



(11) **EP 2 815 822 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.12.2014 Patentblatt 2014/52

(51) Int Cl.:
B22F 3/10 (2006.01) B22F 3/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14001835.9**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(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: **18.06.2013 DE 102013010237**

(71) Anmelder: **Elino Industrie-Ofenbau GmbH
52355 Düren (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lopez Lopez, Francisco
52355 Nörvenich (DE)**
• **Schäufler, Dieter
78259 Mühlhausen (DE)**

(74) Vertreter: **Hauck Patent- und Rechtsanwälte
Mörkestrasse 18
40474 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren und Anlage zum Entbindern und Sintern von Teilen**

(57) Es werden ein Verfahren und eine Anlage zum Entbindern und Sintern von Teilen beschrieben. Die Teile werden in einem ersten Batch-Ofen entbindert und vorgesintert und in einem zweiten Batch-Ofen einem Sinterprozess unterzogen. Der Vorsinterprozess wird im

gleichen Batch-Ofen wie der Entbinderungsprozess konvektiv unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases durchgeführt. Auf diese Weise lässt sich das Entbindern und Sintern von solchen Teilen zeitsparend und energiesparend durchführen.

EP 2 815 822 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Entbindern und Sintern von Teilen, insbesondere von durch MIM-, PIM- oder CIM-Verfahren hergestellten Teilen, bei dem die Teile in einem ersten Batch-Ofen entbindert und in einem zweiten Batch-Ofen gesintert werden.

[0002] Unter Entbindern versteht man das Entfernen von Bindemitteln, insbesondere polymeren Bindemitteln, aus Rohlingen. Das verwendete Entbinderungsverfahren hängt vom jeweiligen Binder ab. Es gibt Bindersysteme mit thermisch zersetzbaren Bindern, wie z.B. Wachsen. Andere Binder werden mit Lösemitteln, wie Wasser oder Aceton, entfernt. Das am weitesten verbreitete Verfahren ist das katalytische Entbindern, weil es die kürzesten Entbinderungszeiten gewährleistet.

[0003] Der Binder kann aus zwei Komponenten bestehen, wobei beim Vorentbindern nur eine Komponente entfernt wird. Die zweite Komponente ist notwendig, um dem Rohling die notwendige Festigkeit zu verleihen, damit er beim nachfolgenden Sintern noch gehandhabt werden kann. Diese zweite Komponente wird Restbinder genannt und kann in einem zweiten Entbinderungsprozess (Restentbinderung) entfernt werden.

[0004] Das hier beschriebene Verfahren dient sowohl zur Vorentbinderung, wobei es sämtliche möglichen Entbinderungsverfahren umfasst, als auch zur Restentbinderung.

[0005] Einen wichtigen Verfahrensschritt in der Pulvermetallurgie stellt das Sintern dar. Die aus Metallpulvern nach verschiedenen Verfestigungsverfahren hergestellten Rohlinge bzw. Presslinge haben zunächst eine nur geringe Festigkeit und werden zur Verfestigung einer Wärmebehandlung bis nahe an die absolute Schmelztemperatur unterzogen. Diesen Prozess bezeichnet man als Sinterung. Wegen der Oxidationsempfindlichkeit der meisten Sinterwerkstoffe muss unter einer Schutzgasatmosphäre oder unter Vakuum gesintert werden.

[0006] Unter Sintern versteht man somit ein Wärmebehandlungsverfahren, bei dem das lose Pulvergerüst zum fertigen Bauteil verdichtet wird. Es kommt zu einer fast vollständigen Auffüllung des freien Porenraumes mit Materie. Analog gilt dies auch für Keramikteile, wobei dieses überwiegend unter Luft stattfindet.

[0007] Das vorliegende Verfahren betrifft allgemein das Entbindern und Sintern von Teilen, speziell Metallteilen bzw. Metallformteilen, aber auch von Keramikteilen bzw. Keramikformteilen.

