

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50684/2019

(22)

Anmeldetag:

30.07.2019

(43)

Veröffentlicht am:

15.02.2021

(51)

Int. Cl.:

F02F 7/00

F02F 1/24

(2006.01)

(2006.01)

(56)

Entgegenhaltungen:

DE 102016115964 A1

DE 102018130218 A1

US 4848292 A

DE 102017121826 A1

(71)

Patentanmelder:

AVL List GmbH

8020 Graz (AT)

(72)

Erfinder:

Grillenberger Dieter Dipl.Ing. (FH)

8072 Fernitz (AT)

(74)

Vertreter:

Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.

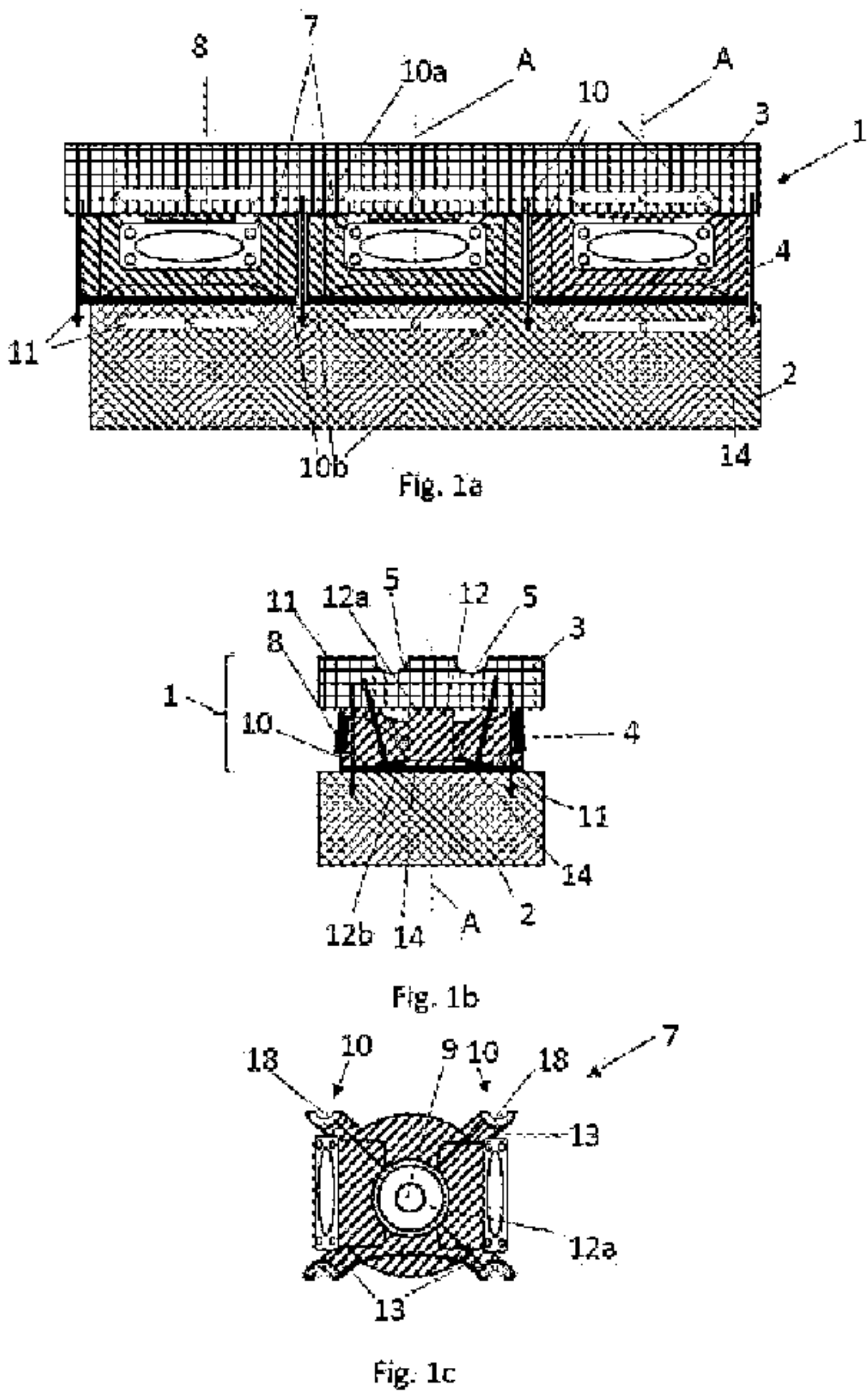
1080 Wien (AT)

