



(10) **DE 10 2017 201 324 B4** 2023.08.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 201 324.9**  
 (22) Anmeldetag: **27.01.2017**  
 (43) Offenlegungstag: **02.08.2018**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.08.2023**

(51) Int Cl.: **B23Q 39/02 (2006.01)**  
**B23C 3/00 (2006.01)**  
**B23D 57/00 (2006.01)**  
**B23Q 11/02 (2006.01)**  
**B22F 3/00 (2021.01)**  
**B33Y 30/00 (2015.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,  
 US**

(74) Vertreter:  
**Sobisch Kramm Wettlaufer, 58453 Witten, DE**

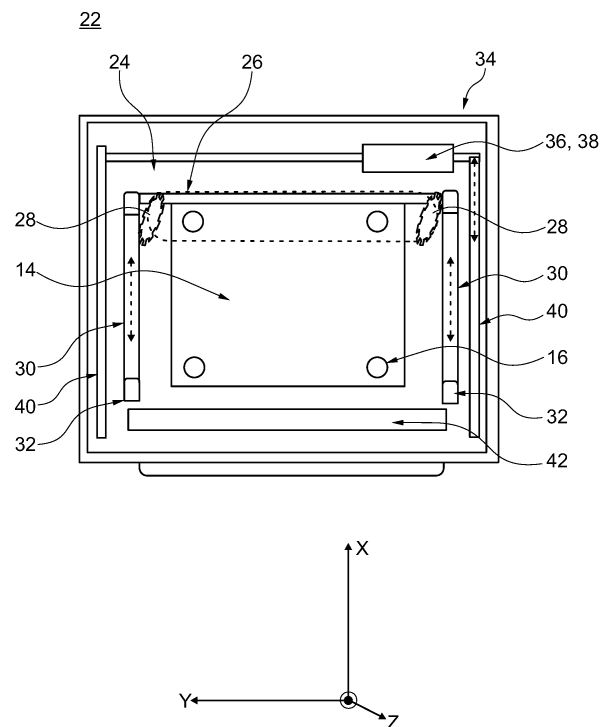
(72) Erfinder:  
**Alves, Bruno, 50354 Hürth, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2015 001 480	A1
WO	2016/ 064 170	A1
CN	104 259 892	A
CN	204 340 227	U
JP	2009- 255 246	A

(54) Bezeichnung: **3-D-Druckervorrichtung mit Trennvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: 3-D-Druckervorrichtung (10) zur Herstellung von metallhaltigen 3-D-Objekten (18), aufweisend eine Grundplatte (14) zur Unterstützung der 3-D-Objekte (18) zumindest während der Herstellung, sowie eine Trennvorrichtung (22) zur spanenden mechanischen Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte (18) von der Grundplatte (14) dadurch gekennzeichnet, dass die Trennvorrichtung (22) zwei Zerspanungseinheiten (24,34) aufweist, die fest mit der 3-D-Druckervorrichtung (10) verbunden sind, wobei die erste Zerspanungseinheit (34) ein als Säge ausgeführtes erstes Zerspannungswerkzeug (26) und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil einer Fläche der Grundplatte (14) umfasst und die zweite Zerspanungseinheit (14) zur Räumung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14) ein als Schleifscheibe ausgeführtes zweites Zerspannungswerkzeug (36) und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte (14) umfasst.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine 3-D-Druckervorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Die DE 10 2015 001 480 A1 betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts durch aufeinander folgendes Verfestigen von Schichten wenigstens eines mittels Strahlung verfestigbaren pulverartigen Baumaterials auf einer Bauplatte, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- Ausbilden wenigstens eines die Außen- und/oder Innenkontur des herzustellenden dreidimensionalen Objekts zumindest abschnittsweise abbildenden Begrenzungsbauteils durch aufeinander folgendes Verfestigen von Schichten des oder wenigstens eines mittels Strahlung verfestigbaren pulverartigen Baumaterials zur Begrenzung eines die Außen- und/oder Innenkontur des herzustellenden dreidimensionalen Objekts zumindest abschnittsweise abbildenden Bauvolumens,

- Ausbilden des herzustellenden dreidimensionalen Objekts durch aufeinanderfolgendes Verfestigen von Schichten des oder wenigstens eines mittels Strahlung verfestigbaren pulverartigen Baumaterials innerhalb des durch das wenigstens eine Begrenzungsbauteil begrenzten Bauvolumens. Es wird auch eine Trenneinrichtung erwähnt, mit welcher das fertiggestellte Objekt zusammen mit dem Begrenzungsbauteil von der Bauplatte abgetrennt werden könnte.

**[0003]** Aus dem Stand der Technik ist der 3-D-Druck von Objekten aus metallischen Werkstoffen als generatives Fertigungsverfahren (Additive Fertigung/Additive Manufacturing (AM)) bekannt. Bei einem solchen 3-D-Druck üblicherweise angewandte Verfahren sind beispielsweise das selektive Laserschmelzen (Selective Laser Melting (SLM)) und das selektive Laser-Sintern (Selective Laser Sintering (SLS)). Bei beiden Verfahren wird der in Pulverform vorliegende metallische Werkstoff mittels einer Walze oder eines Rakels aus einem Vorratsbehälter in einer dünnen Schicht flächig auf einer Grundplatte eines 3-D-Druckers aufgebracht und mit einem Laserstrahl an vorbestimmten Stellen lokal geschmolzen, wobei das Material anschließend rasch erstarrt. Üblicherweise wird die Grundplatte anschließend um den Betrag der Schichtdicke abgesenkt und eine neue Pulverschicht auf der Grundplatte aufgebracht. Diese Vorgänge werden wiederholt, bis das gewünschte Werkstück fertiggestellt ist. Das nicht umgeschmolzene Pulver kann nach Fertigstellung des Werkstücks in der Regel wieder in den Vorratsbehälter rückgeführt werden.

