



(10) **DE 10 2017 101 834 A1** 2018.08.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 101 834.4**

(22) Anmeldetag: **31.01.2017**

(43) Offenlegungstag: **16.08.2018**

(51) Int Cl.: **B29C 64/40** (2017.01)

**B29C 64/364** (2017.01)

**B29C 64/153** (2017.01)

**B29C 64/386** (2017.01)

**B33Y 10/00** (2015.01)

**B33Y 30/00** (2015.01)

**B33Y 50/00** (2015.01)

**B33Y 80/00** (2015.01)

**B22F 3/105** (2006.01)

(71) Anmelder:

**AMSIS GmbH, 28209 Bremen, DE**

(74) Vertreter:

**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft  
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209  
Bremen, DE**

(72) Erfinder:

**Ploshikhin, Vasily, 95448 Bayreuth, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2014 000 415	A1
DE	10 2015 207 306	A1
DE	10 2016 115 674	A1
US	2006 / 0 118 532	A1
US	2016 / 0 229 127	A1
US	5 775 402	A

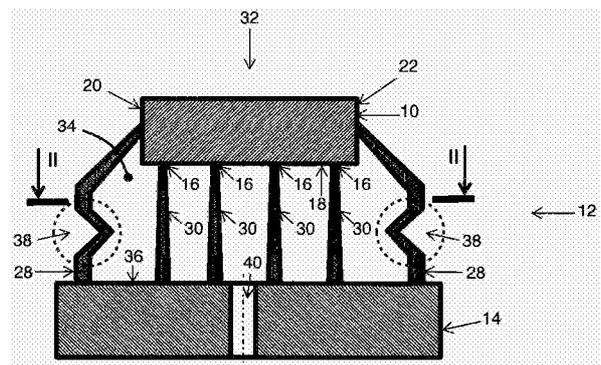
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die Bezugnahme auf die (fehlenden) Zeichnungen gilt als nicht erfolgt.

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

(54) Bezeichnung: **Automatisiertes Abtrennen von Stützstrukturen von einem Pulverbett-basiert additiv hergestellten Bauteil**

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Pulverbett-basiert additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil, bei dem Pulver, aus dem mindestens ein Bauteil hergestellt werden soll, lagenweise als Pulverbett auf eine Bauplattform aufgebracht wird, das mindestens eine Bauteil durch lokales Aufschmelzen des Pulvers lagenweise hergestellt wird und zusammen mit dem mindestens einen Bauteil eine Stützstruktur hergestellt wird, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, wobei ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, der Stützstruktur und der Bauplattform mit mindestens einem Hohlraum hergestellt wird, der so gestaltet ist, dass bei Beaufschlagung des Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck dieser Hohlraum die Druckbelastung so lange ohne Bruch aushält, bis mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch die Druckbelastung gebrochen wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Pulverbett-basierten additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil, ein oder mehrere Pulverbett-basiert additiv gefertigte(s) Bauteil(e) mit einer Stützstruktur, ein Verfahren zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basierten additiv gefertigten Bauteilen), ein Verfahren zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur eines oder mehrerer Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils/Bauteile von einer Bauplattform, ein Verfahren zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en) und von einer Bauplattform sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens zur Pulverbett-basierten additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil und/oder zur Durchführung des Verfahrens zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en), eine Bauplattform, ein Verfahren zur Berechnung von Geometriebeschreibungsdaten eines oder mehrerer Bauteils/Bauteile mit einer Stützstruktur sowie eines entsprechenden Computerprogrammprodukts.

**[0002]** Stützstrukturen sollen als zusätzliches Baumaterial ein Absenken von Bauteilen im Bauraum oder deren Verzug verhindern. Die Gefahr für Absenken und Verzug ist besonders groß, solange die Bauteile noch nicht ihre Endfestigkeit erreicht haben. Ein Verzug (Distortion) kann beispielsweise durch ungleichmäßiges Abkühlen oder ungleichmäßiges Abtrocknen bzw. Abbinden eines Bauteils entstehen. Der Verzug bedeutet in erster Linie den Verlust der Maßhaltigkeit eines Bauteils.

**[0003]** Das Absenken eines Bauteils oder eines Bauteilabschnitts kann zu Formabweichung oder im schlimmsten Fall zu einer Trennschicht führen. Eine Trennschicht bedeutet die Unterbrechung des Schichtverbunds und damit auch des Bauteils.

**[0004]** Die Stützstrukturen binden in der Regel direkt am Bauteil ab. Nach Fertigstellung des Bauprozesses müssen die Stützstrukturen im Postprozess entfernt werden.

**[0005]** Stützstrukturen werden vorwiegend bei Verfahren eingesetzt, bei denen das Baumaterial während des Auftrags flüssig oder fließfähig ist. Bei pulververarbeitenden Systemen stützt in erster Linie das ungebundene Pulver die Bauteile. Nimmt die Bauteildichte während der Herstellung stark zu, können die Bauteile im Pulverbett absinken. Deshalb können auch hier Stützstrukturen zur Abstützung eingesetzt werden. Bei der thermischen Herstellung großer Bauteile oder bei Bauteilen mit ungünstigen Querschnittsprüngen aus Pulvermaterial können Stütz-

strukturen einen Verzug vorbeugen. Bei metallpulverbasierten Prozessen kann über die Stützstruktur Wärme in die Bauplattform abgeführt werden.

**[0006]** Die Baudaten der Stützstrukturen als Teil der Geometriebeschreibungsdaten werden im Preprozess automatisch von der Maschinensoftware erstellt und können vom Bediener optimiert werden.

**[0007]** Bei den indirekt aufbauenden Verfahren, wie z.B. selektives Verschmelzen oder Sintern von flächig aufgetragenem Pulver mit energiereicher Strahlung, z.B. Lasersintern, selektives Verkleben von flächig aufgetragenem Pulver mit einem Binderdruckkopf, z.B. 3D-Printing, und selektives Polymerisieren eines fotosensitiven Harzes mit UV-Strahlung, z.B. Stereolithographie oder Digital Light Processing (DLP), wird formloses Baumaterial flächig aufgetragen und anschließend selektiv gehärtet. Das Baumaterial kann sowohl flüssig oder pastös als auch pulverförmig sein.

**[0008]** Bei indirekt aufbauenden Verfahren werden die Stützstrukturen aus demselben Baumaterial aufgebaut wie das Bauteil selbst. Die Stützkonstruktion kann sowohl eine feine Säulenstruktur als auch eine statisch optimierte Gitterkonstruktion sein.

**[0009]** Die Stützstrukturen liegen in der Regel nicht ganzflächig am Bauteil an. Sie werden vor allem bei der Herstellung von sogenannten „Down-Faces“ (Überhänge) bei Bauteilen verwendet.

**[0010]** Die Stützstruktur kann auch im Pulverbett enden. Sie dient dann eher zur Wärmeabfuhr.

**[0011]** Die Stützstruktur muss auch nicht unbedingt mit der Bauplattform verbunden sein, sondern kann auch mit beiden Enden mit dem Bauteil verbunden sein.

**[0012]** Die Stützstruktur muss oben auch nicht an der Unterseite eines Bauteils enden. Sie kann auch an einer Seite und/oder Oberseite des Bauteils angebracht werden.

**[0013]** Das Abtrennen der Stützstrukturen von einem Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils erfolgt derzeit in einem Nachbearbeitungsschritt (Postprozess) durch eine sehr aufwendige Handarbeit. Beispielsweise werden die Stützstrukturen herausgebrochen, abgeschnitten, abgesägt, geschliffen oder abgeätzt. Es handelt sich dabei um einen signifikanten Teil der gesamten Herstellungszeit und damit erhebliche (zusätzliche) Herstellungskosten.

**[0014]** Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine automatisierte Abtrennung der Stützstrukturen von einem oder mehreren Pulver-

bett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en) und/oder von der Bauplattform zu ermöglichen.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Pulverbett-basierten additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil, bei dem

- Pulver, aus dem mindestens ein Bauteil hergestellt werden soll, lagenweise als Pulverbett auf eine Bauplattform aufgebracht wird,
- das mindestens eine Bauteil durch lokales Aufschmelzen des Pulvers lagenweise hergestellt wird und
- zusammen mit dem mindestens einen Bauteil eine Stützstruktur hergestellt wird, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt,

wobei ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, der Stützstruktur und der Bauplattform mit mindestens einem Hohlraum hergestellt wird, der so gestaltet ist, dass bei Beaufschlagung des Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck dieser Hohlraum die Druckbelastung so lange ohne Bruch aushält, bis mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch die Druckbelastung gebrochen wird. Sowohl bei den Stützstellen als auch bei den Verbindungsstellen kann es sich auch um Flächen handeln. Das Wirkmedium bzw. die Wirkmedien oder mindestens eines der Wirkmedien kann/können z.B.

- Öl, insbesondere hochtemperaturstabiles Öl
- Luft, insbesondere Druckluft;
- Gas, insbesondere Schutzgas, wie Argon, Helium oder Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)
- Gas, stark gekühlt

sein.

**[0016]** Weiterhin wird diese Aufgabe gelöst durch ein Pulverbett-basiert additiv gefertigte(s) Bauteil(e) mit einer Stützstruktur, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, wobei ein Gebilde aus mindestens einem Bauteil, einer Stützstruktur und einer Bauplattform mindestens einen Hohlraum aufweist, der so gestaltet ist, dass bei Beaufschlagung des Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck der Hohlraum die Druckbelastung so lange ohne Bruch aushält bis mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch diese Druckbelastung gebrochen wird.

**[0017]** Ferner wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en), insbesondere nach einem der Ansprüche 21 bis 26 und/oder einer Bauplattform, wobei die Stützstruktur mit dem Bauteil bzw. den Bauteilen oder der Bauplattform verbunden ist und ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, einer Stützstruktur, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, und einer Bauplattform mindestens einen Hohlraum umfasst, umfassend

**[0018]** Beaufschlagen des mindestens einen Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck derart, dass zumindest eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch die Druckbelastung gebrochen wird.

**[0019]** Weiterhin wird diese Aufgabe gelöst durch eine Anlage zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20 und 27, umfassend

- ein Bauraumgehäuse mit einer Bauplattform zur Abstützung eines oder mehrerer Pulverbett-basiert additiv zu fertigenden Bauteils/Bauteile,
- eine Schichtenpräparierungseinrichtung zur Präparierung jeweiliger Pulverschichten auf der Bauplattform,
- eine Bestrahlungseinrichtung zur Bestrahlung der jeweils zuletzt präparierten Pulverschicht auf der Bauplattform nach Maßgabe von Geometriebeschreibungsdaten des oder der zu fertigenden Bauteils/Bauteile und der zugehörigen Stützstruktur und
- eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Bestrahlungseinrichtung nach Maßgabe der Geometriebeschreibungsdaten.

**[0020]** Außerdem wird die Aufgabe gelöst durch eine Anlage oder ein Anlagenmodul zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en), insbesondere nach einem der Ansprüche 21 bis 26, und/oder einer Bauplattform, wobei die Stützstruktur mit dem Bauteil bzw. den Bauteilen oder Bauplattform verbunden ist und ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, einer Stützstruktur, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, und einer Bauplattform mindestens einen Hohlraum umfasst, umfassend eine Wirkmediumversorgungseinrichtung, die zum gesteuerten Beaufschlagen des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mit mindestens einem Wirkmedium mit einer Wirkmediumanschlusseinrichtung des Bauteils oder mindestens

eines der Bauteile und/oder der Stützstruktur in Fluidverbindung bringbar ist.

**[0021]** Ferner wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Berechnung von Geometriebeschreibungsdaten eines oder mehrerer Bauteils/Bauteile mit einer Stützstruktur nach einem der Ansprüche 21 bis 26, wobei für einen vorgebbaren Druck die Geometrie der Stützstruktur so ausgelegt wird, dass die Dehnung jedes Punktes der Wand des Hohlraums oder eines der Hohlräume unter Druckbelastung niedriger als der Wert der Bruchdehnung eines Materials ist, aus dem das Bauteil gebaut werden soll, und an mindestens einer Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens einer Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur eine Dehnung erreicht wird, welche gleich oder höher ist als der Wert der Bruchdehnung des Materials, aus welchem das Bauteil gebaut werden soll.

**[0022]** Schließlich liefert die vorliegende Erfindung ein Computerprogrammprodukt, das computerlesbare Anweisungen enthält, die, wenn sie auf einem geeigneten System ausgeführt werden, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20 und 32 bis 36 ausführen.

**[0023]** Bei dem Verfahren zur Pulverbett-basierten additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil kann vorgesehen sein, dass der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon, einem Bestandteil der Stützstruktur, insbesondere einer Wand, der die Bauplattform und das Bauteil verbindet, und der Bauplattform begrenzt wird und in dem sich Stützelemente befinden, welche die Bauplattform und das Bauteil an den Stützstellen verbinden.

**[0024]** Weiterhin kann vorgesehen sein, dass der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon oder von der Bauplattform oder einem Teil davon und einem Bestandteil, insbesondere einer Wand, der Stützstruktur begrenzt wird, wobei die Oberfläche des Bestandteils der Stützstruktur auf der Seite des Hohlraums mit dem Bauteil oder mit der Bauplattform direkt oder/und durch Stützelemente verbunden ist.

**[0025]** In einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist/sind die Wand oder die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume komplett ein Bestandteil einer Stützstruktur, insbesondere eines Stützelements, das die Bauplattform und das Bauteil an den Stützstellen verbindet.

**[0026]** Vorteilhafterweise weist/weisen die Wand bzw. die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mindestens einen nachgiebigen Wandabschnitt auf, der bei Druckbeaufschlagung des Hohlraums eine stärkere Verformung ohne Bruch als die restliche Wand des Hohlraums aufweist.

**[0027]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass der mindestens eine nachgiebige Wandabschnitt in Schnittansicht einen symmetrischen oder asymmetrischen Zickzacklinienverlauf oder einen symmetrischen oder asymmetrischen gebogenen Linienverlauf aufweist.

**[0028]** Zweckmäßigerweise weist/weisen die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur eine Sollbruchstelle auf.

**[0029]** Vorteilhafterweise nimmt die Verbindungsfläche von der mindestens einen Verbindungsstelle zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder mindestens einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform in Schnittansicht parallel zur Oberfläche des mindestens einen Bauteils oder der Bauplattform in einer Richtung, vorzugsweise kontinuierlich, zur Steuerung des Ablaufs des Abtrennens zu.

**[0030]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Verbindungsflächen von mindestens zwei Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder mindestens einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform in Schnittansicht parallel zur Oberfläche des Bauteils oder der Bauplattform gezielt ungleich groß gestaltet sind, so dass bei derselben Druckbelastung die Verbindungsstelle mit einer kleineren Verbindungsfläche früher bricht, als die Verbindungsstelle mit einer größeren Verbindungsfläche.

**[0031]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt die Druckbeaufschlagung stufenweise, wobei in einer ersten Stufe ein erster Druck verwendet wird und in einer zweiten Stufe sowie allen weiteren Stufen ein immer höherer Druck verwendet wird.

**[0032]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass in der ersten Stufe der Druckbeaufschlagung nur ein erster Teil der Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform gebrochen wird und in der zweiten und den weiteren Stufen der Druckbeaufschlagung ein

zweiter Teil und weitere Teile der Verbindungsstellen gebrochen werden.

**[0033]** Vorteilhafterweise weist/weisen die Wand bzw. die Wände des Hohlraums mehrere nachgiebige Wandabschnitte auf, die so gestaltet sind, dass ein erster nachgiebiger Wandabschnitt eine höchste Verformbarkeit und ein zweiter nachgiebiger Wandabschnitt und weitere nachgiebige Wandabschnitte eine immer niedrigere Verformbarkeit bei einer selben Stufe der Druckbeaufschlagung aufweisen.

**[0034]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die nachgiebigen Wandabschnitte so gestaltet sind, dass eine Verformung des ersten nachgiebigen Wandabschnitts bei der ersten Stufe der Druckbeaufschlagung, eine Verformung des zweiten nachgiebigen Wandabschnitts bei der zweiten Stufe der Druckbeaufschlagung und eine Verformung jedes weiteren nachgiebigen Wandabschnitts bei einer entsprechenden Stufe der Druckbeaufschlagung gleich oder vergleichbar sind.

**[0035]** Weiterhin kann der Hohlraum Teil eines größeren Hohlraums sein, welcher ein Bestandteil der Stützstruktur ist und separat mit Druck, vorzugsweise unterschiedlicher Stufen, beaufschlagbar ist.

**[0036]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das Gebilde mindestens einen Hohlraum, der teilweise von mindestens einem Bauteil begrenzt wird, und mindestens einen Hohlraum, der teilweise von der Bauplattform begrenzt wird, auf und werden die Stützelemente vom mindestens einen Bauteil und von der Bauplattform abgetrennt, indem der mindestens eine Hohlraum, der teilweise vom mindestens einen Bauteil begrenzt wird, und der mindestens eine Hohlraum, der teilweise von der Bauplattform begrenzt wird, gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig oder zeitlich nacheinander mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Über- oder Unterdruck gezielt beaufschlagt werden.

**[0037]** Zweckmäßigerweise wird während oder nach der Fertigung des mindestens einen Bauteils eine Behandlung des gesamten Bauteils bzw. aller Bauteile oder eines jeweiligen Teils davon durch Hindurchleiten eines Wirkmediums durch den Hohlraum oder mindestens einen der Hohlräume durchgeführt.

**[0038]** Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Behandlung eine Durchleitung von Druckluft zum Entfernen von sich im Hohlraum befindendem losen Pulver umfasst und vor der Druckbeaufschlagung des Hohlraums zum Abtrennen der Verbindungsstellen zwischen dem Bauteil und der Stützstruktur oder zwischen dem Bauteil und der Bauplattform erfolgt.

**[0039]** Ferner kann die Behandlung eine Abkühlung, Erwärmung oder Aufrechterhaltung einer Temperatur (Temperierung), und/oder eine Druckbehandlung umfassen.

**[0040]** Weiterhin kann vorgesehen sein, dass nach Abtrennen der Stützelemente vom mindestens einen Bauteil durch die Druckbelastung eine verbliebene, nicht abgetrennte Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere durch das Fräsen oder Laserschneiden, vom mindestens einen Bauteil abgetrennt wird.

**[0041]** Zudem kann vorgesehen sein, dass nach Abtrennen der Stützelemente von der Bauplattform durch die Druckbelastung eine verbliebene, nicht abgetrennte Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere durch das Fräsen oder Drahterodieren, von der Bauplattform abgetrennt wird.

**[0042]** In einer besonderen Ausführungsform die des Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils kann der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon, einem Bestandteil der Stützstruktur, insbesondere einer Wand, der die Bauplattform und das Bauteil verbindet, und der Bauplattform begrenzt werden und in dem sich Stützelemente befinden, welche die Bauplattform und das Bauteil an den Stützstellen verbinden.

**[0043]** Zudem kann vorgesehen sein, dass der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon oder von der Bauplattform oder einem Teil davon und einem Bestandteil, insbesondere einer Wand, der Stützstruktur begrenzt wird, wobei die Oberfläche des Bestandteils der Stützstruktur auf der Seite des Hohlraums mit dem Bauteil oder mit der Bauplattform direkt oder/und durch Stützelemente verbunden ist.

**[0044]** Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Wand oder die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume Bestandteil eines Stützelements ist/sind, das das mindestens eine Bauteil mit der Bauplattform oder das mindestens eine Bauteil mit einem Teil der Stützstruktur oder die Bauplattform mit einem Teil der Stützstruktur oder unterschiedliche Teile der Stützstruktur miteinander verbindet.

**[0045]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform umfasst/umfassen das Bauteil/die Bauteile mindestens einen Wirkmediumeinlass zum gezielten wahlweisen Beaufschlagen des mindestens einen Hohlraumes mit einem Wirkmedium mit einem Über- oder Unterdruck.

**[0046]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur eine Sollbruchstelle aufweist/aufweisen.

**[0047]** Bei der Anlage zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20 und 27 kann vorgesehen sein, dass diese ferner eine Wirkmediumversorgungseinrichtung umfasst, die zum gesteuerten Beaufschlagen des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mit mindestens einem Wirkmedium mit einer Wirkmediumanschlusseinrichtung des Bauteils oder mindestens eines der Bauteile und/oder der Stützstruktur in Verbindung bringbar ist.

**[0048]** Ferner kann die Anlage eine in dem Bauraumgehäuse integrierte oder davon separate Nachbearbeitungseinrichtung zur Abtrennung einer, nach der Druckbeaufschlagung des Hohlraums am Bauteil oder an einer Bauplattform verbliebenen, nicht gebrochenen Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere Fräsen oder Laserschneiden umfassen.

