



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 206 358.3**  
(22) Anmeldetag: **25.04.2018**  
(43) Offenlegungstag: **31.10.2019**

(51) Int Cl.: **B22F 3/105** (2006.01)  
**B29C 64/35** (2017.01)  
**B33Y 40/00** (2015.01)  
**C04B 35/622** (2006.01)

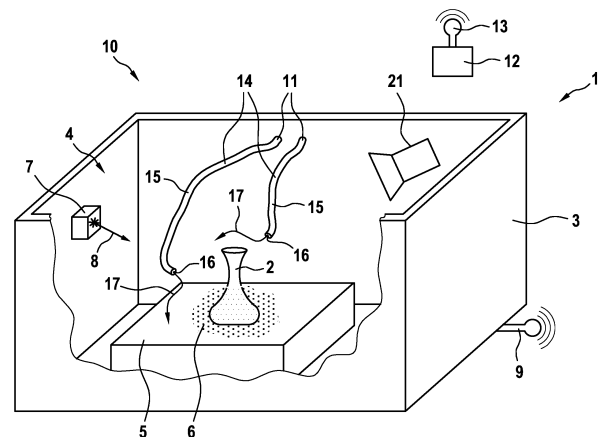
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Menold, Tobias Joachim, 72070 Tübingen, DE; Mikhaylov, Dmitriy, 71272 Renningen, DE; Shakirov, Damir, 75203 Königsbach-Stein, DE; Wehle, Michael, 71065 Sindelfingen, DE; Schaenzel, Michael, 73457 Essingen, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Säuberungsvorrichtung, Anlage mit der Säuberungsvorrichtung und Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Säuberungsvorrichtung 10 zur Pulverentfernung in einer Anlage 1 der additiven Fertigung, wobei die Anlage 1 zu einer auf Herstellungsdaten basierenden Herstellung von Gegenständen 2 durch Aufbauen aus einem Pulver, insbesondere durch schichtweises Aufbauen aus einem Pulver, und zur Bereitstellung von Objektdaten ausgebildet ist, wobei die Objektdaten die Herstellungsdaten und/oder eine Gegenstandsgeometrie umfassen, wobei die Säuberungsvorrichtung 10 eine Schnittstelle 13 zur Übernahme der Objektdaten und eine Pulverentfernungseinrichtung 11 aufweist, gekennzeichnet durch ein Planungsmodul 12, wobei das Planungsmodul 12 ausgebildet ist, die Pulverentfernungseinrichtung 11 basierend auf den Objektdaten zu einer lokalen Pulverentfernung anzusteuern.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Es wird eine Säuberungsvorrichtung zur Pulverentfernung in einer Anlage der additiven Fertigung vorgeschlagen. Die Anlage ist zur Herstellung von Gegenständen durch Aufbauen aus einem Pulver, insbesondere durch schichtweises Aufbauen aus einem Pulver, und zur Bereitstellung von Objektdaten ausgebildet, wobei die Objektdaten die Herstellungsdaten und/oder eine Gegenstandsgeometrie umfassen. Die Säuberungsvorrichtung umfasst eine Schnittstelle zur Übernahme der Objektdaten und eine Pulverentfernungseinrichtung.

**[0002]** Additive Fertigungsverfahren werden zur Herstellung einer Vielzahl von Produkten eingesetzt. Ein solches Verfahren stellt beispielsweise das selektive Laserschmelzen (SLM) dar.

**[0003]** In Post-Processing-Aufgaben wird beispielsweise nicht verwendetes Pulver entfernt und beispielsweise recycelt. Die rückstandslose Entfernung des Pulvers kann durch die Geometrie des Bauteils schwierig sein. Insbesondere bei komplexen Geometrien, beispielsweise mit Hinterschneidungen oder Zwischenräumen, kann die Entfernung von Pulverrückständen kompliziert sein.

**[0004]** Die Druckschrift DE 10 2006 014 835, die wohl den nächstkommenden Stand der Technik bildet, beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung von Gegenständen durch schichtweises Aufbauen aus einem pulverförmigen Werkstoff. Das Auftragen der Pulverschichten erfolgt in einem Prozessgehäuse, wobei das Prozessgehäuse eine Absaugvorrichtung vorsieht, welche entstehenden Dampf oder Rauch durch das Aufschmelzen des Pulvers absaugt.

## Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Die Erfindung betrifft eine Säuberungsvorrichtung zur Pulverentfernung in einer Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Anlage mit der Säuberungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 sowie ein Verfahren zur Entfernung von Pulver in einer Anlage mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Bevorzugte und/oder vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie den Unteransprüchen.

**[0006]** Es wird eine Säuberungsvorrichtung zur Pulverentfernung in einer Anlage der additiven Fertigung vorgeschlagen. Die Aufgabe der Säuberungsvorrichtung ist die automatische Entfernung eines Pulvers. Das Pulver ist beispielsweise ein Metallpulver und/oder ein Keramikpulver. Ferner kann das Pulver als ein Kunststoffpulver zum Aufschmelzen und/

oder Verschmelzen ausgebildet sein. Die Anlage ist vorzugsweise eine SLM-Anlage und/oder eine Anlage zum Laserauftragsschweißen. Andere Fertigungsanlagen zur pulverbasierten generativen Fertigung von Bauteilen sind ebenfalls denkbar.