[0008] Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf durch MIM-, PIM- oder CIM-Verfahren hergestellte Teile. Bei dem MIM-Verfahren (Metallspritzgießverfahren) wird durch Extrudieren eines Metallpulvers und eines Binders ein aus Metallpulver und einem Bindersystem bestehendes plastifiziertes Pulver hergestellt, das als homogenes Rohmaterial für das nachfolgende Spritzgießen dient. Durch das nachfolgende Spritzgießen werden Formteil spritzgegossen, die noch ca. 10 Gew. % Binderanteil be-

sitzen. Zur Entfernung dieses Binderanteils erfolgt ein nachfolgender Vorentbinderungs- bzw. Restentbinderungsprozess, woraus ein ungesintertes poröses Metall resultiert. Dieses Metallteil wird schließlich durch einen Sinterschritt zum Endprodukt verfestigt.

[0009] Bei dem CIM-Verfahren werden in entsprechender Weise Keramikformteile hergestellt.

[0010] Ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art ist aus der DE 10 2005 022 242 A1 bekannt. In dieser Veröffentlichung ist eine Anlage zur Entbinderung/Restentbinderung und Sinterung von pulvermetallurgisch hergestellten Metallteilen beschrieben. Bei dem bekannten Verfahren wird in einem ersten Batch-Ofen eine Entbinderung/Restentbinderung durchgeführt. Die behandelten Teile werden in einen zweiten Batch-Ofen eingeführt, in dem ein Sinterprozess ausgeführt wird.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art zur Verfügung zu stellen, mit dem sich Teile mit einer besonders guten Qualität produzieren lassen und das besonders rasch durchführbar ist.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Verfahren der angegebenen Art dadurch gelöst, dass die Teile nach dem Entbindern im ersten Batch-Ofen in diesem Ofen einem Vorsinterprozess unterzogen werden, gemäß dem sie unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases konvektiv auf eine Prozesstemperatur in einem Bereich von 650-950 °C erhitzt werden.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit zusätzlich zur Entbinderung im ersten Batch-Ofen ein Vorsinterprozess durchgeführt. Das hat den Vorteil, dass der Sinterprozess im zweiten Batch-Ofen mit vorgesinterten Teilen durchgeführt werden kann, wodurch eine beträchtliche Zeitersparnis erreicht wird. Da die im zweiten Batch-Ofen (Sinterofen) behandelten Teile bereits vorgesintert sind, kann der eigentliche Sinterprozess schneller ablaufen. Insbesondere kann die Aufheizphase des Sinterofens rascher durchgeführt werden. Für das Vorsintern im ersten Batch-Ofen kann das dort durch den Entbinderungsprozess bzw. Restentbinderungsprozess bereits vorhandene Temperaturniveau ausgenutzt werden, wodurch Zeit und Energie eingespart werden können. So haben Untersuchungen gezeigt, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beispielsweise im ersten Batch-Ofen für das Entbindern und Sintern eine Zeitspanne von 9 h und im zweiten Batch-Ofen für das Sintern eine Zeitspanne von etwa 7 h benötigt werden. Bei einem herkömmlichen Verfahren, bei dem im ersten Batch-Ofen nur entbindert und im zweiten Batch-Ofen der vollständige Sinterprozess durchgeführt wird, ergab sich insgesamt eine Zeitspanne von etwa 24 h.

[0014] Ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass der Vorsinterprozess konvektiv, d.h. unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases, durchgeführt wird. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Teile während/nach dem Entbindern einem homogenen Temperaturniveau sowie

einer homogenen Gasqualität ausgesetzt werden, so dass die Durchführung eines qualitativ hochwertigen Vorsinterprozesses sichergestellt wird. Die zu behandelnden Teile werden hierbei mit dem jeweiligen Prozessgas und/oder Schutzgas direkt beaufschlagt. Durch die realisierte Gasumwälzung wird ein gleichmäßiger Kontakt der Teile mit der entsprechenden Gasatmosphäre gesichert.

[0015] Der hier verwendete Begriff "Prozessgas und/oder Schutzgas" soll sämtliche Gase abdecken, die für den Vorsinterprozess eingesetzt werden, d.h. auch Luft. Insbesondere sollen hiermit Gase bzw. Gasgemische abgedeckt werden, die chemische Reaktionen eingehen, oder Gase bzw. Gasgemische, die ausschließlich zu Schutzzwecken dienen. Natürlich sollen auch Gase oder Gasgemische abgedeckt werden, die beide Aufgaben gleichzeitig erfüllen.

