(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 727 703 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2022 Patentblatt 2022/23

(21) Anmeldenummer: **18829291.6**

(22) Anmeldetag: **17.12.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B05B 16/00 *(2018.01)* ***B05B 16/40*** *(2018.01)*
B05B 5/08 *(2006.01)* ***B05B 7/14*** *(2006.01)*
G01F 11/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B05B 5/087; B05B 5/081; B05B 7/144; B05B 7/1454; B05B 16/00; B05B 16/40

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/085163

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/121489 (27.06.2019 Gazette 2019/26)

(54) VORRICHTUNG UND ANLAGE ZUR ELEKTROSTATISCHEN PULVERBESCHICHTUNG VON OBJEKTEN

DEVICE AND INSTALLATION FOR THE ELECTROSTATIC POWDER COATING OF OBJECTS

DISPOSITIF ET INSTALLATION POUR LE REVÊTEMENT ÉLECTROSTATIQUE EN POUDRE D'OBJETS

(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

(30) Priorität: **18.12.2017 DE 102017130289**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.10.2020 Patentblatt 2020/44

(73) Patentinhaber: **Quickcoating GmbH**
72770 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder: **DRASKOCZY, Botond**
72770 Reutlingen (DE)

(74) Vertreter: **Weilnau, Carsten et al**
Patentanwälte Sturm Weilnau Franke Partnerschaft mbB
Unter den Eichen 5 (Haus C-Süd)
65195 Wiesbaden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 693 973
WO-A1-00/25934
DE-T2- 69 331 148
DE-T2- 69 506 790
JP-A- H06 304 502
JP-A- H09 290 183
JP-A- S63 274 465
US-A- 3 951 099
US-B1- 6 294 216

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 727 703 B1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Entwicklung betrifft eine Pulverbeschichtungsvorrichtung sowie eine hiermit ausgestattete Pulverbeschichtungsanlage, welche zum Beschichten von Objekten mit einem Pulver bzw. Pulverlack ausgestaltet sind. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung und die Pulverbeschichtungsanlage sind insbesondere für einen drucklosen Betrieb und insoweit zur Erzeugung einer sich ausdehnenden, etwa elektrostatisch aufgeladenen Pulverwolke ausgelegt, mittels derer eine Oberfläche von im Bereich der Pulverwolke befindlichen Objekte beschichtbar ist.

Hintergrund

[0002] Pulverbeschichtungsvorrichtungen sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt und werden z. B. in WO 00/25934 A1 und US 3951099 A offenbart. Ein in Pulverform oder als Granulat vorliegender Beschichtungswerkstoff wird beispielsweise mittels elektrostatischer Aufladung zerstäubt, sodass eine gleichmäßige Benetzung einer Oberfläche des zu beschichtenden Objekts oder eines Werkstücks in hoher Güte und Qualität erfolgen kann. Es existieren verschiedenste Konzepte und Verfahren zum Aufbringen des Beschichtungsstoffs auf die Oberfläche von Objekten oder Werkstücken. Neben dem Aufsprühen eines Pulvers mittels Druckluft unter Zuhilfenahme einer Pistole ist es bekannt, die zu beschichtenden Objekte oder Werkstücke in einer Beschichtungskammer anzuordnen und dort einer sich infolge elektrostatischer Effekte räumlich ausbreitenden Pulverwolke auszusetzen.

[0003] Bei derartigen Vorrichtungen ist es bislang üblich, eine für den jeweiligen Beschichtungsvorgang fest vorgegebene Pulvermenge in der Beschichtungskammer, beispielsweise am Boden der Beschichtungskammer, zu platzieren. Am Boden der Beschichtungskammer oder in ein Teilbereich hiervon ist die für die Erzeugung der Pulverwolke erforderliche Elektrodenanordnung vorgesehen. Die in der Beschichtungskammer eingeführte Pulvermenge muss hierbei möglichst exakt auf die zu beschichtende Oberfläche des Werkstücks abgestimmt sein. Sollen in verhältnismäßig kurz aufeinanderfolgenden Intervallen Werkstücke mit unterschiedlichen Oberflächen oder Formgebungen mit einer derartigen Anlage beschichtet werden, so stellt dies erhebliche Anforderungen an die korrekte Dosierung der für den jeweiligen Beschichtungsvorgang erforderlichen Pulvermenge.

[0004] Während des Beschichtungsvorgangs sind solche Pulverbeschichtungskammern geschlossen, um zum Einen die Ausbreitung der Pulverwolke in die Umgebung zu vermeiden und um zum Anderen externe Einflüsse auf den Pulverbeschichtungsprozess zu vermeiden. Die aufgrund der elektrostatischen Aufladung zu einer Pulverwolke aufgewirbelten oder entgegen der Schwerkraft aufsteigenden Pulverpartikel sinken in regelmäßigen Abständen schwerkraftbedingt auf die Elektrode ab. Dort erfahren sie eine erneute elektrostatische Aufladung, die wiederum ein Aufsteigen der betreffenden Pulverpartikel bewirkt. Während des Beschichtungsprozesses entsteht somit eine Art Kreislauf für die einzelnen Pulverpartikel, bis diese sich bestimmungsgemäß am zu beschichtenden Objekt niederschlagen.

[0005] Derartige Beschichtungsprozesse erfordern einen manuellen Taktbetrieb zum Beschichten einzelner Werkstücke im Innenraum der Beschichtungskammer. Das Pulver für den jeweiligen Beschichtungsprozess muss hierbei meist von einem Endanwender vor einem Beginn des Beschichtungsprozesses manuell in die Kammer eingebracht und zum Beispiel auch am Boden der Beschichtungskammer verteilt werden.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Pulverbeschichtungsvorrichtung und Pulverbeschichtungsanlage bereitzustellen, die einen Inline- oder Durchlaufbetrieb für zu beschichtende Objekte durch eine Beschichtungskammer ermöglichen, die eine besonders einfache und praktikable Handhabung für den Endanwender bereitstellen, die eine verbesserte Kontrolle des Beschichtungsprozesses, insbesondere während des Beschichtungsprozesses ermöglichen, die eine einfache und praktikable Pulverzufuhr bereitstellen und die ferner dazu geeignet sind, den Pulverbrauch zu verringern. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung und die Pulverbeschichtungsanlage sollen sich ferner durch eine an unterschiedlichste Beschichtungsanforderungen anpassbare variable Konfiguration auszeichnen.

Erfindung und vorteilhafte Ausgestaltungen

[0007] Diese Aufgabe wird mit einer Pulverbeschichtungsvorrichtung gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie mit einer Pulverbeschichtungsanlage nach Patentanspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind dabei jeweils Gegenstand abhängiger Patentansprüche.

[0008] Insoweit ist eine Pulverbeschichtungsvorrichtung zur Pulverbeschichtung von Objekten vorgesehen. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung weist einen Grundkörper auf, an welchem eine zur Erzeugung einer Pulverwolke ausgestaltete Elektrodenanordnung angeordnet ist. An dem Grundkörper ist ferner eine Dosiereinrichtung angeordnet. Die Dosiereinrichtung ist dabei oberhalb der Elektrodenanordnung angeordnet. Oberhalb meint hier eine Anordnung bezüglich einer Vertikalen. Die Dosiereinrichtung ist dabei zur kontrollierten Abgabe einer Pulvermenge auf die darunterliegende Elektrodenanordnung ausgestaltet.

[0009] Die Dosiereinrichtung kann dabei zur luftdrucklosen Abgabe einer Pulvermenge auf die darunterliegende Elektrodenanordnung ausgestaltet sein. Die Abgabe auf die Elektrodenanordnung entweder direkt, durch frei-

es Herabrieseln oder indirekt mittels Zufuhr über eine Art Rutsche oder Schütte erfolgen.

[0010] Die Elektrodenanordnung und die Dosiereinrichtung sind an einem gemeinsamen Grundkörper angeordnet. Hierdurch kann die Position der Dosiereinrichtung relativ zur Elektrodenanordnung in definierter Art und Weise vorgegeben bzw. fixiert werden. Der Grundkörper und die zum Beispiel aus Grundkörper, Dosiereinrichtung und Elektrodenanordnung gebildete Pulverbeschichtungsvorrichtung ist alsdann konfigurierbar in einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage anordenbar. Dies ermöglicht eine universelle und an unterschiedliche Beschichtungsvorgaben anpassbare, sowie an die jeweiligen Nutzervorgaben variabel anpassbare Konfiguration einer Pulverbeschichtungsanlage. Die Pulverbeschichtungsanlage kann ferner auch umrüstbar, also nicht nur bei einer Erstmontage oder Fertigung sondern auch im Nachhinein, d.h. nach Inbetriebnahme jederzeit an unterschiedliche Prozessanforderungen konfigurierbar ausgestaltet sein. Das Bereitstellen einer kontrollierbaren Dosiereinrichtung ermöglicht es ferner, die Pulverzufuhr auf die Elektrodenanordnung einstellbar zu verändern. Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Dosiereinrichtung zur steuerbaren und veränderlichen, beispielsweise stufenlos veränderlichen Abgabe einer Pulvermenge auf die Elektrodenanordnung ausgestaltet ist. Insbesondere ist die Dosiereinrichtung von außen bzw. fernbedienbar ansteuerbar. Auf diese Art und Weise kann die Abgabe der Pulvermenge auf die Elektrodenanordnung auch während eines laufenden Beschichtungsprozesses und ohne externen Eingriff in die Beschichtungskammer den jeweils vorherrschenden Anforderungen variabel angepasst werden.

[0011] Dadurch dass der Grundkörper und somit die gesamte Pulverbeschichtungsvorrichtung variabel in oder an der Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage positionierbar ist, können entsprechend der jeweiligen Anordnung und Positionierung sowie Ausrichtung der Pulverbeschichtungsvorrichtung relativ zu dem zumindest einen im Inneren der Beschichtungskammer angeordneten Werkstück oder Objekt unterschiedlichste und den jeweiligen Beschichtungsanforderungen entsprechende Pulverwolken mit unterschiedlichster Geometrie und Partikeldichte erzeugt werden. Für unterschiedlichste Beschichtungsobjekte können somit jeweils unterschiedlichste und auf die jeweiligen Objekte abgestimmte Pulverwolken erzeugt werden.

[0012] Die Dosiereinrichtung der Elektrodenanordnung weist einen Pulverauslass auf. Da sich die Dosiereinrichtung oberhalb der Elektrodenanordnung befindet, kann das von der Dosiereinrichtung abgegebene Pulver unter Schwerkrafteinwirkung auf die Elektrodenanordnung gelangen. Ausgehend von der Elektrodenanordnung und der mittels der Elektrodenanordnung bereitgestellten elektrostatischen Aufladung kann alsdann eine sich, ohne Anwendung von Druckluft oder dergleichen Förder- oder Treibmedien, allein infolge der elektrostatischen Aufladung räumlich ausbreitende Pulverwolke gebildet werden.

[0013] Die Dosiereinrichtung ist insbesondere dazu ausgelegt, die Abgabe der Pulvermenge pro Zeiteinheit zu regulieren und zu steuern. Auf diese Art und Weise kann die auf die Elektrodenanordnung gelangende bzw. von oben auftreffende Pulvermenge gezielt eingestellt werden. Hierzu kann auch eine Aufladespannung auf oder an der Elektrode variabel einstellbar oder steuerbar sein. Dementsprechend kann auch die räumliche Ausdehnung und Pulverdichte innerhalb der Pulverwolke bedarfsgerecht reguliert und gesteuert werden.

[0014] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Dosiereinrichtung ein sich über den Pulverauslass erstreckendes Sieb auf. Dieses bewirkt ein besonders feinkörniges Aufbringen des Pulvers auf die darunterliegende Elektrodenanordnung. Etwaige Verklumpungen des Pulvers auf der Elektrodenanordnung können somit vermieden werden. Ferner wird durch Vorsehen eines sich über den Pulverauslass erstreckenden Siebs gewährleistet, dass eine geforderte Pulverpartikelgröße eingehalten wird. Das Sieb kann eine Maschenweite von weniger als 1 mm aufweisen. Das Sieb kann beispielsweise eine Maschenweite von 100 μm bis 1 mm aufweisen. Auch kann das Sieb eine Maschenweite von 200 μm bis 800 μm aufweisen. Weiterhin kann das Sieb eine Maschenweite von 500 μm bis 800 μm aufweisen. Typischerweise und von Vorteil ist die Maschenweite des Siebs auf das für den Beschichtungsprozess vorgesehene Pulver abgestimmt.

[0015] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Dosiereinrichtung einen beweglich gelagerten Schieber mit zumindest einer Pulveraufnahme auf, mittels welcher jeweils eine der Größe der Pulveraufnahme entsprechende Pulvermenge portionsweise der Elektrodenanordnung zuführbar ist. Der Schieber kann beispielsweise zwischen einer Aufnahmestellung und einer Abgabestellung beweglich an der Dosiereinrichtung gelagert sein. In der Aufnahmestellung befindet sich die Pulveraufnahme typischerweise unterhalb einer Pulverzufuhr, beispielsweise am unteren Ende eines Zuführtrichters eines Pulverbehälters.

[0016] Mit dem in der Pulveraufnahme aufgenommenen Pulver ist der Schieber alsdann in eine Abgabestellung überführbar, in welcher die Pulveraufnahme nach unten hin geöffnet ist. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, indem der Schieber in einen Bereich verlagert wird, in welchem die Pulveraufnahme seitlich von einem Gehäuse der Dosiereinrichtung hervorsteht oder in welchem ein unterhalb der Pulveraufnahme liegender Boden der Dosiereinrichtung eine der Pulveraufnahme entsprechende Durchgangsöffnung aufweist. Auf diese Art und Weise kann das zuvor in der Pulveraufnahme aufgenommene Pulver nach unten und somit auf die Elektrodenanordnung abgegeben werden. So kann die Pulveraufnahme beispielsweise eine den Schieber in der Vertikalen durchsetzende Durchgangsöffnung aufweisen, welche in der Aufnahmestellung nach unten hin ver-

schlossen ist und welche in der Abgabestellung nach unten hin geöffnet ist.

[0017] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist die Dosiereinrichtung mit einem Pulvervorrat pulverführend verbunden. Die Dosiereinrichtung kann beispielsweise an einem unteren Ende eines Pulvervorratsbehälters angeordnet sein. Im Inneren des Pulvervorratsbehälters befindet sich der Pulvervorrat. Schwerkraftbedingt kann das Pulver bzw. der Pulvervorrat aus dem Vorratsbehälter in die Dosiereinrichtung gelangen, sodass sie über den Auslass der Dosiereinrichtung der Elektrodenanordnung zuführbar ist.