**[0004]** Durch den Schmelzvorgang wird, insbesondere bei den ersten aufgetragenen Materialschich-

ten, zwischen der Grundplatte und dem Werkstück eine mechanische Verbindung aufgebaut, so dass das Werkstück nach Fertigstellung von der Grundplatte getrennt werden muss. Zur Trennung können beispielsweise herkömmliche Metallsägen verwendet oder Verfahren wie Drahterodieren eingesetzt werden. Es ist daher üblich, an Übergangsstellen zwischen der Grundplatte und dem Werkstück Unterstützungsstrukturen vorzusehen, die bei einer Nachbearbeitung des Werkstücks entfernt werden, um die gewünschte Werkstückform zu erreichen.

**[0005]** Insbesondere sind bei großen und daher schweren Werkstücken stabile Grundplatten erforderlich, um während der Herstellung unerwünschte Verformungen aufgrund des Gewichts des Werkstücks zu vermeiden. Die Trennung von Grundplatte und Werkstück kann sich daher als schwierig erweisen und erfordert spezielle Fertigungsschritte und eine bestimmte Bearbeitungszeit, während der die Grundplatte zur Fertigung weiterer 3-D-Objekte nicht zur Verfügung steht.

**[0006]** Nach der Trennung von Grundplatte und Werkstück ist es außerdem nötig, Reststrukturen des hergestellten Werkstücks von der Grundplatte zu entfernen, damit diese in der ursprünglichen Form zur weiteren Fertigung bereit ist.

**[0007]** Aus dem Stand der Technik sind zur Bearbeitung von Grundplatten geeignete Verfahren bekannt. Beispielsweise beschreibt die WO 2016 / 064 170 A1 eine mobile horizontale Schneidemaschine zum Bearbeiten der oberen Oberfläche einer Basisplatte einer Pressmaschine oder einer Schmiedemaschine, insbesondere eine mobile horizontale Schneidemaschine, die die unregelmäßige obere Oberfläche einer Basisplatte auf eine vorbestimmte Dicke schneidet, um die obere Oberfläche der Basisplatte horizontal zu halten. Dabei kann die Schneidemaschine nicht nur in der horizontalen Richtung sondern auch in der vertikalen Richtung genau eingestellt werden, um die Schneidtiefe einzustellen. Die mobile horizontale Schneidemaschine weist ein eingebautes Gleitlager auf, um den Reibungskoeffizienten eines gleitenden Verbindungsteils zu verringern, wodurch eine verbesserte Haltbarkeit erzielt wird.

**[0008]** Die JP 2009 255 246 A beschreibt eine Schneid-/Ablösevorrichtung für eine beschichtete Metallplatte, die geeignet ist, eine Schicht einer beschichteten Metallplatte in geeigneter Weise abzulösen, und ein Schneidwerkzeug.

**[0009]** Die Schneid-/Ablösevorrichtung für eine beschichtete Metallplatte weist eine Transporttisch-Vorrichtung mit einem Klemmmechanismus zur Befestigung eines hervorstehenden Endes der beschichteten Metallplatte und erste und zweite Schneidwerkzeug-Antriebsvorrichtungen auf. Die

ersten und zweiten Schneidwerkzeug-Antriebsvorrichtungen weisen jeweils eine Drehwelle auf, die jeweils durch getrennte Motoren als Antriebsquellen gedreht werden. Schneidwerkzeuge, die an den Drehwellen gelagert sind, lösen einen Abschnitt der plattierten Schichten sowohl auf vorder- und rückseitiger Fläche des Endes der beschichteten Metallplatte durch einen Drehvorgang ab. Ein Ablöseabschnitt wird durch Schneiden und Ablösen eines Abschnitts einer plattierten Schicht des Endes der beschichteten Metallplatte durch Hin- und Herbewegen des Endes der beschichteten Metallplatte durch die Transporttisch-Vorrichtung gebildet, während das Ende der plattierten Metallplatte in einer Bearbeitungsposition zwischen beiden Schneidwerkzeugen der ersten und zweiten Schneidwerkzeug-Antriebsvorrichtungen angeordnet ist.

**[0010]** Die CN 204 340 227 U beschreibt eine Reinigungsvorrichtung für eine Grundplatte eines 3-D-Druckers. Die Reinigungsvorrichtung umfasst eine Hauptschneideleiste, eine Teileaufnahmeverrichtung, Schneideleisten, Verbindungsstangen, Befestigungskappen und Drehknöpfe, wobei Gewindestutzen an der Hauptschneideleiste angebracht sind und ein Griff an einem oberen Teil der Hauptschneideleiste angebracht ist. Jede Schneideleiste ist mit Gewindestutzen versehen. In jeder Verbindungsstange sind mehrere Löcher ausgebildet. Die Hauptschneideleiste und die mehreren Schneideleisten stehen durch die Gewindestutzen mit den Löchern in den Verbindungsstangen in einer passenden Verbindung. Die Hauptschneideleiste befindet sich inmitten der mehreren Schneideleisten. Ein Gewindeloch ist in jedem Drehknopf ausgebildet und die Drehknöpfe sind an Gewindestutzen angebracht. Die Befestigungskappen sind auf Gewindestutzen montiert. Die Teileaufnahmeverrichtung ist auf der Hauptschneideleiste durch in Löcher passende, dünne Stahlstifte angebracht. Der Abstand zwischen den Schneideleisten ist einstellbar, so dass die Reinigungsvorrichtung an Grundplatten verschiedener Art anpassbar ist. Die Reinigungsvorrichtung ist mit der Teileaufnahmeverrichtung versehen, so dass ein Produkt bequem herausgenommen werden kann. Die Struktur ist einfach, die Fehlerrate niedrig, das Schadensausmaß einer Grundplatte des 3-D-Druckers kann verringert werden und die Schadensquote von 3-D-Druckprodukten kann reduziert werden.