[0016] Beispiele für derartige Gase bzw. Gasgemische sind insbesondere Luft, Stickstoff oder Wasserstoff.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich daher dadurch aus, dass in einem einzigen Batch-Ofen zwei Prozesse durchgeführt werden, nämlich ein Entbinderungsprozess und ein anschließender Vorsinterprozess. In Bezug auf den Entbinderungsprozess kann ein Vorentbinderungsprozess und ein Restentbinderungsprozess ausgeführt werden. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Sintervorgang aufgeteilt in einen Vorsinterprozess und den eigentlichen Sinterprozess, wobei beide Prozesse in verschiedenen Öfen ausgeführt werden. Durch diese Aufteilung ergeben sich die vorstehend geschilderten Vorteile in Bezug auf Zeitersparnis, Energieersparnis und Produktqualität.

[0018] In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Teile vor dem Vorsinterprozess unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases konvektiv einem Entbinderungsprozess unterzogen. Insbesondere werden hierbei die Teile einem Vorentbinderungs- und/oder Restentbinderungsprozess unterzogen. Natürlich können auch bereits anderweitig vorentbindernde Teile im ersten Batch-Ofen nur einem Restentbinderungsprozess unterzogen werden.

[0019] Erfindungsgemäß wird daher auch zum Entbindern konvektiv gearbeitet, d.h. ein entsprechendes Prozessgas und/oder Schutzgas wird umgewälzt und mit den zu behandelnden Teilen kontaktiert, um die entsprechende Entbinderung durchzuführen. Die Gasumwälzung erfolgt hierbei wie beim Vorsinterprozess. Auch in dieser Prozessphase werden somit ein homogener Gaskontakt sowie ein homogenes Temperaturniveau innerhalb der Ofenkammer sichergestellt. Je nach Art der durchgeführten Entbinderung (mit Lösemittel, katalytisch oder thermisch) kommen unterschiedliche Gase zum Einsatz, die reaktive Funktionen oder Schutzfunktionen erfüllen. Für die katalytische Entbinderung wird insbesondere Salpetersäure eingesetzt.

[0020] Je nach Art der Prozessstufe - Vorentbinderung, Restentbinderung - kommen unterschiedliche Temperaturen zum Einsatz, beispielsweise 100-120 °C

beim Vorentbindern und bis zu 700 °C bei der Restentbinderung. Die eingesetzten Gase sind abhängig vom jeweiligen Produkt.

[0021] Um das erfindungsgemäße Verfahren noch weiter zu verkürzen, werden die Teile nach dem Vorsinterprozess vorzugsweise einem Kühlprozess unterzogen. Auch hierbei findet vorzugsweise eine konvektive Kühlung unter Umwälzung eines Kühlgases statt. Damit werden ebenfalls eine homogene Kühlgasatmosphäre sowie ein gleichmäßiges Temperaturniveau erreicht.

[0022] Das Erhitzen und die konvektive Behandlung der Teile während des Entbinderungsprozesses und/oder Vorsinterprozesses erfolgt vorzugsweise so, dass die Teile indirekt über in einem von den Teilen abgetrennten Raum angeordnete Heizeinrichtungen erhitzt werden und direkt mit dem umgewälzten Prozessgas und/oder Schutzgas beaufschlagt werden. Die Kühlung erfolgt vorzugsweise über Umwälzung von Kühlluft innerhalb des Raumes, in dem die Heizeinrichtungen angeordnet sind. Erfindungsgemäß wird somit der konvektive Bereich, in dem die zu behandelnden Teile angeordnet sind, vom Heiz- und Kühlbereich abgetrennt. Durch diese Maßnahme wird eine besonders schonende homogene Erhitzung der zu behandelnden Teile erreicht.

[0023] Der vorliegenden Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Anlage zu schaffen, mit der sich Teile mit einer besonders guten Qualität besonders rasch produzieren bzw. behandeln lassen.

