

(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
17. August 2017 (17.08.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/137420 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 21/67 (2006.01) **B22F 3/14** (2006.01)
B30B 15/34 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/052714

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Februar 2017 (08.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 102 162.8
8. Februar 2016 (08.02.2016) DE

(71) Anmelder: **PINK GMBH THERMOSYSTEME**
[DE/DE]; Am Kessler 6, 97877 Wertheim (DE).

(72) Erfinder: **ÖTZEL, Christoph**; c/o PINK GmbH
Thermosystem, Am Kessler 6, 97877 Wertheim (DE).
ULRICH, Holger; c/o Danfoss Silicon Power GmbH,
Husumer Str. 251, 24941 Flensburg (DE). **OSTERWALD,**
Dr. Frank; c/o Danfoss Silicon Power GmbH, Husumer
Str. 251, 24941 Flensburg (DE).

(74) Anwalt: **SPACHMANN, Holger**; Stumpf Patentanwälte
PartGmbH, Alte Weinsteige 73, 70597 Stuttgart (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, DJ, 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, KH,
KN, KP, KR, KW, 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:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: SINTERING DEVICE

(54) Bezeichnung : SINTERVORRICHTUNG

(57) Abstract: The invention relates to a sintering device (10) for producing a workpiece (30) from at least one component by means of pressure sintering. The sintering device has an upper die (12) and a lower die (14), between which the at least one component is held. The upper die (12) and the lower die (14) can be shifted relative to one another, in order to exert a press force on the workpiece (30) to be sintered. At least one heating device (18a, 18b) for heating the workpiece to be sintered (30) is provided. According to the invention, the sintering device also has at least one cooling device (22a, 22b) in the upper die (12), which actively maintains the sintering device at a more constant temperature. The hotter lower die heats the upper die undesirably during the sintering press process and this would lead to the overheating of the upper sintering die without the active, controlled cooling device. In addition, without the cooling device, the maintenance of a constant temperature cannot be guaranteed during short sintering cycle processes.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer Sintervorrichtung (10) zum Herstellen eines Werkstücks (30) aus zumindest einer Komponente mittels Drucksintern. Die Sintervorrichtung weist ein Oberwerkzeug (12) und ein Unterwerkzeug (14) auf, zwischen denen die zumindest eine Komponente aufgenommen ist. Das Oberwerkzeug (12) und das Unterwerkzeug (14) sind zum Aufbringen einer Presskraft auf das zu sinternde Werkstück (30) relativ zueinander verstellbar. Es ist zumindest einer Heizvorrichtung (18a, 18b) zum Erwärmen des zu sinternden Werkstücks (30) vorgesehen. Es wird vorgeschlagen, dass die Sintervorrichtung ferner zumindest eine Kühlvorrichtung (22a, 22b) in einem Oberwerkzeug (12) aufweist, die aktiv die Sintervorrichtung auf konstantere Temperatur hält. Denn beim Sinterpressvorgang heizt das heißere Unterwerkzeug unerwünscht das Oberwerkzeug auf und würde ohne die aktive und gesteuerte Kühlvorrichtung zur Überhitzung des oberen Sinterwerkzeuges führen. Des Weiteren ist ohne die Kühlvorrichtung keine konstante Temperaturhaltung bei kurzen Sintertaktvorgängen sicherzustellen.

WO 2017/137420 A2

Sintervorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sintervorrichtung zum Herstellen eines Werkstücks aus zumindest einer Komponente mittels Drucksintern, mit einem Oberwerkzeug und einem Unterwerkzeug, zwischen denen die zumindest eine Komponente aufgenommen ist, wobei das Oberwerkzeug und das Unterwerkzeug zum Aufbringen einer Presskraft auf das zu sinternde Werkstück relativ zueinander verstellbar sind, und zumindest eine Heizvorrichtung zum Erwärmen des zu sinternden Werkstücks.

In gattungsfähnlichen Sintervorrichtungen kann unter der Einwirkung von Hitze und Druck aus einem sogenannten Grünkörper, der aus einem fein- oder grobkörnigen Stoff oder Stoffgemisch besteht, ein festes Werkstück erzeugt werden. Der hier betrachtete Einsatz dient insbesondere zum mechanischen und elektrisch und/oder thermisch leitenden Verbinden zweier Bauteile, insbesondere elektrische Halbleiterbauteile wie Hochleistungsschalt Elemente oder Halbleiterbaugruppen und einem Grundkörper, in der Regel einer Platine, einem Kühlkörper oder dergleichen.

