(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 2 664 885 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.11.2013 Patentblatt 2013/47

(51) Int Cl.:
F27B 5/02 (2006.01) *F27B 5/04* (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13167039.0**

(22) Anmeldetag: **08.05.2013**

(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

(30) Priorität: **16.05.2012 DE 102012208170**

(71) Anmelder: **FCT Anlagenbau GmbH**
96515 Sonneberg (DE)

(72) Erfinder:
- **Blüchel, Peter**
  96268 Mitwitz (DE)
- **Böttcher, Horst**
  96528 Schalkau (DE)
- **Schorr, Wolfram**
  96515 Sonneberg (DE)
- **Bauersachs, Norbert**
  96472 Rödental (DE)

(74) Vertreter: **Ullrich & Naumann**
Patent- und Rechtsanwälte
Schneidmühlstrasse 21
69115 Heidelberg (DE)

(54) **Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Werkstücks**

(57) Eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Werkstücks, insbesondere zum Sintern, mit einem Induktionsofen, in dem das Werkstück und ggf. Additive - direkt oder indirekt - induktiv erwärmbar sind, ist dadurch gekennzeichnet, dass der Induktionsofen als Heizmodul (1) ausgebildet ist und dass dem Heizmodul (1) unmittelbar oder mittelbar ein Einschleusemodul (2) zum Einbringen des Werkstücks vorgeschaltet und ein Kühlmodul (3) zum Abkühlen des Werkstücks nachgeschaltet sind.

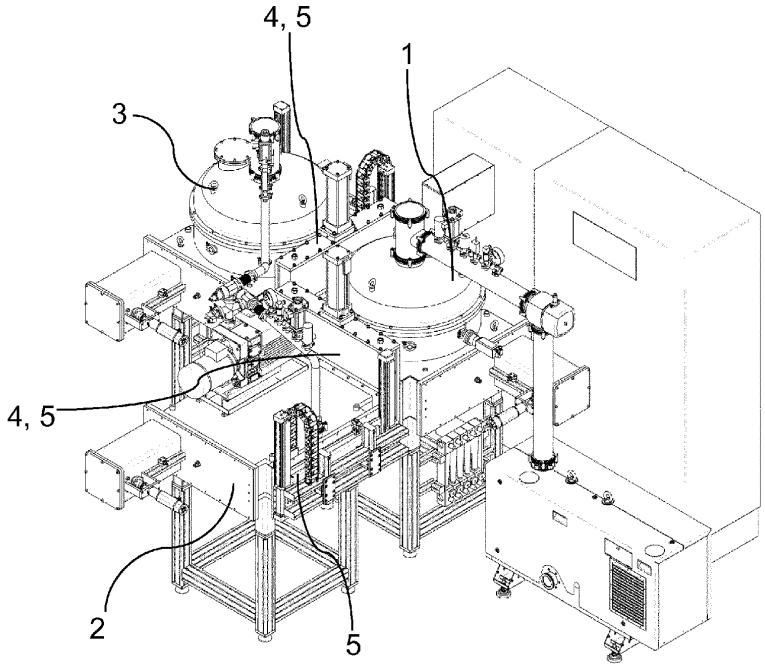

Fig. 1

EP 2 664 885 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Werkstücks, insbesondere zum Sintern, mit einem Induktionsofen, in dem das Werkstück und ggf. Additive - direkt oder indirekt - induktiv erwärmbar sind.

[0002] Vorrichtungen der in Rede stehenden Art sind seit Jahren aus der Praxis bekannt und werden insbesondere bei der Herstellung von keramischen Werkstücken, beispielsweise von Bremsscheiben, eingesetzt. Dabei werden zunächst verschiedene Rohstoffe, bedarfsweise unter Zugabe von Bindemitteln, miteinander vermischt und beispielsweise durch Verpressen in die gewünschte Form gebracht. Dieser sogenannte Grünling wird bei relativ geringer Temperatur einer Wärmebehandlung - dem Entbindern - unterzogen, um zumindest teilweise Bindemittel aus dem Grünling freizusetzen. Dieser Vorgang wird auch als Pyrolyse bezeichnet.

[0003] Nach der Entbinderung erfolgt die eigentliche Sinterung, bei der das Werkstück in einem Ofen bei hohen Temperaturen wärmebehandelt wird. Dabei laufen Diffusionsvorgänge zwischen den einzelnen Rohstoffpartikeln in fester und teilweise auch flüssiger Phase ab, wodurch die Porosität des Werkstücks verringert und die Festigkeit erhöht wird. Des Weiteren ist bekannt, das Werkstück in dem Ofen auf eine Schüttung aus einem Additiv, beispielsweise einem Infiltrationsmaterial wie Silizium, zu legen. Bei entsprechender Temperatur schmilzt das Infiltrationsmaterial und infiltriert in die Poren des Werkstücks, so dass das Werkstück die gewünschten Materialeigenschaften erhält. Diese Prozesse müssen in einer besonderen Gasatmosphäre und/oder bei einem Druck unterhalb des Atmosphärendrucks erfolgen. Nach der Wärmebehandlung muss das Werkstück abgekühlt werden, was aufgrund der extremen Temperaturen sehr zeitintensiv ist.