**[0011]** Die CN 104 259 892 A beschreibt ein Trennverfahren von Teilen, die durch selektives Laserschmelzen (Selective Laser Melting (SLM)) hergestellt sind, und beschreibt insbesondere einen Gestaltungsentwurf einer stationären Halterung für eine Grundplatte. Das Verfahren ist hauptsächlich darauf ausgerichtet, die Trennung der Grundplatte und der Teile in Richtung der Grundplattenebene auszuführen und ist speziell für Sägen geeignet

oder kann auf lineares Schneiden angewendet werden. Die gesamte Garnitur der Halterung umfasst einen Basiskörper, eine Klemmplatte und eine fest angeordnete Schraube. Verglichen mit einer herkömmlichen Befestigungsvorrichtung wird eine feste Richtung hinzugefügt, so dass die gesamte Halterungsgarnitur speziell für die Bedingung geeignet ist, dass dünnere Platten in der Ebenenrichtung geschnitten werden. Die Stabilität der gesamten Halterungsgarnitur wird durch die integrierte Struktur der fixierten Platte und des Basiskörpers gewährleistet. Ein Schneidausbereich der Grundplatten unterschiedlicher Dicke ist aufgrund des Vorhandenseins einer ersten Klemmplatten-Führungsschiene vergrößert. Das Schrägpositionierungsproblem der Grundplatten in vorübergehend unterbrochener Fixierung wird durch die Ausbildung von kurzen Vorsprüngen auf der ersten Klemmplatte gelöst. Wenn die Zerspanungsleistung gewährleistet ist, können Schneidgenauigkeit und Sicherheit gewährleistet werden.

**[0012]** Angesichts des aufgezeigten Standes der Technik bietet der Bereich der Trennung von metallhaltigen 3-D-Objekten von einer Grundplatte einer 3-D-Druckervorrichtung noch Raum für Verbesserungen.

**[0013]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine 3D-Druckervorrichtung mit einer Trennvorrichtung zur Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte von einer Grundplatte der 3-D-Druckervorrichtung bereitzustellen, wobei die Grundplatte in möglichst kurzer Zeit für eine weitere Fertigung metallhaltiger 3-D-Objekte wieder zur Verfügung stehen soll.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine 3D-Druckervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0015]** Aufgezeigt wird eine 3-D-Druckervorrichtung zur Herstellung von metallhaltigen 3-D-Objekten, aufweisend eine Grundplatte zur Unterstützung der 3-D-Objekte zumindest während der Herstellung, sowie eine Trennvorrichtung zur spanenden mechanischen Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte von der Grundplatte. Erfindungsgemäß weist die Trennvorrichtung zwei Zerspanungseinheiten auf, die fest mit der 3-D-Druckervorrichtung verbunden sind, wobei die erste Zerspanungseinheit ein als Säge ausgeführtes erstes Zerspannungswerkzeug und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil einer Fläche der Grundplatte umfasst und die zweite Zerspanungseinheit zur Räumung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte ein als Schleifscheibe ausgeführtes zweites Zerspannungswerkzeug und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte umfasst.

**[0016]** Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die abhängigen Unteransprüche.

**[0017]** Es wird darauf hingewiesen, dass die in der nachfolgenden Beschreibung einzeln aufgeführten Merkmale sowie Maßnahmen in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung charakterisiert und spezifiziert die Erfindung insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren zusätzlich.

**[0018]** Die in dieser Anmeldung verwendeten Begriffe „erster“, „zweiter“, usw. dienen nur zum Zwecke der Unterscheidung. Insbesondere soll durch ihre Verwendung keine Reihenfolge oder Priorität der im Zusammenhang mit diesen Begriffen genannten Objekte impliziert werden.

**[0019]** Unter dem Begriff „fest verbindbar“ soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere verstanden werden, dass die Zerspanungseinheit und die 3-D-Druckervorrichtung lösbar fest oder unlösbar fest miteinander verbindbar sind und insbesondere auch, dass die Zerspanungseinheit und die 3-D-Druckervorrichtung auch während der Herstellung eines 3-D-Objekts fest miteinander verbindbar sind. Unter dem Begriff „lösbar fest verbindbar“ soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere verstanden werden, dass ein Monteur eine solche mechanische Verbindung in reversibler Weise bilden und lösen kann.

**[0020]** Durch die erfindungsgemäße 3-D-Druckervorrichtung können herkömmlicherweise notwendige Rüstzeiten zur Beschaffung und Einrichtung eines Zerspanungswerkzeugs eingespart werden. Darüber hinaus ist es in einer geeigneten Ausführungsform ermöglicht, die mechanische Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte von einer Grundplatte der 3-D-Druckervorrichtung in einer vorbestimmten, monteurunabhängigen Weise auszuführen. Durch die ermöglichte Standardisierung der mechanischen Trennung kann eine erhöhte Produktqualität, beispielsweise durch Einhaltung strengerer Toleranzgrenzen an Übergangsstellen zwischen 3-D-Objekt und Grundplatte, erreicht werden.

**[0021]** In vorteilhaften Ausführungsformen der 3-D-Druckervorrichtung weist die erste Zerspanungseinheit zumindest einen linearen Stellantrieb zur Verstellung einer Position des Zerspanungswerkzeugs auf. Dadurch kann ein Arbeitsbereich des Zerspanungswerkzeugs vorteilhaft vergrößert werden, so dass auch eine Trennung von 3-D-Objekten ermöglicht sein kann, die nach der Herstellung einen großen Teil der Fläche der Grundplatte einnehmen.

**[0022]** Wie oben bereits erwähnt ist das Zerspanungswerkzeug der ersten Zerspanungseinheit als

Fräswerkzeug oder gemäß der Erfindung als Säge ausgebildet.

**[0023]** Wie oben bereits erwähnt, weist die 3-D-Druckervorrichtung eine zweite fest mit der 3-D-Druckervorrichtung verbindbare Zerspanungseinheit zur Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte auf. Die Zerspanungseinheit beinhaltet ein Zerspanungswerkzeug, das einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte umfasst.

**[0024]** Vorzugsweise sind das Zerspanungswerkzeug der ersten Zerspanungseinheit und/oder das Zerspanungswerkzeug der zweiten Zerspanungseinheit elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch antreibbar.

**[0025]** In vorteilhaften Ausführungsformen der 3-D-Druckervorrichtung weist die zweite Zerspanungseinheit zumindest einen linearen Stellantrieb zur Verstellung einer Position des zumindest einen Zerspanungswerkzeugs auf. Dadurch kann ein Arbeitsbereich des Zerspanungswerkzeugs vorteilhaft vergrößert werden, so dass auch eine Reinigung der Oberfläche der Grundplatte nach einer Trennung von hergestellten 3-D-Objekten ermöglicht ist, die einen großen Teil der Fläche der Grundplatte erfordern.