[0018] Der Pulvervorrat kann am Grundkörper der Pulverbeschichtungsvorrichtung angeordnet sein. Er kann auch zur Pulverbeschichtungsvorrichtung gehören. Es ist aber auch denkbar, dass der Pulvervorrat außerhalb der Pulverbeschichtungsvorrichtung, ggf. auch außerhalb einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage angeordnet ist. Der Pulvervorrat kann beispielsweise über eine pulverführende Leitung mit der Dosiereinrichtung pulverführend verbunden sein. Dies ermöglicht es, den Pulvervorrat bzw. einen Pulvervorratsbehälter an einer besonders günstigen oder beliebigen Stelle der Pulverbeschichtungsanlage anzuordnen, welche sich insbesondere für ein Nachfüllen von Pulver eignet.

[0019] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Dosiereinrichtung einen elektrisch ansteuerbaren Geber auf. Mittels des Gebers ist eine Zufuhr einer Pulvermenge pro Zeiteinheit zur Elektrodenanordnung variabel einstellbar. Sie kann beispielsweise in diskreten Schritten aber auch stufenlos einstellbar sein. Je nach Ausgestaltung der Dosiereinrichtung wirkt der Geber mechanisch mit dem Sieb oder mit dem Schieber der Dosiereinrichtung zusammen. Der Geber kann beispielsweise einen Kurbelantrieb aufweisen, mittels welchem der Schieber in eine Longitudinalrichtung reversibel, das heißt vor und zurück bewegbar ist. Der Schieber kann insbesondere über ein Pleuel mit einem Kurbeltrieb verbunden sein und entlang einer Längsführung der Dosiereinrichtung längsverschieblich geführt sein.

[0020] Sofern die Dosiereinrichtung ein Sieb aufweist, ist ferner denkbar, das Sieb beweglich gegenüber einer Pulverzufuhr bzw. dem Pulvervorrat zu lagern. Der elektrisch ansteuerbare Geber kann hierbei zum Beispiel dazu ausgestaltet sein, seitlich an das Sieb anzuschlagen und dieses regelmäßig mit Stoßkräften oder mechanischen Pulsen zu beaufschlagen, damit eine definierte Pulvermenge vom Sieb nach unten, über den Pulverauslass abgegeben wird. Der Geber kann hierbei ebenfalls einen mit einem Pleuel versehenen Kurbeltrieb aufweisen. Es ist aber auch denkbar, einen magnetisch aktivierbaren Geber, beispielsweise in Form eines elektrisch ansteuerbaren Hubmagnets oder eines Linearmotors zu implementieren. Durch entsprechende Beaufschlagung mit einem elektrischen Strom kann beispielsweise ein verschiebbar in einem Elektromagnet gelagerter Kolben vor und zurück bewegt werden, sodass dieser seitlich am Sieb des Pulverauslasses anschlägt.

[0021] Die Frequenz und/oder die Amplitude des mit dem Sieb oder mit dem Schieber zusammenwirkenden Gebers kann typischerweise mittels einer Steuerung der Pulverbeschichtungsvorrichtung variabel bzw. auch stufenlos verändert werden. Auf diese Art und Weise kann die von der Dosiereinrichtung abgegebene Pulvermenge pro Zeiteinheit gezielt und auch während des Beschichtungsvorgangs variabel sowie ferngesteuert modifiziert und eingestellt werden.

[0022] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist die Elektrodenanordnung gegenüber einer Horizontalen geneigt ausgerichtet. Die Elektrodenanordnung kann typischerweise eine ebene Elektrode mit einer vorgegebenen Flächenausdehnung aufweisen. Die Elektrodenanordnung kann insbesondere eine rechteckige oder quadratische Kontur aufweisen. Sie kann mit ihrer Flächennormalen typischerweise in einem Winkelbereich von 0° bis 45° gegenüber der Vertikalen geneigt ausgerichtet sein. Befindet sich die Elektrodenanordnung in einer gegenüber der Horizontalen geneigten Ausrichtung weist sie zumindest einen bezogen auf die Vertikale obenliegenden Bereich und zumindest einen untenliegenden Bereich auf.

[0023] Typischerweise ist hierbei vorgesehen, dass der obenliegende Bereich der Elektrodenanordnung bei geneigter Anordnung im Vergleich zum untenliegenden Bereich einen geringeren horizontalen Abstand zur Dosiereinrichtung aufweist. Mit anderen Worten ist der obenliegende Bereich der Elektrodenanordnung, horizontal betrachtet, näher am Pulverauslass der Dosiereinrichtung angeordnet als dies für den untenliegenden Bereich der Elektrodenanordnung der Fall ist. Auf diese Art und Weise kann erreicht werden, dass das vom Pulverauslass abgegebene Pulver auf den obenliegenden Bereich der Elektrodenanordnung auftrifft und im Zuge der Erzeugung der Pulverwolke, bzw. bei einem schwerkraftbedingten Absinken aus der Pulverwolke erneut auf der Elektrodenanordnung landet. Pulverpartikel, die während des Beschichtungsprozesses mehrfach elektrostatisch aufgeladen und mehrfach auf die Elektrodenanordnung schwerkraftbedingt herabsinken, erfahren eine Horizontalbewegung hin zum untenliegenden Bereich der Elektrodenanordnung. Eine nach unten, der Dosiereinrichtung abgewandte Neigung der Elektrodenanordnung bewirkt somit eine gewisse Pulverbewegung auf der Elektrodenanordnung.

[0024] Bei einer für den jeweiligen Beschichtungsvorgang korrekt eingestellten Pulverabgabe der Dosiereinrichtung auf die Elektrodenanordnung kann auf diese Art und Weise eine während des Beschichtungsprozesses gleichbleibende, möglichst homogene Verteilung des Pulvers auf der Fläche der Elektrode erreicht werden. Dies ist für eine räumlich homogene und zeitlich stabile Erzeugung der Pulverwolke von Vorteil. Bei Bedarf kann auch eine zeitlich veränderliche und/oder räumlich inhomogene Pulverwolke erzeugt werden.

[0025] Es ist nach einer weiteren Ausgestaltung insbesondere vorgesehen, dass die Pulverbeschichtungs-

vorrichtung oberhalb eines Bodens der Beschichtungskammer der Pulverbeschichtungsanlage angeordnet ist. Somit befindet sich der untenliegende Bereich der Elektrodenanordnung oberhalb des Bodens der Beschichtungskammer. Bei geneigter Ausrichtung der Elektrodenanordnung wird in Kauf genommen, dass eine gewisse Pulvermenge vom untenliegenden Bereich der Elektrodenanordnung auf den Boden der Beschichtungskammer herabrieselt und somit dem Pulverbeschichtungsprozess entzogen wird. Dies ist für den Pulverbeschichtungsprozess jedoch keineswegs von Nachteil, da mittels der Dosiereinrichtung jederzeit eine erforderliche Pulvermenge dem Beschichtungsprozess zuführbar ist.

[0026] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist die Elektrodenanordnung schwenkbar oder variabel veränderlich am Grundkörper angeordnet. Die schwenkbare Anordnung, insbesondere bezüglich einer horizontal verlaufenden Schwenkachse, ermöglicht eine variable und den entsprechenden Beschichtungsvorgaben entsprechende veränderliche bzw. justierbare Ausrichtung der Elektrodenanordnung gegenüber der Horizontalen. Die Elektrodenanordnung ist hierbei in jedweder einnehmbaren geneigten Ausrichtung am Grundkörper fixierbar. Durch eine variabel einstellbare Ausrichtung bzw. Neigung der Elektrodenanordnung kann je nach zugeführter Pulvermenge die Partikeldichte in der Pulverwolke als auch die räumliche Ausdehnung der Pulverwolke sowie die Homogenität der Pulververteilung über die Fläche der Elektrodenanordnung gezielt eingestellt werden.

[0027] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist an dem Grundkörper zumindest ein Befestigungselement vorgesehen, welches zur Bildung einer lösbaren Befestigung mit einem korrespondierenden, in einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage vorgesehenen Gegenbefestigungselement ausgestaltet ist. Mittels des zumindest einen Befestigungselements, vorzugsweise mittels mehreren Befestigungselementen, kann der Grundkörper und damit die gesamte Pulverbeschichtungsvorrichtung an hierfür vorgesehenen und mit entsprechenden Gegenbefestigungselementen versehenen Stellen in oder an der Beschichtungskammer der Pulverbeschichtungsanlage variabel angeordnet werden.

[0028] Es ist insbesondere denkbar, dass seitens der Beschichtungskammer oder der Pulverbeschichtungsanlage eine Vielzahl an Gegenbefestigungselementen bereitgestellt ist, die eine variable und veränderliche Anordnung der Pulverbeschichtungsvorrichtung an unterschiedlichen Stellen in oder an der Beschichtungskammer ermöglichen. Auf diese Art und Weise kann eine Pulverbeschichtungsanlage variabel umgerüstet und für unterschiedlichste Beschichtungsprozesse konfiguriert werden.

[0029] Des Weiteren ist denkbar, mehrere der zuvor beschriebenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen in einer Beschichtungskammer anzuordnen. So können beispielsweise zwei oder mehrere Pulverbeschichtungsvorrichtungen mit ihren jeweiligen Grundkörpern oder Trägern zum Beispiel an gegenüberliegenden Seitenwänden der Beschichtungskammer angeordnet werden, sodass ein zu beschichtendes Werkstück oder Objekt beispielsweise zwischen zwei gegenüberliegenden Pulverbeschichtungsvorrichtungen im Inneren der Beschichtungskammer anordenbar ist.

[0030] Die Verwendung mehrerer Pulverbeschichtungsvorrichtungen und/oder die variable Anordenbarkeit der Pulverbeschichtungsvorrichtungen im Inneren der Beschichtungskammer ermöglichen ferner einen Inline- bzw. Durchlaufbetrieb von zu beschichtenden Werkstücken oder Objekten durch die Beschichtungskammer. Die Dosiereinrichtung ermöglicht eine kontinuierliche Nachfuhr von pulverförmigem Beschichtungsmaterial, sodass der Beschichtungsvorgang zum Zwecke der Pulvernachfuhr nicht unterbrochen werden muss. Dies ermöglicht einen stabilen und kontrollierbaren Langzeit- sowie Durchlaufbetrieb einer Pulverbeschichtungsvorrichtung bzw. einer hiermit ausgestatteten Pulverbeschichtungsanlage. Die Fertigungsrationalität zur Beschichtung einzelner Objekte oder Werkstücke kann auf diese Art und Weise gesteigert werden. Taktzeiten können verkürzt werden.

[0031] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist an dem Grundkörper der Pulverbeschichtungsvorrichtung zumindest ein Wandabschnitt angeordnet. Dieser ist in eine Begrenzungswand einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage integrierbar. Mittels des am Grundkörper angeordneten Wandabschnitts können beispielsweise hiermit korrespondierend ausgestaltete Wandabschnitte einer Begrenzungswand oder auch eine gesamte Begrenzungswand einer Beschichtungskammer substituiert werden.

[0032] So ist es grundsätzlich denkbar, die Pulverbeschichtungsvorrichtung nicht nur im Inneren und damit an einer Innenseite einer Begrenzungswand der Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage anzuordnen, sondern eine modular aufgebaute Beschichtungskammer bereitzustellen, die zumindest eine Begrenzungswand oder einen Wandabschnitt hiervon aufweist, der abnehmbar und aus der Kammer entfernbar ist. Alsdann kann die Pulverbeschichtungsvorrichtung mit ihrem am Grundkörper vorgesehenen Wandabschnitt den herausgenommenen und aus der Kammer entfernten Wandabschnitt oder eine entsprechende Begrenzungswand substituieren und ersetzen. Auf diese Art und Weise kann die Pulverbeschichtungsvorrichtung als Modul einer Pulverbeschichtungsanlage ausgestaltet werden, welches zur Bildung einer Beschichtungskammer beiträgt.

[0033] Ohnehin kann die Pulverbeschichtungsvorrichtung eine aus Grundkörper, Dosiereinrichtung und Elektrodenanordnung gebildete Baueinheit aufweisen, die flexibel und variabel in oder an einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage lösbar anordenbar ist.

[0034] Nach einem weiteren Aspekt betrifft die Erfin-

dung ferner eine Pulverbeschichtungsanlage zur Pulverbeschichtung von Objekten. Die Pulverbeschichtungsanlage weist eine Beschichtungskammer und einen Pulvervorratsbehälter sowie zumindest eine zuvor beschriebene Pulverbeschichtungsvorrichtung auf. Diese ist in oder an der Beschichtungskammer variabel positionierbar. Der Pulvervorratsbehälter kann sich im Inneren aber auch außerhalb der Beschichtungskammer befinden. Insbesondere wenn die Pulverbeschichtungsvorrichtung mit einem Wandabschnitt zur Substitution einer Begrenzungswand oder eines hiermit korrespondierenden Abschnitts einer Begrenzungswand der Beschichtungskammer ausgestaltet ist, kann vorgesehen sein, einen Pulvervorrat bzw. Pulvervorratsbehälter außerhalb einer Außenseite oder an einer Außenseite des Wandabschnitts anzuordnen und die Dosiereinrichtung, zumindest aber deren Pulverauslass an einer Innenseite des Wandabschnitts anzuordnen.

[0035] Die Elektrodenanordnung befindet sich an einer Innenseite des Wandabschnitts oder beabstandet hiervon innerhalb der Beschichtungskammer. Auf diese Art und Weise kann die als Beschichtungsmodul ausgestaltete Pulverbeschichtungsvorrichtung bei bestimmungsgemäßer Anordnung an der Beschichtungskammer eine Begrenzungswand der Beschichtungskammer bilden oder zur Bildung einer Begrenzungswand der Beschichtungskammer beitragen.

[0036] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Beschichtungskammer einen Kammerboden auf, welcher zumindest abschnittsweise einen sich trichterförmig nach unten hin verjüngenden Sammelbereich für Pulvermaterial aufweist. Der Kammerboden kann beispielsweise V-förmig ausgestaltet sein. Er kann aber auch eine sich trapezförmig oder pyramidenförmig nach unten zuspitzende Verjüngung aufweisen. Ein zumindest abschnittsweise geneigter Kammerboden eignet sich zum Sammeln von überschüssigem, beispielsweise vom untenliegenden Bereich der Elektrodenanordnung herabrieselndem Pulver.

[0037] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist die Pulverbeschichtungsanlage mit einer Pulverrückführung ausgestattet, welche mit einem Endabschnitt mit dem Sammelbereich des Kammerbodens pulverführend verbunden ist und welche mit einem gegenüberliegenden Endabschnitt pulverführend mit dem Pulvervorratsbehälter verbunden ist. Auf diese Art und Weise kann das sich am Boden der Beschichtungskammer ansammelnde Pulvermaterial in den Pulvervorratsbehälter zurückgeführt werden. Der Verbrauch an Pulvermaterial kann auf diese Art und Weise gesenkt und Prozesskosten können reduziert werden.

[0038] Die Pulverrückführung kann eine Schlauch- oder Rohrverbindung aufweisen, welche sich vom Auslass des Sammelbereichs bis zu einem Einlass des Pulvervorratsbehälters erstreckt. Der Pulvertransport über die Pulverrückführung kann beispielsweise mittels eines Gebläses oder durch Absaugung erfolgen. Das Gebläse oder die Absaugung können hierbei hermetisch vom Innenraum der Beschichtungskammer abgetrennt sein, sodass durch das Gebläse oder durch die Absaugung die Ausbreitung der Pulverwolke im Inneren der Beschichtungskammer nicht oder nur unmerklich beeinflusst wird.