(54)

BRENNKRAFTMASCHINE

(57)

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem Zylinderblock (2) und zumindest einem auf dem Zylinderblock (2) angeordneten Zylinderkopf (1), wobei der Zylinderkopf (1) zumindest ein Oberteil (3) und zumindest ein Unterteil (4) aufweist und wobei das Unterteil (4) zwischen Oberteil (3) und Zylinderblock (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Oberteils (3) und das Material des Zylinderblocks (2) jeweils ein geringeres spezifisches Gewicht aufweisen als das Unterteil (4).



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem Zylinderblock (2) und zumindest einem auf dem Zylinderblock (2) angeordneten Zylinderkopf (1), wobei der Zylinderkopf (1) zumindest ein Oberteil (3) und zumindest ein Unterteil (4) aufweist und wobei das Unterteil (4) zwischen Oberteil (3) und Zylinderblock (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Oberteils (3) und das Material des Zylinderblocks (2) jeweils ein geringeres spezifisches Gewicht aufweisen als das Unterteil (4).

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit zumindest einem Zylinderblock und zumindest einem auf dem Zylinderblock angeordneten Zylinderkopf, wobei der Zylinderkopf zumindest ein Oberteil und zumindest ein Unterteil aufweist und wobei das Unterteil zwischen Oberteil und Zylinderblock angeordnet ist.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Brennkraftmaschine, wobei zumindest ein Oberteil und zumindest ein Unterteil eines Zylinderkopfes sowie ein Zylinderblock gefertigt werden und das Unterteil zwischen dem Oberteil und dem Zylinderblock angeordnet wird.

In der US 2015/369169 A1 wird eine Brennkraftmaschine beschrieben, welche einen Oberteil und ein Basiselement aus Eisen und einen Unterteil, sowie einen Zylinderblock aus Aluminium aufweist. Damit werden die Teile, welche aus leichterem Material gefertigt sind, zwischen jenen aus schwererem Material angeordnet und von ihnen zusammengehalten. Damit soll eine leichte Bauweise trotz hoher Stabilität erreicht werden. Diese Ausführungsform ist aber unvorteilhaft, da Materialien mit geringem spezifischen Gewicht wie Aluminium in der Regel eine geringere Belastbarkeit aufweisen, als jene mit höherem spezifischem Gewicht. Dadurch werden stark belastete Teile, insbesondere im Bereich des Unterteils, leichter abgenützt, was zu einer kürzeren Lebensdauer führt. Alternativ muss ein härteres aber trotzdem leichtes Material verwendet werden, was kostenintensiv ist.

Die WO 2016/005704 A1 zeigt einen Zylinderkopf aus Aluminium, welcher im Verbindungsbereich mit dem Zylinderblock aus Eisen eine Zwischenplatte aus Stahl aufweist. Dies ist aber unvorteilhaft, da einige mechanisch und thermisch stark beanspruchten Teile wie die abgasführenden Kanäle im Zylinderkopf angeordnet sind, welcher durch den Leichtmetallbau instabiler ist.

Aufgabe der Erfindung ist damit, eine möglichst leichte, kostengünstige Brennkraftmaschine mit erhöhter Lebensdauer bereitzustellen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass das Material des Oberteils und das Material des Zylinderblocks jeweils ein geringeres spezifisches Gewicht aufweisen als das Unterteil.

