



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 201 22 639 U1** 2006.12.21

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **201 22 639.1**
(22) Anmeldetag: **07.02.2001**
(67) aus Patentanmeldung: **101 05 504.8**
(47) Eintragungstag: **16.11.2006**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **21.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B29C 67/04 (2006.01)**
B22F 3/10 (2006.01)
B23K 26/34 (2006.01)

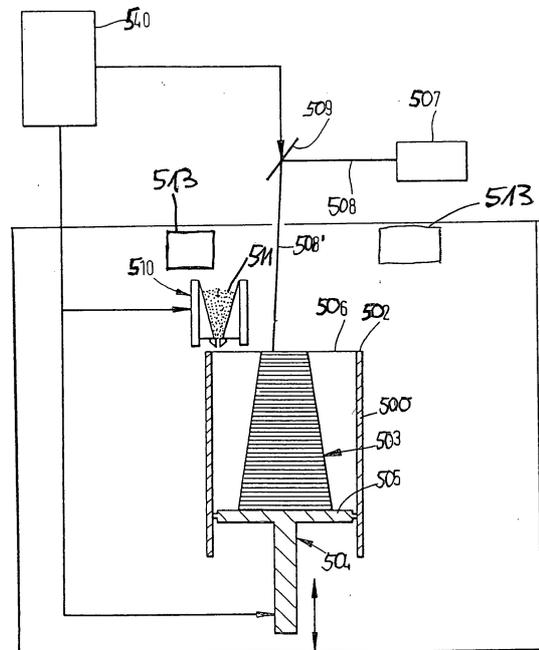
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**EOS GmbH Electro Optical Systems, 82152
Krailling, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts mit einem Träger (505), auf dem das Objekt aufgebaut wird, einem Beschichter (510) zum Aufbringen von Schichten eines verfestigbaren Pulvermaterials auf den Träger oder eine zuvor verfestigte Schicht, einer Verfestigungseinrichtung (540) zum Verfestigen des Pulvermaterials an dem Objekt in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung (1; 513) zur Fluidisierung des Pulvers vor dem Verfestigen, mit einem Vorratsbehälter (1; 513) für das Pulver mit einem Boden (2; 514) und einer Seitenwand (3; 515), wobei in dem Behälter (1; 513) eine Kammer vorgesehen ist, die in wenigstens einem Bereich zum Behälterinneren hin eine für ein fluides Medium durchlässige Begrenzung (4; 523) aufweist, und mit einer Vorrichtung (9; 528) zum Zuführen eines fluiden Mediums in die Kammer.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts.

[0002] Es sind Verfahren zum Herstellen dreidimensionaler Objekte wie z.B. das selektive Lasersintern oder das 3D-Printing bekannt, bei denen das dreidimensionale Objekt schichtweise durch Verfestigen eines pulverförmigen Materials gebildet wird. Bei der Technik des selektiven Lasersinterns erfolgt die Verfestigung mittels eines auf die Pulverschicht auftreffenden Laserstrahls, beim 3D-Printing wird ein Binder bzw. Klebstoff an den zu verfestigenden Stellen der Pulverschicht aufgebracht. Das nicht verfestigte Pulver wird üblicherweise als Altpulver wiederverwendet und auch mit Neupulver gemischt. Insbesondere im Fall des selektiven Lasersinterns kann es bei der Rückführung des Altpulvers in den Werkstoffkreislauf zu einer Schichtung des Werkstoffes aus unterschiedlichen Sinterprozessen in einem für das Altpulver vorgesehenen Altpulverbehälter kommen. Die unterschiedlichen Schichten können sich in den Pulvereigenschaften unterscheiden, was zu Einflüssen auf den Sinterprozess und der Bauteilqualität führt. Außerdem sind je nach verwendetem Pulver die Eigenschaften des Altpulvers nicht identisch zu denen des Neupulvers, z.B. kann bei Verwendung von thermoplastischen Pulvern eine thermische Alterung vorkommen. Ferner kann es zu einem Stocken des Ausflusses des Pulvers aus dem Pulverbehälter kommen.

[0003] Aus der EP 0 289 116 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts bekannt, bei dem das Objekt schichtweise durch Schmelzen eines Pulvermaterials hergestellt wird. Die übereinanderliegenden Pulverschichten werden mittels eines fluidisierten Pulverbetts erzeugt, wobei das Pulver in dem Bauraum, in dem das Objekt gebildet wird, aufgewirbelt wird, so daß sich jeweils eine neue Schicht Pulver über eine bereits durch Schmelzen verfestigte Schicht legt.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts bereitzustellen, mit der die oben beschriebenen Probleme gelöst werden und die Bauteilqualität sowie die Effizienz des Bauprozesses verbessert werden.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren.

[0007] Von den Figuren zeigen:

[0008] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Lasersintereinrichtung;

[0009] [Fig. 2](#) eine schematische Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Behandlung von Pulver nach einer ersten Ausführungsform; und

[0010] [Fig. 3](#) eine schematische Ansicht einer Abwandlung der erfindungsgemäßen Vorrichtung von [Fig. 2](#).