[0004] Aus der Praxis sind zwei verschiedene Typen von Induktionsöfen vorbekannt, der Durchlaufofen und der Batch-Ofen. Bei einem Durchlaufofen werden die Werkstücke kontinuierlich durch einen Ofen transportiert, wobei der Ofen unterschiedliche Temperaturzonen aufweist. Bei dieser Art von Öfen ist nachteilig, dass die Erzeugung einer geeigneten Gasatmosphäre und der benötigten Temperatur aufgrund der Größe eines Durchlaufofens nur mit großem konstruktivem Aufwand und unter erheblicher Energieaufwendung möglich ist.

[0005] Bei einem Batch-Ofen, wie er beispielsweise aus der WO 2007/063562 A1 bekannt ist, wird das Werkstück auf einer Schüttung aus Silizium in den Ofen eingebracht und in dem Ofen ein Unterdruck erzeugt. Wenn die benötigte Atmosphäre erzeugt ist, wird das Werkstück und das Silizium über eine Induktionsspule erhitzt, so dass das Silizium schmilzt und in das Werkstück infiltriert. Nachdem die Infiltration abgeschlossen ist, wird der gesamte Ofen und somit das Werkstück abgekühlt, das Ofeninnere auf Atmosphärendruck gebracht und das fertige Werkstück ausgegeben. Dabei ist nachteilig, dass die Bearbeitung eines Werkstücks sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, da zunächst ein Unterdruck erzeugt, dann der Ofen erhitzt, danach der Ofen abgekühlt und schließlich auf Atmosphärendruck gebracht werden muss. Daher ist der Durchsatz bei dieser Vorrichtung nicht sehr groß, auch wenn mehrere Werkstücke gleichzeitig in den Ofen eingebracht werden. Des Weiteren ist nachteilig, dass bei der Wärmebehandlung sehr viel Energie aufgebracht werden muss, um das Werkstück und die Schüttung auf die benötigte Temperatur zu erhitzen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Werkstücks der eingangs genannten Art derart auszugestalten und weiterzubilden, dass mit einfachen konstruktiven Mitteln und mit geringem energetischen Aufwand bei erhöhtem Durchsatz eine sichere und zuverlässige Wärmebehandlung gewährleistet ist.

[0007] Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Danach ist die in Rede stehende Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass der Induktionsofen als Heizmodul ausgebildet ist und dass dem Heizmodul unmittelbar oder mittelbar ein Einschleusemodul zum Einbringen des Werkstücks vorgeschaltet und ein Kühlmodul zum Abkühlen des Werkstücks nachgeschaltet sind.

[0008] In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, dass die zugrunde liegende Aufgabe durch eine modulare Bauweise der Vorrichtung in verblüffend einfacher Weise gelöst werden kann. Im Konkreten ist der Induktionsofen dazu als Heizmodul ausgebildet, in dem die eigentliche Wärmebehandlung des Werkstücks stattfindet. Die Beschickung der Vorrichtung mit dem Werkstück erfolgt über das Einschleusemodul, das dem Heizmodul unmittelbar oder mittelbar vorgeschaltet ist. Nach der Wärmebehandlung ist das Werkstück in dem dem Heizmodul nachgeschalteten Kühlmodul abkühlbar. Durch den modularen Aufbau muss der Induktionsofen nach der Wärmebehandlung nicht mehr abgekühlt werden, um das Werkstück zu kühlen. Der Kühlvorgang findet vom Heizmodul entkoppelt in dem Kühlmodul statt, so dass die Prozesswärme der Wärmebehandlung vorhergehender Werkstücke in dem Heizmodul nutzbar bleibt. Dadurch verringert sich die für die Wärmebehandlung notwendige Energie um ein Vielfaches. Direkt nachdem das wärmebehandelte Werkstück aus dem Heizmodul entfernt und dem Kühlmodul übergeben ist, ist unmittelbar oder mittelbar aus dem Einschleusemodul ein neues Werkstück in das Heizmodul einbringbar. Dies führt zu einem äußerst hohen Durchsatz der Vorrichtung, was beispielsweise bei der Herstellung von Bremsscheiben von besonderem Interesse ist.

[0009] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass unter dem Begriff Wärmebehandlung die Sinterung eines Werkstücks und/oder die Infiltration eines Werkstücks oder jeder andere Prozess zu verstehen ist, bei dem ein Werkstück hohen Temperaturen ausgesetzt ist. Des Weiteren ist wesentlich, dass es sich um ein beliebiges Werkstück, beispielsweise einen Grünling, handeln

kann, wobei das Werkstück als solches oder zusammen mit jedweden Additiven, beispielsweise Infiltrationsmaterial wie Silizium, erwärmbar ist. Im Folgenden sei zur Vereinfachung von einem Werkstück die Rede, wobei hierunter auch ein ggf. vorhandenes Additiv verstanden sein soll.

[0010] Um eine indirekte Erwärmung des Werkstücks zu gewährleisten, kann das Heizmodul mindestens eine Induktionsspule aufweisen, durch die eine Heizplatte induktiv erwärmbar ist. Bei der Heizplatte kann es sich beispielsweise um eine Graphitplatte oder eine Platte aus einem beliebigen anderen Stoff handeln, in dem durch die Induktionsspule Wirbelströme erzeugbar sind. Das Feld der Induktionsspule muss somit nicht in das Werkstück, sondern lediglich in die Heizplatte eindringen, so dass das Werkstück unmittelbar durch die Heizplatte und somit nur mittelbar durch die Induktionsspule erwärmbar ist.

