinterzubereitung und der Größe der Verbindungsfläche der zu sinternden Anordnung. Übliche Trocknungszeiten liegen im Bereich von 5 bis 45 Minuten.

20 Die Anordnung aus den wenigstens zwei Bauelementen und zwischen den Bauelementen befindlicher Metallsinterzubereitung wird schließlich einem Sinterprozess unterworfen.

25 Das eigentliche Sintern erfolgt bei einer Temperatur von beispielsweise 200 bis 280 °C entweder als druckloser Prozess oder als Drucksintern.

30 Beim Drucksintern liegt der Prozessdruck vorzugsweise unter 30 MPa und mehr bevorzugt unter 5 MPa. Beispielsweise liegt der Prozessdruck im Bereich von 1 bis 30 MPa und mehr bevorzugt im Bereich von 1 bis 5 MPa.

Die Sinterzeit liegt beispielsweise im Bereich von 2 bis 90 Minuten, beim Drucksintern beispielsweise im Bereich von 2 bis 5 Minuten, beim Drucklossintern beispielsweise im Bereich von 15 bis 90 Minuten. Unter Sinterzeit wird im Rahmen der Erfindung die Zeitdauer während des Sinterprozesses verstanden, während der die aufgetragene und zu versinternde Metallsinterzubereitung eine Temperatur  $>180\text{ }^{\circ}\text{C}$  erfährt.

Der Sinterprozess kann in einer Atmosphäre erfolgen, die keinen besonderen Beschränkungen unterliegt. So kann das Sintern einerseits in einer Atmosphäre durchgeführt werden, die Sauerstoff enthält. Andererseits ist es auch möglich, das Sintern in sauerstofffreier Atmosphäre durchzuführen. Unter sauerstofffreier Atmosphäre ist im Rahmen der Erfindung eine Atmosphäre zu verstehen, deren Sauerstoffgehalt nicht mehr als 100 ppm, vorzugsweise nicht mehr als 10 ppm und noch mehr bevorzugt nicht mehr als 0,1 ppm beträgt.

Das Sintern wird in einer herkömmlichen, zum Sintern geeigneten Vorrichtung durchgeführt, in der sich die vorstehend beschriebenen Prozessparameter einstellen lassen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Beispielen erläutert, die jedoch nicht als einschränkend verstanden werden sollen.

20

#### Beispiele:

In den Beispielen wurden folgende jeweils ein Fettsäurecoating aufweisende Silberflakes verwendet:

Silberflakes	Stampf-Dichte S [g/cm <sup>3</sup> ]	Spezifische Oberfläche O [m <sup>2</sup> /g]	Produkt S·O [cm <sup>-1</sup> ]
406-14 von Metalor	3,0	1,72	51600
406-3 von Metalor	3,1	1,80	55800
Ferro SF 30 von Ferro	3,3	1,80	59400
Ferro EG-ED von Ferro	4,6	0,15	6900
Silflake 160 von Technic Inc.	2,5	0,95	23750
690-3 von Metalor	3,3	2,08	68640

25

1. Herstellung von Silbersinterzubereitungen:

Zunächst wurden die erfindungsgemäßen Silbersinterzubereitungen 1-4, 5-8 sowie die Vergleichszubereitungen V1-V3 durch Vermischen der einzelnen Bestandteile gemäß nachfolgender Tabelle hergestellt. Alle Mengenangaben bedeuten Gew.-%.

	Silbersinterzubereitung										
	1	2	3	4	V1	5	6	7	8	V2	V3
406-14		60		41			85				
406-3	82								55		
SF 30			82								
EG-ED										85	
Silflake 160		22			82	42,5			30		60
690-3				41		42,5		85			25
Silbercarbonat	4	4	4	4	4						
$\alpha$ -Terpineol	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1-Tridecanol	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Summe	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2. Applikation und druckloses Sintern der Silbersinterzubereitungen 1-4 und V1:

Die jeweilige Silbersinterzubereitung wurde mittels Dispensen auf die Silberoberfläche eines mit einer Silberschicht versehenen DCB-Substrats bzw. auf die Kupferoberfläche eines DCB-Substrats in einer Nassschichtdicke von 50  $\mu\text{m}$  appliziert. Anschließend wurde die applizierte Silbersinterzubereitung ohne vorherige Trocknung mit einem Siliziumchip mit Silberkontaktfläche ( $2 \cdot 2 \text{ mm}^2$ ) in Kontakt gebracht. Das anschließende drucklose Sintern erfolgte nach folgendem Aufwärmprofil unter Stickstoffatmosphäre (<100 ppm Sauerstoff): Innerhalb von 60 Minuten wurde die Kontaktstelle kontinuierlich auf 200 °C erwärmt, danach innerhalb von 5 Minuten auf 230 °C erwärmt und dort für 30 Minuten gehalten. Dann wurde innerhalb von 50 Minuten kontinuierlich auf 30 °C abgekühlt.