**[0049]** Vorzugsweise weist die Anlage oder das Anlagenmodul zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur eine Nachbearbeitungseinrichtung zur Abtrennung einer nach der Druckbeaufschlagung des Hohlraums am Bauteil oder an einer Bauplattform verbliebenen, nicht gebrochenen Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere Fräsen oder Laserschneiden, auf.

**[0050]** Bei dem Verfahren zur Berechnung von Geometriebeschreibungsdaten eines oder mehrerer Bauteils/Bauteile mit einer Stützstruktur wird mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur gezielt so gestaltet, dass die Verbindungsfläche dieser Verbindungsstelle in eine vorgegebene Richtung kontinuierlich zunimmt, so dass das Abtrennen dieser Verbindungsstelle in diese Richtung erfolgt. Insbesondere kann dabei vorgesehen sein, dass die Verbindungsflächen von mindestens zwei Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder einem der Bauteile oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform gezielt ungleich gestaltet werden, so dass bei derselben Druckbelastung die Verbindungsstelle mit einer kleineren Verbindungsfläche früher bricht als die Verbindungsstelle mit einer größeren Verbindungsfläche.

**[0051]** Gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die geo-

metrische Ausrichtung von einem Teil der Wände eines Hohlraums auf der Seite der Stützstruktur in Anlehnung an eine Oberfläche berechnet, welche durch eine parallele Verschiebung von mindestens einem Teil der hohlraumbegrenzenden Bauteilfläche in eine normale Richtung zu dieser Oberfläche erfolgt.

**[0052]** Beispielsweise kann ein Berechnungsmodul zur Auslegung der Geometriebeschreibungsdaten eines oder mehrerer Bauteil/Bauteile mit einer Stützstruktur vorhanden sein. Alternativ oder zusätzlich kann eine Schnittstelle zum Export der berechneten Geometriebeschreibungsdaten vorhanden sein. Wiederum alternativ oder zusätzlich kann eine Schnittstelle zum Import von Daten über die Position und Geometrie der Wirkmediumanschlüsse in der Bauplattform vorhanden sein.

**[0053]** Alternativ oder zusätzlich kann die Stützstruktur auf der Bauplattformseite genauso wie auf der Bauteilseite gestaltet sein. Das Abtrennen der Stützstruktur von einer Bauplattform kann analog zum und/oder zeitgleich mit dem Abtrennen der Stützstruktur von dem Bauteil/den Bauteilen durchgeführt werden.

**[0054]** Der vorliegenden Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass die Abtrennung der Stützen oder zumindest eines Teils der Stützen von dem Bauteil als Resultat einer Verformung der Stützstruktur erfolgen kann, welche durch eine Druckbeaufschlagung mit einem Wirkmedium verursacht wird. Eine Druckbeaufschlagung kann durch Vorsehen der Hohlräume realisiert werden, durch welche das Wirkmedium hindurchgeleitet werden kann. Durch das Vorsehen der Hohlräume zum Hindurchleiten der Wirkmedia bekommt die Stützstruktur eine zusätzliche Funktionalität des „Selbstabtrennens“. Dabei kann ein sehr großer Teil der Stützen von dem Bauteil abgetrennt werden. Die Wände des Hohlraums sollten während der Druckbelastung bzw. des Abtrennens der Stützen halten. Sie können vom Bauteil in einem nächsten Schritt mit anderen Trennverfahren, wie z.B. Fräsen oder Laserschneiden, automatisch abgetrennt werden.

**[0055]** Bei den konventionellen Trennmethoden können die Stützen nur an Stellen positioniert werden, die gut zugänglich sind, so dass die nachfolgende Entfernung der Stützen möglich wäre. Beim neuen Verfahren können die Stützen auch an von außen nicht oder nur schwerlich zugängliche Stellen angeordnet werden.

**[0056]** Etwaige bleibende, mit dem Bauteil verbundene Wände des Hohlraums können zumindest in einer besonderen Ausführungsform vorzugsweise an von außen leicht zugänglichen Stellen positioniert werden, so dass sie in einem nachfolgenden Schritt mit Verfahren, wie z.B. Fräsen oder Laserschnei-

den, in einem, vorzugsweise automatisierten, Modus leicht abgetrennt werden können.

**[0057]** Die Druckbeaufschlagung mit einem Wirkmedium hat zumindest in einer besonderen Ausführungsform den Vorteil einer gleichmäßigen Belastung (hydrostatischer Druck) des Bauteils und der Stützstruktur. Eine gleichmäßige Belastung während des Abtrennens der Stützen „verschont“ das Bauteil vor einer starken Verformung.

**[0058]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von mehreren Ausführungsbeispielen anhand der schematischen Zeichnungen. Dabei zeigt:

**Fig. 1** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** eine Schnittansicht entlang der Linie II - II in **Fig. 1**;

**Fig. 3** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 4** eine Schnittansicht entlang der Linie IV - IV in **Fig. 3**;

**Fig. 5** verschiedene Stadien eines Verfahrens zum automatischen Abtrennen zumindest eines Teils einer Stützstruktur von dem Bauteil gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** oder **Fig. 3** und **Fig. 4** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 6** eine Schnittansicht entlang der Linie VI - VI in **Fig. 7** von einem Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 7** eine Schnittansicht entlang der Linie VII - VII in **Fig. 6**;

**Fig. 8** eine Schnittansicht entlang der Linie VIII - VIII in **Fig. 7**;

**Fig. 9** eine Schnittansicht entlang der Linie IX - IX in **Fig. 10** von einem Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 10** eine Schnittansicht entlang der Linie X - X in **Fig. 9**;

**Fig. 11** eine Schnittansicht entlang der Linie XI - XI in **Fig. 10**;

**Fig. 12** verschiedene Stadien eines Verfahrens zum automatischen Abtrennen zumindest eines

Teils einer Stützstruktur von dem Bauteil gemäß den **Fig. 6** bis **Fig. 8** oder **Fig. 9** bis **Fig. 11** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 13** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 14** eine Schnittansicht entlang der Linie XIV - XIV in **Fig. 13**;

**Fig. 15** verschiedene Stadien eines Verfahrens zum automatischen Abtrennen zumindest eines Teils einer Stützstruktur von dem Bauteil gemäß den **Fig. 13** und **Fig. 14** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 16** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 17** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 18** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 19** eine Schnittansicht entlang der Linie XIX - XIX in **Fig. 18**;

**Fig. 20** eine Schnittansicht eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 21** eine Schnittansicht entlang der Linie XXI - XXI in **Fig. 20**;

**Fig. 22** ein Detail der **Fig. 20**;

**Fig. 23** eine Schnittansicht entlang der Linie XXIII - XXIII in **Fig. 22**;

**Fig. 24** eine Variante der in der **Fig. 22** gezeigten Ausführungsform;

**Fig. 25** eine Schnittansicht entlang der Linie XXV - XXV in **Fig. 24**; und

**Fig. 26** bis **Fig. 36** Ansichten von einem Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil mit einer Stützstruktur gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung.

**[0059]** Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen ein Pulverbett-basiert additiv gefertigtes Bauteil **10** mit einer Stützstruktur **12** gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in Schnittansicht und entlang der Linie II - II in **Fig. 1** (**Fig. 2**). Die Stütz-

struktur **12** befindet sich zwischen einer unteren Bauplattform **14** und dem oberen Bauteil **10** und stützt das Bauteil **10** an Stützstellen **16** ab. Die Stützstellen **16** befinden sich an der Unterseite **18** des Bauteils. Zur Stützstruktur **12** gehören eine äußere Wand **28**, die in diesem Beispiel in einem Rechteck angeordnet ist und die die Bauplattform **14** und das Bauteil **10** in diesem Beispiel direkt verbindet, sowie innere Stützelemente **30**, die die Bauplattform **14** und das Bauteil **18** an den Stützstellen **16** verbinden, auf die weiter unten noch näher eingegangen werden wird. Die äußere Wand **28** ist mit rechten und linken Seiten **20** und **22** sowie vorderen und hinteren Seiten **24** und **26** des Bauteils **10** verbunden.

**[0060]** Das Gebilde **32** aus dem Bauteil **10**, der Stützstruktur **12** und der Bauplattform **14** weist einen Hohlraum **34** auf, der von der Unterseite **18** und den Seiten **20** bis **26** des Bauteils **10** sowie von der Wand **28** der Stützstruktur **12** und von einem Teil der Oberseite **36** der Bauplattform **14** begrenzt wird und in dem sich die Stützelemente **30** befinden.

**[0061]** Die Wand **28** weist in diesem Beispiel einen umlaufenden nachgiebigen Wandabschnitt **38** auf, der bei Druckbeaufschlagung des Hohlraums **34** eine stärkere Verformung ohne Bruch als die restliche Wand des Hohlraums **34** aufweist (siehe **Fig. 5**)

**[0062]** Damit der Hohlraum **34** mit einem Wirkmedium, wie zum Beispiel Druckluft, beaufschlagt werden kann, weist in diesem Beispiel die Bauplattform **14** eine in diesem Beispiel mittig angeordnete Öffnung (Durchgangsöffnung) **40** als Wirkmedium einlass und ggfls. auch - auslass auf.

**[0063]** Wie sich aus den **Fig. 1** und **Fig. 2** ergibt, sind die Stützelemente **30** in diesem Beispiel nadelförmig gestaltet. Die Stützelemente **30** verjüngen sich von der Seite der Bauplattform **14** zur Seite des Bauteils **10** in diesem Beispiel kontinuierlich. In diesem Beispiel befinden sich zwölf Stützelemente **30** innerhalb des Hohlraums **34**.

**[0064]** Die in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Ausführungsform lediglich darin, dass die Stützelemente **30** nicht nadelförmig, sondern plattenförmig gestaltet sind. Zudem sind in diesem Beispiel lediglich vier an Stelle von zwölf inneren Stützelementen **30** vorhanden.

**[0065]** Die in den **Fig. 1** und **Fig. 2** sowie 3 und 4 gezeigten Ausführungsformen können beispielsweise durch ein Verfahren zur Pulverbett-basierten additiven Fertigung hergestellt sein, bzw. hergestellt werden, bei dem Pulver (nicht gezeigt), aus dem das Bauteil **10** hergestellt werden soll, lagenweise als Pulverbett (nicht gezeigt) auf eine Bauplattform **14** aufgebracht wird, das Bauteil **10** durch lokales Auf-

schmelzen des Pulvers lagenweise hergestellt wird und zusammen mit dem Bauteil **10** die Stützstruktur **12** hergestellt wird, die das Bauteil **10** an den Stützstellen **16** stützt, wobei das Gebilde **32** aus dem Bauteil **10**, der Stützstruktur **12** und der Bauplattform **14** mit dem Hohlraum **34** hergestellt wird, der von der Unterseite **18** und den Seiten **20** bis **26** des Bauteils **10**, der Wand **28**, die die Bauplattform **14** und das Bauteil **10** verbindet, und der Oberseite **36** der Bauplattform **14** begrenzt wird und in dem sich die Stützelemente **30** befinden, die die Bauplattform **14** und das Bauteil **10** an den Stützstellen **16** verbinden.

**[0066]** Die **Fig. 5** zeigt beispielhaft, wie beispielsweise bei den beiden in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigten Ausführungsformen ein Abtrennen des Bauteils **10** von den oberen Enden der Stützelemente **30** an den Verbindungsstellen **42**, die hier mit den Stützstellen **16** übereinstimmen, unter Druckbeaufschlagung mittels eines Wirkmediums, das unter Druck durch die Öffnung **40** in der Bauplattform **14** in diesem Beispiel von unten in den Hohlraum **34** gegeben wird. Da die Wand **28** einen nachgiebigen Wandabschnitt **38** aufweist, hält sie dem Druck **P** stand (s. **Fig. 5(a)** und **(b)**) und löst sie sich auch nicht an ihrem oberen Ende vom Bauteil **10**, während die vorgenannten Verbindungsstellen **42** zwischen der Unterseite **18** des Bauteils **10** und den oberen Enden der Stützelemente **30** gebrochen bzw. getrennt werden (s. **Figur 5(b)**). Die äußeren Elemente der Stützstruktur **12**, in diesem Beispiel die Wand **28**, lassen sich danach beispielsweise durch vorzugsweise automatisches Fräsen am Bauteil **10** abtrennen.

**[0067]** Die **Fig. 6** bis **Fig. 8** zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteils **100** mit einer Stützstruktur **112**, die das Bauteil **100** an in diesem Beispiel drei Stützstellen bzw. -linien bzw. -flächen **116** an der Unterseite **118** des Bauteils **100** abstützt und eine äußere Wand **128**, die in diesem Beispiel rechteckförmig angeordnet ist, und in diesem Beispiel ein inneres Stützelement **130** aufweist, die zwischen einer unteren Bauplattform **114** und dem oberen Bauteil **100** angeordnet ist. Genauer gesagt zeigt die **Fig. 6** eine Schnittansicht entlang der Linie VI - VI von **Fig. 7**, die **Fig. 7** eine Schnittansicht entlang der Linie VII - VII in **Fig. 6** und **Fig. 8** eine Schnittansicht entlang der Linie VIII - VIII in **Fig. 7**.

**[0068]** Das Gebilde **132** aus dem Bauteil **100**, der Stützstruktur **112** und der Bauplattform **114** weist einen Hohlraum **134** auf, der von der Unterseite **118** des Bauteils **100**, von der Wand **128** der Stützstruktur **112** und von einem Teil der Oberseite **136** der Bauplattform **114** begrenzt wird. Das in diesem Beispiel an der Unterseite **118** des Bauteils **100** mittig angeordnete und das Bauteil **100** an der Stützstelle **116** abstützende Stützelement **130** steht mit der Oberseite **136** der Bauplattform **114** nicht direkt in Verbind-

zung, sondern ist über einen nachgiebigen Teil 138 mit der inneren Oberfläche 139 der Wand 128 verbunden. In Schnittansicht (siehe Fig. 6 und Fig. 8) weist der nachgiebige Teil 138 die Gestalt eines in diesem Beispiel symmetrischen Spitzdaches auf. Die beiden Teile 138 bilden in diesem Beispiel einen Winkel von ca. 90°.

[0069] Anders als bei den in den Fig. 1 bis Fig. 4 gezeigten Ausführungsformen erfolgt die Zuführung eines Wirkmediums nicht über eine Öffnung in der Bauplattform, sondern über Öffnungen 140 und 141 als Wirkmediumeinlass und/oder-auslass.

[0070] Die in den Fig. 9 bis Fig. 11 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in den Fig. 6 bis Fig. 8 gezeigten Ausführungsform im Wesentlichen darin, dass das Stützelement 130 nicht nadelförmig, sich von unten nach oben verjüngend gestaltet ist, sondern platten- bzw. wandförmig mit oberen, im Abstand zueinander angeordneten Durchgangsöffnungen 129 und dazwischen befindlichen Sollbruchstellen 131 ausgebildet ist. Ferner ist das nachgiebige Teil 138 in der in Fig. 11 gezeigten Schnittansicht nicht spitzdachförmig, sondern mit einer stumpfen Oberseite ausgebildet.

[0071] Die Fig. 12 zeigt nun ein Verfahren zum vorzugsweise automatischen Abtrennen zumindest eines Teils der Stützstruktur 112 der bei den in den Fig. 6 bis Fig. 11 gezeigten Ausführungsformen durch Beaufschlagung mit Druck P durch mindestens eine der Öffnungen 140 und 141, wobei dazu auch eine der Öffnungen 140 bzw. 141 zum Aufbau eines Drucks in dem Hohlraum 134 verschlossen sein bzw. werden kann. Da der Teil 138 nachgiebig ist, während das Stützelement 130 zumindest steifer als der nachgiebige Teil 138 ist, wird das obere Ende des Stützelements 130 an der Verbindungsstelle 142, die der Stützstelle 116 in der Mitte der Unterseite 118 des Bauteils 100 entspricht, abgetrennt (s. Figur 12(b)). Die äußeren Elemente der Stützstruktur 112, in diesem Beispiel die Wand 128, lassen sich danach beispielsweise durch vorzugsweise automatisches Fräsen vom Bauteil 100 abtrennen.

[0072] Die Fig. 13 und Fig. 14 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein pulverbett-basiert additiv gefertigtes Bauteil 200 gemäß einer besonderen Ausführungsform einer vorliegenden Erfindung mit einer Stützstruktur 212, die zwischen einer unteren Bauplattform 214 und dem oberen Bauteil 200 angeordnet ist und das Bauteil 200 an in diesem Beispiel insgesamt elf Stützstellen 216 stützt. Genauer gesagt zeigt die Fig. 13 eine Schnittansicht entlang der Linie XIII-XIII in Fig. 14 und zeigt die Fig. 14 eine Schnittansicht entlang der Linie XIV in Fig. 13. Das Gebilde 232 aus dem Bauteil 200, der Stützstruktur 212 und der Bauplattform 214 weist einen Hohlraum 234 auf, wobei die Wand 228 des Hohlraums 234 Bestand-

teil eines Stützelements 230 ist, das das Bauteil 200 mit der Bauplattform 214 verbindet. Die Wand 228 des Hohlraums 234 weist einen nachgiebigen Wandabschnitt 238 auf, der bei Druckbeaufschlagung des Hohlraums 234 eine stärkere Verformung ohne Bruch als die restliche Wand des Hohlraums aufweist bzw. erfährt. Das Stützelement 230 ist mit dem Bauteil 200 an einer in diesem Beispiel an der Unterseite 218 des Bauteils 200 mittig angeordneten Stützstelle 216 verbunden. An den vier Ecken der Bauplattform 214 ist das Bauteil 200 über in diesem Beispiel vier stangen- oder säulenartige Stützelemente 230 mit der Bauplattform 214 verbunden bzw. wird es darüber über der Bauplattform 214 abgestützt.

[0073] Die mittigen in diesem Beispiel vier Stützelemente 230 sind oberhalb des jeweiligen Hohlraumes 234 zur Seite des Bauteils 200 hin nadelförmig, sich von unten nach oben verjüngend, gestaltet. Unterhalb des jeweiligen Hohlraums 234 ist das jeweilige Stützelement 230 im Wesentlichen stab- bzw. säulenförmig gestaltet und weist eine Öffnung bzw. ein Kanal 240 zum Einlassen und/oder Auslassen eines Wirkmediums (nicht gezeigt).

[0074] In der Fig. 15 ist gezeigt, wie sich der jeweilige Hohlraum 234 bei Beaufschlagung mit Druck P mittels eines Wirkmediums durch den Kanal 240 aus einer im Wesentlichen ovalen Form mit vertikaler Längsachse (siehe Fig. 15(a)) in eine im Wesentlichen runde Form (siehe Figur 15(b)) gebracht wird und die Stützelemente 230 an der Verbindungsstelle 242, die der jeweiligen Stützstelle 216 entspricht, von der Unterseite 218 des Bauteils 200 abgetrennt wird.

[0075] Die Fig. 16 zeigt im Prinzip ein Bauteil 300 mit einer Stützstruktur 312 gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die Stützstruktur 312 im Prinzip mehrere der beispielsweise in den Fig. 6 bis Fig. 8 bzw. 9 bis 11 gezeigten Stützelemente 130, hier als Stützelemente 330 gekennzeichnet, umfasst. Die nachgiebigen Teile 338 stützen sich an einer äußeren Wand 328 des Hohlraums 334 sowie an den unteren Sockeln 339.

[0076] Die in der Fig. 17 gezeigte weitere Ausführungsform eines Bauteils 400 mit einer Stützstruktur 412 unterscheidet sich von der in der Fig. 16 gezeigten Ausführungsform darin, dass die nachgiebigen Teile 438 nicht symmetrisch, sondern unsymmetrisch angeordnet sind. In diesem Beispiel bilden jeweils zwei Teile 438 in Schnittansicht ein unsymmetrisches Spitzdach mit einem Winkel, der kleiner als 90° ist.

[0077] Die in der Fig. 18 gezeigte Ausführungsform eines Bauteils 500 mit einer Stützstruktur 512 unterscheidet sich von der in der Fig. 16 gezeigten Ausführungsform im Wesentlichen darin, dass die Stützstruktur keine nadelförmigen Stützelemente, sondern

lediglich die nachgiebigen Teile **538**, die Sockel **539** und die äußere Wand **528** aufweist (siehe **Fig. 18(a)**). Wie sich aus der Schnittansicht entlang der Linie XIX - XIX in **Fig. 18** (siehe **Fig. 19**) ergibt, sind entlang der Verbindungslinie **542** Durchgangsöffnungen **544** zum Durchlassen eines Wirkmediums (nicht gezeigt) vorhanden. Weiterhin zeigt die **Fig. 19** eine Dicke **d** der linienförmigen Verbindungsstelle **516** und Sollbruchstellen **546** zwischen den Durchgangsöffnungen **544** vorhanden.