[0039] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Pulverrückführung einen Zwischenvorratsbehälter auf. Der Zwischenvorratsbehälter kann insbesondere zwischen dem Sammelbereich und dem Pulvervorratsbehälter angeordnet sein. Mittels des Zwischenvorratsbehälters kann eine Entnahme von Pulvermaterial vom Sammelbereich von einer Zufuhr von Pulvermaterial zum Pulvervorratsbehälter entkoppelt werden. Mittels des Zwischenvorratsbehälters kann eine Entnahme von Pulvermaterial aus dem Sammelbereich weitaus öfter als eine Zufuhr von Pulvermaterial in den Pulvervorratsbehälter erfolgen. Zudem kann mittels des Zwischenvorratsbehälters die Pulveraufnahmekapazität der Pulverbeschichtungsanlage gesteigert werden.

[0040] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Pulverbeschichtungsanlage an oder in der Beschichtungskammer mehrere Gegenbefestigungselemente für eine variable Anordnung einer oder mehrerer zuvor beschriebener Pulverbeschichtungsvorrichtungen auf. Es ist ferner denkbar, dass die Pulverbeschichtungsanlage eine außerhalb der Beschichtungskammer angeordnete Tragstruktur für die Beschichtungskammer aufweist. Auf diese Art und Weise kann die Beschichtungskammer selbst an der Tragstruktur befestigt werden. Ferner ermöglicht die Tragstruktur, beispielsweise in Form eines Trägergerüsts, einen modularen Aufbau der Beschichtungskammer. Einzelne Begrenzungswände oder Wandabschnitte der Beschichtungskammer können separat und unabhängig voneinander an der Trägerstruktur angeordnet werden.

[0041] Zumindest eine Begrenzungswand oder ein Wandabschnitt hiervon kann ähnlich oder identisch dem Grundkörper der Pulverbeschichtungsvorrichtung zumindest eine oder mehrere Befestigungselemente aufweisen. Die Trägerstruktur kann dementsprechende und hiermit korrespondierende Gegenbefestigungselemente aufweisen. Somit können an der Trägerstruktur entweder einzelne Begrenzungswände oder Wandabschnitte der Beschichtungskammer der Pulverbeschichtungsanlage und/oder einzelne Pulverbeschichtungsvorrichtungen, welche jeweils mit Wandabschnitten ausgestaltet sind, angeordnet werden. Auf diese Art und Weise können einzelne Begrenzungswände der Beschichtungskammer oder einzelne Wandabschnitte hiervon durch Wandabschnitte einer Pulverbeschichtungsvorrichtung substituiert werden.

[0042] Dies ermöglicht einen modularen Aufbau der Pulverbeschichtungsanlage, welche auf diese Art und Weise vergleichsweise einfach und zügig an unterschiedliche Beschichtungsanforderungen anpassbar ist.

[0043] Nach einer weiteren Ausgestaltung weisen die Gegenbefestigungselemente, welche entweder an der Trägerstruktur oder an oder in der Beschichtungskam-

mer angeordnet sind, zumindest eine oder mehrere längserstreckte Befestigungsschienen auf. Befestigungsschienen ermöglichen eine variable, ggf. stufenlose räumliche Positionierung der Pulverbeschichtungsvorrichtung im Inneren der Beschichtungskammer. Die zumindest eine oder mehrere Befestigungsschienen können hierbei horizontal, vertikal oder auch unter einem vorgegebenen Winkel gegenüber der Horizontalen geneigt ausgerichtet sein. Es ist ferner denkbar, einzelne, zum Beispiel horizontal verlaufende Befestigungsschienen wiederum an vertikal verlaufenden Befestigungsschienen verschiebbar anzuordnen. Auf diese Art und Weise kann eine zweidimensional beliebige, ggf. stufenlose Positionierbarkeit für die Pulverbeschichtungsvorrichtung in oder an der Beschichtungskammer bereitgestellt werden.

[0044] Nach einer Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Pulverbeschichtungsanlage zumindest zwei oder mehr der zuvor beschriebenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen aufweist. Diese sind, bezogen auf eine Vertikale übereinander in der Beschichtungskammer angeordnet.

[0045] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Pulverbeschichtungsanlage zumindest zwei oder mehr der zuvor beschriebenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen auf, die, bezogen auf eine Horizontale hintereinander oder nebeneinander in der Beschichtungskammer angeordnet sind.

[0046] Ferner ist denkbar, dass an gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten der Beschichtungskammer jeweils zumindest eine oder mehrere der zuvor beschriebenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen angeordnet ist bzw. angeordnet sind. Auch ist denkbar, dass nicht nur an gegenüberliegenden, sondern auch an aneinander angrenzenden Seitenwandabschnitten der Beschichtungskammer jeweils zumindest eine oder mehrere zuvor beschriebene Pulverbeschichtungsvorrichtungen, bzw. entsprechende Beschichtungsmodule angeordnet sind.

[0047] Nach einer weiteren Ausgestaltung ist ferner vorgesehen, dass zumindest eine der zuvor beschriebenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen an einem Deckenabschnitt der Beschichtungskammer angeordnet ist.

[0048] Die lösbare Anordnung der Pulverbeschichtungsvorrichtung an oder in einer Beschichtungskammer ermöglicht eine Vielzahl unterschiedlichster Konfigurationen hinsichtlich der Anzahl, der Positionierung, des Abstandes und der Ausrichtung einzelner Pulverbeschichtungsvorrichtungen oder Beschichtungsmodule in oder an einer Beschichtungskammer einer Pulverbeschichtungsanlage. Somit können für die Beschichtung unterschiedlichste Werkstücke und Objekte jeweils unterschiedliche Pulverwolken erzeugt werden, die für die Beschichtung der Werkstücke eine jeweils möglichst optimale Formgebung und/oder Partikeldichte aufweisen.

[0049] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist die Pulverbeschichtungsanlage zumindest eine Begrenzungswand oder einen der Begrenzungswand zugehörigen Wandungsabschnitt auf, welcher von der Beschichtungskammer lösbar und durch einen Wandabschnitt einer zuvor beschriebenen Beschichtungsvorrichtung substituierbar ist. Die Begrenzungswand und/oder ein der betreffenden Begrenzungswand zugehöriger Wandungsabschnitt kann beispielsweise an einer Trägerstruktur angeordnet sein, die sich außerhalb der Beschichtungskammer befindet. Die Trägerstruktur und die Begrenzungswand bzw. der Wandungsabschnitt können aufeinander abgestimmte Befestigungselemente und Gegenbefestigungselemente aufweisen, die zum Beispiel einer gewissen geometrischen Normung unterliegen.

[0050] Die Pulverbeschichtungsvorrichtung, insbesondere die an ihr vorgesehenen Befestigungselemente können mit den am Träger vorgesehenen Gegenbefestigungselementen korrespondieren, sodass eine Begrenzungswand oder ein der Begrenzungswand zugehöriger Wandungsabschnitt der Beschichtungskammer bedarfsgerecht durch einen Wandabschnitt der Pulverbeschichtungsvorrichtung ersetzbar ist. Im Zuge dessen wird eine Pulverbeschichtungsvorrichtung anstelle einer Begrenzungswand oder eines zugehörigen Wandungsabschnitts an der Trägerstruktur befestigt und die Pulverbeschichtungsanlage kann mit einer ebenfalls an der betreffenden Pulverbeschichtungsvorrichtung angeordneten Dosiereinrichtung und einer zugehörigen Elektrodenanordnung ausgestattet werden.

[0051] Ferner ist denkbar, dass nebeneinander anordenbare Wandungsabschnitte der Beschichtungskammer jeweils miteinander korrespondierende Befestigungselemente und Gegenbefestigungselemente aufweisen, sodass nebeneinander oder übereinander angeordnete Wandungsabschnitte der Beschichtungskammer untereinander verbindbar und/oder aneinander befestigbar sind. Dies gilt gleichermaßen auch für solche Wandungsabschnitte, die am Grundkörper der Pulverbeschichtungsvorrichtung angeordnet sind. Bei einer derartigen Befestigung von Wandungsabschnitten untereinander kann auf eine jeweils gesonderte Anbindung und Befestigung von Wandungsabschnitten an der Trägerstruktur verzichtet werden. Hierdurch kann der Aufbau der Pulverbeschichtungsanlage vereinfacht werden. Gegebenenfalls kann auf eine Trägerstruktur für die Bildung der Beschichtungskammer verzichtet werden. Dies kann sich vorteilhaft auf die Herstellungskosten und den Platzbedarf der Pulverbeschichtungsanlage auswirken.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0052] Weitere Ziele, Merkmale sowie vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten der Pulverbeschichtungsvorrichtung und der Pulverbeschichtungsanlage ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer isolierten Pulverbeschichtungsvorrichtung,
Fig. 2a eine Dosiereinrichtung mit einem Schieber in Aufnahmestellung,
Fig. 2b die Dosiereinrichtung gemäß Fig. 2a mit dem Schieber in Abgabestellung,
Fig. 2c die Dosiereinrichtung gemäß der Fig. 2a und 2b mit dem sich in einer Zwischenstellung befindlichen Schieber,
Fig. 3 eine perspektivische schematische Darstellung einer Elektrodenanordnung,
Fig. 4 eine teilweise geschnittene Darstellung der Elektrodenanordnung gemäß Fig. 3,
Fig. 5 eine schematische Darstellung einer mit der Pulverbeschichtungsvorrichtung ausgestatteten Pulverbeschichtungsanlage,
Fig. 6 eine weitere Ausführungsform einer Pulverbeschichtungsanlage mit insgesamt sechs Pulverbeschichtungsvorrichtungen,
Fig. 7 eine weitere Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage,
Fig. 8 eine weitere Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage,
Fig. 9 eine weitere Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage,
Fig. 10 eine weitere Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage in einer Frontalansicht,
Fig. 11 eine Darstellung der Anlage gemäß Fig. 10 in Seitenansicht,
Fig. 12 eine Seitenansicht einer weiteren Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage, die für einen Durchlauf- oder Inline-Betrieb ausgelegt ist,
Fig. 13 eine Draufsicht auf eine weitere Ausgestaltung einer Pulverbeschichtungsanlage,
Fig. 14 eine Seitenansicht der Pulverbeschichtungsanlage gemäß Fig. 13 und
Fig. 15 eine weitere Pulverbeschichtungsanlage mit auswechselbaren Begrenzungswänden oder Wandungsabschnitten.

Detaillierte Beschreibung

[0053] In den Fig. 1 und 5 ist der Aufbau einer Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 schematisch dargestellt. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 weist einen Grundkörper 11 auf, welcher zugleich als Tragstruktur für einzelne Komponenten der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 fungiert. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 weist zumindest eine zur Erzeugung einer Pulverwolke 2 ausgestaltete Elektrodenanordnung 12 auf, die am Grundkörper 11 angeordnet ist. Am Grundkörper 11 ist ferner eine Dosiereinrichtung 14 angeordnet. Diese befindet sich, bezogen auf eine Vertikale oberhalb der Elektrodenanordnung 12. Die Dosiereinrichtung 14 ist insbesondere mit einem Pulverauslass 24 versehen, mittels welchem eine vorgegebene Menge eines Pulvermaterials abgegeben und schwerkraftbedingt auf die Elektrodenanordnung 12 gelangen kann. Auf der Elektrodenanordnung 12 erfährt das Pulvermaterial 1 eine elektrostatische Aufladung, die zur Bildung einer Pulverwolke 2 führt, wie dies schematisch in Fig. 5 angedeutet ist.

[0054] Die Elektrodenanordnung 12 als auch die Dosiereinrichtung 14 können fest oder variabel veränderlich am Grundkörper 11 der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet sein. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 bzw. ihr Grundkörper 11 ist variabel in einer Beschichtungskammer 102 einer schematisch in Fig. 5 gezeigten Pulverbeschichtungsanlage 100 anordenbar. Die variable und beliebig konfigurierbare Anordnung der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 in oder an der Pulverbeschichtungsanlage 100 ermöglicht die Erzeugung von Pulverwolken 2 unterschiedlichster Geometrie sowie mit unterschiedlichen Partikel- oder Pulverdichten.

[0055] Die Elektrodenanordnung 12, welche in den Fig. 3 und 4 gesondert gezeigt ist, weist eine weitreichend eben ausgestaltete zweidimensionale Struktur auf. Die Elektrodenanordnung 12 kann beispielsweise rechteckig oder quadratisch ausgestaltet sein. Die Elektrodenanordnung 12 kann mehrschichtig aufgebaut sein. Sie kann eine untere Schicht 120 und eine obere Schicht 122 aufweisen. Die untere Schicht 120 und die obere Schicht 122 sind typischerweise aus einem Isolationsmaterial gefertigt. Zwischen den beiden Schichten 120, 122 befindet sich eine Elektrode 124. Die Elektrode 124 ist als Flachelektrode ausgestaltet und füllt einen Bereich zwischen den Schichten 120, 122 überwiegend aus. Die Elektrode 124 wird typischerweise mit einer gepulsten Hochspannung beaufschlagt. Die Elektrode 124 kann beispielsweise mit Hochspannung im Bereich von 10 kV bis 25 kV beaufschlagt werden. Typische Frequenzen für die Hochspannungsanregung liegen im Bereich von 20 Hz bis 100 Hz, vorzugsweise im Bereich von 40 Hz bis 60 Hz, beispielsweise in einem Bereich von etwa 50 Hz.

[0056] An der der unteren Schicht 120 abgewandten Oberseite der oberen Schicht 122 ist eine Gitterelektrode 126 angeordnet. Diese weist eine gitterförmige Struktur auf und erstreckt sich nahezu über die gesamte Außenoberfläche der oberen Schicht 122. Die Gitterelektrode wird typischerweise mit einer Hochspannungsgleichspannung im Bereich von 5 bis 50 kV beaufschlagt. Die Gitterelektrode 126 sorgt für eine elektrostatische Aufladung des sich auf der Oberseite der Elektrodenanordnung 12 befindlichen Pulvermaterials 1. Die gepulste Elektrode 124 bewirkt eine Art periodische Impulsaufladung des Pulvermaterials 1 und unterstützt die Bildung einer sich von der Oberseite der Elektrodenanordnung 12 räumlich entfernenden Pulverwolke 2. Beide Elektroden, die Elektrode 124 und die Gitterelektrode 126 sind mit einem Steuergerät 50 verbunden. Die Elektroden 124, 126 können galvanisch voneinander getrennt sein.

