



(10) **DE 10 2013 222 339 A1** 2015.05.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 222 339.0**  
(22) Anmeldetag: **04.11.2013**  
(43) Offenlegungstag: **07.05.2015**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00** (2006.01)  
**B22F 3/105** (2006.01)  
**C04B 35/622** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**EOS GmbH Electro Optical Systems, 82152  
Krailling, DE**

(72) Erfinder:  
**HALDER, Thomas, 81371 München, DE**

(74) Vertreter:  
**PRÜFER & PARTNER GbR, 81479 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

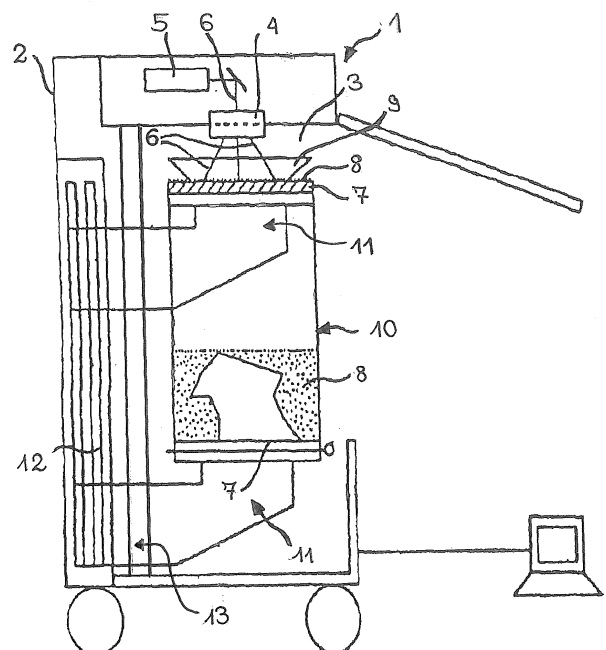
**US 2004 / 0 104 515 A1**  
**US 2010 / 0 101 490 A1**  
**EP 1 037 739 B2**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

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

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch aufeinanderfolgendes schichtweises Verfestigen eines verfestigbaren Materials an dem Querschnitt des Objektes entsprechenden Stellen bereitgestellt. Die Vorrichtung weist einen Bauraum (3) auf, in dem ein Wechselbehälter (10) mit einer Plattform (7) vorgesehen ist, in dem das Objekt herstellbar ist, und die Plattform (7) ist mittels einer Trägervorrichtung (11) an einen Vertikaltrieb (12) befestigt, wobei der Bauraum (3) und der Vertikaltrieb (12) durch eine Wand (13) voneinander getrennt sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch Verfestigen eines Baumaterials mittels Energieeintrag.

**[0002]** Bekannte Maschinen zum additiven Herstellen von dreidimensionalen Objekten durch schichtweises Verfestigen eines verfestigbaren Materials weisen einen Bauraum auf, in dem das herzustellende Objekt auf einer Plattform hergestellt wird. Das zu verfestigende Material wird als Schicht auf der Plattform aufgetragen und mittels Energieeintragung an dem Querschnitt des Objekts entsprechenden Stellen verfestigt. Daraufhin wird die Plattform um eine Schichtdicke abgesenkt und die nächste Schicht aufgetragen und verfestigt und dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Objekt vollständig hergestellt ist.

**[0003]** Eine derartige Vorrichtung ist aus der EP 1 037 739 B2 bekannt. Die Vorrichtung umfasst einen Wechselbehälter, in dem das Objekt hergestellt wird und der unmittelbar nach Fertigstellung des Objektes mit diesem aus der Maschine heraus entnommen werden kann. Ein Vertikaltrieb zum Absenken der Plattform befindet sich hierbei, ebenso wie der Wechselbehälter, im Bauraum, wodurch er erhöhten Temperaturen, die durch den Energieeintrag zum Verfestigen des Materials im Bauraum verursacht werden, ausgesetzt ist. Dies kann sich in mehrerer Hinsicht nachteilig auswirken:

Bauteile des Vertikaltriebs, die erhöhten Temperaturen ausgesetzt werden, altern schneller. Temperaturunterschiede im Bauraum können zu einem Verzug des Vertikaltriebs führen. Des Weiteren können vermehrt Verschmutzungen durch Kondensate auftreten. Die während des Bauvorganges zunehmende Erwärmung kann außerdem mechanische Schwankungen verursachen.