[0078] Die **Fig. 20** zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie XX - XX in **Fig. 21** (oben) und die **Fig. 21** (unten) zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie XXI- XXI in **Fig. 20** von einem weiteren Bauteil **600** mit einer Stützstruktur **612** zwischen einer unteren Bauplatzform **614** und dem oberen Bauteil **600**. Die Bauplatzform **614** weist zwei seitliche, sich in diesem Beispiel vertikal erstreckende Öffnungen **602** und **603** auf, die für den Einlass und/oder Auslass eines Wirkmediums (nicht gezeigt) mit einer jeweiligen Öffnung **604**, **605** für einen Wirkmedium einlass und/oder -auslass in der Stützstruktur **612** und weiteren Öffnungen **606** und **607** in einer inneren Wand **629** der Stützstruktur **612** in Wirkmediumverbindung steht, sodass ein Wirkmedium von einer Wirkmediumversorgungseinrichtung über die Wirkmediumanschlusseinrichtung **608** bzw. **609** (nur in **Fig. 20** gezeigt) unter Druck in einen Hohlraum **634** gegeben werden kann.

[0079] Die **Fig. 22** zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie XXII - XXII in **Fig. 23** und die **Fig. 23** zeigt eine Schnittansicht entlang der Linie XXIII - XXIII in der **Fig. 22**. Es ist darin die Anordnung und Verbindung eines Stützelements **730** unterhalb der Unterseite **718** eines weiteren Bauteils **700** gemäß einer weiteren besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Wie sich in Kombination mit der **Fig. 23** ergibt ist die Verbindungsstelle **742**, die im Prinzip der Stützstelle **716** entspricht, eine Verbindungsfläche bzw. ein Verbindungsstreifen, dessen Breite in einer Richtung **FD** („Fracture Direction“) in diesem Beispiel kontinuierlich zunimmt. Dadurch lässt sich ein gezielter gerichteter Bruch des Stützelements **730** erzielen.

[0080] Die in den **Fig. 24** und **Fig. 25** gezeigte Ausführungsform eines Bauteils **800** unterscheidet sich von der in den **Fig. 22** und **Fig. 23** gezeigten Ausführungsform im Wesentlichen darin, dass das Stützelement **830** im oberen Bereich nicht plattenförmig, sondern nadelförmig gestaltet ist und mehrere Stützelemente vorhanden sind.

[0081] Die **Fig. 26** bis **Fig. 35** zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Pulverbett-basiert additiv gefertigtes Bauteil **900** gemäß einer besonderen Ausführungsform einer vorliegenden Erfindung. Das Bauteil **900** (**Fig. 26-Fig. 28**) hat drei Innenräume

**936**, **937** und **938** mit ellipsoiden inneren Flächen **916**, **917** bzw. **918**. Die inneren Flächen **916**, **917** und **918** müssen im Bereich von Überhängen gestützt werden. Die **Fig. 29** zeigt, dass eine zu stützende Fläche **919** wegen eines nicht möglichen Zugangs für einen Werkzeug **950** (z.B. eine Fräse) nach dem Aufbauprozess nicht nachbearbeitet werden kann. Aus diesem Grund können an die Fläche **919** im oberen Bereich angebrachte Stützelemente durch eine mechanische Nachbearbeitung nicht entfernt werden. Die **Fig. 30-Fig. 32** zeigen eine Stützstruktur **912**, welche die Lösung der Aufgabe zur Abtrennung und Entfernung der Stützen von der unzugänglichen Fläche **919** ermöglicht. Die Stützstruktur **912** ist in den Innenräumen **936**, **937** und **938** des Bauteils **900** angeordnet und stützt das Bauteil **900** an in diesem Beispiel insgesamt zehn Stützstellen **916** (fünf im oberen Bereich und weitere fünf im unteren Bereich). Das Gebilde **932** aus dem Bauteil **900** und der Stützstruktur **912** weist zwei Hohlräume **934** und **935**. Eine Wand **928** des Hohlraums **934** weist einen nachgiebigen Wandabschnitt **938** auf, der bei Druckbeaufschlagung des Hohlraums **934** eine stärkere Verformung ohne Bruch als die restliche Wand des Hohlraums aufweist bzw. erfährt. Der Hohlraum **935** ist komplett ein Bestandteil der Stützstruktur **912**. Durch Öffnungen **942** und **943** wird aus dem Hohlraum **935** das Pulver entfernt, und zwar noch vor der Druckbeaufschlagung des anderen Hohlraums **934**, so dass sich die nachgiebigen Wandabschnitte **938** während der Druckbeaufschlagung ohne Widerstand verformen könnten. Stützelemente **930** sind mit dem Bauteil **900** an mehreren Stützstellen **916** verbunden. Die Druckbeaufschlagung des Hohlraums **34** erfolgt durch das Wirkmedium (nicht gezeigt), welches durch die Öffnungen **941** und **942** hinein- und hinausgelassen wird. Die **Fig. 33** zeigt die Verformung der nachgiebigen Wandabschnitte **938** nach der Druckbeaufschlagung des Hohlraums **934**. Diese Verformung führt zur Abtrennung der Stützelemente **930** von dem Bauteil **900** an Verbindungsstellen **942**. Die **Fig. 34** und **Fig. 35** zeigen die nachfolgende mechanische Nachbearbeitung. Durch die Bewegungen des Werkzeugs **950** (RM - „rotation movement“, VM - „vertical movement“, HM - „horisontal movement“) wird ein großer Teil der Stützstruktur **912** aus den Innenräumen **937** und **938** entfernt. Im Innenraum **936** werden auch die Stützelemente **930** an den Stellen **920** von der Stützstruktur abgetrennt. Die von der Stützstruktur **912** abgetrennten verbliebenen Reste der Stützelemente **930** sind leicht über die von der Stützstruktur **912** frei gewordenen Innenräume **937** und **938** entfernbar.

[0082] Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in den beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

	Bezugszeichenliste	<b>240</b>	Kanal
<b>10</b>	Bauteil	<b>242</b>	Verbindungsstellen
<b>12</b>	Stützstruktur	<b>300</b>	Bauteil
<b>14</b>	Bauplattform	<b>312</b>	Stützstruktur
<b>16</b>	Stützstellen	<b>314</b>	Bauplattform
<b>18</b>	Unterseite	<b>316</b>	Stützstellen
<b>20,22,24,26</b>	Seiten	<b>328</b>	Wand
<b>28</b>	Wand	<b>330</b>	Stützelemente
<b>30</b>	Stützelemente	<b>332</b>	Gebilde
<b>32</b>	Gebilde	<b>334</b>	Hohlraum
<b>34</b>	Hohlraum	<b>338</b>	Teile
<b>36</b>	Oberseite	<b>339</b>	Sockel
<b>38</b>	Wandabschnitt	<b>340,341</b>	Öffnungen
<b>40</b>	Öffnung	<b>400</b>	Bauteil
<b>42</b>	Verbindungsstellen	<b>412</b>	Stützstruktur
<b>100</b>	Bauteil	<b>414</b>	Bauplattform
<b>112</b>	Stützstruktur	<b>416</b>	Stützstellen
<b>114</b>	Bauplattform	<b>428</b>	Wand
<b>116</b>	Stützstellen	<b>430</b>	Stützelemente
<b>118</b>	Unterseite	<b>432</b>	Gebilde
<b>128</b>	Wand	<b>434</b>	Hohlraum
<b>129</b>	Durchgangsöffnung	<b>438</b>	Teile
<b>130</b>	Stützelement	<b>439</b>	Sockel
<b>131</b>	Sollbruchstellen	<b>440,441</b>	Öffnungen
<b>132</b>	Gebilde	<b>500</b>	Bauteil
<b>134</b>	Hohlraum	<b>512</b>	Stützstruktur
<b>136</b>	Oberseite	<b>514</b>	Bauplattform
<b>138</b>	Teil	<b>516</b>	Stützstellen
<b>139</b>	Oberfläche	<b>528</b>	Wand
<b>140, 141</b>	Öffnungen	<b>532</b>	Gebilde
<b>200</b>	Bauteil	<b>534</b>	Hohlraum
<b>212</b>	Stützstruktur	<b>538</b>	Teile
<b>214</b>	Bauplattform	<b>539</b>	Sockel
<b>216</b>	Stützstellen	<b>540,541</b>	Öffnungen
<b>218</b>	Unterseite	<b>542</b>	Verbindungslinie
<b>228</b>	Wand	<b>544</b>	Durchgangsöffnungen
<b>230</b>	Stützelemente	<b>546</b>	Sollbruchstellen
<b>232</b>	Gebilde	<b>600</b>	Bauteil
<b>234</b>	Hohlraum	<b>602, 603</b>	Öffnungen
<b>238</b>	Wandabschnitt	<b>604, 605</b>	Öffnungen

606, 607	Öffnungen	<b>d</b>	Dicke
608, 609	Wirkmediumanschluss-einrichtung	<b>p</b>	Druck
		<b>FD</b>	Richtung
612	Stützstruktur		
614	Bauplatzform		<b>Patentansprüche</b>
616	Stützstelle(n)		1. Verfahren zur Pulverbett-basiert additiven Fertigung von mindestens einem Bauteil, bei dem
628	Wand		- Pulver, aus dem mindestens ein Bauteil (10; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900) hergestellt werden soll, lagenweise als Pulverbett auf eine Bauplatzform (14; 114; 214; 314; 414; 514; 614) aufgebracht wird,
629	Wand		- das mindestens eine Bauteil durch lokales Aufschmelzen des Pulvers lagenweise hergestellt wird und
630	Stützelement		- zusammen mit dem mindestens einen Bauteil eine Stützstruktur (12; 112; 212; 312; 412; 512; 612; 912) hergestellt wird, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen (16, 116; 216; 316; 416; 516; 616; 716; 816; 916) stützt, wobei ein Gebilde (32; 132; 232; 332; 432; 532; 632) aus dem mindestens einen Bauteil (10; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900), der Stützstruktur (12; 112; 212; 312; 412; 512; 612; 912) und der Bauplatzform (14; 114; 214; 314; 414; 514; 614) mit mindestens einem Hohlraum (34; 134; 234; 334; 434; 534; 634; 934; 935) hergestellt wird, der so gestaltet ist, dass bei Beaufschlagung des Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck dieser Hohlraum die Druckbelastung so lange ohne Bruch aushält, bis mindestens eine Verbindungsstelle (42; 142; 242; 842; 942) zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplatzform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch die Druckbelastung gebrochen wird.
632	Gebilde		
634	Hohlraum		
638	Teile		
700	Bauteil		
716	Stützstelle		
718	Unterseite		
730	Stützelement		
738	Teile		
742	Verbindungsstelle		
800	Bauteil		
816	Stützstelle		
830	Stützelemente		
838	Teile		
842	Verbindungsstelle		
900	Bauteil		
912	Stützstruktur		
916	Stützstellen		
916, 917, 918	innere Flächen		
919	Fläche		2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon, einem Bestandteil der Stützstruktur, insbesondere einer Wand, der die Bauplatzform und das Bauteil verbindet, und der Bauplatzform begrenzt wird und in dem sich Stützelemente befinden, welche die Bauplatzform und das Bauteil an den Stützstellen verbinden.
920	Stellen		
928	Wand		
930	Stützelemente		
931	Stützelement		
934, 935	Hohlräume		
936, 937, 938	Innenräume		
938	Wandabschnitt		3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon oder von der Bauplatzform oder einem Teil davon und einem Bestandteil, insbesondere einer Wand, der Stützstruktur begrenzt wird, wobei die Oberfläche des Bestandteils der Stützstruktur auf der Seite des Hohlraums mit dem Bauteil oder mit der Bauplatzform direkt oder/und durch Stützelemente verbunden ist.
940, 942	Öffnungen		
942	Verbindungsstellen		
942, 943	Öffnungen		
942,	Verbindungsstelle		
950	Werkzeug		
<b>b</b>	Breite		

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Wand oder die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume komplett ein Bestandteil einer Stützstruktur, insbesondere eines Stützelements, das die Bauplattform und das Bauteil an den Stützstellen verbindet, ist/sind.

5. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Wand bzw. die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mindestens einen nachgiebigen Wandabschnitt aufweist/aufweisen, der bei Druckbeaufschlagung des Hohlraums eine stärkere Verformung ohne Bruch als die restliche Wand des Hohlraums aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei der mindestens eine nachgiebige Wandabschnitt in Schnittansicht einen symmetrischen oder asymmetrischen Zickzacklinienverlauf oder einen symmetrischen oder asymmetrischen gebogenen Linienverlauf aufweist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur eine Sollbruchstelle aufweist/aufweisen.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Verbindungsfläche von der mindestens einen Verbindungsstelle zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder mindestens einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform in Schnittansicht parallel zur Oberfläche des mindestens einen Bauteils oder der Bauplattform in einer Richtung, vorzugsweise kontinuierlich, zur Steuerung des Ablaufs des Abtrennens zunimmt.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Verbindungsflächen von mindestens zwei Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder mindestens einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform in Schnittansicht parallel zur Oberfläche des Bauteils oder der Bauplattform gezielt ungleich groß gestaltet sind, so dass bei derselben Druckbelastung die Verbindungsstelle mit einer kleineren Verbindungsfläche früher bricht, als die Verbindungsstelle mit einer größeren Verbindungsfläche.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Druckbeaufschlagung stufenweise erfolgt, wobei in einer ersten Stufe ein erster Druck verwendet wird und in einer zweiten Stufe sowie allen weiteren Stufen ein immer höherer Druck verwendet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei in der ersten Stufe der Druckbeaufschlagung nur ein erster Teil der Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder einem der Bauteile und/oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplattform gebrochen wird und in der zweiten und den weiteren Stufen der Druckbeaufschlagung ein zweiter Teil und weitere Teile der Verbindungsstellen gebrochen werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei die Wand bzw. die Wände des Hohlraums mehrere nachgiebige Wandabschnitte aufweist/aufweisen, die so gestaltet sind, dass ein erster nachgiebiger Wandabschnitt eine höchste Verformbarkeit und ein zweiter nachgiebiger Wandabschnitt und weitere nachgiebige Wandabschnitte eine immer niedrigere Verformbarkeit bei einer selben Stufe der Druckbeaufschlagung aufweisen.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die nachgiebigen Wandabschnitte so gestaltet sind, dass eine Verformung des ersten nachgiebigen Wandabschnitts bei der ersten Stufe der Druckbeaufschlagung, eine Verformung des zweiten nachgiebigen Wandabschnitts bei der zweiten Stufe der Druckbeaufschlagung und eine Verformung jedes weiteren nachgiebigen Wandabschnitts bei einer entsprechenden Stufe der Druckbeaufschlagung gleich oder vergleichbar sind.

14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei der Hohlraum Teil eines größeren Hohlraums ist, welcher ein Bestandteil der Stützstruktur ist und separat mit Druck, vorzugsweise unterschiedlicher Stufen, beaufschlagbar ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 14, wobei das Gebilde mindestens einen Hohlraum, der teilweise von mindestens einem Bauteil begrenzt wird, und mindestens einen Hohlraum, der teilweise von der Bauplattform begrenzt wird, aufweist und wobei die Stützelemente vom mindestens einen Bauteil und von der Bauplattform abgetrennt werden, indem der mindestens eine Hohlraum, der teilweise vom mindestens einen Bauteil begrenzt wird, und der mindestens eine Hohlraum, der teilweise von der Bauplattform begrenzt wird, gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig oder zeitlich nacheinander mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Über- oder Unterdruck gezielt beaufschlagt werden.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei während oder nach der Fertigung des mindestens einen Bauteils eine Behandlung des gesamten Bauteils bzw. aller Bauteile oder eines jeweiligen Teils davon durch Hindurchleiten eines Wirkmediums durch den Hohlraum oder mindestens einen der Hohlräume durchgeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Behandlung eine Durchleitung von Druckluft zum Entfernen von sich im Hohlraum befindendem losen Pulver umfasst und vor der Druckbeaufschlagung des Hohlraums zum Abtrennen der Verbindungsstellen zwischen dem Bauteil und der Stützstruktur oder zwischen dem Bauteil und der Bauplattform erfolgt.

18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Behandlung eine Abkühlung oder Erwärmung oder Aufrechterhaltung einer Temperatur und/oder eine Druckbehandlung umfasst.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach Abtrennen der Stützelemente vom mindestens einen Bauteil durch die Druckbelastung eine verbliebene, nicht abgetrennte Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere durch Fräsen oder Laserschneiden, vom mindestens einen Bauteil abgetrennt wird.

20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei nach Abtrennen der Stützelemente von der Bauplattform durch die Druckbelastung eine verbliebene, nicht abgetrennte Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere durch das Fräsen oder Drahterodieren, von der Bauplattform abgetrennt wird.

21. Pulverbett-basiert additiv gefertigte(s) Bauteil(e) (10; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900) mit einer Stützstruktur (12; 112; 212; 312; 412; 512; 612; 912), die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen (16; 116; 216; 316; 416; 516; 616; 716; 816; 916) stützt, wobei ein Gebilde (32; 132; 232; 332; 432; 532; 632) aus mindestens einem Bauteil (10; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900), einer Stützstruktur (12; 112; 212; 312; 412; 512; 612; 912) und einer Bauplattform (14; 114; 214; 314; 414; 514; 614) mindestens einen Hohlraum (34; 134; 234; 334; 434; 534; 634; 934; 935) aufweist, der so gestaltet ist, dass bei Beaufschlagung des Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck der Hohlraum die Druckbelastung so lange ohne Bruch aushält bis mindestens eine Verbindungsstelle (42; 142; 242; 842; 942) zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch diese Druckbelastung gebrochen wird.

22. Bauteil(e) nach Anspruch 21, wobei der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon, einem Bestandteil der Stützstruktur, insbesondere einer Wand, der die Bauplattform und das Bauteil verbindet, und der Bauplattform begrenzt wird und in dem sich Stütz-

elemente befinden, welche die Bauplattform und das Bauteil an den Stützstellen verbinden.

23. Bauteil(e) nach Anspruch 21, wobei der Hohlraum oder mindestens einer der Hohlräume teilweise vom mindestens einen Bauteil, insbesondere von dessen Unterseite oder einem Teil davon oder von der Bauplattform oder einem Teil davon und einem Bestandteil, insbesondere einer Wand, der Stützstruktur begrenzt wird, wobei die Oberfläche des Bestandteils der Stützstruktur auf der Seite des Hohlraums mit dem Bauteil oder mit der Bauplattform direkt oder/und durch Stützelemente verbunden ist.

24. Bauteil(e) nach Anspruch 21, wobei die Wand oder die Wände des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume Bestandteil eines Stützelements ist/sind, das das mindestens eine Bauteil mit der Bauplattform oder das mindestens eine Bauteil mit einem Teil der Stützstruktur oder die Bauplattform mit einem Teil der Stützstruktur oder unterschiedliche Teile der Stützstruktur miteinander verbindet.

25. Bauteil(e) nach einem der Ansprüche 21 bis 24, ferner umfassend mindestens einen Wirkmediumeinlass zum gezielten wahlweisen Beaufschlagen des mindestens einen Hohlraumes mit einem Wirkmedium mit einem Über- oder Unterdruck.

26. Bauteil(e) nach einem der Ansprüche 21 bis 25, wobei die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur und/oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur eine Sollbruchstelle aufweist/aufweisen.

27. Verfahren zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en), insbesondere nach einem der Ansprüche 21 bis 26, und/oder einer Bauplattform, wobei die Stützstruktur mit dem Bauteil bzw. den Bauteilen oder der Bauplattform verbunden ist und ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, einer Stützstruktur, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, und einer Bauplattform mindestens einen Hohlraum umfasst, umfassend Beaufschlagen des mindestens einen Hohlraums mit einem Wirkmedium mit einem vorgebbaren Druck derart, dass zumindest eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplattform und der Stützstruktur oder mindestens eine Verbindungsstelle zwischen unterschiedlichen Teilen der Stützstruktur durch die Druckbelastung gebrochen wird.

28. Anlage zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20 und 27, umfassend

- ein Bauraumgehäuse mit einer Bauplatzform zur Abstützung eines oder mehrerer Pulverbett-basiert additiv zu fertigenden Bauteils/Bauteile,
- eine Schichtenpräparierungseinrichtung zur Präparierung jeweiliger Pulverschichten auf der Bauplatzform,
- eine Bestrahlungseinrichtung zur Bestrahlung der jeweils zuletzt präparierten Pulverschicht auf der Bauplatzform nach Maßgabe von Geometriebeschreibungsdaten des oder der zu fertigenden Bauteils/Bauteile und der zugehörigen Stützstruktur und
- eine Steuereinrichtung zur Steuerung der Bestrahlungseinrichtung nach Maßgabe der Geometriebeschreibungsdaten.