Weiterhin können bei einer Variante des Drucksinterns, dem Niedertemperatur-Drucksintern, zwei oder mehr Bauelemente, insbesondere elektronische Bauelemente und Substrate, mittels eines Fügeworkstoffs miteinander, insbesondere elektrisch und/oder thermisch leitend, verbunden werden, wobei hierbei der verbindende Fügeworkstoff gesintert wird. Eine entsprechende Vorrichtung und ein Verfahren sind beispielsweise aus der WO 2014/135 151 A2 bekannt. Darin wird allgemein von einer Möglichkeit einer Kühlung mit Gas oder einem Fluid wie Wasser oder Öl gesprochen, allerdings bleibt offen, wie eine derartige Kühlung aussehen soll. Eine Kühlvorrichtung als Bestandteil einer Sintervorrichtung ist dort jedoch weder dargestellt, noch sind Hinweise zu einer konstruktiven Ausführung nahegelegt.

Gattungsgemäße Sintervorrichtungen bevorzugt zum elektrischen und oder thermischen Verbinden eines elektrischen Bauteils mit einer weiteren Bauteilgruppe, einer elektrischen Platine oder einem Kühlkörper kommen häufig in automatischen Sinteranlagen, insbesondere automatischen Mehrkammer-Sinteranlagen, zum Einsatz. Beim Erhitzen des Werkstücks kann ein Teil der von der Heizvorrichtung erzeugten

Wärme in unerwünschter Weise auf andere Teile der Sintervorrichtung übertragen werden. Diese komplexen dynamischen Vorgänge sind vor, während und nach dem eigentlichen Sintervorgang nur eingeschränkt kontrollierbar. Dies erschwert wiederum die Anpassung der Taktzeiten in einer automatischen Sinteranlage und/oder die Einhaltung von vorgegebenen Temperaturprofilen für den gesamten Sinterprozess.

In der DE 10 2004 010 399 A1 ist eine Sintervorrichtung mit einer Heizeinrichtung als Unterwerkzeug mit einer beheizbaren Auflageplatte, einem Heizstrahler und einer in einen Heiz-/Kühlbereich mündenden, mit einer Stickstoffquelle verbundene Kühlleitung vorgeschlagen. Eine Kühlleitung mündet hierzu in einem Heiz-/Kühlbereichs und befindet sich somit auf einer dem Werkstück zugewandten Seite der Heizvorrichtung. Die Kühlwirkung entfaltet sich erst durch ausströmendes Stickstofffluid, wobei die Ausströmöffnung zwischen dem Heizstrahlern des Unterwerkzeugs und einem Werkstück liegt. Eine Kühlwirkung auf einer dem Werkstück abgewandten Seite wird durch die Kühlleitung nicht erreicht. Offensichtlich kann gasförmiger Stickstoff gegen die Auflageplatte zur Kühlung geblasen werden, so dass eine Konvektionskühlung mittels eines strömenden Gasmediums von der Seite des Unterwerkzeugs erfolgen kann. Das Oberwerkzeug bleibt ungekühlt und kann sich im Laufe einer Serienfertigung immer weiter aufheizen, so dass eine Prozessüberhitzung bzw. zu einer Herabsetzung der Taktgeschwindigkeit bei Serienfertigung die Folge ist.

Des Weiteren ist in der US 2002/0 083 849 eine Sintervorrichtung beschrieben, die explizit keine Kühlvorrichtung beinhaltet. Allerdings wird erwähnt, dass zur Kühlung eine obere Abdeckung entfernt werden könnte, so dass eine Kühlung durch Einblasen von Kühlluft erfolgen kann.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Sintervorrichtungen mit Kühlmöglichkeiten weisen das Problem auf, dass in der Prozesskammer zusätzlich Gas oder ein Fluid für Kühlzwecke unkontrolliert eingeleitet, in der Regel auf das Kühlgut aufgesprüht wird, dass in weiteren Taktschritten wiederum der Prozesskammer entzogen werden muss. Hierdurch ergibt sich zusätzlicher konstruktiver Aufwand für eine Konvektionskühlung, des weiteren wird unselektiv der gesamte Prozesskammerraum gekühlt, so dass sich entsprechend herabgesetzte Prozesszeiten ergibt, um alle Teile

wieder auf Sintertemperatur bringen zu können. Bei nicht ausreichender Kühlung erhitzt sich das Oberwerkzeug bei einer Serienfertigung sehr stark, so dass ein elastisches Druckkissen, insbesondere ein Silikonkissen, dass zur Druckverteilung zwischen Stempel des Oberwerkzeugs und einer zu sinternden Baugruppe angeordnet ist, Schaden nehmen kann. Bei zu starker Kühlung muss eine entsprechende Heizleistung aufgewendet werden, um in einer Serienfertigung hohe Taktzeiten erreichen zu können, wodurch die zu sinternden Bauteile und das Sinterpressenwerkzeug geschädigt werden kann, und unnötig Energie verbraucht wird.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Sintervorrichtung anzugeben, die hinsichtlich ihrer thermischen Eigenschaften verbessert ist, und die insbesondere eine erhöhte Durchlaufgeschwindigkeit für eine Serienfertigung ermöglicht.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine Sintervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Sintervorrichtung ferner zumindest eine Kühlvorrichtung in einem Oberwerkzeug aufweist.

