



(10) **DE 10 2013 223 411 A1** 2015.05.21

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 223 411.2**

(22) Anmeldetag: **15.11.2013**

(43) Offenlegungstag: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: **B22F 3/105 (2006.01)**

B22F 3/12 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

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

(72) Erfinder:
**Fey, Georg, 80336 München, DE; Heugel, Martin,
86899 Landsberg, DE**

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

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2007 047 326 A1

DE 10 2009 056 696 A1

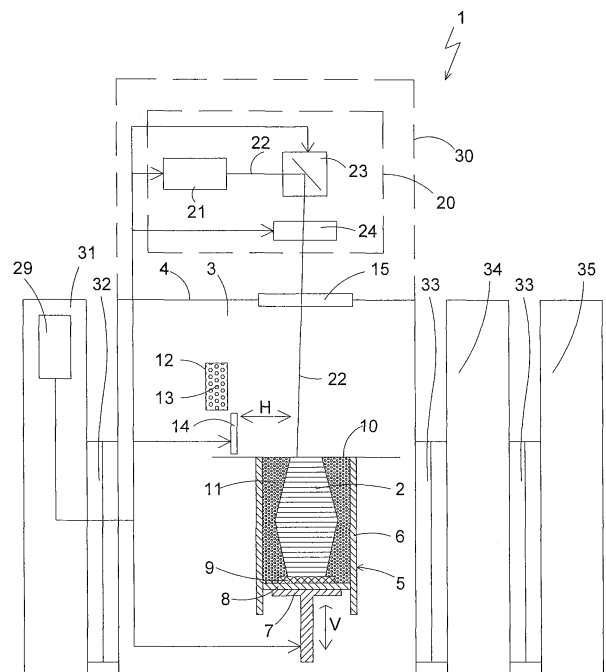
DE 10 2012 009 071 A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(57) Zusammenfassung: Ein modulares System (1) zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts (2) durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials (13) enthält ein erstes Modul (30, 34–36; 40, 41), das zum Durchführen eines ersten zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts (2) dienenden Vorgangs geeignet ist, und zumindest ein zweites und ein drittes Modul (30, 34–36; 40, 41), das zum Durchführen weiterer zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts (2) dienender Vorgänge geeignet ist. Das erste bis dritte Modul (30, 34–36; 40, 41) sind so ausgebildet, dass wahlweise und austauschbar das zweite oder das dritte Modul oder beide so mit dem ersten Modul verbindbar sind, dass ihre Gehäuse direkt aneinander gekoppelt sind.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts durch schichtweises Verfestigen von Aufbaumaterial an den dem Querschnitt des herzustellenden Objektes in der jeweiligen Schicht entsprechenden Stellen.

[0002] Ein Verfahren zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts, das unter dem Namen "Selektives Lasersintern" bekannt ist, sowie eine zugehörige Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind beispielsweise in der DE 10 2005 024 790 A1 beschrieben.

[0003] Aus DE 10 2004 057 866 B4 ist eine Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts bekannt, deren Gehäuse in mindestens zwei Gehäuseabschnitte aufgeteilt ist. In einem ersten Gehäuseabschnitt findet der eigentliche Bauprozess statt. Ein zweiter Gehäuseabschnitt dient als Entnahmestation für das fertiggestellte Objekt.

[0004] In US 6,383,446 B1 ist ein System zum elektrischen Sintern beschrieben, dass aus mehreren Arbeitsstationen gebildet ist. In einer Ausführungsform sind eine Vorwärmeinheit, eine Sintereinheit und eine Abkühleinheit nebeneinander angeordnet und miteinander verbunden. Die Einheiten sind durch verschließbare Schieber voneinander und von der äußeren Umgebung isolierbar.

[0005] Je nach verwendetem Material und den daraus resultierenden Betriebsbedingungen (z. B. Bau-temperatur, Gasreinheit usw.) und der Anzahl der in einer Produktionsstätte verwendeten Vorrichtungen zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts besteht ein Bedarf daran, die Konfiguration der vorhandenen Vorrichtungen möglichst flexibel an die geforderten Bedingungen anpassen zu können.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts bereitzustellen, die eine flexible Anpassung an verschiedene Bedingungen ermöglicht.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1. Weiterbildungen der Erfindung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Dadurch, dass das erste bis dritte Modul so ausgebildet sind, dass wahlweise und austauschbar das zweite oder das dritte Modul oder beide so mit dem ersten Modul verbindbar sind, dass ihre Gehäuse direkt aneinander gekoppelt sind ist es möglich, einzelne Arbeitsstationen flexibel in verschiede-

ner Anordnung zu kombinieren und einfach gegeneinander auszutauschen.

[0009] Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beigefügten Zeichnungen.

[0010] Fig. 1 ist eine schematische, teilweise im Schnitt dargestellte Ansicht einer Vorrichtung zum schichtweisen Herstellen eines dreidimensionalen Objekts gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0011] Fig. 2 ist eine schematische Ansicht verschiedener Anordnungen von Arbeitsstationen gemäß der ersten Ausführungsform.

[0012] Fig. 3 ist eine schematische Ansicht eines modularen Aufbaus einer Arbeitsstation gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0013] Im Folgenden wird mit Bezug auf Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung ist eine Lasersinter- oder Laserschmelzvorrichtung **1**. Zum Aufbauen des Objekts **2** enthält sie eine Prozesskammer **3** mit einer Kammerwandung **4**.

