

(19)



(11)

EP 3 269 475 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
B22F 3/15 (2006.01) **B65B 31/00** (2006.01)
B65B 1/28 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16178932.6**

(22) Anmeldetag: **12.07.2016**

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

(71) Anmelder: **MTU Aero Engines AG**
80995 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Schloffer, Martin**
81247 München (DE)
• **Smarsly, Wilfried**
81669 München (DE)

(54) **KAPSELFÜLLEINRICHTUNG ZUM BEFÜLLEN VON PULVERKAPSELN FÜR DIE PULVERMETALLURGIE SOWIE VERFAHREN ZUM BEFÜLLEN VON KAPSELN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kapselfülleinrichtung zum Befüllen von Kapseln (19) mit Pulver für die Verwendung bei pulvermetallurgischen Herstellungsverfahren mit einer Pulveraufbereitungseinheit (1) zur Reinigung und Dekontamination des Pulvers und mindestens einer Abfüllvorrichtung (2) zum Abfüllen des Pul-

vers in die Kapseln, wobei die Kapselfülleinrichtung mindestens eine Vakuumerzeugungseinrichtung (10,11,12) zur Erzeugung einer Vakuumatmosphäre in der Pulveraufbereitungseinheit (1) und der Abfüllvorrichtung (2) aufweist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Befüllen von Kapseln (19) mit Pulver.

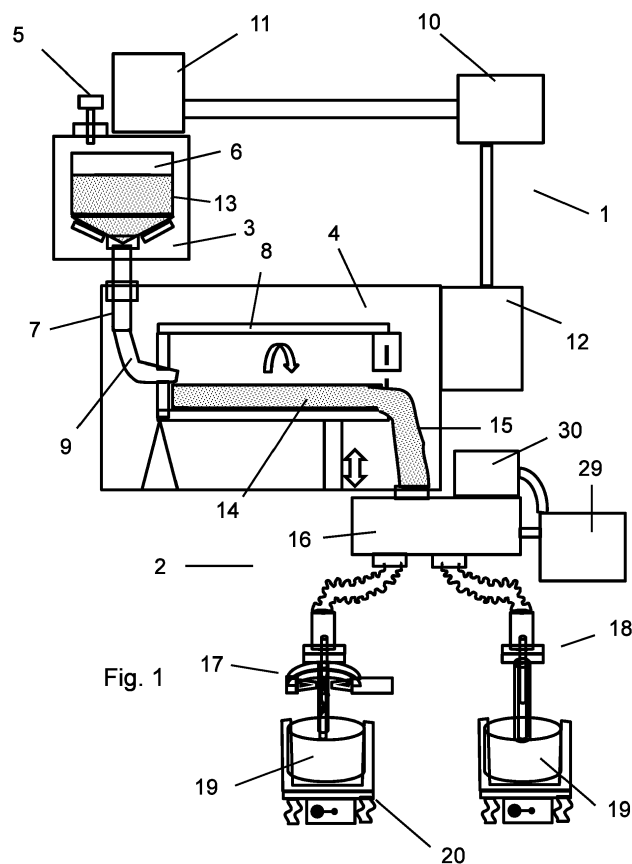


Fig. 1

EP 3 269 475 A1

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kapselfülleinrichtung zum Befüllen von Kapseln mit Pulver für die Verwendung bei pulvermetallurgischen Herstellverfahren sowie ein Verfahren zum Befüllen von Kapseln.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei pulvermetallurgischen Herstellverfahren von Bauteilen können unter anderem Kapseln Verwendung finden, bei denen das Pulvermaterial in der Kapsel eingeschlossen ist. Derartige Kapseln können beispielsweise durch heißisostatisches Pressen (HIP) weiterverarbeitet werden.

[0003] Nach dem Stand der Technik werden derartige, mit Pulvermaterial befüllte Kapseln dadurch hergestellt, dass das Pulver in die Kapsel eingefüllt wird und die Kapsel anschließend evakuiert wird, sodass Gas, welches beim Einfüllen in die Kapsel gelangt ist, wieder entfernt wird, um eine Verunreinigung des pulvermetallurgisch hergestellten Materials zu vermeiden. Gleichzeitig mit der Evakuierung können die Kapseln bzw. das darin eingefüllte Pulvermaterial erwärmt werden, um durch die Erwärmung von Verunreinigungen und Kontaminationen das Ausgasen dieser Verunreinigungen zu erleichtern. Ein Beispiel hierfür ist in der deutschen Offenlegungsschrift DE 26 42 757 A1 beschrieben.

[0004] Insbesondere bei Materialien, die empfindlich gegenüber Gaseinschlüssen sind oder mit Gasen oder Bestandteilen davon, wie Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und dergleichen, reagieren können, erfordert das Befüllen der Kapseln lange Evakuierungs- und Ausheizzeiten bis zu mehreren Tagen, um das notwendige Vakuum und damit Reinheit des pulvermetallurgisch hergestellten Materials zu erreichen.

[0005] Doch selbst bei langen Evakuierungszeiten von mehreren Tagen kann kaum vermieden werden, dass am Kapselboden entfernt von einer Evakuierungsöffnung der Kapsel ein unterschiedliches Vakuum eingestellt wird, als im Bereich der Evakuierungsöffnung. Umgekehrt bedeutet dies, dass unterschiedliche Anteile an Restgasen in der Pulverfüllung der Kapsel verbleiben, wobei bei der nachfolgenden Weiterverarbeitung, wie dem heißisostatischen Pressen, einer entsprechenden Kapsel die Kontaminationen im Material verbleiben. Bestimmte Atome bzw. Moleküle, wie Sauerstoff oder Stickstoff, können interstitiell in der Matrix des erzeugten Werkstoff gelöst sein, während andere Atome bzw. Moleküle, wie Argon oder Helium, die beispielsweise aus einer Schutzgasatmosphäre bei der Herstellung der Pulverpartikel stammen können, an den Korngrenzen des hergestellten Materials eingeschlossen werden können. Dies kann zu Versprödungen oder lokalen Mikrostruktur-

veränderung führen, die wiederum eine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffs zur Folge haben können.

