



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 502 568 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 49 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **08.11.95** 51 Int. Cl.⁶: **B29C 47/00**
21 Anmeldenummer: **92200523.6**
22 Anmeldetag: **24.02.92**

54 **Vorrichtung zur Überführung von plastischen Massen in einen Zustand erniedrigter Viskosität.**

30 Priorität: **02.03.91 DE 4106645**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.09.92 Patentblatt 92/37

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
08.11.95 Patentblatt 95/45

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB

56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 045 564 EP-A- 0 303 998
EP-A- 0 370 394 DE-A- 3 511 452
FR-A- 1 441 796 US-A- 3 523 147

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no.
53 (M-1079) 7. Februar 1991 & JP-A-22 86 312
(KAWASAKI STEEL CORP) 26. November
1990

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no.
535 (M-899) 29. November 1989 & JP-A-12 18
813 (KOMATSU LTD) 1. September 1989

73 Patentinhaber: **Philips Patentverwaltung**
GmbH
Röntgenstrasse 24

D-22335 Hamburg (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE

73 Patentinhaber: **Philips Electronics N.V.**
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven (NL)

84 Benannte Vertragsstaaten:
BE FR GB

72 Erfinder: **Geittner, Peter, Dr.**
Hainbuchenstrasse 19a
W-5100 Aachen (DE)
Erfinder: **Lydtin, Hans Jürgen, Dr.**
Am Göpelschacht 9
W-5190 Stolberg (DE)
Erfinder: **Romanowski, Gerd, Dr.**
Rolandstrasse 4
W-5100 Aachen (DE)

74 Vertreter: **Erdmann, Anton, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH,
Röntgenstrasse 24
D-22335 Hamburg (DE)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 502 568 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überführung von thixotropen plastischen Massen in einen Zustand erniedrigter Viskosität bei Raumtemperatur mit einer Matritze zur Aufnahme der Masse, mit einem Preßstempel zum Vorschub der Masse in Richtung auf eine Austrittsöffnung und mit einer, an einen Ultraschallschwinger angekoppelten Sonotrode mit im wesentlichen ebener Stirnfläche. Eine Vorrichtung dieser Art ist beispielsweise aus der DE-A-3 511 452 bekannt.

Keramische Körper, neuerdings auch zunehmend Formteile aus anderen Materialien, wie z.B. Quarzglas, werden aus pulverförmigen Ausgangsmaterialien hergestellt, indem diese zunächst über geeignete Verfahren zu einem porösen Formkörper vorverdichtet und anschließend oder gleichzeitig bei höheren Temperaturen, jedoch unterhalb der Schmelztemperatur, zu dichten Körpern gesintert werden.

Ein Vorteil dieser Verfahrensweise ist, daß die Formgebung bei Raumtemperatur erfolgen kann. Dadurch werden beispielsweise Zersetzungsprozesse oder Stöchiometrieänderungen bei chemisch kompliziert aufgebauten Massen vermieden.

In der Regel werden die pulverförmigen Ausgangsstoffe zu hochgefüllten Suspensionen verarbeitet und mit geeigneten Zusätzen wie organischen Bindemitteln, Gleitmitteln, Emulgatoren, Stabilisatoren etc. versetzt. Die Suspensionen werden dabei durch intensives Mischen und Scheren, z.B. durch Rühren oder Kneten, homogenisiert, wobei gleichzeitig die Zerstörung von Partikelagglomeraten angestrebt wird.

So gewonnene keramische Massen werden dann durch geeignete Verfahren, wie Gießen, Pressen, Walzen, Extrudieren, in die gewünschte Form gebracht. Dabei muß die Masse einerseits noch fließfähig sein, um bei Einwirkung von Kräften verformt werden zu können, andererseits muß die rheologische Fließgrenze jedoch groß genug sein, um eine unerwünschte Verformung des Körpers nach der eigentlichen Formgebung zu vermeiden.

Diese auf den jeweiligen Formgebungsprozeß abgestimmten rheologischen Eigenschaften der keramischen Massen lassen sich vor allem durch den Feststoffgehalt und durch Zusätze, die die Viskosität und Fließgrenze beeinflussen, gezielt variieren.