[0014] In der Prozesskammer **3** ist ein nach oben offener Behälter **5** mit einer Wandung **6** angeordnet. Er ist als Wechselbehälter ausgebildet, was bedeutet, dass er der Prozesskammer **3** entnommen und wieder in sie eingesetzt werden kann. In dem Behälter **5** ist ein in einer vertikalen Richtung **V** bewegbarer Träger **7** angeordnet, an dem eine Grundplatte **8** angebracht ist, die den Wechselbehälter nach unten abschließt und damit dessen Boden bildet. Die Grundplatte **8** kann eine getrennt von dem Träger **7** gebildete Platte sein, die an dem Träger **7** befestigt ist, oder sie kann integral mit dem Träger **7** gebildet sein. Je nach verwendetem Pulver und Prozess kann auf der Grundplatte **8** noch eine Bauplattform **9** angebracht sein, auf der das Objekt **2** aufgebaut wird. Das Objekt **2** kann aber auch auf der Grundplatte **8** selber aufgebaut werden, die dann als Bauplattform dient.

[0015] In Fig. 1 ist das in dem Behälter **5** auf der Bauplattform **9** zu bildende Objekt **2** unterhalb einer Arbeitsebene **10** in einem Zwischenzustand dargestellt mit mehreren verfestigten Schichten, umgeben von unverfestigt gebliebenem Aufbaumaterial **11**. Weiter sind in der Prozesskammer **3** ein Vorratsbehälter **12** für ein durch elektromagnetische Strahlung verfestigbares pulverförmiges Aufbaumaterial **13** und ein in einer horizontalen Richtung **H** bewegbarer Beschichter **14** zum Aufbringen des Aufbaumaterials **13** auf die Arbeitsebene **10** angeordnet. An ihrer Oberseite ent-

hält die Wandung **4** der Prozesskammer **3** ein Einkoppelfenster **15** für die zum Verfestigen des Pulvers dienende Strahlung.

[0016] Die Lasersintervorrichtung **1** enthält ferner eine Belichtungsanordnung **20** mit einem Laser **21**, der einen Laserstrahl **22** erzeugt, der über eine Umlenkanordnung **23** umgelenkt und durch eine Fokussieranordnung **24** über das Einkoppelfenster **15** auf die Arbeitsebene **10** fokussiert wird.

[0017] Weiter enthält die Lasersintervorrichtung **1** eine Steuereinheit **29**, über die die einzelnen Bestandteile der Vorrichtung in koordinierter Weise zum Durchführen des Bauprozesses gesteuert werden. Die Steuereinheit kann eine CPU enthalten, deren Betrieb durch ein Computerprogramm (Software) gesteuert wird.

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Lasersintervorrichtung **1** als flexibles modulares System aufgebaut, das aus einzelnen Modulen zusammengesetzt ist. Dabei sind die Hauptfunktionen des Herstellungsverfahrens auf verschiedene Arbeitsstationen aufgeteilt, die flexibel in beliebiger Kombination miteinander verbunden und gegeneinander ausgetauscht werden können. Herstellung bezieht sich hierbei nicht nur auf den eigentlichen Aufbau des Objekts aus dem Pulver, sondern kann auch alle zur Vorbereitung des Aufbaus und zum Nachbearbeiten des Objekts dienenden Schritte mit einbeziehen.

[0019] Die Prozesskammer **3** mit den in ihr erhaltenen Komponenten und die Belichtungseinheit **20** bilden zusammen eine Fertigungsstation **30**, die ein erstes Modul des modularen Systems bildet.

[0020] Die Steuereinheit **19** kann in einem von der Fertigungsstation **30** getrennt gebildetem Schaltschrank **31** untergebracht sein, der neben der Steuerung auch die Energieversorgung der Vorrichtung übernimmt. Der Schaltschrank **31** ist über eine Steuerschnittstelle **32** direkt an die Fertigungsstation **30** angekoppelt.

[0021] Weitere Module werden durch einzelne Arbeitsstationen gebildet, in denen andere Schritte des zur Herstellung des Objekts dienenden Verfahrens durchgeführt werden als der direkte Vorgang des Aufbaus des Objekts aus dem Pulver. Diese Arbeitsstationen sind jeweils über eine Modulschnittstelle **33** so miteinander und/oder mit der Fertigungsstation **30** verbunden, dass ihre Gehäuse direkt aneinander gekoppelt sind.

[0022] Fig. 1 zeigt als Beispiel zwei zusätzliche Arbeitsstationen, nämlich eine Auspackstation **34**, die über eine Modulschnittstelle **33** mit der Fertigungsstation **30** verbunden ist, und eine Rüststation **35**, die

über eine Modulschnittstelle **33** mit der Rüststation **35** verbunden ist.

[0023] Damit die einzelnen Arbeitsstationen frei gegeneinander auswechselbar sind und in jeder Kombination miteinander verbunden werden können, müssen sie eine definierte Modulschnittstelle aufweisen, mit der die Gehäuse zweier benachbarter Stationen direkt aneinander gekoppelt werden können. Jede der Modulschnittstellen **33** enthält zumindest eine Öffnung, durch die der Wechselbehälter **5** von einer Station in eine andere gebracht werden kann, eine Einrichtung zum direkten mechanischen Kopeln der Gehäuse der einzelnen Stationen aneinander, die z. B. als Verbindungsflansch mit beliebigen Befestigungsmitteln gebildet sein kann, eine Einrichtung zum elektrischen Verbinden der Stationen miteinander, z. B. elektrische Steuer- und Leistungsverbinder, und eventuell eine Einrichtung zum hydraulischen und/oder pneumatischen Verbinden der Stationen miteinander, z. B. hydraulische und/oder pneumatische Kupplungen. Die Steuerverbinder können dabei auch als Buskoppler ausgebildet sein.

[0024] Die Modulschnittstellen **33** müssen bei allen Stationen kompatibel zu einander sein, d. h. bei jeder Station müssen sowohl die mechanischen Abmessungen (z. B. Größe und Lage der Öffnung, Größe eines Verbindungsflanschs und Lage der Befestigungsmittel) als auch die elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Verbindungen (Abmessungen und Lage der Steuer- und Leistungsverbinder sowie der hydraulischen und pneumatischen Kupplungen) kompatibel zueinander sein.