[0006] Insbesondere Titan - und TiAl - Legierungen sind beispielsweise sehr anfällig für Versprödung durch Sauerstoff und Stickstoff. Aber auch andere Legierungen auf Basis von Molybdän, Niob, Eisen oder Nickel, die pulvermetallurgisch hergestellt werden, können durch entsprechende Verunreinigungen beeinträchtigt werden.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0007] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kapselfülleinrichtung zum Befüllen von Kapseln mit Pulver für die Verwendung bei pulvermetallurgischen Herstellverfahren sowie ein Verfahren zum Befüllen von Kapseln bereitzustellen, mit dem die oben geschilderten Probleme beseitigt oder zumindest gemildert werden können. Insbesondere soll eine entsprechende Einrichtung und ein geeignetes Verfahren kürzere Bearbeitungszeiten und eine effektive industrielle Fertigung von entsprechenden Kapseln ermöglichen, wobei gleichzeitig die Reinheit des hergestellten Materials beibehalten oder gar verbessert werden soll, sodass Versprödungen oder eine andersartige, negative Beeinflussung der Materialeigenschaften durch Verunreinigungen verringert oder ausgeschlossen werden.

TECHNISCHE LÖSUNG

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kapselfülleinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Die Erfindung schlägt eine Kapselfülleinrichtung vor, bei der das Pulver, welches in eine Kapsel gefüllt werden soll, bereits vor dem Einfüllen in die Kapsel gereinigt und dekontaminiert wird, sodass die langen Evakuierungszeiten für ein Ausheizen und Entgasen des Pulvers nach dem Einfüllen in die Kapsel eingespart werden können. Dadurch wird nicht nur die Bearbeitungszeit für das Befüllen von Kapseln deutlich verringert, sondern auch die Reinheit des hergestellten Materials wird verbessert, da durch die vorgeschaltete Reinigung und Dekontamination eine bessere Reinigungswirkung erzielt werden kann. Darüber hinaus kann bei einer Befüllung von Kapseln mit einer Kapselfülleinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ein kontinuierlicher Befüllprozess realisiert werden, der eine effektive Herstellung entsprechender Kapseln ermöglicht.

[0010] Die Vorreinigung erfolgt gemäß der Erfindung in einer Pulveraufbereitungseinheit, mit der eine Vakuumatmosphäre, insbesondere ein Hochvakuum, vorzugsweise mit einem Druck kleiner oder gleich $1 \cdot 10^{-5}$

mbar erzeugt werden kann, sodass das Pulver der Vakuumatmosphäre ausgesetzt wird, in der eine Dekontamination des Pulvers durch Verdampfen oder Sublimation der Verunreinigungen erfolgen kann. Diese Vakuumatmosphäre oder eine andere geeignete Vakuumatmosphäre wird aufrechterhalten, bis das Pulver in der Kapsel eingefüllt ist, also auch während des Abfüllvorgangs in einer Abfüllvorrichtung. Dadurch wird gewährleistet, dass das eingefüllte Pulver in der Kapsel einen hohen Reinheitsgrad aufweist.

[0011] Entsprechend können die Pulveraufbereitungseinheit und die Abfüllvorrichtung einer Kapselfülleinrichtung so verbunden sein, dass das in der Pulveraufbereitungseinheit gereinigte Pulver in einer Vakuumatmosphäre unmittelbar und insbesondere kontinuierlich von der Pulveraufbereitungseinheit zur Abfüllvorrichtung transportiert werden kann. Durch eine direkte Verbindung von Pulveraufbereitungseinheit und Abfüllvorrichtung mit einer Vakuumatmosphäre und vorallem einem kontinuierlichen Transport des gereinigten Pulvers von der Pulveraufbereitungseinheit zur Abfüllvorrichtung unter Vakuum kann ein effektiver Abfüllprozess mit einer hervorragenden Reinheit des Pulvers verwirklicht werden, da zusätzliche Maßnahmen zum Ein- und Ausschleusen des gereinigten Pulvers vermieden werden können.

[0012] In der Pulveraufbereitungseinheit und der Abfüllvorrichtung können, wie bereits oben erwähnt, die Vakuumatmosphären unterschiedlich sein, sofern die Vakuumatmosphären geeignet sind, dass das in der Kapsel abgefüllte Pulver den gewünschten Reinheitsgrad aufweist.

[0013] Die Pulveraufbereitungseinheit und somit der entsprechende Reinigungs- und Dekontaminationsschritt bei einem Verfahren zum Befüllen von Kapseln mit Pulver können so ausgestaltet werden, dass mehrere unterschiedliche Behandlungsmaßnahmen zur Behandlung des Pulvers zur Entfernung von Verunreinigungen und Kontaminationen durchgeführt werden können.

[0014] So kann die Pulveraufbereitungseinheit eine erste Evakuierungskammer umfassen, in der das Pulver lose angeordnet werden kann und in der eine erste Vakuumatmosphäre eingestellt werden kann, welche dazu dient, dass erste Verunreinigungen und Kontaminationen verdampfen oder ausgasen bzw. sublimieren können.

[0015] Für eine weitere, insbesondere der oben genannten ersten Behandlung nachfolgenden zweiten Behandlung kann die Pulveraufbereitungseinheit ein Fallrohr aufweisen, in welchem ebenfalls eine Vakuumatmosphäre einstellbar ist, wobei diese zweite Vakuumatmosphäre gleich oder unterschiedlich zur ersten Vakuumatmosphäre in der ersten Evakuierungskammer sein kann. In dem Fallrohr wird das Pulver im freien Fall bewegt, sodass die Pulverpartikel während des Falls aneinander reiben und dadurch Verunreinigungen an der Oberfläche der Pulverpartikel lösen können. Durch die gleichzeitig vorliegende Vakuumatmosphäre kommt es wiederum zu

einem Verdampfen oder Sublimieren von Verunreinigungen, wobei die gasförmigen Kontaminationen durch die Vakuumerzeugungseinrichtungen zur Erzeugung des Vakuums abgesaugt und aus der Pulveraufbereitungseinheit entfernt werden können.

[0016] Um zu vermeiden, dass das Pulver beim Fallen durch das Fallrohr das Fallrohr verlässt, aber gleichzeitig sicherzustellen, dass im Fallrohr eine entsprechende Vakuumatmosphäre eingestellt werden kann, kann die Wandstruktur des Fallrohrs mit Lamellen ausgebildet sein und/oder es kann eine Wabenstruktur verwirklicht sein, die das Evakuieren von gasförmigen Stoffen ermöglicht, aber das Pulver daran hindert, das Fallrohr zu verlassen. Alternativ oder zusätzlich können auch andersartig ausgebildete Belüftungsöffnungen vorgesehen sein, die das Evakuieren von gasförmigen Stoffen ermöglichen, aber das Pulver daran hindern, das Fallrohr zu verlassen.