[0011] [Fig. 4](#) eine Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Behandlung von Pulver nach einer zweiten Ausführungsform; und

[0012] [Fig. 5](#) eine Seitenansicht der Vorrichtung von [Fig. 4](#)

[0013] Wie insbesondere aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, weist eine Lasersintereinrichtung einen nach oben offenen Behälter bzw. Baubehälter **500** mit einem oberen Rand **502** auf, Der Querschnitt des Behälters **500** ist größer als die größte Querschnittsfläche eines herzustellenden Objekts **503**. In dem Behälter **500** ist ein Träger **504** zum Tragen des zu bildenden Objekts mit einer im wesentlichen ebenen, dem oberen Rand **502** zugewandten Oberfläche **505** vorgesehen. Der Träger **504** ist mittels eines in [Fig. 1](#) schematisch angedeuteten Antriebes in dem Behälter **500** in vertikaler Richtung auf- und abbewegbar. Der obere Rand **502** des Behälters **500** definiert eine Arbeitsebene **506**.

[0014] Oberhalb der Arbeitsebene **506** ist eine Bestrahlungseinrichtung in Form eines Lasers **507** angeordnet, die einen gerichteten Lichtstrahl **508** abgibt. Es ist eine Ablenkeinrichtung **509**, beispielsweise als ein System von Galvanometerspiegeln, vorgesehen, über die der Lichtstrahl **508** als abgelenkter Strahl **508'** an jede gewünschte Stelle der Arbeitsebene **506** ablenkbar ist.

[0015] Ferner ist ein Beschichter **510** zum Aufbringen einer Schicht eines zu verfestigenden Pulvermaterials **511** auf die Trägeroberfläche **505** oder eine zuletzt verfestigte Schicht vorgesehen. Der Beschichter **510** ist mittels eines schematisch angedeuteten Antriebes von einer ersten Endstellung auf einer Seite des Behälters **500** in eine zweite Endstellung auf der gegenüberliegenden Seite des Behälters **500** über der Arbeitsebene **506** hin- und herbewegbar. Zum Befüllen des Beschichters **510** ist oberhalb der Endpositionen des Beschichters **510** jeweils ein Befüllbehälter **513** zum Befüllen des Beschichters mit Pulvermaterial vorgesehen.

[0016] Es ist ferner eine Steuereinrichtung **540** vorgesehen, durch die der Antrieb zur Einstellung der Position des Trägers **504**, der Antrieb zum Verfahren

des Beschichters **510** und der Antrieb zum Verstellen der Ablenkeinrichtung koordiniert oder unabhängig voneinander steuerbar sind.

[0017] Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, weist die Vorrichtung zur Behandlung von Pulver für eine Lasersintereinrichtung in einer ersten Ausführungsform einen sich außerhalb der eigentlichen Lasersintereinrichtung befindlichen Behälter **1** zur Aufnahme des Altpulvers und/oder einer Mischung von Alt- und Neupulver auf. Der Behälter **1** besitzt einen Boden **2** und eine den Boden umgebende und sich vertikal erstreckende Wand **3**. Der Behälter **1** ist an seiner dem Boden **2** gegenüberliegenden Seite offen zum Ermöglichen des Einfüllens von Pulver.

[0018] In einem Abstand vom Boden **2** ist eine im Wesentlichen parallel zum Boden **2** angeordnete poröse Platte **4** vorgesehen, die so bemessen ist, dass sie sich über die gesamte Querschnittsfläche des Behälterinnenraums erstreckt. Die poröse Platte **4** sitzt auf einem an der Behälterwand vorgesehenen beispielsweise ringförmig verlaufenden Vorsprung **5** auf und ist an ihrer dem Boden abgewandten Seite über eine Halterung **6** fixiert. Die poröse Platte **4** ist bevorzugt aus einer Kunststoff-sinterplatte gefertigt und damit auf Grund der Porosität des gesinterten Materials gasdurchlässig. Der Boden **2** und die poröse Platte **4** weisen koaxiale Öffnungen auf, durch die ein Pulveraustragsrohr **7** nach unten herausgeführt ist. An dem Pulveraustragsrohr **7** ist eine Verschlussklappe **8** angeordnet.

[0019] Der Boden **2** des Behälters **1** weist wenigstens eine, bevorzugt aber eine Mehrzahl von Zuführungsleitungen **9** für Druckluft auf. Die Zuführungen **9** sind mit einer Druckluftquelle **10** über eine gemeinsame Leitung **11** verbunden. Zum Steuern der Zufuhr der Druckluft insbesondere des Drucks P und des Volumenstroms V ist in der Leitung **11** ein Mehrwegeventil **12** und ein verstellbares Drosselventil **13** angeordnet.

[0020] Der ganze Behälter **1** wird von Standfüßen **14** getragen.