**[0004]** Aus der EP 1 896 246 B1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der der Wechselbehälter als ein Innenbehälter ausgestaltet ist. Heizelemente in der Wandung des diesen umgebenden Außenbehälters erlauben ein gezieltes und somit effektives Beheizen des sich in dem Wechselbehälter befindlichen verfestigbaren Materials, ohne dass der gesamte Bauraum beheizt werden muss. Nachteilig ist auch hier, dass bei den auftretenden hohen Temperaturen eine Erwärmung der Bauteile des Vertikaltriebs, zum Beispiel durch Konvektion oder Wärmestrahlung, nicht verhindert werden kann.

**[0005]** Ferner ist aus der WO 2010/043280 A2 eine Vorrichtung bekannt, in der ein Wechselrahmen mit verschiedenen Heizzonen offenbart ist und der durch Glaskeramikplatten isoliert ist. Dem Baufortschritt folgend können einzelne Heizzonen zugeschaltet wer-

den, so dass eine übermäßige thermische Belastung des Vertikaltriebs vermieden werden kann. Nachteilig hierbei wirken sich jedoch die hohen Kosten für einen derartigen Wechselbehälter aus. Des Weiteren ist der Wechselbehälter an seiner Oberseite offen um den Energieeintrag zu gewährleisten, wodurch eine Erwärmung der Bauteile des Vertikaltriebs, ebenfalls nicht ausgeschlossen werden kann.

**[0006]** Bei einem beheizbaren Wechselbehälter, wie er beispielsweise aus der EP 1 896 246 31, sowie aus der WO 2010/043280 A2 bekannt ist, treten die für die Erfindung der EP 1 037 739 32 genannten sich nachteilig auswirkenden Erscheinungen in noch stärkerem Ausmaß auf, da durch die Beheizung des Wechselbehälters höhere Temperaturen im Bauraum auftreten können.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Objekts bereitzustellen, bei der die Wärmebelastung des Vertikaltriebs verringert werden kann. Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung nach Patentanspruch 1.

**[0008]** Da eine starke Erwärmung des Vertikaltriebs bei einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung vermieden wird, sind die Materialanforderungen an den Vertikaltrieb nicht so hoch wie in einer vergleichbaren Vorrichtung nach dem Stand der Technik.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist der Raum, in dem sich der Vertikaltrieb befindet, vom Bauraum abgegrenzt. Mit der erfindungsgemäßen thermischen Entkoppelung wird ein lokales Abkühlen des Wechselbehälters vermieden, das dort auftreten würde wo der Vertikaltrieb an der Trägervorrichtung angebracht ist.

**[0010]** Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass der Vertikaltrieb als Ganzes aus der Laser-Sintermaschine heraus entnommen werden kann, wodurch der Aufbau der Maschine modularer und somit das Ersetzen und Reinigen erleichtert werden.

**[0011]** Von den Figuren zeigen:

**[0012]** Fig. 1 einen schematischen seitlichen Querschnitt der erfindungsgemäßen Vorrichtung am Beispiel einer Laser-Sintermaschine mit Wechselbehälter

**[0013]** Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf den Bauraum und die Kammer, in der der Vertikaltrieb angeordnet ist, in einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung

**[0014]** Fig. 3 eine schematische perspektivische Darstellung eines Teils der erfindungsgemäßen Vorrichtung

**[0015]** Fig. 4 eine schematische Detailansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt einer Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes gemäß der vorliegenden Erfindung, die im Ausführungsbeispiel als Lasersintervorrichtung bzw. Laserschmelzvorrichtung mit Wechselbehälter ausgebildet ist.

**[0017]** Die dargestellte Lasersintervorrichtung 1 weist ein Maschinengehäuse 2 auf, in dem ein Bauraum 3 untergebracht ist. Im oberen Bereich des Bauraums 3 ist eine Ablenkvorrichtung 4 eines Lasers 5 angeordnet, um den Laserstrahl 6 abzulenken und auf die Plattform 7 bzw. darauf geschichtetes pulverförmiges Material 8 zu fokussieren, das schichtweise auf die Plattform 7 durch einen Beschichter 9 aufgetragen wird. Das Sintermaterial 8 wird dem Beschichter 9 aus einem nicht dargestellten Vorratsbehälter zugeführt. Das pulverförmige Material 8 kann beispielsweise ein Kunststoffpulver, ein Metallpulver, ein Keramikpulver oder ein Pulver aus kunststoffbeschichteten Sanden sein. Es sind jedoch auch alle anderen verfestigbaren pulverförmigen Materialien möglich.

**[0018]** In den Bauraum 3 ist ein Wechselbehälter 10 einsetzbar, dessen Boden durch die Plattform 7 gebildet wird. Um die Höhenverfahrbarkeit der Plattform 7 zu gewährleisten, ist eine Trägervorrichtung 11 vorgesehen, die in den Wechselbehälter 10 eingreifen kann und auf welcher die Plattform 7 befestigbar ist. Des Weiteren ist ein Vertikaltrieb 12 vorgesehen, mit dem über die Trägervorrichtung 11 die vertikale Position der Plattform 7 einstellbar ist.

