



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 42 883 A1** 2005.05.04

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 42 883.6**
 (22) Anmeldetag: **15.09.2003**
 (43) Offenlegungstag: **04.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B22F 3/105**

(71) Anmelder:
TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG,
71254 Ditzingen, DE

(74) Vertreter:
Mammel & Maser, 71065 Sindelfingen

(72) Erfinder:
Lindemann, Markus, 70839 Gerlingen, DE; Renz,
Bernd Hermann, Dr., 71672 Marbach, DE; Hutflless,
Joachim, Dr., 71254 Ditzingen, DE

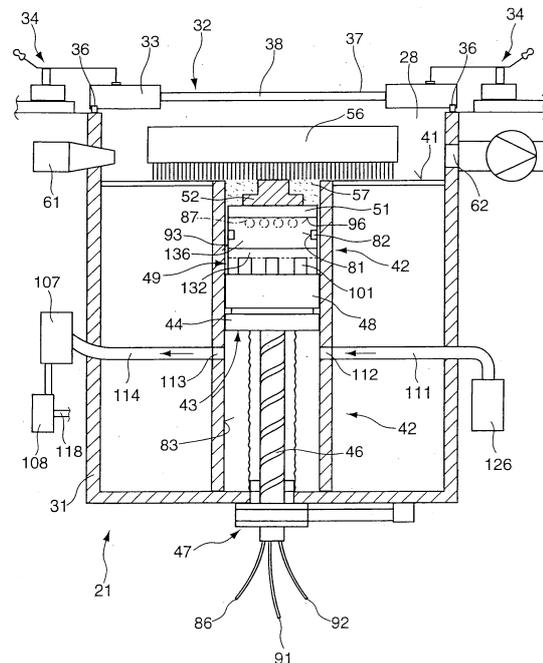
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 196 49 865 C1
DE 199 37 260 A1
DE 199 37 260 A1
DE 694 19 924 T2
US 48 63 538
WO 94/26 446

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers (52) durch aufeinanderfolgendes Verfestigen von Schichten eines pulverförmigen, mittels elektromagnetischer Strahlung oder Teilchenstrahlung verfestigbaren Aufbaumaterials (57) an dem jeweiligen Querschnitt des Formkörpers (52) entsprechenden Stellen, wobei ein den Formkörper (52) aufnehmender Träger (43) nach der Fertigstellung des Formkörpers (52) innerhalb einer Aufbaukammer (42) aus einer Bearbeitungsposition in eine Kühlposition (121) verfahren wird, in welcher zumindest der Träger (43) gekühlt wird oder in eine Absaugposition (128) verfahren wird, in welcher das nicht verfestigte Aufbaumaterial (57) aus der Aufbaukammer (42) entfernt wird oder in eine Kühl- und Absaugposition verfahren wird, in welcher das nicht verfestigte Aufbaumaterial (57) aus der Aufbaukammer (42) entfernt und der Träger (43) gekühlt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen eines dreidimensionalen Formkörpers nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 beziehungsweise des Anspruchs 16.

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf generative Fertigungsverfahren, bei denen komplexe, dreidimensionale Bauteile schichtweise aus Werkstoffpulvern aufgebaut werden. Die Anwendungsfelder der Erfindung liegen neben dem Rapid Prototyping und den benachbarten Disziplinen Rapid Tooling und Rapid Manufacturing insbesondere im Bereich der Herstellung von Serienwerkzeugen und -funktionsteilen. Dazu gehören beispielsweise Spritzgusswerkzeuge mit oberflächennahen Kühlkanälen sowie Einzelteile und Kleinserien von komplexen Funktionsbauteilen für die Medizin, den Maschinenbau, Flugzeugbau und Automobilbau.

Stand der Technik

[0003] Zu den für die vorliegende Erfindung relevanten generativen Fertigungsverfahren zählen das Laserschmelzen, das beispielsweise aus der DE 196 49 865 C1 der Fraunhofer-Gesellschaft bekannt ist, und das Lasersintern, das beispielsweise aus der US 4,863,538 der Universität von Texas bekannt ist.

[0004] Bei dem aus der DE 196 49 865 C1 bekannten Verfahren des Laserschmelzens werden die Bauteile aus handelsüblichen, einkomponentigen, metallischen Werkstoffpulvern ohne Bindemittel oder sonstige Zusatzkomponenten hergestellt. Dazu wird das Werkstoffpulver jeweils als dünne Schicht auf eine Bauplattform aufgebracht. Diese Pulverschicht wird lokal entsprechend der gewünschten Bauteilgeometrie mit einem Laserstrahl aufgeschmolzen. Die Energie des Laserstrahls wird so gewählt, dass das metallische Werkstoffpulver an der Auftreffstelle des Laserstrahls über seine gesamte Schichtdicke vollständig aufgeschmolzen wird. Gleichzeitig wird eine Schutzgasatmosphäre über der Wechselwirkungszone des Laserstrahls mit dem metallischen Werkstoffpulver aufrechterhalten, um Fehlstellen im Bauteil zu vermeiden, die beispielsweise durch Oxidation hervorgerufen werden können. Zur Durchführung des Verfahrens ist eine Vorrichtung bekannt, welche aus der Fig. 1 der DE 196 49 865 C1 hervorgeht.

[0005] Bei dem aus der US 4,863,538 bekannten Verfahren des Lasersinterns werden die Bauteile aus speziell für das Lasersintern entwickelten Werkstoffpulvern hergestellt, die neben dem Grundwerkstoff eine oder mehrere Zusatzkomponenten enthalten. Die verschiedenen Pulverkomponenten unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich des Schmelzpunktes. Beim Lasersintern wird das Werkstoffpulver als dünne Schicht auf eine Bauplattform aufgebracht.

Diese Pulverschicht wird lokal entsprechend der Geometriedaten des Bauteils mit einem Laserstrahl bestrahlt. Die niedrig-schmelzenden Komponenten des Werkstoffpulvers werden durch die eingestrahlte Laserenergie aufgeschmolzen, andere bleiben im festen Zustand. Die Befestigung der Schicht an der vorherigen Schicht erfolgt über die aufgeschmolzenen Pulverkomponenten, die beim Erstarren eine Verbindung herstellen. Nach dem Aufbau einer Schicht wird die Bauplattform um eine Schichtdicke abgesenkt und aus einem Vorratsbehälter wird eine neue Pulverschicht aufgebracht.

[0006] Nach dem Herstellen des dreidimensionalen Formkörpers wird das nicht verfestigte Aufbaumaterial vom Maschinenbediener durch einen externen Sauger aus der Aufbaukammer entfernt. Hierzu wird die in der Aufbaukammer verfahrbar angeordnete Bauplattform nach oben gefahren, um mittels des Saugers das nicht verfestigte Aufbaumaterial zu entfernen.

[0007] Diese Vorgehensweise weist den Nachteil auf, dass durch den Personeneinsatz eine kostenintensive Herstellung eines Formkörpers gegeben ist. Darüber hinaus steht die manuelle Absaugung einer Prozessautomation entgegen.

[0008] Aus der DE 199 37 260 A1 geht ein Verfahren hervor, bei welchem außerhalb der Prozesskammer zur Herstellung eines Formkörpers in einer separaten Vorrichtung ein gesteuertes Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial erfolgt. Hierfür ist ein Behälter vorgesehen, der sowohl in der Prozesskammer zur Herstellung des Formkörpers als auch in der separaten Vorrichtung zum Entfernen des nicht verfestigten Aufbaumaterials einsetzbar ist.

[0009] Die Herstellung der Formkörper erfolgt zu meist bei hohen Temperaturen bis zu 500 °C, um eine gute Verbindung zwischen den einzelnen Schichten zu erzielen sowie einen spannungsarmen und rissfreien Aufbau des Formkörpers zu ermöglichen. Zur Handhabung des Behälters nach dem Herstellen des Formkörpers ist erforderlich, dass eine definierte Abkühlphase gegeben ist, um eine gefahrlose Handhabung des Behälters zu ermöglichen. Außerdem sollte der fertiggestellte Formkörper gleichmäßig und mit angepasster Geschwindigkeit gekühlt werden, um Spannungen im Formkörper zu reduzieren.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers bereitzustellen, bei dem beziehungsweise bei der die Herstellungszeit des Formkörpers verkürzt und die Handhabung vereinfacht wird.

[0011] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach dem Patentanspruch 1 beziehungsweise durch eine Vorrichtung nach dem Patentanspruch 16 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0012] Nach der Fertigstellung des Formkörpers in einer Prozesskammer wird ein den Formkörper aufnehmender Träger innerhalb einer Aufbaukammer aus einer Bearbeitungsposition in eine Kühlposition, Absaugposition oder Kühl- und Absaugposition verfahren. In Abhängigkeit der Bearbeitungsstrategie, der Prozessdauer, des Aufbaumaterials, der Geometrie des Formkörpers, sowie weiterer Prozessparameter für die Herstellung eines Formkörpers werden die Positionen innerhalb der Aufbaukammer angefahren. Durch das Positionieren des Trägers innerhalb der Aufbaukammer kann das den Formkörper teilweise umgebende, nicht verfestigte Aufbaumaterial innerhalb der Aufbaukammer während des Kühlens bis zur Absaugung zwischengelagert und in einer Absaugposition innerhalb kurzer Zeit vollständig abgeführt werden.

[0013] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Träger vor oder nach dem direkten oder indirekten Kühlen des Formkörpers in eine Absaugposition verfahren wird, in der das nicht verfestigte Aufbaumaterial aus der Aufbaukammer entfernt wird. Hierfür ist vorgesehen, dass ein Volumenstrom erzeugt wird, der die Aufbaukammer durchströmt, wodurch ein Entfernen des nicht verfestigten Aufbaumaterials und eine Kühlung des Formkörpers und des Trägers erfolgt.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt zunächst eine direkte Kühlung des Trägers und eine indirekte Kühlung des Formkörpers. Während dieser Abkühlphase kann auch die Aufbaukammer gekühlt werden. Im Anschluss wird das ebenfalls zumindest teilweise abgekühlte, nicht verfestigte Aufbaumaterial aus der Aufbaukammer entfernt.

[0015] Zum Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial und zur Kühlung des Trägers und des fertiggestellten Formkörpers ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass ein Saugstrom die Aufbaukammer durchströmt. Das nicht verfestigte, pulverförmige Aufbaumaterial kann in einfacher Weise in der Absaugposition des Trägers entfernt werden. Dadurch kann sowohl eine hohe Effizienz für die Herstellung von Formkörpern gegeben sein als auch eine erhebliche Verringerung der Verschmutzung der Umgebung durch nicht verfestigtes Aufbaumaterial. Durch einen den Träger durchströmenden Volumenstrom kann eine einfache und effektive Kühlung des Trägers gegeben sein. Somit können mit einem Volumenstrom bei unterschiedlicher Positionierung des Trägers innerhalb der Aufbaukammer mehrere Funk-

tionen erfüllt werden.

[0016] Die Bauplattform wird während des Aufbaus des Formkörpers durch Heizelemente auf eine Temperatur von beispielsweise 300 °C bis 500 °C aufgeheizt. Zur Kühlung des Trägers nach der Fertigstellung des Formkörpers ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass der Träger in eine Kühlposition überführt wird, in welcher die Bauplattform des Trägers zumindest teilweise durchströmt und gekühlt wird. Durch das zumindest teilweise Durchströmen der Bauplattform kann zunächst eine schnelle Kühlung der Bauplattform erfolgen und gleichzeitig eine indirekte Kühlung des Formkörpers bewirkt werden, welcher auf der Bauplattform aufliegt.

[0017] Die zumindest eine Einlassöffnung in der Aufbaukammer zum Zuführen des Volumenstromes ist im Wesentlichen deckungsgleich zu Kühlkanälen der Bauplattform in einer Kühlposition vorgesehen. Dadurch kann eine gute Durchströmung mit einer hohen Durchströmungsgeschwindigkeit gegeben sein, wodurch eine effiziente Kühlung erzielt wird.