[0021] Im Betrieb wird Altpulver **100**, welches als nicht gesintertes Pulver von Sinterprozessen beim selektiven Lasersintern in einer Lasersintereinrichtung übrig bleibt, und/oder eine Mischung von Alt- und Neupulver in den Behälter **1** gegeben, bis dieser ausreichend gefüllt ist. Das Pulver **100** befindet sich in dem Bereich oberhalb der porösen Platte **4**. Anschließend wird Druckluft über die Druckluftquelle **10** und die Leitungen **11** und **9** in die durch den Boden **2**, die Seitenwand **3** und die poröse Platte **4** des Behälters **1** gebildete Kammer zugeführt und der Druck und der Volumenstrom in gewünschter Weise über die Ventile gesteuert. Die poröse Platte **4** ist für die Druckluft durchlässig, so dass diese in das Pulver

100 gelangt und dieses durchmischt. Durch das flächige Einblasen der Luft durch die poröse Platte **4** wird das Pulver **100** fluidisiert. Bei einer hohen Luftmenge wird eine vollständige Homogenisierung und Vermischung des Altpulvers durch turbulente Verwirbelung des Pulvers erreicht.

[0022] Bei einem geringeren Luftstrom wird das Pulver lediglich verdünnt, ohne zu verwirbeln. In diesem Zustand kann sich kein Schüttkegel über dem Pulveraustragsrohr **7** ausbilden und ein Stocken des Pulverflusses wird unterbunden. Somit ist es zweckmäßig zuerst mit einem hohen Luftstrom zu arbeiten, um eine vollständige Durchmischung zu erreichen und anschließend beim Austrag des Pulvers einen geringen Luftstrom einzustellen, so dass das Pulver gleichmäßig ausgetragen wird.

[0023] In einer in [Fig. 3](#) gezeigten Abwandlung der Vorrichtung ist kein Austragsrohr **7** vorgesehen. Ferner ist eine Vorrichtung **15** zur Zuführung eines Kühlmediums unter Überdruck z.B. ebenfalls Druckluft einer bestimmten Temperatur vorgesehen, die zur gesteuerten und/oder geregelten Abkühlung des in dem Behälter **1** befindlichen Pulvermaterials **100** dient. In einer bevorzugten Ausbildung beinhaltet die Vorrichtung **15** einen Temperaturregler, mit dem das Kühlmedium auf eine bestimmte Temperatur eingestellt werden kann.

[0024] Im Betrieb wird Pulver **100** in den Behälter **1** gegeben. Durch gesteuerte Zufuhr des Kühlmediums wird das Pulver **100** homogenisiert und gegebenenfalls gesteuert abgekühlt. Das Pulver wird anschließend durch beispielsweise Kippen des Behälters herausgeschüttet und der Lasersintereinrichtung für einen weiteren Bauprozess wieder zugeführt.

[0025] Das zugeführte gasförmige Medium ist nicht auf Druckluft beschränkt. Es kann auch ein anderes Gas verwendet werden, beispielsweise um eine Oberflächenbehandlung des Altpulvers zu erzielen. Ferner kann das Pulver in dem Behälter über das zugeführte Medium auch beispielsweise befeuchtet werden oder einer chemischen Behandlung unterzogen werden. Die Vorrichtung ist nicht auf die Behandlung von Altpulver beschränkt. Es kann auch Altpulver und Neupulver gemischt einer Behandlung unterzogen werden. Je nach Zweckmäßigkeit kann auch beim dem Behälter **1** der in [Fig. 3](#) gezeichneten abgewandelten Ausführungsform ein Austragsrohr vorgesehen sein.

[0026] In einer weiteren, in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsform ist die Vorrichtung zur Behandlung von Pulver innerhalb der Lasersintereinrichtung vorgesehen. Hierzu weist wenigstens einer oder auch beide der in [Fig. 1](#) schematisch dargestellten Befüllbehälter **513** eine Einrichtung zum Fluidisieren des in dem Befüllbehälter befindlichen Pulvers

auf. Der Befüllbehälter **513** ist als ein sich über die gesamte Baufeldbreite erstreckender Behälter ausgebildet, der einen Boden **514** und sich von diesem erstreckende Seitenwände **515** aufweist. Eine der Seitenwände verläuft, wie insbesondere aus [Fig. 4](#) ersichtlich ist schräg, so daß der Befüllbehälter an seinem Boden einen geringeren Querschnitt hat als an seinem oberen offenen Ende **516**. Am Boden des Befüllbehälters ist eine sich im wesentlichen über die Baufeldbreite erstreckende Austrittsöffnung **517** vorgesehen. An der dem Behälter abgewandten Seite des Bodens **514** unterhalb der Austrittsöffnung **517** ist eine Dosiereinrichtung **518** vorgesehen, die eine in einem Gehäuse **519** angebrachte Dosierwalze **520** umfaßt. Die Dosierwalze **520** weist eine Länge auf, die der Längen des Beschichters **511** entspricht. Die Dosierwalze **520** ist so ausgebildet, daß sie an ihrer Oberfläche eine Mehrzahl von symmetrisch angeordneten Kerben **521** beinhaltet, die in axialer Richtung verlaufen und die ein definiertes Volumen an Pulver aufnehmen können. Die Dosierwalze **520** ist über einen in [Fig. 5](#) dargestellten, mit einem Motor verbundenen Antrieb **522** drehbar.