Nach dem Sintern wurde die Haftung über die Scherfestigkeit bestimmt. Dabei wurden die Bauelemente mit einem Schermeißel bei einer Geschwindigkeit von 0,3 mm/s bei 260 °C abgeschert. Die Kraft wurde mittels einer Kraftmessdose aufgenommen (Gerät DAGE 2000 der Firma DAGE, Deutschland).

5

Nachfolgende Tabelle zeigt die erhaltenen Ergebnisse:

	1	2	3	4	V1
Produkt S•O [ $\text{cm}^{-1}$ ]	55800	44128	59400	60120	23750
Haftung auf Cu-Oberfläche [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	23	16	22	45	5
Haftung auf Ag-Oberfläche [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	28	24	29	31	6

### 3. Applikation und Drucksintern der Silbersinterzubereitungen 5-8, V2 und V3:

- 10 Die jeweilige Silbersinterzubereitung wurde mittels Schablonendruck auf die Silberoberfläche eines mit einer Silberschicht versehenen DCB-Substrats bzw. auf die Kupferoberfläche eines DCB-Substrats in einer Nassschichtdicke von 50  $\mu\text{m}$  appliziert. Anschließend wurde die applizierte Silbersinterzubereitung bei 120 °C für 20 Minuten getrocknet. Anschließend wurde mit einem Siliziumchip mit Silberkontaktfläche ( $2 \cdot 2 \text{ mm}^2$ )
- 15 bei 160 °C bestückt und danach mit einer Drucksinterpresse für 3 Minuten bei 230 °C und einem Druck von 10 MPa gesintert.

Die Haftung wurde wie bei Versuchsreihe 2 bestimmt:

	5	6	7	8	V2	V3
Produkt S•O [ $\text{cm}^{-1}$ ]	46195	51600	68640	44488	6900	36953
Haftung auf Cu-Oberfläche [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	34	43	49	27	0	2
Haftung auf Ag-Oberfläche [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	18	28	31	21	0	5

20

Patentansprüche

- 5 1. Metallsinterzubereitung, die (A) 50 bis 90 Gew.-% wenigstens eines Metalls, das in Form von Partikeln vorliegt, die ein Coating aufweisen, das wenigstens eine organische Verbindung enthält, und (B) 6 bis 50 Gew.-% organisches Lösemittel umfasst,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 40000 bis 80000 cm<sup>-1</sup> liegt.
- 15 2. Metallsinterzubereitung nach Anspruch 1,  
wobei das mathematische Produkt aus Stampfdichte und spezifischer Oberfläche der Metallpartikel der Komponente (A) im Bereich von 50000 bis 70000 cm<sup>-1</sup> liegt.
3. Metallsinterzubereitung nach Anspruch 1 oder 2,  
umfassend eine, zwei oder mehrere verschiedene Arten von Metallpartikeln.
- 20 4. Metallsinterzubereitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei das wenigstens eine Metall ausgewählt ist aus der aus Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Palladium, Platin und Aluminium bestehenden Gruppe.
- 25 5. Metallsinterzubereitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die Metallpartikel die Form von Flakes oder eine unregelmäßige Form aufweisen.
- 30 6. Metallsinterzubereitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die wenigstens eine organische Verbindung ausgewählt ist aus der aus freien Fettsäuren, Fettsäuresalzen und Fettsäureestern bestehenden Gruppe.

7. Metallsinterzubereitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche enthaltend neben den Bestandteilen (A) und (B) 0 bis 12 Gew.-% wenigstens eines Metallprecursors (C), 0 bis 10 Gew.-% wenigstens eines Sinterhilfsmittels (D) und 0 bis 15 Gew.-% eines oder mehrerer weiterer Inhaltsstoffe (E) ausgewählt unter Dispersionsmitteln, Tensiden, Entschäumern, Bindemitteln, Polymeren und/oder viskositätssteuernden Mitteln.
- 5
8. Verfahren zum Verbinden von Bauelementen, bei dem man (a) eine Sandwichanordnung bereitstellt, die wenigstens (a1) ein Bauelement 1, (a2) ein Bauelement 2 und (a3) eine Metallsinterzubereitung nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist, die sich zwischen Bauelement 1 und Bauelement 2 befindet, und (b) die Sandwichanordnung sintert.
- 10
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei wenigstens eines der Bauelemente 1 und 2 eine Aluminium- oder Kupferkontaktfläche aufweist, über die die Sandwichanordnung erfolgt.
- 15
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei man unter Druckanwendung oder drucklos sintert.
- 20
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei es sich bei den Bauelementen um in der Elektronik verwendete Teile handelt.
- 25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/060249