29. Anlage nach Anspruch 28, ferner umfassend eine Wirkmediumversorgungseinrichtung, die zum gesteuerten Beaufschlagen des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mit mindestens einem Wirkmedium mit einer Wirkmediumanschlusseinrichtung des Bauteils oder mindestens eines der Bauteile und/oder der Stützstruktur in Fluidverbindung bringbar ist.

30. Anlage nach Anspruch 28 oder 29, ferner umfassend eine in dem Bauraumgehäuse integrierte oder davon separate Nachbearbeitungseinrichtung zur Abtrennung einer, nach der Druckbeaufschlagung des Hohlraums am Bauteil oder an einer Bauplatzform verbliebenen, nicht gebrochenen Wand des Hohlraums mittels eines anderen Trennverfahrens, insbesondere Fräsen oder Laserschneiden.

31. Anlage oder Anlagenmodul zum automatischen Abtrennen einer Stützstruktur von einem oder mehreren Pulverbett-basiert additiv gefertigten Bauteil(en), insbesondere nach einem der Ansprüche 21 bis 26, und/oder einer Bauplatzform, wobei die Stützstruktur mit dem Bauteil bzw. den Bauteilen oder Bauplatzform verbunden ist und ein Gebilde aus dem mindestens einen Bauteil, einer Stützstruktur, die das mindestens eine Bauteil an Stützstellen stützt, und einer Bauplatzform mindestens einen Hohlraum umfasst, umfassend eine Wirkmediumversorgungseinrichtung, die zum gesteuerten Beaufschlagen des Hohlraums oder mindestens eines der Hohlräume mit mindestens einem Wirkmedium mit einer Wirkmediumanschlusseinrichtung des Bauteils oder mindestens eines der Bauteile und/oder der Stützstruktur in Fluidverbindung bringbar ist

32. Anlage nach Anspruch 31, ferner umfassend eine Nachbearbeitungseinrichtung zur Abtrennung einer, nach der Druckbeaufschlagung des Hohlraums am Bauteil oder an einer Bauplatzform verbliebenen, nicht gebrochenen Wand des Hohlraums mittels ei-

nes anderen Trennverfahrens, insbesondere Fräsen oder Laserschneiden.

33. Bauplatzform zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 20, umfassend mindestens eine Wirkmediumanschlusseinrichtung für eine Wirkmediumversorgung.

34. Verfahren zur Berechnung von Geometriebeschreibungsdaten eines oder mehrerer Bauteils/Bauteile mit einer Stützstruktur nach einem der Ansprüche 21 bis 26, wobei für einen vorgebbaren Druck die Geometrie der Stützstruktur so ausgelegt wird, dass die Dehnung jedes Punktes der Wand des Hohlraums oder eines der Hohlräume unter Druckbelastung niedriger als der Wert der Bruchdehnung eines Materials ist, aus dem das Bauteil gebaut werden soll, und an mindestens einer Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder mindestens einer Verbindungsstelle zwischen der Bauplatzform und der Stützstruktur eine Dehnung erreicht wird, welche gleich oder höher ist als der Wert der Bruchdehnung des Materials, aus welchem das Bauteil gebaut werden soll.

35. Verfahren nach Anspruch 34, wobei mindestens eine Verbindungsstelle zwischen dem Bauteil oder einem der Bauteile und der Stützstruktur oder die mindestens eine Verbindungsstelle zwischen der Bauplatzform und der Stützstruktur gezielt so gestaltet wird, dass die Verbindungsfläche dieser Verbindungsstelle in eine vorgegebene Richtung kontinuierlich zunimmt, so dass das Abtrennen dieser Verbindungsstelle in diese Richtung erfolgt.

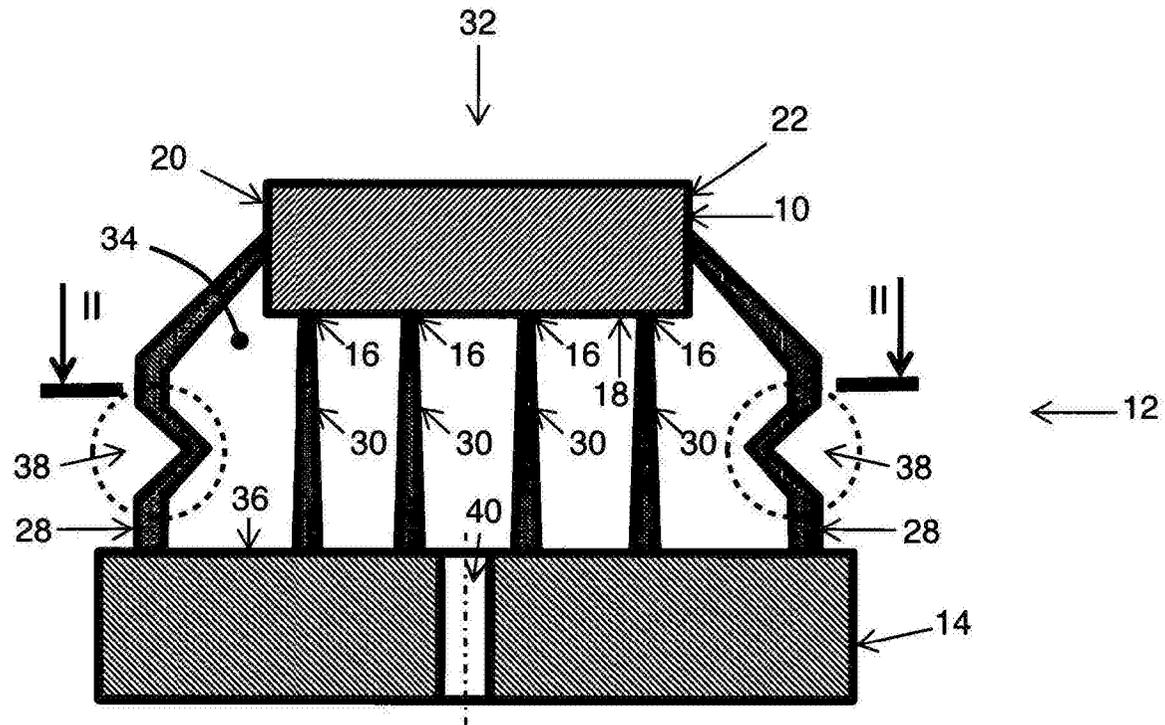
36. Verfahren nach Anspruch 34, wobei die Verbindungsflächen von mindestens zwei Verbindungsstellen zwischen der Stützstruktur und dem Bauteil oder einem der Bauteile oder zwischen der Stützstruktur und der Bauplatzform gezielt ungleich gestaltet werden, so dass bei derselben Druckbelastung die Verbindungsstelle mit einer kleineren Verbindungsfläche früher bricht als die Verbindungsstelle mit einer größeren Verbindungsfläche.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 34 bis 36, wobei die geometrische Ausrichtung von einem Teil der Wände eines Hohlraums auf der Seite der Stützstruktur in Anlehnung an eine Oberfläche berechnet wird, welche durch eine parallele Verschiebung von mindestens einem Teil der hohlraumbegrenzenden Bauteilfläche in eine normale Richtung zu dieser Oberfläche erfolgt.

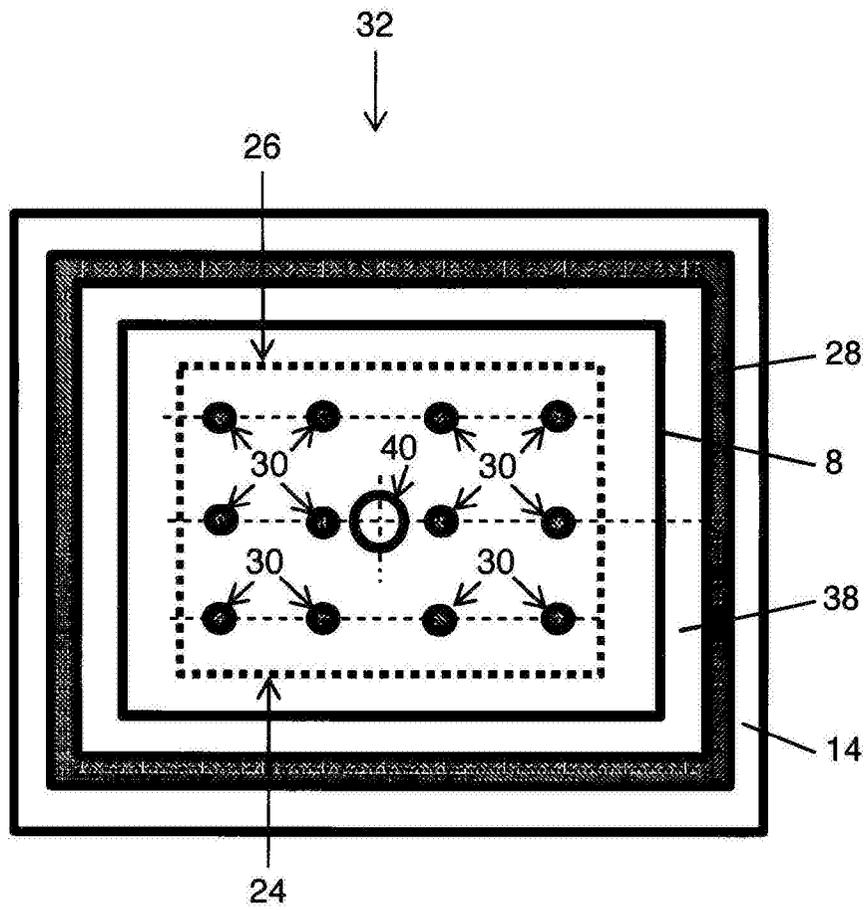
38. Computerprogrammprodukt, das computerlesbare Anweisungen enthält, die, wenn sie auf einem geeigneten System ausgeführt werden, ein Verfah-

ren nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis  
20 und 33 bis 37 ausführen.

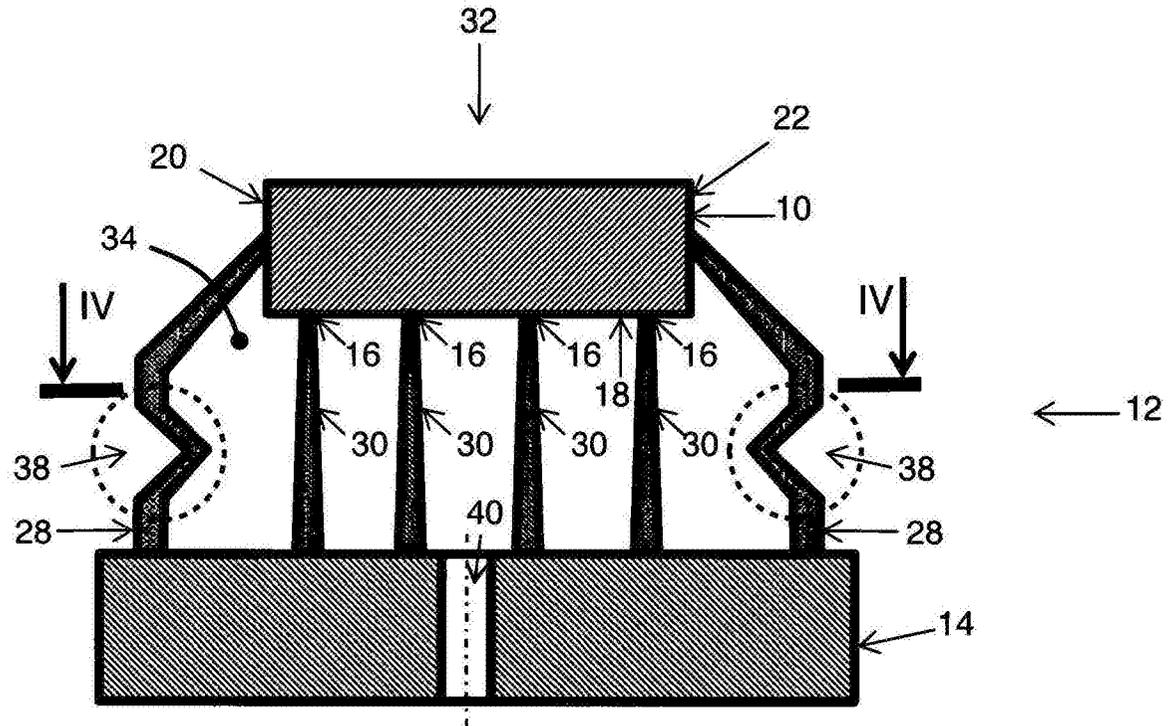
Es folgen 35 Seiten Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3

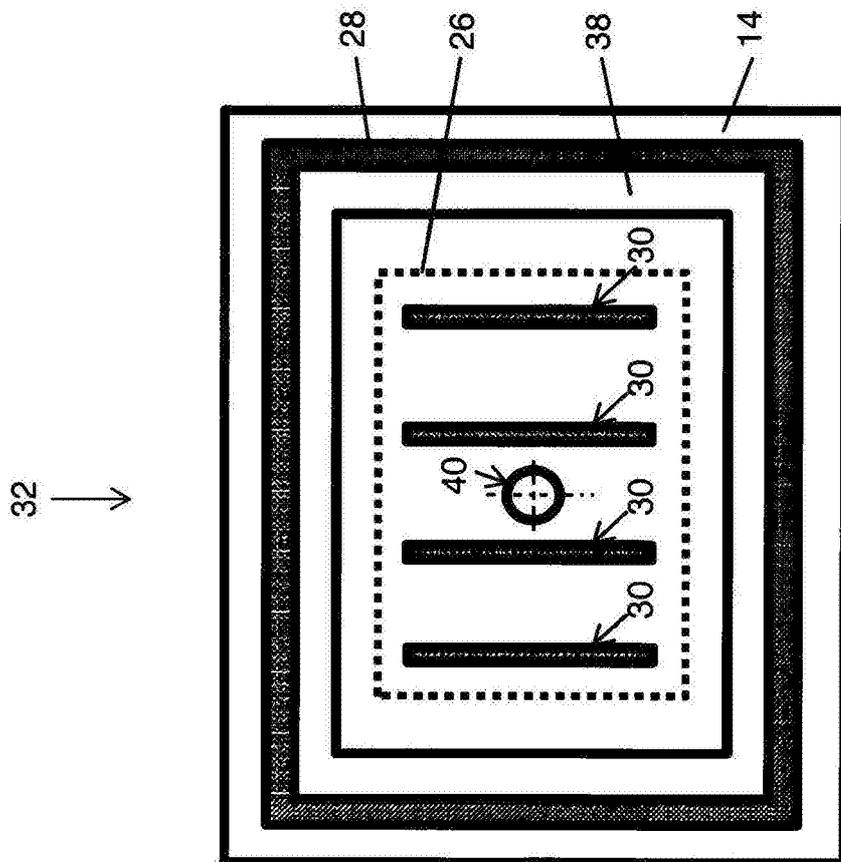
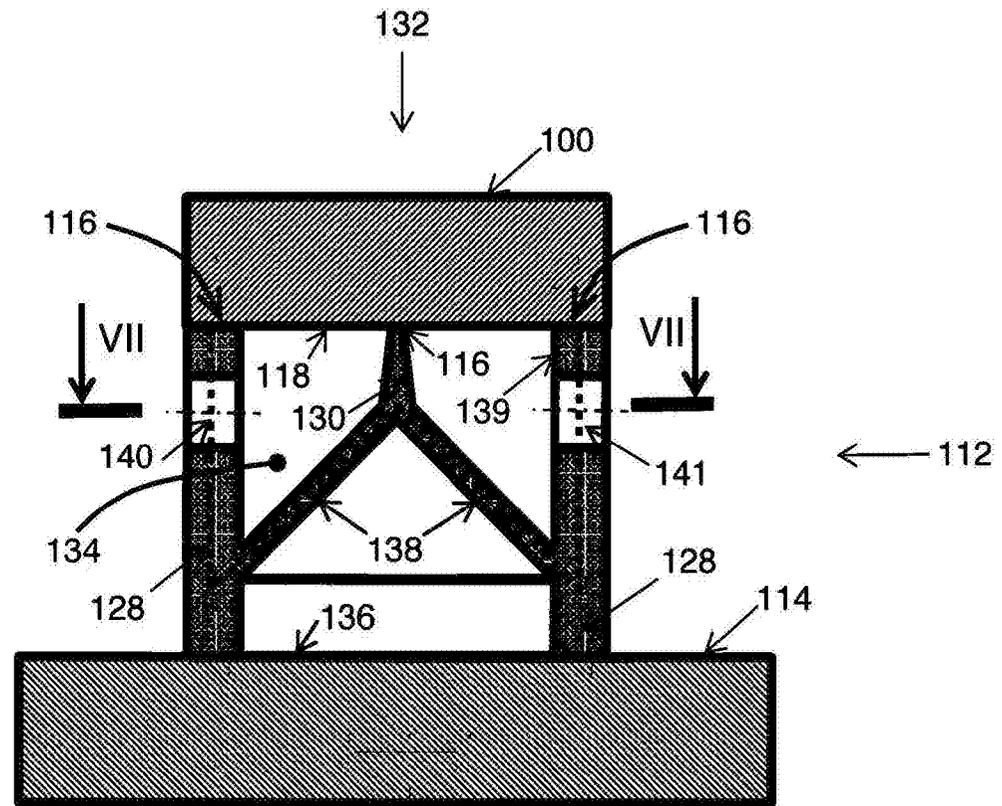
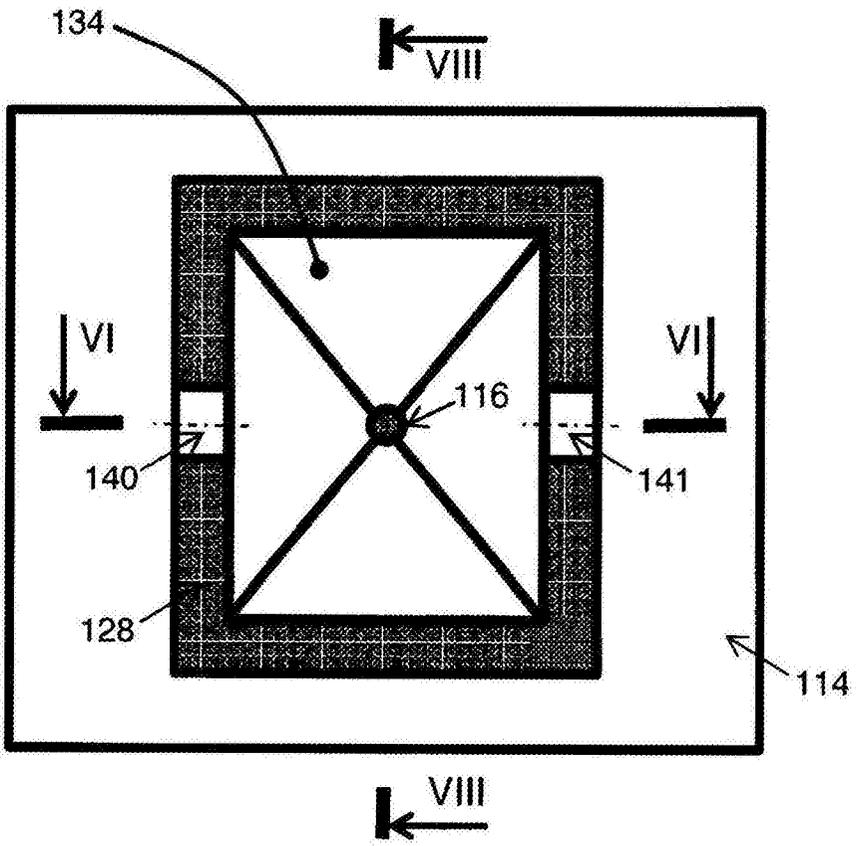