[0057] Wie ferner in den Fig. 1 und 5 gezeigt, ist die Elektrodenanordnung 12 gegenüber einer Horizontalen geneigt angeordnet. Sie weist einen, bezogen auf die Vertikale oberen Bereich 13 und einen unteren Bereich

15 auf. Der obere Bereich 13 und der untere Bereich 15 markieren bei einer ebenen Ausgestaltung der Elektrodenanordnung 12 gegenüberliegende Seitenränder der Elektrodenanordnung 12. Vorliegend ist vorgesehen, dass der obere Bereich der Elektrodenanordnung 12, bezogen auf eine Horizontale, näher am Auslass 24 der Dosiereinrichtung 14 angeordnet ist als der untere Bereich 15. Auf diese Art und Weise kann sichergestellt werden, dass das von der Dosiereinrichtung 14 abgegebene Pulvermaterial 1 zunächst auf den oberen Bereich 13 der Elektrodenanordnung 12 auftrifft und von dort an eine Pulverwolke 2 abgegeben wird.

[0058] Da die Abscheiderate von Pulvermaterial 1 aus der Pulverwolke 2 auf ein zu beschichtendes Objekt begrenzt ist und die Pulverwolke der Schwerkrafteinwirkung unterliegt, sinken einzelne Pulverpartikel der Pulverwolke stetig auf die Elektrodenanordnung 12 herab. Hierdurch erfolgt eine gleichmäßige Verteilung von Pulvermaterial 1 auf der Oberseite der Elektrodenanordnung 12, wie dies in den Fig. 1 und 5 angedeutet ist. Zudem kann durch die geneigte Ausrichtung der Elektrodenanordnung 12 die Geometrie der gebildeten Pulverwolke 2 beeinflusst und kontrolliert werden. Die Elektrodenanordnung 12 kann insbesondere schwenkbar am Grundkörper 11 der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet sein. Sie kann insbesondere hinsichtlich einer horizontal verlaufenden Schwenkachse schwenkbar am Grundkörper 11 gelagert sein. Ferner ist denkbar, dass die Elektrodenanordnung mit gegenüberliegenden oder voneinander beabstandeten Bereichen mehrfach und gesondert am Grundkörper 11 befestigbar ist. So kann auch auf diese Art und Weise eine beliebig neigbare Ausrichtung und Anordnung sowie Fixierung der Elektrodenanordnung 12 am Grundkörper 11 erfolgen.

[0059] Wie insbesondere in Fig. 1 gezeigt, kann der Grundkörper 11 eine Art geschlossenes Gehäuse der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 bilden. Oberhalb bzw. seitlich der Elektrodenanordnung 12 weist der Grundkörper 11 in diesem Fall eine Auslassöffnung 17 für die Pulverwolke auf. Es ist abweichend hiervon aber auch denkbar, dass die Elektrodenanordnung 12 außerhalb einer Einhausung oder eines Gehäuses des Grundkörpers 11 angeordnet ist.

[0060] In der spezifischen Ausgestaltung der Dosiereinrichtung 14 gemäß Fig. 1 weist diese ein sich über den Pulverauslass 24 gespanntes Sieb 26 auf. Das Sieb 26 verhindert ein ungebremstes Herabrieseln oder Herabfallen von Pulvermaterial 1 aus einem oberhalb des Pulverauslasses 24 befindlichen Pulvervorrats 16. Der Pulvervorrat 16 kann von einem Pulvervorratsbehälter 104 eingefasst sein. Der Pulvervorratsbehälter 104 kann ebenfalls Bestandteil der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 sein. Er kann aber auch außerhalb der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet und lediglich pulverführend mit der Dosiereinrichtung 14 verbunden oder gekoppelt sein.

[0061] Die Dosiereinrichtung 14 gemäß Fig. 1 weist angrenzend an das Sieb 26 und entgegen der Förderrichtung für das Pulvermaterial 1 eine deformierbare oder flexible Pulverführung 20 auf. Die Pulverführung 20 kann beispielsweise ein flexibler Schlauch oder ein flexibles Leitungsstück sein, mittels welchem der Pulverauslass 24 mit dem Pulvervorratsbehälter 104 verbunden ist. Der Pulvervorratsbehälter 104 kann insbesondere ein Anschlussstück 104a für die Pulverführung 20 aufweisen. Dem Pulvervorratsbehälter 104 abgewandt kann die Pulverführung 20 einen Stutzen 21 zur Aufnahme und/oder zur Befestigung des Siebs 26 aufweisen. Der Stutzen 21 kann eine flanschartige Verbreiterung aufweisen. Auch kann die Pulverführung 20 in Richtung zum Anschlussstück 104a als auch in Richtung zum Stutzen 21 jeweils eine flanschartige Verbreiterung 20a, 20b aufweisen, mittels derer eine formschlüssige Befestigung der Pulverführung 20 zum Pulvervorratsbehälter 104 als auch zum Stutzen 21 möglich ist. Die Pulverführung 20 kann beispielsweise in Form eines flexiblen Silikonschlauchs ausgestaltet sein.

[0062] Die Dosiereinrichtung 14 ist ferner mit einem Geber 18 ausgestattet. Dieser ist in Höhe des Pulverauslasses 24, mithin in Höhe des Siebs 26 angeordnet. Vorliegend ist der Geber 18 in Höhe des Stutzens und außerhalb des Stutzens, seitlich benachbart zum Stutzen 21 angeordnet. Der Geber 18 weist vorliegend einen elektrisch ansteuerbaren Hubmagnet 38 auf, welcher entsprechend einer Beaufschlagung mit einem elektrischen Steuersignal dazu ausgestaltet ist, regelmäßig und/oder wiederholt seitlich am Stutzen 21 anzuschlagen, um somit einen mechanischen Impuls auf das beweglich gelagerte Sieb 26 auszuüben. Auf diese Art und Weise kann der Hubmagnet 38 eine Art Klopfbewegung auf das flexibel gelagerte Sieb 26 ausüben, sodass eine definierte Pulvermenge aus dem Sieb abgegeben wird. Die hier gezeigte Ausgestaltung ist insoweit von Vorteil, als dass die beweglich gelagerten Teile keinerlei Reibung und Abrieb unterliegen, der zum Beispiel das Pulvermaterial 1 kontaminieren könnte. Etwaiges außen an der Pulverführung 20 angelagertes Pulvermaterial kann mittels des Gebers 18 abgeklopft werden. Insoweit wirkt der Geber 18 einer Pulveranhaftung an den beweglichen Komponenten der Dosiereinrichtung 14 entgegen.

[0063] In den Fig. 2a bis 2c ist eine weitere Ausgestaltung einer Dosiereinrichtung 14 gezeigt. Diese weist anstelle eines in Verlängerung eines Pulvervorrats 16 verlaufenden Pulverführung 20 und eines Siebs 26 einen beweglichen Schieber 28 auf. Der Schieber 28 weist eine Aufnahme 30 für eine Pulvermenge auf. Der Schieber 28 ist zwischen einer in Fig. 2a gezeigten Aufnahmestellung und einer in Fig. 2b gezeigten Abgabestellung längsverschieblich an der Dosiereinrichtung 14 geführt. Die Aufnahme 30 ist nach oben und nach unten hin offen. In der in Fig. 2a gezeigte Aufnahmestellung befindet sich die Aufnahme 30 unterhalb eines Auslasses des Pulvervorratsbehälters 104. In dieser Stellung kann die Aufnahme 30 mit Pulvermaterial 1 befüllt werden. Alsdann ist der Schieber 28 in die in Fig. 2b gezeigte Abgabestellung überführbar, in welcher der Schieber 28 mit seiner Auf-

nahme 30 aus einem Gehäuse der Dosiereinrichtung 14 herausragt. Da die Aufnahme 30 nach unten hin geöffnet ist, kann die in der Aufnahme 30 befindliche Pulvermenge 1 nach unten abgegeben und der Elektrodenanordnung 12 zugeführt werden. In Fig. 2c ist eine Zwischenstellung des Schiebers 28 gezeigt. Der dort wiedergegebene Pfeil zeigt die momentane Bewegungsrichtung des Schiebers 28 hin zur Aufnahmestellung an.

[0064] Alternativ zur Darstellung der Fig. 2a bis 2c ist denkbar, dass der Schieber 28 nicht horizontal und längsverschieblich, sondern drehbar gelagert ist. Für diesen Fall kann an einer Unterseite des Gehäuses der Dosiereinrichtung 14 eine Durchgangsöffnung vorgesehen sein, die versetzt zu einem Auslass des Pulvervorratsbehälters 104 angeordnet ist. Mittels eines drehbaren Schiebers 28 kann die Aufnahme 30 in den Bereich einer Durchgangsöffnung an der Unterseite des Gehäuses der Dosiereinrichtung 14 bewegt werden, durch welche Durchgangsöffnung die Pulvermenge abgegeben werden kann. Gleichermaßen ist denkbar, dass sich der Schieber 28 vollständig innerhalb des Gehäuses der Dosiereinrichtung 14 bewegt und dass die Aufnahme 30 in der Abgabestellung fluchtend mit einer nach unten offenen Durchgangsöffnung des Gehäuses zu liegen kommt.

[0065] Die Pulverbeschichtungsanlage 100 weist, wie in Fig. 5 dargestellt, zumindest eine zuvor beschriebene Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 auf. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 kann ferner einen Wandabschnitt 41 aufweisen, welcher dazu ausgestaltet ist und derart bemessen ist, einen Wandungsabschnitt 103a oder eine gesamte Begrenzungswand 103 der Beschichtungskammer 102 zu substituieren. Im in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel fällt eine Begrenzungswand des Pulvervorratsbehälters 104 mit dem Wandabschnitt 41 der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 zusammen.

[0066] Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 ist mitsamt diesem Wandabschnitt 41 lösbar an der Beschichtungskammer 102 bzw. an einer in Fig. 5 nicht explizit gezeigten Trägerstruktur 111 lösbar anordenbar. In der in Fig. 5 gezeigten Konfiguration befindet sich die Elektrodenanordnung 12 oberhalb eines Kammerbodens 106. Sie ragt seitlich von einem Seitenwandabschnitt 103 der Beschichtungskammer 102 in das Innenvolumen der Beschichtungskammer. Wie in Fig. 5 angedeutet, bildet sich im Betrieb der Pulverbeschichtungsanlage 100 eine Pulverwolke 2, die einen zur Aufnahme von Beschichtungsobjekten ausgestalteten Beschichtungsbereich 101 idealerweise möglichst vollständig ausfüllt.

[0067] Der Kammerboden 106 ist zumindest bereichsweise geneigt ausgerichtet. Er kann einen vertieften Sammelbereich 108 aufweisen. Insbesondere kann der Kammerboden 106 trichterförmig, etwa ein- oder zweidimensional trichterförmig ausgestaltet sein. Der Kammerboden 106 kann kegelförmig, nach Art eines Tetraeders oder nach Art eines Pyramidenstumpfs verjüngend nach unten hin zulaufen. Auf diese Art und Weise kann ein sich verjüngender Sammelbereich 108 gebildet werden, mittels welchem das beispielsweise von der Elektrodenanordnung 12, insbesondere von deren unterem Bereich 15 herabrieselndes Pulvermaterial 1 aufgefangen und gesammelt werden kann.

[0068] Der Sammelbereich 108 ist ferner mit einer Pulverrückführung 110 verbunden. Die Pulverrückführung 110 weist einen Endabschnitt 112 auf, der pulverführend mit dem Sammelbereich 108 am Boden der Beschichtungskammer 102 verbunden ist. Ein gegenüberliegender Endabschnitt 114 der Pulverrückführung 110 ist mit einem Zulauf oder einer Zufuhr für den Pulvervorratsbehälter 104 pulverführend verbunden. Auf diese Art und Weise kann überflüssiges bzw. sich am Kammerboden 106 ansammelndes Pulvermaterial 1 erneut dem Beschichtungsprozess zugeführt werden. Auf diese Art und Weise wird ein geschlossener Kreislauf gebildet. Der Pulverberbrauch kann minimiert werden.

[0069] Die Pulverrückführung 110 kann ferner optional einen Zwischenvorratsbehälter 116 aufweisen, der pulverführend mit dem Endabschnitt 112 verbunden ist. Der Zwischenvorratsbehälter 116 kann ferner mit dem Endabschnitt 114 pulverführend verbunden sein. Das Bereitstellen eines Zwischenvorratsbehälters 116 ermöglicht ein häufiges Abführen von Pulvermaterial 1 aus dem Sammelbereich 108 ohne dass die hierbei jedes Mal zurückgewonnene Pulvermenge unmittelbar dem Pulvervorratsbehälter 104 zuzuführen wäre. Insbesondere bei Vorsehen einer Dosiereinrichtung 14 mit einem am Pulverauslass 24 vorgesehenen Sieb 26 kann es von Vorteil sein, wenn während eines laufenden Beschichtungsprozesses kein weiteres Pulvermaterial 1 von oben in den Pulvervorratsbehälter 104 nachgefüllt wird.

[0070] Am oder im Sammelbereich 108 kann ferner ein Füllstandssensor 113 vorgesehen sein, mittels welchem eine Abfuhr, beispielsweise ein Absaugen von angesammeltem Pulvermaterial 1 aus dem Sammelbereich 108 initiiert bzw. getriggert werden kann. Der Füllstandssensor 113 ist typischerweise mit einer zentralen Steuerung, beispielsweise mit dem Steuergerät 50 gekoppelt. Fördermittel, etwa ein Gebläse oder eine Absaugung für die Beförderung des Pulvermaterials 1 von dem Sammelbereich in den Zwischenvorratsbehälter 116 und in den Pulvervorratsbehälter 104 sind vorliegend nicht explizit gezeigt. Sie können ein oder mehrere Gebläse oder Saugebläse aufweisen die in oder an der Pulverrückführung vorgesehen sind.

[0071] In der Darstellung gemäß Fig. 15 ist der optionale modulare Aufbau einer Beschichtungskammer 102 am Beispiel einer Begrenzungswand 103, die vorliegend als Seitenwand ausgestaltet ist, exemplarisch gezeigt. Die Begrenzungswand 103 weist mehrere Seitenwandabschnitte 103a auf. Diese sind jeweils mit einem oder mit mehreren Befestigungselementen 40 versehen, die mit korrespondierend hierzu ausgestalteten Gegenbefestigungselementen 60 einer in Fig. 15 nur schematisch dargestellten Trägerstruktur 111 verbindbar sind. Die Trägerstruktur 111 kann ein tragendes Gerüst für die Beschichtungskammer 102 oder Teile hiervon bereitstel-

len.

[0072] Die wechselseitige Verbindung von Befestigungselementen 40 und Gegenbefestigungselementen 60 ist lösbar ausgestaltet. Auf diese Art und Weise können einzelne Seitenwandabschnitte 103a von der Trägerstruktur gelöst und entfernt werden. Mitunter sind die einzelnen Seitenwandabschnitte 103a auch untereinander, so etwa mittels Verbindungselementen 42 lösbar verbunden. Anstelle eines zum Beispiel planar ausgestalteten Wandungsabschnitts 103a kann nun auch eine Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 an der Trägerstruktur 111 angeordnet werden. Die Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 weist hierbei neben der Elektrodenanordnung 12 und der Dosiereinrichtung 14 ferner einen Wandabschnitt 41 auf, der hinsichtlich Größe und Geometrie weitreichend identisch zum zuvor abgenommenen in Fig. 15 gestrichelt dargestellten Seitenwandabschnitt 103a ausgebildet ist. Mithin wird der Seitenwandabschnitt 103a durch den Wandabschnitt 41 der Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 substituiert. Gleichzeitig kann hierdurch erreicht werden, den Pulvervorratsbehälter 104 außerhalb der Beschichtungskammer 102 und die Elektrodenanordnung 12 innerhalb der Beschichtungskammer 102 anzuordnen.