Mithilfe der Kühlvorrichtung ist es möglich, Teile der Sintervorrichtung, insbesondere das Werkstück, das Ober- und/oder Unterwerkzeug oder Komponenten einer Hydraulik-, Pneumatik- oder elektromotorischen Aktuatoreinrichtung, welche zum Erzeugen der Presskraft vorgesehen ist und mit den Werkzeugen in thermischem Kontakt steht, gezielt zu kühlen, und zwar sowohl in räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht. Beispielsweise kann damit die Sintervorrichtung kontrolliert auf eine gewünschte Anfangstemperatur herabgekühlt werden, so dass insbesondere bei einer automatischen Sinteranlage zu Beginn eines jeden Taktzyklus eine definierte Anfangstemperatur vorliegt. Dadurch können die Taktzeiten gegenüber einer rein passiven Kühlung, bei der gewartet werden muss, bis sich die Sintervorrichtung von alleine abgekühlt hat, die Taktzeiten verkürzt und insbesondere auch verstetigt werden. , Somit kann die Temperierung der Sintervorrichtung aktiv geregelt werden. Denn beim Sinterpressvorgang heizt das heißere Unterwerkzeug unerwünscht das Oberwerkzeug auf und würde ohne die aktive und gesteuerte Kühlvorrichtung zur Überhitzung des oberen Sinterwerkzeuges führen. Des Weiteren ist ohne die Kühlvorrichtung keine konstante Temperaturhaltung bei kurzen Sintertaktvorgängen sicherzustellen. Durch

die aktive Kühlung des Oberwerkzeugs gesteuert kann insbesondere ein eingebautetes Druckkissen, das einen Sinterdruck gleichmäßig auf die Oberfläche des Lötguts verteilen soll, effektiv vor Überhitzung geschützt werden.

Ferner kann auch die Prozesstemperatur in den Werkzeugen oder am zu sinternden Werkstück während des eigentlichen Sintervorgangs sowie in der vorausgehenden Aufheizphase und/oder der nachfolgenden Abkühlphase beeinflusst werden, so dass eine noch präzisere Temperaturführung möglich ist. Insbesondere kann mit der erfindungsgemäßen Sintervorrichtung der gesamte Sintervorgang einschließlich der Aufwärmphase und/oder Abkühlphase des Werkstücks in einer einzigen Kammer durchgeführt werden, so dass keine aufwändige Mehrkammeranlage mit separaten Vorwärm- und/oder Abkühlkammern betrieben werden muss. In der Regel kann die Sintervorrichtung in einer Durchlaufanlage für eine Serienfertigung von Lötsinterbearbeitungen elektrischer Bauteile angeordnet sein. Diese kann grundsätzlich in einer Einkammer-Anlage, allerdings auch in einer Zwei- oder Dreikammeranlage mit einer Vorheizkammer, einer Sinterkammer und einer Abkühlkammer angeordnet sein. Die einzelnen Kammern können gasdicht, z.B. durch Trennshots oder ähnliches, miteinander in einer Durchlaufverbindung stehen, so dass in jeder Kammer eine individuelle Prozessatmosphäre einstellbar ist.

Die erfindungsgemäße Sintervorrichtung eignet sich insbesondere zum Niedertemperatur-Drucksintern zum Verbinden von elektronischen Bauelementen und Substraten. In vorteilhafter Weise liegt die Sintertemperatur zwischen 230°C und 300°C, bevorzugt zwischen 240°C und 280°C, insbesondere bei 250°C, um energieeffizient eine zuverlässige Sinterverbindung herzustellen. Der Sinterdruck kann zwischen 0,5MPa und 40MPa, bevorzugt zwischen 25MPa und 35MPa, insbesondere bei 30MPa liegen.