Sie wird auch dadurch gelöst, dass das Oberteil und der Zylinderblock jeweils aus Material mit geringerem spezifischen Gewicht gefertigt wird, als das Unterteil.

Durch eine derartige Materialwahl wird eine besonders leichte Bauweise erreicht, deren mechanisch und thermisch besonders stark beanspruchten Teile trotzdem besonders ausdauernd und langlebig sind. Die weniger belasteten Teile sind durch das leichtere Material gewichtsarm und reduzieren damit das Gesamtgewicht.

Dabei ist mit Zylinderblock jener Teil der Brennkraftmaschine gemeint, der den Großteil des Zylindermantels oder der Zylindermäntel definiert, in dem oder in denen der oder die Kolben aufgenommen werden.

Der Zylinderkopf ist dabei im zusammengebauten Zustand auf dem Zylinderblock angeordnet, wobei das Unterteil des Zylinderkopfes zwischen dem Zylinderblock und dem Oberteil des Zylinderkopfes angeordnet ist. Zwischen Zylinderblock und Unterteil kann dabei eine Zylinderkopfdichtung vorgesehen sein.

Das Unterteil umfasst vorzugsweise zumindest teilweise zumindest einen Brennraum, der mit dem Zylinder oder im Fall von mehreren Brennräumen mit den Zylindern des Zylinderblocks in Verbindung steht. Die oberen Bereiche des Zylinders, in denen der Brennraum angeordnet ist, sind die mechanisch und thermisch am stärksten belasteten. Das schwerere Unterteil kann diesen Belastungen leichter Stand halten und ermöglicht so eine lange Lebensdauer.

Somit sind trotz geringen Gesamtgewichts auch höhere Temperaturen für den Unterteil möglich. Wird das Unterteil ebenso gekühlt, so erfolgt ein geringerer Wärmeeintrag in die Teile aus Materialien mit geringerem spezifischem Gewicht. Durch die verbesserte Stabilität sind auch höhere Zünddrücke, mechanische Lasten trotz geringer Wandstärke des Unterteils möglich.

Weiters kann das Unterteil dazu eingerichtet sein, eine Brennraum-Stopperfunktion oder eine Dichtfunktion zu übernehmen.

Das Oberteil umfasst vorzugsweise die Fortführung des Ölraumes, sowie Ventilbetätigungselemente.

Das Oberteil ist vorzugsweise einteilig gefertigt.

Mit spezifischem Gewicht ist dabei das Gewicht pro Volumeneinheit gemeint, also das Verhältnis des Gewichts des Materials zu seinem Volumen.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Oberteil und der Zylinderblock aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt sind, vorzugsweise aus Aluminium. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass je das Oberteil und der Zylinderblock aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Aluminium. Mit Leichtmetall ist dabei ein Metall gemeint, welches eine Dichte von unter 5 g/cm^3 aufweisen.

Weiters kann vorteilhaft sein, wenn das Unterteil aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt ist, vorzugsweise aus Eisen oder Stahl. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass das Unterteil aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Eisen oder Stahl. Mit Schwermetall ist dabei ein Metall gemeint, welches eine Dichte von über 5 g/cm^3 aufweisen.

Mit Leichtmetalllegierung sind dabei Legierungen gemeint, die überwiegend aus Leichtmetallen bestehen, dem entsprechend unter Schwermetalllegierung Legierungen verstanden, die überwiegend Schwermetalle aufweisen.

Besonders vorteilhaft ist, wenn das Oberteil und der Zylinderblock im Wesentlichen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen und dass das Oberteil und der Zylinderblock vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt sind. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass das Oberteil und der Zylinderblock aus Materialien mit gleichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt werden. Damit wird thermische Verformung im Oberteil an die des Zylinderblocks angeglichen, womit das Auftreten von thermischen Spannungen verringert werden kann.