[0073] Alternativ hierzu ist natürlich auch denkbar, einzelne Gegenbefestigungselemente 60, beispielsweise in Form von längserstreckten Befestigungsschienen 62 an der Innenseite von Begrenzungswänden 103, 105, 107 im Inneren der Beschichtungskammer 102 anzuordnen. So sind beispielsweise in den Darstellungen gemäß Fig. 13 und 14 an den gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten 103, 105 jeweils mehrere horizontal verlaufende und bezogen auf eine Vertikale übereinander angeordnete längserstreckte Befestigungsschienen 62 vorgesehen, die eine in Längsrichtung verschiebbare variable Anordnung einzelner Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 im Inneren der Beschichtungskammer 102 ermöglichen.

[0074] Die Darstellungen der Fig. 6 bis 14 sind stark vereinfacht und schematisiert. Dort sind lediglich die Elektrodenanordnungen 12 und Pulvervorratsbehälter 104 der jeweiligen Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 gezeigt. In der Ausgestaltung gemäß Fig. 6 sind an gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten 103, 105 jeweils drei, bezogen auf die Vertikale übereinander angeordnete Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 vorgesehen. Diese ermöglichen die Bildung eines vergleichsweise längserstreckten, vertikal ausgerichteten Beschichtungsbereichs 100. In Fig. 7 ist lediglich der linke Seitenwandabschnitt 103 mit drei übereinander angeordneten Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 versehen. In Horizontalrichtung senkrecht zu den gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten 105 kann die Pulverbeschichtungsanlage 100 gemäß der Fig. 7 bis 9 auch mehrere hintereinander angeordnete Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10, wie beispielsweise in den Fig. 11 und 14 gezeigt, aufweisen.

[0075] In dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 ist an gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten 105 jeweils eine Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet. Die jeweiligen Elektrodenanordnungen 12 sind, in Vertikalrichtung betrachtet, in etwa auf gleicher Höhe angeordnet. Sie weisen einen lichten Abstand zwischen sich auf, der geringer als die horizontale Erstreckung der betreffenden Elektrodenanordnungen ist. In Fig. 9 ist im Unterschied hierzu eine vergleichsweise breit ausgestaltete Beschichtungskammer 102 vorgesehen. Diese weist zwei nebeneinanderliegende jeweils nach unten hin verjüngend ausgestaltete Sammelbereiche 108 auf. Oberhalb eines jeden Sammelbereichs 108 befindet sich jeweils eine Elektrodenanordnung 10.

[0076] In der weiteren Ausgestaltung gemäß der Fig. 10 ist an gegenüberliegenden Seitenwandabschnitten 103, 105 jeweils eine Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet. Zusätzlich hierzu ist auch an einer Unterseite eines die Kammer 102 nach oben hin verschließenden Deckenabschnitts 107 zumindest eine weitere Pulverbeschichtungsvorrichtung 10 angeordnet. Diese weist eine zweiteilige bzw. sattel- oder giebelartig ausgestaltete Elektrodenanordnung 12 mit zwei Schenkeln 12a, 12b auf. Die Schenkel 12a, 12b gehen nahtlos ineinander über.

[0077] Mit ihren einander abgewandten Enden sind die Schenkel 12a, 12b jeweils leicht nach unten geneigt ausgerichtet. Jeder der Schenkel 12a, 12b kann eine im Wesentlichen ebene Struktur aufweisen. Im Übergangsbereich der Schenkel 12a, 12b befindet sich der höchste Punkt der Elektrodenanordnung 12, welcher typischerweise, bezogen auf die Horizontale, in etwa mittig unterhalb des Pulverauslasses 24 der Dosiereinrichtung 14 angeordnet ist.

[0078] Die Pulverbeschichtungsanlage 100 ist in Fig. 10 in Frontansicht gezeigt. In Fig. 11 ist eine entsprechende Seitenansicht wiedergegeben. Dort ist ersichtlich, dass sich die im Bereich der Seitenwandabschnitte 103, 105 vorgesehenen Pulverbeschichtungsvorrichtungen über die gesamte Länge der Seitenwandabschnitte 103, 105 erstrecken und das an dem Deckenabschnitt 107 zwei in Längsrichtung bzw. in der Horizontalen voneinander beabstandete Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 angeordnet sind.

[0079] In der Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels gemäß der Fig. 12 sind mehrere Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 innerhalb einer längserstreckten Beschichtungskammer 102 angeordnet. Die Beschichtungskammer 102, mithin die gesamte Pulverbeschichtungsanlage ist für einen Durchlaufbetrieb ausgebildet. Sie weist eine Zuführöffnung 130 für Beschichtungsobjekte 70 sowie eine an einem gegenüberliegenden Endabschnitt der Beschichtungskammer 102 vorgesehene Auslassöffnung 132 für die beschichteten Objekte 70 auf. Von der Zuführöffnung 130 zur Auslassöffnung 132 erstreckt sich eine Förderstrecke 134, entlang welcher die Beschichtungsobjekte befördert werden.

[0080] Entlang der Förderstrecke 134 sind zumindest zwei oder mehrere Pulverbeschichtungsvorrichtungen

10 angeordnet. Die Pulverbeschichtungsvorrichtungen 10 sind hierbei beabstandet von Seitenwandabschnitten 103, 105 auf erhöhten Sockelabschnitten 140 inmitten der Beschichtungskammer 102 angeordnet. Zwischen den erhöhten Sockelabschnitten 140 sind Sammelbereiche 108 für im Beschichtungsprozess anfallendes Pulvermaterial 1 vorgesehen. Wie zuvor bereits beschrieben, sind die Sammelbereiche 108 pulverführend mit einer Pulverrückführung 110 verbunden. Im Bereich der Zuführöffnung 130 und der Auslassöffnung 132 können vorliegend nicht explizit gezeigte Schleusen vorgesehen sein, mittels derer eine hermetische Trennung der Beschichtungskammer 102 von der Außenumgebung bereitgestellt werden kann. Die in Fig. 12 gezeigte Pulverbeschichtungsanlage 100 ermöglicht eine druckloses Beschichtung von längserstreckten Beschichtungsobjekten 70 in einem kontinuierlichen Durchlaufverfahren bei Atmosphärendruck ohne Zuhilfenahme von Druckluft oder dergleichen Fördermedien.

[0081] Für den Beschichtungsprozess sind die Beschichtungsobjekte 70 typischerweise elektrisch geerdet. Wenngleich eine Vielzahl der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele eine Dosiereinrichtung 14 zeigen, die mit eine beweglichen Schieber versehen ist, können sämtliche Ausführungsbeispiele auch mit einer in Fig. 1 gezeigten Dosiereinrichtung versehen sein.

Bezugszeichenliste

[0082]

1	Pulvermaterial
2	Pulverwolke
10	Pulverbeschichtungsvorrichtung
11	Grundkörper
12	Elektrodenanordnung
12a, b	Schenkel
13	oberer Bereich
14	Dosiereinrichtung
15	unterer Bereich
16	Pulvervorrat
17	Auslassöffnung
18	Geber
19	Geber
20	Pulverführung
21	Stutzen
24	Pulverauslass
26	Sieb
28	Schieber
30	Aufnahme
38	Hubmagnet
40	Befestigungselement
41	Wandabschnitt
42	Verbindungselement
50	Steuergerät
60	Gegenbefestigungselement
62	Befestigungsschiene
70	Beschichtungsobjekt
100	Pulverbeschichtungsanlage
101	Beschichtungsbereich
102	Beschichtungskammer
103	Seitenwandabschnitt
103a	Wandungsabschnitt
104	Pulvervorratsbehälter
104a	Anschlussstück
105	Seitenwandabschnitt
106	Kammerboden
107	Deckenabschnitt
108	Sammelbereich
110	Pulverrückführung
111	Trägerstruktur
112	Endabschnitt
113	Füllstandssensor
114	Endabschnitt
116	Zwischenvorratsbehälter
120	untere Schicht
122	obere Schicht
124	Elektrode
126	Gitterelektrode
130	Zuführöffnung
132	Auslassöffnung
134	Förderstrecke
140	Sockelabschnitt

Patentansprüche

1. Pulverbeschichtungsvorrichtung (10) zur Pulverbeschichtung von Objekten, welche einen Grundkörper (11) aufweist, an welchem eine zur Erzeugung einer Pulverwolke (2) ausgestaltete Elektrodenanordnung (12) angeordnet ist und an welchem oberhalb der Elektrodenanordnung (12) eine Dosiereinrichtung (14) angeordnet ist, die zur kontrollierten Abgabe einer Pulvermenge auf die Elektrodenanordnung (12) ausgestaltet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dosiereinrichtung (14) der Elektrodenanordnung (12) zugewandt einen Pulverauslass (24) aufweist, wobei von der Dosiereinrichtung (14) abgegebenes Pulver unter Schwerkrafteinwirkung auf die Elektrodenanordnung (12) gelangen und ausgehend von der Elektrodenanordnung (12) und der mittels der Elektrodenanordnung bereitgestellten elektrostatischen Aufladung des Pulvers eine sich, ohne Anwendung von Druckluft oder dergleichen Förder- oder Treibmedien, infolge der elektrostatischen Aufladung des Pulvers räumlich ausbreitende Pulverwolke gebildet werden kann.

2. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Pulverauslass (24) ein sich über den Pulverauslass (24) erstreckendes Sieb (26) aufweist.

3. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Dosiereinrichtung (14) einen beweglich gelagerten Schieber (28) mit zumindest einer Pul-

veraufnahme (30) aufweist, mittels welcher jeweils eine der Größe der Pulveraufnahme (30) entsprechende Pulvermenge portionsweise der Elektrodenanordnung (12) zuführbar ist.

4. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Dosiereinrichtung (14) mit einem Pulvervorrat (16) pulverführend verbunden ist und wobei die Dosiereinrichtung (14) einen elektrisch ansteuerbaren Geber (18, 19) aufweist, mittels welchem eine Zufuhr einer Pulvermenge pro Zeiteinheit zur Elektrodenanordnung (12) variabel einstellbar ist und wobei der Geber (18, 19) mechanisch mit dem Sieb (26) oder mit dem Schieber (28) zusammenwirkt.

5. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elektrodenanordnung (12) gegenüber einer Horizontalen geneigt ausgerichtet ist und wobei ein bezogen auf eine Vertikale oben liegender Bereich (13) der Elektrodenanordnung (12) im Vergleich zu einem unten liegenden Bereich (15) der Elektrodenanordnung (12) einen geringeren horizontalen Abstand zur Dosiereinrichtung (14) aufweist.

6. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elektrodenanordnung (12) schwenkbar am Grundkörper (11) angeordnet ist.

7. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an dem Grundkörper (11) zumindest ein Befestigungselement (40) vorgesehen ist, welches zur Bildung einer lösbaren Befestigung mit einem korrespondierenden, in einer Beschichtungskammer (102) einer Pulverbeschichtungsanlage (100) vorgesehenen Gegenbefestigungselement (60) ausgestaltet ist.

8. Pulverbeschichtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an dem Grundkörper (11) zumindest ein Wandabschnitt (41) angeordnet ist, welcher in eine Begrenzungswand (103, 105, 106, 107) einer Beschichtungskammer (102) einer Pulverbeschichtungsanlage (100) integrierbar ist.

9. Pulverbeschichtungsanlage (100) zur Pulverbeschichtung von Objekten, mit einer Beschichtungskammer (102), einem Pulvervorratsbehälter (104) und mit zumindest einer Pulverbeschichtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, welche in der Beschichtungskammer (102) variabel positionierbar ist.

10. Pulverbeschichtungsanlage nach Anspruch 9, wobei die Beschichtungskammer (102) einen Kammerboden (106) aufweist, welcher zumindest abschnittsweise einen sich trichterförmig nach unten hin verjüngenden Sammelbereich (108) für Pulvermaterial (1) aufweist.

11. Pulverbeschichtungsanlage nach Anspruch 10, ferner mit einer Pulverrückführung (110), welche mit einem Endabschnitt (112) mit dem Sammelbereich (108) pulverführend verbunden ist und welche mit einem gegenüberliegenden Endabschnitt (114) pulverführend mit dem Pulvervorratsbehälter (104) verbunden ist.

12. Pulverbeschichtungsanlage nach Anspruch 11, wobei die Pulverrückführung (110) einen Zwischenvorratsbehälter (116) aufweist.

13. Pulverbeschichtungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 12, wobei an oder in der Beschichtungskammer (102) mehrere Gegenbefestigungselemente (60) für eine variable Anordnung einer oder mehrerer Pulverbeschichtungsvorrichtungen (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 angeordnet sind.

14. Pulverbeschichtungsanlage nach Anspruch 13, wobei zumindest eines der Gegenbefestigungselemente (60) eine längserstreckte Befestigungsschiene (62) aufweist.

15. Pulverbeschichtungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche 9 bis 14, wobei zumindest eine Begrenzungswand (103, 105, 106, 107) der Beschichtungskammer (102) oder ein der Begrenzungswand (103, 105, 106, 107) zugehöriger Wandungsabschnitt (103a, 105a) von der Beschichtungskammer (102) lösbar und durch einen Wandabschnitt (41) einer Beschichtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 8 substituierbar ist.

Claims

1. Powder coating device (10) for the powder coating of objects, which has a main body (11), on which an electrode arrangement (12) designed for generating a powder cloud (2) is arranged and on which a metering device (14) designed for the monitored discharge of an amount of powder onto the electrode arrangement (12) is arranged above the electrode arrangement (12), **characterized in that** the metering device (14) has a powder outlet (24) facing the electrode arrangement (12), wherein powder discharged by the metering device (14) can reach the electrode arrangement (12) under the effect of gravity and, on the basis of the electrode arrangement (12) and the electrostatic charging of the powder provided by means of the electrode arrangement, a

powder cloud that spreads out spatially as a result of the electrostatic charging of the powder, without the application of compressed air or similar delivery or propulsive media, can be formed.

2. Powder coating device according to Claim 1, wherein the powder outlet (24) has a screen (26) extending over the powder outlet (24).

3. Powder coating device according to Claim 1, wherein the metering device (14) has a movably mounted slide (28) with at least one powder receptacle (30), by means of which in each case an amount of powder corresponding to the size of the powder receptacle (30) can be fed in portions to the electrode arrangement (12).