Figure 4

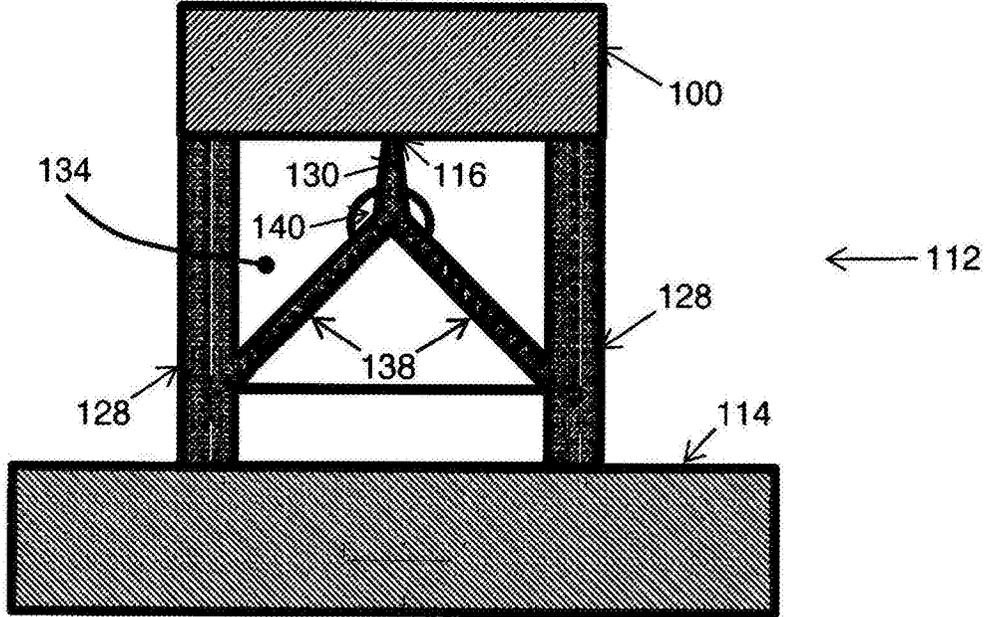




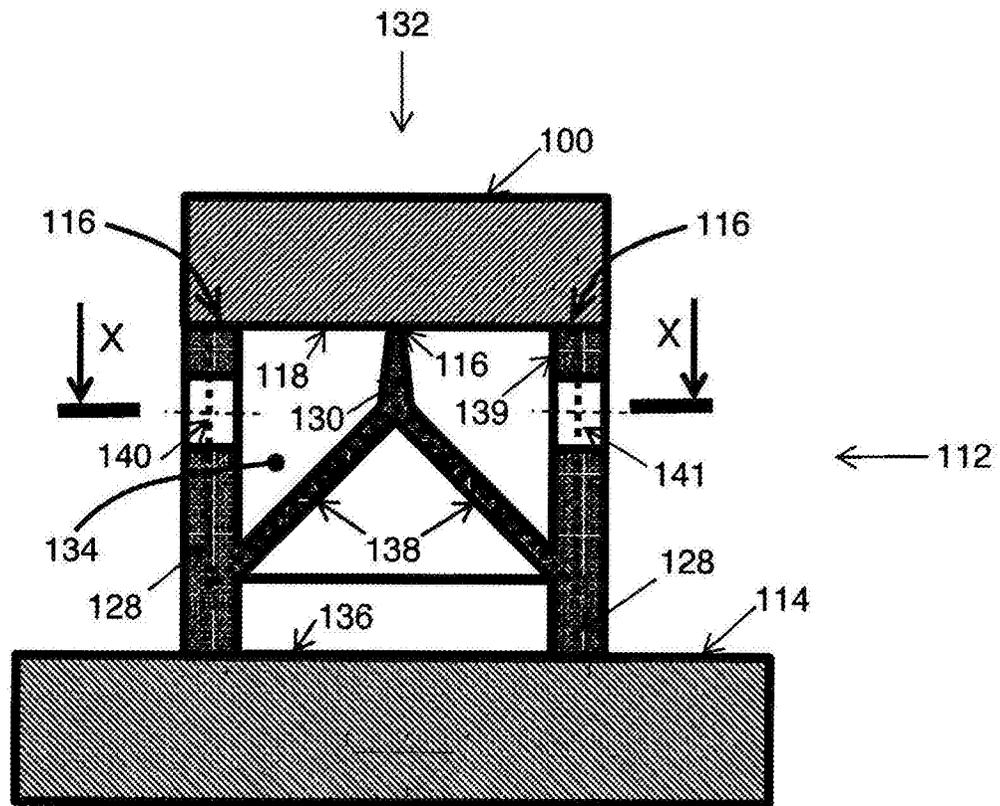
Figur 6



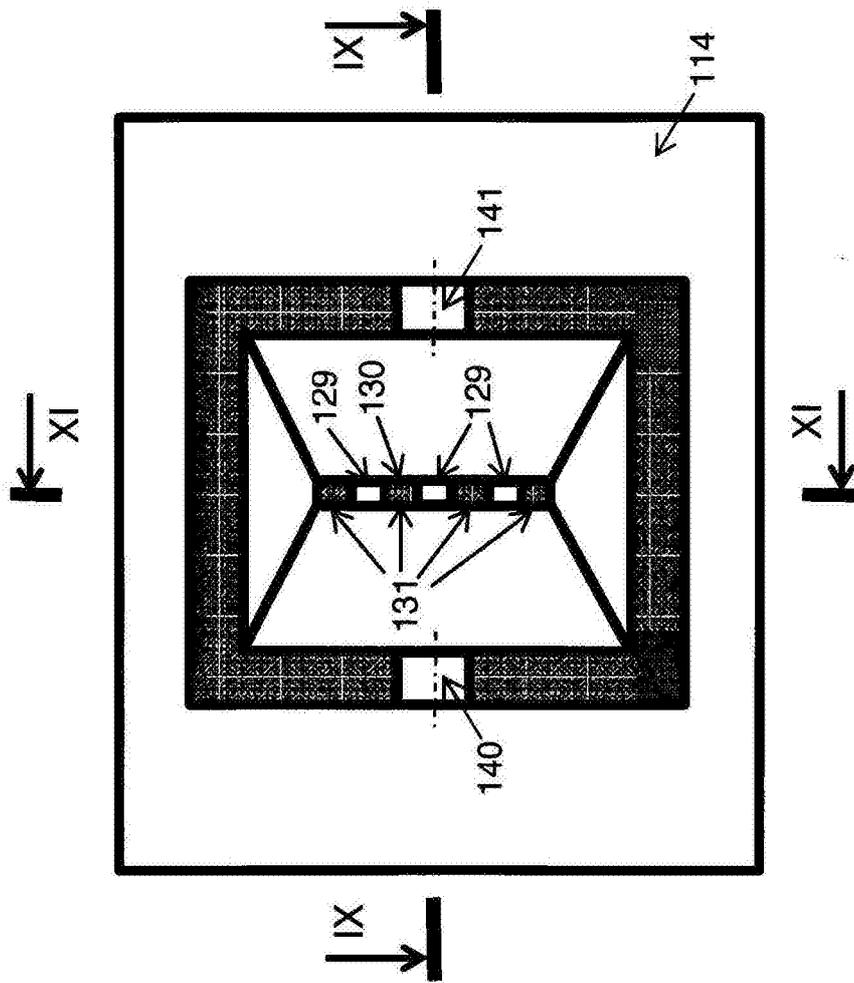
Figur 7



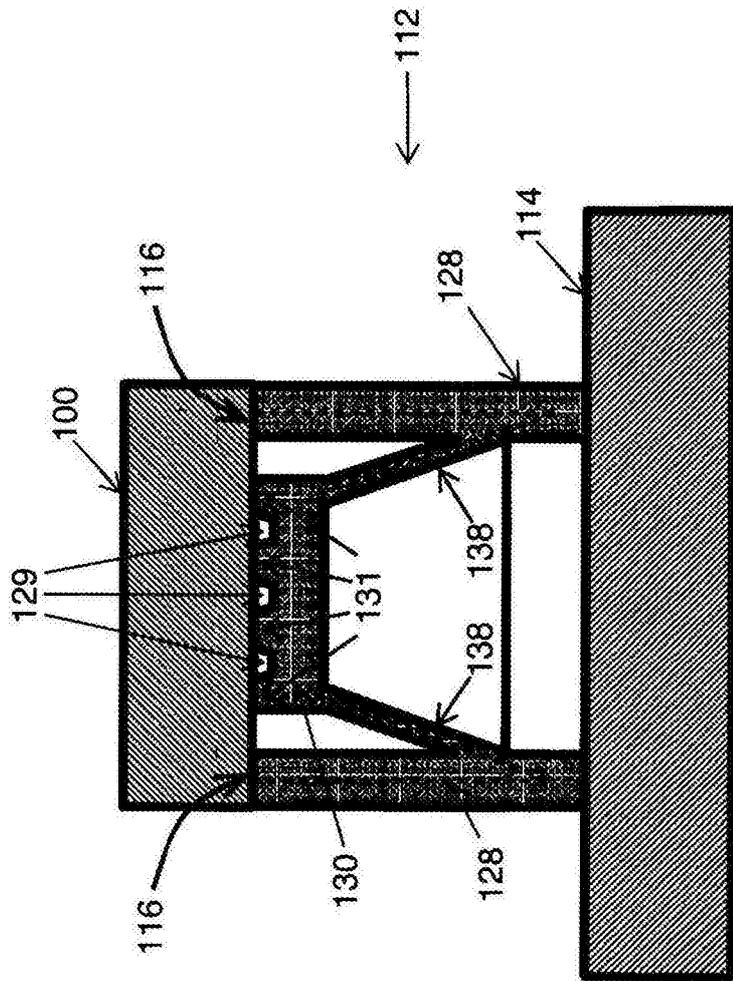
Figur 8



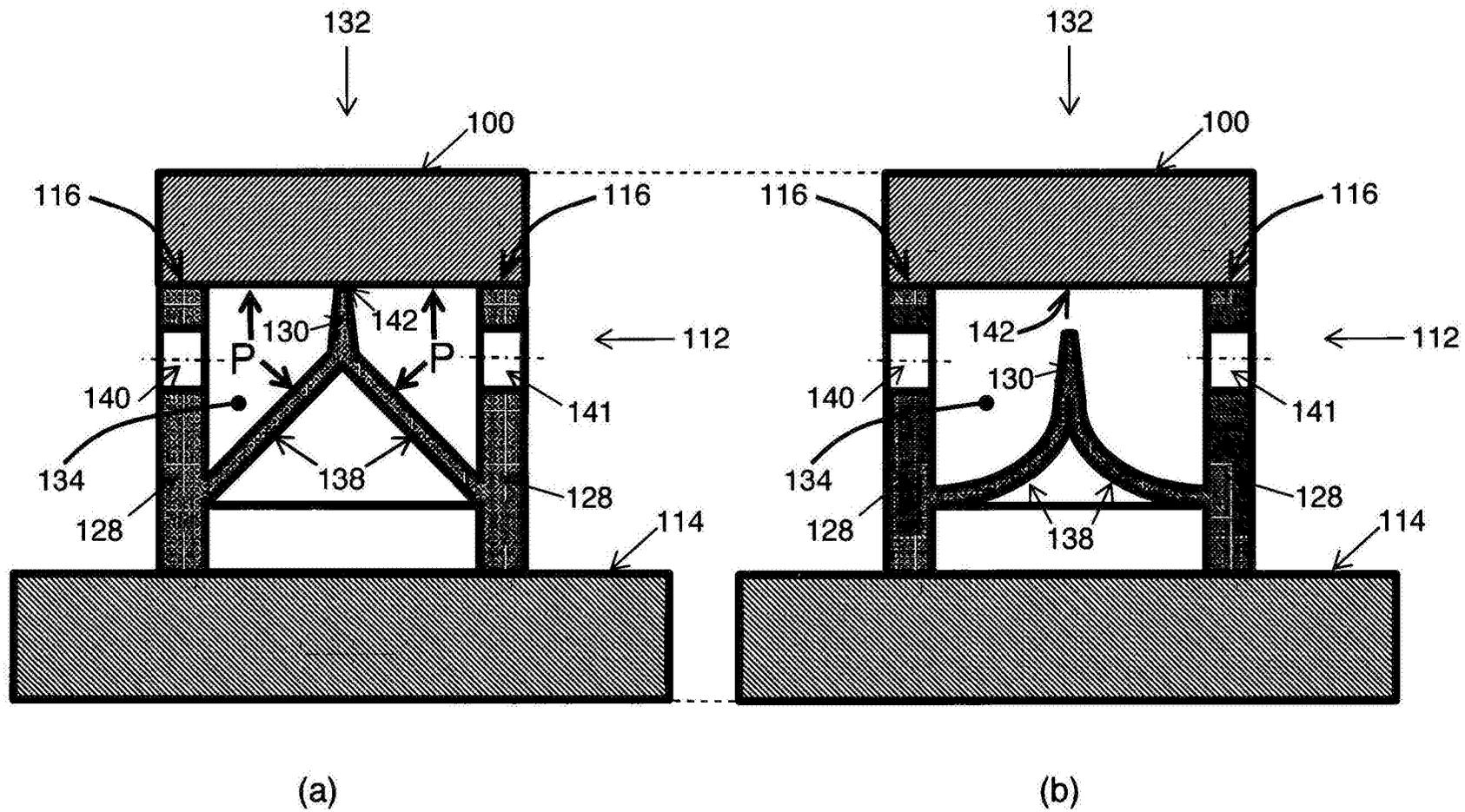
Figur 9



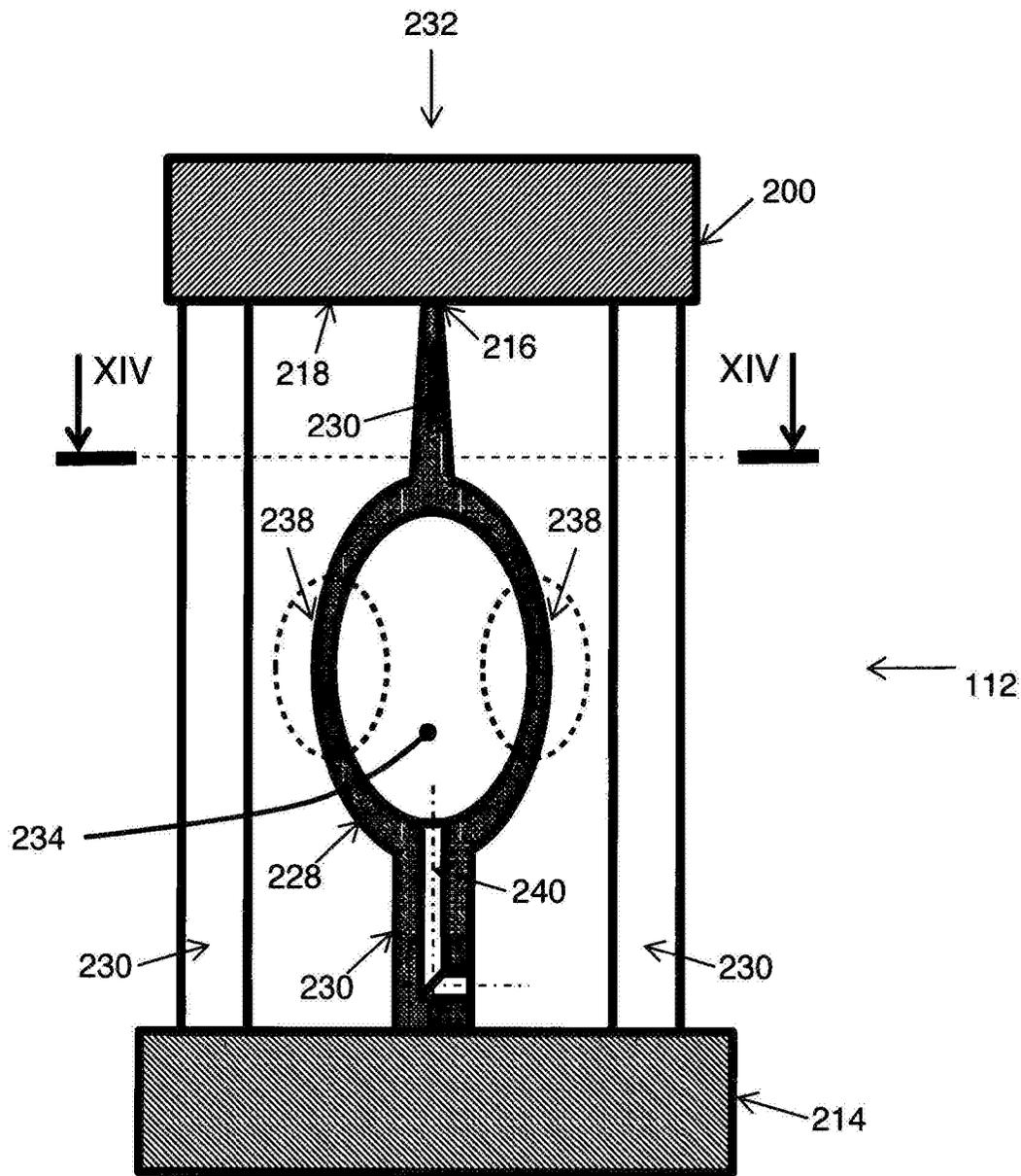
Figur 10



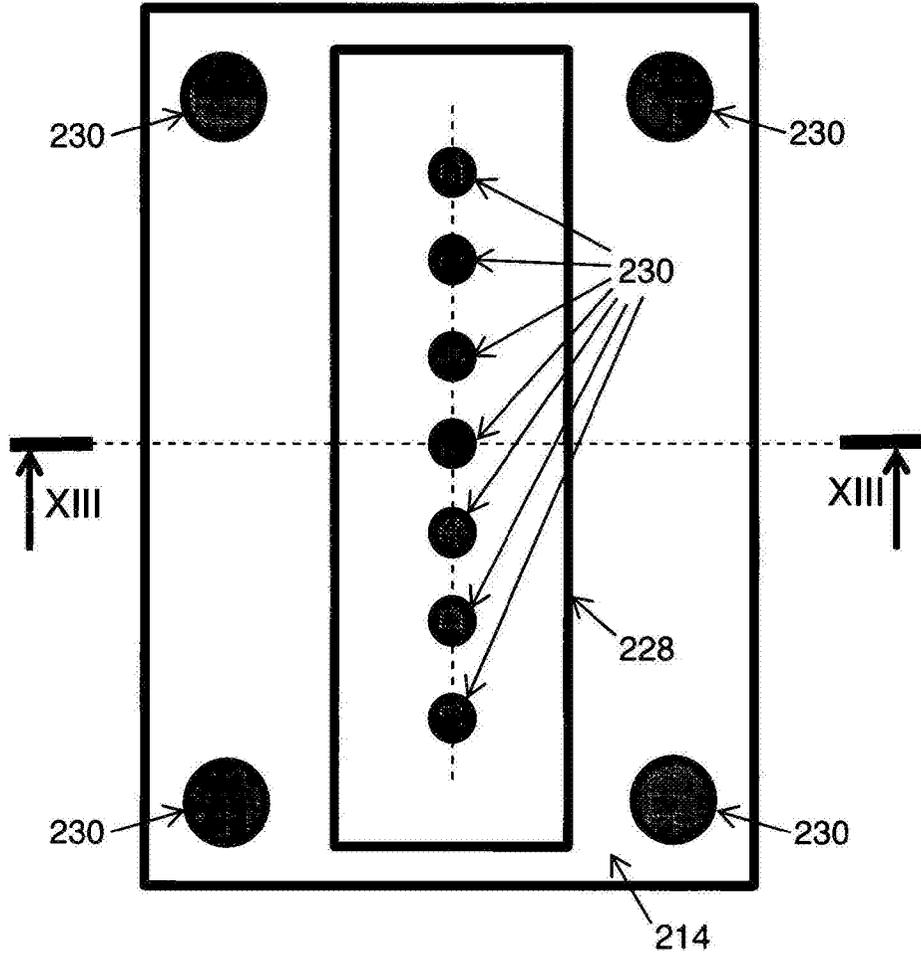