**[0026]** Eine Verstellung der Position des Zerspanungswerkzeugs der zweiten Zerspanungseinheit durch den linearen Stellantrieb kann beispielsweise stufenlos erfolgen. Es ist aber ebenfalls angedacht, die Verstellung der Position in Stufen zu ermöglichen, wobei eine Größe der Stufen an eine Abmessung des Zerspanungswerkzeugs in der Verstellungsrichtung angepasst sein kann.

**[0027]** Bevorzugt umfasst die 3-D-Druckervorrichtung eine Reinigungseinheit zur Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte, wobei die Reinigungseinheit mit zumindest einem Saugmittel ausgestattet ist, das zum Aufsaugen von metallhaltigen Pulver und/oder von Bearbeitungsrückständen der spanenden mechanischen Trennung vorgesehen ist. Das zumindest eine Saugmittel weist einen Arbeitsbereich auf, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte umfasst. Dadurch kann die Oberfläche der Grundplatte auf einfache Weise von überschüssigem metallhaltigem Pulver befreit und für einen neuen Herstellvorgang vorbereitet werden. Ein Aufsaugen des metallhaltigen Pulvers kann nach einer erfolgten Trennung des metallhaltigen 3-D-Objekts von der Grundplatte und/oder nach einer Reinigung der Oberfläche der Grundplatte durch das Zerspanungswerkzeug der zweiten Zerspanungseinheit erfolgen.

**[0028]** Unter dem Begriff „dazu vorgesehen“ soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere speziell dafür programmiert, ausgelegt oder angeordnet verstanden werden.

**[0029]** Wenn die Reinigungseinheit zumindest ein Filterelement zur Abtrennung des abgesaugten metallhaltigen Pulvers und/oder der Bearbeitungsrückstände aufweist, kann das abgesaugte metallhaltige Pulver auf besonders einfache Weise einer weiteren Verwendung zugeführt und die Bearbeitungsrückstände können auf besonders einfache Weise aussortiert und aus dem Herstellprozess entfernt werden.

**[0030]** In besonders bevorzugten Ausführungsformen beinhaltet die 3-D-Druckervorrichtung eine Steuerungseinheit, die zumindest dazu vorgesehen ist, die erste Zerspanungseinheit der Trennvorrichtung anzusteuern, um eine spanende mechanische Trennung eines 3-D-Objekts von der Grundplatte durchzuführen und/oder die zweite Zerspanungseinheit der Trennvorrichtung anzusteuern, um zumindest einen Teils der Oberfläche der Grundplatte zu räumen.

**[0031]** Dadurch ist es möglich, die mechanische Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte von einer Grundplatte einer 3-D-Druckervorrichtung und die Reinigung eines Teils der Oberfläche der Grundplatte in einer vorbestimmten, monteurunabhängigen Weise auszuführen.

**[0032]** Vorteilhaft ist die Steuerungseinheit ferner dazu vorgesehen, die Reinigungseinheit für eine Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte anzusteuern. Dadurch kann eine Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte ohne Reaktionszeiten im Anschluss an eine Räumung des Teils der Oberfläche durch die zweite Zerspanungseinheit erfolgen, so dass die Grundplatte schneller für eine weitere Fertigung von metallhaltigen 3-D-Objekten bereitgestellt werden kann.

**[0033]** Besonders bevorzugt weist die Steuerungseinheit eine Prozessoreinheit und eine digitale Datenspeichereinheit auf, zu der die Prozessoreinheit datentechnischen Zugang hat, wobei die Prozessoreinheit zur Ansteuerung der ersten und der zweiten Zerspanungseinheit und der Reinigungseinheit vorgesehen und die erste und die zweite Zerspanungseinheit und die Reinigungseinheit zur Ansteuerung durch die Prozessoreinheit vorgesehen sind.

**[0034]** Mit besonderen Vorteil hinsichtlich einer baldmöglichen Bereitstellung der Grundplatte ist die Steuerungseinheit dazu vorgesehen, zumindest die Ansteuerung der ersten Zerspanungseinheit für die spanende mechanische Trennung zumindest eines

3-D-Objekts von der Grundplatte oder zumindest die Ansteuerung der zweiten Zerspanungseinheit zur Räumung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte oder zumindest die Ansteuerung der Reinigungseinheit für eine Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte in halbautomatischer oder vollautomatischer Weise durchzuführen.

**[0035]** Unter einer „halbautomatischen“ Weise soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere eine Durchführung der Ansteuerung mittels der Steuerungseinheit nach einer Initiierung durch einen Benutzer, beispielsweise durch Auslösen eines elektrischen Signals, verstanden werden. Unter einer „vollautomatischen“ Weise soll im Sinne dieser Erfindung insbesondere eine Initiierung der Ansteuerung mittels der Steuerungseinheit durch die 3-D-Druckervorrichtung verstanden werden. Beispielsweise kann die Initiierung der Ansteuerung durch die Fertigstellung eines Herstellungsprogramms der 3-D-Druckervorrichtung ausgelöst werden.

**[0036]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigen

**Fig. 1** eine schematisierte Vorderansicht einer 3-D-Druckervorrichtung mit einer Trennvorrichtung,

**Fig. 2** ein mit der 3-D-Druckervorrichtung auf der Grundplatte hergestelltes, metallhaltiges Objekt, und

**Fig. 3** eine schematisierte Draufsicht der Trennvorrichtung gemäß der **Fig. 1** in einem in der 3-D-Druckervorrichtung installierten Zustand.

**[0037]** In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, weswegen diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

**[0038]** **Fig. 1** zeigt eine 3-D-Druckervorrichtung 10 zur Herstellung metallhaltiger 3-D-Objekte mit einer möglichen Ausführungsform einer Trennvorrichtung 22 in einer schematisierten Vorderansicht. Bei dieser speziellen Ausführungsform der 3-D-Druckervorrichtung 10 kommt eine an sich bekannte Selective Laser Melting (SLM)-Anlage mit mehreren Laserstrahlensystemen 12 mit jeweiligen Leistungen von mehreren 100 W zum Einsatz.