[0027] Wie insbesondere aus [Fig. 4](#) ersichtlich ist, ist im Inneren des Befüllbehälters **513** in einem Abstand von seinem Boden **514** eine poröse Wand bzw. Lage **523** vorgesehen, die entsprechend der Austrittsöffnung **517** eine Öffnung **524** aufweist. Die poröse, gasdurchlässige Lage **523** ist z.B. aus einem gewalzten Drahtgeflecht gebildet. Die poröse Lage **523** wird über ein sich im wesentlichen über die gesamte Baufeldbreite erstreckenden Teil **525** gehalten, welches auf dem Boden **514** ruht. Das Teil **525** besitzt einen Spalt **526**, dessen breite der Austrittsöffnung **517** in dem Boden **514** des Befüllbehälters entspricht und der über dieser Austrittsöffnung liegt. Die Öffnung **524** der porösen Lage **523** korrespondiert mit dem Spalt **526**. Das Teil **525** ist ferner so gebildet, daß es sich unterhalb der porösen Lage erstreckende Ausnehmungen **527** aufweist, die Kammern bilden und die mit einer Zuführungseinrichtung **528** für ein gasförmiges Medium, beispielsweise für Druckluft, in Verbindung stehen. Die Ausnehmungen **527** bilden somit die Druckkammern für die Fluidisierung. Weiter, dem Boden **514** zugewandte Ausnehmungen **529** des Teils **525** dienen der Unterbringung von Befestigungsmitteln, wie z.B. Schrauben für die Dosiereinrichtung **518**.

[0028] Im Betrieb wird der Befüllbehälter mit Pulver gefüllt. Während des gesamten Bauprozesses oder auch in bestimmten Abständen wird den durch die Ausnehmungen **527** gebildeten Kammern Druckluft oder ein anderes gewünschtes fluides Medium zugeführt. Dadurch wird das in dem Befüllbehälter **513** befindliche Pulver nahe des Behälterbodens **514** fluidisiert und es kommt nicht zu einem Pulverstau an der Austrittsöffnung **517**. Die umfangsseitigen Kerben **521** der Dosierwalze **519** werden somit gleichmäßig

mit Pulver befüllt. Die Befüllung des Beschichters **511** erfolgt jeweils in der Endstellung unterhalb der Dosierwalze. Durch Drehung der Dosierwalze wird der Pulverinhalt einer oder mehrerer Kerben in den Beschichter abgegeben. Die Fluidisierung des Pulvers in dem Befüllbehälter ermöglicht eine sehr genaue Dosierung, was eine genaue Schichtdicke und damit eine verbesserte Bauteilqualität zur Folge hat.

[0029] Bei einem Verfahren zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts mittels Lasersintern wird das Pulver vor dem Bauprozess in dem in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Behälter fluidisiert und somit homogenisiert. Anschließend wird es in die Lasersinter-einrichtung eingeführt und für den Bauprozess, der in bekannter Weise abläuft, verwendet. Anstelle oder zusätzlich zu der Fluidisierung vor dem gesamten Bauprozess wird das Pulver in der Lasersinter-einrichtung in dem Befüllbehälter fluidisiert.

[0030] Die Erfindung ist nicht auf das Lasersintern beschränkt sondern ebenfalls anwendbar für andere generative Verfahren zum Herstellen von dreidimensionalen Objekten, bei denen Pulver verwendet wird.

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts mit einem Träger (**505**), auf dem das Objekt aufgebaut wird, einem Beschichter (**510**) zum Aufbringen von Schichten eines verfestigbaren Pulvermaterials auf den Träger oder eine zuvor verfestigte Schicht, einer Verfestigungseinrichtung (**540**) zum Verfestigen des Pulvermaterials an dem Objekt in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung (**1; 513**) zur Fluidisierung des Pulvers vor dem Verfestigen, mit einem Vorratsbehälter (**1; 513**) für das Pulver mit einem Boden (**2; 514**) und einer Seitenwand (**3; 515**), wobei in dem Behälter (**1; 513**) eine Kammer vorgesehen ist, die in wenigstens einem Bereich zum Behälterinneren hin eine für ein fluides Medium durchlässige Begrenzung (**4; 523**) aufweist, und mit einer Vorrichtung (**9; 528**) zum Zuführen eines fluiden Mediums in die Kammer.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzung als eine in einem Abstand vom Boden (**2**) sich im Wesentlichen über den Querschnitt des Behälterinneren erstreckende Lage (**4**) aus einem für das fluide Medium durchlässigen Material gebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzung (**4**) als gasdurchlässige Platte, bevorzugt aus gesintertem Kunststoffmaterial, ausgebildet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzung (**523**) aus einem gewalzten Drahtgewebe gebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zum Zuführen eines fluiden Mediums eine Vorrichtung zum Zuführen eines Gases ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zum Steuern und/oder Regeln der Temperatur und/oder des Drucks und/oder des Volumenstroms des fluiden Mediums vorgesehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein sich vertikal nach unten erstreckender Auslass (**7**; **526**, **517**) für das Pulver vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur Fluidisierung als ein sich außerhalb der Vorrichtung zum Herstellen des Objekts befindlicher Vorratsbehälter (**1**) vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Fluidisieren innerhalb der Vorrichtung zum Herstellen des Objekts vorgesehen ist und als Befüllbehälter (**513**) ausgebildet ist, der dem Beschichter (**510**) vorgeschaltet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Befüllbehälter (**513**) eine Austrittsöffnung (**517**) aufweist, der eine Dosiereinrichtung (**518**) nachgeschaltet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum Fluidisieren eine in einem Abstand von dem Boden des Befüllbehälters angeordnete gasdurchlässige Lage (**523**) umfaßt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