[0011] In besonders vorteilhafter Weise kann das Heizmodul einen verfahrbaren Teller aufweisen, auf dem das Werkstück aufliegt. Dabei kann der Teller beispielsweise vertikal verfahrbar sein und so das Werkstück von einer von der Induktionsspule oder der Heizplatte entfernten Beladeposition in eine der Induktionsspule oder der Heizplatte nahen Bearbeitungsposition verbringbar sein.

[0012] Zur Gewährleistung einer optimalen Funktionsweise des Heizmoduls kann dieses evakuierbar oder mit Gas spülbar sein. Ergänzend oder alternativ dazu kann in dem Heizmodul eine besondere Gasatmosphäre, beispielsweise aus einem Schutzgas, erzeugbar sein. Wesentlich ist lediglich, dass in dem Heizmodul eine dem Prozess entsprechend benötigte Atmosphäre erzeugbar ist. In weiter vorteilhafter Weise ist in dem Einschleusemodul eine Atmosphäre erzeugbar, die zumindest weitgehend der in dem Heizmodul herrschenden Atmosphäre entspricht.

[0013] Um eine kontrollierte Abkühlung des Werkstücks zu erreichen, ist es von Vorteil, wenn das Kühlmodul mit Gas, beispielsweise mit einem Schutzgas, beaufschlagbar ist. Des Weiteren ist denkbar, dass in dem Kühlmodul zumindest weitgehend die gleiche Atmosphäre erzeugbar ist wie in dem Heizmodul. Zur optimalen Abkühlung des Werkstücks ist ferner denkbar, dass das Kühlmodul einen - vorzugweise vertikal - verfahrbaren Teller aufweist, auf dem das Werkstück aufliegt, wobei der Teller zum Verbringen des Werkstücks von einer von einer Gasaustrittstelle entfernten Beladeposition in eine einer Gasaustrittsstelle nahen Kühlposition verbringbar ist. Das Werkstück ist somit in unmittelbare Nähe eines in das Kühlmodul einströmenden Kühlgases verbringbar.

[0014] Zur weiteren Maximierung des Durchsatzes können mehrere Kühlmodule vorgesehen sein. Dies können beispielsweise parallel oder hintereinander angeordnet und dem Heizmodul nachgeschaltet sein. Insbesondere wenn die Abkühlung des Werkstücks nach der Wärmebehandlung länger dauert als die Wärmebehandlung als solche, ist die Taktrate bzw. der Durchsatz der gesamten Vorrichtung durch mehrere Kühlmodule optimiert.

[0015] Im Hinblick auf eine optimale Nutzung der Prozesswärme ist es denkbar, ein Entbinderungsmodul zum Ausgasen bzw. Pyrolysieren von Verfestigungs- oder Bindemittel aus dem Werkstück vorzusehen. Im Konkreten kann das Entbinderungsmodul zwischen dem Einschleusemodul und dem Heizmodul vorgesehen sein. Dadurch kann die bei der Entbinderung aufgebrachte Wärmeenergie auch von dem nachgeschalteten Heizmodul genutzt werden, so dass die Energieeffizienz der gesamten Vorrichtung optimiert ist.

[0016] In weiter vorteilhafter Weise kann ein Zugabemodul zur Zugabe von Additiven, beispielsweise Infiltrationsmaterial wie Silizium, zu dem Werkstück vorgesehen sein. Generell ist es denkbar, beliebige weitere Module dem Einschleusemodul und/oder dem Heizmodul und/oder dem Kühlmodul vor- oder nachzuschalten. Die Module können den verschiedensten Zwecken dienen. Des Weiteren kann die Größe bzw. die Länge eines jeden der beschriebenen Module den Anforderungen entsprechend angepasst sein.

[0017] Von besonderem Vorteil ist es, wenn zueinander benachbarte Module, wie z.B. das Einschleusemodul und das Heizmodul und/oder das Heizmodul und das Kühlmodul, durch Schleusen voneinander getrennt sind. Die Schleusen sind vorzugsweise vakuumdicht ausgeführt, wobei der Begriff Vakuum hier relativ und nicht im physikalischen Sinne zu verstehen ist. Die Schleusen sollen eine Abdichtung zwischen den einzelnen Modulen ermöglichen, so dass in den Modulen - zumindest weitgehend - eine beliebige Atmosphäre erzeugbar sein kann. Des Weiteren können benachbarte Module über einen Flansch miteinander verbunden sein. Somit ist eine Anpassung der Vorrichtung durch einen Austausch oder eine andere Anordnung der Module jederzeit und ohne großen Aufwand möglich. Die Vorrichtung ist dadurch in idealer Weise an unterschiedliche Werkstücke bzw. Wärmebehandlungen anpassbar.

[0018] Zur Förderung des Werkstücks von einem Modul zum anderen, beispielsweise von dem Einschleusemodul in das Heizmodul und/oder von dem Heizmodul in das Kühlmodul, kann mindestens eine Schiebereinrichtung vorgesehen sein.

[0019] Um eine möglichst variable und an die Räumlichkeiten anpassbare Vorrichtung zu realisieren, können die Module derart ausgeführt sein, dass sie in einem beliebigen Winkel zueinander anordenbar sind.

[0020] Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen

und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine perspektivische Ansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung eine Draufsicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung eine erste Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 4 in einer schematischen Darstellung eine zweite Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 5 in einer schematischen Darstellung das Heizmodul der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 6 in einer schematischen Darstellung einen Schnitt durch einen Teil des Heizmoduls der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1.