**[0039]** Die 3-D-Druckervorrichtung 10 umfasst eine rechteckförmige Grundplatte 14 zur Unterstützung der 3-D-Objekte während der Herstellung. In an sich bekannter Weise kann ein in Pulverform vorliegender metallischer Werkstoff, beispielsweise eine Aluminium-Magnesium-Legierung, mittels eines Rakels aus einem Vorratsbehälter (nicht dargestellt) in einer dünnen Schicht flächig auf der Grundplatte

14 der 3-D-Druckervorrichtung 10 aufgebracht und mit einem oder mehreren der Laserstrahlensysteme 12 an vorbestimmten Stellen lokal geschmolzen werden. Nach einer Erstarrung des metallischen Werkstoffs kann die Grundplatte 14 anschließend mittels einer Absenkvorrichtung (nicht dargestellt) um den Betrag der Schichtdicke abgesenkt und eine neue Pulverschicht auf der Grundplatte 14 aufgebracht werden. Dies wird wiederholt, bis das gewünschte 3-D-Objekt fertiggestellt ist.

**[0040]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, bilden das fertiggestellte 3-D-Objekt 18 und die Grundplatte 14 einen mechanischen Verbund. An Übergangsstellen zwischen der Grundplatte 14 und dem 3-D-Objekt 18 können Unterstützungsstrukturen 20 vorgesehen sein, die bei einer Nachbearbeitung des 3-D-Objekts 18 entfernt werden müssen, um die gewünschte Werkstückform zu erreichen.

**[0041]** **Fig. 3** zeigt eine schematisierte Draufsicht der Trennvorrichtung 22 gemäß der **Fig. 1** in einem in der 3-D-Druckervorrichtung 10 installierten Zustand. Die Trennvorrichtung 22 dient zur spanenden mechanischen Trennung des metallhaltigen 3-D-Objekts 18 von der Grundplatte 14 der 3-D-Druckervorrichtung 10.

**[0042]** Die Grundplatte 14 ist in der XY-Ebene angeordnet und mit vier Schrauben 16 an der darunter angeordneten Absenkvorrichtung befestigt. Ohne Beschränkung der Allgemeinheit sind die längeren Seiten der rechteckförmigen Grundplatte 14 parallel zur Y-Richtung ausgerichtet.

**[0043]** Die Trennvorrichtung 22 umfasst eine erste fest mit der 3-D-Druckervorrichtung 10 verbundene Zerspanungseinheit 24. Die erste Zerspanungseinheit 24 weist ein als Diamantdrahtsäge ausgebildetes Zerspanungswerkzeug 26 auf. Ein Endlosdraht der Diamantdrahtsäge wird über zwei Umlenkrollen 28 geführt, von denen eine mittels eines elektrischen Antriebs (nicht dargestellt) antreibbar ist.

**[0044]** Die erste Zerspanungseinheit 24 weist ferner zwei in X-Richtung wirkende lineare Stellantriebe 30 auf, die außerhalb der Grundplatte 14, parallel zu deren kurzen Seiten und diese überragend, an der 3-D-Druckervorrichtung 10 angeordnet sind. Jeweils eine der beiden Umlenkrollen 28 ist an einem der Stellantriebe 30 gelagert. Die in X-Richtung wirkenden linearen Stellantriebe 30 dienen zur Verstellung einer Position des umlaufenden Endlosdrahtes in der X-Richtung. Dadurch weist die erste Zerspanungseinheit 24 einen Arbeitsbereich auf, der eine Fläche der Grundplatte 14 vollständig umfasst.

**[0045]** Ferner weist die erste Zerspanungseinheit 24 vier in Z-Richtung wirkende lineare Stellantriebe 32 auf, die an Eckpunkten eines gedachten Rechtecks

angeordnet sind, das größer als die Grundplatte 14 ausgebildet und dessen Seiten parallel zu den Seiten der Grundplatte 14 ausgerichtet sind. Je einer der in X-Richtung wirkenden linearen Stellantriebe 30 ist zwischen zwei in der X-Richtung beabstandeten, in Z-Richtung wirkenden linearen Stellantrieben 32 gehalten. Dadurch kann eine Position des umlaufenden Endlosdrahtes in der Z-Richtung in einem vorgegebenen Arbeitsbereich verstellt werden.

**[0046]** Die Trennvorrichtung 22 ist auf diese Weise dazu vorgesehen, alle bestehenden Unterstützungsstrukturen 20 nach einer Fertigstellung des 3-D-Objekts 18 in einer vorbestimmten Höhe oberhalb einer Oberfläche der Grundplatte 14 spanend zu durchschneiden, um das metallhaltige 3-D-Objekt 18 von der Grundplatte 14 der 3-D-Druckervorrichtung 10 mechanisch zu trennen.

**[0047]** Nach der mechanischen Trennung des 3-D-Objekts 18 von der Grundplatte 14 sind noch Reste der Unterstützungsstrukturen 20 mit der Grundplatte 14 verbunden.

**[0048]** Die Trennvorrichtung 22 weist eine zweite fest mit der 3-D-Druckervorrichtung 10 verbundene Zerspanungseinheit 34 auf, die zur Räumung der Oberfläche der Grundplatte 14 und insbesondere zur Entfernung der Reste der Unterstützungsstrukturen 20 von der Grundplatte 14 dient.

**[0049]** Die zweite Zerspanungseinheit 34 beinhaltet ein als Schleifscheibe ausgebildetes Zerspanungswerkzeug 36, das von einem elektrischen Antrieb (nicht dargestellt) antreibbar ist. Die zweite Zerspanungseinheit 34 ist zur Räumung der Oberfläche der Grundplatte 14 durch Umfangs-Planschleifen vorgesehen.

**[0050]** Die zweite Zerspanungseinheit 34 weist einen in Y-Richtung wirkenden Stellantrieb 38 auf, in dem die Schleifscheibe gelagert und deren elektrischer Antrieb angeordnet ist.