**[0019]** Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind zwei Positionen der Plattform 7 dargestellt: die oberste Stellung der Plattform 7 innerhalb des Wechselbehälters 10 zu Beginn des Sintervorgangs und die unterste Stellung der Plattform 7 innerhalb des Wechselbehälters 10 nach vollständiger Fertigstellung des dreidimensionalen Objekts.

**[0020]** Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist des Weiteren eine Wand 13 vorgesehen, die den Vertikaltrieb 12 vom Bauraum 3 trennt. Die Wand 13 ist so ausgebildet, dass sie einen Energieaustausch durch Konvektion und/oder Wärmestrahlung zwischen dem Bauraum 3 und dem Vertikaltrieb 12 im Wesentlichen unterbindet. Dadurch wird der Wärmefluss vom Bauraum 3 zum Vertikaltrieb 12 hin vermindert.

**[0021]** Der Begriff „Wand“ bezeichnet nicht ausschließlich eine starr ausgebildete Vorrichtung zur Abtrennung, sondern eine Abtrennung im allgemeinen Sinn, die auch aus einer Folie oder dergleichen (beispielweise auch aus einem Rolladen) bestehen kann. Weiterhin kann die Wand auch Öffnungen aufweisen, sofern der Energieübertrag zwischen dem Bauraum 3 und dem Vertikaltrieb 12 hinreichend unterbunden werden kann.

**[0022]** Fig. 2 zeigt eine schematische Draufsicht auf den Bauraum 3 und eine Kammer, in der der Vertikaltrieb 12 angeordnet ist, in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 1, in der nur die wesentlichen Elemente gezeigt sind. Der im Bauraum 3 angeordnete Wechselbehälter 10 ist mit einer Heizung 21 beheizbar. Die Heizung 21 ist in der gezeigten Ausführungsform in der Wandung des Wechselbehälters 10 vorgesehen, sie kann aber auch an anderer Stelle angebracht sein. Die Heizung 21 kann beispielsweise als Strahlungs- und/oder Konvektionsheizung ausgebildet sein und an geeigneter Stelle im Bauraum 21 ausgebildet sein. Die Wand 13, die den Bauraum 3 mit dem Wechselbehälter 10 von dem Vertikaltrieb 12 trennt, erstreckt sich über die gesamte Breite und die gesamte Höhe des Bauraums 3, so dass sich der Vertikaltrieb 12 in einer vom Bauraum getrennten Kammer befindet. Es sei bemerkt, dass die Wand 13 nicht zwangsläufig zur Ausbildung einer vom Bauraum abgetrennten Kammer führen muss. Im Einzelfall kann eine Schutzwand zwischen Wechselbehälter 10 und Vertikaltrieb 12 ausreichend sein, deren Breite geringer ist als jene des Wechselbehälters 10.

**[0023]** In einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltet die Wand 13 ein in Fig. 2 nicht näher dargestelltes thermisch isolierendes Material. Dieses thermisch isolierende Material vermindert den Wärmefluss vom Bauraum 3 zum Vertikaltrieb 12 zusätzlich. Ein derartiges Material kann zum Beispiel Keramik, Teflon, Steinwolle, Mineralfaserplatten oder Ähnliches sein. Des Weiteren können in der Wand 13 auch ein oder mehrere Spalte vorgesehen sein, in denen ein Vakuum herrscht oder die mit Luft oder einem anderen Gas gefüllt sind. Ein Spalt ist hierbei nicht auf eine parallele Form beschränkt, sondern kann eine beliebige Form aufweisen. Dies beinhaltet auch Hohlräume im allgemeinen Sinn.

**[0024]** Insbesondere kann die Dicke eines solchen Spaltes variieren. Die Wand 13 kann auch aus mehreren derartigen Vorrichtungen zur Abgrenzung zusammengesetzt sein.

**[0025]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist nicht auf einen beheizbaren Wechselbehälter beschränkt, sondern bezieht sich auch auf einen Wechselbehälter, der nicht beheizbar ist.

**[0026]** Fig. 3 zeigt eine schematische räumliche Darstellung eines Teils der Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Plattform 7 ist auf der Trägervorrichtung 11 befestigbar, welche wiederum mit dem Vertikaltrieb 12 verbunden ist. Der Vertikaltrieb 12 ist erfindungsgemäß durch die Wand 13 von dem Bauraum 3 getrennt. Um eine Vertikalbewegung der Trägervorrichtung 11 und somit der Plattform 7 zu ermöglichen, sind in der Wand 13 zwei Längsschlitze 14 vorgesehen, in denen die Trägervorrichtung 11 nach oben und unten verfahrbar ist.