**[0007]** Die Anlage ist zur Herstellung eines Gegenstandes ausgebildet. Insbesondere erfolgt die Herstellung basierend auf Herstellungsdaten. Die Herstellungsdaten umfassen im Speziellen die Schritte, die mittels der Anlage auszuführen sind, um den Gegenstand herzustellen. Der Gegenstand kann beispielsweise ein Bauteil sein. Der Gegenstand weist eine Gegenstandsgeometrie auf. Die Gegenstandsgeometrie kann eine einfache oder eine komplexe Geometrie sein, beispielsweise weist der Gegenstand Hinterschnitte oder Aussparungen auf. Das Herstellen erfolgt durch Aufbauen aus einem Pulver, insbesondere durch schichtweises Aufbauen aus einem Pulver. Hierzu wird insbesondere ein Pulver in Pulverschichten aufgetragen und diese Pulverschichten punktwise und/oder flächig verschmolzen, wobei nach dem Verschmelzen eine weitere Schicht aufgetragen wird, bis der Gegenstand vollständig aufgebaut ist. Beim Aufbauen des Gegenstandes aus dem Pulver und/oder Pulverschichten wird insbesondere nicht die gesamte Pulverschicht verschmolzen und/oder verbraucht, sodass beim Aufbauen des Gegenstandes Abschnitte und/oder Teile einer Pulverschicht unverbraucht bleiben.

**[0008]** Die Anlage ist ferner zur Bereitstellung von Objektdaten ausgebildet. Die Objektdaten umfassen die Herstellungsdaten und/oder die Gegenstandsgeometrie. Insbesondere umfassen die Objektdaten die aktuelle und/oder gerade vorliegende Gegenstandsgeometrie. Die Objektdaten können auch Informationen über Positionen und/oder Bereiche umfassen, an denen unverwendetes und/oder unverbrauchtes Pulver sich befindet. Ferner können die Objektdaten Informationen über die Einbettung des Gegenstands im Raum, insbesondere im Arbeitsraum der Anlage, umfassen. Im Speziellen umfassen die Objektdaten Informationen zu Werkzeugen und/oder Hindernissen in der Anlage und/oder im Arbeitsraum. Besonders bevorzugt umfassen die Herstellungsdaten und/oder die Objektdaten die aktuelle Position der Werkzeuge zur Herstellung des Gegenstands. Eine weitere bevorzugte Ausführung der Anlage und/oder Säuberungsvorrichtung umfasst Sensorik zum Vermessen des aufgebauten Gegenstandes, da sich dieser aufgrund der Wärmeeinwirkung durch das Herstellungsverfahren deformieren kann. Die Sensorik kann berührend oder berührungslos ausgebildet sein. Sie hat die Aufgabe deformierte Objektdaten zur Säuberung zur Verfügung zu stellen.

**[0009]** Die Säuberungsvorrichtung weist eine Schnittstelle zur Übernahme der Objektdaten auf. Die Objektdaten können dabei aus einer CAD-Da-

tei und/oder einer Simulation und/oder der Sensorik bezogen werden. Die Schnittstelle ist eine virtuelle oder eine reale Schnittstelle. Besonders bevorzugt ist die Schnittstelle eine Funkschnittstelle, alternativ ist die Schnittstelle eine Kabelschnittstelle. Die Säuberungsvorrichtung weist eine Pulverentfernungseinrichtung auf. Der Pulverentfernungseinrichtung sind die Objektdaten bereitgestellt. Insbesondere sind der Pulverentfernungseinrichtung mittels der Objektdaten die aktuelle Geometrie, die Gegenstandsgeometrie und/oder aktuelle Herstellungsdaten bereitgestellt. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass die Pulverentfernungseinrichtung die Schnittstelle zur Übernahme der Objektdaten aufweist. Die Anlage kann eine Gegenschnittstelle aufweisen, wobei die Schnittstelle mit der Gegenschnittstelle koppelbar ist.

**[0010]** Die Säuberungsvorrichtung weist ein Planungsmodul auf. Das Planungsmodul kann ein Chip sein, ein Controller, insbesondere Mikrocontroller, oder eine Rechneinheit. Im Speziellen kann das Planungsmodul als ein Softwaremodul ausgebildet sein. Das Planungsmodul kann ein externes Planungsmodul sein, alternativ ist das Planungsmodul beispielsweise in der Pulverentfernungseinrichtung integriert. Dem Planungsmodul sind die Objektdaten bereitgestellt.

**[0011]** Das Planungsmodul ist ausgebildet, die Pulverentfernungseinrichtung basierend auf den Objektdaten zu einer lokalen Pulverentfernung anzusteuern. Die lokale Pulverentfernung ist insbesondere eine punktförmige und/oder lokale Pulverentfernung. Die lokale Pulverentfernung erfolgt insbesondere gezielt, beispielsweise an einstellbaren und/oder ausgewählten Koordinaten. Ferner ist eine automatisierte Erkennung der Koordinaten zur Pulverentfernung denkbar. Die Pulverentfernung erfolgt vorzugsweise berührungslos zu dem Pulver, der Pulverschicht und/oder dem herzustellenden Gegenstand. Insbesondere erfolgt die Pulverentfernung in einem Abstand größer als ein Zentimeter zum Ort der Pulverentfernung. Das Planungsmodul ist insbesondere ausgebildet, mittels der Pulverentfernungseinrichtungen sensible Bereiche anzufahren und/oder von Pulver zu säubern. Sensible Bereiche sind beispielsweise Aussparungen, Hinterschnitte oder verwinkelte Bereiche. Beispielsweise ist das Planungsmodul ausgebildet, die Pulverentfernungseinrichtung zu einer Entfernung des Pulvers entlang eines Pfades oder einer Trajektorie anzusteuern. Das Ansteuern der Pulverentfernungseinrichtung durch das Planungsmodul kann auch ein Ein- und/oder Ausschalten der Pulverentfernungseinrichtung umfassen.

**[0012]** Der Erfindung liegt die Überlegung zugrunde, eine Säuberungsvorrichtung bereitzustellen, welche es ermöglicht, in Anlagen der additiven Fertigung den herzustellenden Gegenstand von Pulverresten zu be-

freien, wobei die Pulverentfernung rückstandslos erfolgt und auch schwer zugängliche Bereiche bei der Pulverentfernung berücksichtigt werden können. Die Pulverentfernung sieht dabei vor, dass die aktuelle Geometrie, Herstellungsdaten und/oder weitere Parameter der Anlage und/oder des Gegenstandes bei der Pulverentfernung berücksichtigt werden.