[0017] Das Fallrohr kann an seinem unteren Ende zum Abbremsen des fallenden Pulvers gebogen oder schräg ausgebildet sein, wobei das untere Ende des Fallrohrs vorzugsweise in einer zweiten Evakuierungskammer aufgenommen sein kann, während das obere Ende des Fallrohrs in der ersten Evakuierungskammer ausgebildet sein kann.

[0018] In der zweiten Evakuierungskammer kann eine dritte Behandlung des Pulvers zur Reinigung und Dekontamination durchgeführt werden, und zwar in der Weise, dass das Pulver zusätzlich zur Vakuumbehandlung erwärmt wird. Hierzu kann die Pulveraufbereitungseinheit in der zweiten Evakuierungskammer eine Heizeinrichtung aufweisen.

[0019] Diese Heizeinrichtung kann durch einen Drehtrommelofen verwirklicht werden, durch den das Pulver transportiert werden kann, wobei es gleichzeitig umgewälzt wird, um die Oberfläche möglichst sämtlicher Pulverpartikel freizulegen, um eine Entfernung von Verunreinigungen zu erleichtern.

[0020] Die oben beschriebenen Behandlungsmaßnahmen zur Dekontamination des Pulvers und die dazu vorgesehenen Einrichtungen können vorzugsweise in der beschriebenen Reihenfolge durchgeführt werden bzw. angeordnet sein. Allerdings ist es auch denkbar die Behandlungsmaßnahmen weiter zu kombinieren, also beispielsweise alle Behandlungsmaßnahmen in einer Evakuierungskammer durchzuführen oder das Pulver bereits bei der ersten Vakuumbehandlung zu erwärmen.

[0021] Die Kapselfülleinrichtung kann in der mindestens einen Abfüllvorrichtung mindestens zwei Kapselanschlüsse zum Anschließen von zwei zu befüllenden Kapseln aufweisen, sodass wechselweise die eine oder andere bzw. weitere Kapseln befüllt werden können. Hierzu kann die Kapselfülleinrichtung bzw. Abfüllvorrichtung einen Verteiler umfassen, in dem das in der Pulveraufbereitungseinheit gereinigte Pulver unter Vakuumatmosphäre wahlweise zu einem ersten Kapselanschluss oder mindestens einem zweiten Kapselanschluss transpor-

tiert wird. Dadurch ist eine kontinuierliche Befüllung von Kapseln möglich, indem der kontinuierliche Fluss an gereinigtem Pulver abwechselnd an dem einen Kapselanschluss und dem anderen Kapselanschluss in entsprechend bereitgestellte Kapseln gefüllt wird.

[0022] Die Abfüllvorrichtung kann weiterhin so ausgebildet sein, dass die Kapselanschlüsse so ausgebildet sind, dass die Kapseln gasdicht an diese anschließbar sind, sodass auf ein aufwändiges Ein- und Ausschleusen der Kapseln in eine Vakuumkammer verzichtet werden kann, sondern vielmehr die Kapseln selbst einen Teil der Begrenzung des Vakuumraums darstellen.

[0023] Entsprechend können an dem Verteiler Ventile und Verschlusselemente vorgesehen sein, die ein teilweises Öffnen und Verschließen von Füllpfaden in dem Verteiler ermöglichen, um eine teilweise Evakuierung und Belüftung zu ermöglichen, die ein schnelles Wechseln der zu befüllenden Kapseln erlaubt.

[0024] Nach dem Befüllen der Kapseln kann das eingefüllte Pulver durch Rütteln verdichtet werden und die Kapseln können mit einem Deckel gasdicht verschlossen werden. Hierzu werden die Kapseln vorzugsweise abgeklemmt und verpresst. Anschließend können sie zur Sicherheit auch noch verschweißt werden, um ein sich Öffnen der Klemmstelle zu verhindern.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0025] Die beigefügten Zeichnungen zeigen in rein schematischer Weise in

- Figur 1 eine Darstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kapselfüllvorrichtung,
- Figur 2 die Kapselfüllvorrichtung aus Figur 1 in einem zweiten Betriebsmodus und in
- Figur 3 eine Detailansicht der Abfüllvorrichtung mit einem Verteiler gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0026] Weitere Vorteile, Kennzeichen und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden bei der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der Ausführungsbeispiele deutlich. Allerdings ist die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0027] Die Figur 1 zeigt in einer rein schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Kapselfüllvorrichtung zum Befüllen von Kapseln mit Pulver für die Verwendung der Kapsel bei pulvermetallurgischen Herstellverfahren.

[0028] Die Kapselfüllvorrichtung umfasst im Wesentlichen zwei verschiedene Teile, nämlich die Pulveraufbereitungseinheit 1 zur Reinigung und Dekontamination des zu verfüllenden Pulvers und die Abfüllvorrichtung 2 zum Abfüllen des aufbereiteten Pulvers in die entsprechenden Kapseln 19.

[0029] Die Pulveraufbereitungseinheit 1 weist zwei Evakuierungskammern auf, nämlich eine erste Evakuierungskammer 3 und eine zweite Evakuierungskammer 4. Die erste Evakuierungskammer 3 umfasst eine Einfüllschleuse 5, über welche das in Kapseln zu verfüllende Pulver 13 in einen Behälter 6 der ersten Evakuierungskammer 3 eingefüllt werden kann. Die Evakuierungskammer 3 kann mittels einer Vakuumpumpe 10 zur Einstellung einer ersten Vakuumstufe und einer Hochvakuumpumpe 11 zur Einstellung eines Hochvakuums auf ein Vakuum mit einem Restdruck von $1 \cdot 10^{-5}$ mbar evakuiert werden. Das in die Kapseln 19 zu verfüllende Pulver 13 ist in dem Behälter 6 möglichst lose aufgenommen, so dass sich ein großes Verhältnis von Oberfläche zu Volumen ergibt, sodass Verunreinigungen oder Kontaminationen, die an dem Pulver 13 anhaften, unter den Vakuumbedingungen in der ersten Evakuierungskammer 3 verdampfen oder sublimieren bzw. ausgasen können, um über die Hochvakuumpumpe 11 und die Vakuumpumpe 10 aus der ersten Evakuierungskammer 3 entfernt zu werden.