[0018] Die Erzeugung des Kühlstromes erfolgt bevorzugt durch Ansaugen von Umgebungsluft. Diese wird bevorzugt vor dem Zuführen in die Aufbaukammer filtriert. Dadurch kann eine gereinigte Luft zugeführt werden. Darüber hinaus ist diese Ausgestaltung kostengünstig, da die gereinigte Luft des Kühlstromes wieder in die Umgebung abgegeben werden kann. Gleichzeitig weist diese Ausgestaltung den Vorteil auf, dass mit ein und derselben Zuführung der Umgebungsluft und den in der Aufbaukammer vorgesehenen Ein- und Auslassöffnungen sowohl die Absaugung des nicht verfestigten Aufbaumaterials als auch die Kühlung der Bauplattform und des Formkörpers ermöglicht wird.

[0019] Alternativ zur Ausgestaltung eines Saugstromes kann vorgesehen sein, dass die Umgebungsluft oder ein gasförmiges Medium durch ein der zumindest einen Einlassöffnung vorgeschaltetes Gebläse unter Druck zugeführt wird. Des Weiteren kann alternativ vorgesehen sein, dass zur Kühlung der Bauplattform und des Formkörpers ein Gasstrom oder Gas-/Luftstrom eingesetzt wird.

[0020] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein gepulster Volumenstrom zur Kühlung der Bauplattform erzeugt wird. Dadurch kann in Abhängigkeit der Pulsdauer und/oder des Volumenstromes die Abkühlgeschwindigkeit der Bauplattform und des Formkörpers beeinflusst werden. Der Formkörper wird bevorzugt innerhalb einer an die Form, Größe und/oder das Aufbaumaterial des Formkörpers angepassten Zeitdauer gleichmäßig abgekühlt, um den Aufbau von Eigenspannungen zu vermeiden.

[0021] Zur gleichzeitigen Kühlung der Bauplattform und des Formkörpers kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass der Träger in eine Position gebracht werden kann, so dass in Höhe der Kühlkanäle des Trägers in der Aufbaukammer Ein- und Auslassöffnungen vorgesehen sind und im Bereich des Formkörpers des Weiteren Ein- und Auslassöffnungen angeordnet oder beide Bereiche überdeckende Ein- und Auslassöffnungen vorgesehen sind. Dadurch kann eine gleichzeitige Kühlung von Formkörper und Bauplattform sowie ein Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial ermöglicht sein.

[0022] Um beispielsweise eine getrennte Kühlung von Bauplattform und Formkörper zu ermöglichen, werden bevorzugt die Volumenströme zur Kühlung der Bauplattform und des Formkörpers jeweils getrennt eingestellt und angesteuert. Dadurch kann die Abkühlrate der Bauplattform wesentlich höher als die des Formkörpers vorgesehen werden. Gleichzeitig kann durch den separaten Volumenstrom, welcher für den Formkörper vorgesehen ist, eine weitere Kühlung der Aufbaukammer ermöglicht werden.

[0023] Zum Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial, insbesondere durch die Erzeugung eines Saugstromes, wird die Bauplattform unterhalb oder von unten an zumindest eine Auslassöffnung in der Aufbaukammer angrenzend positioniert. Dadurch wird auch die Absaugung einer Bodenfläche einer Bauplattform ermöglicht, auf welcher der Formkörper aufgebaut wird und die von dem Formkörper nicht eingenommen ist.

[0024] Der Beginn der Absaugung wird bevorzugt durch ein Sensorelement überwacht, welches nach dem Anbringen eines Verschlusselementes auf eine Öffnung der Aufbaukammer ein Signal an eine Steuer- und Recheneinheit weiterleitet. Dadurch wird sichergestellt, dass eine geschlossene Aufbaukammer zum Entfernen des nicht verfestigten Aufbaumaterials geschaffen ist. Während des Entfernens des nicht verfestigten Aufbaumaterials durch einen Saugstrom entstehen Verwirbelungen in dem geschlossenen Raum. Dadurch können an dem Formkörper anhaftende Pulverteilchen, welche nicht verfestigt wurden, zumindest teilweise abgelöst und abgesaugt werden.

[0025] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Erzeugung des Saugstromes manuell angesteuert wird, nachdem an der Steuerung bestätigt wurde, dass ein Verschlusselement auf der Öffnung der Aufbaukammer vorgesehen ist.

[0026] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass während des Entfernens des nicht verfestigten Aufbaumaterials der Träger zumindest geringfügig auf und ab bewegt wird. Dadurch kann erzielt werden, dass durch das Ein-

strömen eines Volumenstromes in die Aufbaukammer der Formkörper über einen größeren Bereich angeströmt wird. Dadurch kann das Ablösen von an dem Formkörper anhaftendem, jedoch nicht verfestigtem Aufbaumaterial erhöht werden. Die Auf- und Abbewegung kann durch eine Steuer- und Recheneinheit gesteuert werden, wobei der Verfahrensweg und die Verfahrdauer anwendungsspezifisch eingestellt werden.

[0027] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass zur Kühlung oder Absaugung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial ein kontinuierlicher Volumenstrom, ein zunehmender, pulsierender oder abnehmender Volumenstrom erzeugt wird. In Abhängigkeit der Geometrie des Formkörpers, der Art des Aufbaumaterials sowie der Betriebstemperatur werden die Volumenströme eingestellt. Beispielsweise kann mit einem zunehmenden Volumenstrom zunächst ein wesentlicher Anteil von nicht verfestigtem Aufbaumaterial abgesaugt werden, um gegen Ende des Absaugvorganges mit einer geringen Menge an noch verbleibendem Aufbaumaterial einen hohen Verwirbelungsgrad zu erzielen und damit den Reinigungseffekt zu erhöhen.

[0028] Bei einer nicht vollständig erfolgten Entfernung des nicht verfestigten Aufbaumaterials beispielsweise aus Hohlräumen und Hinterschneidungen des Formkörpers wird vorteilhafterweise eine manuell zu betätigende Saugdüse zur Reinigung eingesetzt. Der Formkörper verbleibt hierfür zumindest teilweise in der Aufbaukammer, so dass eine kontrollierte Reinigung erfolgen kann.

[0029] Zur Erzeugung eines Saugstromes wird bevorzugt ein Gebläse eingesetzt, welches mehrere Saugströme für wenigstens zwei Prozesskammern erzeugt. Dieses Gebläse ist bevorzugt als Radialgebläse ausgebildet. Durch die Leistungsfähigkeit des Gebläses können mehrere Prozesskammern bedient werden. Der Volumenstrom zur Erzeugung einer Saugleistung ist sowohl durch den Querschnitt der Ein- und Auslassöffnungen als auch durch eine Einstellung der Saugparameter am Gebläse bestimmt.

[0030] Bevorzugt wird die Absaugung des nicht verfestigten Aufbaumaterials mit einem Luftstrom durchgeführt. Zum Absaugen von sehr warmem, nicht verfestigtem Aufbaumaterial ist bevorzugt ein Gas-/Luftstrom oder ein Gasstrom vorgesehen, um eine Funkenbildung zu vermeiden und somit eine Explosionsgefahr zu verringern.

[0031] Das durch einen Saugstrom abgeführte und nicht verfestigte Aufbaumaterial wird vorteilhafterweise einer Abscheidevorrichtung und einem Filter zugeführt. Diese Komponenten sind den zur Prozesssteuerung dienenden Sperreinrichtungen in den Ab-

saugleitungen nachgeschaltet. Dadurch kann eine Reinigung und Filtrierung des Volumenstromes, insbesondere des Luftstromes oder Gasstromes, erzielt werden, so dass dieser wieder an die Umgebung abgegeben werden kann. Gleichzeitig kann eine Rückführung des nicht verfestigten Aufbaumaterials zur erneuten Verwendung beim schichtweisen Aufbau ermöglicht sein. Vorteilhafterweise wird das rückgeführte, nicht verfestigte Aufbaumaterial gesiebt und gereinigt. Dies kann in einer in die Abscheidevorrichtung integrierten oder einer externen Reinigungs- und Aufbereitungseinheit erfolgen.

[0032] Die Kühlung der Bauplattform und somit des Formkörpers wird nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung durch einen in der Bauplattform angeordneten Temperaturfühler überwacht. Dadurch kann eine gesteuerte Kühlung erfolgen und vorteilhafterweise die Pulsdauer und/oder der Volumenstrom in Art und Durchflussrate in Abhängigkeit der tatsächlich erfassten Temperatur durch die Steuer- und Recheneinheit eingestellt und angepasst werden.

[0033] Die Kühlposition wird solange eingenommen, bis bevorzugt eine Temperatur an oder in der Bauplattform des Trägers von weniger als 50 °C durch den Temperaturfühler erfasst wird. Bei Unterschreiten dieser Temperatur wird ein Signal ausgegeben, und der Träger fährt in eine weitere Position, in der das nicht verfestigte Aufbaumaterial aus der Aufbaukammer abgesaugt wird und anschließend in eine Position, in der der Formkörper von der Bauplattform aus der Aufbaukammer entnommen wird.

[0034] Der Volumenstrom zur Kühlung zumindest der Bauplattform wird vorteilhafterweise ebenso wie der Saugstrom zur Absaugung des nicht verfestigten Aufbaumaterials einer Abscheidevorrichtung und einem Filter zugeführt, welche einem Gebläse vorgeschaltet sind. Dadurch kann eine Verringerung der Bauteilkomponenten und Vereinfachung des Aufbaus gegeben sein.

[0035] Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist insbesondere eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 16 vorgesehen, welche in zumindest einem Wandabschnitt der Aufbaukammer wenigstens eine Einlassöffnung und wenigstens eine Auslassöffnung für einen Volumenstrom eines Mediums aufweist, der die Aufbaukammer durchströmt.

[0036] Dadurch kann in Abhängigkeit der Position des Trägers innerhalb der Aufbaukammer zur zumindest einen Einlassöffnung und zumindest einen Auslassöffnung eine Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial und/oder eine Kühlung des Trägers oder dessen Komponenten gegeben sein. Gleichzeitig kann eine in einer Prozesskammer integrierte Ab-

saugung beziehungsweise Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial und Kühlung zumindest des Trägers sowie gegebenenfalls der Aufbaukammer gegeben sein. Durch die integrierte Anordnung und Ausgestaltung zur Kühlung der Bauteilkomponenten als auch der Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial wird eine Reduzierung der Prozessdauer und somit eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit erzielt. Auch werden die Gefahr der Verschmutzung der Umgebung und damit verbundene Gesundheitsrisiken durch nicht verfestigtes Aufbaumaterial bei der Entnahme des Formkörpers aus der Aufbaukammer erheblich reduziert.

[0037] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist vorgesehen, dass der zumindest einen Einlassöffnung oder zumindest einen Auslassöffnung oder der zumindest einen Einlass- und der zumindest einen Auslassöffnung der Prozesskammer jeweils eine Sperreinrichtung zugeordnet ist. Dadurch kann die Prozesskammer bedarfsmäßig hermetisch abgeriegelt werden. Es kann beispielsweise ein Sauggebläse für mehrere Prozesskammern vorgesehen sein, um einen Ansaugstrom oder Volumenstrom zu erzeugen. Durch die Schließung der Ein- und/oder Auslassöffnungen sind die Prozesskammern bezüglich der Absaugung und Kühlung unabhängig voneinander, wodurch eine effiziente Arbeitsweise und eine hohe Auslastung einer Strahlquelle ermöglicht ist.

[0038] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist vorgesehen, dass in einer Auslassöffnung einer Aufbaukammer, in einer Auslassöffnung einer Pulverfalle der Prozesskammer und vorzugsweise in einer Abführleitung einer Düse zur Handabsaugung jeweils eine Sperreinrichtung vorgesehen ist. Somit sind sämtliche Öffnungen, welche zwischen der Prozesskammer oder Aufbaukammer und dem Gebläse angeordnet sind, verschließbar. Bevorzugt sind die Sperreinrichtungen einzeln oder in Gruppen ansteuerbar, so dass die Sperreinrichtungen entsprechend den aktuellen Arbeitsschritten und Prozessparametern geöffnet oder geschlossen sind. Dadurch kann des Weiteren erzielt werden, dass eine stufenlose Einstellung des Volumenstromes zur Kühlung und/oder Absaugung ermöglicht ist. Somit kann zusätzlich zur Veränderung des Volumenstromes über die Gebläseleistung auch über die Sperreinrichtungen eine Einstellung des Volumenstromes ermöglicht sein, welcher die Prozesskammer durchströmt. Die Sperreinrichtungen sind bevorzugt als Quetschventile ausgebildet, welche eine hohe Standfestigkeit aufweisen.