**[0013]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Pulverentfernungseinrichtung eine Absaugereinheit zum Absaugen von überschüssigem Pulver aufweist. Insbesondere kann die Pulvereinrichtung eine Mehrzahl an Absaugereinheiten umfassen, beispielsweise mindestens zwei oder mehr als fünf Absaugereinheiten. Die Absaugereinheiten können stationär, verfahrbar und/oder mobil angeordnet sein. Die Absaugereinheiten umfassen im Speziellen einen Auffangbehälter, in welchem abgesaugtes Pulver aufgefangen und/oder recycelt werden kann. Die Absaugereinheiten sind insbesondere so angeordnet, dass alle Punkte in der Anlage und/oder im Arbeitsraum zum Absaugen erreichbar sind. Beispielsweise sind die Absaugereinheiten äquidistant, gegenüberliegend und/oder in einer beliebigen Geometrie angeordnet. Die Absaugereinheiten können beispielsweise ähnlich zu Staubsaugern ausgebildet sein.

**[0014]** Die Säuberungsvorrichtung kann insbesondere eine Ablaseinheit als Pulverentfernungseinrichtung umfassen. Im Speziellen umfasst die Säuberungsvorrichtung eine Mehrzahl an Ablaseinrichtungen. Die Ablaseinrichtungen sind stationär oder mobil anordenbar. Die Ablaseinrichtungen sind ausgebildet, einen Luftstrom auf einen gezielten Punkt oder auf eine gezielte Fläche zur lokalen Pulverentfernung auszugeben. Insbesondere umfasst die Pulverentfernungseinrichtung mehr als zwei, und im Speziellen mehr als fünf Ablaseinrichtungen. Die Pulverentfernungseinrichtung kann einen Luftauslass aufweisen, wobei der Luftauslass zum Ablassen und/oder Absaugen von Luft und/oder eines Überdrucks resultierend in dem Abblasen mittels der Ablaseinheit entweichen zu lassen.

**[0015]** Besonders bevorzugt ist es, dass die Pulverentfernungseinrichtung eine verstellbare Wirkrichtung aufweist. Die Wirkrichtung ist dabei die Richtung, in welcher Pulver abgesaugt oder abgeblasen wird. Insbesondere entspricht der Wirkrichtung eine Strömungsrichtung, welche von abgesaugtem und/oder abzusaugendem Pulver verfolgt wird. Beispielsweise ist die Strömungsrichtung mittels Klappen einstellbar. Das Planungsmodul ist ausgebildet, die Wirkrichtung basierend auf den Objektdaten zur lokalen Pulverentfernung zu variieren.

**[0016]** Insbesondere erfolgt das Variieren der Wirkrichtung durch ein Umlenken der Strömungsrichtung. Beispielsweise werden mittels des Planungsmoduls die Klappen angesteuert, um die Wirkrichtung zu än-

dern. Die Wirkrichtung wird mittels des Planungsmoduls so angepasst, dass die Gegenstandsgeometrie beim Absaugen berücksichtigt wird. Dabei wird beispielsweise die Wirkrichtung so variiert, dass ein Ort möglichst gut vom Pulver befreit wird. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, zur optimalen Pulverentfernung gerichtete Pulverentfernungseinrichtungen mit einer Wirkrichtung zu verwenden, wobei durch das Anpassen der Wirkrichtung das Pulver besser abgetragen wird.

**[0017]** Optional ist es vorgesehen, dass die Ablaseinheit und/oder die Absaugeinheit eine änderbare Blasrichtung und/oder Saugrichtung aufweisen. Insbesondere kann es vorgesehen sein, dass eine Ablaseinheit in eine Absaugeinheit überführbar ist und/oder umgekehrt, insbesondere dadurch, dass die Blas- und/oder Saugrichtung umgestellt werden. Im Speziellen kann auch der Volumenstrom der Ablaseinheit und/oder Absaugeinheit mittels des Planungsmoduls variiert werden. Beispielsweise ist das Planungsmodul ausgebildet, den Volumenstrom entsprechend eines Abstandes zum Absaugort einzustellen.

**[0018]** Insbesondere weisen die Ablaseinheit und/oder die Absaugeinheit eine Öffnung als Saug- oder Blasöffnung auf. Die Öffnung ist dabei vorzugsweise mindestens zehn Mal so groß wie die durchschnittliche Partikelgröße des Pulvers. Insbesondere ist die Öffnung größer als ein Quadratzentimeter und im Speziellen größer als zwei Quadratzentimeter. Dieser Ausgestaltung liegt die Überlegung zugrunde, eine Säuberungsvorrichtung bereitzustellen, welche eine besonders effiziente und sichere Absaugung von Pulverresten ermöglicht.

**[0019]** Beispielsweise ist die Öffnung als eine Düse ausgebildet. Insbesondere ist die Düse rohrförmig ausgebildet und vorzugsweise konisch zulaufend.