Figur 11



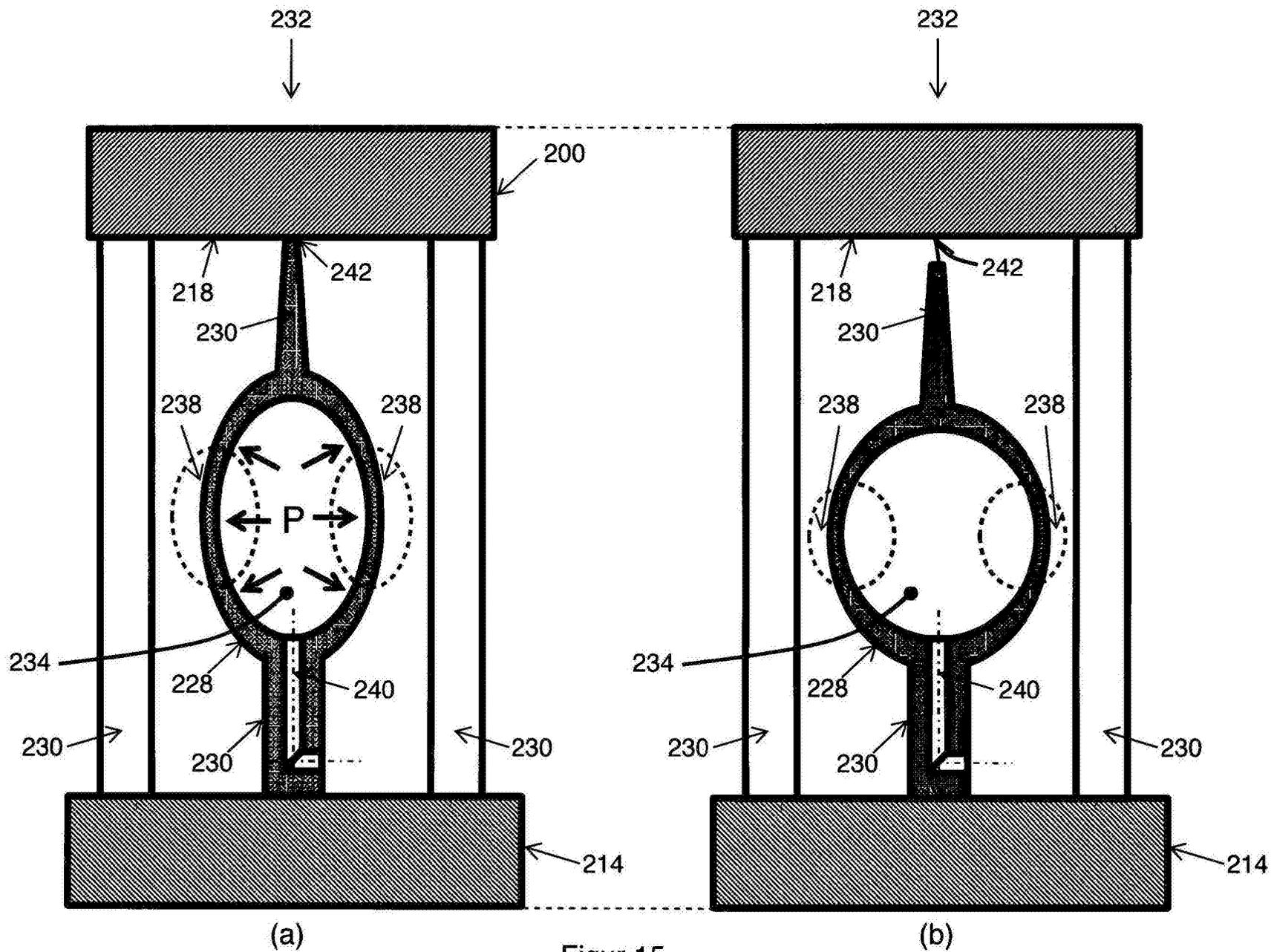
Figur 12



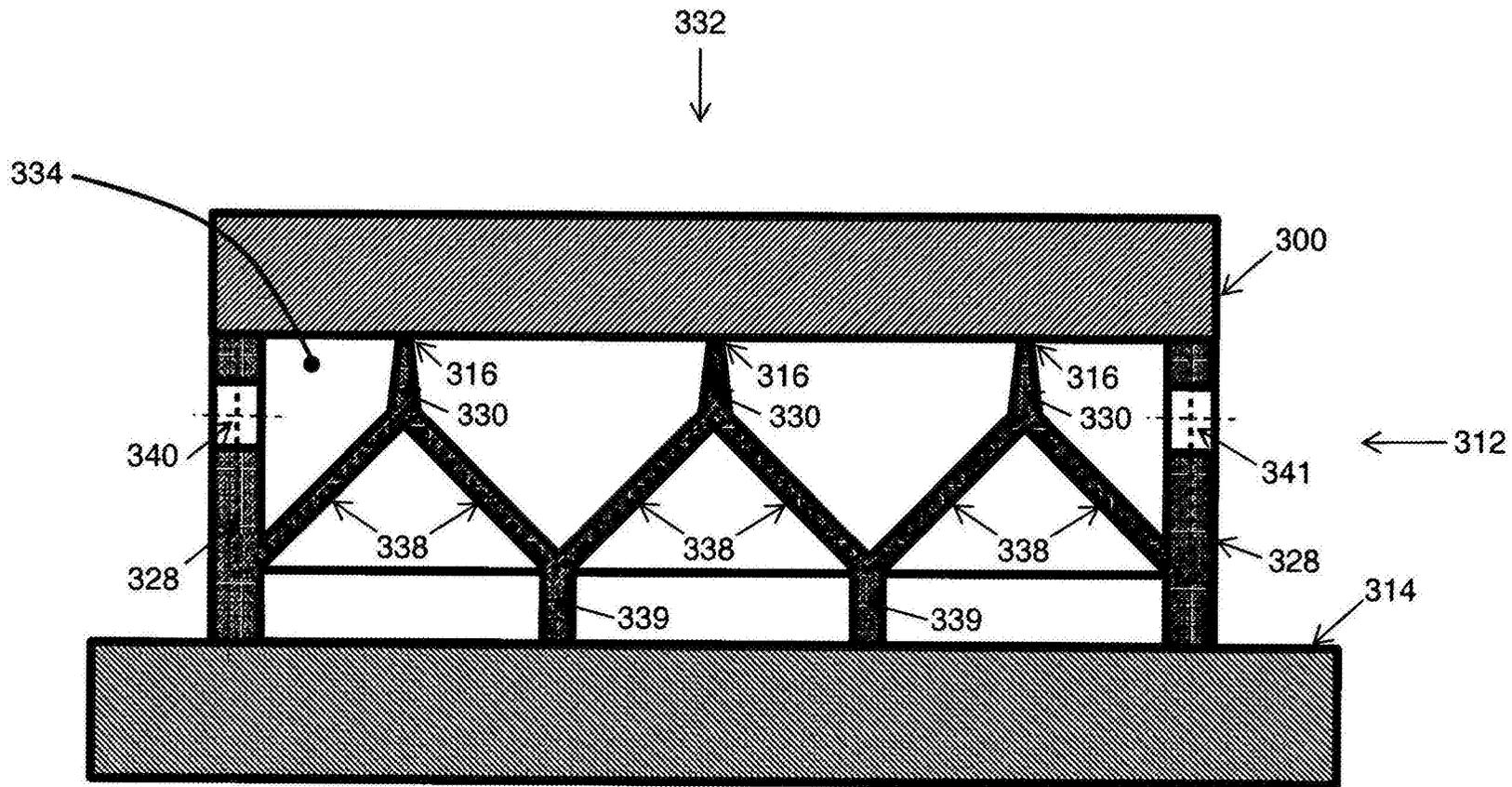
Figur 13



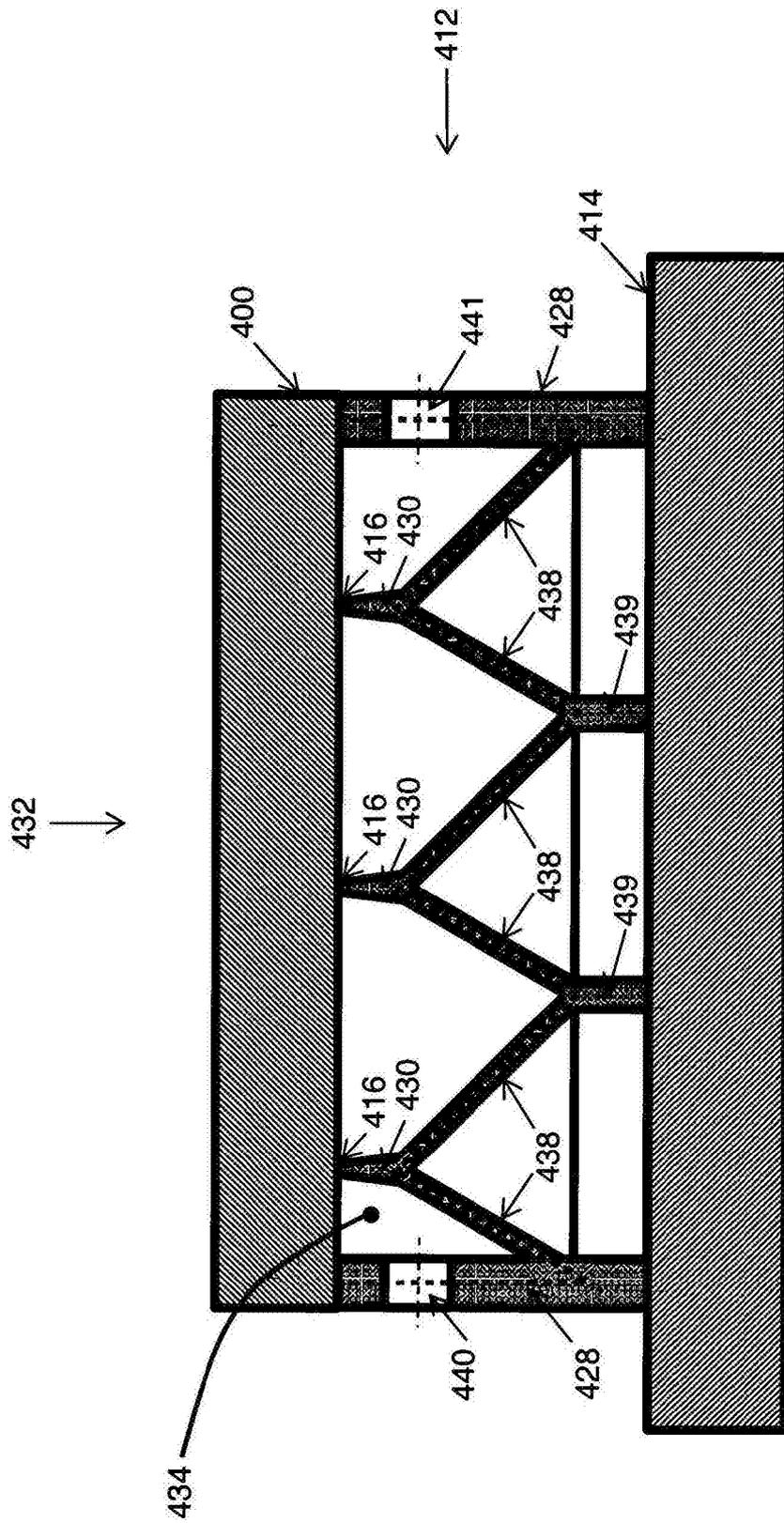
Figur 14



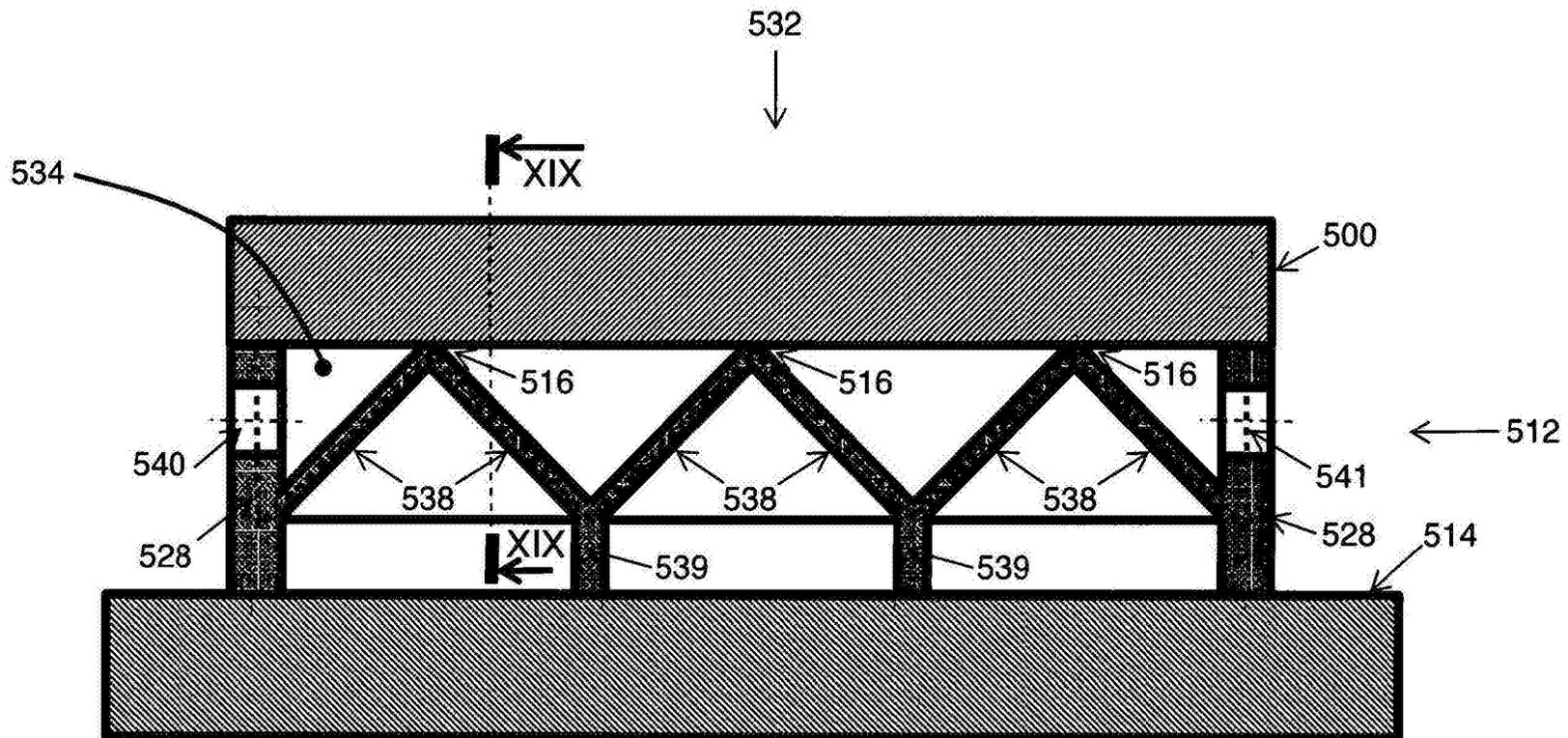
Figur 15



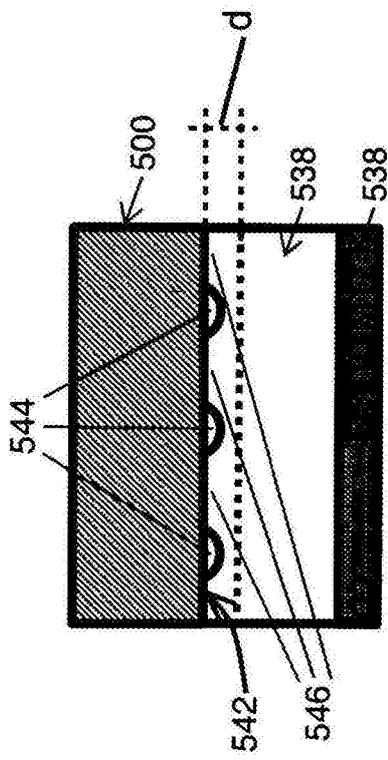
Figur 16



Figur 17

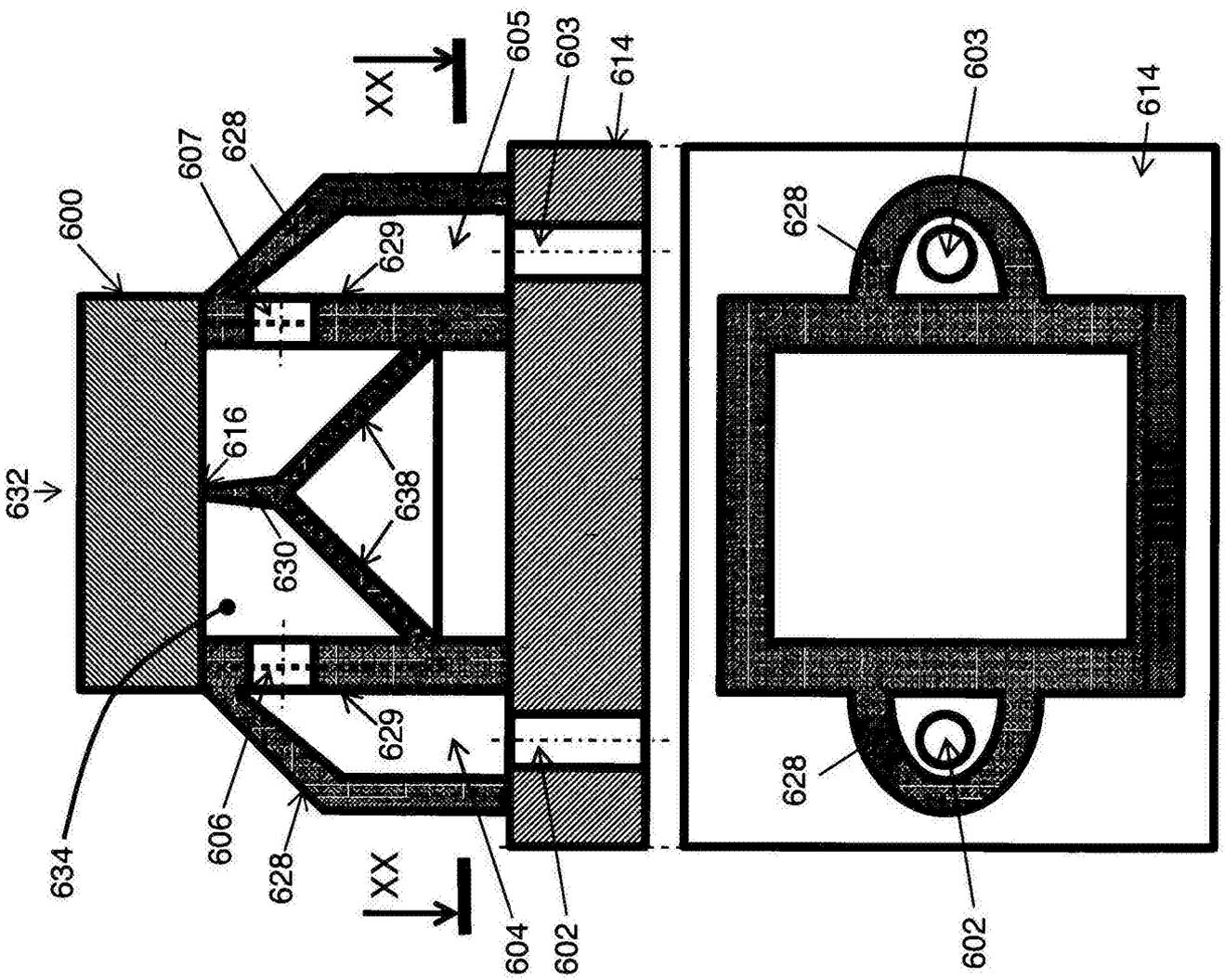


Figur 18