[0021] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Die Vorrichtung weist ein Heizmodul 1 auf, dem ein Einschleusemodul 2 vorgeschaltet und ein Kühlmodul 3 nachgeschaltet ist. Das Einschleusemodul 2 dient zur Aufnahme des zu bearbeitenden Werkstücks. Nachdem das Werkstück in das Einschleusemodul 2 aufgenommen ist, erfolgt in dem Einschleusemodul 2 ein Atmosphärenaustausch bzw. die Angleichung an die Atmosphäre des Heizmoduls 1 und das Werkstück wird in das Heizmodul 1 verbracht. In dem Heizmodul 1 ist das Werkstück und ggf. Additive bei gewünschter Atmosphäre indirekt induktiv erhitzbar. Nachdem die Wärmebehandlung des Werkstücks in dem Heizmodul 1 bei gewünschter Temperatur erfolgt ist, wird es in das Kühlmodul 3 verbracht. In dem Kühlmodul 3 ist das Werkstück kontrolliert abkühlbar, mitunter durch Zugabe eines Gases. Hat das Werkstück die gewünschte Temperatur erreicht, wird es aus dem Kühlmodul 3 entnommen.

[0022] Das Einschleusemodul 2 und das Heizmodul 1 sowie das Heizmodul 1 und das Kühlmodul 3 sind jeweils über einen Flansch 4 miteinander verbunden. Des Weiteren sind zwischen dem Einschleusemodul 2 und dem Heizmodul 1 sowie zwischen dem Heizmodul 1 und dem Kühlmodul 3 Schleusen 5 vorgesehen. Das Einschleusemodul 2 weist eine weitere Schleuse 5 auf, durch die das Werkstück in das Einschleusemodul 2 einbringbar ist. Am Kühlmodul 3 ist eine weitere Schleuse 5 vorgesehen, aus der das Werkstück ausgebbar ist.

[0023] Die Schleusen 5 dichten das Einschleusemodul 2, das Heizmodul 1 und das Kühlmodul 3 derart gegeneinander bzw. gegenüber der Atmosphäre ab, dass in dem Einschleusemodul 2, dem Heizmodul 1 und dem Kühlmodul 3 die für die Wärmebehandlung nötige Atmosphäre erzeugbar ist. Ferner dienen die Schleusen 5 dazu, das Heizmodul 1 thermisch gegenüber dem Einschleusemodul 2 und dem Kühlmodul 3 zu isolieren, so dass die Prozesswärme der Wärmebehandlung vorhergehender Werkstücke in dem Heizmodul 1 nicht verloren geht. Im Konkreten verhindern die Schleusen 5, dass das Heizmodul 1 zwischen der Ausgabe eines bearbeiteten Werkstücks und der Aufnahme eines unbearbeiteten Werkstücks möglichst wenig abkühlt.

[0024] Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung aus Fig. 1 in einer Draufsicht. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass das Einschleusemodul 2 und das Kühlmodul 3 über die Flansche 4 in einem rechten Winkel an dem Heizmodul 1 angeordnet sind. Das Einschleusemodul 2 und das Kühlmodul 3 können auch in einem beliebigen anderen Winkel zueinander mit dem Heizmodul 1 verbunden sein, so dass sich beispielsweise eine lineare Förderstrecke für das Werkstück ergibt. Die Vorrichtung ist dadurch in idealer Weise an beliebige Räumlichkeiten anpassbar.

[0025] Das Werkstück ist über Schieber 6 von dem Einschleusemodul 2 in das Heizmodul 1 bzw. von dem Heizmodul 1 in das Kühlmodul 3 verschiebbar. Die Schieber 6 sind hier jeweils um 90° versetzt zum Eingang des Einschleusemoduls 2, des Heizmoduls 1 und des Kühlmoduls 3 angeordnet.

[0026] Die Fig. 3 und 4 zeigen das Ausführungsbeispiel aus Fig. 1 in unterschiedlichen Seitenansichten. In Fig. 3 ist gezeigt, dass das Kühlmodul 3 eine Hubeinrichtung 7 aufweist, um einen nicht dargestellten Teller, auf dem das Werkstück aufliegt, vertikal zu verfahren. Das Werkstück ist durch die Hubeinrichtung 7 von einer Beladeposition in eine Abkühlposition verbringbar. Zur Vermeidung von Wiederholungen sei des Weiteren auf die Ausführungen zu den Fig. 1 bis 3 verwiesen.

[0027] Fig. 5 zeigt das Heizmodul 1 der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1. An dem Heizmodul 1 ist eine Hubeinrichtung 7 angeordnet, um einen nicht dargestellten Teller, auf dem das Werkstück aufliegt, von einer Beladeposition in eine Bearbeitungsposition zu verbringen. Zur Vermeidung von Wiederholungen sei des Weiteren auf die Ausführungen zu den Fig. 1 bis 4 verwiesen.