**[0027]** Die Anzahl der Längsschlitze 14 ist nicht auf die Zahl zwei beschränkt; erfindungsgemäß vorgesehen ist zumindest ein Längsschlitz 14 in der Wand 13. Die Wand 13 kann aber auch mehr als zwei Längsschlitze 14 aufweisen.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist in zumindest einem Längsschlitz 14 eine in Fig. 3 nicht näher dargestellte Dichtung vorgesehen, die den Vertikaltrieb 12 mechanisch und/oder thermisch und/oder gasdicht gegenüber dem Bauraum 3 abdichtet. Die Dichtung kann beispielsweise als Gummilippe ausgebildet sein. Beispielsweise können zwei an den gegenüberliegenden Schlitzrändern eines Längsschlitzes 14 befestigte Gummilippen vorgesehen sein. Die Dichtung ist so ausgebildet, dass die Vertikalbewegung der Trägervorrichtung 14 durch die Dichtung möglichst nicht behindert wird.

**[0029]** Fig. 4 zeigt eine schematische Detailansicht der Vorrichtung mit erfindungsgemäßer thermischer Entkoppelung. Von dem Vertikaltrieb 12 sind eine Antriebsspindel 15, sowie eine Spindelabdeckung 16 gezeigt. An der Spindelabdeckung 16 ist einerseits die Trägervorrichtung 11 angebracht und andererseits ein Führungsschlitten 17, der wiederum an einer Führungsschiene 18 befestigt ist.

**[0030]** Des Weiteren zeigt Fig. 4 die Befestigungsvorrichtung 19, mit der die Trägervorrichtung 11 am Vertikaltrieb 12 befestigbar ist. Da die Befestigungsvorrichtung 19 normalerweise eine Wärmebrücke vom Bauraum 3 zum Vertikaltrieb 12 darstellt, ist sie erfindungsgemäß so ausgebildet, dass sie einen hohen Wärmedurchgangswiderstand aufweist. In diesem Ausführungsbeispiel ist sie mit einem mit Luft ausgefüllten Spalt 20 versehen, so dass nur eine oder mehrere punktuelle Verbindungen über die Befestigungsvorrichtung 19 zwischen der Trägervorrichtung 11 und dem Vertikaltrieb 12 bestehen. Die Befestigungsvorrichtung 19 kann beispielsweise mit Bolzen, Schrauben oder Ähnlichem ausgebildet sein.

**[0031]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist eine in Fig. 4 nicht näher dargestellte Schicht eines thermisch isolierenden Materials vorgesehen, die zumindest einen Teil des mit Luft ausgefüllten Spaltes 20 ausfüllt. Der Spalt 20 kann auch vollstän-

dig mit dem thermisch isolierenden Material ausgefüllt sein. Des Weiteren muss der Spalt nicht linear sein, sondern kann z. B. L-förmig oder wellenförmig ausgebildet sein oder eine andere beliebige Form annehmen. Insbesondere kann die Dicke des Spaltes variieren. Der Spalt kann auch als Hohlraum ausgebildet sein. Es können auch mehrere derartige Spalte vorgesehen sein. Ein derartiger Spalt oder Hohlraum kann außer Luft auch mit einem anderen Gas gefüllt sein oder ein Vakuum enthalten.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Antriebsspindel 15 an zwei Lagern befestigt, von denen eines ein Festlager und das andere ein in der Höhe variables und somit flexibles Lager ist. Dies hat die vorteilhafte Wirkung, dass die Höhe des flexiblen Lagers veränderbar ist, so dass eine durch Temperaturschwankungen hervorgerufene Längenänderung des Vertikaltriebs ausgeglichen werden kann.

**[0033]** Im Betrieb während des additiven Herstellens eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Verfestigen eines verfestigbaren Materials tritt eine Erwärmung des Bauraums durch den Energieeintrag der Energiequelle, sowie gegebenenfalls ein Beheizen des Wechselbehälters auf. Die Wand 13 trennt den Bauraum von der Kammer in der der Vertikaltrieb 12 angeordnet ist und unterbindet so im Wesentlichen einen Energieaustausch durch Konvektion und/oder Wärmestrahlung zwischen dem Bauraum 3 und dem Vertikaltrieb 12.

**[0034]** Ein Verzug des Vertikaltriebes 12 aufgrund von Temperaturschwankungen wird dadurch zwar deutlich vermindert, er kann aber dennoch in geringem Ausmaß auftreten. Falls eine derartige geringe Längenänderung des Vertikaltriebs 12 auftritt, findet eine Höhenanpassung des flexiblen Lagers der Antriebsspindel 15 statt, so dass die Längenänderung ausgeglichen wird.