4. Powder coating device according to Claim 2 or 3, wherein the metering device (14) is connected in a powder-conducting manner to a powder store (16) and wherein the metering device (14) has an electrically activatable transmitter (18, 19), by means of which a supply of an amount of powder per unit of time to the electrode arrangement (12) can be variably set, and wherein the transmitter (18, 19) interacts mechanically with the screen (26) or with the slide (28).

5. Powder coating device according to one of the preceding claims, wherein the electrode arrangement (12) is aligned in an inclined manner with respect to a horizontal, and wherein an upper-lying region (13) of the electrode arrangement (12), with respect to a vertical, is at a smaller horizontal distance from the metering device (14) in comparison with a lower-lying region (15) of the electrode arrangement (12).

6. Powder coating device according to one of the preceding claims, wherein the electrode arrangement (12) is arranged pivotably on the main body (11).

7. Powder coating device according to one of the preceding claims, wherein provided on the main body (11) is at least one fastening element (40), which is designed for forming a releasable fastening with a corresponding counter-fastening element (60) provided in a coating chamber (102) of a powder coating installation (100).

8. Powder coating device according to one of the preceding claims, wherein at least one wall portion (41) is arranged on the main body (11) and can be integrated into a boundary wall (103, 105, 106, 107) of a coating chamber (102) of a powder coating installation (100).

9. Powder coating installation (100) for the powder coating of objects, with a coating chamber (102), a powder storage container (104) and at least one powder coating device (10) according to one of the preceding Claims 1 to 8, which can be positioned variably in the coating chamber (102).

10. Powder coating installation according to Claim 9, wherein the coating chamber (102) has a chamber bottom (106), which has at least in a portion thereof a collecting region (108) for powder material (1) narrowing downwardly in the form of a funnel.

11. Powder coating installation according to Claim 10, also with a powder return (110), which is connected by an end portion (112) in a powder-conducting manner to the collecting region (108) and which is connected by an opposite end portion (114) in a powder-conducting manner to the powder storage container (104).

12. Powder coating installation according to Claim 11, wherein the powder return (110) has an intermediate storage container (116).

13. Powder coating installation according to one of the preceding claims 9 to 12, wherein a number of counter-fastening elements (60) for a variable arrangement of one or more powder coating devices (10) according to one of the preceding Claims 1 to 8 are arranged on or in the coating chamber (102).

14. Powder coating installation according to Claim 13, wherein at least one of the counter-fastening elements (60) has an elongated fastening rail (62).

15. Powder coating installation according to one of the preceding claims 9 to 14, wherein at least one boundary wall (103, 105, 106, 107) of the coating chamber (102) or a wall portion (103a, 105a) belonging to the boundary wall (103, 105, 106, 107) can be released from the coating chamber (102) and can be substituted by a wall portion (41) of a coating device (10) according to Claim 8.

Revendications

1. Dispositif de poudrage (10) destiné à poudrer des objets, lequel dispositif comporte un corps de base (11) au niveau duquel est disposé un ensemble d'électrodes (12) conçu pour générer un nuage de poudre (2) et au niveau duquel un moyen de dosage (14), qui est destiné à délivrer de manière commandée une quantité de poudre sur l'ensemble d'électrodes (12), est disposé au-dessus de l'ensemble d'électrodes (12), **caractérisé en ce que** le moyen de dosage (14) comporte une sortie de poudre (24) qui est dirigée vers l'ensemble d'électrodes (12), la poudre délivrée par le moyen de dosage (14) attei-

gnant l'ensemble d'électrodes (12) sous l'effet de la gravité et, à partir de l'ensemble d'électrodes (12) et de la charge électrostatique de la poudre fournie par l'ensemble d'électrodes, un nuage de poudre pouvant être formé qui se propage dans l'espace en raison de la charge électrostatique de la poudre et sans application d'air comprimé ou de moyens de transport ou d'entraînement similaires.

2. Dispositif de poudrage selon la revendication 1, la sortie de poudre (24) comportant un tamis (26) qui s'étend sur la sortie de poudre (24).

3. Dispositif de poudrage selon la revendication 1, le moyen de dosage (14) comportant un coulisseau (28) monté de manière mobile et muni d'au moins un réceptacle à poudre (30) qui permet d'amener par portions à l'ensemble d'électrodes (12) une quantité de poudre correspondant à la dimension du réceptacle à poudre (30).

4. Dispositif de poudrage selon la revendication 2 ou 3, le moyen de dosage (14) étant relié à une réserve de poudre (16) de manière à transporter la poudre et le moyen de dosage (14) comportant un transmetteur à commande électrique (18, 19) qui permet de régler de manière variable une quantité de poudre par unité de temps à amener à l'ensemble d'électrodes (12) et le transmetteur (18, 19) coopérant mécaniquement avec le tamis (26) ou le coulisseau (28).

5. Dispositif de poudrage selon l'une des revendications précédentes, l'ensemble d'électrodes (12) étant orienté de manière inclinée par rapport à l'horizontale et une région (13) de l'ensemble d'électrodes (12), qui est située en haut par rapport à une verticale, se trouvant à une distance horizontale du moyen de dosage (14) qui est inférieure à celle d'une région (15) de l'ensemble d'électrodes (12) qui est située en bas.

6. Dispositif de poudrage selon l'une des revendications précédentes, l'ensemble d'électrodes (12) étant dispose de manière pivotante sur le corps de base (11).

7. Dispositif de poudrage selon l'une des revendications précédentes, au moins un élément de fixation (40), qui est destiné à former une fixation amovible avec un élément de fixation homologue correspondant (60) prévu dans une chambre de poudrage (102) du système de poudrage (100), étant prévu au niveau du corps de base (11).

8. Dispositif de poudrage selon l'une des revendications précédentes, au moins une portion de paroi (41), qui peut être intégrée dans une paroi de délimitation (103, 105, 106, 107) d'une chambre de poudrage (102) d'un système de poudrage (100), étant disposée au niveau du corps de base (11).

9. Système de poudrage (100) destiné à poudrer des objets, ledit système comportant une chambre de poudrage (102), un réservoir de réserve de poudre (104) et comportant au moins un dispositif de poudrage (10) selon l'une des revendications précédentes 1 à 8, qui peut être positionné de manière variable dans la chambre de poudrage (102).

10. Système de poudrage selon la revendication 9, la chambre de poudrage (102) comportant un fond de chambre (106) qui comporte au moins par portions une région de collecte (108) qui s'amincit vers le bas en forme d'entonnoir et qui est destinée au matériau en poudre (1) .

11. Système de poudrage selon la revendication 10, comprenant en outre un retour de poudre (110) qui est relié par une portion d'extrémité (112), de manière à transporter de la poudre, à la région de collecte (108) et qui est relié par une portion d'extrémité opposée (114), de manière à transporter de la poudre, au récipient de réserve de poudre (104).

12. Système de poudrage selon la revendication 11, le retour de poudre (110) comportant un récipient de réserve intermédiaire (116).

13. Système de poudrage selon l'une des revendications précédentes 9 à 12, une pluralité d'éléments de fixation homologue (60) destinés à un agencement variable d'un ou plusieurs dispositifs de poudrage (10) selon l'une des revendications précédentes 1 à 8 sont disposés sur ou dans la chambre de poudrage (102).

14. Système de poudrage selon la revendication 13, au moins un des éléments de fixation homologue (60) comportant un rail de fixation allongé (62).

15. Système de poudrage selon l'une des revendications précédentes 9 à 14, au moins une paroi de délimitation (103, 105, 106, 107) de la chambre de poudrage (102) ou une portion de paroi (103a, 105a), qui peut être associée à la paroi de délimitation (103, 105, 106, 107), pouvant être détachée de la chambre de poudrage (102) et remplacée par une portion de paroi (41) d'un dispositif de poudrage (10) selon la revendication 8.