[0028] In Fig. 6 ist in einer schematischen Ansicht ein Schnitt durch einen Teil des Heizmodul 1 der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1 gezeigt. Das Heizmodul 1 weist eine oben liegende Induktionsspule 8 auf. Bei Aktivierung der Induktionsspule 8 induziert diese Wirbelströme in der Heizplatte 9, so dass sich die Heizplatte 9 erwärmt. Die Heizplatte 9 ist beispielsweise als Graphitplatte ausgebildet. Durch die Heizplatte 9 ist das Werkstück erhitzbar, welches sich - ggf. mit Additiven wie z.B. Silizium - in dem Tiegel 10 befindet. Das von der Induktionsspule 8 erzeugte Magnetfeld koppelt bei dieser Aus-

führungsform kaum in das Werkstück, sondern fast ausschließlich in die Heizplatte 9 ein.

[0029] Um das Werkstück näher an die Heizplatte 9 heranzuführen, ist ein Teller vorgesehen, auf dem das Werkstück aufliegt. Durch den Teller ist der Tiegel 10 und somit das Werkstück von einer von der Induktionsspule 8 bzw. der Heizplatte 9 entfernten Beladeposition in eine der Induktionsspule 8 bzw. der Heizplatte 9 nahen Bearbeitungsposition verbringbar.

[0030] Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Patentansprüche verwiesen.

[0031] Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das voranstehend beschriebene Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dient, diese jedoch nicht auf das Ausführungsbeispiel einschränkt.

Bezugszeichenliste

1	Heizmodul
2	Einschleusemodul
3	Kühlmodul
4	Flansch
5	Schleuse
6	Schieber
7	Hubeinrichtung
8	Induktionsspule
9	Heizplatte
10	Tiegel

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Wärmebehandlung eines Werkstücks, insbesondere zum Sintern, mit einem Induktionsofen, in dem das Werkstück und ggf. Additive - direkt oder indirekt - induktiv erwärmbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Induktionsofen als Heizmodul (1) ausgebildet ist und dass dem Heizmodul (1) unmittelbar oder mittelbar ein Einschleusemodul (2) zum Einbringen des Werkstücks vorgeschaltet und ein Kühlmodul (3) zum Abkühlen des Werkstücks nachgeschaltet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizmodul (1) mindestens eine Induktionsspule (8) aufweist, durch die eine Heizplatte (9), insbesondere eine Graphitplatte, induktiv erwärmbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizmodul (1) einen - vorzugweise vertikal - verfahrbaren Teller aufweist, auf dem das Werkstück aufliegt, wobei der Teller zum Verbringen des Werkstücks von einer von der Induktionsspule (8) oder der Heizplatte (9) entfernten Beladeposition in eine der Induktionsspule (8) oder der Heizplatte (9) nahen Bearbeitungsposition verbringbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizmodul (1) evakuierbar, mit Gas spülbar und/oder in dem Heizmodul (1) eine besondere Gasatmosphäre, beispielsweise aus einem Schutzgas, erzeugbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Einschleusemodul (2) eine Atmosphäre erzeugbar ist, die zumindest weitgehend der in dem Heizmodul (1) herrschenden Atmosphäre entspricht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmodul (3) mit Gas, beispielsweise mit einem Schutzgas, beaufschlagbar ist, um das Werkstück kontrolliert abzukühlen und/oder dass das Kühlmodul (3) einen - vorzugweise vertikal - verfahrbaren Teller aufweist, auf dem das Werkstück aufliegt, wobei der Teller zum Verbringen des Werkstücks von einer von einer Gasaustrittstelle entfernten Beladeposition in eine einer Gasaustrittsstelle nahen Kühlposition verbringbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Kühlmodule (3) parallel oder hintereinander angeordnet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Entbinderungsmodul zum Ausgasen bzw. Pyrolysieren von Verfestigungs-oder Bindemittel aus dem Werkstück vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zugabemodul zur Zugabe von Additiven, beispielsweise von Silizium, zu dem Werkstück vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen benachbarten Modulen, insbesondere zwischen dem Heizmodul (1) und dem Einschleusemodul (2) und/oder dem Heizmodul (1) und dem Kühlmodul (3), vorzugsweise vakuumdichte Schleusen (5) vorgesehen sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Module, insbesondere das Heizmodul (1) und das Einschleusemodul (2) und/oder das Heizmodul (1) und das Kühlmodul (3) über einen Flansch (4) miteinander

verbunden sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schiebereinrichtung (6) vorgesehen ist, über die das Werkstück aus einem Modul in das benachbarte Modul, insbesondere aus dem Einschleusemodul (2) in das Heizmodul (1) und/oder aus dem Heizmodul (1) in das Kühlmodul (3), transportierbar ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** benachbarte Module, insbesondere das Heizmodul (1) und das Einschleusemodul (2) und/oder das Heizmodul (1) und das Kühlmodul (3), in einem beliebigen Winkel zueinander anordenbar und so an beliebige Räumlichkeiten anpassbar sind.