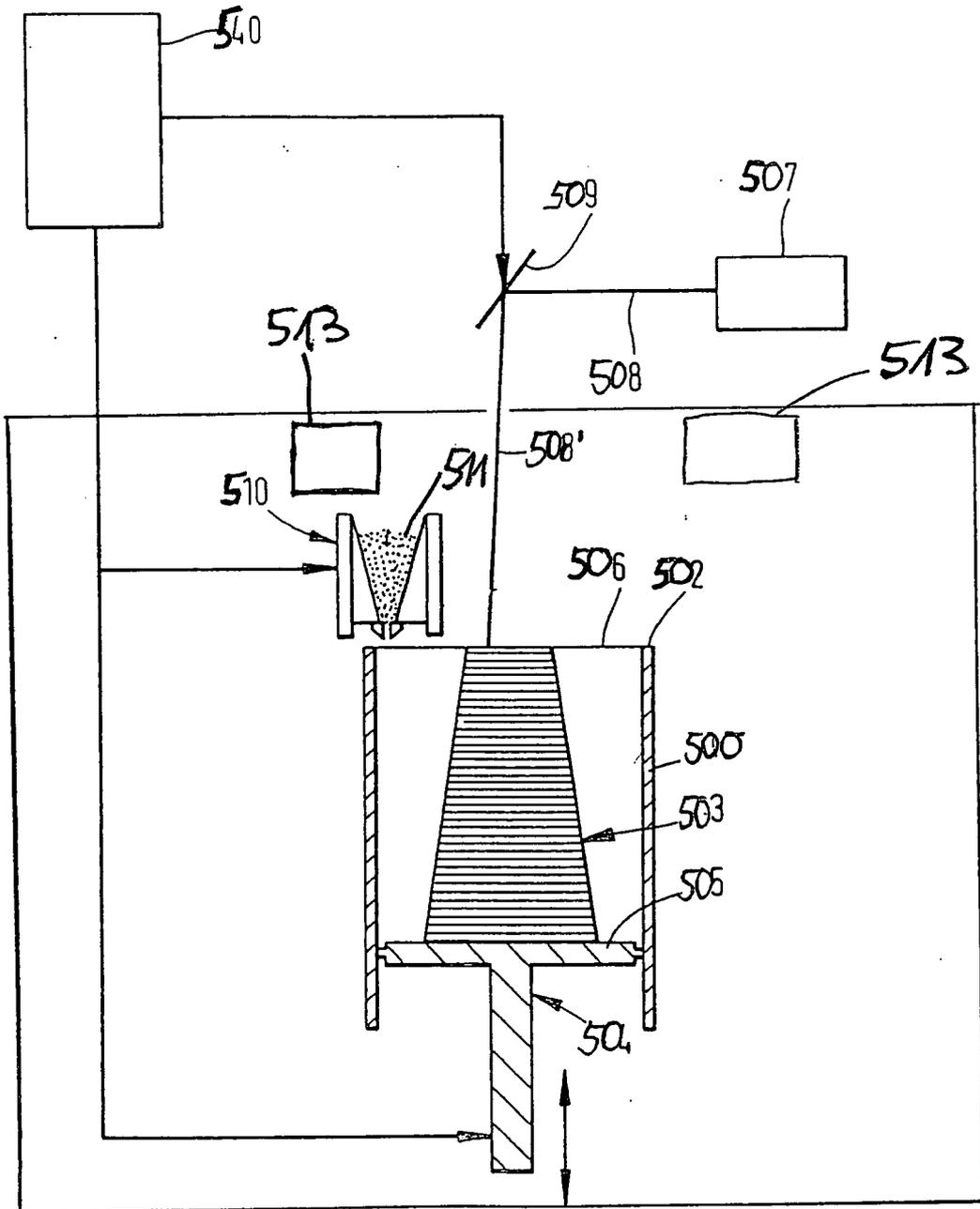


Fig. 1