[0030] Aus dem Behälter 6 in der ersten Evakuierungskammer 3 wird das Pulver 13 über ein Fallrohr 7 in die zweite Evakuierungskammer 4 geleitet, wobei das Fallrohr 7 zumindest teilweise in der ersten Evakuierungskammer 3 und zumindest teilweise in der zweiten Evakuierungskammer 4 aufgenommen ist. In dem Fallrohr 7 ist entsprechend ebenfalls ein Hochvakuum eingestellt, wobei in den Bereichen des Fallrohrs 7, die in der ersten bzw. der zweiten Evakuierungskammer 3, 4 aufgenommen sind, auch eine entsprechende Absaugung durch die Hochvakuum Pumpen 11, 12 bzw. die Vakuumpumpe 10 erfolgen kann. Während des Fallvorgangs des Pulvers können durch die gegenseitige Reibung der Pulverpartikel Verunreinigungen frei gesetzt werden und unter den gegebenen Vakuumbedingungen verdampfen oder sublimieren, wobei die aus den sich auflösenden Oberflächenkontaminationen entstehenden Gase abgesaugt werden können. Entsprechend kann das Fallrohr 7 zumindest in den entsprechenden Teilbereichen innerhalb der ersten bzw. zweiten Evakuierungskammer 3, 4 eine Wandstruktur mit Lamellen oder eine Wabenstruktur aufweisen, die es ermöglichen, dass eine Absaugung von gasförmigen Stoffen stattfinden kann, ohne dass Pulver, das durch das Fallrohr hindurchfällt, aus dem Fallrohr 7 entweicht. Die Lamellen oder die Wabenstruktur führen bzw. führt dabei zu einer gegenüber einem Fallrohr mit glatten Wänden und ohne Lamellen oder Wabenstruktur erhöhten Reibung, der die Pulverpartikel im Fallrohr ausgesetzt sind, da die Pulverpartikel mit den Wandungen der Lamellen oder der Wabenstruktur großflächig in Kontakt geraten. Diese erhöhte Wandreibung fördert weiter die Freisetzung von Verunreinigungen an den Pulverpartikeln.

[0031] Am Ende des Fallrohrs 7 weist das Fallrohr einen abgeschrägten oder gekrümmten Bereich 9 auf, so dass das sich im freien Fall befindliche Pulver am Ende des Fallrohrs abgebremst wird. Nach dem Fallrohr ge-

langt das in der ersten Evakuierungskammer 3 und im Fallrohr 7 vorbehandelte Pulver 14 in einen Drehtrommelofen 8, in dem das vorbehandelte Pulver 14 auf eine Temperatur von 100°C bis 500°C aufgeheizt wird, wobei wiederum durch die Hochvakuumpumpe 12 bzw. Vakuumpumpe 10 eine Vakuumatmosphäre mit einem Restdruck von $1 \cdot 10^{-5}$ mbar eingestellt ist. Durch die Erwärmung werden weitere Kontaminationen in den gasförmigen Zustand überführt und können über die Hochvakuumpumpe 12 und der Vakuumpumpe 10 aus der zweiten Evakuierungskammer 4 abgeführt werden. Durch die kontinuierliche Umwälzung im Drehtrommelofen wird sichergestellt, dass das gesamte Pulver an der Oberfläche exponiert wird, um die Verdampfung und Sublimation von Kontaminationen zu erleichtern. Gleichzeitig wird das Pulver 14 im Drehtrommelofen 8 kontinuierlich von einem Ende des Drehtrommelofens 8, an dem das Pulver 14 zugeführt wird, zum anderen Ende des Drehtrommelofens 8 befördert, an dem das gereinigte Pulver 15 abgegeben wird. Die Transportgeschwindigkeit mit der das Pulver durch den Drehtrommelofen 8 befördert wird, ergibt sich aus den Dimensionen des Drehtrommelofens sowie der Einstellung der Drehzahl und der Neigung des Drehtrommelofens. Die Neigung des Drehtrommelofens 8 ist hierzu vorzugsweise einstellbar, wie in Figur 1 durch einen Doppelpfeil angedeutet. Vorteilhafterweise werden die Betriebsparameter des Drehtrommelofens 8 so eingestellt, dass das Pulver während des Transports durch den Drehtrommelofen eine ausreichende Zeit auf die gewünschte Temperatur von 100°C bis 500°C erwärmt werden kann, sodass eine vollständige Ablösung aller Verunreinigungen und Kontaminationen ermöglicht wird.

[0032] Nach dem Verlassen des Drehtrommelofens 8 wird das gereinigte Pulver 15 unmittelbar an die Abfüllvorrichtung 2 übergeben, in der nunmehr das gereinigte Pulver 15 in die entsprechenden Kapseln 19 abgefüllt werden kann. Mittels einer separaten Vakuumpumpe 29 und einer Hochvakuumpumpe 30 wird auch in der Abfüllvorrichtung 2 ein entsprechendes Hochvakuum aufrechterhalten, um eine erneute Kontamination des Pulvers zu vermeiden. Anstelle von separaten Vakuumerzeugungseinrichtungen für die Pulveraufbereitungseinheit 1 und die Abfüllvorrichtung 2 kann auch eine einzige Vakuumerzeugungseinrichtung für die gesamte Kapselfüllereinrichtung vorgesehen werden.

[0033] Die Pulveraufbereitungseinheit 1 und die Abfüllvorrichtung 2 sind direkt mit einem gasdichten Übergang miteinander verbunden, sodass ein direkter Transport des gereinigten Pulvers 15 von der Pulveraufbereitungseinheit 1 in die Abfüllvorrichtung 2 erfolgen kann.

[0034] Wie sich insbesondere auch aus der Figur 3 ergibt, sind in der Abfüllvorrichtung 2 zwei Kapselanschlüsse 17, 18 vorgesehen, an die die Kapseln 19 angeschlossen werden, um wechselweise mit Pulver 15 befüllt zu werden. Hierzu weist die Abfüllvorrichtung 2 einen Verteiler 16 auf, der im Detail in Figur 3 dargestellt ist. An der Schnittstelle zwischen der Pulveraufberei-

tungseinheit 1 und der Abfüllvorrichtung 2 bzw. dem Verteiler 16 ist ein gasdichter Verschluss 23 vorgesehen, sodass die Pulveraufbereitungseinheit 1 bei Bedarf von der Abfüllvorrichtung 2 abgetrennt werden kann, wobei entweder in dem einen oder anderen Teil der Kapselfüllereinrichtung das Hochvakuum aufrechterhalten werden kann.