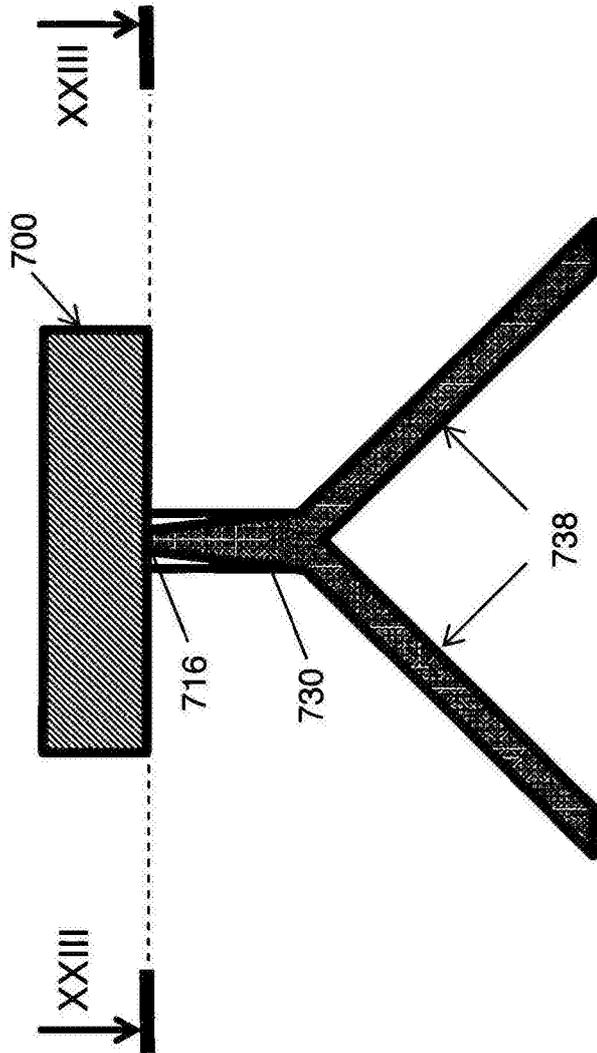


Figur 19

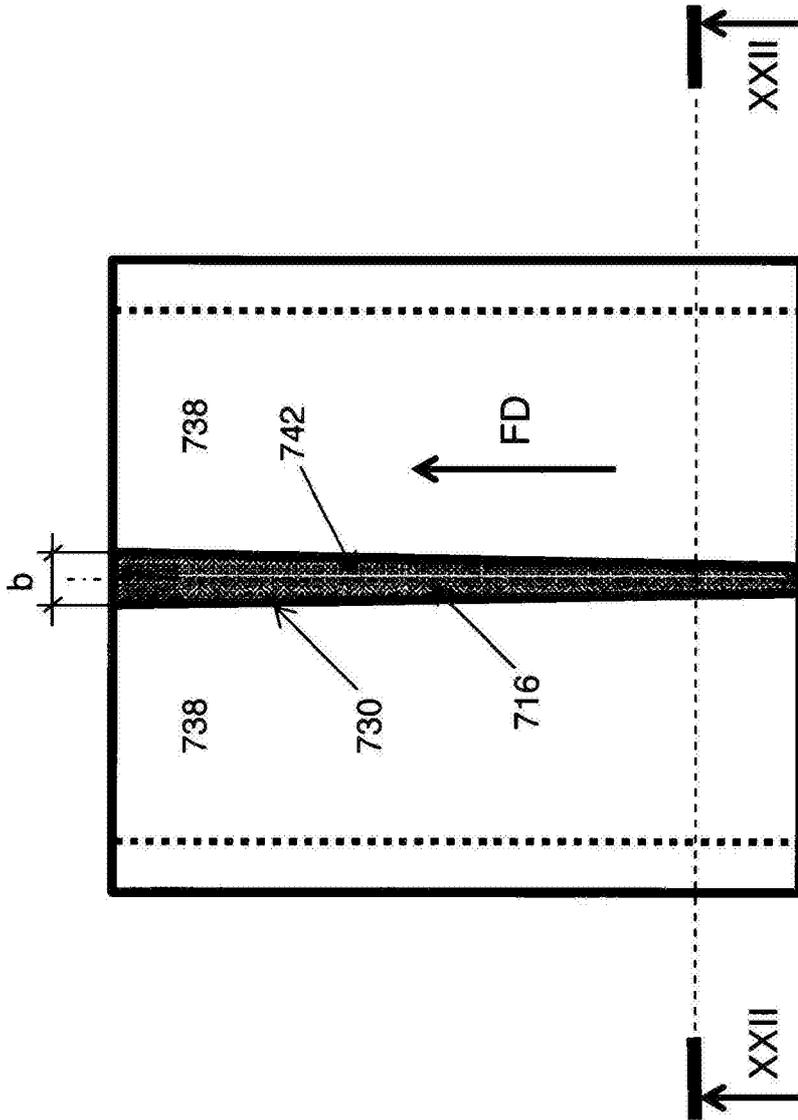




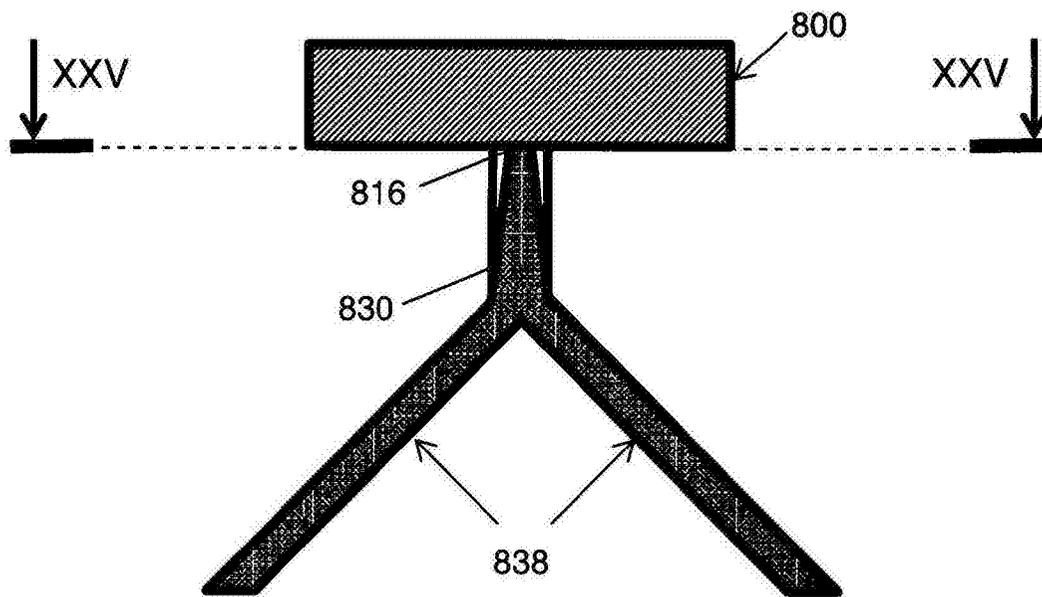
Figur 21



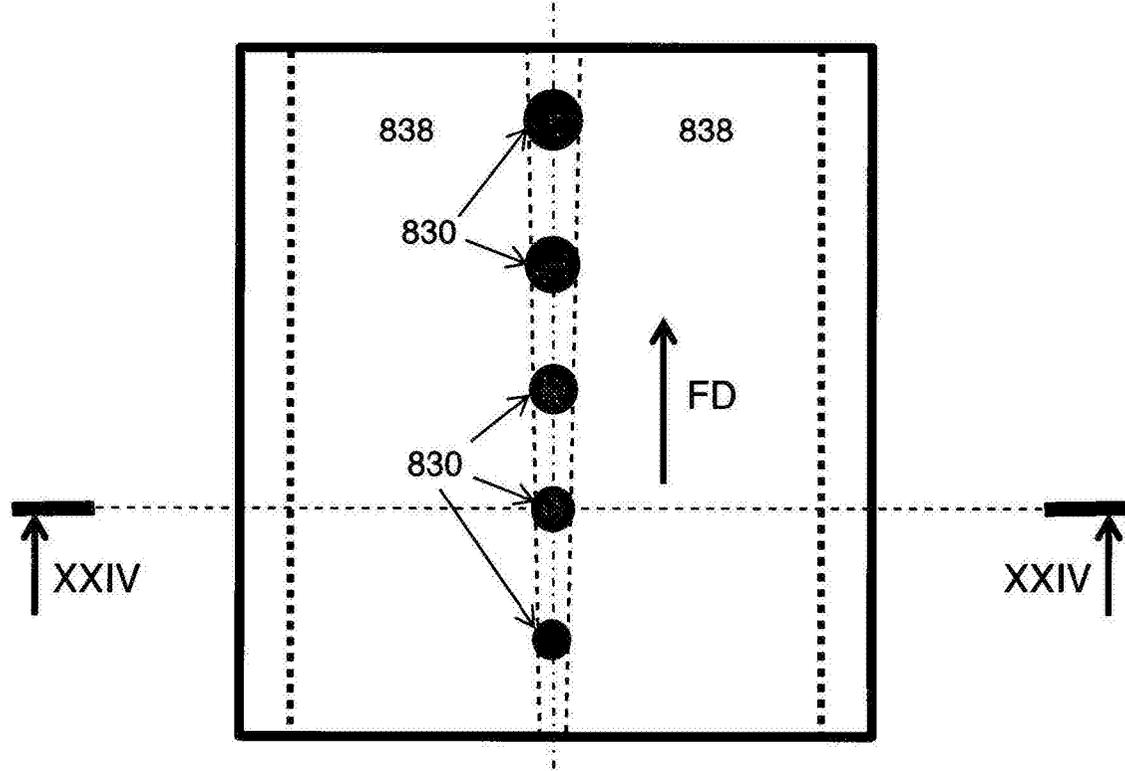
Figur 22



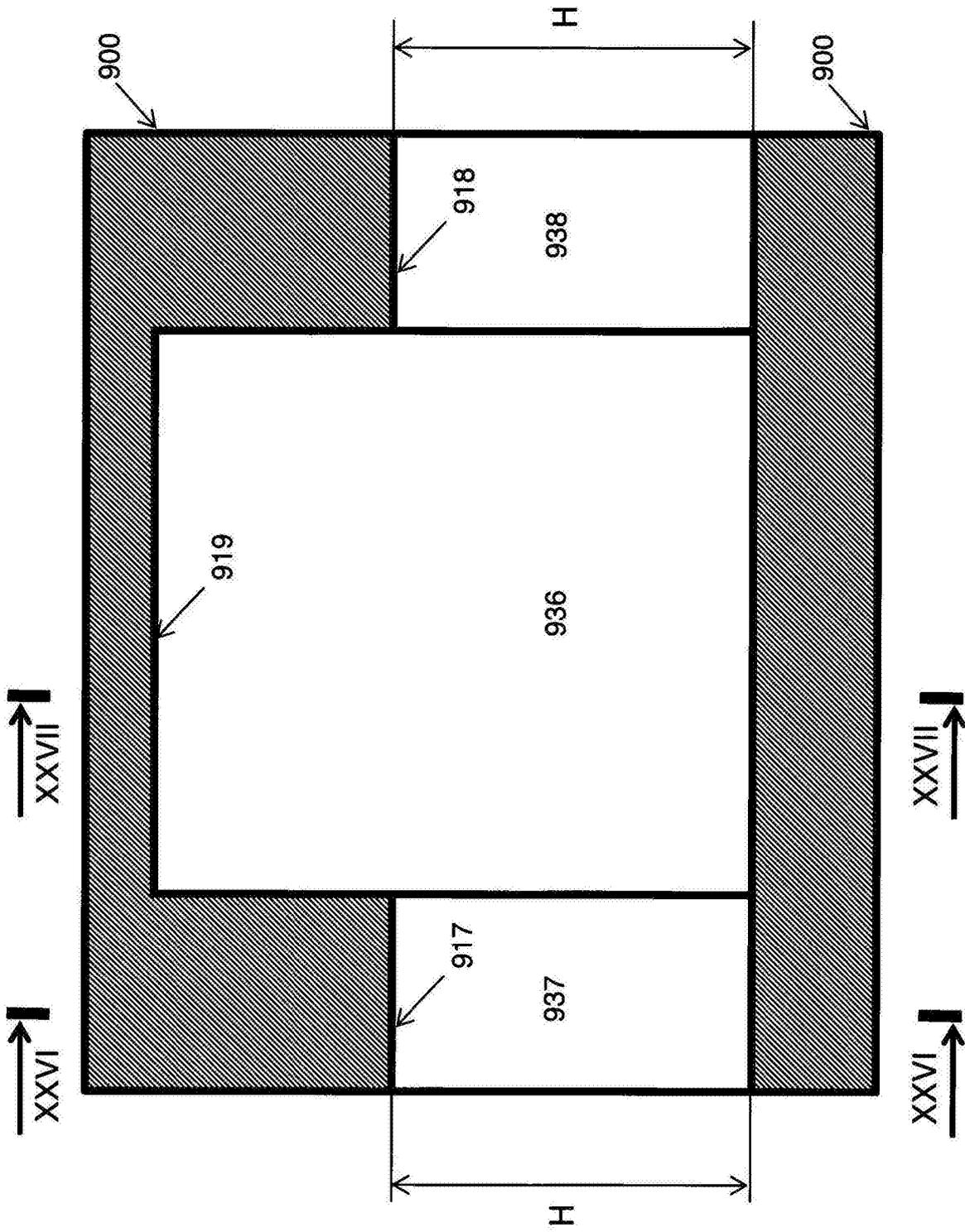
Figur 23



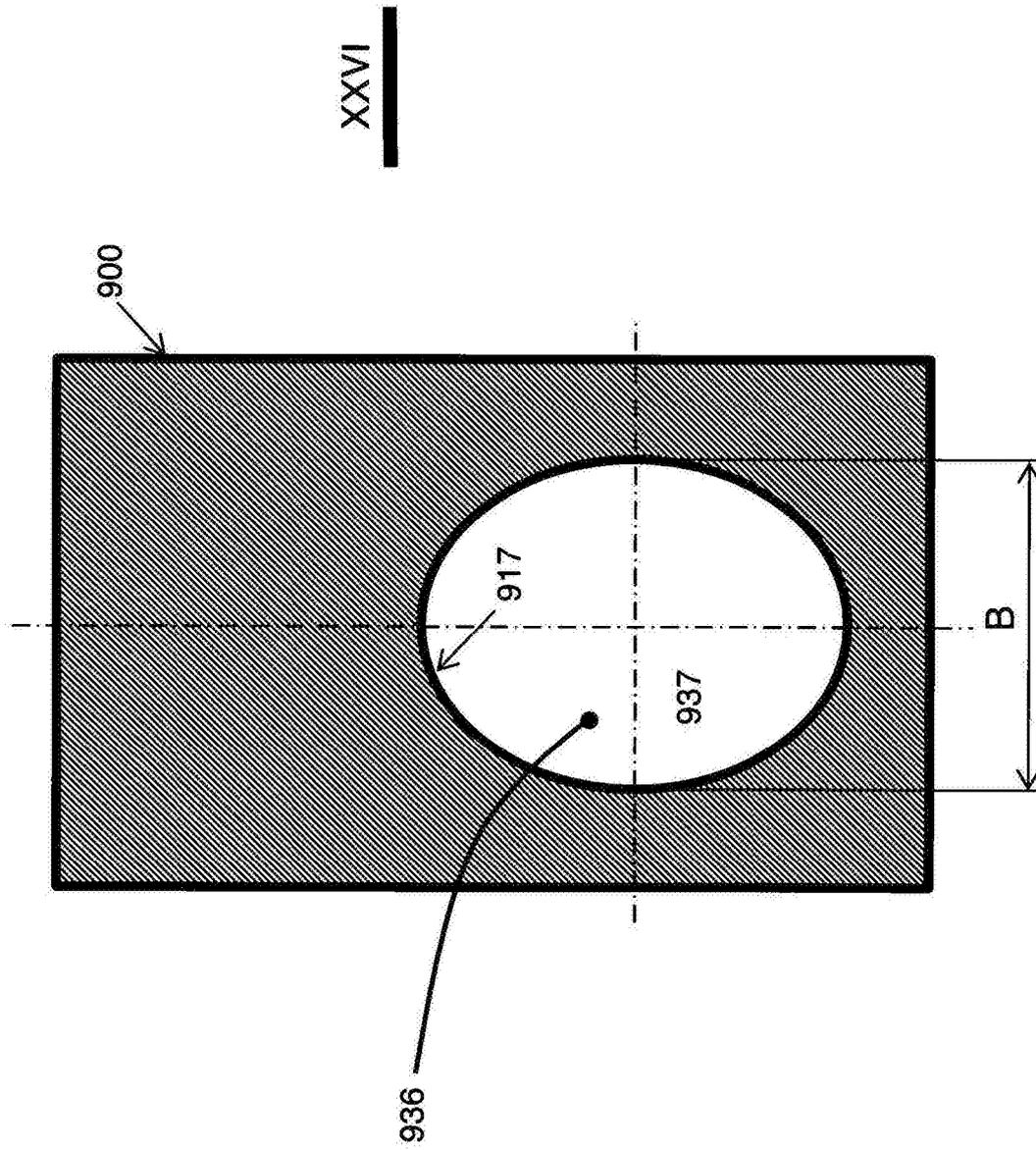
Figur 24



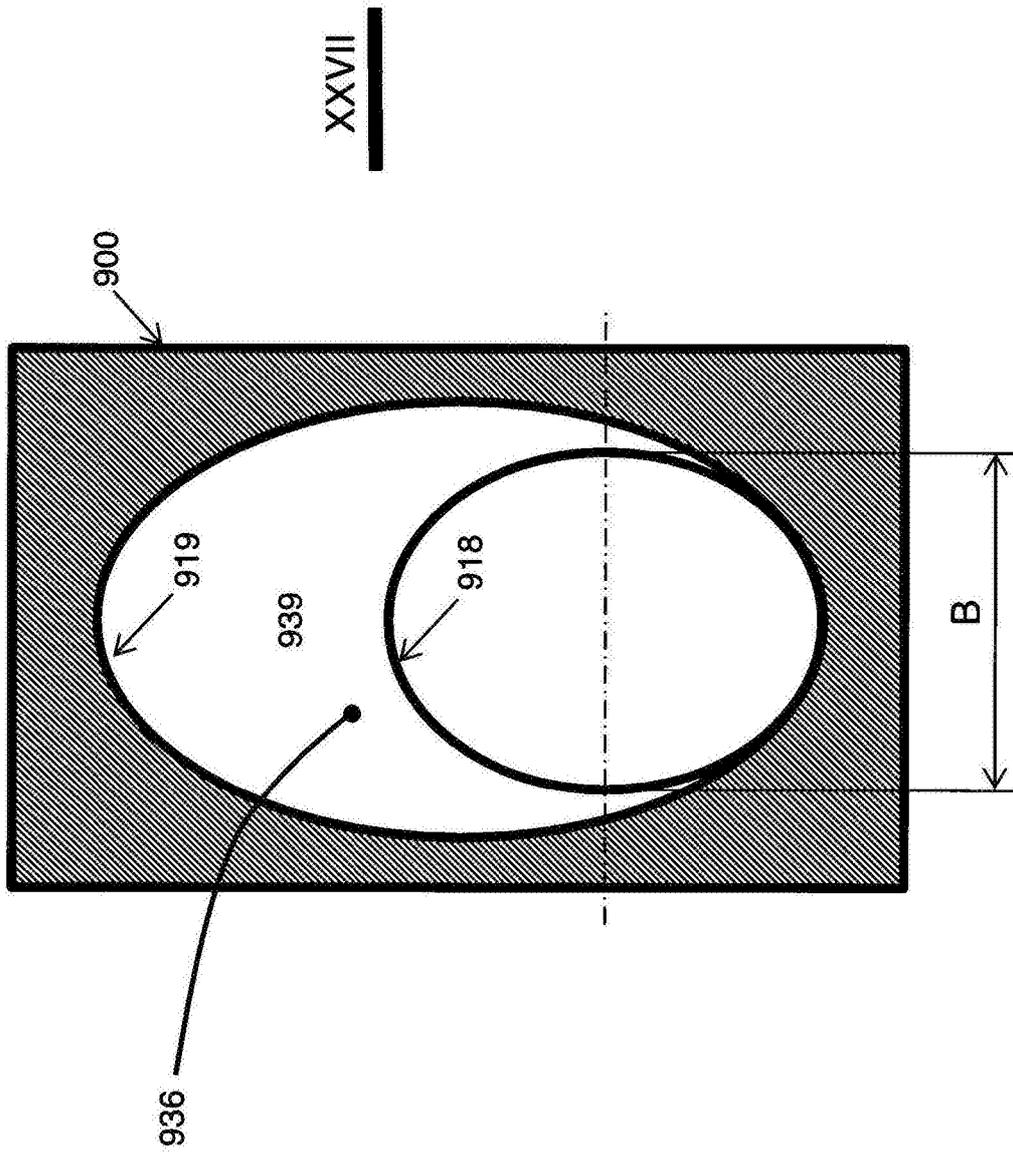
Figur 25