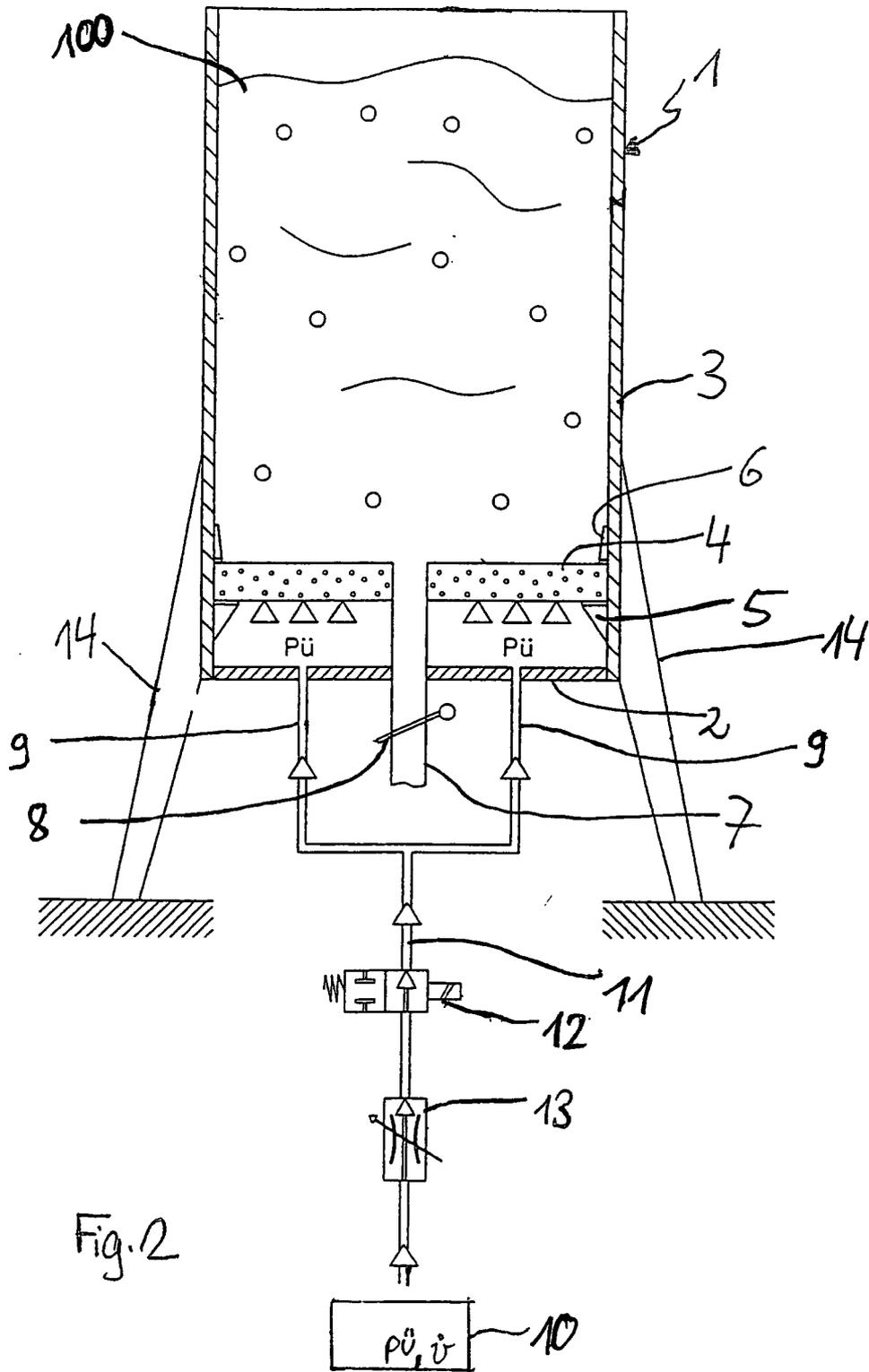


Fig. 2

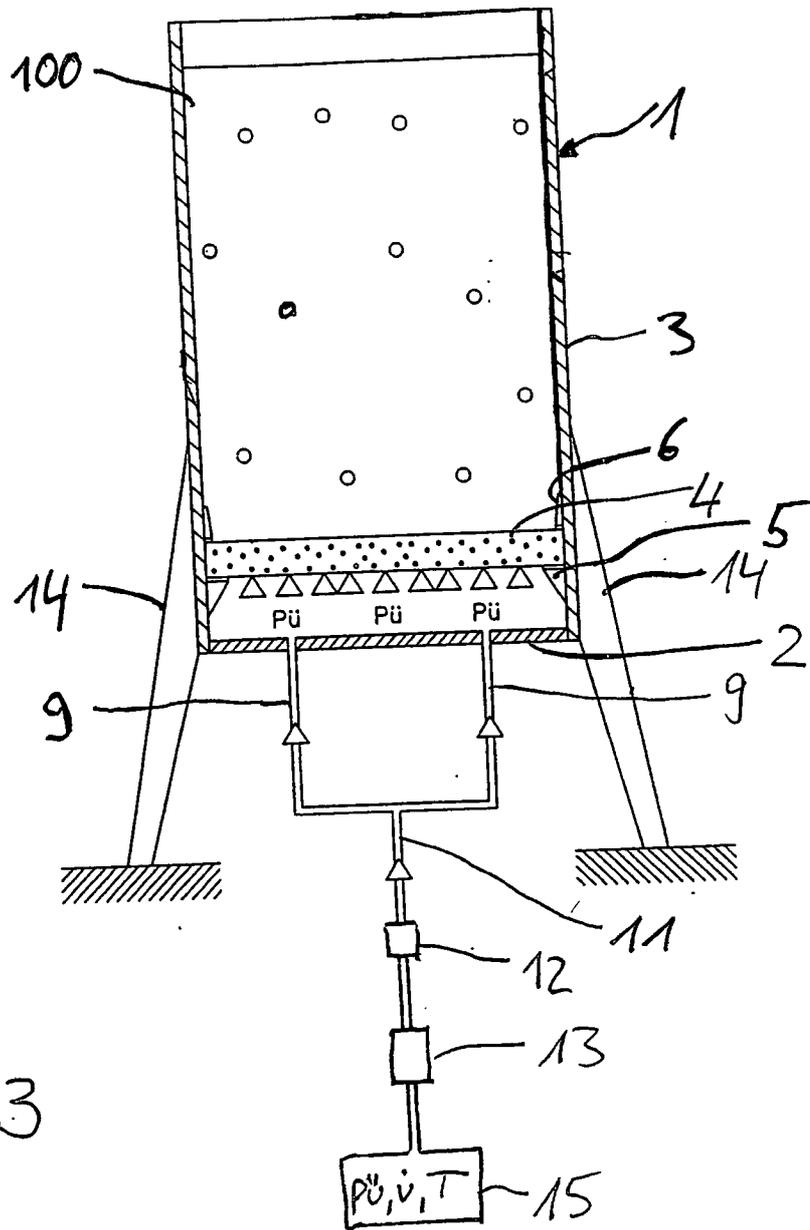