**[0020]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Öffnung in einem Arbeitsraum bewegbar ist. Insbesondere wird der Arbeitsraum durch die Anlage der additiven Fertigung begrenzt. Die Öffnungen sind dabei vorzugsweise ungestuft bewegbar. Das Planungsmodul ist ausgebildet, basierend auf den Objektdaten eine Trajektorie für die Öffnungen zu planen, sodass die Öffnungen das Pulver lokal absaugen können. Dabei berücksichtigt das Planungsmodul die Objektgeometrie und/oder die Herstellungsdaten, sodass die Trajektorie für die Öffnungen kollisionsfrei im Arbeitsraum ist. Ferner ist die Trajektorie kollisionsfrei für die Öffnungen mit dem Gegenstand, Werkzeugen oder Hindernissen. Bei der Bestimmung der Trajektorie ist das Planungsmodul ferner ausgebildet, die Wirkrichtung, die Blasrichtung und/oder die Saugrichtung zu berücksichtigen. Das Planungsmodul ist ferner ausgebildet, die Öffnungen zur Bewegung entlang der Trajektorie anzusteuern. Insbeson-

dere kann es vorgesehen sein, dass das Planungsmodul die Öffnungen entlang einer solchen Trajektorie bewegt, die es ermöglicht, dass auch schwierige Bereiche, beispielsweise Hinterschnittsbereiche oder Aussparungen, von Pulver befreit werden können.

**[0021]** Besonders bevorzugt ist es, dass die Öffnungen, die Ablaseinheiten und/oder die Absaugeinheiten an einer Lineareinheit angeordnet sind. Die Lineareinheit ermöglicht insbesondere eine eindimensionale Bewegung der Öffnungen. Ferner kann die Lineareinheit zur Bewegung der Öffnungen in zwei oder drei Dimensionen ausgebildet sein, wobei die Lineareinheit aus einzelnen Unterlineareinheiten besteht. Alternativ können die Öffnungen mittels eines Roboters, beispielsweise eines Knickarmroboters, bewegbar im Arbeitsraum sein. Insbesondere erfolgt die Ansteuerung der Lineareinheit und/oder des Roboters mittels des Planungsmoduls. Das Planungsmodul ist dabei ausgebildet, die Lineareinheit und/oder den Roboter so anzusteuern, dass die Öffnungen entlang der Trajektorie bewegt werden.

**[0022]** Optional ist es vorgesehen, dass die Öffnungen, die Ablaseinheit und/oder die Absaugeinheit ortsfest angeordnet sind. Beispielsweise sind die Öffnungen, die Ablaseinheit und/oder die Absaugeinheit am Gehäuse der Anlage befestigbar.

**[0023]** Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass insbesondere bei ortsfesten Öffnungen das Planungsmodul ausgebildet ist, basierend auf den Objektdaten eine Objekttrajektorie zu bestimmen. Die Objekttrajektorie ist eine Bewegung und/oder ein Bewegungsmuster, gemäß dem der Gegenstand verfahren werden muss, um eine lokale Pulverentfernung zu ermöglichen. Hierbei werden die Öffnungen, die Ablaseinheiten und/oder die Absaugeinheiten festgehalten und stattdessen der Gegenstand bewegt. Die Objekttrajektorie ist insbesondere vom Planungsmodul so berechnet, dass die Objekttrajektorie kollisionsfrei, insbesondere kollisionsfrei bezüglich des Gegenstandes, ausgebildet ist.

**[0024]** Besonders bevorzugt ist es, dass die Objektdaten ein dreidimensionales Modell des Gegenstandes umfassen. Beispielsweise sind die Objektdaten als CAD-Daten des Gegenstandes ausgebildet. Insbesondere können die Objektdaten und/oder die CAD-Daten Informationen bezüglich der Einbettung des Gegenstandes in einem Arbeitsraum umfassen. Besonders bevorzugt ist es, dass der Säuberungsvorrichtung bei Herstellungsbeginn des Gegenstandes die CAD-Daten des Gegenstandes als Objektdaten bereitgestellt werden und anschließend beispielsweise die Trajektorienplanung oder die Objekttrajektorienplanung basierend auf den CAD-Daten erfolgt.

**[0025]** Insbesondere weist die Säuberungsanlage eine integrierte Sensorik zur Übermittlung von defor-

mierten Objektdaten an das Planungsmodul zu übermitteln. Die Sensorik zur Bereitstellung von deformierten Objektdaten ist beispielsweise zur Bestimmung eines Verzugs des Gegenstands und/oder der Abweichung einer Sollgeometrie von einer Istgeometrie des Gegenstands. Beispielsweise ist die integrierte Sensorik zur optischen Messung ausgebildet und im Speziellen als ein Laserinterferometer ausgebildet.

**[0026]** Beispielsweise umfassen die Objektdaten eine Kammergeometrie einer Fertigungskammer der Anlage. Die Objektdaten können auch Informationen zu Hindernissen im Arbeitsbereich umfassen. Ferner können die Objektdaten beispielsweise Informationen dazu umfassen, an welchen Bereichen im Arbeitsraum sich kollisionsfähige Hindernisse für die Pulverentfernungseinrichtung befinden.

**[0027]** Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet eine Anlage zur additiven Fertigung. Die Anlage zur additiven Fertigung ist beispielsweise eine SLM-Anlage oder eine Laserauftragsschweißanlage. Bei einer SLM-Anlage bzw. einem SLM-Verfahren wird eine dünne Schicht eines Grundmaterials in Pulverform auf eine Trägereinheit aufgebracht, wobei das Pulver an gewünschten Stellen mit Hilfe eines Laserstrahls umgeschmolzen und verbunden wird. Auf den Schritt des Umschmelzens folgt ein weiterer Schritt an Pulverauftragung und erneutem Verschmelzen und/oder Umschmelzen. Diese Prozesse werden so lange fortgesetzt, bis ein ganzes Bauteil gefertigt ist. Die Anlage umfasst eine Säuberungsvorrichtung, insbesondere wie vorher beschrieben. Die Säuberungsvorrichtung ist ausgebildet, basierend auf Objektdaten eine lokale Pulverentfernung durchzuführen. Insbesondere ist das Pulver, welches bei der Pulverentfernung entfernt wurde, von der Anlage wieder einsetzbar, sodass die Anlage als eine recycelnde Anlage zur additiven Fertigung ausgebildet ist.