[0039] Zur Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial ist bevorzugt ein Volumenstrom aus Gas, Umgebungsluft oder einem Gas-/Luftgemisch vorgesehen. Die Auswahl des Mediums für den Volumenstrom zur Absaugung von nicht verfestigtem Auf-

baumaterial ist abhängig von dem verwendeten Werkstoffpulver. Bevorzugt ist die Absaugung mit Umgebungsluft vorgesehen. Um bereits bei höheren Temperaturen nicht verfestigtes Aufbaumaterial abzusaugen und einer möglichen Explosionsgefahr vorzubeugen wird alternativ die Absaugung unter Schutzgas vorgesehen.

[0040] Zur Durchströmung der Aufbaurkammer sind wenigstens eine Einlassöffnung und Auslassöffnung in der Aufbaurkammer einander gegenüberliegend angeordnet. Dadurch kann ein hoher Wirkungsgrad zur Entfernung des nicht verfestigten Aufbaumaterials und zur Kühlung des Trägers und/oder der Prozesskammer erzielt werden.

[0041] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass wenigstens eine Einlassöffnung auf gleicher Höhe zur wenigstens einen Auslassöffnung oder höher in dem Wandabschnitt der Aufbaurkammer angeordnet ist. Beispielsweise beim Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial kann eine gestufte Ausgestaltung von wenigstens einer Einlassöffnung und wenigstens einer Auslassöffnung von Vorteil sein, wodurch eine gezielte Verwirbelung des verbleibenden und nicht verfestigten Aufbaumaterials innerhalb der Aufbaurkammer erzeugt wird.

[0042] Die Anzahl der Einlassöffnungen und der Auslassöffnungen sind bevorzugt gleich ausgebildet. Dadurch kann eine gleichmäßige und konstante Durchströmung erzielt werden. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Anzahl der Einlassöffnungen geringer als die Anzahl der Auslassöffnungen, vorzugsweise bei gleicher Größe, ausgebildet ist, um einen Düseneffekt in der Aufbaurkammer zum Entfernen des nicht verfestigten Aufbaumaterials und zur Kühlung zu erzielen. Abweichend hiervon kann durch die Veränderung der Größe der Einlassöffnungen zu den Auslassöffnungen ein entsprechendes Zahlenverhältnis ausgewählt werden.

[0043] Zur gleichmäßigen Durchströmung der Aufbaurkammer ist des Weiteren vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Geometrie der zumindest einen Einlassöffnung und zumindest einen Auslassöffnung ähnlich oder gleich ausgebildet sind. Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass zumindest die Einlassöffnungen düsenförmig ausgebildet sind, um beispielsweise eine erhöhte Einströmgeschwindigkeit zu erzielen, wodurch nicht verfestigtes Aufbaumaterial vom Formkörper leichter zu lösen ist.

[0044] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere Einlassöffnungen innerhalb eines Segmentbereiches an der Umfangswand der Aufbaurkammer vorgesehen sind. Dadurch kann beispielsweise ein Bereich von bis zu 180° vorgesehen sein, innerhalb dessen Ein-

lassöffnungen positioniert sind. Durch die insbesondere düsenförmige Ausgestaltung kann eine zielgerichtete Abstrahlung des Formkörpers erzielt werden. Insbesondere bei einer zusätzlichen Auf- und Abbewegung des Trägers kann zumindest eine Vorreinigung des Formkörpers gegeben sein. Die Ein- und Auslassöffnungen können auch gruppenweise vorgesehen sein oder an die Form und Anordnung der Kühlkanäle des Trägers angepasst sein.

[0045] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die wenigstens eine Bauplattform des Trägers Kühlkanäle aufweist, welche in einer Kühlposition der Prozesskammer im Wesentlichen deckungsgleich zu den zumindest einen Einlass- und Auslassöffnungen angeordnet sind. Dadurch kann eine hohe Durchströmungsgeschwindigkeit erzielt werden, wodurch ein erhöhter Wärmetransport ermöglicht ist. Die Geometrie der zumindest einen Einlassöffnung und zumindest einen Auslassöffnung entspricht nach einer bevorzugten Ausführungsform der Geometrie der Kühlkanäle, welche insbesondere in der Bauplattform vorgesehen sind. Dadurch kann eine störungsfreie Einkopplung des Volumenstromes und eine optimale Kühlung erzielt werden.

[0046] Die zumindest eine Einlassöffnung und zumindest eine Auslassöffnung sind vorteilhafterweise in einem Abstand unterhalb einer Bodenfläche in der Aufbaurkammer vorgesehen, welche zumindest der maximalen Bauhöhe eines herzustellenden Formkörpers entspricht. Dadurch kann der Träger nach der Herstellung des Formkörpers in der Aufbaurkammer abgesenkt werden und ein gezieltes Abführen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial ist ermöglicht.

[0047] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Durchflussrate des Volumenstromes zur Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial und vorzugsweise auch zur Kühlung des Trägers durch ein Gebläse gesteuert wird. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Durchflussrate des Volumenstromes durch die Begrenzung eines Öffnungsquerschnittes der Ein- und Auslassöffnung gesteuert wird.

[0048] Die Prozesskammer umfasst vorteilhafterweise ein Filter, durch das gereinigte Umgebungsluft oder ein alternatives Kühlmedium über eine Zuführung einer Aufbaurkammer zugeführt wird.

[0049] Der Volumenstrom zur Kühlung der Bauplattform und des Formkörpers wird vorteilhafterweise ebenso wie der Saugstrom zur Absaugung des nicht verfestigten Aufbaumaterials einer Abscheidevorrichtung und vorzugsweise einem Filter zugeführt.

[0050] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der fertigge-

stellte Formkörper drehbar auf dem Träger positioniert ist. Durch die drehbare Anordnung des Formkörpers wird die Reinigungswirkung beim Entfernen des nicht verfestigten Aufbaumaterials erhöht.

[0051] Bevorzugt wird der Formkörper zumindest einmal um 360° gedreht, so dass jeder Umfangsabschnitt des Formkörpers der zumindest einen Einlassöffnung zugeordnet ist. Gleichzeitig können durch die Drehung und der in der Aufbaukammer hervorgerufenen Verwirbelung zusätzliche Impulse an der Oberfläche des Formkörpers auftreten, um die Reinigungswirkung zu erhöhen. Darüber hinaus weist die drehbare Anordnung des Formkörpers während des Entfernens von nicht verfestigtem Aufbaumaterial und der gleichzeitigen Kühlung der Aufbaukammer den Vorteil auf, dass eine gleichmäßige Kühlung auf der Oberfläche durch den einströmenden beziehungsweise durchströmenden Volumenstrom ermöglicht ist.

Ausführungsbeispiel

[0052] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen derselben werden im Folgenden anhand den in den Zeichnungen dargestellten Beispielen näher beschrieben und erläutert. Die der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmenden Merkmale können einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination erfindungsgemäß angewandt werden. Es zeigen:

[0053] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

[0054] [Fig. 2](#) eine schematische Schnittdarstellung einer Prozesskammer in einer Bearbeitungsposition beim Herstellen eines Formkörpers,

[0055] [Fig. 3](#) eine schematische Schnittdarstellung der Prozesskammer nach [Fig. 2](#) nach dem schichtweisen Aufbau eines Formkörpers in einer Kühlposition,

[0056] [Fig. 4](#) eine schematische Schnittdarstellung der Prozesskammer nach [Fig. 2](#) nach dem schichtweisen Aufbau eines Formkörpers in einer Absaugposition,

[0057] [Fig. 5](#) einen schematischen Teilschnitt einer Prozesskammer mit einer Zuführeinrichtung,

[0058] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung von zwei Prozesskammern und eine Verbindung der dazugehörigen Komponenten und

[0059] [Fig. 7](#) eine schematische Ansicht einer Aufbaukammer mit einer alternativen Zuführung von Volumenströmen.

[0060] In [Fig. 1](#) ist schematisch eine erfindungsgemäße Vorrichtung **11** zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers durch aufeinanderfolgendes Verfestigen von Schichten eines pulverförmigen Aufbaumaterials dargestellt. Die Herstellung eines Formkörpers durch Laserschmelzen ist beispielsweise in der DE 196 49 865 C1 beschrieben. Die Vorrichtung **11** umfasst eine in einem Maschinengestell **14** angeordnete Strahlquelle **16** in Form eines Lasers, beispielsweise eines Festkörperlasers, welcher einen gerichteten Strahl abgibt. Dieser Strahl wird über eine Strahlableitvorrichtung **18**, beispielsweise in Form eines oder mehrerer ansteuerbarer Spiegel, als abgelenkter Strahl auf eine Arbeitsebene in einer Prozesskammer **21** fokussiert. Die Strahlableitvorrichtung **18** ist entlang einer Linearführung **22** zwischen einer ersten Prozesskammer **21** und einer weiteren Prozesskammer **24** motorisch verfahrbar angeordnet. Über Stellantriebe kann eine exakte Position der Strahlableitvorrichtung **18** zu den Prozesskammern **21**, **24** angefahren werden. In dem Maschinengestell **14** ist des Weiteren eine Steuer- und Recheneinheit **26** zum Betrieb der Vorrichtung **11** und zur Einstellung einzelner Parameter für die Arbeitsprozesse zur Herstellung der Formkörper vorgesehen.

[0061] Die erste Prozesskammer **21** und zumindest eine weitere Prozesskammer **24** sind getrennt zueinander angeordnet und hermetisch getrennt voneinander vorgesehen.

[0062] In [Fig. 2](#) ist die Prozesskammer **21** beispielhaft im Vollquerschnitt dargestellt. Die Prozesskammer **21** umfasst ein Gehäuse **31** und ist durch eine Öffnung **32** zugänglich, welche durch wenigstens ein Verschlusselement **33** verschließbar ist. Das Verschlusselement **33** ist bevorzugt als schwenkbarer Deckel ausgebildet, der durch Verriegelungselemente **34**, wie beispielsweise Kniehebelelemente, in einer geschlossenen Position fixierbar ist. Zur Abdichtung der Prozesskammer **21** ist an dem Gehäuse **31** nahe der Öffnung **32** eine Dichtung **36** vorgesehen, die vorzugsweise als Elastomerdichtung ausgebildet ist. Das Verschlusselement **33** weist einen Bereich **37** auf, der für die elektromagnetische Strahlung des Laserstrahls durchlässig ist. Bevorzugt ist ein Fenster **38** aus Glas oder Quarzglas eingesetzt, welches Antireflexbeschichtungen an der Ober- und Unterseite aufweist. Das Verschlusselement **33** kann vorzugsweise wassergekühlt ausgebildet werden.

[0063] Die Prozesskammer **21** umfasst eine Bodenfläche **41**. In diese Bodenfläche **41** mündet von unten eine Aufbaukammer **42**, in welcher ein Träger **43** auf- und abbewegbar vorgesehen und geführt ist. Der Träger **43** umfasst zumindest eine Bodenplatte **44**, die über eine Hubstange oder Hubspindel **46** auf- und abbewegbar angetrieben ist. Hierzu ist ein Antrieb **47**, beispielsweise ein Zahnriemenantrieb, vorgesehen, welcher die feststehende Hubspindel **46** auf-

und abbewegt. Die Bodenplatte **44** des Trägers **43** wird vorzugsweise zumindest während des schichtweisen Aufbaus durch ein fluides Medium gekühlt, welches vorzugsweise Kühlkanäle in der Bodenplatte **44** durchströmt. Zwischen der Bodenplatte **44** und der Bauplattform **49** des Trägers **43** ist eine Isolierschicht **48** aus einem mechanisch stabilen, thermisch isolierenden Material angeordnet.

[0064] Dadurch kann eine Erwärmung der Hubspindel **46** durch die Heizung der Bauplattform **49** und eine damit einhergehende Beeinflussung der Positionierung des Trägers **43** verhindert werden.

[0065] Entlang der Bodenfläche **41** der Prozesskammer **21** verfährt eine Auftrags- und Nivelliereinrichtung **56**, welche ein Aufbaumaterial **57** in die Aufbaukammer **42** aufbringt. Durch selektives Aufschmelzen des Aufbaumaterials **57** wird eine Schicht auf den Formkörper **52** aufgebaut.