[0025] Die Modulschnittstelle **33** kann ein Element enthalten, mit der die Ausrichtung benachbarter Module z. B. eine relative Position zwischen ihnen in horizontaler und/oder vertikaler Richtung oder eine Winkelstellung zueinander festgelegt werden kann. Diese Ausrichtungsvorrichtung kann beispielsweise eine Kugelkopfzentrierung, Führungen, Anschlüsse und Ähnliches enthalten.

[0026] Die Modulschnittstelle **33** kann weiter auch ein Schott enthalten, mit dem sich die jeweilige Arbeitsstation gasdicht von einer anschließenden Station isolieren lässt. Dadurch können die Gasräume der einzelnen Stationen voneinander getrennt werden, so dass beispielsweise lediglich ein Teil der Stationen mit einem Schutzgas geflutet werden kann, während die anderen Stationen der Umgebungsluft ausgesetzt sind. Dadurch kann Schutzgas gespart werden. Es können auch in verschiedenen Stationen verschiedene Schutzgase eingesetzt werden. Sind zwischen zwei Stationen zwei Schotte vorhanden, kann die jeweilige Atmosphäre auch dann erhalten bleiben, wenn die beiden Stationen voneinander getrennt werden.

[0027] In den einzelnen Stationen ist eine in den Figuren nicht gezeigte Fördervorrichtung vorhanden, mittels derer der Wechselbehälter **5** durch die Öffnungen der Modulschnittstellen **33** hindurch von einer Station in eine angrenzende gefördert werden kann. Diese Fördereinrichtung kann beispielsweise durch drehbare Walzen, ein Förderband oder ähnliches verwirklicht sein. Bei einem schienenbasierten Fördersystem muss auch die Spurweite der einzelnen Stationen aneinander angepasst sein.

[0028] Im Betrieb der in **Fig. 1** gezeigten Konfiguration wird zunächst in der Rüststation **35** ein leerer Wechselbehälter **5** vorbereitet. Danach wird dieser mittels der internen Fördervorrichtung zum Herstellen des Objekts **2** durch die Auspackstation **34** hindurch in die Prozesskammer **3** transportiert. Für jede Schicht wird zunächst der Träger **7** um die gewünschte Schichtdicke abgesenkt, und dann wird unter Verwendung des Beschichters **14** eine Schicht des pulverförmigen Aufbaumaterials **13** aufgetragen. Anschließend wird der Querschnitt des herzustellenden Objekts von dem Laserstrahl **22** abgetastet, so dass das pulverförmige Aufbaumaterial **13** an diesen Stellen verfestigt wird. Diese Schritte werden solange wiederholt, bis das Objekt fertiggestellt ist. Anschließend wird der Wechselbehälter **5** mittels der internen Fördervorrichtung in die Auspackstation **34** verbracht, in der das Objekt **2** von dem es umgebenden, unverfestigt gebliebenen Pulver **11** befreit wird. Anschließend wird der Wechselbehälter **5** aus der Auspackstation **34** in die Rüststation **35** verbracht, in der das Objekt **2** entnommen wird.

[0029] **Fig. 2** ist eine schematische Ansicht verschiedener Anordnungen von Arbeitsstationen gemäß einer ersten Ausführungsform.

[0030] **Fig. 2a)** zeigt eine an die Fertigungsstation **30** angekoppelte Rüststation **35**. Die in **Fig. 1** gezeigte Auspackstation **34** ist hier weggelassen. Das Auspacken des Objekts aus dem unverfestigten Pulver geschieht bei dieser Konfiguration in der Fertigungsstation selber, in der Rüststation oder in einer externen Station.

[0031] **Fig. 2b)** zeigt eine an die Fertigungsstation **30** angekoppelte Auspackstation **34**. Die in **Fig. 1** gezeigte Rüststation **35** ist hier weggelassen. Der Rüstvorgang geschieht bei dieser Konfiguration in der Fertigungsstation selber.

[0032] **Fig. 2c)** und **Fig. 2d)** zeigen zwei Konfigurationen, bei denen sowohl eine Auspackstation **34** als auch eine Rüststation **35** vorgesehen sind. Dabei ist frei wählbar, welche der beiden Stationen direkt an die Fertigungsstation **30** angekoppelt ist und welche an die andere Station angekoppelt ist. Die Konfiguration von **Fig. 2c)** entspricht dabei dem in **Fig. 1** ge-

zeigten Aufbau, bei der Konfiguration von **Fig. 2d)** ist die Reihenfolge der Stationen vertauscht.

[0033] **Fig. 2e)** zeigt eine Konfiguration, bei der zusätzlich zu den in **Fig. 2c)** gezeigten Stationen eine Wechselstation **36** vorgesehen ist. Auch hier ist die Reihenfolge der Stationen frei wählbar.

[0034] Die Wechselstation **36** ist zum Auswechseln von Wechselbehältern **5** eingerichtet. So wird z. B. ein in der Rüststation **35** vorbereiteter Wechselbehälter **5** durch die Auspackstation **34** in die Wechselstation **36** verbracht, während in der Fertigungsstation **30** in einem weiteren Wechselbehälter ein Objekt hergestellt wird. Nach dem Ende des Aufbaus des Objekts wird der gefüllte Wechselbehälter aus der Fertigungsstation **30** in die Wechselstation **36** verbracht, und der leere Wechselbehälter wird aus der Wechselstation **36** in die Fertigungsstation **30** verbracht, so dass gleich mit dem Aufbau eines neuen Objekts begonnen werden kann. Dann wird der volle Wechselbehälter in die Auspackstation **34** verbracht, in der das Objekt ausgepackt wird.

[0035] **Fig. 2e)** zeigt eine Konfiguration, bei der die in **Fig. 2c)** gezeigten Stationen nicht hintereinander in einer Reihe angeordnet sind, sondern direkt an die Fertigungsstation **30** angekoppelt sind.