**[0035]** Abwandlungen der beschriebenen Vorrichtung und des Verfahrens sind möglich. So ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine Lasersintervorrichtung bzw. Laserschmelzvorrichtung gemäß Fig. 1 beschränkt. Anwendbar ist die vorliegende Erfindung zum Beispiel auch auf eine Elektronenstrahlintervorrichtung oder Elektronenstrahlschmelzvorrichtung, auf Maskensintervorrichtungen, die eine ausgehende Lichtquelle und eine Belichtungsmaske versehen, auf Linienbelichter, bei denen beispielsweise ein Array von Laserdioden vorgesehen ist, sowie auf 3-D Drucker. Die Erfindung ist also anwendbar auf alle Vorrichtungen, bei denen ein Objekt durch ein generatives Schichtaufbauverfahren aus einem verfestigbaren Material schichtweise aufgebaut bzw. hergestellt 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**

- EP 1037739 B2 [0003]
- EP 1896246 B1 [0004]
- WO 2010/043280 A2 [0005, 0006]
- EP 189624631 [0006]
- EP 103773932 [0006]

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch aufeinanderfolgendes schichtweises Verfestigen eines verfestigbaren Materials an dem Querschnitt des Objektes entsprechenden Stellen, wobei die Vorrichtung einen Bauraum (3) aufweist, in dem ein Wechselbehälter (10) mit einer Plattform (7) vorgesehen ist, in welchem das Objekt herstellbar ist, wobei die Plattform (7) mittels einer Trägervorrichtung (11) an einen Vertikaltrieb (12) befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bauraum (3) mit dem in ihm befindlichen Wechselbehälter (10) und der Vertikaltrieb (12) durch eine Wand (13) voneinander getrennt sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wand (13) ein thermisch isolierendes Material beinhaltet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Wand (13) zumindest ein Längsschlitz (14) vorgesehen ist, in dem die Trägervorrichtung (11) nach oben und unten verfahrbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass in zumindest einem Längsschlitz (14) eine Dichtung vorgesehen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichtung eine Gummilippe ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trägervorrichtung (11) über eine Befestigungsvorrichtung (19) am Vertikaltrieb befestigt ist, wobei die Befestigungsvorrichtung (19) zumindest einen Spalt (20) oder Hohlraum aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt (20) als paralleler Spalt ausgestaltet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt (20) oder Hohlraum mit Luft ausgefüllt ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein thermisch isolierendes Material vorgesehen ist, das zumindest einen Teil des Spalts (20) oder Hohlraums ausfüllt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vertikaltrieb (12) je ein Festlager und ein flexibles Lager aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wechselbehälter (10) beheizbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Heizung (21) für den Wechselbehälter (10) eine Strahlungsheizung und/oder eine Konvektionsheizung vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Vertikaltrieb (12) in einer durch die Wand (13) von dem Bauraum getrennten Kammer angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