[0066] Das Aufbaumaterial **57** besteht bevorzugt aus Metall- oder Keramikpulver. Auch andere für das Laserschmelzen und Lasersintern geeignete und verwendete Werkstoffe werden eingesetzt. In Abhängigkeit des herzustellenden Formkörpers **52** werden die einzelnen Werkstoffpulver ausgewählt.

[0067] Die Prozesskammer **21** weist an einer Seite eine Einströmdüse **61** zur Zuführung von Schutzgas oder Inertgas auf. An einer gegenüberliegenden Seite ist eine Absaugdüse oder Absaugöffnung **62** vorgesehen, um das zugeführte Schutz- oder Inertgas abzuführen. Während der Herstellung des Formkörpers **52** wird eine laminare Strömung an Schutz- oder Inertgas erzeugt, um beim Aufschmelzen des Aufbaumaterials **57** eine Oxidation zu vermeiden und das Fenster **38** im Verschlusselement **33** zu schützen. Vorzugsweise wird die hermetisch abgeriegelte Prozesskammer **21** während des Aufbauprozesses unter einem Überdruck von beispielsweise 20 hPa gehalten, wobei auch deutlich höhere Drücke denkbar sind. Dadurch kann während des Aufbauprozesses kein Luftsauerstoff in die Prozesskammer **21** eindringen. Bei der Umwälzung des Schutz- oder Inertgases kann gleichzeitig eine Kühlung erfolgen. Außerhalb der Prozesskammer **21** ist vorzugsweise eine Kühlung und Filtrierung des Schutz- oder Inertgases von aufgenommenen Partikeln des Aufbaumaterials **57** vorgesehen.

[0068] Die Aufbaukammer **42** ist bevorzugt zylindrisch ausgebildet. Weitere Geometrien können ebenfalls vorgesehen sein. Der Träger **43** oder zumindest Teile des Trägers **43** sind an die Geometrie der Aufbaukammer **42** angepasst. In der Aufbaukammer **42** wird der Träger **43** zum schichtweisen Aufbau gegenüber der Bodenfläche **41** nach unten bewegt. Die Höhe der Aufbaukammer **42** ist an die Aufbauhöhe beziehungsweise die maximal aufzubauende Höhe

eines Formkörpers **52** angepasst.

[0069] Eine Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** schließt unmittelbar an die Bodenfläche **41** an und erstreckt sich nach unten, wobei diese Umfangswand **83** an der Bodenfläche **41** aufgehängt ist. In der Umfangswand **83** ist zumindest eine Einlassöffnung **112** vorgesehen. Diese Einlassöffnung **112** steht mit einer Zuführleitung **111** in Verbindung, welche ein Filter **126** außerhalb des Gehäuses **31** aufnimmt. Umgebungsluft wird über das Filter **126** und die Versorgungsleitung **111** durch die Einlassöffnung **112** der Aufbaukammer **42** zugeführt. Die Aufbaukammer **42** weist des Weiteren zumindest eine Auslassöffnung **113** in der Umfangswand **83** auf, an welche sich eine Abführleitung **114** anschließt, die aus dem Gehäuse **31** herausführt und in eine Abscheidevorrichtung **107** mündet. Dieser nachgeschaltet ist ein Filter **108**, welches über eine Verbindungsleitung **118** den aus der Aufbaukammer **42** abgeführten Volumenstrom abführt. Vorteilhafterweise ist vorgesehen, dass die Einlassöffnung **112** und die Auslassöffnung **113** miteinander fluchten. Ebenso können die Öffnungen **112**, **113** zueinander versetzt angeordnet sein, sowohl in Bezug auf die Höhe als auch deren Zuführposition in radialer Richtung beziehungsweise rechtwinklig zur Längsachse der Aufbaukammer **42**.

[0070] Die Bauplattform **49** setzt sich aus einer Heizplatte **136** und einer Kühlplatte **132** zusammen. In der Heizplatte **136** sind strichliniert Heizelemente **87** dargestellt. Des weiteren umfasst die Heizplatte **136** einen nicht näher dargestellten Temperaturfühler. Die Heizelemente **87** und der Temperaturfühler stehen mit Versorgungsleitungen **91**, **92** in Verbindung, die wiederum durch die Hubspindel **46** zur Bauplattform **49** geführt sind. Am Außenumfang **93** der Bauplattform **49** ist eine umlaufende Nut **81** vorgesehen, in welcher ein oder mehrere Dichtringe **82** eingesetzt sind, dessen oder deren Durchmesser geringfügig veränderbar und an die Einbausituation und Temperaturschwankungen anpassbar ist. Der oder die Dichtringe **82** liegen an einer Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** an. Dieser Dichtring **82** weist eine Oberflächenhärte auf, welche geringer ist als die der Umfangswand **83**. Die Umfangswand **83** weist vorteilhafterweise eine Oberflächenhärte auf, welche größer als die Härte des Aufbaumaterials **57** ist, welches für den Formkörper **52** vorgesehen ist. Dadurch kann sichergestellt werden, dass eine Beschädigung der Umfangswand **83** bei längerem Gebrauch verhindert wird und lediglich der Dichtring **82** als Verschleißteil entsprechend den Wartungsintervallen ausgetauscht werden muss. Vorteilhafterweise ist die Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** oberflächenbeschichtet, beispielsweise verchromt.

[0071] Die Bodenplatte **44** umfasst eine Wasserkühlung, welche zumindest während des Aufbaus des Formkörpers **52** in Betrieb ist. Über eine Kühlei-

tung **86**, welche durch die Hubspindel **46** der Bodenplatte **44** zugeführt ist, wird Kühlflüssigkeit den in der Bodenplatte **44** vorgesehenen Kühlkanälen zugeführt. Als Kühlmedium ist vorzugsweise Wasser vorgesehen. Durch die Kühlung kann die Bodenplatte **44** beispielsweise auf eine im wesentlichen konstante Temperatur von 20 °C bis 40 °C eingestellt werden.

[0072] Der Träger **43** weist zur Aufnahme eines Formkörpers **52** eine Substratplatte **51** auf, welche auf den Träger **43** fest oder lösbar durch eine Arretierung und/oder eine Ausrichthilfe positioniert ist. Die Heizplatte **136** wird vor Beginn der Herstellung eines Formkörpers **52** auf eine Betriebstemperatur zwischen 300 °C und 500 °C aufgeheizt, um einen spannungsarmen, rissfreien Aufbau des Formkörpers **52** zu ermöglichen. Der nicht näher dargestellte Temperaturfühler erfasst die Aufheiztemperatur oder Betriebstemperatur während des Aufbaus des Formkörpers **52**.

[0073] Die Bauplattform **49** weist Kühlkanäle **101** auf, welche sich bevorzugt quer durch die gesamte Bauplattform **49** erstrecken. Es können ein oder mehrere Kühlkanäle **101** vorgesehen sein. Die Position der Kühlkanäle **101** ist beispielsweise an die Isolierschicht **48** angrenzend gemäß dem Ausführungsbeispiel dargestellt. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Kühlkanäle **101** sich nicht nur unterhalb von Heizelementen **87**, sondern auch oberhalb und/oder zwischen den Heizelementen **87** erstrecken.

[0074] Nach dem Fertigstellen des Formkörpers **52** wird der Träger **43** aus der in [Fig. 2](#) dargestellten Bearbeitungsposition in eine erste Position oder Kühlposition **121** abgesenkt. Diese Position ist in [Fig. 3](#) dargestellt. Bereits während des Absenkens des Trägers **43** kann ein Volumenstrom aus der Umgebung über das Filter **126** und die Versorgungsleitung **111** der Aufbaukammer **42** zugeführt und über die Auslassöffnung **113** und Abführleitung **114** aus der Aufbaukammer **42** abgeführt werden. Bereits zu diesem Zeitpunkt als auch noch während des Aufbaus des Formkörpers **52** kann eine Kühlung der Aufbaukammer **42** gegeben sein.

[0075] Die Kühlposition **121** des Trägers **43** ist derart vorgesehen, dass Kühlkanäle **101** der Bauplattform **49** mit der zumindest einen Einlassöffnung **112** und zumindest einen Auslassöffnung **113** in der Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** fluchten. Der Volumenstrom durchströmt die Kühlkanäle **101**, wodurch zumindest eine Kühlung der Bauplattform **49** gegeben ist. Die Kühlung kann durch einen gepulsten Saugstrom erfolgen. Durch die Länge der Pulsdauer, sowie deren Unterbrechung, kann die Abkühlrate in dem Formkörper **52** bestimmt werden. Bevorzugt ist eine gleichmäßige Kühlung über eine vorbestimmte Zeitdauer vorgesehen, damit der Aufbau von Eigenspannungen im Formkörper **52** gering gehalten wird.

Die Kühlung kann auch durch einen Volumenstrom vorgesehen sein, der in seiner Durchflussmenge kontinuierlich zunimmt oder abnimmt. Ebenso kann ein Wechsel zwischen Zu- und Abnahme vorgesehen sein, um die gewünschte Abkühlrate zu erzielen. Durch den in der Heizplatte **136** vorgesehenen Temperaturfühler kann die Abkühlrate erfasst werden. Gleichzeitig kann über diesen Temperaturfühler die noch verbleibende Temperatur des Formkörpers **52** abgeleitet werden. Diese Kühlposition **121** wird solange eingehalten, bis der Formkörper **52** auf eine Temperatur von beispielsweise weniger als 50 °C abgekühlt ist. Gleichzeitig kann in dieser Kühlposition **121** die Bodenplatte **44** weiterhin gekühlt werden. Zusätzlich kann ebenso vorgesehen sein, dass an die Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** angrenzend oder in der Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** Kühlkanäle oder Kühlschläuche vorgesehen sind, welche ebenfalls dazu beitragen, dass eine Kühlung der Aufbaukammer **42**, des Formkörpers **52** und des Trägers **43** ermöglicht ist.

[0076] Nach dem Kühlen des Formkörpers **52** auf die gewünschte oder voreingestellte Temperatur, wird der Träger **43** in eine weitere Position oder Absaugposition **128** überführt, welche in [Fig. 4](#) dargestellt ist. Diese beispielhaft dargestellte Absaugposition **128** dient zum Entfernen, insbesondere zur Absaugung, des Aufbaumaterials **57**, welches beim Herstellen des Formkörpers **52** nicht verfestigt wurde. Vor dem Anlegen eines Saugstromes, der die Aufbaukammer **42** durchströmt, wird die Aufbaukammer **42** durch ein Verschlusselement **123** geschlossen. Dieses Verschlusselement **123** weist Befestigungselemente **124** auf, welche an oder in der Öffnung **32** angreifen, um das Verschlusselement **123** dicht zur Aufbaukammer **42** festzulegen. Das Verschlusselement **123** ist bevorzugt transparent ausgebildet, so dass das Absaugen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** überwacht werden kann. Durch einen die Aufbaukammer **42** durchströmenden Saugstrom wird eine Verwirbelung in der Aufbaukammer **42** erzeugt, wodurch das nicht verfestigte Aufbaumaterial **57** abgesaugt und der Abscheidevorrichtung **107** und dem Filter **108** zugeführt wird. Gleichzeitig erfolgt durch die Absaugung weiterhin eine Kühlung der Aufbaukammer **42**, des Formkörpers **52** und der Bauplattform **49**. Zusätzlich kann über zumindest eine Düse in dem Verschlusselement **123** eine weitere Luftzufuhr ermöglicht sein.

[0077] Die Absaugung des Aufbaumaterials **57** kann durch einen konstanten Volumenstrom, einen gepulsten Volumenstrom oder einen Volumenstrom mit einem zunehmenden oder abnehmenden Masendurchsatz betrieben werden. Nach einer vorgegebenen Zeitdauer der Absaugung oder einer durch das Bedienpersonal einstellbaren Zeitdauer wird die Absaugung beendet.

[0078] Zur Entnahme des Formkörpers **52** wird das Verschlusselement **123** von der Aufbaukammer **42** abgenommen und der Träger **43** fährt in eine obere Position, so dass der Formkörper **52** zumindest teilweise oberhalb der Bodenfläche **41** der Prozesskammer **21** zur Entnahme positioniert wird.