**[0028]** Einen weiteren Gegenstand der Erfindung bildet ein Verfahren zur Pulverentfernung in einer Anlage der additiven Fertigung. Dabei wird basierend auf Objektdaten, wobei die Objektdaten beispielsweise eine Gegenstandsgeometrie eines herzustellenden Gegenstandes umfassen, eine Pulverentfernungseinrichtung so angesteuert, dass die Pulverentfernungseinrichtung das Pulver lokal entfernt. Insbesondere erfolgt die Ansteuerung der Pulverentfernungseinrichtung so, dass eine kollisionsfreie Pulverentfernung ermöglicht wird. Insbesondere erfolgt das Ansteuern zur Pulverentfernung basierend auf CAD-Daten, wobei die CAD-Daten die Daten sind, die der Anlage zur Herstellung des Gegenstandes bereitgestellt und/oder bereitzustellen sind. Dabei kann verfahrensgemäß beispielsweise die Pulverentfernungseinrichtung verfahren und/oder bewegt werden, alternativ kann die Pulverentfernungseinrichtung lokal und/oder stationär bleiben, wobei zum lokalen Pulverent-

fernen der Gegenstand verfahren wird. Das Verfahren des Gegenstands erfolgt beispielsweise durch ein Verfahren einer Plattform, auf welcher die Pulverschichten zur Herstellung des Gegenstandes aufgetragen werden.

**[0029]** Weitere Vorteile, Wirkungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den beigefügten Figuren und der nachfolgenden Figurenbeschreibung. Dabei zeigen:

**Fig. 1** ein erstes Ausführungsbeispiel einer Anlage mit Säuberungsvorrichtung;

**Fig. 2** ein zweites Ausführungsbeispiel einer Anlage mit Säuberungsvorrichtung.

**[0030]** **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Anlage **1**. Die Anlage **1** ist zur additiven Fertigung eines Gegenstands **2** ausgebildet. Insbesondere ist die Anlage **1** eine SLM-Anlage. Die SLM-Anlage umfasst ein Gehäuse **3**. Das Gehäuse **3** begrenzt einen Arbeitsraum **4**. Der Arbeitsraum **4** ist ein dreidimensionaler Bereich. In dem Arbeitsraum **4**, insbesondere im Gehäuse **3**, ist eine Trägervorrichtung **5** angeordnet. Die Trägervorrichtung **5** ist in diesem Ausführungsbeispiel eine stationäre Trägervorrichtung **5**. Auf der Trägervorrichtung **5** werden Pulverschichten **6** aufgetragen. Die Pulverschichten **6** sind aus einem metallischen oder keramischen Pulver. Die Pulverschicht **6** ist beispielsweise eine Pulverschicht **6** von weniger als einem Millimeter Dicke. Die Pulverschicht **6** erstreckt sich flächig auf der Trägervorrichtung **5**, beispielsweise erstreckt sich die Pulverschicht **6** im gesamten Bereich der Trägervorrichtung **5**. Die Anlage **1** umfasst eine Beleuchtungseinheit **7**. Mittels der Beleuchtungseinheit **7** wird die Pulverschicht **6** punktuell mittels eines Laserstrahls **8** bestrahlt. Durch das Bestrahlen mit dem Laserstrahl **8** wird die Pulverschicht **6** punktuell aufgeschmolzen und so miteinander verbunden. Durch das Aufschmelzen und Verbinden der Pulverschicht **6** wird der Gegenstand **2** erzeugt. Bei dem Aufschmelzen wird jedoch meistens nicht die gesamte Pulverschicht **6** aufgeschmolzen, sondern nur Abschnitte der Pulverschicht **6**. Somit bleiben bei einem Aufschmelzprozess mittels des Laserstrahls **8** Abschnitte der Pulverschicht **6** unverändert und pulverförmig zurück. Dieses Pulver muss am Ende des Herstellungsprozesses entfernt werden und im Speziellen kann das Pulver recycelt werden.

**[0031]** Die Anlage **1** ist ausgebildet, den Gegenstand **2** basierend auf Herstellungsdaten und/oder basierend auf Objektdaten zu erzeugen. Die Objektdaten umfassen dabei eine Gegenstandsgeometrie des Gegenstands **2**. Beispielsweise sind die Objektdaten CAD-Daten. Die Objektdaten umfassen insbesondere auch eine Geometrie und/oder eine Abmessung des Arbeitsraums **4**. Im Speziellen umfassen die Objektdaten die Positionierung der Trägervorrichtung **5** und/oder des Gegenstandes **2** im Arbeitsraum **4**. Die

Objektdateien sind dabei insbesondere so zu verstehen, dass sie den jeweils aktuellen Zustand beschreiben. Beispielsweise beschreiben die Objektdateien für einen halb fertigen Gegenstand **2** nur die Gegenstandsgeometrie des halb fertigen Gegenstands **2**. Mittels der Objektdateien und/oder der Herstellungsdaten kann insbesondere die Beleuchtungseinheit **7** angesteuert werden. Die Anlage **1** umfasst eine Gegenschnittstelle **9**, mittels welcher die Objektdateien übertragbar sind.

**[0032]** Die Anlage **1** umfasst eine Säuberungsvorrichtung **10**. Die Säuberungsvorrichtung **10** wiederum umfasst eine Pulverentfernungseinrichtung **11** und ein Planungsmodul **12**. Das Planungsmodul **12** umfasst eine Schnittstelle **13**, wobei die Schnittstelle **13** mit der Gegenschnittstelle **9** koppelbar ist. Über diese Kopplung der Schnittstelle **13** und der Gegenschnittstelle **9** sind dem Planungsmodul die Objektdateien der Anlage **1** bereitgestellt. Das Planungsmodul **12** ist vorzugsweise eine Rechneinheit. Das Planungsmodul **12** ist vorzugsweise Teil der Anlage **1**. Alternativ kann das Planungsmodul **12** extern der Anlage **1** angeordnet sein und beispielsweise mittels einer Funkverbindung mit der Pulverentfernungseinrichtung **11** kommunizieren und/oder mit der Anlage **1** kommunizieren.