Um die Verformbarkeit der Massen zu gewährleisten, ist der Feststoffgehalt der Gemische nach oben begrenzt. Diese obere Grenze hängt von den Partikelgrößen und der Oberflächenchemie des verwendeten keramischen Ausgangsmaterials sowie von Zusätzen (z.B. Bindemittel) und dem verwendeten Dispergiermittel ab.

Damit die bei der Sinterung der verformten Grünkörper auftretende Brennschwindung relativ

klein bleibt, sind möglichst hohe Feststoffgehalte im porösen Grünkörper wünschenswert. Dadurch wird die Gefahr der Verformung oder gar der Reißbildung während der Sinterung beträchtlich reduziert. Außerdem können die Abmessungen des für die Sinterung verwendeten Ofens verringert werden. Dies ist insbesondere bei großen Werkstücken und hohen Sintertemperaturen, wie z.B. bei der Herstellung von Quarzglaskörpern aus submikroskopische SiO₂-Partikel enthaltenden Suspensionen, von großer Bedeutung.

Weiterhin führt ein hoher Feststoffgehalt zu einer größeren mechanischen Festigkeit des Grünkörpers und zu einer geringeren Trockenschwindung, was ebenfalls die Gefahr der Reißbildung und Verformung reduziert.

Aus diesen Gründen ist es wünschenswert, sehr hoch gefüllte keramische Massen, die sich aufgrund ihres hohen Feststoffgehaltes auf konventionelle Weise nicht mehr verformen lassen, durch geeignete Verfahren unter Beibehaltung des hohen Füllgrades in einen Zustand erniedrigter Viskosität zu überführen und anschließend in die gewünschte Form zu bringen.

Hochgefüllte, sehr homogen aufgebaute Massen lassen sich z.B. durch ein Zentrifugalabscheidungsverfahren herstellen, wie es in DE-A-37 02 025 beschrieben ist. Dabei werden mit Hilfe der Zentrifugalkraft aufeinanderfolgend dünne Schichten von Feststoffpartikeln aus dünnflüssigen, niedrig konzentrierten Suspensionen abgeschieden. Auf solche Weise erhaltene feste, kompakte, poröse Körper können dann mit Hilfe eines aus DE-A-35 11 452 bekannten Verfahrens und einer aus dieser Vorveröffentlichung bekannten Vorrichtung in einen Zustand erniedrigter Viskosität überführt und verformt werden.

Bei diesem bekannten Verfahren wird unter Anwendung der bekannten Vorrichtung ein Ultraschallfeld in die keramische Masse eingekoppelt. Durch die hierbei auf die Feststoffpartikel ausgeübten Scherkräfte kommt es zu einer Störung der zwischen den Partikeln wirkenden Anziehungskräfte. Hierdurch (Thixotropieeffekt) wird die Viskosität der Masse vermindert, so daß diese fließfähig wird. In diesem Zustand kann das Material z.B. durch Strangpressen zu rohr- oder stabförmigen Körpern verformt werden.

Nach Wegfall der Ultraschalleinwirkung, d.h. nach Wegfall der Scherkräfte, tritt aufgrund der nun nicht mehr gestörten Wechselwirkung zwischen den Partikeln eine Wiederverfestigung der Masse ein.

Je nach Frequenz und Amplitude des eingekoppelten Ultraschallfeldes und abhängig von der Materialzusammensetzung können mit dieser Methode feste hochgefüllte Massen in einen erweichten, verformbaren oder sogar in einen dünnflüssigen fließ-

fähigen Zustand überführt werden.

Trotz dieser erheblichen Vorzüge weist das in DE-A-35 11 452 beschriebene Verfahren jedoch einige Nachteile auf, deren Ursache in der Konstruktion der beschriebenen Vorrichtung liegt.