Bei einer Serienfertigung im Sinterlötverfahren heizt sich insbesondere das Oberwerkzeug mit der Zeit stark auf, da die Prozesswärme nach oben steigt. Typischerweise werden in einem Sinterprozess Temperaturen bis zu 260°C erreicht. Durch die erfindungsgemäße Integration einer Kühlvorrichtung in dem Oberwerkzeug, insbesondere in einem Oberstempel einer Sinterpresse unter abgeschlossener Prozess-

atmosphäre, können bei einer Serienfertigung sehr präzise thermische Profile eingehalten und hiermit eine durchgängig konstante Sinterlötqualität beibehalten werden. Ein unerwünschtes Überhitzen des Oberwerkzeugs kann vermieden und kurze Taktzeiten eingehalten werden, da das Oberwerkzeug gesteuert gekühlt und ggf. auch erwärmt werden kann. Ein Druckkissen, insb. Silikonkissen oder ein gas- oder flüssigkeitsgefülltes Druckkissen zur Druckverteilung, das zwischen Oberwerkzeug und Werkstück angeordnet ist, weist eine typische Temperaturstabilität bis 200°C auf und kann in der Serienfertigung thermisch stabil betrieben werden, und überhitzt nicht im Laufe einer Serienproduktion.

Vorteilhafterweise sind die Heizvorrichtung weiterhin an dem Oberwerkzeug und/oder an dem Unterwerkzeug vorgesehen, insbesondere in das Oberwerkzeug und/oder in das Unterwerkzeug integriert. Beispielsweise ist es möglich, eine Heizvorrichtung und eine Kühlvorrichtung nur an dem Oberwerkzeug vorzusehen. Weiterhin könnte an dem Unterwerkzeug nur eine Heizvorrichtung und an dem Oberwerkzeug nur eine Kühlvorrichtung oder an dem Oberwerkzeug nur eine Kühlvorrichtung und an dem Unterwerkzeug eine Heiz- und eine Kühlvorrichtung vorgesehen sein. Somit kann weiterhin vorteilhaft eine Kühlvorrichtung an dem Oberwerkzeug und an dem Unterwerkzeug vorgesehen, insbesondere in das Oberwerkzeug und/oder in das Unterwerkzeug integriert, sind.

In besonders vorteilhafter Weise sind jedoch an dem Oberwerkzeug und an dem Unterwerkzeug jeweils eine Heizvorrichtung und zumindest eine der jeweiligen Heizvorrichtung zugeordnete Kühlvorrichtung vorgesehen. Hierdurch ist eine besonders wirksame Temperaturkontrolle möglich. So können gezielt Temperaturgradienten innerhalb des Werkstücks und/oder der Sintervorrichtung erzeugt oder aber unerwünschte Temperaturgradienten durch gezielte Wärmezufuhr oder -abfuhr ausgeglichen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die Kühlvorrichtung auf einer dem Werkstück abgewandten Seite der Heizvorrichtung angeordnet. Hierdurch wird insbesondere vermieden, dass Teile der Sintervorrichtung, beispielsweise Komponenten einer hydraulischen Werkzeugverstellung oder Pressvorrichtung, in uner-

wünschter Weise durch die Heizvorrichtung erwärmt und dadurch beschädigt werden können.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn eine weitere Kühlvorrichtung auf einer dem Werkstück zugewandten Seite der Heizvorrichtung angeordnet ist. Durch diese weitere Kühlvorrichtung kann das Werkstück noch gezielter gekühlt werden, da nicht erst die Heizvorrichtung gekühlt werden muss, bevor eine Wärmeabfuhr von dem Werkstück durch die auf der dem Werkstück abgewandten Seite der Heizvorrichtung angeordnete Kühlvorrichtung erfolgt.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn zwischen der Heizvorrichtung und der Kühlvorrichtung eine druckfeste thermische Isolationsschicht vorgesehen ist. Hierdurch werden die Heizvorrichtung und die Kühlvorrichtung thermisch voneinander entkoppelt, so dass einerseits ein unerwünschtes Abkühlen der Heizvorrichtung und andererseits ein unerwünschtes Erwärmen der Kühlvorrichtung unterbunden oder zumindest reduziert werden. Die Isolationsschicht ist hierbei mechanisch so stabil aufgeführt, dass sie den gesamten, von einer Pressvorrichtung aufgebrachten Pressdruck aufnehmen und auf das Werkstück weiterleiten kann.