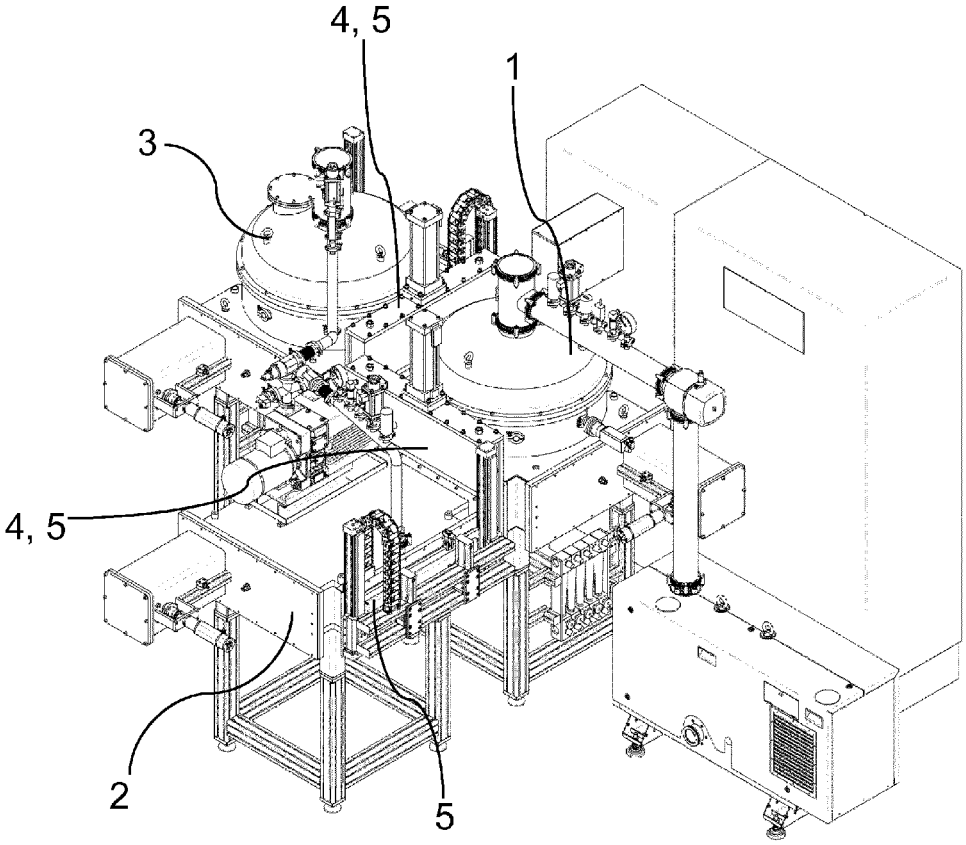

Fig. 1

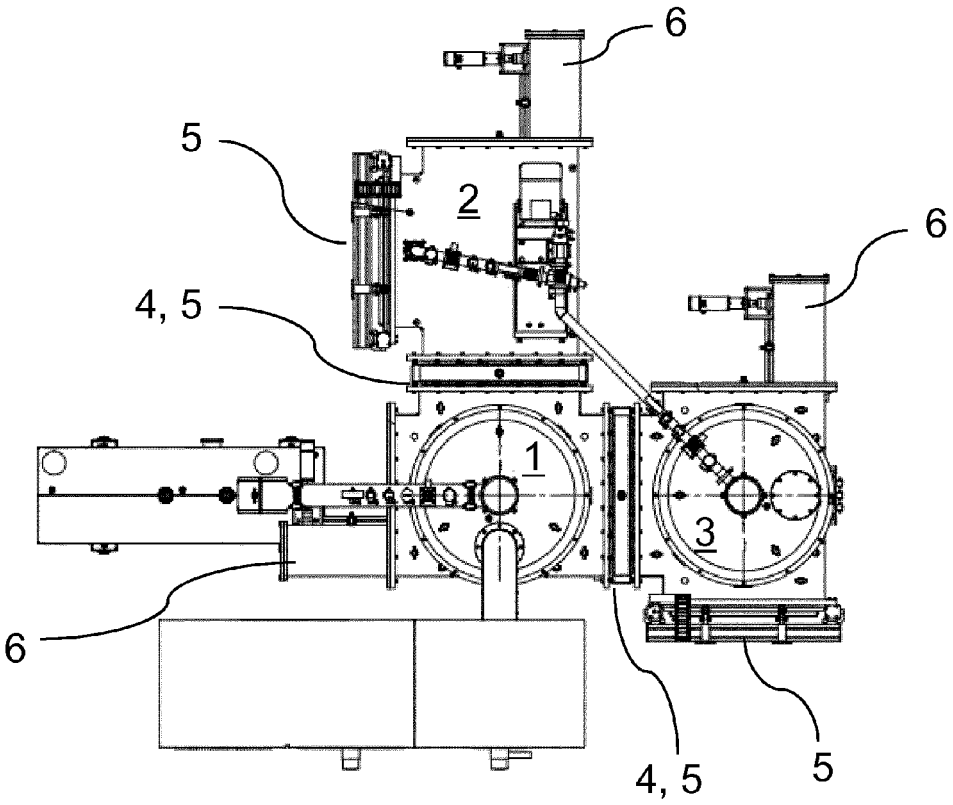

Fig. 2

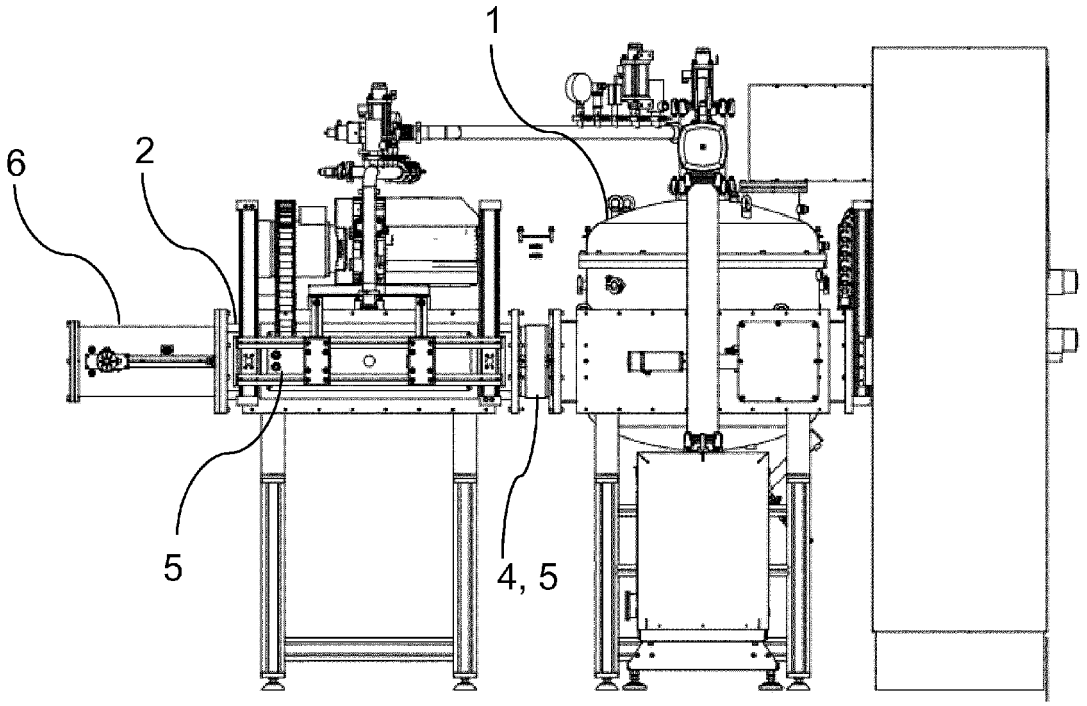

Fig. 3

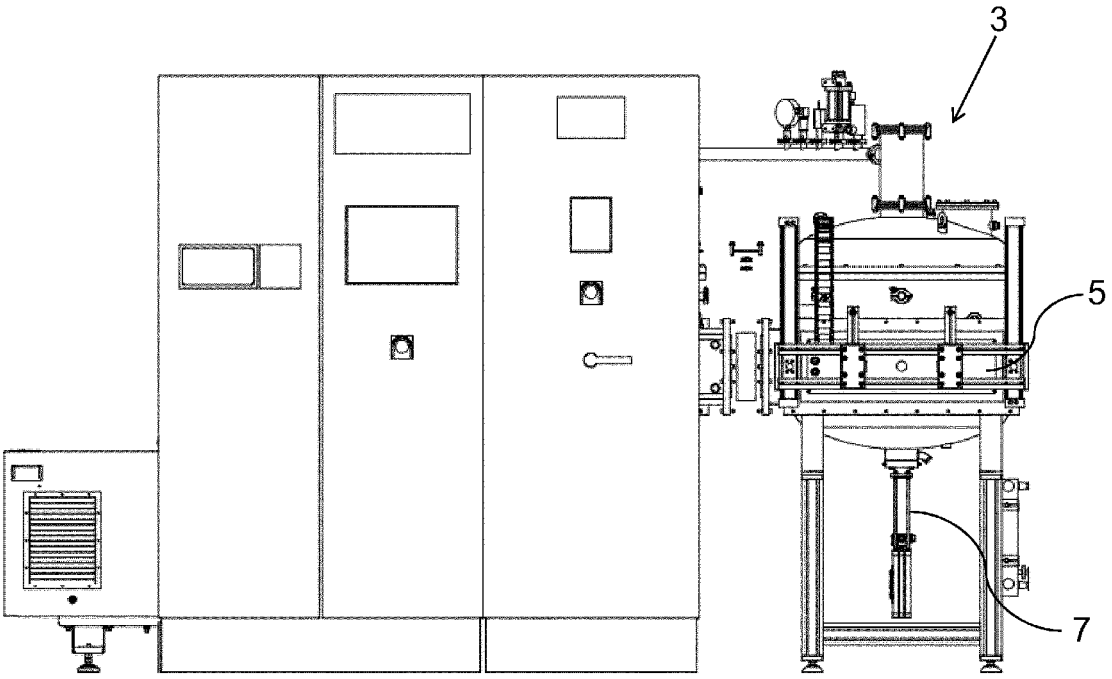

Fig. 4

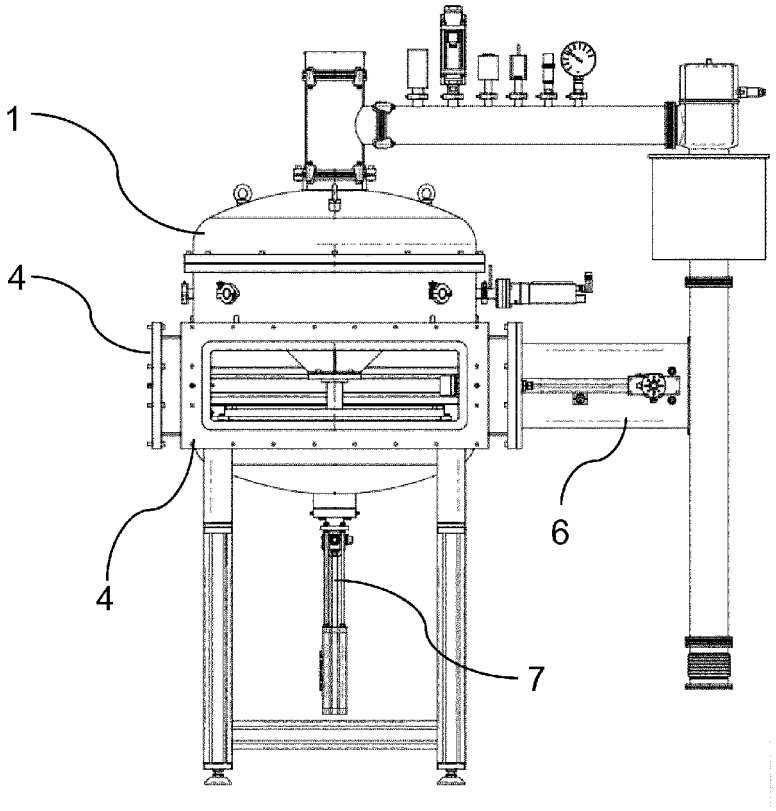

Fig. 5

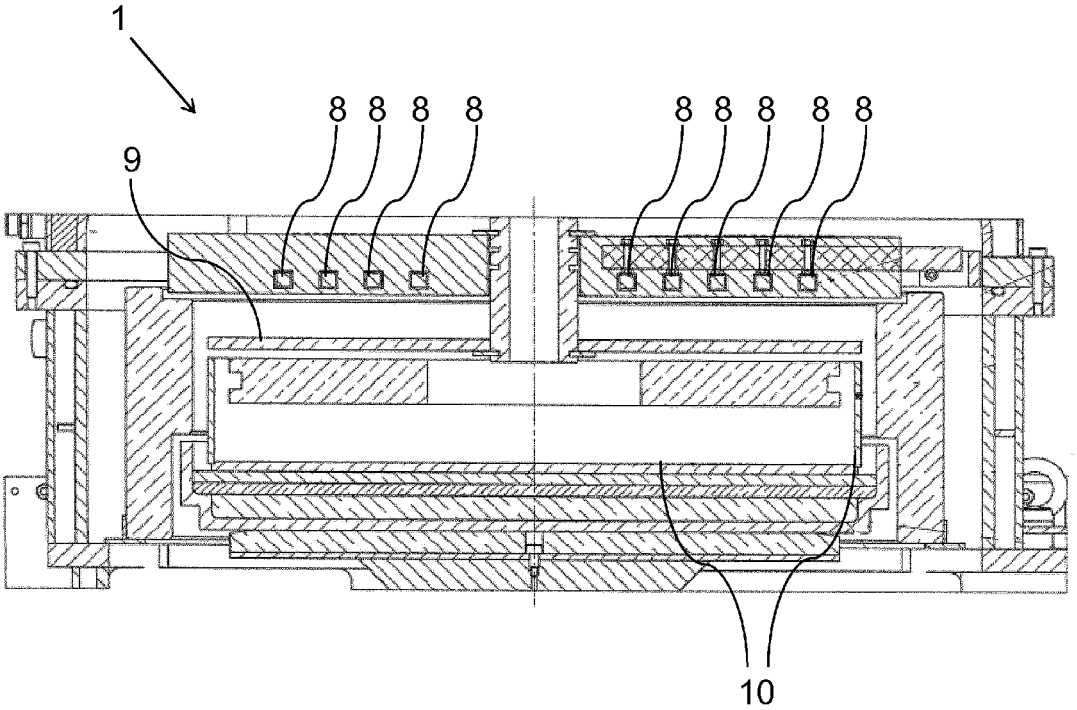

Fig. 6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 16 7039

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2009/150152 A2 (ANTONELLO LUIS MARIA [IT]; ZARCONE MARIANO [IT]) 17. Dezember 2009 (2009-12-17) * Ansprüche 1,7 * * Abbildungen 1-14 * -----	1-13	INV. F27B5/02 F27B5/04
Y	GB 2 121 935 A (NIPPON OXYGEN CO LTD) 4. Januar 1984 (1984-01-04) * Abbildungen 1-3 * * Seite 2, Zeile 6 - Seite 3, Zeile 21 * -----	1-13	