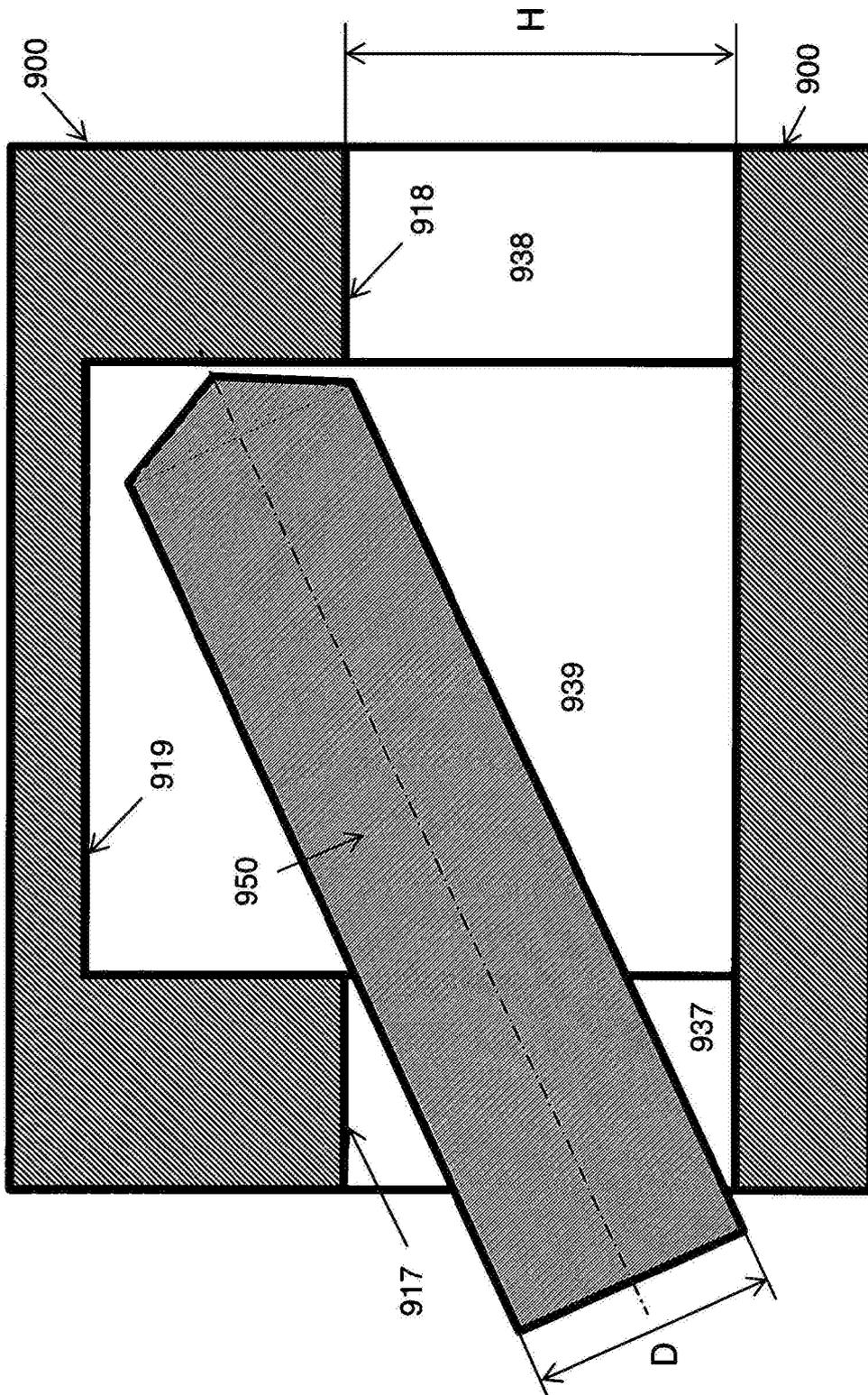
Figur 26



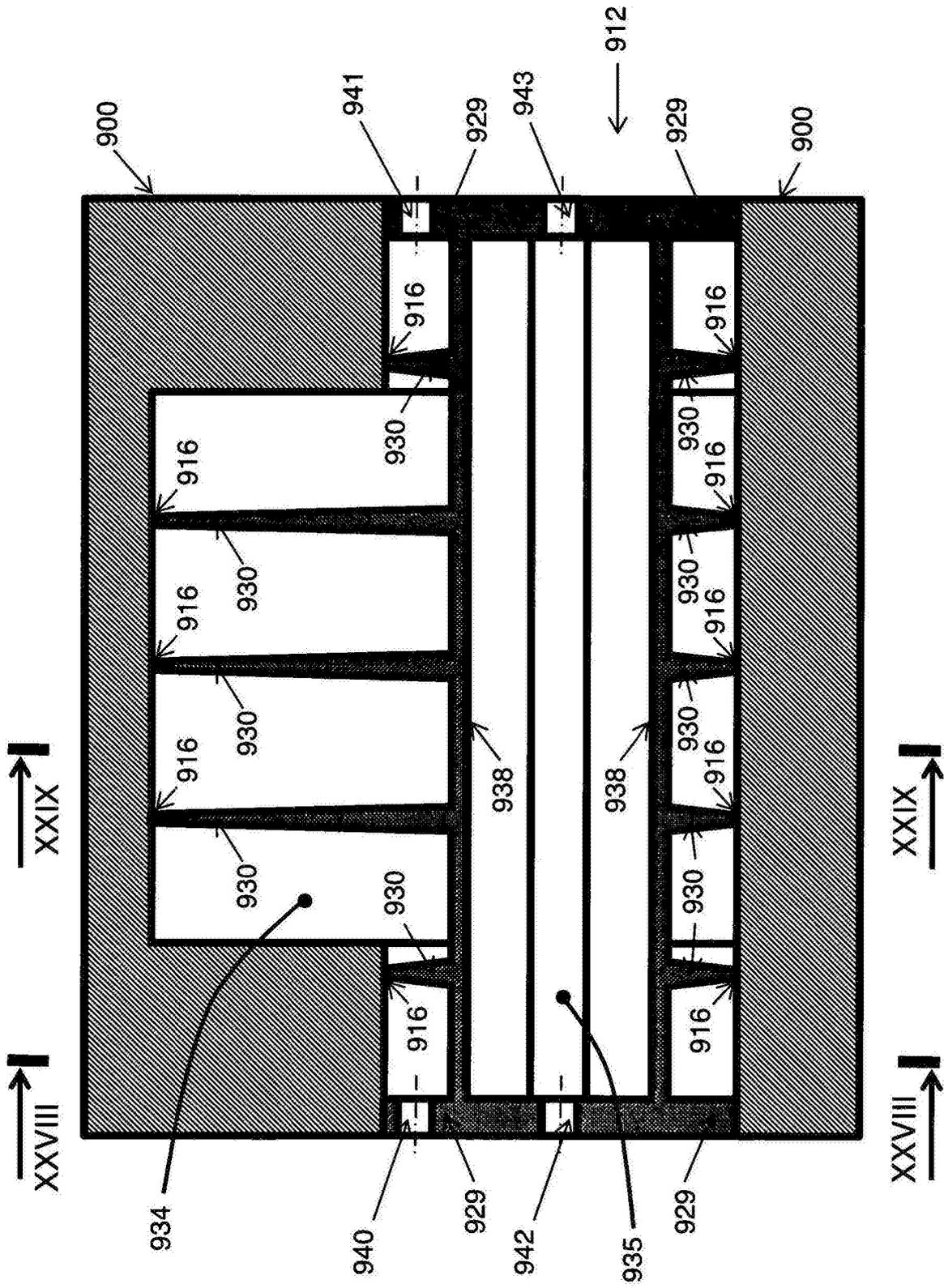
Figur 27



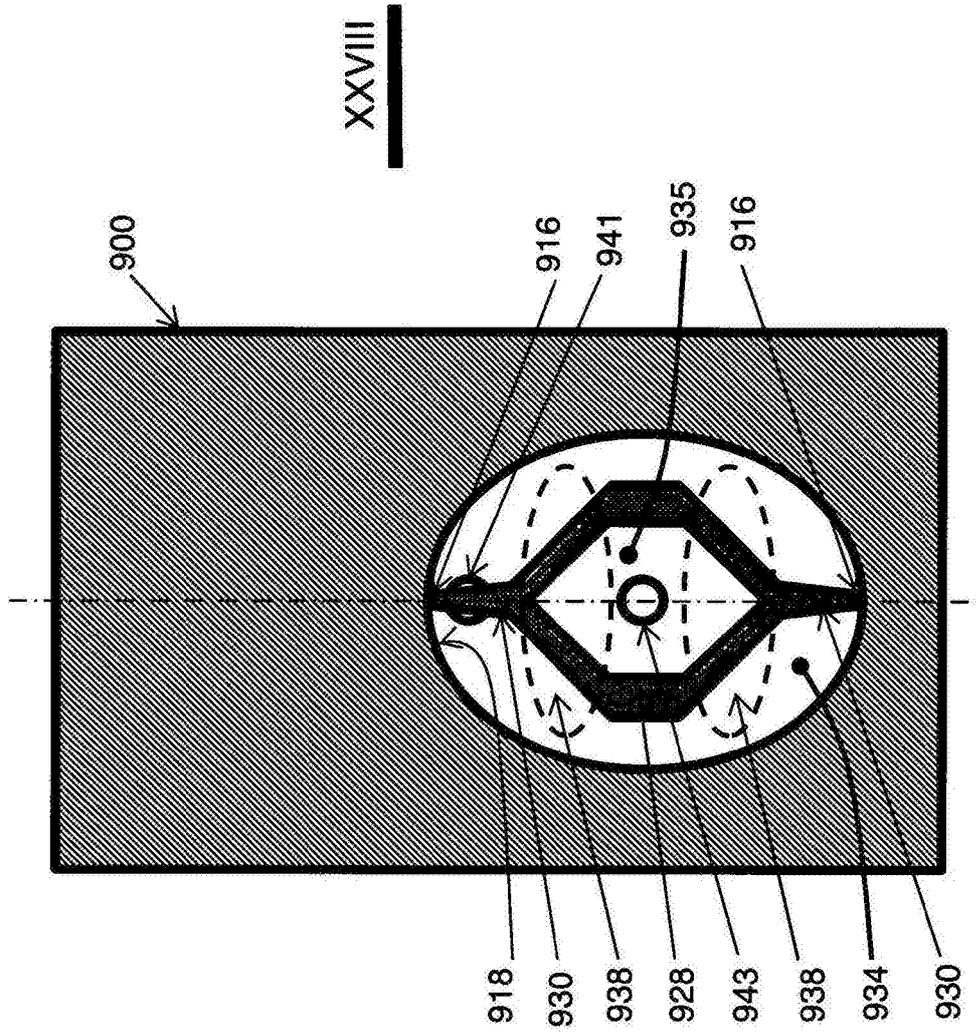
Figur 28



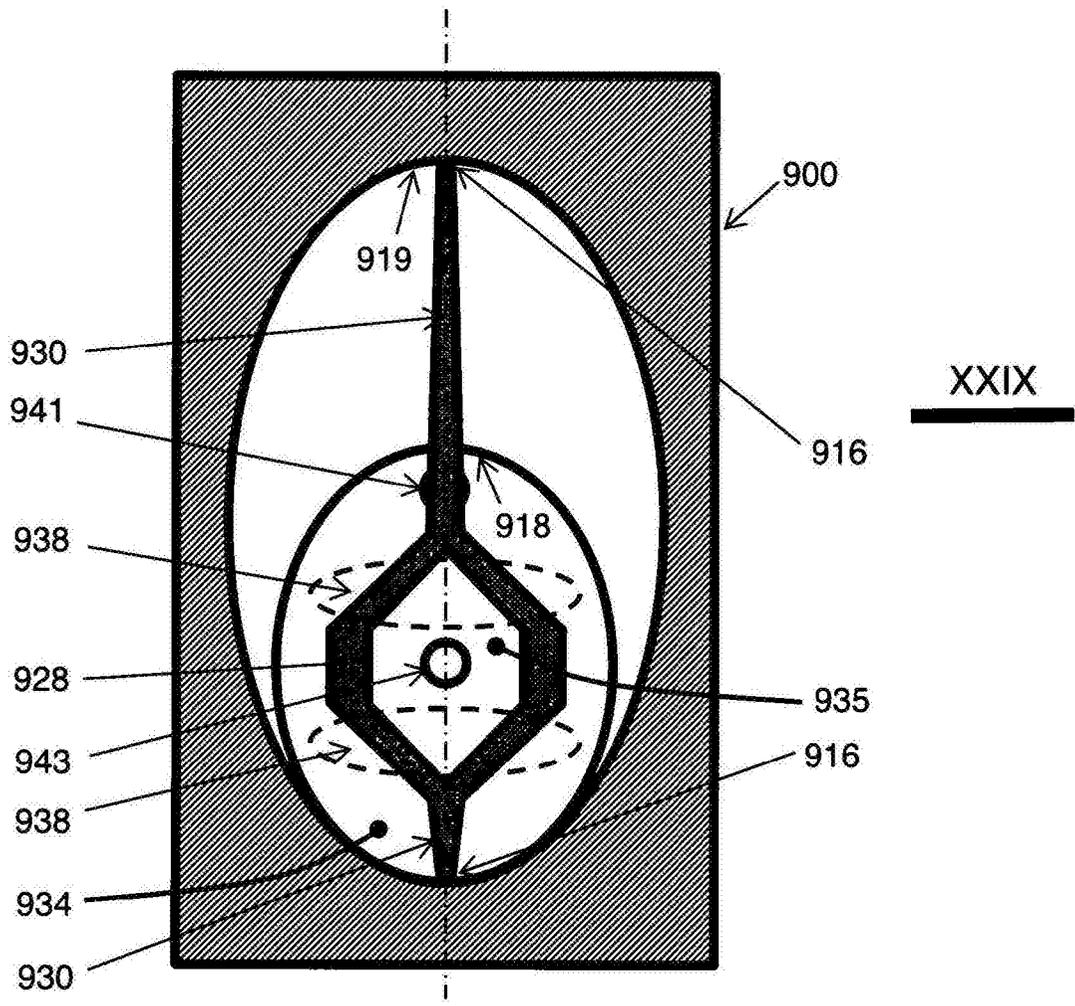
Figur 29



Figur 30



Figur 31



Figur 32



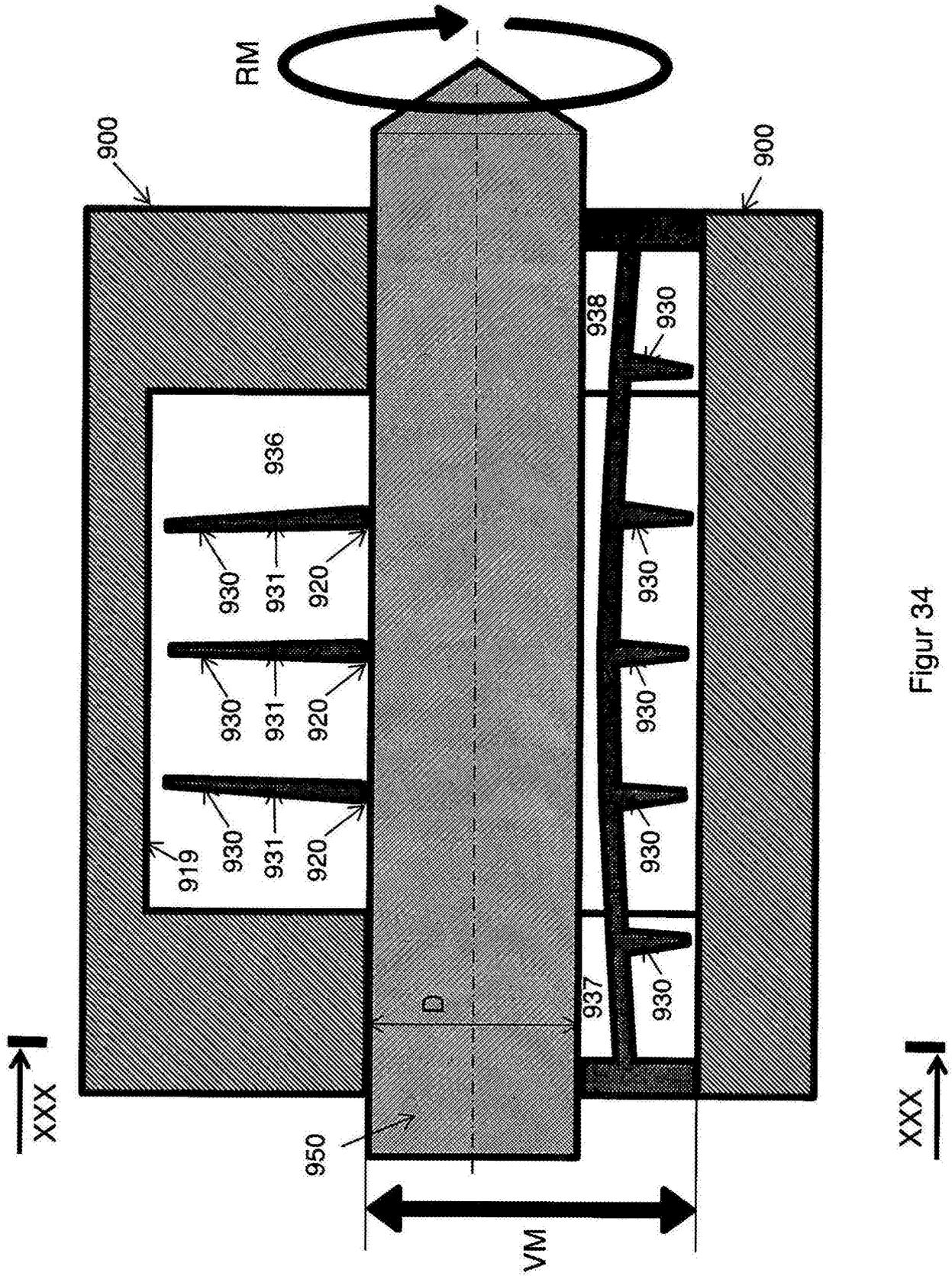
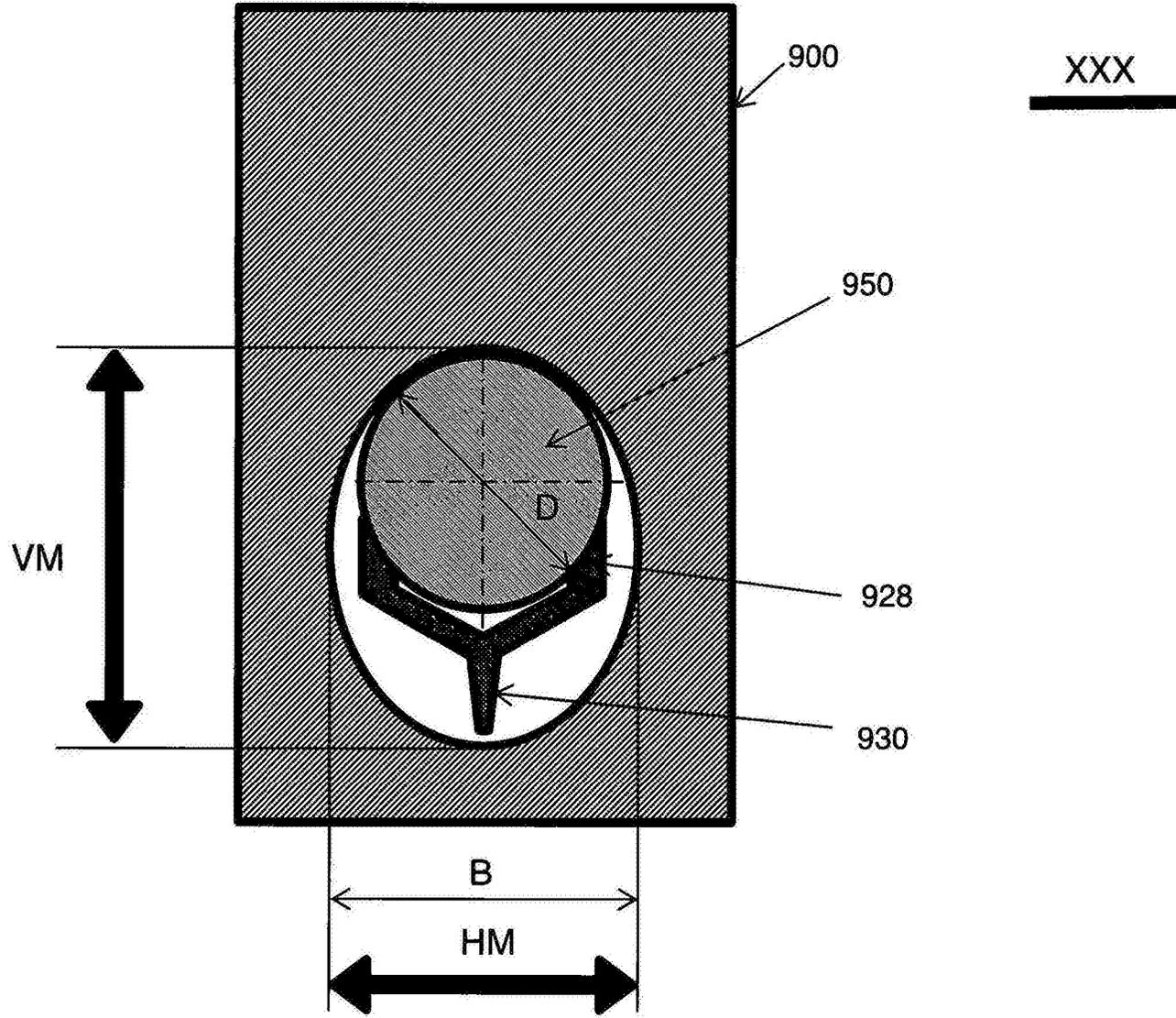


Figure 34



Figur 35