**[0033]** Die Pulverentfernungseinrichtung **11** ist in diesem Ausführungsbeispiel als eine Absaugeinheit **14** ausgebildet. Die Absaugeinheit **14** umfasst hierbei schlauchförmige Zuführungen **15**. Die schlauchförmigen Zuführungen **15** sind im Arbeitsraum **4** bewegbar. An den Enden der schlauchförmigen Zuführungen **15** befinden sich Öffnungen **16**. Die Öffnungen **16** sind dabei beispielsweise als Düsen ausgebildet. Mittels der Absaugeinheiten **14** ist das Pulver, insbesondere das unverbrauchte Pulver der Pulverschichten **6**, absaugbar. Nachdem die Öffnungen **6** im Arbeitsraum **4** bewegbar sind, ist eine lokale Absaugung des Pulvers möglich. Beispielsweise wird Pulver nur um den Gegenstand **2** herum abgesaugt.

**[0034]** Das Planungsmodul **12** ist ausgebildet, basierend auf den Objektdateien, insbesondere den CAD-Daten und/oder der Gegenstandsgeometrie, die Absaugeinheiten **14** zur lokalen Absaugung des Pulvers anzusteuern. Dabei steuert das Planungsmodul **12** beispielsweise eine Verstellvorrichtung, beispielsweise eine Lineareinheit, an, sodass die Absaugeinheit **14**, insbesondere die Öffnung **16**, im Arbeitsraum **4** der Anlage **1** so verfahren werden, dass das Pulver an den abzusaugenden Stellen punktuell und/oder lokal abgesaugt wird. Das Planungsmodul **12** ist dabei ausgebildet, die Öffnungen **16** und/oder die Absaugeinheiten **14** so zu verfahren, dass diese kollisionsfrei bewegt werden.

**[0035]** Beispielsweise plant das Planungsmodul **12** für jede Öffnung **16** und/oder für jede der Absaugein-

heiten **14** eine Trajektorie **17**. Die Trajektorie **17** ist insbesondere eine kollisionsfreie Trajektorie **17**, wobei vom Planungsmodul **12** die Kollisionsfreiheit auch für die Zukunft, insbesondere mindestens zehn Sekunden, gewährleistet ist, wobei für die Zukunft die Herstellungsdaten und der weitere Herstellungsprozess des Gegenstands **2** berücksichtigt werden. Insbesondere kann die Säuberungsvorrichtung **10** und/oder die Anlage **1** eine integrierte Sensorik **21** aufweisen. Die Integrierte Sensorik ist beispielsweise eine Kamera zur Bestimmung von Objektdateien, insbesondere von deformierten Objektdateien.

**[0036]** Fig. **2** zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Anlage **1** mit der Säuberungsvorrichtung **10**. Die Anlage **1** umfasst wieder das Gehäuse **3**, welches den Arbeitsraum **4** begrenzt. Im Arbeitsraum **4** ist der Träger **5** angeordnet, auf welchem die Pulverschichten **6** aufgebracht werden und der Gegenstand **2** mittels Belichtung durch einen Laser **8** gefertigt wird. Der Gegenstand **2** wird durch ein schichtweises Auftragen von Pulverschichten und Beleuchten mit dem Laser **8** hergestellt. Nicht verwendete Teile der Pulverschicht **6** werden mit der Säuberungsvorrichtung **10** entfernt.

**[0037]** Die Säuberungsvorrichtung **10** umfasst in diesem Ausführungsbeispiel Absaugeinheiten **14** und Ablaseinheiten **18**. Die Absaugeinheiten **14** und die Ablaseinheiten **18** sind lokal und stationär angeordnet. Beispielsweise sind die Ablaseinheiten **18** und die Absaugeinheiten **14** im Gehäuse **3** der Anlage **1** angeordnet. Die Absaugeinheiten **14** und Ablaseinheiten **18** sind beispielsweise durch Öffnungen im Gehäuse gekennzeichnet.

**[0038]** Die Ablaseinheiten **18** weisen eine Blasrichtung **19** als eine Wirkrichtung auf. Die Blasrichtung **19** ist insbesondere variierbar und einstellbar. Die Blasrichtung **19** wird vorzugsweise mittels des Planungsmoduls und/oder von dem Planungsmodul **12** variiert und/oder eingestellt. Die Blasrichtung **19** wird vom Planungsmodul **12** so gewählt, dass Bereiche des Trägers und/oder des Arbeitsraums **4** abgeblasen und/oder angeblasen werden, an welchen sich nicht benötigtes Pulver der Pulverschicht **6** befinden. Die Blasrichtungen der unterschiedlichen Blaseinheiten **18** der Säuberungsvorrichtung **10** können unterschiedlich ausgerichtet sein.

**[0039]** Die Absaugeinheiten **14** weisen jeweils eine Saugrichtung **20** auf, wobei die Saugrichtung **20** insbesondere einstellbar ist. Beispielsweise ist die Saugrichtung **20** mittels einer Klappe einstellbar. Die Saugrichtungen **20** der Absaugeinheiten **14** werden insbesondere vom Planungsmodul **12** so eingestellt, dass diese das von den Ablaseinheiten **18** abgeblasene Pulver ansaugen und aus dem Arbeitsraum **4** entfernen. Insbesondere erfolgt das Abblasen mittels der Ablaseinheiten **18** und das Absaugen mittels der

Absaugeinheiten **14** punktuell, sodass ausgewählte Bereiche im Arbeitsbereich **4** von dem Pulver **6** befreit werden können. Das von den Absaugeinheiten **14** angesaugte nicht verbrauchte Pulver der Pulverschichten **6** kann insbesondere gesammelt werden und recycelt werden, wobei beispielsweise das gesammelte Pulver wieder zum Aufbringen einer neuen Pulverschicht **6** im Fertigungsprozess verwendet wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102006014835 [0004]