Bei der bekannten Vorrichtung befindet sich die zu verformende Masse in einer mit einer Austrittsöffnung versehenen Matritze. Ein als Ultraschallsonotrode ausgebildeter Preßstempel wird in die Matritze eingeführt. Die durch Ultraschalleinwirkung in einen Zustand erniedrigter Viskosität überführte keramische Masse wird dann bei Vorschub der als Preßstempel dienenden Ultraschallsonotrode durch die Austrittsöffnung ausgepreßt.

Der Hauptnachteil dieser bekannten Anordnung besteht darin, daß die Masse aufgrund ihrer Verteilung innerhalb des Rezipienten eine unterschiedliche Ultraschallbehandlung erfährt. Erfahrungsgemäß ist der Wirkungsbereich des Ultraschallfeldes in solchen Massen auf einige Millimeter Eindringtiefe beschränkt. Somit erfährt das Material, das sich vor Beginn des Preßversuches unmittelbar vor der Sonotrodenoberfläche befindet, während der gesamten Versuchsdauer die optimale Ultraschallwirkung.

Dagegen wird das übrige im Rezipienten befindliche Material mit zunehmendem Abstand vom Sonotrodenstempel immer weniger durch die eingekoppelte Ultraschallenergie beeinflusst.

Die Bedingungen, unter denen das Material durch die Austrittsöffnung austritt, sind also zeitlich nicht konstant, bzw. sie ändern sich mit der Position des Materials relativ zur Sonotrodenoberfläche.

Hieraus resultieren ein z.B. mit fortschreitender Versuchsdauer abnehmender Druck, der für das Auspressen benötigt wird. Die Druckabnahme folgt dabei direkt aus der Tatsache, daß die Viskosität des austretenden Materials mit fortschreitender Versuchsdauer stark abnimmt. Zunächst wird eine nicht oder nur geringfügig erweichte Masse unter sehr hohem Druck ausgepreßt; gegen Ende des Versuchs dagegen ist eine unter Umständen sehr niedrig viskose Masse bei nur geringen Preßkräften auszupressen.

Andere Materialeigenschaften, wie z.B. Packungsdichte, Konzentration von Hohlräumen und Makroporen, Homogenität etc. sind ebenfalls zeitlich nicht konstant. Dies führt zu über die Probenlänge variierenden Formkörpereigenschaften.

Des weiteren ist ein kontinuierlicher Betrieb mit der aus DE-A-35 11 452 bekannten Vorrichtung nicht möglich: nach Annäherung des Preßstempels an die Austrittsöffnung, d.h. nach Auspressen einer Matritzenfüllung, muß der Stempel aus dem Rezipienten entfernt und die Matritze muß gesäubert und mit neuem Material beschickt werden. Dadurch ist die Menge der in einem Versuchsdurchlauf zu verarbeitenden Masse durch die Länge des Rezi-

pienten begrenzt.

Dies hat erhebliche Nachteile für eine technische Fertigung zur Folge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die eingangs beschriebene Vorrichtung so zu verbessern, daß eine hochgefüllte, aus feinen Pulverpartikeln bestehende plastische, keramische Masse durch Einkoppeln eines Ultraschallfeldes gleichmäßiger in einen Zustand erniedrigter Viskosität überführt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch

- eine zweiteilige Matritze, die aus einem ersten und einem zweiten Hohlkörper besteht, wobei die Hohlkörper bündig über einen Flansch aneinander anschließen und jeweils eine stirnseitige Öffnung aufweisen,
- eine Sonotrode, die gleitfähig eng in den ersten Hohlkörper körper eingepaßt ist und an einen, vor der stirnseitigen Öffnung des ersten Hohlkörpers angeordneten Piezoschwinger angekoppelt ist und
- einen Preßstempel, der in dem zweiten, zur Aufnahme der in einen Zustand erniedrigter Viskosität zu überführenden Masse vorgesehenen Hohlkörper von der stirnseitigen Öffnung des zweiten Hohlkörpers in Richtung auf die Sonotrode verschiebbar ist und die Masse im Zustand erniedrigter Viskosität über eine der Sonotrode unmittelbar benachbarte Austrittsöffnung aus dem zweiten Hohlkörper herauspreßt.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist gekennzeichnet durch einen als Förderschnecke ausgebildeten Preßstempel.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind die Vorteile verbunden, daß eine in einen Zustand erniedrigter Viskosität zu überführende thixotrope Masse unter konstantem Preßdruck gleichmäßig verflüssigt und vorzugsweise kontinuierlich in z.B. eine Form hinein aus der Vorrichtung ausgepreßt werden kann. Eine kontinuierliche Prozeßführung ist gerade im Hinblick auf eine Großserienfertigung von besonderem Vorteil.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegt im Vergleich zu der aus DE-A-35 11 452 bekannten Vorrichtung darin, daß die gesamte zu verflüssigende Masse in den wirksamen Bereich der Sonotrode gelangt. Somit erfährt die gesamte in den Rezipienten gefüllte Masse die gleiche Behandlung, da die Verweilzeit des durchgesetzten Materials im wirksamen Bereich der Sonotrode nahezu unabhängig von der anfänglichen Position des Materials im Rezipienten ist.

Ein weiterer Vorteil ist, daß die Austrittsöffnung für die verflüssigte Masse beliebig geformt sein kann, da sie von der Form der Sonotrode unabhän-

gig ist. So sind je nach Art der anschließenden Formgebung schlit- oder kreisförmige Öffnungen mit verschiedenen Abmessungen möglich.

Aus der US-A-3,523,147 ist bereits ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Heißeextrudieren von thermoplastischen Massen bekannt, wobei auf gekörntes, festes thermoplastisches Material ein statischer Druck ausgeübt wird, um das Material zu verdichten und gleichzeitig einen fluktuierenden Kompressionsdruck mit einer Frequenz, die zumindestens im Schallbereich liegt, auszuüben, der eine reversible elastische Deformation des thermoplastischen Materials bewirkt, wodurch das thermoplastische Material erhitzt und geschmolzen wird.

Die Frequenz wird dabei so ausgewählt, das die Erwärmung des Materials optimal ist. Der vibrierende Preßstempel hat eine kegelförmige Stirnfläche, die es erlaubt, einen maximalen Druck auf einen punktförmigen Bereich auszuüben. Zur Erzeugung einer gleichmäßigen mechanischen Rüttelbewegung, wie sie zur Verflüssigung thixotroper Massen bei Raumtemperatur erforderlich ist, ist diese Vorrichtung nicht geeignet.

Nach der Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, gemäß welcher statt eines Preßstempels eine Förderschnecke eingesetzt wird, über die fortlaufend Material nachgeliefert werden kann, ist ein kontinuierlicher Prozeß betreibbar.

Enthalten die zu verarbeitenden Massen organische Bestandteile, wie z.B. organische, polymere Binder, ist es vorteilhaft, das vor der Sonotrode befindliche Material über den die beiden Hohlkörper verbindenden Flansch und/oder über den Preßstempel zu kühlen, um eine Zersetzung der organischen Verbindungen durch die während der Ultraschallbehandlung auftretende Erwärmung des Materials zu verhindern.

Der Flansch bzw. der Preßstempel müssen dann Leitungen fürein Kühlmedium enthalten.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung beschrieben und in ihrer Wirkungsweise erläutert.

Die Figur zeigt schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Preßstempel im Schnitt.

In einer teilbaren Matritze mit einem ersten Hohlkörper 4 und einem zweiten Hohlkörper 5 befindet sich eine Ultraschallsonotrode 2, die an den ersten Hohlkörper 4 mittels einer Haltevorrichtung 10 angekoppelt ist. Sie wird durch einen Piezoschwinger 3 in Ultraschallschwingungen mit Frequenzen zwischen $f = 20$ kHz und $f = 1$ MHz versetzt. Zu verarbeitende plastische, keramische Masse 8, die aus feinen Pulverpartikeln und flüssigen Bindemitteln besteht, befindet sich im zweiten Hohlkörper 5 vor der Sonotrode 2. Durch einen Preßstempel 1 wird die plastische Masse 8 unter einem Druck p gegen die Oberfläche der Sonotrode 2

gepreßt. Dort bildet sich aufgrund der durch das Ultraschallfeld auf die Partikel wirkenden Scherkräfte ein Bereich erniedrigter Viskosität 9 aus. Das fließfähige Material 9 tritt durch eine Austrittsöffnung 7 aus dem zweiten Hohlkörper 5 aus und kann vor der Wiederverfestigung formgebend weiterverarbeitet werden.