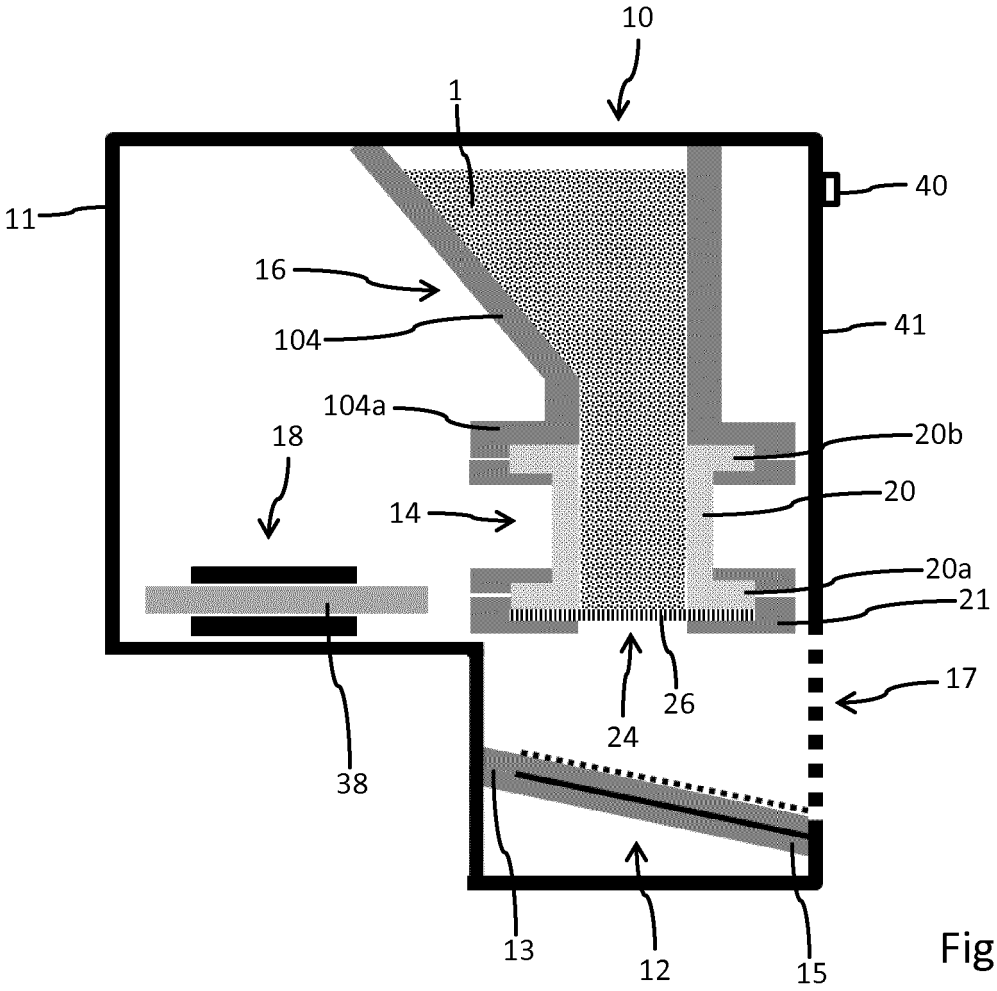


Fig. 1

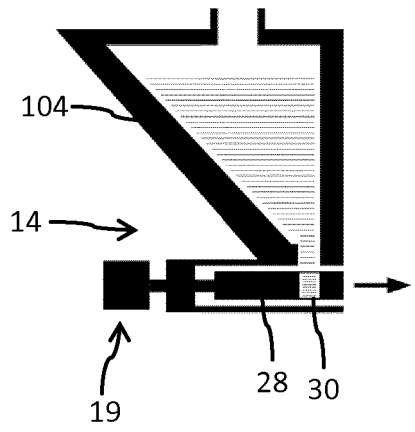


Fig. 2a

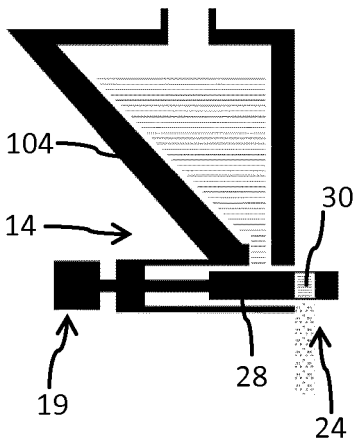


Fig. 2b

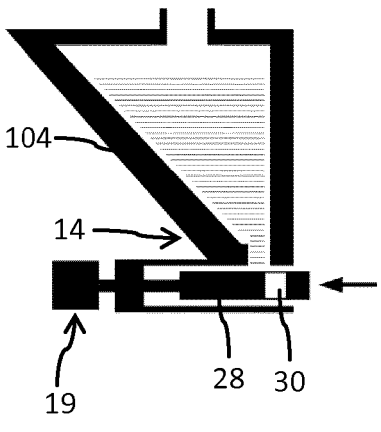


Fig. 2c

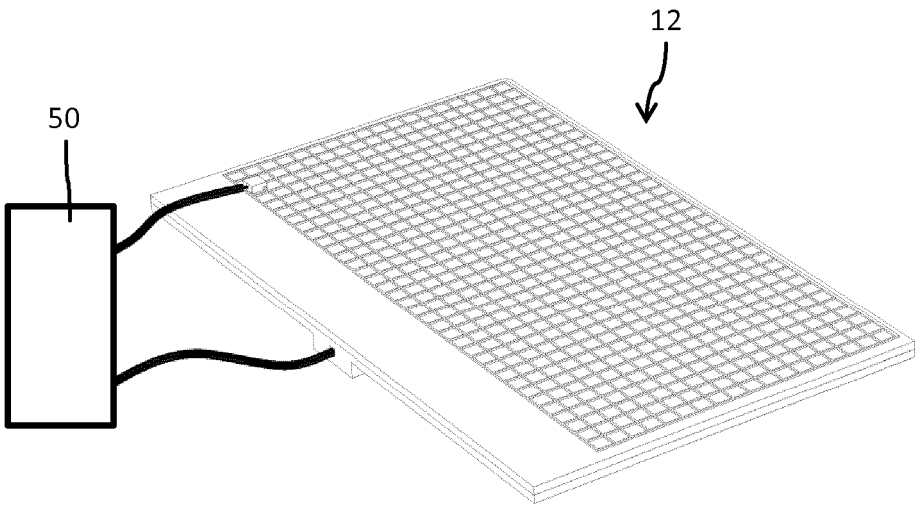


Fig. 3

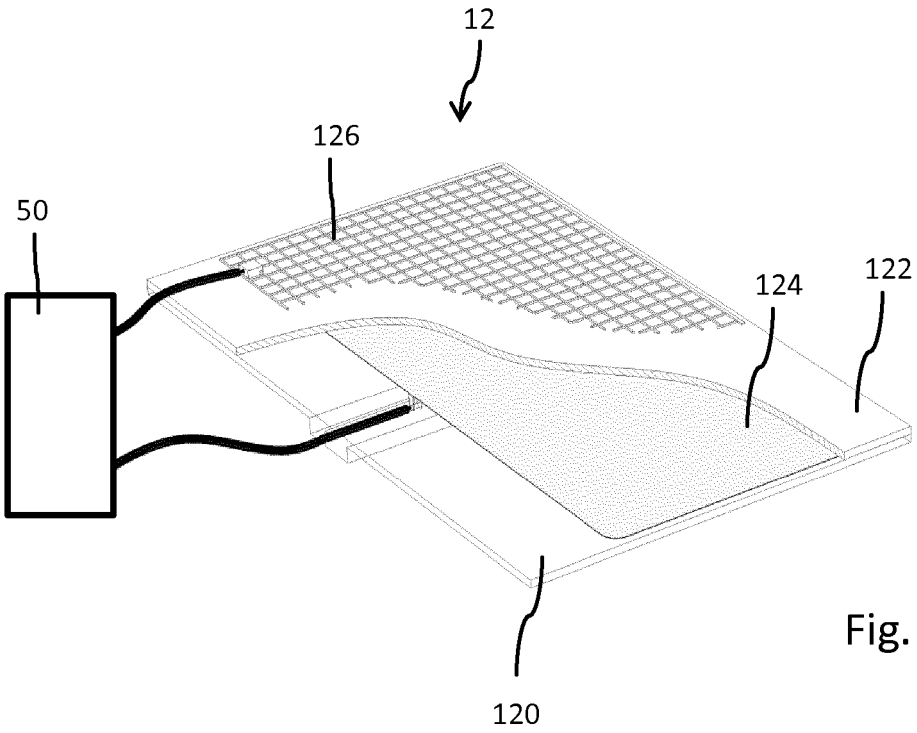


Fig. 4

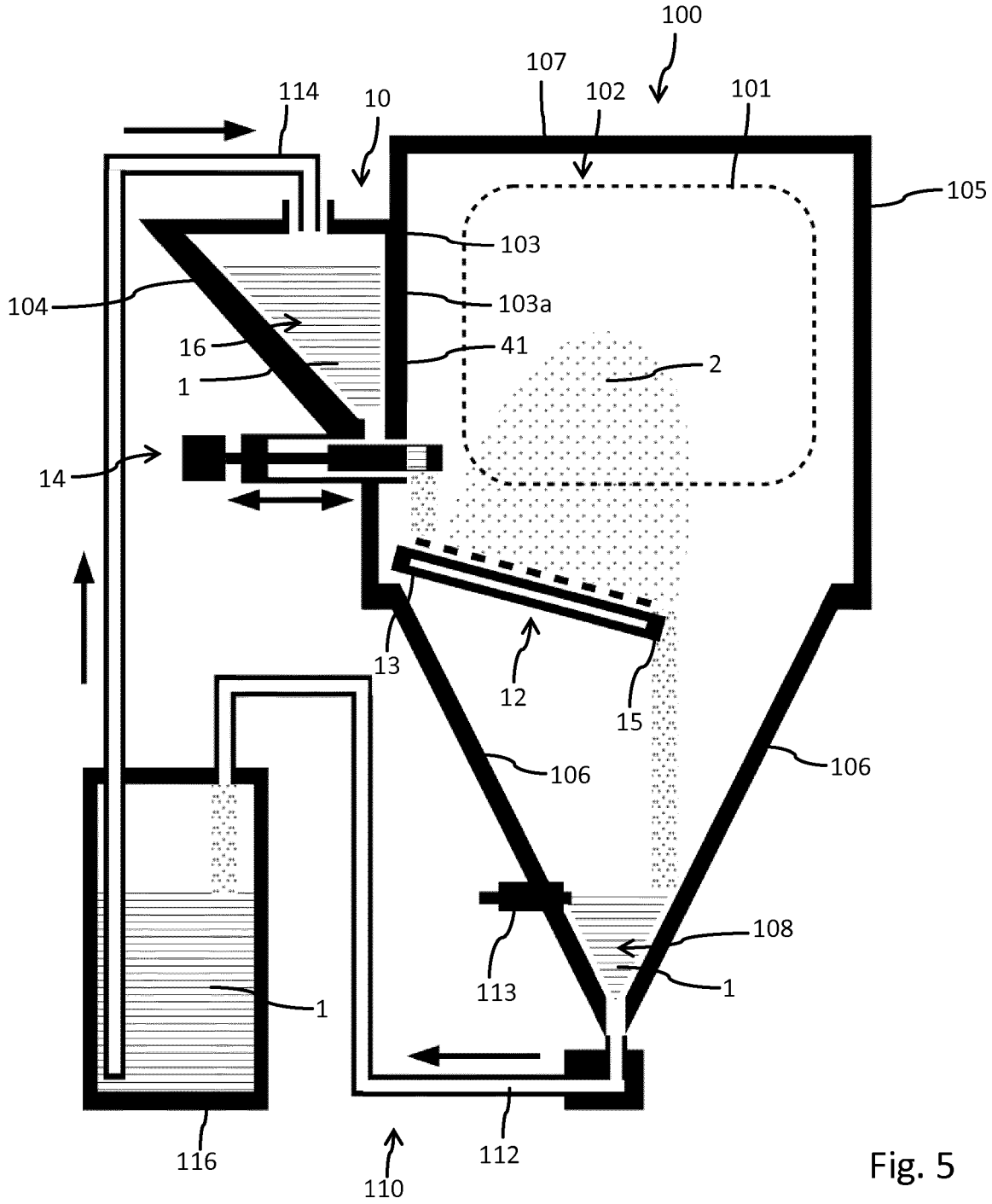

100
107
102
101
114
10
105
103
104
103a
16
41
2
1
14
13
12
15
106
106
108
113
1
1
116
110
112