[0024] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Anlage zum Entbindern und Sintern von Teilen, insbesondere von durch das MIM-, PIM oder CIM-Verfahren hergestellten Teilen, mit einem ersten Batch-Ofen zum Entbindern und einem zweiten Batch-Ofen zum Sintern der Metallteile gelöst, wobei der erste Batch-Ofen eine Ofenkammer, einen Ofenmantel, einen Ofendeckel, eine Prozessgas- und/oder Schutzgaseinführeinrichtung, eine Gasumwälzeinrichtung, eine Gasabzugseinrichtung, eine Chargenaufnahmeeinrichtung und Heizeinrichtungen umfasst. Diese Anlage ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass der erste Batch-Ofen in der Ofenkammer eine Retorte aufweist, in der die Chargenaufnahmeeinrichtung und die Gasumwälzeinrichtung angeordnet sind und in die die Gaseinführeinrichtung und die Gasabzugseinrichtung münden, und dass die Heizeinrichtungen zur Ausbildung eines Warmwandofens am Ofenmantel oder benachbart zum Ofenmantel angeordnet sind.

[0025] Wie vorstehend ausgeführt, besteht ein wesentliches Merkmal der Erfindung darin, dass der Entbinderungsprozess und der Vorsinterprozess in ein und demselben Batch-Ofen durchgeführt werden, und zwar konvektiv unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases. Die zu behandelnden Teile befinden sich hierbei in einer Chargenaufnahmeeinrichtung, die innerhalb einer Retorte angeordnet ist, welche sich in der eigentlichen Ofenkammer befindet. Die Gasumwälzung findet innerhalb der Retorte statt, während die Heizeinrichtungen außerhalb der Retorte direkt am

Ofenmantel oder benachbart zum Ofenmantel angeordnet sind, um auf diese Weise einen Warmwandofen auszubilden und dadurch die Teile indirekt zu beheizen sowie eine schonende Temperaturführung zu realisieren. Ferner soll hierdurch das Auskondensieren von gasförmigen Produkten am Ofenmantel vermieden werden. Vielmehr soll hierdurch sichergestellt werden, dass solche Produkte im gasförmigen Zustand über die Gasabzugseinrichtung aus dem Ofen entfernt werden.

[0026] Die vorliegende Erfindung bezieht sich somit nur auf den ersten Batch-Ofen der Anlage, der gleichzeitig zum Entbindern und Vorsintern dient. Der zweite Batch-Ofen, d.h. Sinterofen, kann in üblicher Weise ausgebildet sein und wird daher hier nicht mehr im Einzelnen beschrieben. Die entbinderten und vorgesinterten Teile werden dem ersten Batch-Ofen nach entsprechender Abkühlung entnommen und zur Weiterbehandlung (zum Sintern) in den zweiten Batch-Ofen eingeführt.

[0027] Ein wesentliches Merkmal der Erfindung besteht darin, dass Maßnahmen getroffen sind, um eine konvektive Behandlung der Teile während des Entbindungs- und Vorsinterprozesses im ersten Batch-Ofen sicherzustellen. Hierzu weist der erste Batch-Ofen vorzugsweise innerhalb der Retorte die Chargenaufnahmeeinrichtung zumindest teilweise umgebende Gasführungseinrichtungen auf. Die Gasumwälzeinrichtung ist hierbei insbesondere zwischen der Retorte und den Gasführungseinrichtungen angeordnet. Vorzugsweise befindet sich die Gasumwälzeinrichtung in der Form eines Ventilators in einem Endbereich der Retorte und führt das entsprechende Gas im Raum zwischen der Retortenwand und den Gasführungseinrichtungen zum gegenüberliegenden Endbereich der Retorte, in dem sich eine Gaseintrittsöffnung innerhalb der Gasführungseinrichtungen befindet. In diesem Bereich erfährt das Gas eine Richtungsumkehr um 360° und durchströmt die innerhalb der Gasführungseinrichtungen angeordnete Chargenaufnahmeeinrichtung mit den zu behandelnden Teilen zurück bis zur Gasumwälzeinrichtung und wird von dieser wieder in den Zwischenraum zwischen Retortenwand und Gasführungseinrichtungen abgesaugt. Dieser Gasumwälzvorgang innerhalb der Retorte sorgt daher innerhalb der Retorte für eine homogene Temperatur sowie Gasatmosphäre und eine gleichmäßige Beaufschlagung der zu behandelnden Teile.

[0028] Die Gasführungseinrichtungen und die Gasumwälzeinrichtung des ersten Batch-Ofens sind dabei vorzugsweise so angeordnet, dass die Chargenaufnahmeeinrichtung in Längs- oder in Querrichtung durchströmt wird.