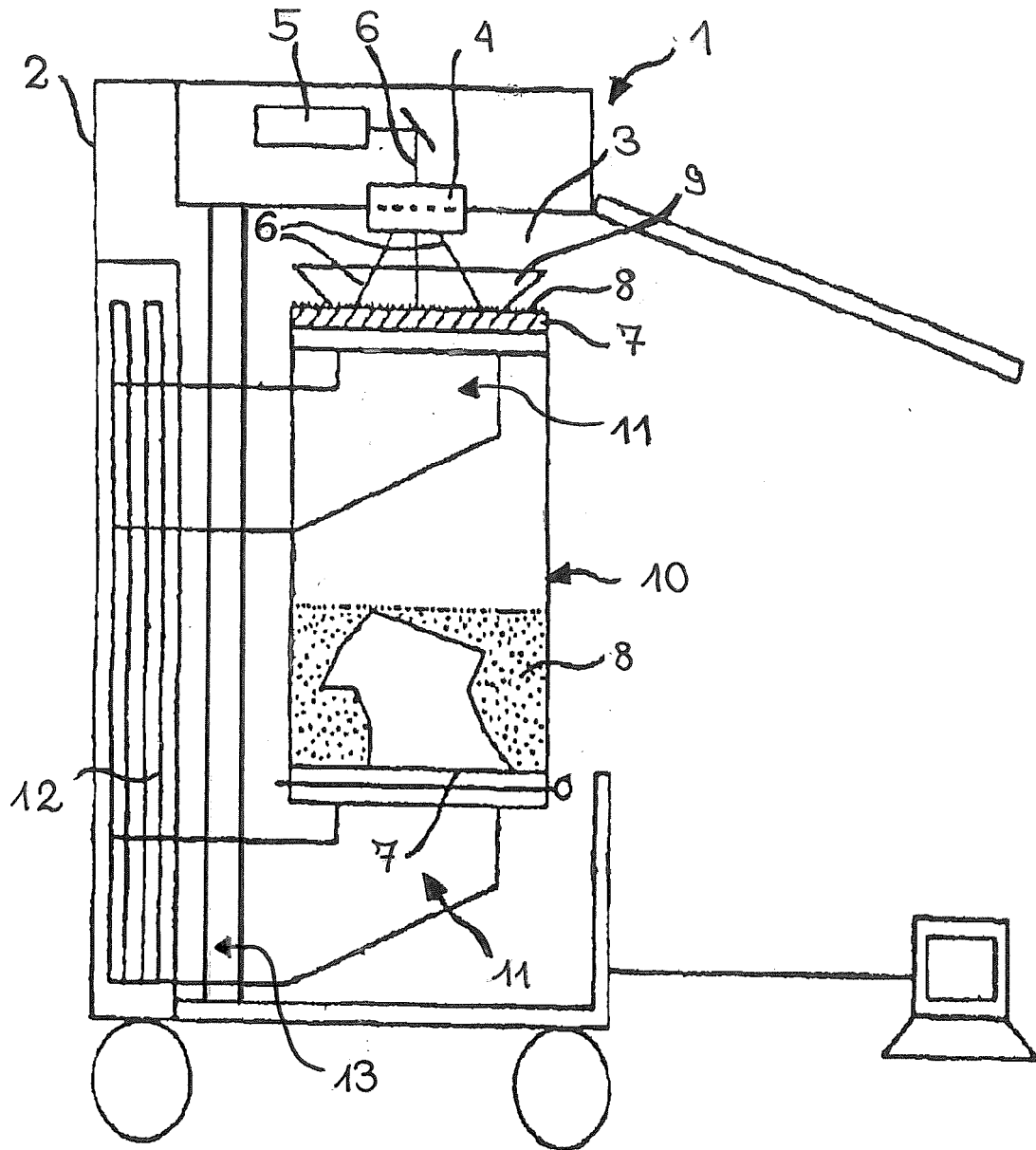


Fig. 1