[0079] In [Fig. 5](#) ist ein Ausführungsbeispiel für die Zuführung des Aufbaumaterials **57** über eine Zuführeinrichtung **72** in die Prozesskammer **21** dargestellt. Der Teilschnitt zeigt einen Zuführkanal **71**, der mit einem nicht näher dargestellten Sammelbehälter oder Vorratsbehälter in Verbindung steht und Aufbaumaterial **57** bereitstellt. Die Zuführeinrichtung **72** umfasst einen Schieber **73**, welcher vorzugsweise eine schlitzförmige Öffnung **74** aufweist, die in einer ersten Position ermöglicht, dass das Aufbaumaterial **57** in die Öffnung **74** gelangt. Nach Positionieren des Schiebers **73** in einer zweiten Position wird das in der Öffnung **74** gespeicherte Aufbaumaterial **57** über einen Spalt **76** in die Auftrag- und Nivelliereinrichtung **56** befördert, welche im Anschluss daran durch eine Hin- und Herbewegung gemäß Pfeil **77** das Aufbaumaterial **57** in die Aufbaukammer **42** überführt. An den Umkehrpunkten für die Hin- und Herbewegung der Auftrag- und Nivelliereinrichtung **56** sind in der Bodenfläche **41** Aussparungen **79** vorgesehen, durch welche überschüssiges Aufbaumaterial **57** in eine Aufnahme oder Pulverfalle **80** abgeführt werden kann. Somit ist nach dem Einbringen des Aufbaumaterials **57** in die Aufbaukammer **42** die Bodenfläche **41** im wesentlichen frei von Aufbaumaterial **57**. Durch die Ausgestaltung der Zuführeinrichtung **72** ist eine portionierte Zuführung von Aufbaumaterial **57** in die Prozesskammer **28** ermöglicht. Des Weiteren ist durch diese Zuführeinrichtung **72** ermöglicht, dass ein einfacher und schneller Wechsel von einem Aufbaumaterial **57** zu einem weiteren Aufbaumaterial **57** gegeben ist, da diese Zuführeinrichtung **72** eine nahezu rückstandsfreie Einbringung des Aufbaumaterials **57** in die Prozesskammer **21** ermöglicht. Weitere Lösungen zur Ausgestaltung der Zuführeinrichtung **72** sind ebenfalls möglich. Beispielsweise kann die portionierte Zuführung des Aufbaumaterials **57** auch über ein steuerbares Verschlusselement und ein Sensorelement erfolgen, mit dem die Zuführmenge bestimmt wird. Ebenso ist es möglich, anstelle der beschriebenen Auftrag- und Nivelliereinrichtung **56** eine Einrichtung zu verwenden, die das Aufbaumaterial **57** nach Art eines Bedruckungsverfahrens in die Aufbaukammer **42** aufbringt.

[0080] Das Doppelkammer- oder Mehrkammerprinzip wird nachfolgend anhand der [Fig. 6](#) beschrieben, welche eine schematische Draufsicht auf die erfindungsgemäße Vorrichtung **11** zeigt, wobei gleichzeitig auch auf die vorangegangenen Figuren Bezug genommen wird.

[0081] Jede Prozesskammer **21**, **24** umfasst ein Fil-

ter **126**, durch das gereinigte Umgebungsluft über eine Zuführleitung **111** einer Aufbaukammer **42** zugeführt wird. Aus der Aufbaukammer **42** führt eine Abführleitung **114** den Volumenstrom ab, der außerhalb des Gehäuses **31** einer Abscheidevorrichtung **107** zugeführt wird. Dieser ist ein Filter **108** nachgeschaltet. Des Weiteren umfasst die Prozesskammer **21**, **24** jeweils eine Leitung **106**, welche das in einer Pulverfalle **80** aufgefangene Aufbaumaterial **57** aus dem Gehäuse **31** abführt und der Abscheidevorrichtung **107** beziehungsweise der Abführleitung **114** zuführt. Diese Leitung **106** steht mit einer Auslassöffnung der Pulverfalle **80** in dem Gehäuse **31** in Verbindung, durch welche nicht benötigtes Aufbaumaterial **57** aufgenommen wird.

[0082] Jeder Prozesskammer **21**, **24** sind als Sperrventile ausgebildete Sperreinrichtungen **176** zugeordnet. Diese Sperreinrichtungen **176** sind in einer bevorzugten Ausführungsform in der Auslassöffnung **113** der Abführleitung **114** sowie in den Auslassöffnungen der Pulverfalle **80** vorgesehen, in welche die Leitung zur Pulverabfuhr münden. Des Weiteren können diese Sperreinrichtungen **176** zwischen der Prozesskammer **21**, **24** in einem Leitungsabschnitt der Abführleitung **114** und der Leitung **106** vor einer Abscheidevorrichtung **107** vorgesehen sein. Des Weiteren ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass in einer Absaugleitung **117** einer Düse **116** zur Handabsaugung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** oder der Düse **116** zugeordnet ebenfalls eine Sperreinrichtung **176** vorgesehen ist. Zusätzlich können zur Erhöhung der Sicherheit weitere Sperreinrichtungen **176** vorgesehen sein. Beispielsweise kann eine Sperreinrichtung **176** in der Einlassöffnung **112** der Zuführleitung **111** vorgesehen sein. Des Weiteren kann zusätzlich eine Sperreinrichtung **176** in der jeweils von der Prozesskammer **21**, **24** in das Gebläse **109** mündenden Verbindungsleitungen **118** vorgesehen sein, um weitere Sicherheitsfunktionen auszubilden.

[0083] Die Sperreinrichtungen **176** sind einzeln oder in Funktionsgruppen zusammengefasst ansteuerbar, so dass die Ansteuerung in die einzelnen Arbeitsprozesse, wie Herstellen des Formkörpers, Abkühlen des Trägers und Absaugen des nicht verfestigten Aufbaumaterials **57**, eingebunden sind. Dadurch wird sichergestellt, dass beispielsweise beim Absaugen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** oder Abkühlen des Trägers **43** in der Prozesskammer **21** durch Schließen der Sperreinrichtungen **176** der Prozesskammer **24** eine hermetische Abriegelung der Prozesskammer **24** zur Prozesskammer **21** gegeben ist. Bevorzugt werden als Sperreinrichtung **176** Quetschventile eingesetzt, die eine hohe Standfestigkeit aufweisen.

[0084] Die Ansteuerung der Sperreinrichtungen **176** erfolgt bevorzugt in Abhängigkeit der Position des

Trägers **43** in der Aufbaukammer **42**. Des Weiteren kann auch vorgesehen sein, dass das Signal zur Ansteuerung der Sperreinrichtungen **176** mit dem Steuersignal zum Betrieb des Gebläses **109** gekoppelt ist. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass alle Sperreinrichtungen **176** im Ruhezustand geschlossen sind und dass während des Absaugens beziehungsweise des Kühlens in einer Prozesskammer **21, 24** nur die dafür erforderlichen Sperreinrichtungen **176** geöffnet werden.

[0085] In die Abscheidevorrichtung **107** mündet des Weiteren eine Absaugleitung **117**, welche eine Düse **116** zur manuellen Reinigung der Prozesskammer **21, 24** sowie des weiteren Umfeldes der Prozesskammer **21, 24** ermöglicht.

[0086] An der Düse **116** beziehungsweise an einem Rahmen zur Aufnahme der Düse **116** ist ein Sensorelement vorgesehen, welches beim Herausnehmen der Düse **116** aus der Halterung zur Handabsaugung automatisch das Gebläse **109** zuschaltet und die zugehörige Sperreinrichtung **176** öffnet, so dass die Düse **116** betriebsbereit ist. Die weiteren Sperreinrichtungen **176** bleiben hierbei geschlossen.

[0087] Die zumindest zwei Prozesskammern **21, 24** weisen des Weiteren vorzugsweise jeweils ein getrenntes Kühlsystem **103** ([Fig. 1](#)) auf, welches Komponenten in und an dem Gehäuse **31** kühlt.

[0088] Die aus der Aufbaukammer **42** abgeführte Luft/Gas und das abgeführte Aufbaumaterial **57** werden somit jeweils einer jeder Prozesskammer **21, 24** zugeordneten Abscheidevorrichtung **107** und einem dieser nachgeschalteten Filter **108** zugeführt. Die Abscheidevorrichtung **107** umfasst einen Auffangbehälter, in welchem das abgeführte Aufbaumaterial **57** gesammelt wird. Dieses gesammelte Aufbaumaterial **57** kann durch ein Sieb zwischen der Abscheidevorrichtung **108** und dem Auffangbehälter gereinigt werden oder einer externen Aufbereitungsanlage zugeführt werden, um im Anschluss über die Zuführeinrichtung **72** für den weiteren schichtweisen Aufbau eines Formkörpers **52** verwendet zu werden. Durch die getrennte Absaugung, welche für jede Prozesskammer **21, 24** vorgesehen ist, können unterschiedliche Aufbaumaterialien eingesetzt werden, wobei eine Vermischung oder eine Verunreinigung des Aufbaumaterials **57** unterbunden ist. Insbesondere durch die Sperreinrichtungen **176** werden Beeinflussungen oder Vermischungen innerhalb der jeweiligen Kreisläufe, welche für jede Prozesskammer **21, 24** ausgebildet sind, verhindert.

[0089] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist des Weiteren vorteilhafterweise eine Löschanlage auf, welche für jede Prozesskammer **21, 24** vorgesehen und in die jeweilige Absaugung zumindest teilweise integriert ist. In der Absaugung ist ein thermisches

Überwachungselement vorgesehen, welches die Temperatur in der Absaugung überwacht. Sobald ein auf das Aufbaumaterial **57** anpassbarer und einstellbarer Grenzwert überschritten wird, gibt dieses Überwachungselement ein Notstoppsignal an die Steuer- und Recheneinheit **26** aus. Daraufhin wird das Gebläse **109** stillgesetzt. Gleichzeitig werden die Leitungen **106, 114, 117, 118** mit Schutz- oder Inertgas befüllt und die Sperreinrichtungen **176** geschlossen. Unmittelbar im Anschluss daran werden die Sperr-einrichtungen **176** geschlossen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass der für eine mögliche Verbrennung erforderliche Sauerstoff durch das Schutzgas verdrängt wird. Diese Löschanlage weist den Vorteil auf, dass nach einem Reinigungsprozess sämtliche Bauteilkomponenten für die weitere Herstellung von Formkörpern **52** verwendet werden können.

[0090] Zumindest zwei Prozesskammern **21, 24** werden gemeinsam durch ein Gebläse **109** betrieben. Dieses Gebläse **109** ist bevorzugt als Radialgebläse ausgebildet und steht über Verbindungsleitungen **118** mit den jeweiligen Abscheidevorrichtungen **107** und Filtern **108** der Prozesskammern **21, 24** in Verbindung. Durch diese vorteilhafte Anordnung und Ausgestaltung der Prozesskammern **21, 24** sowie deren Zuordnung von Bauteilkomponenten und der Einbindung von Sperreinrichtungen **176** kann erzielt werden, dass jede Prozesskammer **21, 24** autark ausgebildet und hermetisch abgeriegelt ist. Ebenso ist eine gemeinsame Strahlquelle **16** und eine gemeinsame Strahlableinrichtung **18** vorgesehen. Die weiteren Komponenten sind entsprechend der Anzahl der Prozesskammern **21, 24** vorgesehen, wodurch ermöglicht wird, dass geschlossene Materialkreisläufe sowohl für das Aufbaumaterial **57** als auch das Schutz- oder Inertgas gegeben sind.

[0091] Während des Aufbaus und der Herstellung eines Formkörpers **52** in einer Prozesskammer **21** können in der zumindest einen weiteren Prozesskammer **24** Umrüstarbeiten oder die Absaugung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** und/oder die Kühlung des Formkörpers **52** durchgeführt werden, ohne dass die benachbarte oder die benachbarten Prozesskammern beeinflusst werden. Dadurch kann eine optimale Auslastung der Strahlquelle **16** gegeben sein. Zusätzlich können in jeder Prozesskammer **21, 24** unterschiedliche Formkörper **52** mit unterschiedlichen Aufbaumaterialien **57** und Herstellungsparametern aufgebaut werden.