[0029] Die Gaseinführeinrichtung mündet in den Raum innerhalb der Gasführungseinrichtungen und ist vorzugsweise als Gaseinführlanze ausgebildet. Die Gasabzugseinrichtung mündet vorzugsweise in den Zwischenraum zwischen Retortenwand und Gasführungseinrichtungen. Über diese Einrichtung werden die entsprechenden Gase abgezogen und ggf. einer thermischen Nachverbrennung unterzogen.

[0030] Vorzugsweise ist der erste Batch-Ofen mit Kühlluftzuführ- und -abzugseinrichtungen versehen, die in den Zwischenraum zwischen Retorte und Ofenmantel münden bzw. hiervon abgehen. Der Raum innerhalb der Retorte wird daher nicht direkt durch Kühlluftbeaufschlagung gekühlt, sondern es erfolgt eine indirekte Kühlung über den Raum, in dem sich die Heizeinrichtungen befinden.

[0031] Vorzugsweise ist der erste Batch-Ofen als liegender Ofen mit seitlichem Ofendeckel ausgebildet. Eine Ausbildung als stehender Ofen ist ebenfalls möglich. Zwischen Ofendeckel und Ofenmantel sind geeignete Dichtungseinrichtungen angeordnet, die vorzugsweise kühlbar sind, um die hohen Temperaturen insbesondere während des Vorsinterprozesses (um 900 °C) auszuhalten.

[0032] Die hier verwendeten Begriffe "Gaseinführeinrichtung" und "Gaseinführlanze" decken auch die Einführung der Entbinderungssäure bzw. Kombinationen beider Systeme (Gas und Säure) ab.

[0033] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung im Einzelnen erläutert. Die einzige Figur zeigt einen Längsschnitt durch einen ersten Batch-Ofen einer Anlage zum Entbindern und Sintern von Teilen.

[0034] Der im Längsschnitt dargestellte erste Batch-Ofen 1 dient zum Entbindern (Vorentbindern und Restentbindern) und zum Vorsintern von pulvermetallurgisch hergestellten Metallteilen, insbesondere von durch MIM-Verfahren hergestellten Metallteilen. Der Ofen ist in der Form eines liegenden Zylinders ausgebildet und besitzt einen zylindrischen Ofenmantel 13, der auf der einen Seite (endseitig) eine Öffnung aufweist. Diese Öffnung ist durch einen Ofendeckel 2 verschlossen. Zwischen Ofenmantel 13 und Ofendeckel 2 befindet sich eine geeignete Dichtung 10.

[0035] Die im Ofenmantel 13 endseitig vorgesehene Öffnung dient zur Einführung der zu behandelnden Metallteile und zur Herausnahme der behandelten Metallteile. Die Metallteile werden hierzu auf einer Chargenaufnahmeeinrichtung (einem Chargenträger) 9 angeordnet, mittels der sie in den Ofen eingeführt und wieder aus diesem entnommen werden. Die Chargenaufnahmeeinrichtung ist im Betriebszustand etwa mittig im Batch-Ofen 1 angeordnet.

[0036] Der Batch-Ofen 1 weist ferner in seinem Inneren eine Retorte 3 auf, die ebenfalls etwa zylindrisch ausgebildet ist und eine im Wesentlichen geschlossene Endseite sowie eine gegenüberliegende offene Endseite aufweist. Die Retorte 3 ist im Abstand vom Ofenmantel 13 angeordnet, wobei der zwischen Retorte 3 und dem Ofenmantel 13 gebildete Zwischenraum auf der offenen Seite der Retorte ebenfalls durch die Dichtung 10 abgedichtet wird. Im Inneren der Retorte 3 befinden sich geeignete Gasführungseinrichtungen 4, die ebenfalls etwa die Form eines liegenden Zylinders besitzen und auf der einen Endseite im Wesentlichen geschlossen und auf der gegenüberliegenden Endseite offen sind. Innerhalb

der Gasführungseinrichtungen 4 befindet sich die Chargenaufnahmeeinrichtung 9.