[0035] Anschließend an den Verschluss 23 ist eine Umschaltklappe 24 vorgesehen, über die der Fluss des gereinigten Pulvers 15 in die Füllpfade 21, 22 gewählt werden kann. In der gezeigten Stellung der Klappe 24 fließt das gereinigte Pulver 15 in den Füllpfad 22 zum zweiten Kapselanschluss 18, um dort in eine bereitgestellte Kapsel 19 gefüllt zu werden. Der Füllpfad 22 und der Füllpfad 21 weisen neben dem Verschlusselement 25 noch weitere Verschlusselemente 26 bis 28 auf, die ein gasdichtes Abtrennen des jeweils unteren Füllpfadabschnitts 35, 36 der Füllpfade 21, 22 ermöglichen, sodass diese Füllpfadabschnitte 35, 36 der Füllpfade 21, 22 separat evakuiert und belüftet werden können. Hierzu sind noch zusätzliche Belüftungsventile 31, 32 vorgesehen. Außerdem sind Absperrventile 33, 34 vorgesehen, um die Füllpfadabschnitte 35, 36 von der Vakuumerzeugungseinrichtung mit der Vakuumpumpe 29 und der Hochvakuumpumpe 30 abtrennen zu können.

[0036] Die Befüllung einer Kapsel 19 erfolgt nun in der Weise, dass zunächst über die Einfüllschleuse 5 unbehandeltes Pulver 13 in den Behälter 6 der ersten Evakuierungskammer 3 gefüllt wird und dort einer ersten Behandlung unterzogen wird, bei der durch das eingestellte Hochvakuum erste Verunreinigungen und Kontaminationen ausgasen und über die Vakuumpumpen 11, 10 abgesaugt werden können. Anschließend wird in einem zweiten Behandlungsschritt das Pulver 13 durch das Fallrohr 7 in die zweite Evakuierungskammer 4 befördert, wobei durch die Vakuumatmosphäre, die im Fallrohr 7 eingestellt ist und die Bewegung des Pulvers weitere Kontaminationen verdampfen und/oder sublimieren und entsprechend über die Pumpeinrichtungen 10, 11, 12 der ersten und zweiten Evakuierungskammer 3, 4 abgepumpt werden können. Nach dem Fallrohr 7 gelangt das so vorbehandelte Pulver 14 in den Drehtrommelofen 8, um dort aufgeheizt zu werden, sodass weitere Kontaminationen verdampfen und/oder sublimieren können und über die Vakuumpumpen 10, 12 abgesaugt werden können. Das entsprechend gereinigte Pulver 15 gelangt über den Verschluss 23 in den Verteiler 16 und wird dort gemäß der Klappenstellung der Klappe 24 entweder in den einen Füllpfad 21 oder den anderen Füllpfad 22 geleitet, um über diese und die Kapselanschlüsse 17, 18 in die dort angeschlossenen Kapsel 19 zu gelangen. Wird beispielsweise, wie in Figur 3 gezeigt, der Füllpfad 22 verwendet, gelangt das gereinigte Pulver 15 über den Füllpfad 22 und den Kapselanschluss 18 in die Kapsel 19, während gleichzeitig im anderen Füllpfad 21 die Kapsel 19 getauscht werden kann, wobei das Verschlusselement 25 den unteren Teil des Füllpfads 21 gasdicht abschließt und das Ventil 33 die Vakuumpumpen 29, 30

von dem abgetrennten Füllpfadabschnitt 35 des Füllpfades 21 abtrennt. Nach Anschluss einer neu zu befüllenden Kapsel 19 an den Kapselanschluss 17 kann das Absperrventil 33 wieder geöffnet werden, um den Füllpfad 21 wieder auf Hochvakuum zu evakuieren und anschließend kann das Verschlusselemente 25 wieder geöffnet werden, um den Zugang zur Kapsel 19 am Kapselanschluss 17 zu öffnen. Anschließend kann die Klappe 24 umgestellt werden, um nunmehr das gereinigte Pulver 15 über den Füllpfad 21 in die am Kapselanschluss 17 angeschlossene Kapsel 19 zu füllen. Entsprechend kann nunmehr der Füllpfadabschnitt 36 des Füllpfades 22 über die Verschlusselemente 27 und 28 sowie das Ventil 34 abgeschlossen werden und nach dem Entfernen der am Kapselanschluss 18 angeschlossene Kapsel 19 kann eine neue Kapsel 19 kann an dem Kapselanschluss 18 angeordnet werden.

[0037] Die gefüllten Kapseln werden mit einer Press-einrichtung am Füllrohr abgeklemmt und anschließend können die Kapseln zum Verdichten mit einem Rüttler 20 gerüttelt und das Pulver auf eine maximal mögliche Packungsdichte verdichtet werden, um so eine dicht verschlossene Kapsel mit dem eingefüllten Material zu erhalten. Anschließend wird die vorzugsweise zweifach verklemmt Kapsel abgetrennt und verschweißt.

[0038] Die Figur 2 zeigt die Kapselfülleinrichtung aus Figur 1 in einem leicht veränderten Betriebsmodus. Bei dem Betriebsmodus der Figur 2 wird das Ausheizen des vorbehandelten Pulvers 14 im Drehtrommelofen 8 stationär durchgeführt, d.h. das Pulver wird für eine bestimmte Zeit lediglich im Drehtrommelofen 8 umgewälzt und nicht kontinuierlich durch den Drehtrommelofen 8 bewegt. Hierzu ist das Ausgabeende des Drehtrommelofens 8 angehoben. Erst nach einer ausreichenden Behandlungszeit wird das Ausgabeende des Drehtrommelofens 8 abgesenkt, sodass das nunmehr gereinigte Pulver 15 den Drehtrommelofen wieder verlassen kann.

[0039] Um auch hier einen kontinuierlichen Betrieb der Kapselfülleinrichtung zu gewährleisten, kann nach dem Drehtrommelofen 8 bzw. am Eingang der Abfüllvorrichtung 2 ein Pufferbehälter (nicht gezeigt) vorgesehen sein, sodass durch den diskontinuierlichen Betrieb des Drehtrommelofens keine Unterbrechung der abwechselnden Befüllung der Kapseln an den Kapselanschlüssen 17 und 18 erfolgen muss, sondern gereinigtes Pulver 15 kontinuierlich aus dem Pufferbehälter nachgefüllt werden kann.