**[0051]** Die zweite Zerspanungseinheit 34 weist weiterhin zwei in X-Richtung wirkende lineare Stellantriebe 40 auf, zwischen denen der in Y-Richtung wirkende Stellantrieb 38 gehalten ist. Dadurch kann eine Position der Schleifscheibe sowohl in der X-Richtung als auch in der Y-Richtung in vorgegebenen Stellbereichen verstellt werden. Die vorgegebenen Stellbereiche sind so gewählt, dass die zweite Zerspanungseinheit 34 einen Arbeitsbereich aufweist, der die Fläche der Grundplatte 14 vollständig umfasst.

**[0052]** Außerdem beinhaltet die 3-D-Druckervorrichtung 10 eine Reinigungseinheit 42 zur Reinigung der Oberfläche der Grundplatte 14. Die Reinigungseinheit 42 ist mit Saugmitteln ausgestattet, die von

mehreren, in Y-Richtung beabstandet angeordneten Saugöffnungen gebildet ist. Die Saugöffnungen stehen strömungstechnisch mit einer Saugpumpe 44 der Reinigungseinheit 42 in Verbindung (Fig. 1), die unterhalb der Grundplatte 14 in der 3-D-Druckervorrichtung 10 angeordnet ist. Die Saugmittel sind zum Aufsaugen des überschüssigen metallhaltigen Pulvers und von Bearbeitungsrückständen der spanenden mechanischen Trennung, beispielsweise von Resten der Unterstützungsstrukturen 20, vorgesehen. Die Saugmittel weisen einen Arbeitsbereich auf, der einen Teil der Oberfläche der Grundplatte 14 umfasst.

**[0053]** Zwischen den Saugöffnungen und der Saugpumpe 44 angeordnet weist die Reinigungseinheit 42 zudem ein Filterelement 46 zur Abtrennung des abgesaugten metallhaltigen Pulvers und der abgesaugten Bearbeitungsrückstände auf.

**[0054]** Zur Steuerung der verschiedenen Komponenten ist die 3-D-Druckervorrichtung 10 mit einer Steuerungseinheit 48 ausgestattet. Die Steuerungseinheit 48 beinhaltet eine Prozessoreinheit 50 und eine digitale Datenspeichereinheit 52, zu der die Prozessoreinheit 50 datentechnischen Zugang hat, sowie eine Anzeigeeinheit 54 und eine als Tastatur ausgebildete Benutzerschnittstelle 56. Die erste Zerspanungseinheit 24, die zweite Zerspanungseinheit 34 und die Saugpumpe 44 der Reinigungseinheit 42 sind durch Steuerungskabel mit der Steuerungseinheit 48 verbunden (nicht dargestellt) und zur Ansteuerung durch die Steuerungseinheit 48 vorgesehen. Die Steuerungseinheit 48 ist dazu vorgesehen, mittels der Prozessoreinheit 50 die erste Zerspanungseinheit 24 anzusteuern, um die spanende mechanische Trennung des hergestellten 3-D-Objekts 18 von der Grundplatte 14 durchzuführen. Die Steuerungseinheit 48 ist ferner dazu vorgesehen, die zweite Zerspanungseinheit 34 anzusteuern, um die gesamte Oberfläche der Grundplatte 14 zu räumen. Des Weiteren ist die Steuerungseinheit 48 dazu vorgesehen, die Saugpumpe 44 der Reinigungseinheit 42 anzusteuern, um die Oberfläche der Grundplatte 14 von überschüssigem, metallhaltigem Pulver zu reinigen.

**[0055]** Die Steuerungseinheit 48 ist weiterhin dazu vorgesehen, nach der Herstellung des 3-D-Objekts 18 Anfragen an einen Bediener der 3-D-Druckervorrichtung 10 hinsichtlich einer Durchführung der beschriebenen Bearbeitungsschritte an die Anzeigeeinheit 54 zu senden.

**[0056]** Die Ansteuerung der ersten Zerspanungseinheit 24, der zweiten Zerspanungseinheit 34 und der Saugpumpe 44 erfolgt durch die Steuerungseinheit 48 jeweils in halbautomatischer Weise nach Bestätigung der entsprechenden Anfragen durch den Bediener der 3-D-Druckervorrichtung 10 mittels

einer vorbestimmten Eingabe über die Tastatur. Auf diese Weise kann die Grundplatte bereits nach wenigen Minuten für eine Herstellung weiterer 3-D-Objekte zur Verfügung gestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

10	3-D-Druckervorrichtung
12	Laserstrahlssystem
14	Grundplatte
16	Schraube
18	3-D-Objekt
20	Unterstützungsstruktur
22	Trennvorrichtung
24	erste Zerspanungseinheit
26	Zerspanungswerkzeug
28	Umlenkrolle
30	linearer Stellantrieb (X-Richtung)
32	linearer Stellantrieb (Z-Richtung)
34	zweite Zerspanungseinheit
36	Zerspanungswerkzeug
38	linearer Stellantrieb (Y-Richtung)
40	linearer Stellantrieb (X-Richtung)
42	Reinigungseinheit
44	Saugpumpe
46	Filterelement
48	Steuerungseinheit
50	Prozessoreinheit
52	digitale Datenspeichereinheit
54	Anzeigeeinheit
56	Benutzerschnittstelle

#### Patentansprüche

1. 3-D-Druckervorrichtung (10) zur Herstellung von metallhaltigen 3-D-Objekten (18), aufweisend eine Grundplatte (14) zur Unterstützung der 3-D-Objekte (18) zumindest während der Herstellung, sowie eine Trennvorrichtung (22) zur spanenden mechanischen Trennung metallhaltiger 3-D-Objekte (18) von der Grundplatte (14) **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trennvorrichtung (22) zwei Zerspanungseinheiten (24,34) aufweist, die fest mit der 3-D-Druckervorrichtung (10) verbunden sind, wobei die erste Zerspanungseinheit (34) ein als Säge ausgeführtes erstes Zerspannungswerkzeug (26) und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil einer Fläche der Grundplatte (14) umfasst und die zweite Zerspanungseinheit (34) zur Räumung

zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14) ein als Schleifscheibe ausgeführtes zweites Zerspannungswerkzeug (36) und einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte (14) umfasst.

2. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Zerspannungseinheit (24) zumindest einen linearen Stellantrieb (30, 32) zur Verstellung einer Position des zumindest einen Zerspannungswerkzeugs (26) aufweist.

3. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Zerspannungseinheit (34) zumindest einen linearen Stellantrieb (38, 40) zur Verstellung einer Position des zumindest einen Zerspannungswerkzeugs (36) aufweist.

4. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Reinigungseinheit (42) zur Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14), wobei die Reinigungseinheit (42) mit zumindest einem Saugmittel (44) ausgestattet ist, das zum Aufsaugen von metallhaltigen Pulver und/oder von Bearbeitungsrückständen der spanenden mechanischen Trennung vorgesehen ist und das einen Arbeitsbereich aufweist, der zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte (14) umfasst.

5. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reinigungseinheit (42) zumindest ein Filterelement (46) zur Abtrennung des abgesaugten metallhaltigen Pulvers und/oder der Bearbeitungsrückstände aufweist.

6. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Steuerungseinheit (48), die zumindest dazu vorgesehen ist, die erste Zerspannungseinheit (24) der Trennvorrichtung (22) anzusteuern, um eine spanende mechanische Trennung eines 3-D-Objekts (18) von der Grundplatte (14) durchzuführen und/oder die zweite Zerspannungseinheit (34) der Trennvorrichtung (22) anzusteuern, um zumindest einen Teil der Oberfläche der Grundplatte (14) zu räumen.

7. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinheit (48) dazu vorgesehen ist, die Reinigungseinheit (42) für eine Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14) anzusteuern.

8. 3-D-Druckervorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 7 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerungseinheit (48) dazu vorgesehen

ist, zumindest die Ansteuerung der ersten Zerspannungseinheit (24) für die spanende mechanische Trennung eines 3-D-Objekts (18) von der Grundplatte (14) oder zumindest die Ansteuerung der zweiten Zerspannungseinheit (34) zur Räumung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14) oder zumindest die Ansteuerung der Reinigungseinheit (42) für eine Reinigung zumindest eines Teils der Oberfläche der Grundplatte (14) in halbautomatischer oder vollautomatischer Weise durchzuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