[0092] Das vorgenannte Prinzip ist nicht auf Doppelkammersysteme beschränkt. Vielmehr können auch drei oder mehrere Prozesskammern **21, 24** einander zugeordnet werden. Eine Strahlableinrichtung **18** kann jeweils zur Prozesskammer **21, 24** positioniert werden, um einen abgelenkten Strahl auf die gewünschte Stelle innerhalb der Arbeitsebene zu füh-

ren. Alternativ kann ebenso vorgesehen sein, dass die Strahlquelle **16** und Strahlblendenrichtung **18** feststehend ausgebildet sind und die Prozesskammern **21**, **24** relativ zur Strahlblendenrichtung **18** bewegt werden. Beispielsweise ist eine Karussellanordnung denkbar. Bei dieser Ausgestaltung kann ebenso vorgesehen sein, dass sowohl die Strahlblendenrichtung **18** und/oder die Strahlquelle **16** als auch die Prozesskammern **21**, **24** relativ zueinander verfahrbar angeordnet sind.

[0093] In [Fig. 7](#) ist eine alternative Ausführungsform einer Aufbaukammer **42** dargestellt, bei der gleichzeitig ein Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** und eine Kühlung des Trägers **43**, insbesondere der zumindest einen Bauplattform **49**, ermöglicht ist. Hierfür sind in einer Umfangswand **83** der Aufbaukammer **42** zumindest eine schlitzförmige Einlassöffnung **112** und gegenüberliegend zumindest eine schlitzförmige Auslassöffnung **113** vorgesehen. Die Einlassöffnung **112** wird von einer Zuführleitung **111** mit Umgebungsluft versorgt, welche durch ein Filter **126** gereinigt ist.

[0094] Über vorzugsweise Luftleitelemente wird der angesaugte Volumenstrom aufgeteilt, so dass beispielsweise ein erster Volumenstrom an Umgebungsluft einem oberen Abschnitt der Einlassöffnung **112** zum Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** zugeführt wird und ein zweiter Volumenstrom einem unteren Abschnitt der Einlassöffnung **112** zugeführt wird, um die Kühlkanäle **101** zu durchqueren. Auf der Auslassseite werden über jeweils den Einlassöffnungen **112** zugeordnete Auslassöffnungen **113** die Volumenströme abgeführt und beispielsweise einer gemeinsamen Abscheidevorrichtung **107** und einem Filter **108** zugeführt. Über ein Gebläse **109** wird der Volumenstrom gesteuert und eine Ansaugung ermöglicht. Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass die Volumenströme innerhalb der Einlassöffnung **112** jeweils separat steuerbar sind, so dass beispielsweise der Volumenstrom zur Absaugung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial **57** größer als der Volumenstrom zur Kühlung der Bauplattform **49** vorgesehen sein kann. In der Zuführleitung **111** können vorteilhafterweise separat oder gemeinsam steuerbare Drosselelemente oder Drosselklappen an den Luftleitelementen vorgesehen sein. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Zuführleitungen **111** getrennt ausgebildet sind und jeweils ein Filter **126** aufweisen. Eine gemeinsame Auslassöffnung **113** ist bevorzugt gegenüberliegend vorgesehen. Durch die Dimensionierung des Querschnitts der Leitungen **111** und **114** und/oder durch die Steuerung des Gebläses **109** können die Volumenströme gesteuert werden. Ebenso können zur Steuerung der Volumenströme Sperreinrichtungen **176** vorgesehen sein.

[0095] Diese Ausgestaltung gemäß [Fig. 7](#) weist den

Vorteil auf, dass in einer Position des Trägers **43** die Kühlung und Absaugung gleichzeitig vorgenommen werden kann oder dass in einer Position nacheinander die Kühlung und/oder Absaugung erfolgen kann, wobei dann entsprechende Sperreinrichtungen **176** in den Zuführleitungen **111** oder der Einlassöffnung angesteuert werden, um die Volumenströme zu steuern. Sofern der Träger **43** weitere Kühlkanäle aufweist, können auch noch weitere Zuführleitungen in die Aufbaukammer **42** münden, um eine gleichzeitige oder nacheinander folgende Kühlung und/oder Absaugung in einer Kühl- und Absaugposition durchzuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers (**52**) durch aufeinanderfolgendes Verfestigen von Schichten eines pulverförmigen, mittels elektromagnetischer Strahlung oder Teilchenstrahlung verfestigbaren Aufbaumaterials (**57**) an dem jeweiligen Querschnitt des Formkörpers (**52**) entsprechenden Stellen, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Formkörper (**52**) aufnehmender Träger (**43**) nach der Fertigstellung des Formkörpers (**52**) innerhalb einer Aufbaukammer (**42**) aus einer Bearbeitungsposition

– in eine Kühlposition (**121**) verfahren wird, in welcher zumindest der Träger (**43**) gekühlt wird oder
 – in eine Absaugposition (**128**) verfahren wird, in welcher das nicht verfestigte Aufbaumaterial (**57**) aus der Aufbaukammer (**42**) entfernt wird oder
 – in eine Kühl- und Absaugposition verfahren wird, in welcher das nicht verfestigte Aufbaumaterial (**57**) aus der Aufbaukammer (**42**) entfernt und der Träger (**43**) gekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (**43**) vor oder nach dem direkten oder indirekten Kühlen des Formkörpers (**52**) in eine Absaugposition (**128**) verfahren wird, in der das nicht verfestigte Aufbaumaterial (**57**) aus der Aufbaukammer (**42**) entfernt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Aufbaukammer (**42**) zumindest zum Kühlen des Trägers (**43**) oder des Formkörpers (**52**) und zum Entfernen von nicht verfestigtem Aufbaumaterial (**57**) ein Saugstrom erzeugt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Kühlposition (**121**) eine den Formkörper (**52**) aufnehmende Bauplattform (**49**) des Trägers (**43**) zumindest teilweise durchströmt und gekühlt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Träger (**43**), vorzugsweise in der Bauplattform (**49**),

Kühlkanäle (101) zumindest einer in der Aufbaukammer (42) angeordneten Einlassöffnung (112) zugeordnet werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (43) in einer Kühlposition (121) in der Aufbaukammer (42) angeordnet ist und ein Kühlstrom zum Durchströmen von Kühlkanälen (101) der Bauplattform (49) und zumindest ein weiterer Kühlstrom für den Formkörper (52) erzeugt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Absaugposition (128) eine Bauplattform (49) des Trägers (43) unterhalb oder von unten an zumindest eine Auslassöffnung (113) angrenzend in der Aufbaukammer (42) positioniert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn zur Entfernung des nicht verfestigten Aufbaumaterials (57) von einem Sensor überwacht wird, durch welchen nach dem Anbringen eines Verschlusselementes (123) auf eine Öffnung der Aufbaukammer (42) ein Signal an eine Steuer- und Recheneinheit (26) weitergeleitet wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kühlung oder Absaugung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial (57) ein kontinuierlicher Volumenstrom, ein Volumenstrom mit zunehmendem, pulsierendem oder abnehmendem Durchsatzvolumen erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach einer Arbeitsphase zur Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial (57) in der Aufbaukammer (42) oder an dem Formkörper (52) verbleibende Reste an Aufbaumaterial (57) manuell mit einer Saugdüse (116) abgesaugt werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Volumenströme, vorzugsweise Saugströme, in wenigstens zwei Prozesskammern (21, 24) mit einem Gebläse (109), vorzugsweise einem Radialgebläse, erzeugt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Prozesskammer (21, 24) eine Abscheidevorrichtung (107) und ein Filter (108) nachgeschaltet sind und mehrere Prozesskammern (21, 24) mit wenigstens einem Gebläse (109) betrieben werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlung zumindest der Bauplattform (49) und vorzugs-

weise des Formkörpers (52) durch wenigstens einen in der Bauplattform (49) angeordneten Temperaturfühler überwacht wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abkühlgeschwindigkeit zumindest der Bauplattform (49) und vorzugsweise des Formkörpers (52) mittels eines kontinuierlich oder gepulst variierbaren Volumenstromes geregelt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die Bauplattform (49) bis auf eine Temperatur von weniger als 50 °C abgekühlt wird.

16. Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Formkörpers (52) durch aufeinanderfolgendes Verfestigen von Schichten eines pulverförmigen, mittels elektromagnetischer Strahlung oder Teilchenstrahlung verfestigbaren Aufbaumaterials (57) an dem jeweiligen Querschnitt des Formkörpers (52) entsprechenden Stellen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Träger (43) zur Aufnahme eines Formkörpers (52), welcher in einer Prozesskammer (21, 24) auf und ab bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Wandabschnitt einer Aufbaukammer (42) der Prozesskammer (21, 24) wenigstens eine Einlassöffnung (112) und wenigstens eine Auslassöffnung (113) für einen Volumenstrom eines Mediums vorgesehen sind, welcher die Aufbaukammer (42) durchströmt.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest einen Einlassöffnung (112) oder der zumindest einen Auslassöffnung (113) oder der zumindest einen Einlassöffnung (112) und der zumindest einen Auslassöffnung (113) der Prozesskammer (21, 24) jeweils eine Sperreinrichtung (176) zugeordnet ist, welche vorzugsweise unmittelbar in der Einlass- und/oder Auslassöffnung (112, 113) positioniert ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass in einer der Auslassöffnung (113) der Aufbaukammer (42) zugeordneten Abfuhrleitung (114), in einer oder mehreren an einer oder mehreren Pulverfallen (80) der Prozesskammer (21, 24) angeschlossenen Abfuhrleitung (106) und vorzugsweise in einer an eine Düse (116) zur Handabsaugung angeordnete Absaugleitung (117) jeweils eine Sperrereinrichtung (176) vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Sperrereinrichtungen (176) durch eine Steuer- und Recheneinheit (26) getrennt oder gruppenweise oder gemeinsam ansteuerbar sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zur Entfernung von nicht verfestigtem Aufbaumaterial (57) nach der Fertigstellung des Formkörpers (52) ein Gas-, Luft-, Gas-/Luftstrom vorgesehen ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Einlassöffnung (112) und wenigstens eine Auslassöffnung (113) in der Aufbaukammer (42) einander gegenüberliegend angeordnet sind und/oder die wenigstens eine Einlassöffnung (112) auf gleicher Höhe zur wenigstens einen Auslassöffnung (113) oder höher in dem Wandabschnitt der Aufbaukammer (42) angeordnet sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Einlassöffnungen (112) der Anzahl der Auslassöffnungen (113) entspricht oder dass die Anzahl der Einlassöffnungen (112) geringer als die Anzahl der Auslassöffnungen (113), vorzugsweise bei gleicher Größe der Öffnungen (112, 113), ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlplatte (132) der Bauplatzform (49) Kühlkanäle (101) aufweist, welche in einer Kühlposition (121) des Trägers (43) zur Aufbaukammer (42) im Wesentlichen deckungsgleich zu der zumindest einen Einlassöffnung (112) und Auslassöffnung (113) angeordnet sind und vorzugsweise eine der zumindest einen Einlassöffnung (112) und der zumindest einen Auslassöffnung (113) entsprechende Geometrie aufweisen.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Einlassöffnung (112) und zumindest eine Auslassöffnung (113) in einem Abstand unterhalb einer Bodenfläche (41) in der Aufbaukammer (42) vorgesehen sind, welcher zumindest der maximalen Bauhöhe eines herzustellenden Formkörpers (52) entspricht.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass eine Durchflussrate des Volumenstromes zumindest für die Entfernung des nicht verfestigten Aufbaumaterials (57) oder der Kühlung des Trägers (43) durch ein einstellbares Gebläse (109) steuerbar ist oder dass die Durchflussrate des Volumenstromes durch die Begrenzung eines Öffnungsquerschnitts von zumindest einer Einlassöffnung (112) oder einer Auslassöffnung (113) steuerbar ist.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kühlung des Trägers (43), vorzugsweise mit Umgebungsluft, an einer der Einlassöffnung (112) zugeordneten Zufuhrleitung (111) ein Filter (126) angeordnet ist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest einen Auslassöffnung (113) wenigstens eine Abscheidvorrichtung (107) und vorzugsweise ein Filter (108) nachgeschaltet ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass der Formkörper (52) während des Entfernens des nicht verfestigten Aufbaumaterials (57) oder des Kühlens auf dem Träger (43) drehbar angeordnet ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