[0037] Eine geeignete Gasumwälzeinrichtung 6 in Form eines Umwälzventilators befindet sich im endseitigen Zwischenraum zwischen Retorte 3 und den Gasführungseinrichtungen 4 und weist eine sich durch den Ofenmantel 13, der mit einer geeigneten Isolation versehen ist, erstreckende Antriebswelle auf, die zu einem außerhalb des Ofens angeordneten Antriebsmotor führt. Eine in Form einer Gas- und/oder Säureeinführanlage 7 ausgebildete Gaseinführeinrichtung erstreckt sich ebenfalls durch den Ofenmantel 13 bis in den Raum innerhalb der Gasführungseinrichtungen 4 hinein. Eine Gasabzugseinrichtung 8 in Form eines Rohres erstreckt sich durch den Ofenmantel 13 bis in den endseitigen Zwischenraum zwischen Retorte 3 und den Gasführungseinrichtungen 4.

[0038] Im Betrieb des Batch-Ofens wird über die Gaseinführeinrichtung 7 ein Prozessgas oder Schutzgas bzw. eine Säure in den Raum innerhalb der Gasführungseinrichtungen 4 in die Nähe der Chargenaufnahmeeinrichtung 9 eingeführt. Durch den Betrieb der Gasumwälzeinrichtung 6 wird aus dem Raum innerhalb der Gasführungseinrichtungen 4 Gas angesaugt und in den Zwischenraum zwischen Retorte 3 und den Gasführungseinrichtungen 4 abgegeben. Die Gasumwälzeinrichtung 6 sorgt somit für eine Gasumwälzung, wobei das Gas durch den Zwischenraum zwischen Retorte 3 und den Gasführungseinrichtungen 4 in Richtung zum Ofendeckel 2 geleitet wird, dort eine Richtungsumkehr um 360° erfährt und in Längsrichtung durch die Chargenaufnahmeeinrichtung 9 wieder zur Gasumwälzeinrichtung geführt wird. Auf diese Weise werden die in der Chargenaufnahmeeinrichtung 9 befindlichen Teile mit der entsprechenden Gasatmosphäre beaufschlagt.

[0039] Ein Teil des umgewälzten Gases, das dann ggf. mit entsprechenden Abfallprodukten des Binders versehen ist, wird nach diversen Umwälzvorgängen durch Öffnen der Gasabzugseinrichtung 8 abgezogen.

[0040] Wenn kein Gas zugeführt bzw. abgezogen werden soll, werden die Gaszuführeinrichtung 7 und die Gasabzugseinrichtung 8 geschlossen. Wenn kein Umwälzvorgang stattfinden soll, wird die Gasumwälzeinrichtung 6 ausgeschaltet.

[0041] Auf der Innenseite des Ofenmantels 13 befinden sich geeignete Heizeinrichtungen 14, die in üblicher Weise ausgebildet sein können. Über diese Heizeinrichtungen 14 wird einerseits der Ofenmantel 13 und andererseits die Retorte 3 erhitzt, und zwar derart, dass die für einen Vorentbinderungs-, Restentbinderungs- und Vorsinterprozess erforderlichen Prozesstemperaturen eingestellt werden können.

[0042] Um nach der durchgeführten Entbinderung und Vorsinterung ein rasches Abkühlen der behandelten Teile zu erreichen, weist der Batch-Ofen 1 eine Kühlluftzufuhreinrichtung 11 und eine Kühlluftabzugseinrichtung 12 auf. Die Kühlluftzufuhreinrichtung 11 mündet in den Raum zwischen Ofenmantel 13 und Retorte 3, ebenso

die Kühlluftabzugseinrichtung 12. Durch Einführung von Kühlluft werden die Teile so weit abgekühlt, dass sie aus dem Ofen entnommen werden können.

[0043] Nachfolgend wird ein Beispiel in Bezug auf das Entbindern und Vorsintern von Teilen in dem dargestellten Batch-Ofen beschrieben. In einem ersten Schritt werden die entsprechenden Metallteile mithilfe der Chargenaufnahmeeinrichtung 9 in den Ofen eingeführt. Danach wird der Ofendeckel 2 geschlossen. Als nächstes wird der Nutzraum des Ofens beispielsweise mit Stickstoff gespült.

[0044] Im vorliegenden Beispiel soll eine katalytische Vorentbinderung durchgeführt werden. Über die Gaseinführeinrichtung 7 wird daher Salpetersäure eingeführt und im Nutzraum verdampft und umgewälzt. Die Heizeinrichtungen 14 halten hierbei die Prozesstemperatur etwa auf 120 °C.