[0036] Auch beliebige Kombinationen der gezeigten Konfigurationen sind möglich, wobei eine beliebige Anzahl von Arbeitsstationen vorgesehen sein kann. Dabei können auch nicht nur an die Fertigungsstation **30** mehr als eine Arbeitsstation angekoppelt sein, sondern auch an jede der anderen Arbeitsstationen. So können z. B. bei der in **Fig. 2e)** gezeigten Konfiguration weitere Stationen an die Wechselstation **36** angekoppelt sein.

[0037] Die beschriebenen Arbeitsstationen sind nur als Beispiele gedacht und nicht einschränkend zu verstehen. Es können beliebige andere Stationen vorgesehen sein, z. B. eine Station zum Abkühlen des Objekts nach Entnahme aus der Fertigungsstation **30** und vor dem Transport in die Auspackstation **34**, eine Station zum Nachbearbeiten des in der Auspackstation **34** ausgepackten Objekts usw.

[0038] Auch wenn in der ersten Ausführungsform Stationen beschrieben wurden, in denen verschiedene zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts dienende Verfahrensschritte durchgeführt werden, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf eingeschränkt. Es können z. B. auch Module vorhanden sein, die denselben Verfahrensschritt auf verschiedene Weise durchführen.

[0039] So können z. B. eine Fertigungsstation und zwei oder mehr verschiedene Auspackstationen bereitgestellt sein, in denen das Auspacken auf ver-

schiedene Weise durchgeführt wird, z. B. in der einen durch Absaugen des unverfestigt gebliebenen Pulvers und in der anderen durch Abblasen. Wahlweise und austauschbar wird die eine oder die andere Auspackstation mit der Fertigungsstation verbunden.

[0040] Andererseits können aber auch zwei oder mehr verschiedene Fertigungsstationen bereitgestellt sein, z. B. eine für normalen Verfahrensablauf, eine mit einer Hochtemperaturprozesskammer mit zusätzlicher Heizung und eine mit erhöhtem Hub der Vertikalverschiebung des Trägers zum Herstellen größerer Objekte. Wahlweise und austauschbar wird eine beliebige dieser Fertigungsstationen z. B. mit einer Auspackstation verbunden.

[0041] Allgemein kann eine beliebige Anzahl von Modulen bereitgestellt sein, die dazu geeignet sind, zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts dienende Verfahrensschritte durchzuführen.

[0042] Durch diesen modularen Aufbau der Lasersinteranlage, bei der verschiedene zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts dienende Verfahrensschritte auf verschiedene Arbeitsstationen (Module) aufgeteilt sind, die sich aufgrund einer definierten Schnittstelle zwischen den Modulen beliebig miteinander kombinieren lassen, ist es möglich, die Lasersinteranlage flexibel an verschiedene Anforderungen bei der Herstellung dreidimensionaler Objekte anzupassen.

[0043] Dadurch, dass die Gehäuse der einzelnen Module direkt aneinander gekoppelt sind, kann der Wechselbehälter zwischen den einzelnen Stationen transportiert werden, ohne zwischendurch einer Umgebungsatmosphäre ausgesetzt zu sein.

[0044] Aber nicht nur das gesamte System kann modular ausgebildet sein, sondern auch jede einzelne der Arbeitsstationen. **Fig. 3** ist eine schematische Ansicht eines modularen Aufbaus einer Arbeitsstation gemäß einer zweiten Ausführungsform. Als Beispiel für eine modular aufgebaute Arbeitsstation ist in **Fig. 3** die Fertigungsstation **30** dargestellt.

[0045] Wie in **Fig. 3a)** gezeigt, besteht die modular aufgebaute Fertigungsstation **30** aus einer Grundeinheit **40** und einem Aufsatzmodul **41**, das auf die Grundeinheit **40** aufsetzbar gebildet ist.

[0046] Dabei kann die Schnittstelle zwischen der Grundeinheit **40** und dem Aufsatzmodul **41** an verschiedenen Stellen gebildet sein. So kann das Grundmodul beispielsweise die in **Fig. 1** unterhalb der Arbeitsebene **10** liegenden Komponenten enthalten, also u. a. eine Vorrichtung zur Aufnahme des Wechselbehälters **5** und zum vertikalen Verschieben des Trägers **7**. Das Aufsatzmodul enthält dann u. a. den Beschichter **14** und die Bestrahlungsvorrichtung **20** zum

selektiven Bestrahlen einer von dem Beschichter **14** aufgetragenen Pulverschicht.

[0047] Die Grundeinheit **40** kann aber auch die gesamte Prozesskammer **3** mit den darin enthaltenen Komponenten enthalten, wie sie oben mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben sind. Das auf die Prozesskammer **3** aufgesetzte Aufsatzmodul **41** enthält dann die Bestrahlungsvorrichtung **20**.

[0048] Erfindungsgemäß sind mehrere voneinander verschiedene Aufsatzmodule **41** bereitgestellt, die frei wählbar gegeneinander austauschbar sind. Während ein Aufsatzmodul **41** die in **Fig. 1** gezeigte Bestrahlungsvorrichtung **22** enthält, kann ein anderes Aufsatzmodul **41** beispielsweise eine Bestrahlungsvorrichtung enthalten, die zwei Laserstrahlen **22** erzeugt und unabhängig voneinander steuern kann (Zweikopfsystem). Ein weiteres Aufsatzmodul **41** kann beispielsweise eine Bestrahlungsvorrichtung enthalten, die vier Laserstrahlen **22** erzeugt und unabhängig voneinander steuern kann (Vierkopfsystem). Diese verschiedenen Aufsatzmodule **41** können schnell und flexibel gegeneinander ausgetauscht werden.

[0049] In dem ersten Beispiel, bei dem der Oberteil der Prozesskammer **3** Teil des Aufsatzmoduls **41** ist, sind in den einzelnen Aufsatzmodulen Einkoppelfenster **15** enthalten, die an die jeweilige Bestrahlungsvorrichtung **20** angepasst sind. In dem zweiten Beispiel, bei dem die Grundeinheit die gesamte Prozesskammer **3** umfasst, enthält die Oberseite der Prozesskammer **3** überall dort, wo eine der oben genannten Bestrahlungsvorrichtungen einen Laserstrahl einkoppeln kann, ein eigenes Einkoppelfenster **15** oder ein einziges Einkoppelfenster **15**, das groß genug ist, um für alle vorgesehenen Varianten von Bestrahlungsvorrichtungen **20** verwendet zu werden.