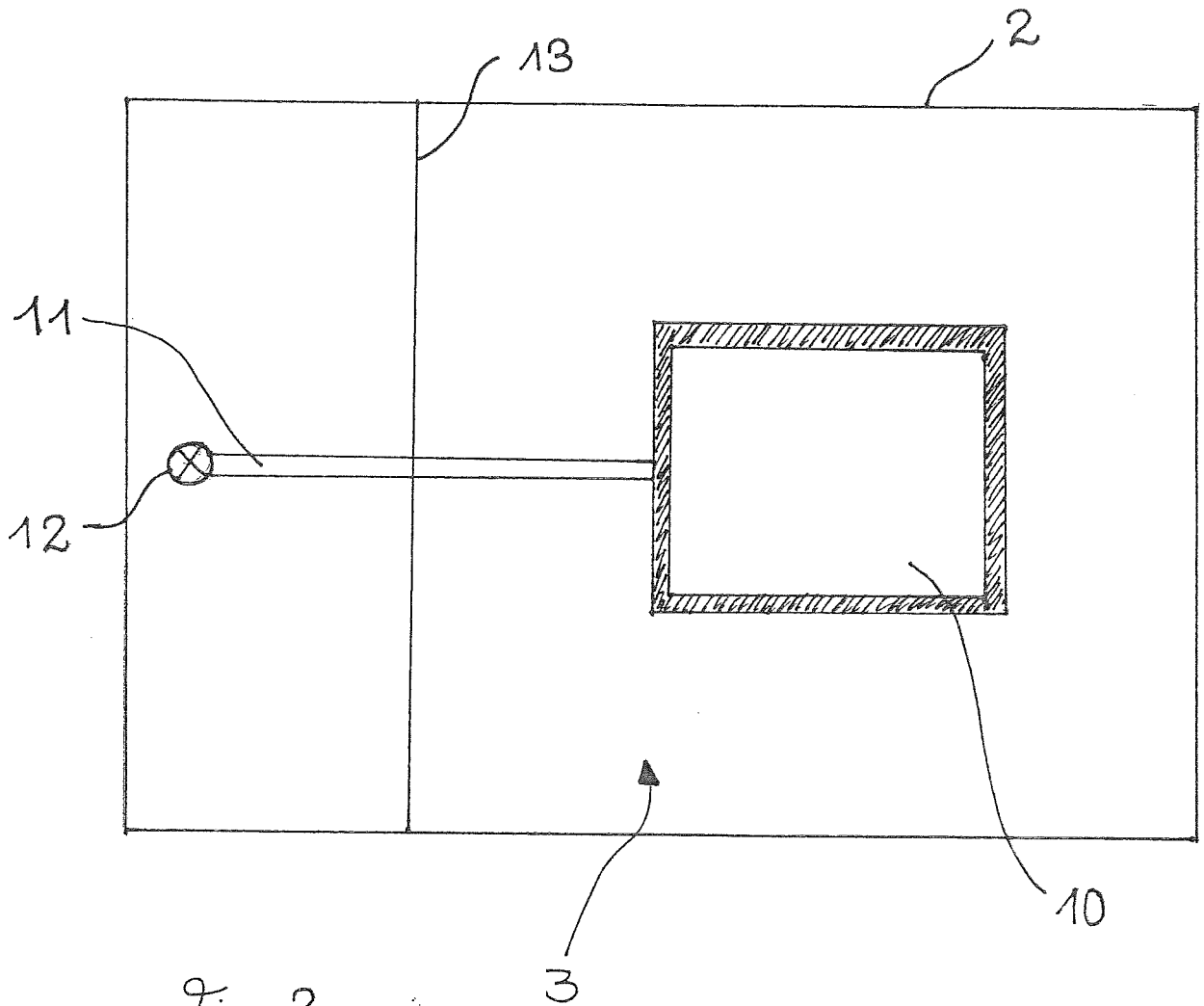


Fig. 2



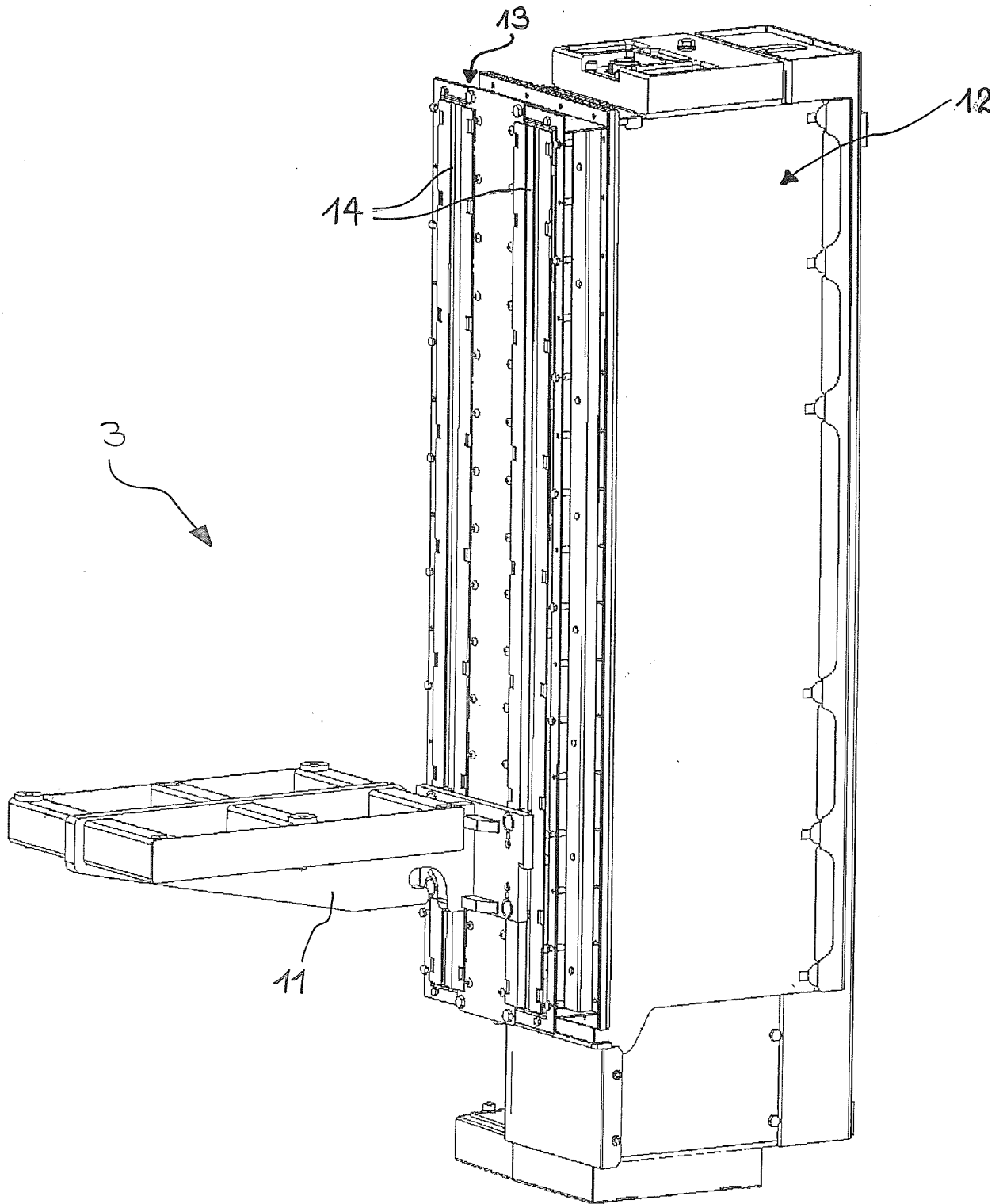