[0040] Die gezeigten Ausführungsbeispiele ermöglichen eine kontinuierliche Befüllung von Kapseln abwechselnd an den beiden Kapselanschlüssen 17,18. Allerdings ist es auch denkbar, einen diskontinuierlichen Betrieb mit nur einem Kapselanschluss zu verwirklichen, wobei beispielsweise wiederum ein Pufferbehälter dafür sorgen kann, dass das kontinuierlich gereinigte Pulver zwischengepuffert wird.

[0041] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele detailliert beschrieben worden ist, ist es für den Fachmann selbstverständlich, dass die Er-

findung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern dass vielmehr Abweichungen in der Weise möglich sind, dass einzelne Merkmale weggelassen oder andersartige Kombinationen von Merkmalen verwirklicht werden können, solange der Schutzbereich der beigefügten Ansprüche nicht verlassen wird. Die vorliegende Offenbarung schließt sämtliche Kombinationen der vorgestellten Einzelmerkmale mit ein.

10 BEZUGSZEICHENLISTE

[0042]

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Pulveraufbereitungseinheit |
| 2 | Abfüllvorrichtung |
| 3 | erste Evakuierungskammer |
| 4 | zweite Evakuierungskammer |
| 5 | Einfüllschleuse |
| 6 | Behälter |
| 7 | Fallrohr |
| 8 | Drehtrommelofen |
| 9 | abgeschrägter oder gekrümmter Bereich |
| 10 | Vakuumpumpe |
| 11 | Hochvakuumpumpe |
| 12 | Hochvakuumpumpe |
| 13 | Pulver |
| 14 | vorbehandeltes Pulver |
| 15 | gereinigtes Pulver |
| 16 | Verteiler |
| 17 | erster Kapselanschluss |
| 18 | zweiter Kapselanschluss |
| 19 | Kapsel |
| 20 | Rüttler |
| 21 | Füllpfad |
| 22 | Füllpfad |
| 23 | Verschlusselement |
| 24 | Umschaltklappe |
| 25 | Verschlusselement |
| 26 | Verschlusselement |
| 27 | Verschlusselement |
| 28 | Verschlusselement |
| 29 | Vakuumpumpe |
| 30 | Hochvakuumpumpe |
| 31 | Belüftungsventil |
| 32 | Belüftungsventil |
| 33 | Absperrventil |
| 34 | Absperrventil |
| 35 | Füllpfadabschnitt |
| 36 | Füllpfadabschnitt |

Patentansprüche

1. Kapselfülleinrichtung zum Befüllen von Kapseln (19) mit Pulver für die Verwendung bei pulvermetallurgischen Herstellverfahren mit einer Pulveraufbereitungseinheit (1) zur Reinigung und Dekontamination des Pulvers und mindestens einer Abfüllvorrichtung

- (2) zum Abfüllen des Pulvers in die Kapseln, wobei die Kapselfülleinrichtung mindestens eine Vakuumherzeugungseinrichtung (10,11,12) zur Erzeugung einer Vakuumatmosphäre in der Pulveraufbereitungseinheit und der Abfüllvorrichtung aufweist.
2. Kapselfülleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulveraufbereitungseinheit (1) und die Abfüllvorrichtung (2) so miteinander verbunden sind, dass das in der Pulveraufbereitungseinheit gereinigte Pulver in einer Vakuumatmosphäre direkt von der Pulveraufbereitungseinheit zur Abfüllvorrichtung transportiert werden kann.
 3. Kapselfülleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulveraufbereitungseinheit (1) eine erste Evakuierungskammer (3) umfasst, in der das Pulver lose angeordnet werden kann und in der eine Vakuumatmosphäre eingestellt werden kann.
 4. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulveraufbereitungseinheit (1) ein Fallrohr (7) umfasst, in welchem eine Vakuumatmosphäre einstellbar ist, wobei das Pulver in der Vakuumatmosphäre durch das Fallrohr fallen kann.
 5. Kapselfülleinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fallrohr (7) eine Wandstruktur mit Belüftungsöffnungen und/oder Lamellen und/oder eine Wabenstruktur aufweist, welche verhindern, dass Pulver während des Fallens durch das Fallrohr aus diesem entweicht, aber eine Evakuierung von gasförmigen Stoffen ermöglicht.
 6. Kapselfülleinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fallrohr (7) an seinem unteren Ende zum Abbremsen des fallenden Pulvers gebogen oder schräg ausgebildet ist.
 7. Kapselfülleinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fallrohr (7) teilweise in der ersten Evakuierungskammer (3) und teilweise in einer zweiten Evakuierungskammer (4) aufgenommen ist.
 8. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulveraufbereitungseinheit (1) eine zweite Evakuierungskammer (4) umfasst, in der eine Vakuumatmosphäre einstellbar ist und die eine Heizeinrichtung (8) zur Erwärmung des Pulvers aufweist.
 9. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulveraufbereitungseinheit (1) einen Drehtrommelofen (8) aufweist.
 10. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abfüllvorrichtung (2) mindestens einen Kapselanschluss (17,18) zur Anordnung einer zu befüllenden Kapsel (19) aufweist, der so ausgebildet ist, dass die Kapsel gasdicht anschließbar ist.
 11. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapselfülleinrichtung einen Verteiler (16) umfasst, in dem das in der Pulveraufbereitungseinheit gereinigte Pulver unter Vakuumatmosphäre wahlweise zu einem ersten Kapselanschluss (17) und mindestens zu einem zweiten Kapselanschluss (18) transportiert werden kann.
 12. Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verteiler (16) mindestens zwei Füllpfade (21,22) aufweist, die so mit Absperrmitteln (25 - 28,31 - 34) ausgestaltet sind, dass sie zumindest teilweise abwechselnd evakuierbar und belüftbar sind.
 13. Verfahren zum Befüllen von Kapseln (19) mit Pulver für die Verwendung der Kapseln bei pulvermetallurgische Herstellverfahren, insbesondere mit einer Kapselfülleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das zu verfüllende Pulver zunächst in einem Reinigungs - und Dekontaminationsschritt in eine Vakuumatmosphäre gebracht und aufbereitet wird, damit Kontaminationen verdampfen und/oder sublimieren können, und dass anschließend das gereinigte Pulver in einem Abfüllschritt unter Vakuumatmosphäre in Kapseln (19) abgefüllt wird.
 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reinigungs - und Dekontaminationsschritt eine erste Behandlung des Pulvers in Vakuumatmosphäre, eine anschließende zweite Behandlung unter Vakuumatmosphäre im freien Fall und abschließend eine dritte Behandlung durch Erwärmung unter Vakuumatmosphäre umfasst.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Pulver vom Beginn des Reinigungs - und Dekontaminationsschrittes bis zum Abfüllen in der Kapsel kontinuierlich oder diskontinuierlich bewegt wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