Fig. 3

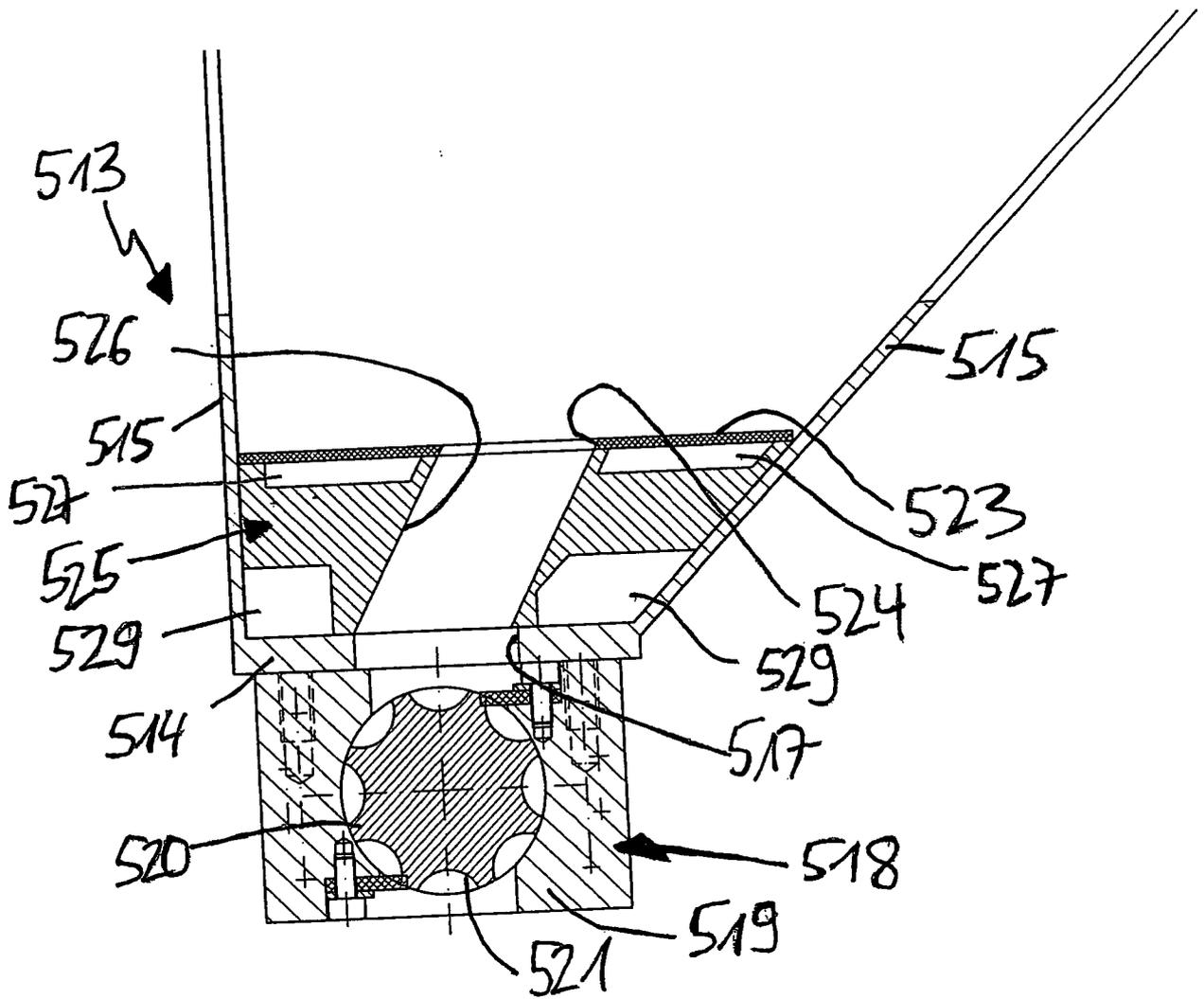