[0045] Nach dem Beenden der Zykluszeit für die katalytische Entbinderung erfolgt ein Aufheizen des Nutzraumes mithilfe der Heizeinrichtungen 14 bis auf eine geeignete Prozesstemperatur für die thermische Entbinderung/Restentbinderung. Nach Beendigung der Zykluszeit für die thermische Entbinderung wird weiter aufgeheizt bis auf eine Vorsintertemperatur von etwa 900 °C. Nach Beendigung des Vorsinterzyklus werden die Heizeinrichtungen abgeschaltet, und es wird Kühlluft eingeführt, bis eine Temperatur von etwa 60 °C erreicht ist, bei der die behandelten Teile aus dem Ofen entnommen werden können.

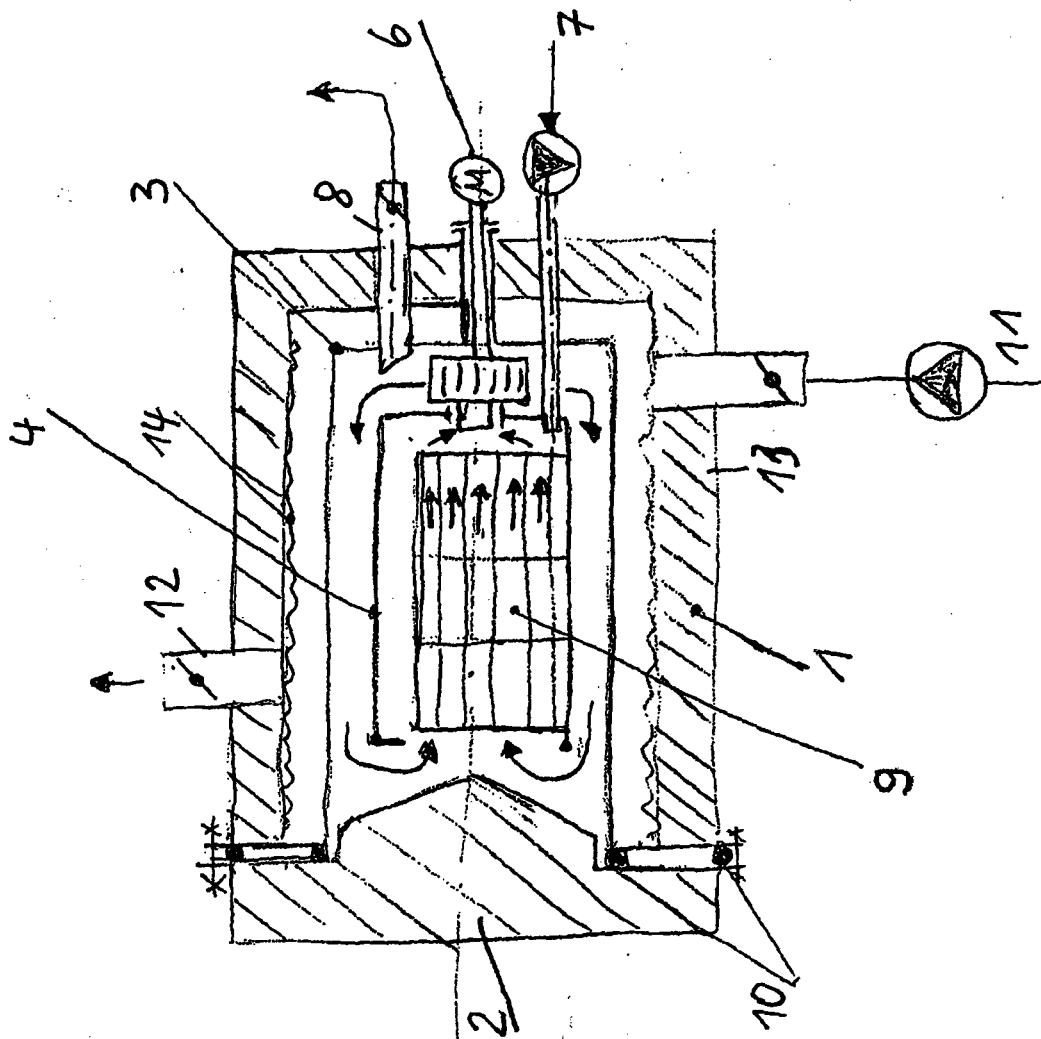
[0046] Für die hier behandelten Metallformteile (PIM oder MIM) wird die katalytische Entbinderung mittels Salpetersäure und N₂ durchgeführt. Falls für wässrig entbinderte Teile eine Trocknungsphase durchgeführt wird, so wird diese unter N₂ oder H₂ oder N₂/H₂-Mischgas durchgeführt. Das thermische Entbindern erfolgt unter N₂ oder H₂ oder N₂/H₂-Mischgas. Auch das Vorsintern und Abkühlen kann unter N₂ oder H₂ oder N₂/H₂-Mischgas erfolgen. Sämtliche Verfahrensschritte werden konvektiv durchgeführt.