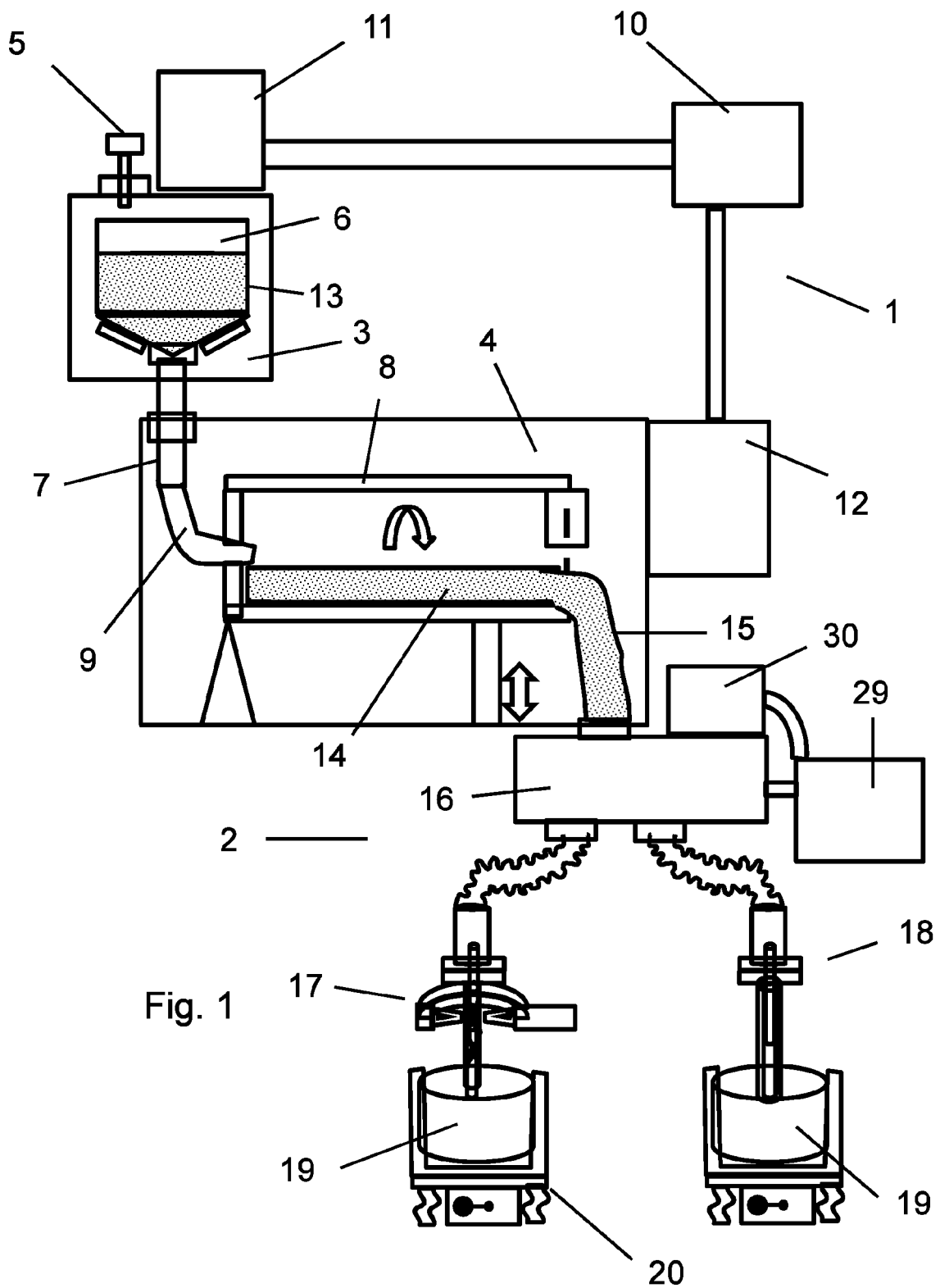
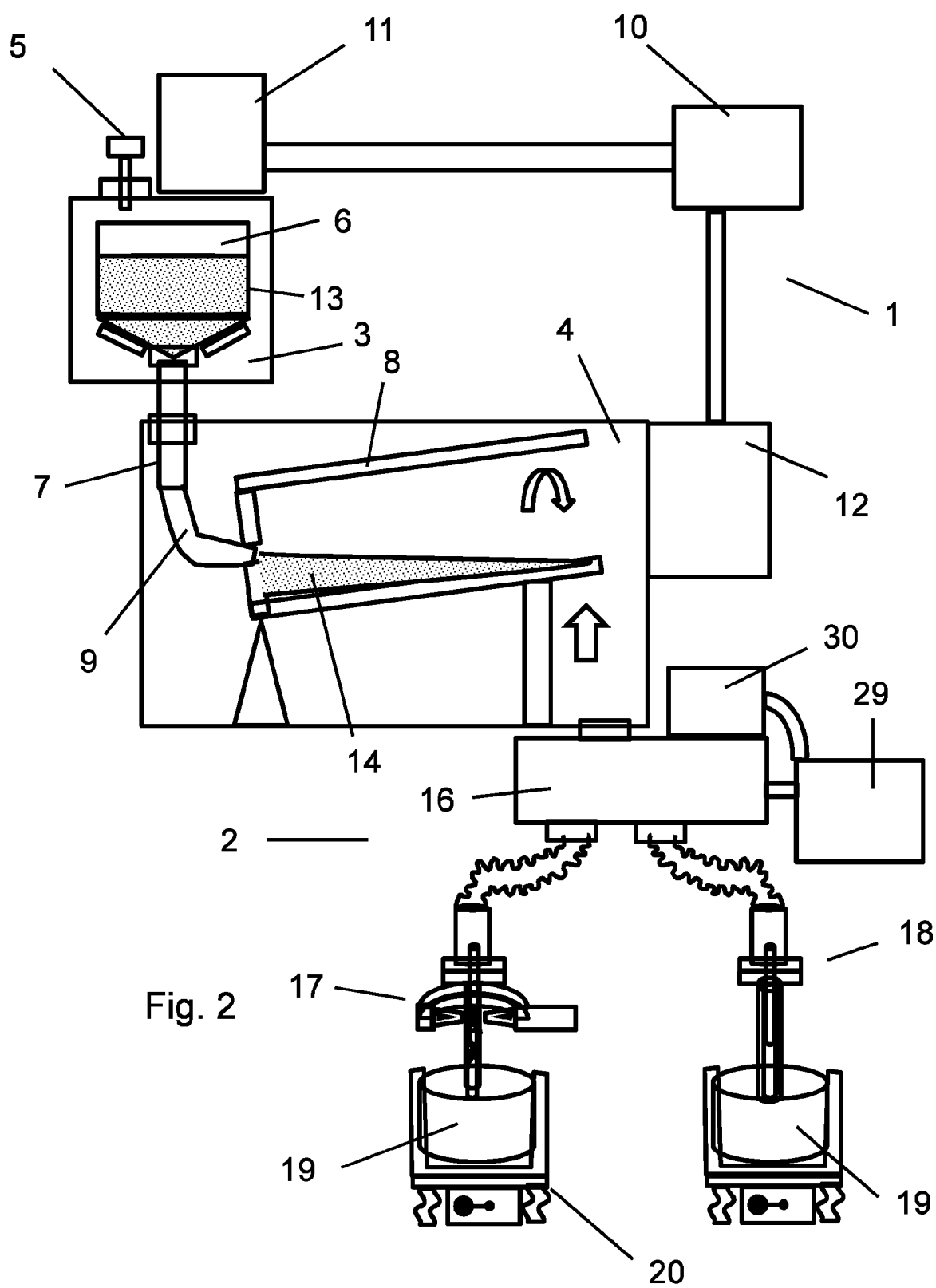