Fig.4

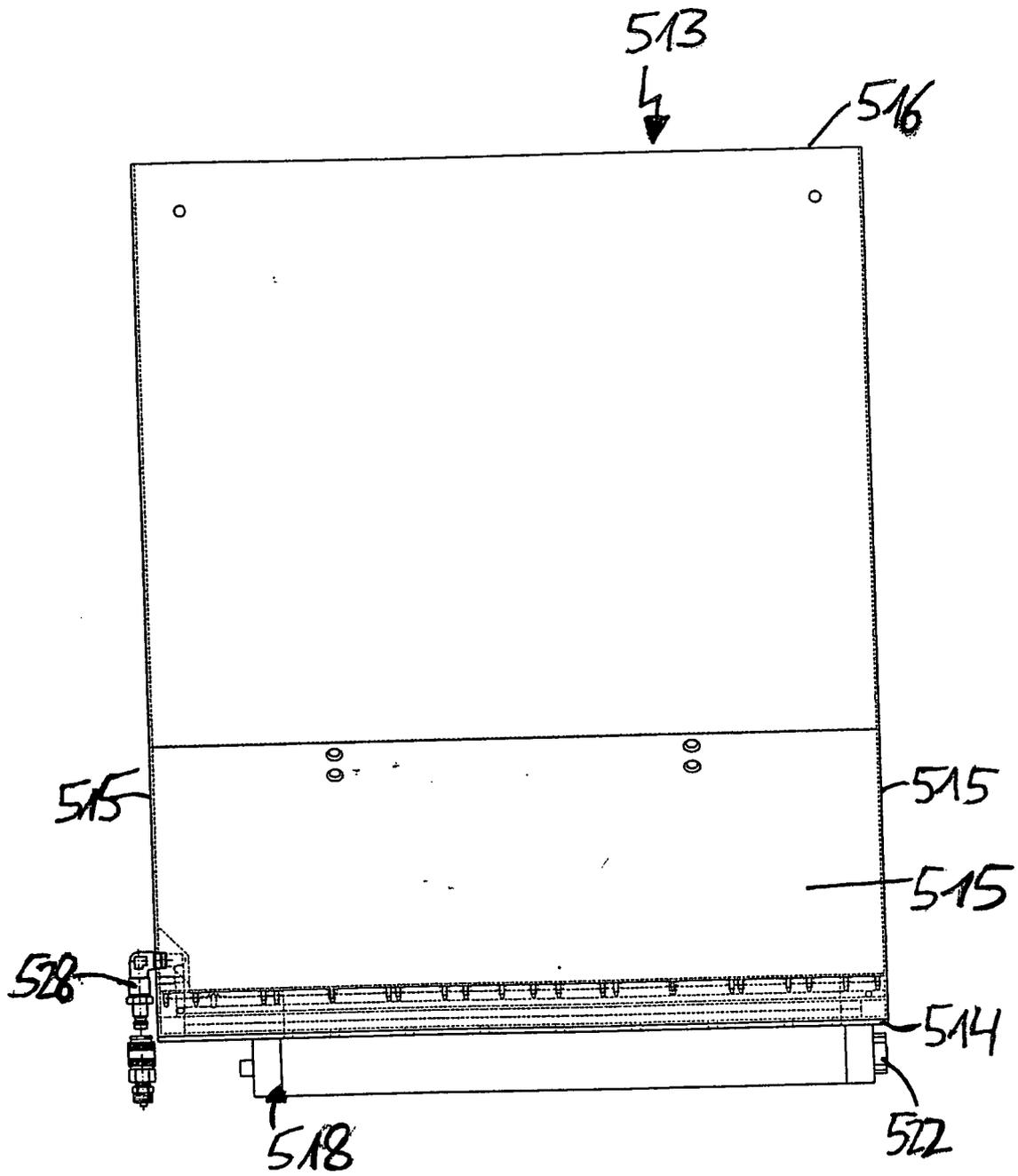


Fig. 5