Fig. 5

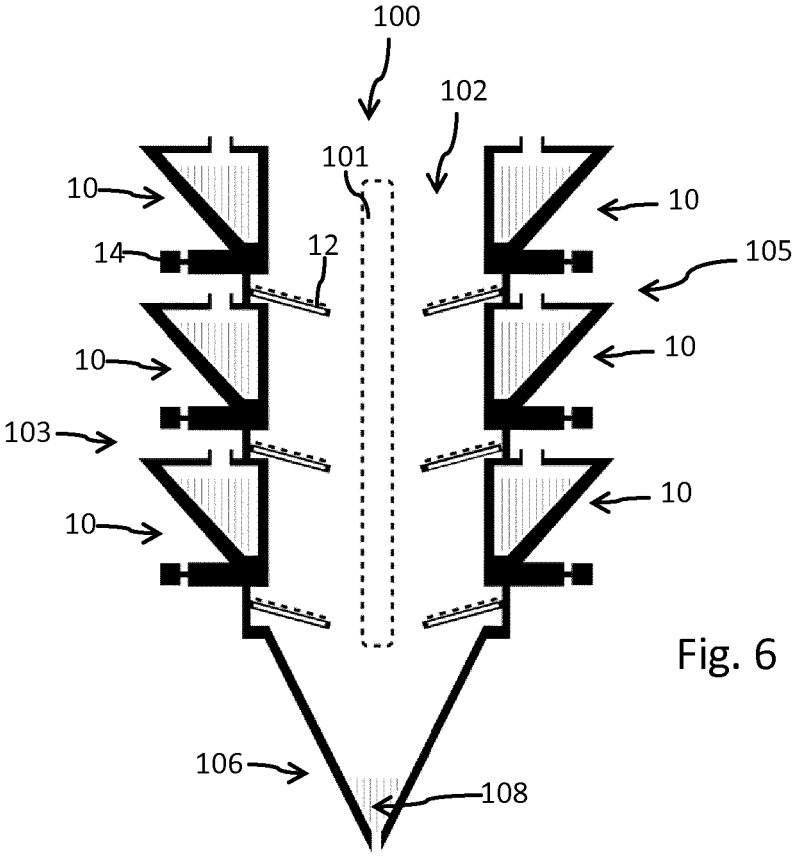

100
102
101
10
10
14
12
105
10
10
103
10
10
106
108

Fig. 6

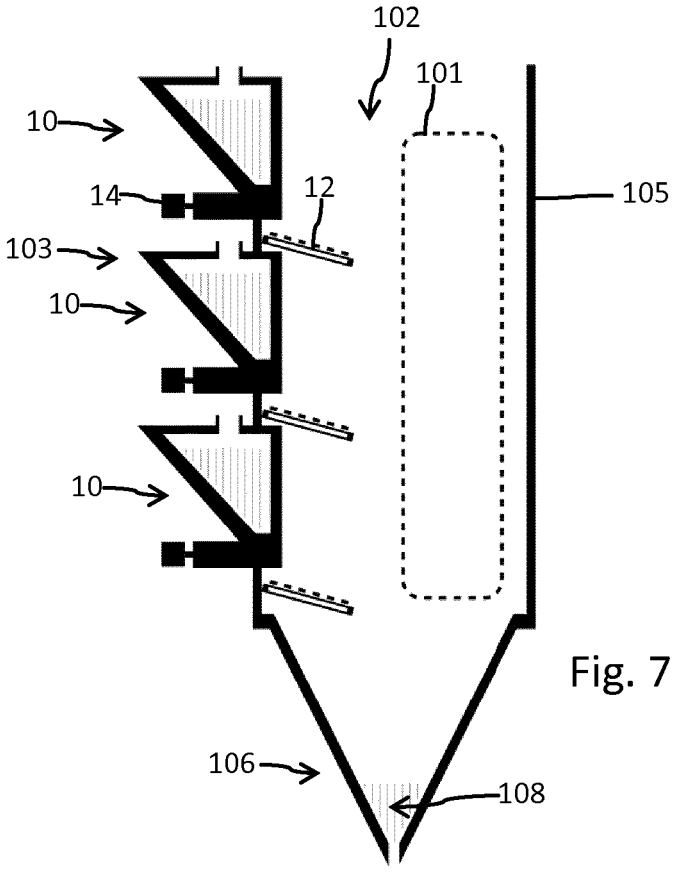

102
101
10
14
12
105
103
10
10
106
108

Fig. 7

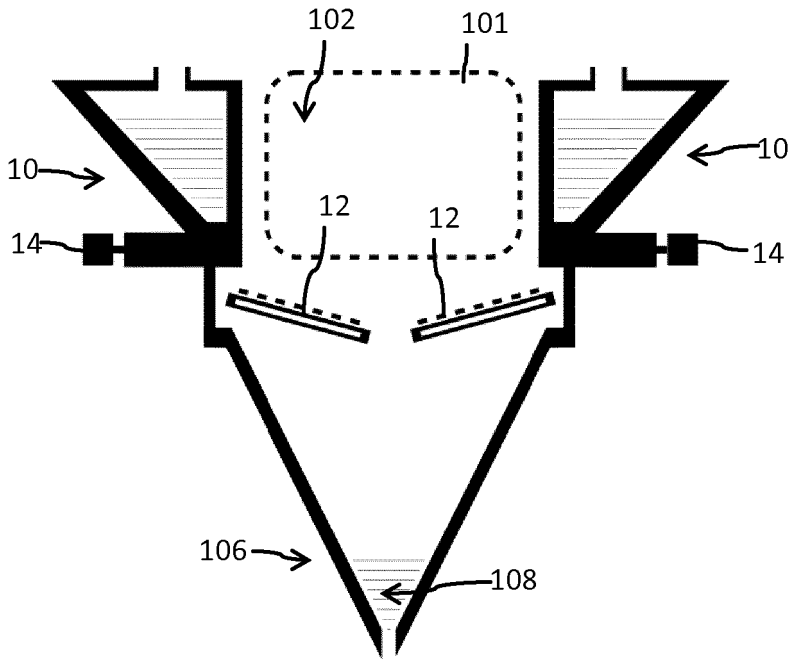

102
101
10
10
12
12
14
14
106
108

Fig. 8

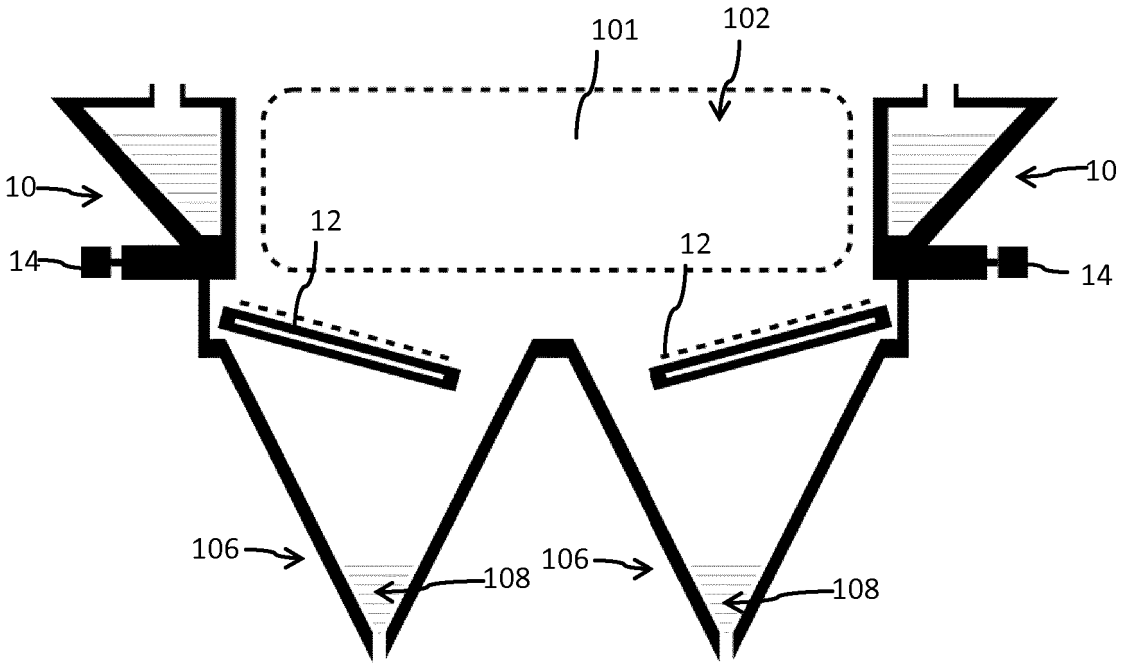

101
102
10
10
12
12
14
14
106
108
106
108

Fig. 9

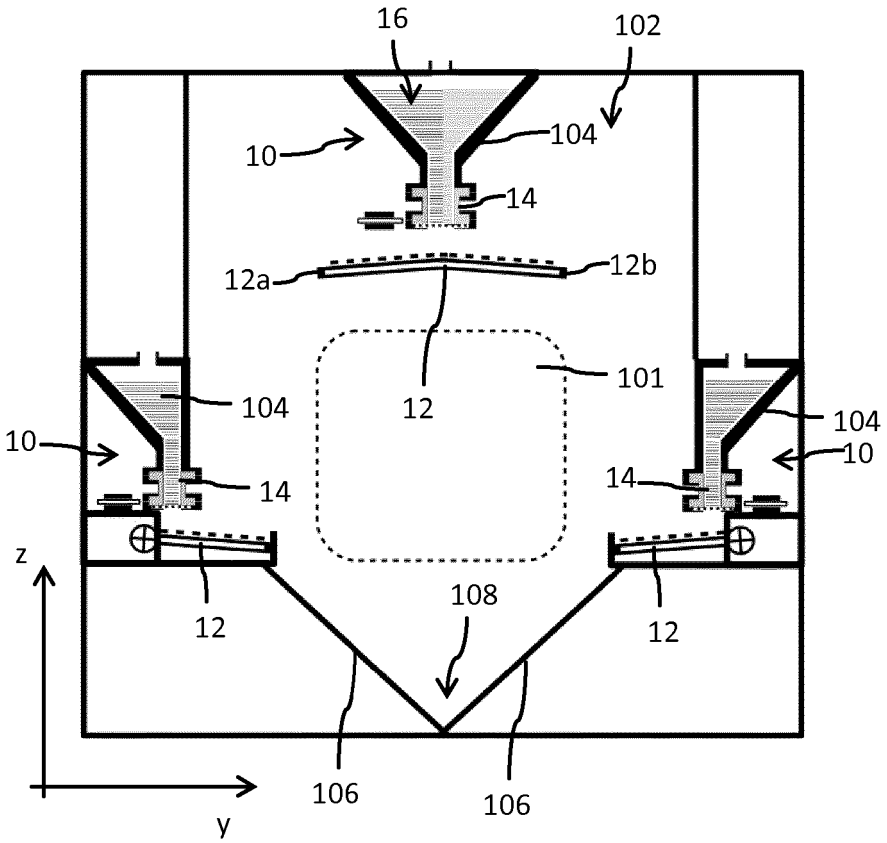

16
102
10
104
14
12a
12b
12
101
104
10
14
104
10
14
z
12
108
12
106
106
y

Fig. 10

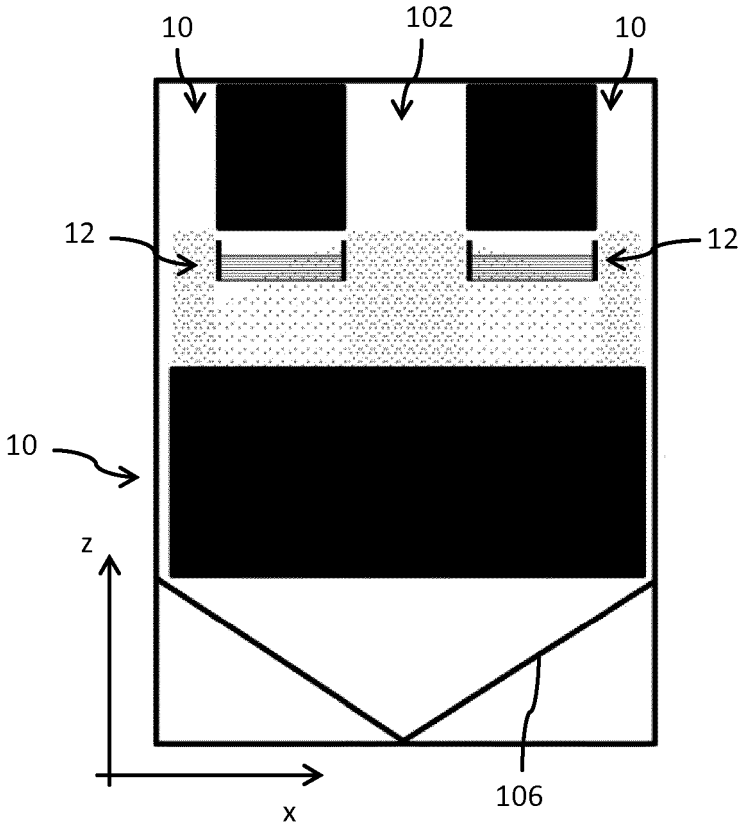

10
102
10
12
12
10
z
106
x

Fig. 11

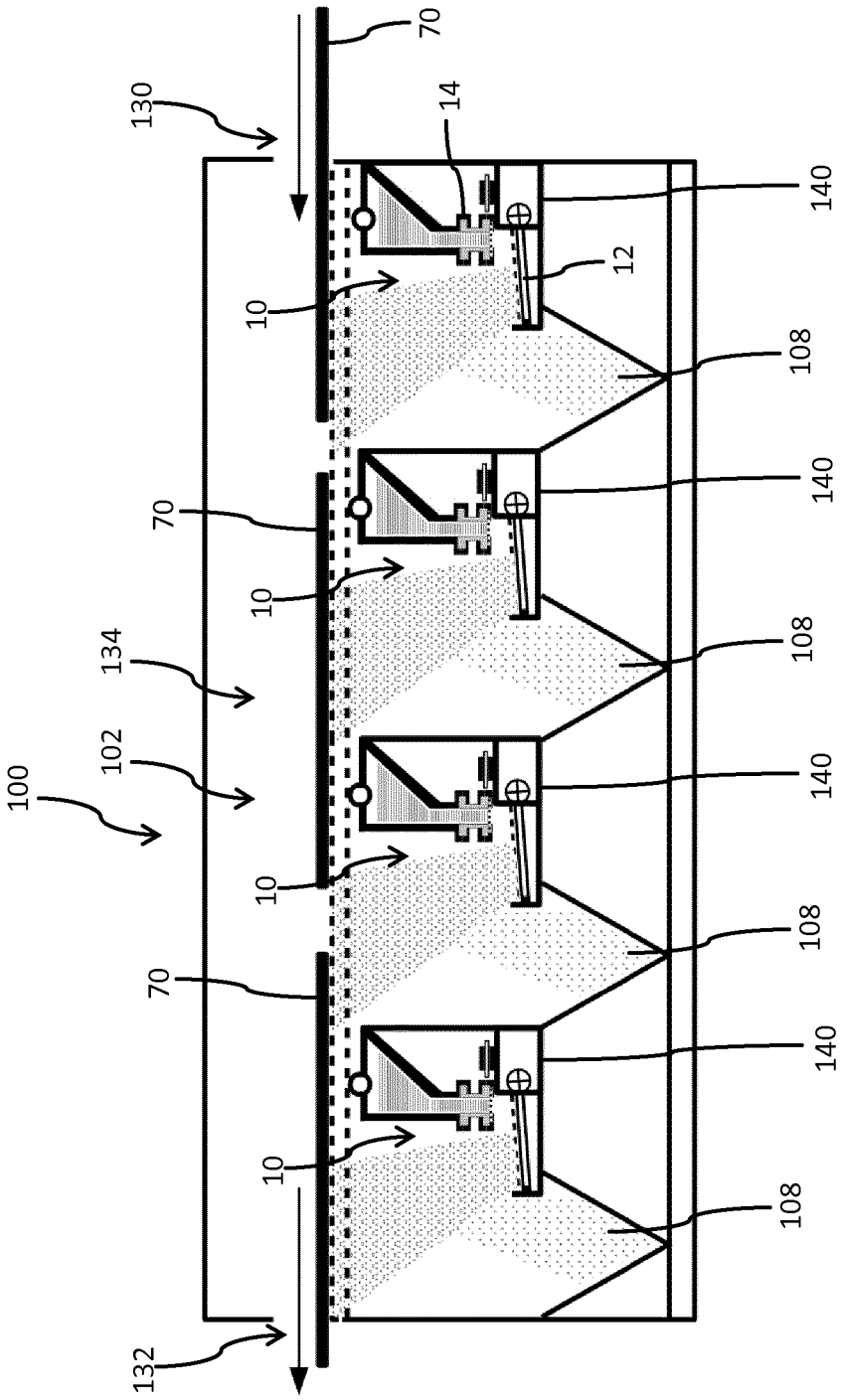

70
130
14
140
12
10
108
70
140
10
134
108
102
100
140
10
108
70
140
10
108
132

Fig. 12

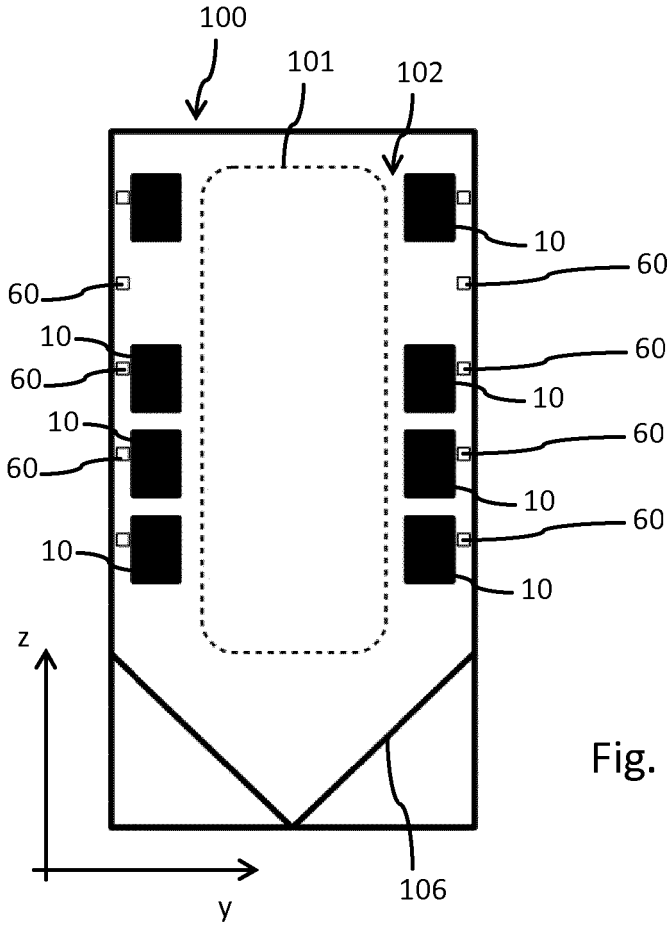


Fig. 13

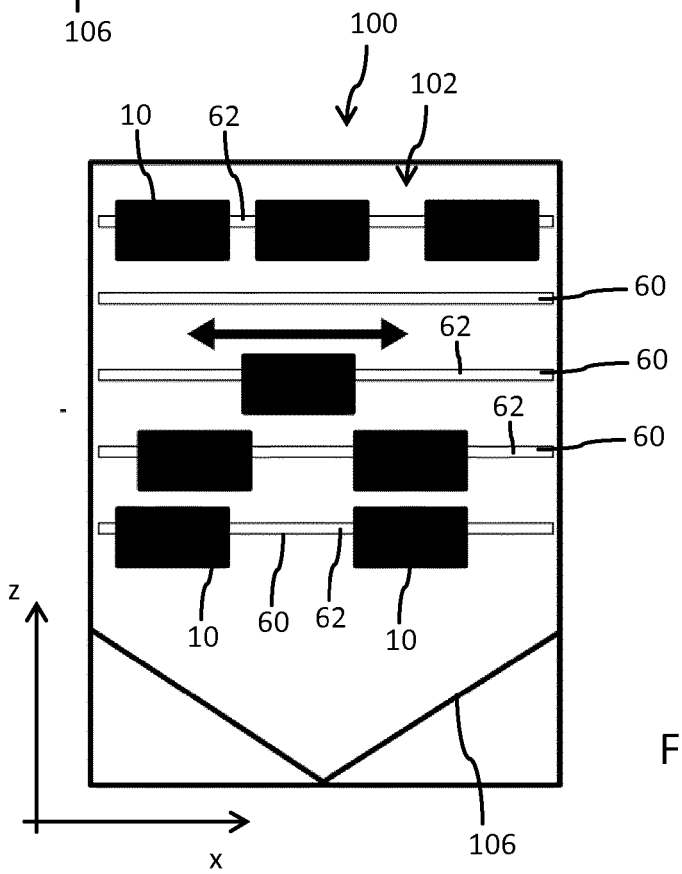


Fig. 14

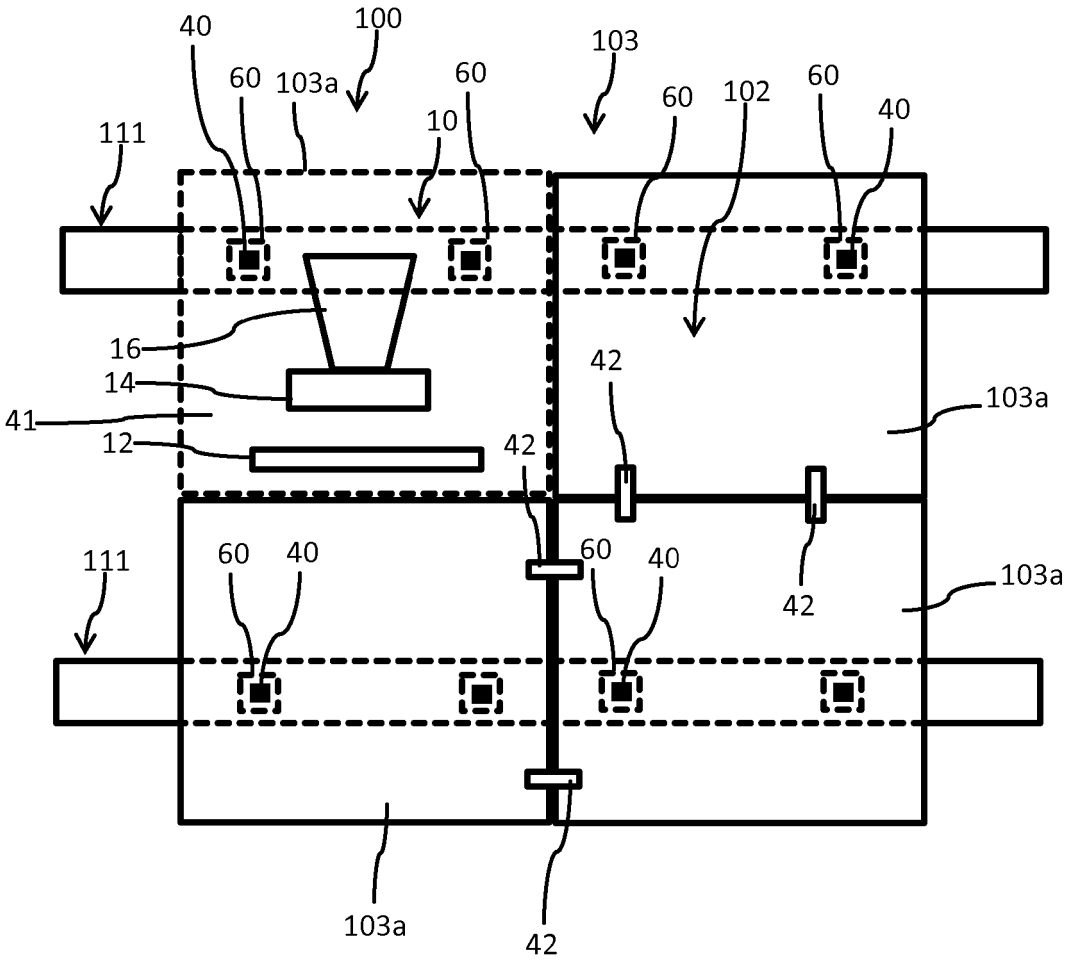

40
100
103
60
103a
60
60
102
60
40
111
10
16
14
41
12
42
103a
42
111
60
40
60
40
42
103a
103a
42

Fig. 15

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

- WO 0025934 A1 **[0002]**
- US 3951099 A **[0002]**