### Patentansprüche

1. Säuberungsvorrichtung (10) zur Pulverentfernung in einer Anlage (1) der additiven Fertigung, wobei die Anlage (1) zu einer auf Herstellungsdaten basierenden Herstellung von Gegenständen (2) durch Aufbauen aus einem Pulver, insbesondere durch schichtweises Aufbauen aus einem Pulver, und zur Bereitstellung von Objektdaten ausgebildet ist, wobei die Objektdaten die Herstellungsdaten und/oder eine Gegenstandsgeometrie umfassen, wobei die Säuberungsvorrichtung (10) eine Schnittstelle (13) zur Übernahme der Objektdaten und eine Pulverentfernungseinrichtung (11) aufweist, **gekennzeichnet durch** ein Planungsmodul (12), wobei das Planungsmodul (12) ausgebildet ist, die Pulverentfernungseinrichtung (11) basierend auf den Objektdaten zu einer lokalen Pulverentfernung anzusteuern.

2. Säuberungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Pulverentfernungseinrichtung (11) eine Absaugereinheit (14) zum Absaugen von überschüssigem Pulver aufweist.

3. Säuberungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass Pulverentfernungseinrichtung (11) eine Abblaseeinheit (18) zum Abblasen von überschüssigem Pulver aufweist.

4. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pulverentfernungseinrichtung (11) eine verstellbare Wirkrichtung aufweist, wobei das Planungsmodul (12) ausgebildet ist, die Wirkrichtung basierend auf den Objektdaten und/oder Herstellungsdaten zur lokalen Pulverentfernung zu variieren.

5. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abblaseeinheit (18) und/oder die Absaugereinheit (14) eine änderbare Blas- und/oder Saugrichtung (19, 20) aufweisen.

6. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abblaseeinheit (18) und/oder die Absaugereinheit (14) eine Öffnung (16) als Saugöffnung oder Blasöffnung aufweisen.

7. Säuberungsvorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnung (16) in einem Arbeitsraum (4) bewegbar ist, wobei das Planungsmodul (12) ausgebildet ist, basierend auf den Objektdaten eine Trajektorie für die Öffnung (16) zu planen und die Öffnung (16) zur Bewegung entlang der Trajektorie anzusteuern.

8. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, **gekennzeichnet durch** eine Linear-

einheit, wobei die Öffnung (16) an der Lineareinheit angeordnet ist und mittels der Lineareinheit bewegbar ist.

9. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Planungsmodul (12) ausgebildet ist, basierend auf den Objektdaten eine Objekttrajektorie zum Verfahren des herzustellenden Gegenstands (2) bei der lokalen Pulverentfernung zu bestimmen.

10. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Objektdaten CAD-Daten des Gegenstands (2) umfassen.

11. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Objektdaten eine Kammergeometrie einer Fertigungskammer der Anlage (1) umfassen.

12. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Objektdaten über eine Schnittstelle (13) aus einer Simulation beziehbar sind.

13. Säuberungsvorrichtung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine integrierte Sensorik (21) zur Übermittlung von deformierten Objektdaten an das Planungsmodul (12) zu übermitteln.

14. Anlage (1) zur additiven Fertigung **gekennzeichnet durch** eine Säuberungsvorrichtung (10), insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Säuberungsvorrichtung ausgebildet ist, basierend auf Objektdaten eine lokale Pulverentfernung durchzuführen.

15. Verfahren zur Pulverentfernung in einer Anlage (1) insbesondere nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass basierend auf Objektdaten, eine Pulverentfernungseinrichtung (11) so angesteuert wird, dass die Pulverentfernungseinrichtung (11) das Pulver lokal in der Anlage (1) entfernt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