Sofern einer Heizvorrichtung mehrere Kühlvorrichtungen zugeordnet sind, ist die thermische Isolationsschicht bevorzugt zwischen der Heizvorrichtung und der von der Heizvorrichtung betrachtet dem Werkstück abgewandt angeordneten Kühlvorrichtung angeordnet. Grundsätzlich kann aber auch eine thermische Isolationsschicht zwischen der Heizvorrichtung und der dem Werkstück zugewandten Kühlvorrichtung vorgesehen sein, wobei sich die beiden Isolationsschichten bezüglich ihres Isolationsvermögens auch voneinander unterscheiden können.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Kühlvorrichtung als Fluidkühlung mit wenigstens einem fluidführenden Kühlmittelkanal ausgebildet, welcher mit einer Kühlfluidquelle verbunden werden kann. Eine derartige Kühlvorrichtung hat sich als besonders wirkungsvoll erwiesen und kann beispielsweise als Gas- oder Flüssigkeitskühlvorrichtung ausgebildet sein. Insbesondere kann die Kühlleistung der Kühlvorrichtung durch Ändern der Durchflussmenge und/oder Geschwindigkeit und/oder

Durchflussmedium und/oder Ausgangstemperatur eines durch den Kühlmittelkanal strömenden Kühlfluids beeinflusst werden.

Gemäß noch einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst das Werkstück eine elektronische Baugruppe mit zumindest einem elektronischen Bauelement, zumindest einem Schaltungsträger und einen das Bauelement und den Schaltungsträger verbindenden Fügeworkstoff, wobei die Verbindung durch Drucksintern, insbesondere Niedertemperatur-Drucksintern, des Fügeworkstoffs hergestellt wird. Die erfindungsgemäße Sintervorrichtung eignet sich für eine derartige elektronische Baugruppe in besonderer Weise, da insbesondere das oder die elektronischen Bauelemente oftmals besonders temperaturempfindlich sind und daher die Kühlvorrichtung insbesondere ein Überhitzen des oder der elektronischen Bauelemente verhindern kann. Als Fügeworkstoff kann beispielsweise Silber (Ag) verwendet werden, der in Form einer Silber aufweisenden Sinterpaste vorgehalten wird. Es ist denkbar, ein Cu/Ag-Pulver, eine Silberlegierung und weitere Bestandteile in der Sinterpaste vorzusehen. Die Sinterpaste kann in Plättchenform (Lot-Preform) zwischen elektronischem Bauelement und Schaltungsträger angeordnet sein, so dass eine einfache Vorkonfektion und ein gleichmäßiger Pastenbelag der Kontaktstelle erreicht werden kann.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Sintervorrichtung eine gasdicht verschließbare Kammer umfasst, in welcher zumindest das Werkstück während des Drucksinterns aufgenommen ist. In dieser Kammer kann eine spezifische Prozessatmosphäre bereitgestellt werden, die unerwünschte chemische Reaktionen, insbesondere eine Oxidation von metallischen Oberflächen des Werkstücks, reduziert oder verhindert. Eine derartige gasdicht verschließbare Kammer kann beispielsweise als separate Prozesskammer ausgebildet sein, welche die übrigen Komponenten der Sintervorrichtung, zumindest aber das Ober- und Unterwerkzeug umgibt. Alternativ kann die Kammer durch das Oberwerkzeug und das Unterwerkzeug gebildet sein, wobei beispielsweise das Oberwerkzeug einen einseitig offenen Hohlraum umschließt, der durch ein entsprechend eingepasstes Unterwerkzeug verschlossen wird. In der Prozessatmosphäre kann beispielsweise der relative Sauerstoffgehalt reduziert werden, beispielsweise auf einen Sauerstoffgehalt von 0,005 % bis 0,3 %,

bevorzugt von 0,05 % bis 0,25 % und besonders bevorzugt von 0,05 % bis 0,15 %. Alternativ kann die Prozessatmosphäre auch ein Reduktionsmittel, z. B. Methansäure (CH_2O_2), umfassen.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Kammer evakuierbar. In der Kammer kann somit ein Unterdruck und/oder ein Vakuum erzeugt werden, was ebenfalls den Ablauf von unerwünschten chemischen Reaktionen unterdrückt oder verhindert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist an dem Oberwerkzeug und/oder an dem Unterwerkzeug ein verformbares Druckkissen für ein gleichmäßiges Übertragen der Presskraft auf das Werkstück vorgesehen. Hierdurch wird ein äquistatischer Sinterdruck auf das Werkstück ausgeübt, so dass mechanische Überspannungen an dem Werkstück, die eine Beschädigung oder Zerstörung des Werkstücks bewirken können, vermieden werden.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung genannt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Sintervorrichtung gemäß einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

Eine erfindungsgemäße Sintervorrichtung 10 umfasst ein Oberwerkzeug 12 und ein Unterwerkzeug 14, welche mithilfe einer Verstellvorrichtung (nicht dargestellt) relativ zueinander verstellbar sind, wobei die zum Sintern notwendige Presskraft durch die Verstellvorrichtung aufgebracht wird. Es können nur das Oberwerkzeug 12, nur das Unterwerkzeug 14 oder beide verstellbar sein.