[0050] Um eine genaue Positionierung und Wiederholgenauigkeit der Lage zu erzielen, liegt das Aufsatzmodul **41** über eine Dreipunktauflage auf der als Grundeinheit **40** dienenden Prozesskammer **3** auf. Dabei ist es möglich, die Ausrichtung des Aufsatzmoduls **41** zu der Grundeinheit **40** präzise einzustellen, und dadurch insbesondere ein Verkippen der Module gegeneinander zu vermeiden. Eine einstellbare Ausrichtung des Aufsatzmoduls **41** zu der Grundeinheit kann jedoch durch ein anderes Ausrichtelement erzielt werden als durch eine Dreipunktauflage.

[0051] Dabei ist vorzugsweise eine Umhüllung vorgesehen, mittels derer die Verbindungsstelle zwischen der Grundeinheit **40** und dem Aufsatzmodul **41** gasdicht abgeschlossen werden kann. Eine solche Abdichtung ist insbesondere erforderlich, wenn die Schnittstelle zwischen der Grundeinheit und dem Aufsatzmodul innerhalb der Prozesskammer **3** liegt. Die Abdichtung kann beispielsweise mittels eines

Dichtungsrings aus einem elastischen Material erfolgen, der durch das Gewicht des Aufsatzmoduls, das mit seinem Gehäuse auf ihm aufliegt, zusammengedrückt wird und somit den Übergang zwischen der Grundeinheit und dem Aufsatzmodul abdichtet.

[0052] Während oben Beispiele der zweiten Ausführungsform beschrieben wurden, bei denen verschiedene Aufsatzmodule **41** wahlweise und austauschbar auf ein Grundmodul aufsetzbar sind, erlaubt der modulare Aufbau aber auch das Verwenden verschiedener Grundmodule **40**. So kann beispielsweise dasselbe Aufsatzmodul **41** wahlweise und austauschbar auf eines von verschiedenen Grundmodulen aufsetzbar sein, von denen beispielsweise wie bei der ersten Ausführungsform eine für einen Standardprozess eingerichtet ist, eine andere eine zusätzliche Heizung enthält für einen Hochtemperaturprozess und wieder eine andere einen erhöhte Hub der Vertikalverschiebung des Trägers aufweist zum Herstellen größerer Objekte.

[0053] Eine in dieser Weise modular aufgebaute Fertigungsstation **30** kann demnach flexibel an verschiedene Anforderungen an die Bestrahlungsvorrichtung angepasst werden.

[0054] Es kann aber nicht nur die Fertigungsstation **30** modular aufgebaut sein, auch alle anderen Stationen. Als weiteres Beispiel wird im Folgenden eine modular aufgebaute Auspackstation beschrieben.

[0055] Bei der Auspackstation enthält die Grundeinheit **40** eine Vorrichtung zur Aufnahme des Wechselbehälters **5** und zum Verschieben der Bauplattform **9** innerhalb des Wechselbehälters **5** nach oben. Zwei Aufsatzmodule **41** enthalten verschiedene Vorrichtungen zum Entfernen des unverfestigt gebliebenen Pulvers **11** von dem fertiggestellten Objekt **2**, beispielsweise eine Absaugvorrichtung und eine Abblasvorrichtung. Sobald das von unverfestigtem Pulver **11** umgebene Objekt **5** durch das Verschieben der Bauplattform **9** über die Oberkante des Wechselbehälters **5** hinausragt, wird das überschüssige Pulver abgesaugt oder abgeblasen.

[0056] Aber auch eine Kombination der beiden dargestellten Beispiele ist möglich. So kann z. B. auf die als Grundeinheit **40** dienende Prozesskammer **3** wahlweise ein Aufsatzmodul **41**, das zum Bestrahlen der aufgetragenen Schicht geeignet ist, oder ein Aufsatzmodul **41**, das zum Entfernen des überschüssigen Pulvers geeignet ist, aufgesetzt werden.

[0057] Die zweite Ausführungsform kann allein verwirklicht oder auch mit der ersten Ausführungsform kombiniert sein, d. h. dass die modulare Vorrichtung, die aus einer Grundeinheit und einem Aufsatzmodul gebildet ist, sowohl eine komplette Lasersinteranlage in einem Gehäuse als auch eine oder mehrere

beliebige der modularen Arbeitsstationen sein kann, in die die Lasersinteranlage der ersten Ausführungsform unterteilt ist.

[0058] Auch wenn in der oben beschriebenen Ausführungsform ein Wechselbehälter verwendet wird, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf eingeschränkt. Sie lässt sich auch auf Fälle anwenden, bei denen kein Wechselbehälter vorhanden ist. In diesen Fällen wird lediglich die Bauplattform, auf der das Objekt aufgebaut ist, zwischen den Arbeitsstationen hin- und hertransportiert.

[0059] Die als dargestellten Arbeitsstationen **34** bis **36** und die beschriebenen Varianten des Aufsatzmoduls sind als Beispiele und nicht einschränkend zu verstehen. Es können beliebige Module verwendet werden, die zur Herstellung dreidimensionaler Objekte mittels schichtweisen Auftragens und selektiven Verfestigens eines pulverförmigen Aufbaumaterials dienende Funktionen verwirklichen.