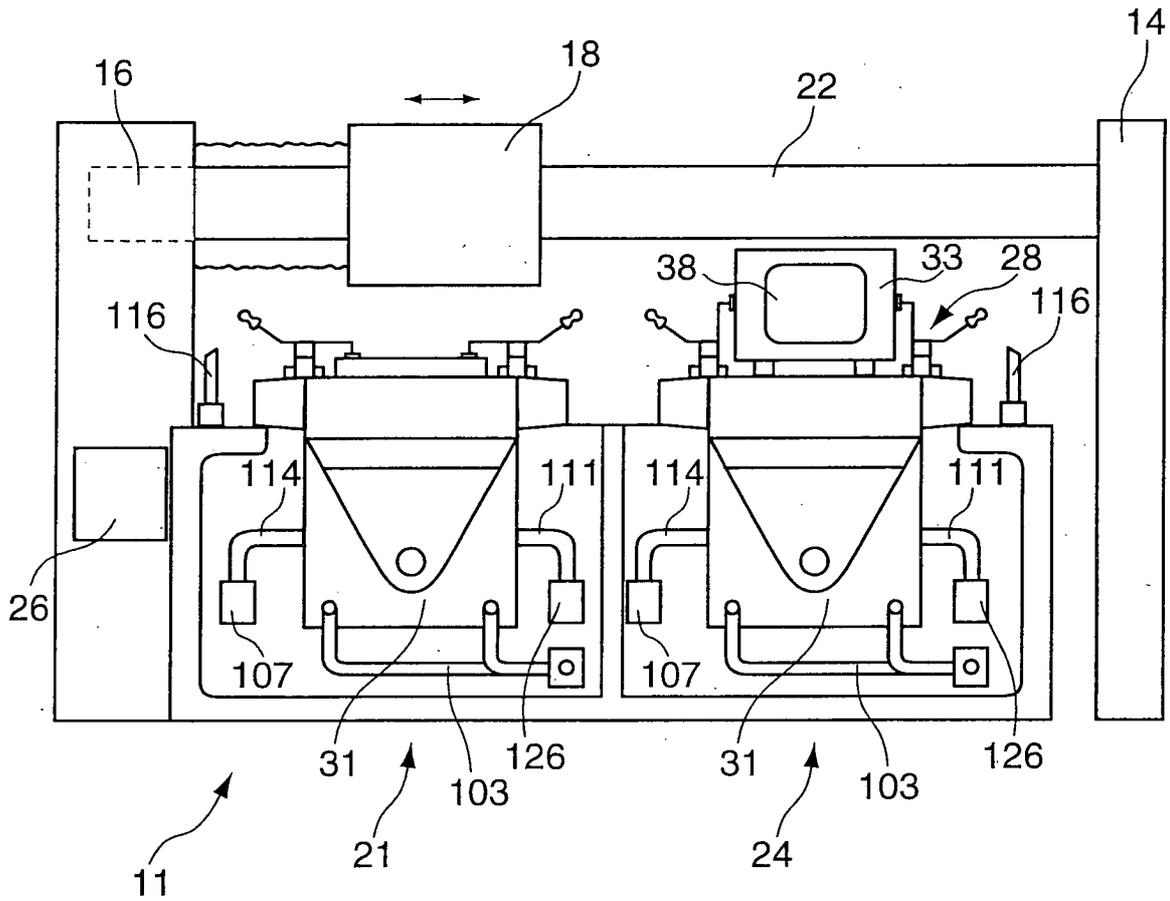


Fig. 1

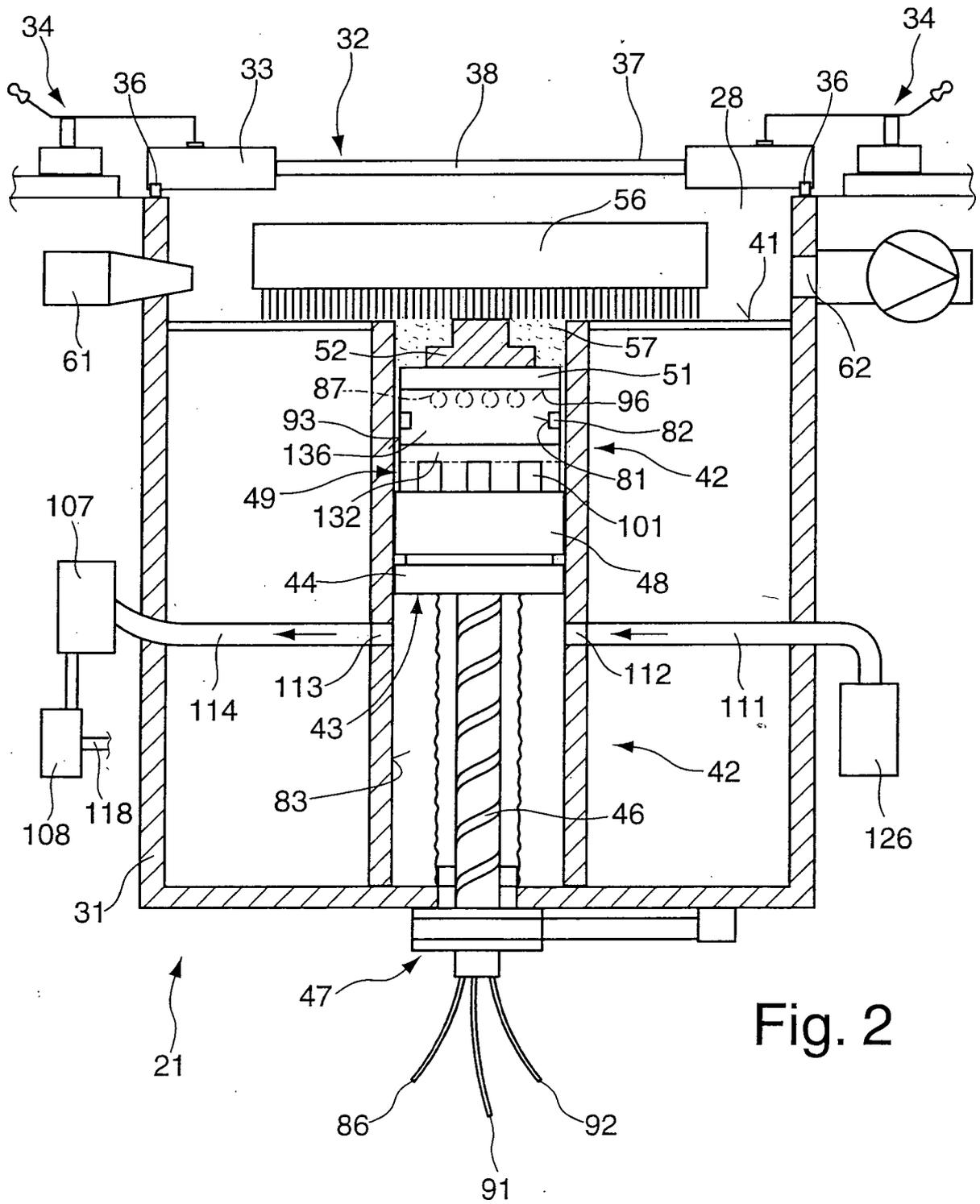


Fig. 2

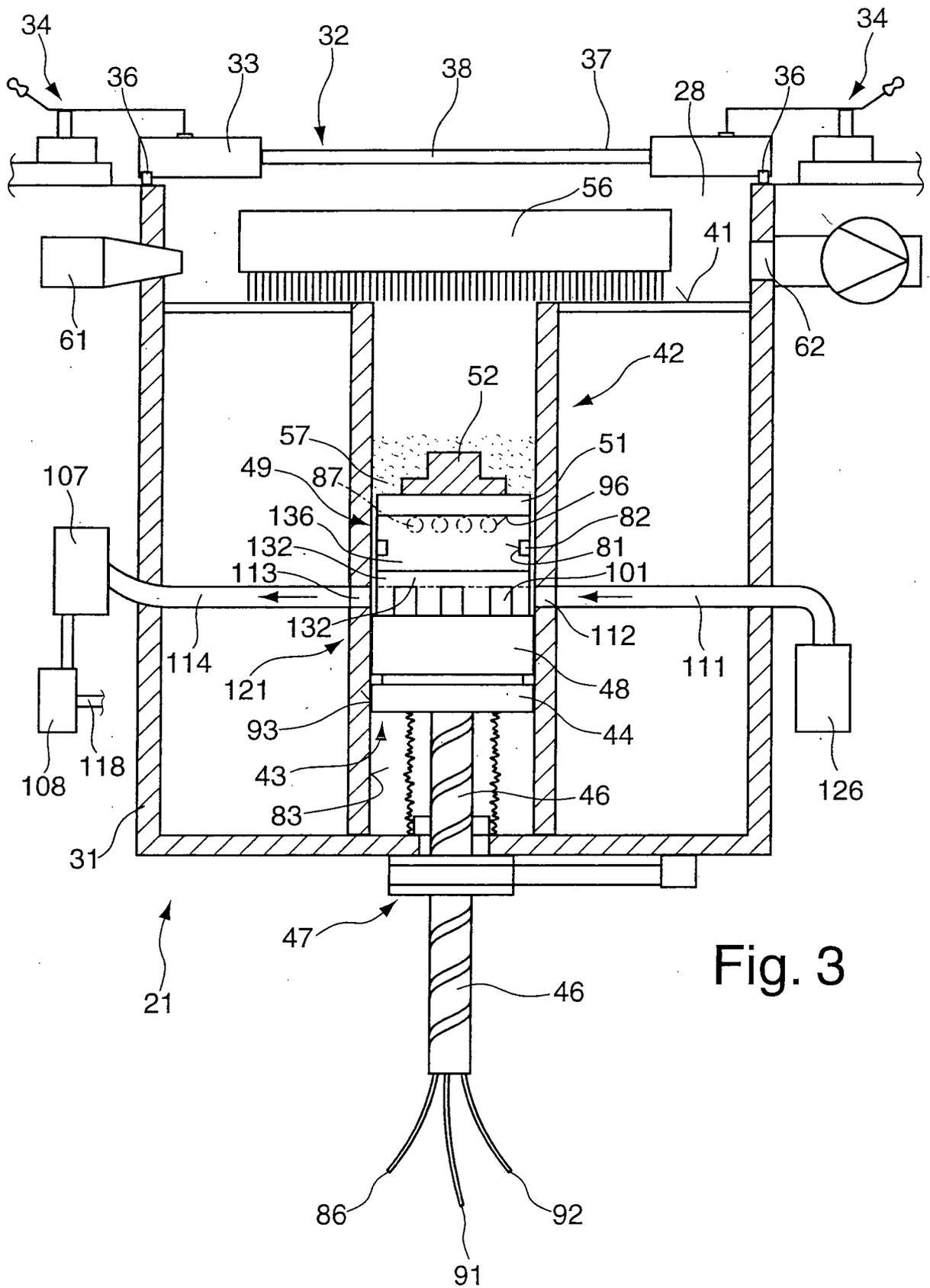


Fig. 3

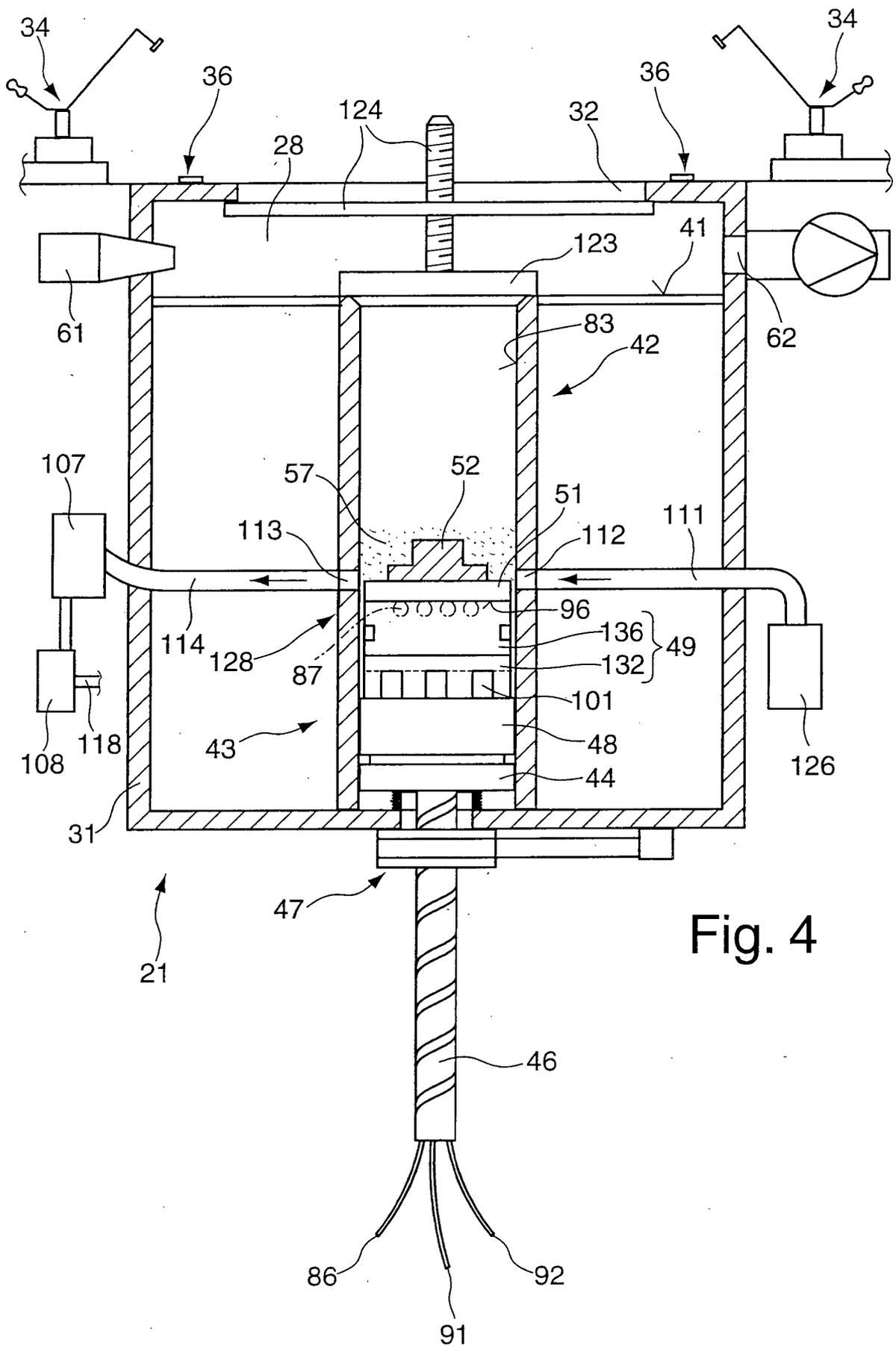