Ausführungsbeispiel 1.

Aus einer niedrig konzentrierten wässrigen Suspension von pyrogener Kieselsäure mit einer mittleren Teilchengröße von 40 nm wird mit Hilfe des z.B. aus DE-OS 37 02 025 bekannten Zentrifugalabscheidungsverfahrens ein kompaktes, poröses, sehr homogen aufgebautes, rohrförmiges Sediment mit einem Feststoffgehalt von 54 Gew.% abgeschieden.

Unter normalen Bedingungen läßt sich dieses Sediment nicht verformen.

300 g dieses noch nicht getrockneten Materials werden in die Vorrichtung gemäß Figur 1 eingefüllt. Über die Sonotrode 2 wird ein Ultraschallfeld mit einer Frequenz von $f = 20$ kHz und einer Leistung von $P = 1$ kW in das Material 8 unter einem Druck von 2,5 bar auf die Sonotrodenoberfläche eingekoppelt. Das hier befindliche Material wird durch die auf die Partikel wirkenden Scherkräfte verflüssigt und tritt aus der Austrittsöffnung 7, die bei diesem Beispiel eine Spaltbreite von 0,5 mm hat, aus. Der Druck p bleibt während der gesamten Versuchsdauer konstant bei 2,5 bar. Die Viskosität der austretenden verflüssigten Masse 9 beträgt etwa 65 mPas und ist während der Versuchsdauer konstant.

Die ausgeflossene Masse 9 wird in eine zylindrische Hohlform gegossen. Nach der Wiederverfestigung, die nach etwa 11 min eintritt, kann die Probe entnommen und zu einem porösen Stab (Durchmesser = 10 mm, Länge = 60 cm) mit einer Dichte von 46 % der theoretischen Dichte von 2,2 g/cm³ getrocknet werden. Die Dichte des Formkörpers ist über die gesamte Länge konstant.

Ausführungsbeispiel 2.

Eine wie im ersten Ausführungsbeispiel hergestellte poröse SiO₂-Masse, die jedoch neben H₂O noch 7 Gew.% Polyvinylalkohol als Bindemittel und 3,0 Gew.% Triäthylenglykol als Weichmacher enthält, wird wie oben beschrieben, in einen Zustand erniedrigter Viskosität überführt. Bei dieser Materialzusammensetzung beträgt der hierfür benötigte Druck $p = 9$ bar.

Die austretende verflüssigte Masse 9 ist im Gegensatz zu binderlosem Material zähflüssig und verfestigt sich bereits nach einer Dauer von etwas 5 min.

Das Material kann mit Hilfe eines Ziehrakels zu einer Folie von 20 μm Dicke und einer grünen Dichte von 38 % der theoretischen Dichte ausgezogen werden.

Ausführungsbeispiel 3.