[0060] Auch wenn die vorliegende Erfindung anhand einer Lasersinter- bzw. Laserschmelzvorrichtung beschrieben wurde, ist sie nicht auf das Lasersintern oder Laserschmelzen eingeschränkt. Sie kann auf beliebige Verfahren zum Herstellen eines dreidimensionalen Objektes durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials durch Einwirkung von Energie angewendet werden. Der Laser kann beispielsweise ein Gas- oder Festkörperlaser, eine Laserdiode oder ein Laserdioden-Array sein. Allgemein kann jede Belichtungseinrichtung verwendet werden, mit der Energie selektiv auf eine Pulverschicht aufgebracht werden kann. Anstelle eines Lasers können beispielsweise eine andere Lichtquelle, ein Elektronenstrahl oder jede andere Energie- bzw. Strahlenquelle, die geeignet ist, das pulverförmige Aufbaumaterial zu verfestigen, verwendet werden. Auch auf das selektive Maskensintern, bei dem anstelle eines verfahrenbaren Laserstrahls eine Maske und eine ausgedehnte Lichtquelle verwendet werden, oder auf das Absorptions- bzw. Inhibitionssintern kann die Erfindung angewendet werden. Anstelle des Einbringens von Energie kann das selektive Verfestigen des aufgetragenen Pulvers beispielsweise auch durch Aufbringen eines Klebers erfolgen. Allgemein bezieht sich die Erfindung auf das Herstellen eines Objekts mittels schichtweisen Auftragens und selektiven Verfestigens eines pulverförmigen Aufbaumaterials unabhängig von der Art und Weise, in der das Pulver verfestigt wird, beispielsweise auch auf das 3D-Drucken oder Tintenstrahlverfahren.

[0061] Als Aufbaumaterial können verschiedene Arten von Pulver verwendet werden, insbesondere Metall- oder Kunststoffpulver oder gefüllte oder gemischte Pulver.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005024790 A1 [0002]
- DE 102004057866 B4 [0003]
- US 6383446 B1 [0004]

Patentansprüche

1. Modulares System (1) zum Herstellen eines dreidimensionalen Objekts (2) durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials (13) mit einem ersten Modul (30, 34-36; 40, 41) zum Durchführen eines ersten zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts (2) dienenden Vorgangs und zumindest einem zweiten und einem dritten Modul (30, 34-36; 40, 41) zum Durchführen je eines weiteren zum Herstellen des dreidimensionalen Objekts (2) dienenden Vorgangs, wobei das erste bis dritte Modul (30, 34-36; 40, 41) so ausgebildet sind, dass wahlweise und austauschbar das zweite oder das dritte Modul oder beide so mit dem ersten Modul verbindbar sind, dass ihre Gehäuse direkt aneinander gekoppelt sind.

2. Modulares System (1) gemäß Anspruch 1, bei dem das erste Modul eine Fertigungsstation (30) zum schichtweisen Aufbringen und selektiven Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials (13) auf einer Bauplattform (8, 9) und/oder in einem Wechselbehälter (5) enthält, eine Modulschnittstelle (33) zwischen dem ersten Modul (30) und dem zweiten und/oder dritten Modul (34-36) und/oder eine Modulschnittstelle (33) zwischen dem zweiten und dritten Modul (34-36) eine Öffnung enthält, durch die die Bauplattform (8, 9) und/oder der Wechselbehälter (5) hindurchgeführt werden kann, und das erste bis dritte Modul (30, 34-36) eine interne Fördereinrichtung enthält, die so ausgebildet ist, dass sie die Bauplattform (8, 9) und/oder den Wechselbehälter (5) zwischen dem ersten Modul (30) und dem zweiten oder dritten Modul (34-36) transportieren kann.

3. Modulares System (1) gemäß Anspruch 1, bei dem das zweite und/oder das dritte Modul enthält: eine Rüststation (35) zum Vorbereiten einer Bauplattform (8, 9) oder eines Wechselbehälters (5), und/oder eine Wechselstation (36) zum Auswechseln von Bauplattformen (8, 9) oder Wechselbehältern (35) und/oder eine Auspackstation (34) zum Entfernen unverfestigt gebliebenen Pulvers (11) von dem fertiggestellten Objekt (2) und/oder eine Station zum Nachbearbeiten des ausgepackten Objekts.

4. Modulares System (1) gemäß Anspruch 1, bei dem das zweite und das dritte Modul je eine Fertigungsstation (30) zum schichtweisen Aufbringen und selektiven Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials (13) auf einer Bauplattform (8, 9) und/oder in einem Wechselbehälter (5) enthalten,

eine Modulschnittstelle (33) zwischen dem ersten Modul (34-36) und dem zweiten oder dritten Modul (30) eine Öffnung enthält, durch die die Bauplattform (8, 9) und/oder der Wechselbehälter (5) hindurchgeführt werden kann, und das erste bis dritte Modul (30, 34-36) eine interne Fördereinrichtung enthält, die so ausgebildet ist, dass sie die Bauplattform (8, 9) und/oder den Wechselbehälter (5) zwischen dem ersten Modul (34-36) und dem zweiten oder dritten Modul (30) transportieren kann.

5. Modulares System (1) gemäß Anspruch 4, bei dem das erste Modul enthält: eine Rüststation (35) zum Vorbereiten einer Bauplattform (8, 9) oder eines Wechselbehälters (5), und/oder eine Wechselstation (36) zum Auswechseln von Bauplattformen (8, 9) oder Wechselbehältern (35) und/oder eine Auspackstation (34) zum Entfernen unverfestigt gebliebenen Pulvers (11) von dem fertiggestellten Objekt (2) und/oder eine Station zum Nachbearbeiten des ausgepackten Objekts.

6. Modulares System (1) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem die Schnittstelle (23) zwischen zwei aneinandergrenzenden Modulen (30, 34-36) ein Schott enthält, mit dem die Gasräume der zwei aneinandergrenzenden Module (30, 34-36) voneinander trennbar sind.

7. Modulares System (1) gemäß Anspruch 6, bei dem die Schnittstelle (23) zwischen zwei aneinandergrenzenden Modulen (30, 34-36) zwei Schotte enthält, mit denen die Gasräume der aneinandergrenzenden Module (30, 34-36) auch dann abgedichtet bleiben, wenn Module (30, 34-36) voneinander getrennt sind.