Fig. 4

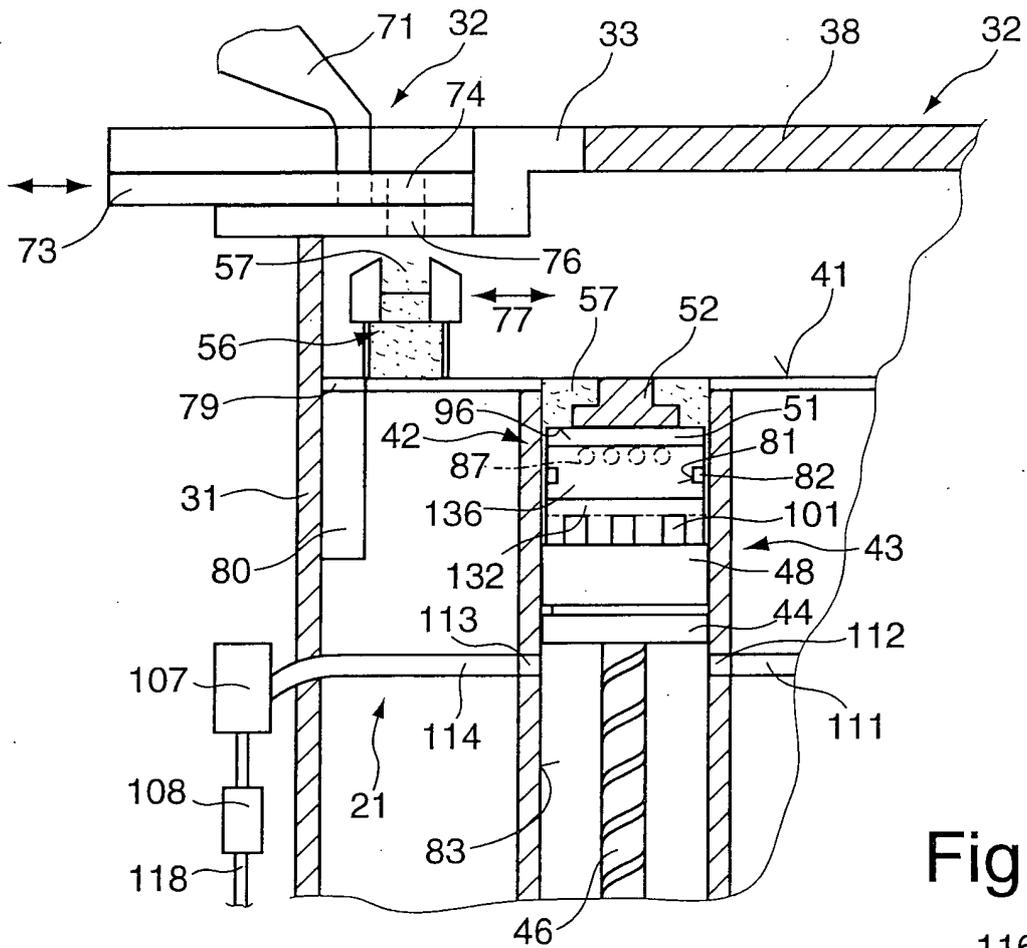


Fig. 5

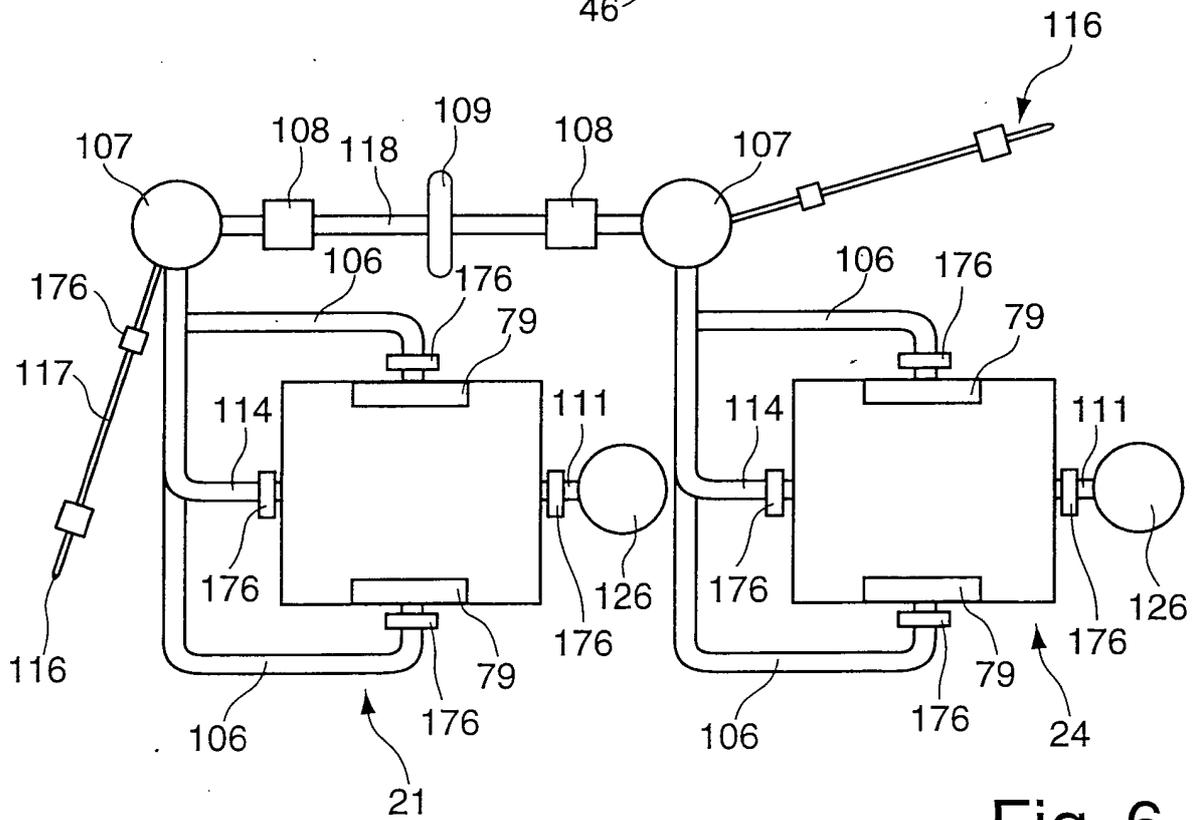


Fig. 6

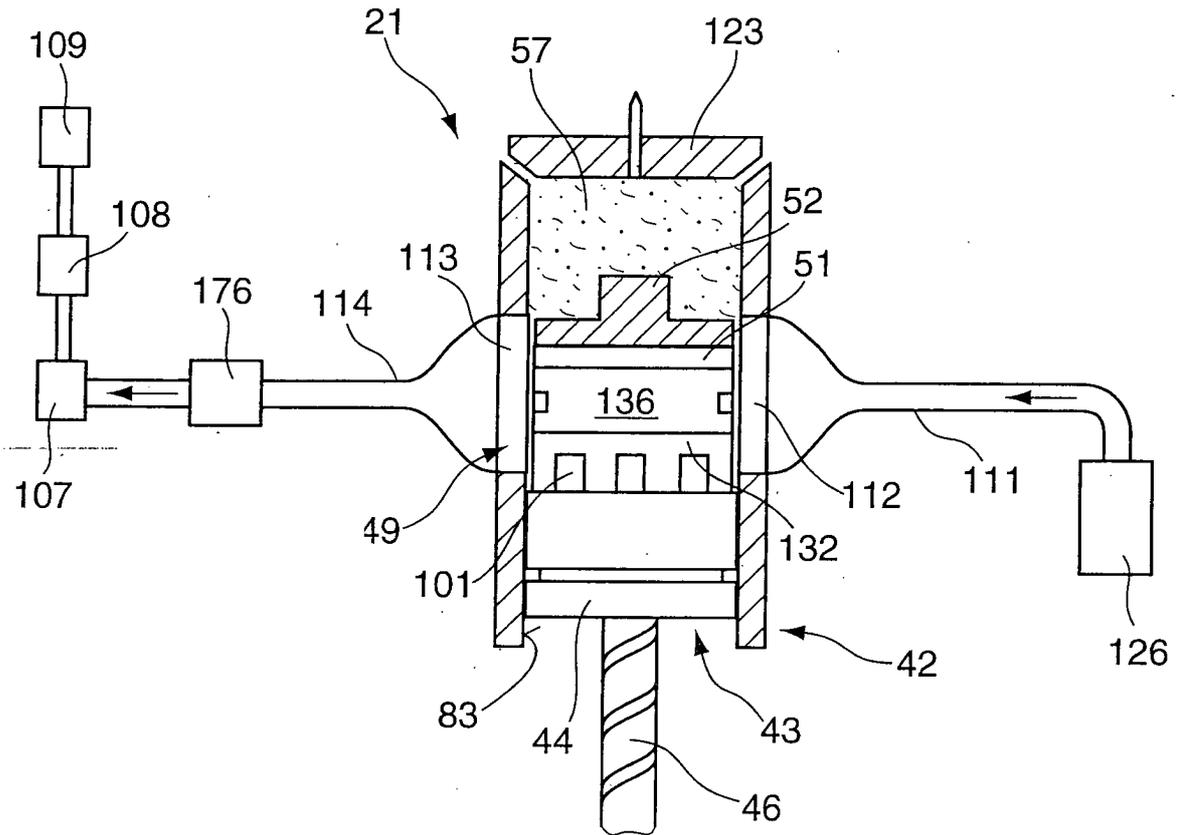


Fig. 7