Das Oberwerkzeug 12 umfasst eine topfartige, unten offene Werkstückaufnahme 16a, welche einen Hohlraum umgibt, in dem das Unterwerkzeug 14 linear beweglich aufgenommen ist. Zwischen der Werkstückaufnahme 16a und dem Unterwerkzeug

14 kann beispielsweise eine Dichtung (nicht dargestellt) vorgesehen sein, so dass der Hohlraum gasdicht verschließbar, insbesondere evakuierbar ist.

Oberhalb der topfartigen Werkstückaufnahme 16a ist eine plattenförmige Heizvorrichtung 18a angeordnet, welche mehrere z.B. elektrisch betriebene Heizelemente 20a umfasst. Die Heizvorrichtung 18a und die Werkstückaufnahme 16a stehen in gutem thermischen Kontakt zueinander.

Oberhalb der Heizvorrichtung 18a ist eine ebenfalls plattenförmige Kühlvorrichtung 22a angeordnet, welche von der Heizvorrichtung 18a durch eine druckfeste Isolationsschicht 26a thermisch isoliert ist. Im Inneren der Kühlvorrichtung 22a befinden sich mehrere Kühlmittelkanäle 24a, die von einem geeigneten flüssigen oder gasförmigen Kühlmittel durchströmt werden können.

Die Isolationsschicht 26a und 26b wird in Ihrer Isolationsfähigkeit, d.h. Wärmeleitfähigkeit und Ankopplung derart dimensioniert und ausgelegt das eine aktive Temperaturhaltung der Sintervorrichtung erreicht werden kann. Insbesondere kann Materialwahl und Materialdicke derart gewählt sein, dass eine genügende thermische Entkopplung auch für hohe Stückzahlen und geringen Taktzeiten erzielt werden kann, um eine unerwünschte Temperaturerhöhung des Oberwerkzeugs verhindert werden kann.

Das Unterwerkzeug 14 ist in annähernd spiegelbildlicher Weise zu dem Oberwerkzeug 12 aufgebaut. Zuoberst befindet sich eine Werkstückaufnahme 16b, an deren Unterseite eine mehrere z.B. elektrisch betriebene Heizelemente 20b aufweisende plattenförmige Heizvorrichtung 18b angeordnet ist, wobei zwischen der Heizvorrichtung 18b und der Werkstückaufnahme 16b ein guter thermischer Übergang gewährleistet ist. An die Unterseite der Heizvorrichtung 18b schließt sich wiederum eine druckfeste Isolationsschicht 26b an, welche eine unterhalb der Isolationsschicht 26b vorgesehene, ebenfalls plattenförmige Kühlvorrichtung 22b thermisch von der Heizvorrichtung 18b entkoppelt. Die Kühlvorrichtung 22b weist ebenfalls mehrere Kühlmittelkanäle 24b auf.

Die Werkstückaufnahme 16b des Unterwerkzeugs 14 ist zur Aufnahme eines Werkstücks 30 ausgelegt, welches im Ausführungsbeispiel als elektronische Baugruppe mit einem Schaltungsträger 32, einem elektronischen Bauelement 36 und einem zwischen dem Schaltungsträger 32 und dem Bauelement 36 vorgesehenen Fügewerkstoff 14 gebildet ist, welcher nach dem erfolgten Drucksintervorgang das Bauelement 36 mit dem Schaltungsträger 32 verbindet.

Der Schaltungsträger 32 ist in einer Vertiefung der Werkstückaufnahme 16b angeordnet. Die Kanten des Schaltungsträgers 32 werden von einem auf der Werkstückaufnahme 16b befestigbaren Kantenschutzrahmen 38 überdeckt, welcher die Kanten des Schaltungsträgers 32 vor mechanischen Überbelastungen schützt.

An der der Werkzeugaufnahme 16b gegenüberliegenden Seite der Werkzeugaufnahme 16a kann ein verformbares Druckkissen 28 vorgesehen sein, dessen Breite vorteilhafterweise größer ist als die Breite des Werkstücks 30. Das Druckkissen 28 dient einer gleichmäßigen Übertragung der Presskraft auf das Werkstück 30 und verhindert, dass mechanische Überspannungen an empfindlichen Bauteilen, insbesondere an Kanten, auftreten.

Die Kühlvorrichtungen 22a, 22b verhindern, dass während des Erwärmens des Werkstücks 30 durch die Heizvorrichtungen 18a, 18b weitere Komponenten der Sintervorrichtung, insbesondere Teile der Verstellvorrichtung, in unerwünschter Weise erwärmt werden. Die Isolationsschichten 26a, 26b bewirken hierbei eine weitere thermische Entkopplung zwischen den Heizvorrichtungen 18a, 18b einerseits und den Kühlvorrichtungen 22a, 22b andererseits.