8. Modulares System (1) gemäß Anspruch 1, bei dem das erste bis dritte Modul (40, 41) so ausgebildet sind, dass wahlweise und austauschbar das zweite oder das dritte Modul (41) auf die Oberseite des ersten Moduls (40) aufsetzbar sind.

9. Modulares System (1) gemäß Anspruch 8, bei dem das erste Modul (40) eine Vorrichtung zur Aufnahme einer Bauplattform (8, 9) und/oder eines Wechselbehälters (5) enthält, auf der oder in dem das Objekt (2) durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials aufgebaut werden soll, das zweite und das dritte Modul (41) unterschiedliche zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials (13) geeignete Vorrichtungen enthalten, und das zweite oder dritte Modul (41) so auf das erste Modul aufsetzbar ausgebildet ist, dass es das Verfesti-

gen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** bewirken kann.

10. Modulares System **(1)** gemäß Anspruch 9, bei dem die unterschiedlichen zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** geeigneten Vorrichtungen unterschiedliche Bestrahlungsvorrichtungen **(22)** enthalten, die zum Abgeben einer zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** geeigneten Strahlung **(22)** ausgebildet sind.

11. Modulares System **(1)** gemäß Anspruch 8, bei dem das erste Modul eine Auspackstation enthält, das zweite und das dritte Modul **(41)** unterschiedliche Auspackeinrichtungen enthalten, die zum Entfernen unverfestigt gebliebenen pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** von dem Objekt **(2)** ausgebildet sind, und das zweite oder dritte Modul **(41)** so auf das erste Modul aufsetzbar ausgebildet ist, dass es das Entfernen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** von dem Objekt **(2)** bewirken kann.

12. Modulares System **(1)** gemäß Anspruch 1, bei dem das erste bis dritte Modul **(40, 41)** so ausgebildet sind, dass das erste Modul **(41)** wahlweise und austauschbar auf die Oberseite des zweiten oder des dritten Moduls **(40)** aufsetzbar ist.

13. Modulares System **(1)** gemäß Anspruch 12, bei dem das erste Modul **(41)** eine zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** geeignete Vorrichtung enthält, das zweite und das dritte Modul **(40)** unterschiedliche Vorrichtungen zur Aufnahme einer Bauplattform **(8, 9)** und/oder eines Wechselbehälters **(5)** enthalten, auf der oder in dem das Objekt **(2)** durch schichtweises Aufbringen und selektives Verfestigen eines pulverförmigen Aufbaumaterials aufgebaut werden soll, und das erste Modul **(41)** so auf das zweite oder dritte Modul **(40)** aufsetzbar ausgebildet ist, dass es das Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** bewirken kann.

14. Modulares System **(1)** gemäß Anspruch 13, bei dem die zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** geeignete Vorrichtung eine Bestrahlungsvorrichtung **(22)** enthält, die zum Abgeben einer zum Verfestigen des pulverförmigen Aufbaumaterials **(13)** geeigneten Strahlung **(22)** ausgebildet ist.

15. Modulares System **(1)** gemäß einem der Ansprüche 8 bis 14, bei dem das jeweils obere Modul **(41)** über eine Dreipunktauflage auf die Oberseite des jeweils unteren Moduls **(40)** aufsetzbar gebildet ist.

16. Modulares System **(1)** gemäß einem der Ansprüche 8 bis 15, bei dem der Übergang zwischen

dem jeweils oberen Modul **(41)** und dem jeweils unteren Modul **(40)** durch eine Dichtungseinrichtung abgedichtet ist.

17. Modulares System **(1)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, das weiter ein Ausrichtelement enthält zum Ausrichten zweier aneinandergrenzender Module **30, 34–36; 40, 41** zueinander.

18. Modulares System **(1)** gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, bei dem neben dem zweiten und dritten Modul **(34–36; 41)** weitere Module **(34–36; 41)** bereitgestellt sind, die wahlweise anstelle des zweiten oder dritten Moduls oder zusätzlich zu diesen flexibel wählbar an ein beliebiges Modul des Systems angeschlossen sind.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