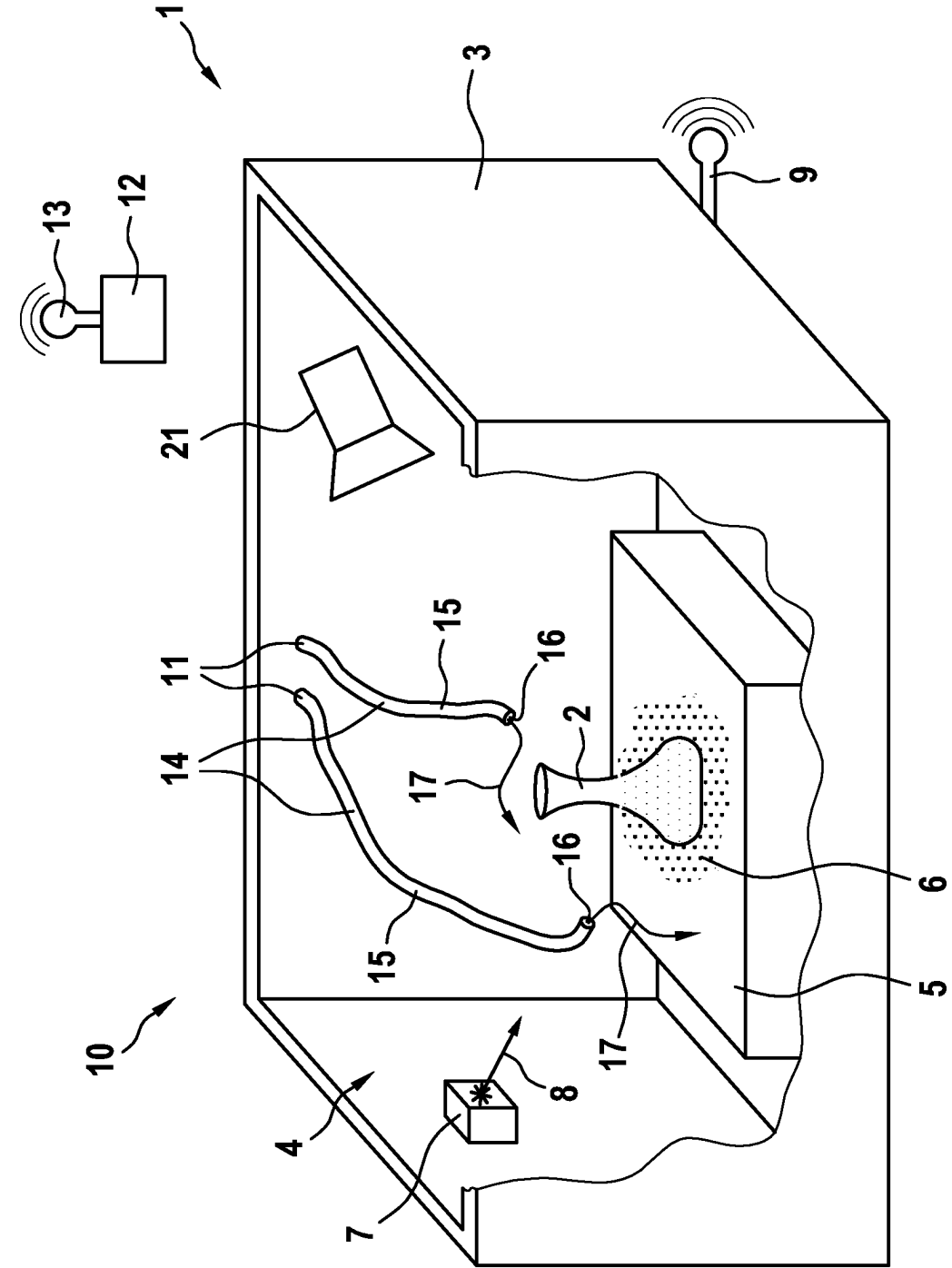


Fig. 1

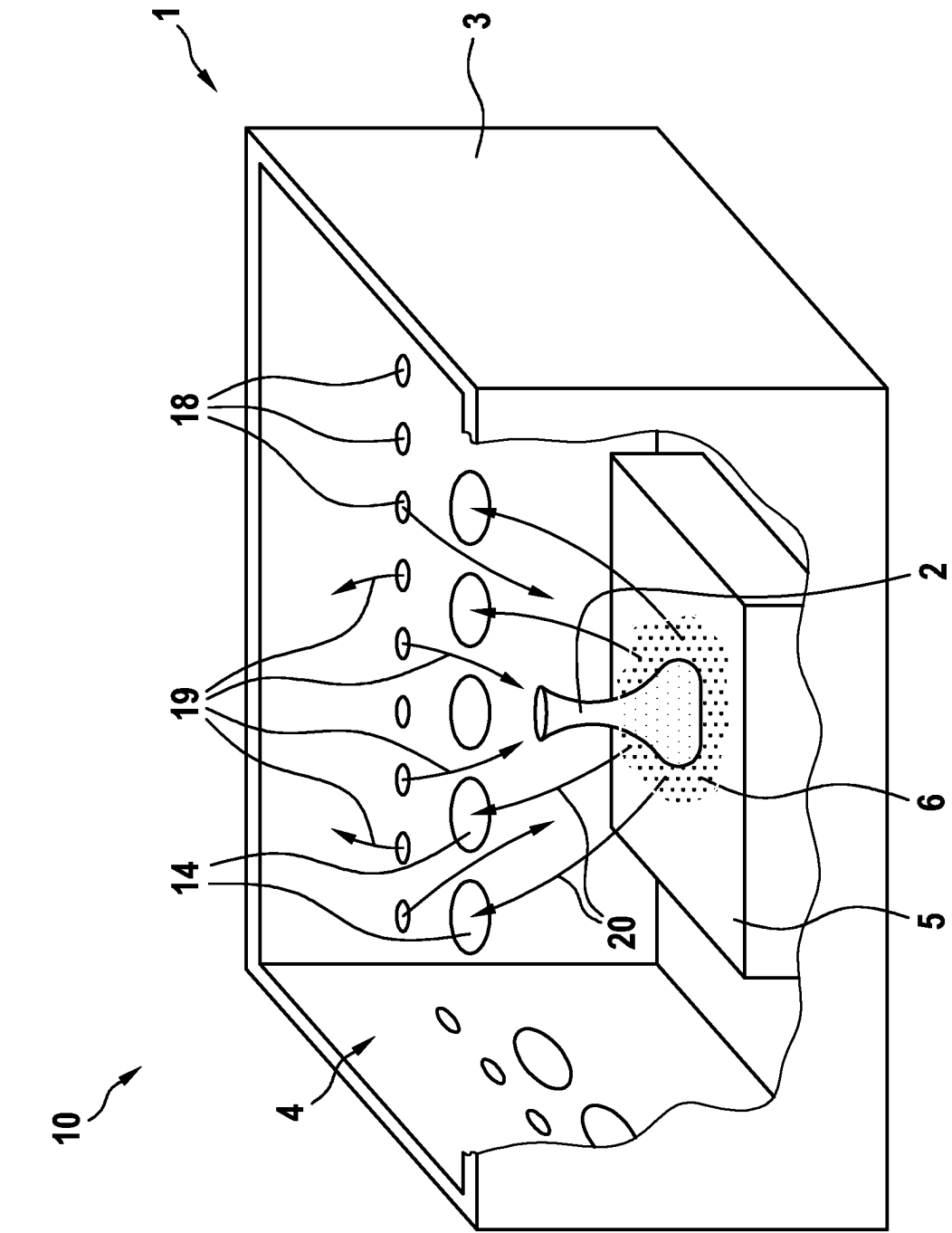


Fig. 2