Gemäß einer Abwandlung des Ausführungsbeispiels kann zwischen den Werkstückaufnahmen 16a bzw. 16b und den Heizvorrichtungen 18a bzw. 18b jeweils eine zusätzliche Kühlvorrichtung (nicht dargestellt) vorgesehen sein.

Gemäß einer weiteren Abwandlung können eine Heizvorrichtung und eine Kühlvorrichtung zu einer kombinierten Heiz-/Kühlvorrichtung zusammengefasst sein. Eine derartige Heiz-/Kühlvorrichtung kann beispielsweise als plattenförmiges Bauelement

ausgestaltet sein, in dem sowohl ein oder mehrere Heizelemente, als auch ein oder mehrere Kühlmittelkanäle angeordnet sind.

Gemäß noch einer weiteren Abwandlung können die Heizvorrichtungen 18a, 18b bzw. die vorstehend genannte kombinierte Heiz-/Kühlvorrichtung anstelle der beispielhaft erwähnten elektrischen Heizelemente 20a, 20b auch ein oder mehrere Fluidkanäle aufweisen, in denen ein erwärmtes Heizfluid durchgeleitet werden kann.

Bei der vorstehend genannten kombinierten Heiz-/Kühlvorrichtung können auch ein oder mehrere Fluidkanäle vorgesehen sein, die wahlweise von einem Kühlfluid oder einem Heizfluid durchströmt werden können.

Bezugszeichenliste

10	Sintervorrichtung
12	Oberwerkzeug
14	Unterwerkzeug
16a, 16b	Werkstückaufnahme
18a, 18b	Heizvorrichtung
20a, 20b	Heizelement
22a, 22b	Kühlvorrichtung
24a, 24b	Kühlmittelkanal
26a, 26b	Isolationsschicht
28	Druckkissen
30	Werkstück
32	Schaltungsträger
34	Fügewerkstoff
36	Bauelement
38	Kantenschutzrahmen

Patentansprüche

1. Sintervorrichtung (10) zum Herstellen eines Werkstücks (30) aus zumindest einer Komponente mittels Drucksintern, mit einem Oberwerkzeug (12) und einem Unterwerkzeug (14), zwischen denen die zumindest eine Komponente aufgenommen ist, wobei das Oberwerkzeug (12) und das Unterwerkzeug (14) zum Aufbringen einer Presskraft auf das zu sinternde Werkstück (30) relativ zueinander verstellbar sind, und zumindest einer Heizvorrichtung (18a, 18b) zum Erwärmen des zu sinternden Werkstücks (30), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sintervorrichtung ferner zumindest eine Kühlvorrichtung (22a, 22b) in einem Oberwerkzeug (12) aufweist.
2. Sintervorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Heizvorrichtung (18a, 18b) an dem Oberwerkzeug (12) und/oder an dem Unterwerkzeug (14) vorgesehen, insbesondere in das Oberwerkzeug (12) und/oder in das Unterwerkzeug (14) integriert, sind.
3. Sintervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (22a, 22b) an dem Oberwerkzeug (12) und an dem Unterwerkzeug (14) vorgesehen, insbesondere in das Oberwerkzeug (12) und/oder in das Unterwerkzeug (14) integriert, sind.
4. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Oberwerkzeug (12) und an dem Unterwerkzeug (14) jeweils eine Heizvorrichtung (18a, 18b) und zumindest eine der jeweiligen Heizvorrichtung (18a, 18b) zugeordnete Kühlvorrichtung (22a, 22b) vorgesehen sind.

5. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (22a, 22b) auf einer dem Werkstück (30) abgewandten Seite der Heizvorrichtung (18a, 18b) angeordnet ist.
6. Sintervorrichtung (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine weitere Kühlvorrichtung auf einer dem Werkstück (30) zugewandten Seite der Heizvorrichtung (18a, 18b) angeordnet ist.
7. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Heizvorrichtung (18a, 18b) und der Kühlvorrichtung (22a, 22b) eine druckfeste thermische Isolations-schicht (26a, 26b) vorgesehen ist.
8. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlvorrichtung (22a, 22b) als Fluid-kühlung mit wenigstens einem fluidführenden Kühlmittelkanal (24a, 24b) ausgebildet ist.
9. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkstück (30) eine elektronische Baugruppe mit zumindest einem elektronischen Bauelement (36), zumindest einem Schaltungsträger (32) und einen das Bauelement (36) und den Schaltungsträger (36) verbindenden Fügeworkstoff (34) umfasst, wobei die Verbindung durch Drucksintern des Fügeworkstoffs (34) hergestellt wird.
10. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sintervorrichtung (10) eine gasdicht verschließbare Kammer umfasst, in welcher zumindest das Werkstück (30) während des Drucksinterns aufgenommen ist.