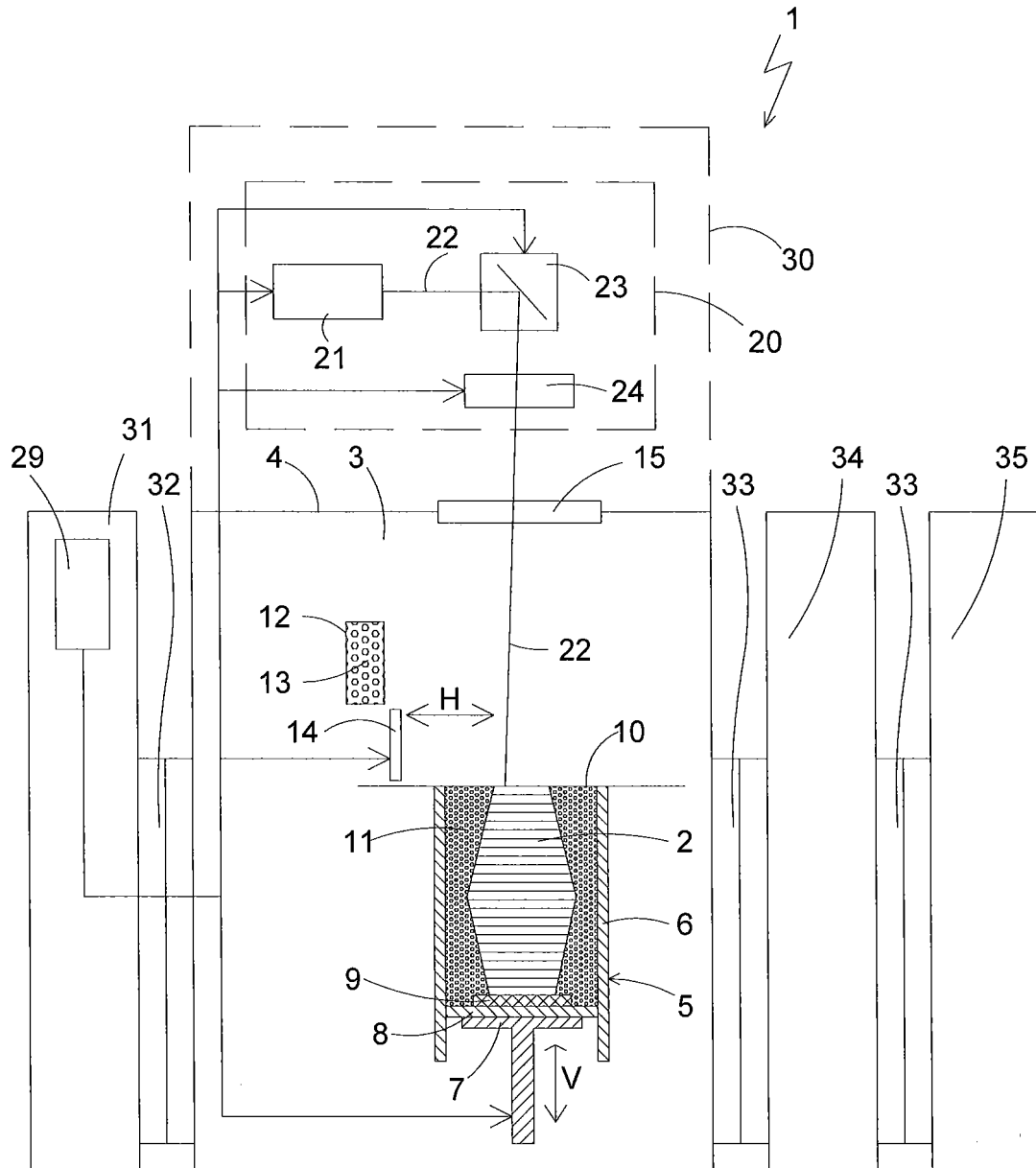


Fig. 2

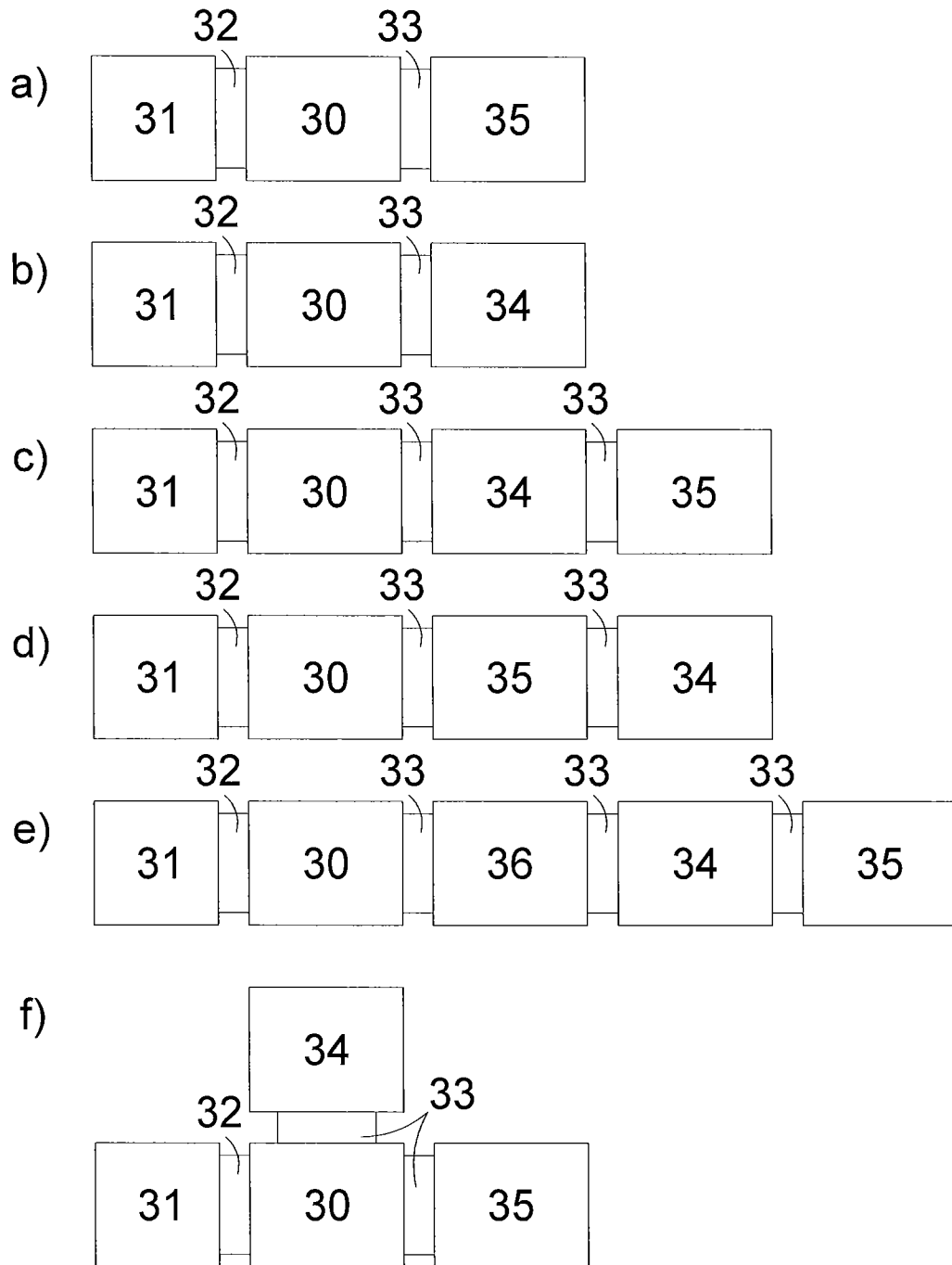


Fig. 3