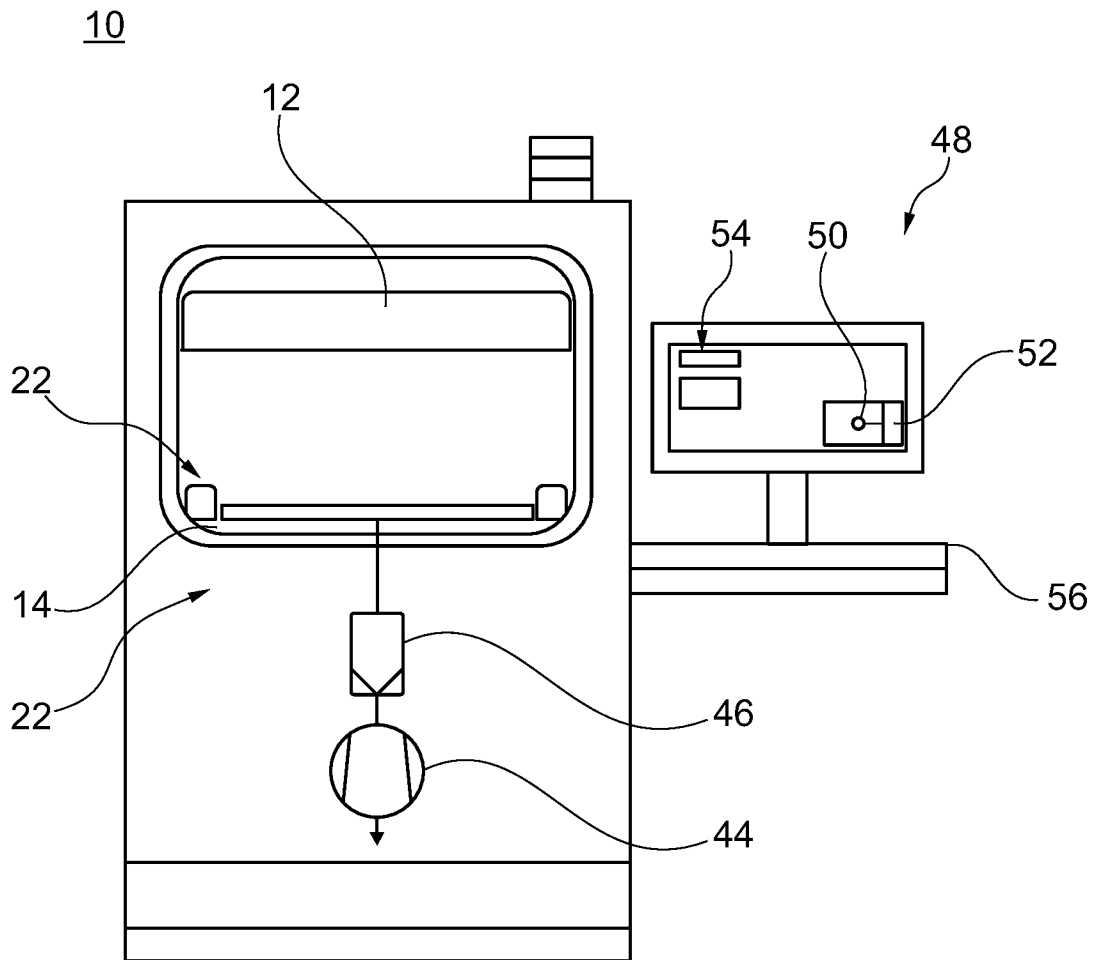


Fig. 1

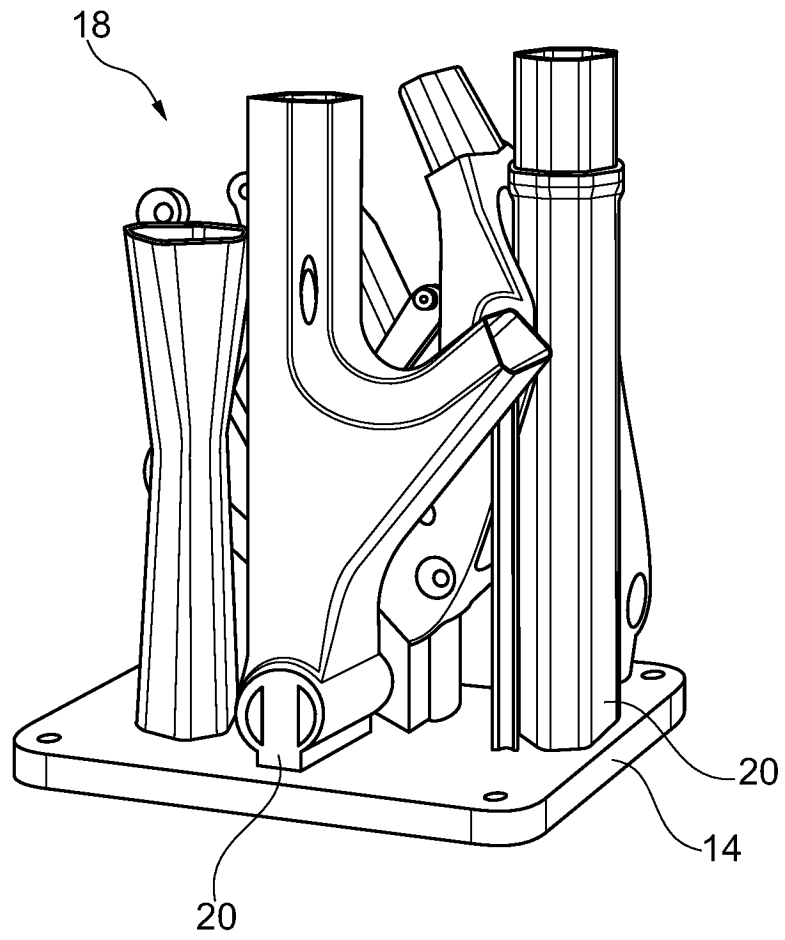


Fig. 2

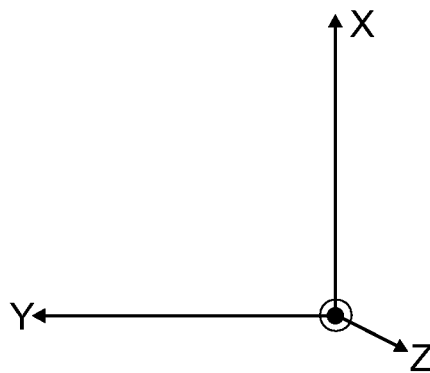
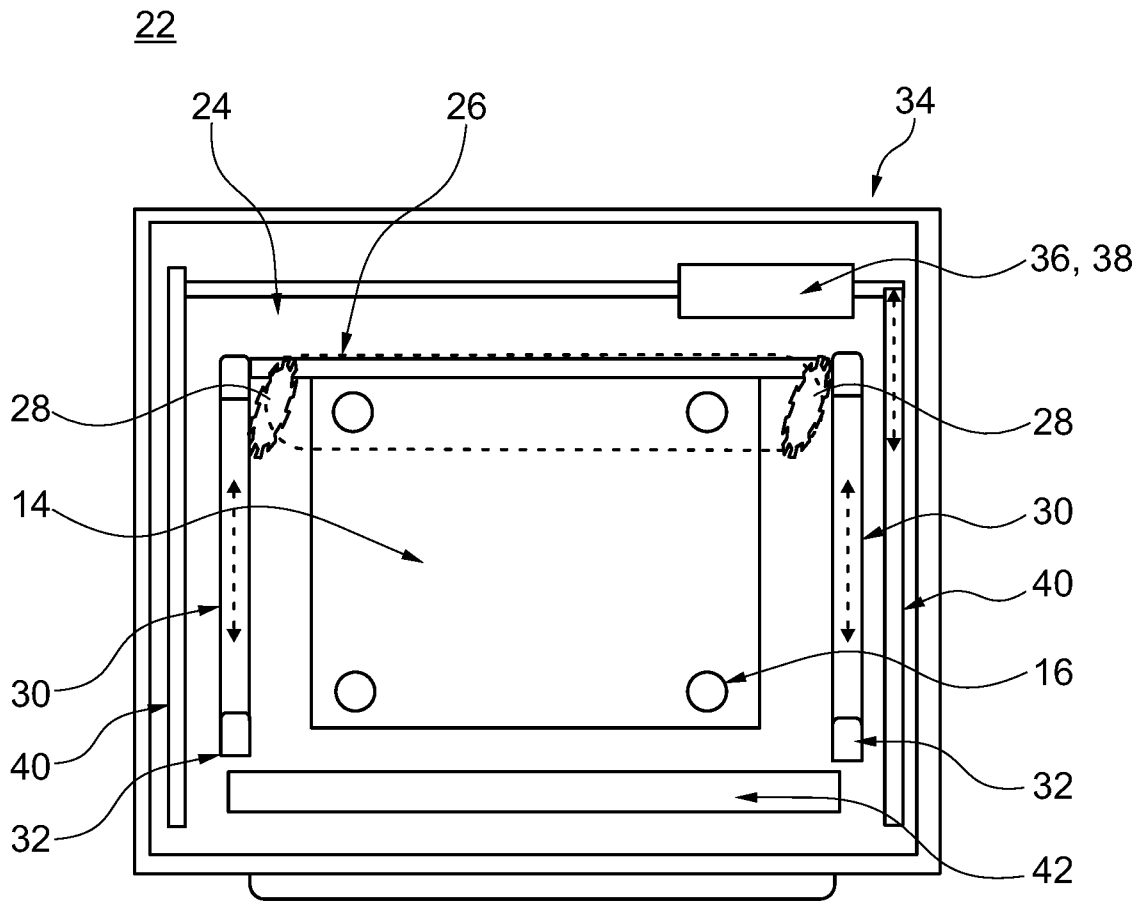


Fig. 3