Fig. 1



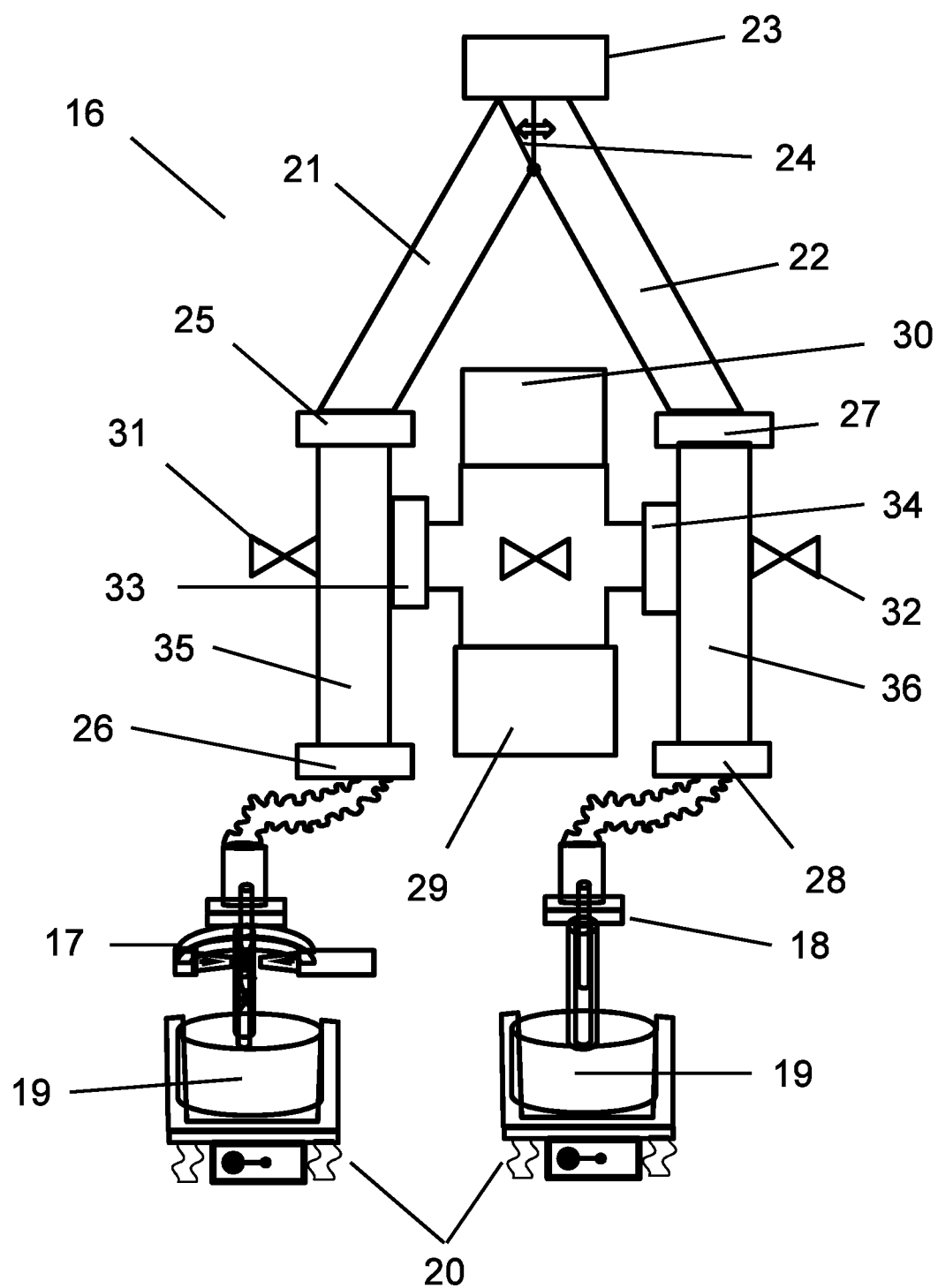


Fig. 3

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

EP 16 17 8932

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

24-01-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	FR 2513916	A1	08-04-1983	KEINE	

15	DE 2537134	A1	03-03-1977	KEINE	

	CN 102398028	A	04-04-2012	KEINE	

20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2642757 A1 [0003]