11. Sintervorrichtung (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer evakuierbar ist.
12. Sintervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Oberwerkzeug (12) und/oder an dem Unterwerkzeug (14) ein verformbares Druckkissen (28) für ein gleichmäßiges Übertragen der Presskraft auf das Werkstück (30) vorgesehen ist.

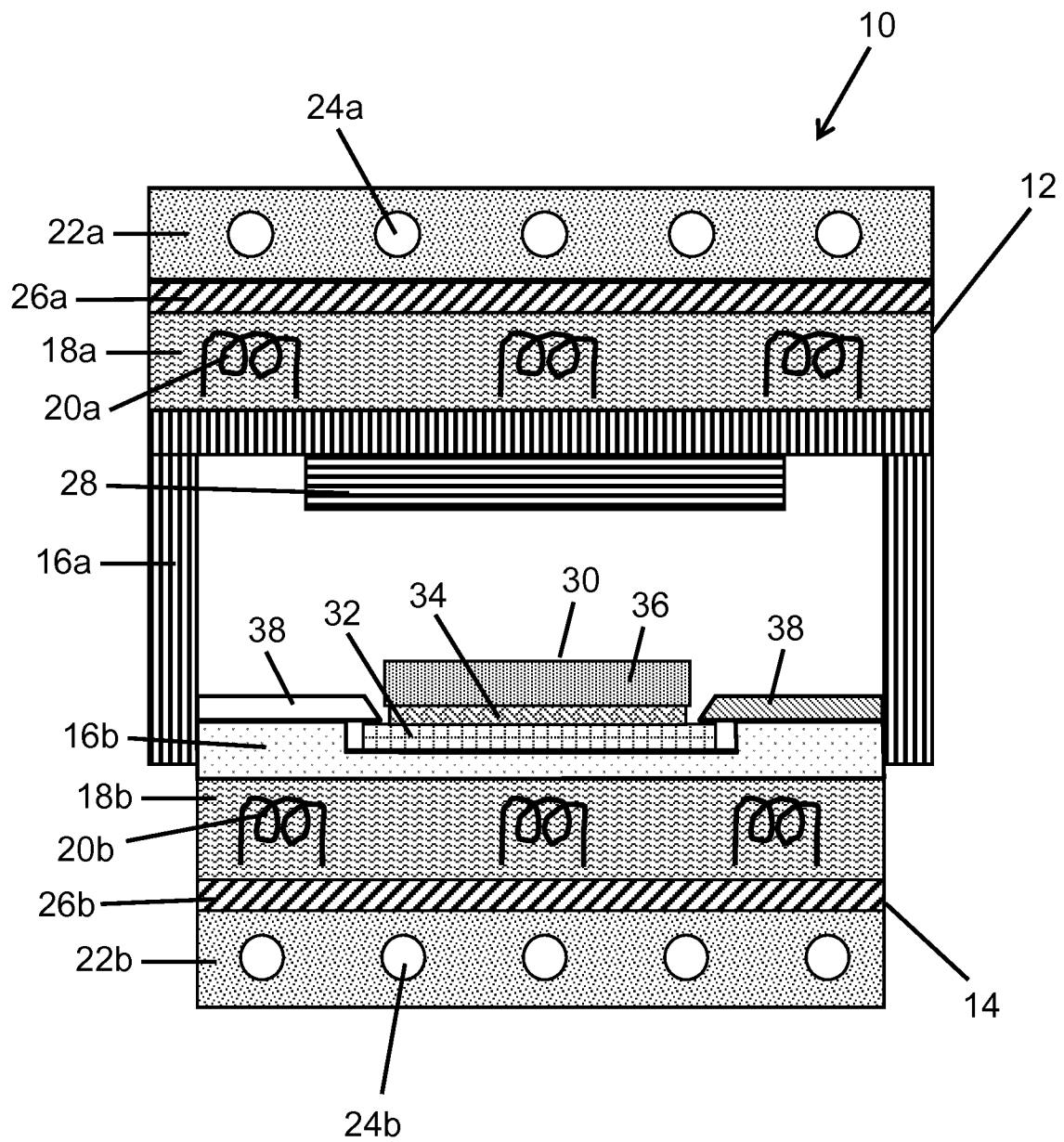


Fig. 1