[0047] Bei Keramikformteilen (CIM) wird der Nutzraum vorzugsweise mit Luft beaufschlagt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Entbindern und Sintern von Teilen, insbesondere von durch MIM-, PIM- oder CIM-Verfahren hergestellten Teilen, bei dem die Teile in einem ersten Batch-Ofen entbindern und in einem zweiten Batch-Ofen gesintert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile nach dem Entbindern im ersten Batch-Ofen in diesem Ofen einem Vorsinterprozess unterzogen werden, gemäß dem sie unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases konvektiv auf eine Prozesstemperatur in einem Bereich von 650-950 °C erhitzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- zeichnet, dass** die Teile vor dem Vorsinterprozess unter Umwälzung eines Prozessgases und/oder Schutzgases konvektiv einem Entbinderungsprozess unterzogen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile einem Vorentbinderungs- und/oder Restentbinderungsprozess unterzogen werden.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile nach dem Vorsinterprozess einem Kühlprozess unterzogen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teile unter Umwälzung eines Kühlgases konvektiv gekühlt werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erhitzen der Teile indirekt über in einem von den Teilen abgetrennten Raum angeordnete Heizeinrichtungen erfolgt und dass die Teile direkt mit dem umgewälzten Prozessgas und/oder Schutzgas beaufschlagt werden.
7. Anlage zum Entbindern und Sintern von Teilen, insbesondere von durch das MIM-, PIM- oder CIM-Verfahren hergestellten Teilen, mit einem ersten Batch-Ofen zum Entbindern und einem zweiten Batch-Ofen zum Sintern der Teile, wobei der erste Batch-Ofen eine Ofenkammer, einen Ofenmantel, einen Ofendeckel, eine Prozessgas- und/oder Schutzgaseinführeinrichtung, eine Gasumwälzeinrichtung, eine Gasabzugseinrichtung, eine Chargenaufnahmeeinrichtung und Heizeinrichtungen umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Batch-Ofen (1) in der Ofenkammer eine Retorte (3) aufweist, in der die Chargenaufnahmeeinrichtung (9) und die Gasumwälzeinrichtung (6) angeordnet sind und in die die Gaseinführeinrichtung (7) und die Gasabzugseinrichtung (8) münden, und dass die Heizeinrichtungen (14) zur Ausbildung eines Warmwandofens am Ofenmantel (13) oder benachbart zum Ofenmantel (13) angeordnet sind.
8. Anlage nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Batch-Ofen (1) innerhalb der Retorte (3) die Chargenaufnahmeeinrichtung (9) zumindest teilweise umgebende Gasführungseinrichtungen (4) aufweist.
9. Anlage nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasumwälzeinrichtung (6) zwischen der Retorte (3) und den Gasführungseinrichtungen (4) angeordnet ist.
10. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gasführungseinrichtungen (4) und die Gasumwälzeinrichtung (6) des ersten Batch-Ofens (1) so angeordnet sind, dass die Chargenaufnahmeeinrichtung (9) in Längs- oder in Querrichtung durchströmt wird.
11. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gaseinführeinrichtung (7) des ersten Batch-Ofens (1) als Gaseinführlanze ausgebildet ist.
12. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Batch-Ofen (1) mit Kühlluftzuführ- und -abzugseinrichtungen (11, 12) versehen ist.
13. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Batch-Ofen (1) kühlbare Dichtungseinrichtungen (10) zwischen Ofendeckel (2) und Ofenmantel (13) aufweist.
14. Anlage nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Batch-Ofen (1) als liegender Ofen mit seitlichem Ofendeckel (2) ausgebildet ist.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102005022242 A1 [0010]