Y	EP 2 039 666 A2 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 25. März 2009 (2009-03-25) * Abbildung 1 * * Absatz [0013] - Absatz [0014] * * Absatz [0016] - Absatz [0019] * -----	1-13	
Y,D	WO 2007/063562 A1 (BREMBO CERAMIC BRAKE SYSTEMS S [IT]; GOLLER RALF SIEGFRIED [IT]; PACCH) 7. Juni 2007 (2007-06-07) * Abbildung 1 * * Anspruch 1 * -----	1-13	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

F27B
C21D
B22F
C04B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

1

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	7. August 2013	Peis, Stefano

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 : nichtschriftliche 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 13 16 7039

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.

07-08-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009150152 A2	17-12-2009	CN 102066623 A	18-05-2011
		EP 2286005 A2	23-02-2011
		US 2011129404 A1	02-06-2011
		WO 2009150152 A2	17-12-2009
GB 2121935 A	04-01-1984	KEINE	
EP 2039666 A2	25-03-2009	DE 102007044783 A1	09-04-2009
		EP 2039666 A2	25-03-2009
		US 2009149308 A1	11-06-2009
		US 2011002834 A1	06-01-2011
WO 2007063562 A1	07-06-2007	EP 1954998 A1	13-08-2008
		WO 2007063562 A1	07-06-2007

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

- WO 2007063562 A1 **[0005]**