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B22F1/00 B22F3/10 B22F7/04 H01L23/00  
ADD.  
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)  
B22F 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 practicable, 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.
A	WO 2011/026623 A1 (HERAEUS GMBH W C [DE]; SCHAEFER MICHAEL [DE]; SCHMITT WOLFGANG [DE]; Z) 10 March 2011 (2011-03-10) cited in the application page 2, paragraph [0011]	1-11
A	DE 10 2009 040078 A1 (HERAEUS GMBH W C [DE]) 10 March 2011 (2011-03-10) the whole document	1-11
A	US 2008/160183 A1 (IDE EIICHI [JP] ET AL) 3 July 2008 (2008-07-03) the whole document	1-11

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 application or patent 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 <b>29 May 2015</b>	Date of mailing of the international search report <b>12/06/2015</b>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Helgadóttir, Inga</b>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/060249

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011026623 A1	10-03-2011	CN 102596486 A	18-07-2012
		DE 102009040076 A1	10-03-2011
		DK 2396140 T3	18-03-2013
		EP 2396140 A1	21-12-2011
		JP 5667190 B2	12-02-2015
		JP 2013504148 A	04-02-2013
		KR 20120048709 A	15-05-2012
		SG 178347 A1	29-03-2012
		US 2012153011 A1	21-06-2012
		US 2015021378 A1	22-01-2015
		WO 2011026623 A1	10-03-2011
DE 102009040078 A1	10-03-2011	CN 102791421 A	21-11-2012
		DE 102009040078 A1	10-03-2011
		DK 2396139 T3	11-08-2014
		EP 2396139 A1	21-12-2011
		HR P20140735 T1	26-09-2014
		JP 5667191 B2	12-02-2015
		JP 2013504149 A	04-02-2013
		KR 20120068015 A	26-06-2012
		SG 178362 A1	27-04-2012
		US 2012153012 A1	21-06-2012
		WO 2011026624 A1	10-03-2011
US 2008160183 A1	03-07-2008	JP 5151150 B2	27-02-2013
		JP 2008166086 A	17-07-2008
		US 2008160183 A1	03-07-2008
		US 2013119322 A1	16-05-2013

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/060249

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. B22F1/00      B22F3/10      B22F7/04      H01L23/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) B22F 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		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2011/026623 A1 (HERAEUS GMBH W C [DE]; SCHAEFER MICHAEL [DE]; SCHMITT WOLFGANG [DE]; Z) 10. März 2011 (2011-03-10) in der Anmeldung erwähnt Seite 2, Absatz [0011]	1-11
A	DE 10 2009 040078 A1 (HERAEUS GMBH W C [DE]) 10. März 2011 (2011-03-10) das ganze Dokument	1-11
A	US 2008/160183 A1 (IDE EIICHI [JP] ET AL) 3. Juli 2008 (2008-07-03) das ganze Dokument	1-11
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. Mai 2015		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12/06/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Helgadóttir, Inga

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/060249

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011026623 A1	10-03-2011	CN 102596486 A	18-07-2012
		DE 102009040076 A1	10-03-2011
		DK 2396140 T3	18-03-2013
		EP 2396140 A1	21-12-2011
		JP 5667190 B2	12-02-2015
		JP 2013504148 A	04-02-2013
		KR 20120048709 A	15-05-2012
		SG 178347 A1	29-03-2012
		US 2012153011 A1	21-06-2012
		US 2015021378 A1	22-01-2015
		WO 2011026623 A1	10-03-2011
DE 102009040078 A1	10-03-2011	CN 102791421 A	21-11-2012
		DE 102009040078 A1	10-03-2011
		DK 2396139 T3	11-08-2014
		EP 2396139 A1	21-12-2011
		HR P20140735 T1	26-09-2014
		JP 5667191 B2	12-02-2015
		JP 2013504149 A	04-02-2013
		KR 20120068015 A	26-06-2012
		SG 178362 A1	27-04-2012
		US 2012153012 A1	21-06-2012
		WO 2011026624 A1	10-03-2011
US 2008160183 A1	03-07-2008	JP 5151150 B2	27-02-2013
		JP 2008166086 A	17-07-2008
		US 2008160183 A1	03-07-2008
		US 2013119322 A1	16-05-2013