Fig. 3

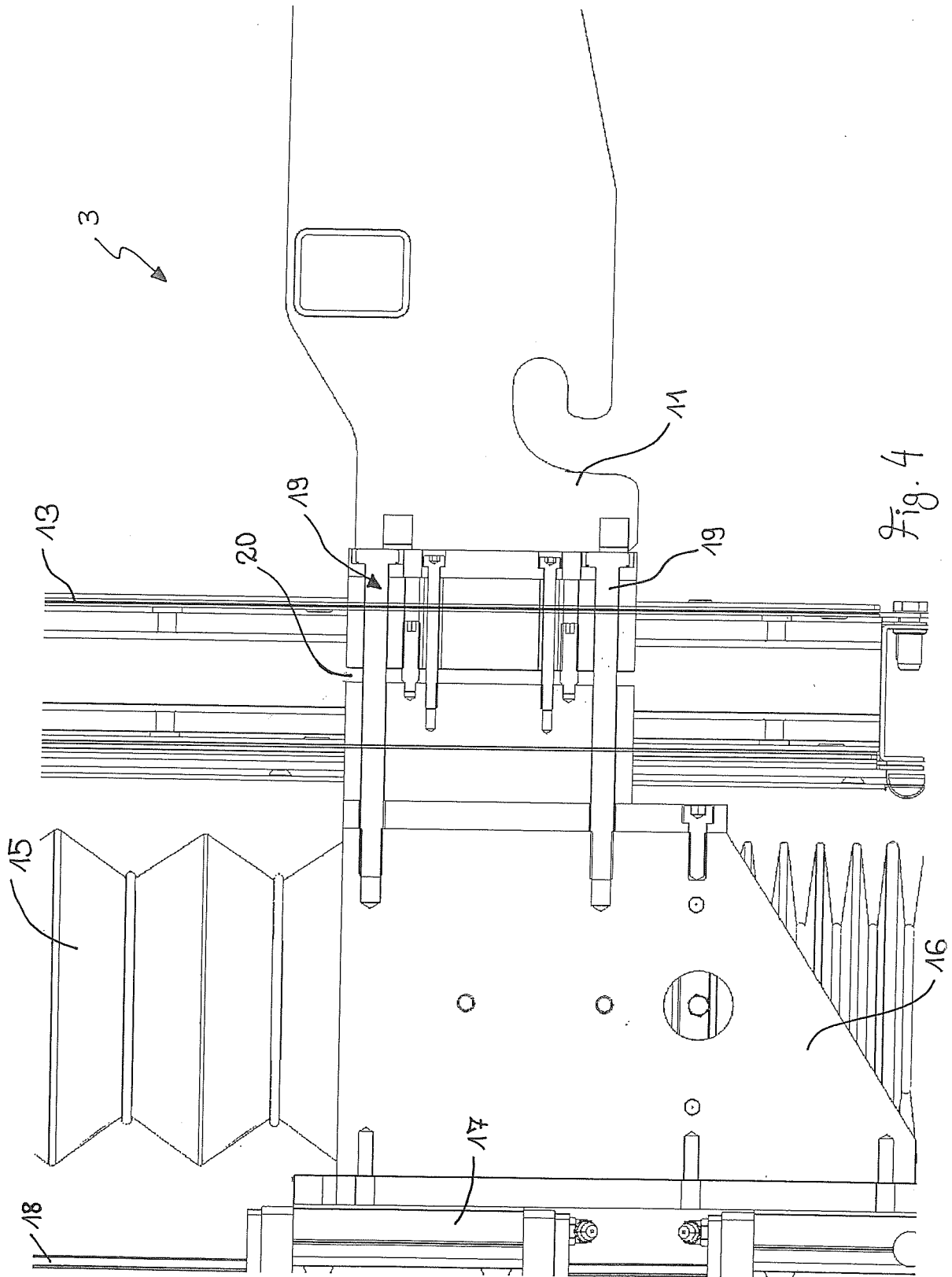


Fig. 4