Es wird wie zu Beispiel 2 beschrieben vorgegangen. Als keramischer Feststoff ist jedoch in diesem Fall feinteiliges BaTiO_3 eingesetzt worden. Das zentrifugierte Sediment hat einen Feststoffanteil von 81 Gew.% und enthält 3,1 Gew.% Polyvinylalkohol und 2,5 Gew.% Triäthylenglykol. Zum Auspressen ist ein konstanter Druck von $p = 21$ bar erforderlich. Die verflüssigte Masse 9 kann zu einer Folie mit einer homogenen Dichte von 45 % der theoretischen Dichte ausgewalzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überführung von thixotropen plastischen Massen in einen Zustand erniedrigter Viskosität bei Raumtemperatur mit einer Matritze (4,5,6) zur Aufnahme der Masse, mit einem Preßstempel (1) zum Vorschub der Masse in Richtung auf eine Austrittsöffnung (7) und mit einer, an einen Ultraschallschwinger (3) angekoppelten Sonotrode (2) mit im wesentlichen ebener Stirnfläche, gekennzeichnet durch
 - eine zweiteilige Matritze, die aus einem ersten und einem zweiten Hohlkörper (4) und (5) besteht, wobei die Hohlkörper (4) und (5) bündig über einen Flansch (6) aneinander anschließen und jeweils eine stirnseitige Öffnung aufweisen,
 - eine Sonotrode (2), die gleitfähig eng in den ersten Hohlkörper (4) eingepaßt ist und an einen, vor der stirnseitigen Öffnung des ersten Hohlkörpers (4) angeordneten Piezoschwinger (3) angekoppelt ist und
 - einen Preßstempel (1), der in den zweiten, zur Aufnahme der in einen Zustand erniedrigter Viskosität zu überführenden Masse (8) vorgesehenen Hohlkörper (5) von der stirnseitigen Öffnung dieses Hohlkörpers in Richtung auf die Sonotrode (2) verschiebbar ist und die Masse (8) im Zustand erniedrigter Viskosität (9) über eine der Sonotrode (2) unmittelbar benachbarte Austrittsöffnung (7) aus dem zweiten Hohlkörper (5) herauspreßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen als Förderschnecke ausgebildeten Preßstempel (1).

Claims

1. A device for converting thixotropic plastic substances to a state of reduced viscosity at room temperature, said device comprising a mould (4,5,6) for holding the substance, a die (1) for pushing the substance towards an outlet aperture (7) and a transducer (2), having a substantially flat end face, which is coupled to an ultrasonic oscillator (3), characterized by
 - a two-part mould which is composed of a first and a second hollow member (4) and (5), said hollow members (4) and (5) being interconnected through a flange (6) so as to be flush with each other and each hollow member having an aperture at an end face,
 - a transducer (2) which is a close sliding fit in the first hollow member (4) and which is coupled to a piezoelectric oscillator (3) arranged in front of the aperture at the end face of the first hollow member (4), and
 - a die (1) which is arranged in the second hollow member (5) holding the substance (8) which is to be converted to a state of reduced viscosity, in such a manner that the die can be moved from the aperture at the end face of the second hollow member towards the transducer (2), thereby squeezing the substance (8) which is in a state of reduced viscosity (9) out of the second hollow member (5) through an outlet aperture (7) which is situated next to the transducer (2).
2. A device as claimed in Claim 1, characterized by a die which is constructed as a screw conveyor.

Revendications

1. Dispositif pour amener des masses plastiques thixotropes dans un état de viscosité réduite à température ambiante avec une matrice (4, 5, 6) destinée à recevoir la masse, avec un chasse-piston (1) pour l'avance de la masse dans la direction d'une ouverture de sortie (7) et avec un sonotrode (2) raccordé à un producteur d'ultrasons (3) ayant une face frontale essentiellement plane, caractérisé par
 - une matrice en deux pièces, qui se compose d'une première (4) et d'une deuxième cavité (5), les cavités étant reliées l'une (4) à l'autre (5) par affleurement par l'intermédiaire d'une bride (6) et présentant, respectivement, une ouverture sur leur face frontale;

- un sonotrode (2), qui est ajusté à glissement dans la première cavité (4) et raccordé à un oscillateur piézo-électrique (3) disposé devant l'ouverture côté face frontale de la première cavité, (4) et 5
- un chasse-piston (1), qui peut glisser dans la deuxième cavité (5) prévue pour recevoir la masse (8) à amener dans un état de viscosité réduite par l'ouverture côté face frontale de la deuxième cavité (5) dans la direction du sonotrode (2) et 10
expulse de la deuxième cavité (5) la masse (8) à l'état de viscosité réduite (9) par l'intermédiaire d'une ouverture de sortie (7) immédiatement adjacente au 15
sonotrode.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par un chasse-piston (1) conçu comme une vis sans fin. 20

25

30

35

40

45

50

55