Es kann vorgesehen sein, dass der Zylinderblock mehrere Zylinder aufweist und das Unterteil aneinander gereihte Teilstücke aufweist, wobei jedes Teilstück auf je zumindest einem Zylinder angeordnet ist. Dem entsprechend kann auch vorgesehen sein, dass bei der Fertigung des Unterteils mehrere Teilstücke aneinandergereiht werden, wobei jedes Teilstück nach Zusammenbau mit dem Zylinderblock auf zumindest je einem Zylinder angeordnet wird. Dies bedingt eine Beweglichkeit der Teilstücke zueinander im Fall von thermischen Ausdehnungen,

womit weniger Spannungen entstehen und durch die Materialkombination bedingte unterschiedliche Wärmeausdehnungen ausgeglichen werden können. Insbesondere in Kombination mit der oben beschriebenen Materialkombination von Oberteil, Zylinderblock und Unterteil ist dies vorteilhaft, da so durch unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten bedingte Spannungen und Belastungen verringert werden können. Dies erhöht die Lebenserwartung maßgeblich. Mit aneinander gereiht ist dabei gemeint, dass die Teilstücke in zumindest einer Reihe hintereinander angeordnet sind, vorzugsweise entsprechend der Positionierung der Zylinder im Zylinderblock. Durch die Zuordnung von zumindest einen Zylinder pro Teilstück können durch Verschiebungen der Teilstücke zueinander die Positionen der Zylinder mit denen der Teilstücke exakt abgestimmt werden. Insbesondere, wenn die Teilstücke teile des Brennraumes umfassen ist dies vorteilhaft.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn jedes Teilstück auf genau einem Zylinder angeordnet ist. Damit kann eine Einzelzentrierung jedes der Teilstücke mit je einem Zylinder durchgeführt werden. Mit anderen Worten kann vorgesehen sein, dass die gleiche Anzahl an Teilstücken wie an Zylindern vorgesehen ist.

Die Teilstücke können fest miteinander verbunden sein oder gegeneinander verschiebbar verbunden sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Unterteil zumindest teilweise durch ein additives Fertigungsverfahren wie Direktmetalldruck oder durch Feinguss hergestellt ist. In diesem Sinne ist auch vorteilhaft, wenn das Unterteil mit Hilfe eines additiven Fertigungsverfahrens wie eines Direktmetalldruckverfahrens, oder eines Feingussverfahren hergestellt wird. So kann das Unterteil dünnwandig ausgeführt sein, um Gewicht zu sparen. Beispielsweise kann Lasersintern zur Herstellung eingesetzt werden.

Um einfach und kosteneffektiv den Oberteil herzustellen kann vorgesehen sein, dass das Oberteil mit Hilfe eines Gießverfahrens gefertigt wird, oder wenn das Oberteil zumindest teilweise durch ein Gießverfahren hergestellt ist.

Es kann vorgesehen sein, dass das Unterteil zumindest teilweise Ventilsitze für Ein- und Auslassventile und vorzugsweise auch Ladungswechselkanäle aufweist. Damit werden die thermisch und mechanisch beanspruchten Teile in den mechanisch stabileren Unterteil angeordnet, was zu einer höheren Belastbarkeit auch bei hohen

Drücken führt. Mit Ladungswechselkanälen sind dabei die Abgaskanäle und/oder die Zufuhrkanäle für Treibstoff und/oder Gas gemeint.

Dabei kann auch vorgesehen sein, dass das Unterteil Kühlwasserkanäle im Bereich des Brennraums und/oder Ventiltriebe und/oder Zündkerzen aufweisen.

Vorteilhaft ist auch, wenn das Unterteil zumindest eine Brennraumvorkammer für zumindest einen Zylinder aufweist. Mit Brennraumvorkammer ist dabei eine mit dem Brennraum strömungsverbundene Kammer gemeint, in welche der Kraftstoff eingespritzt wird.

Besonders vorteilhaft ist auch, wenn das Unterteil eine Rippenstruktur zur Führung von Kühlwasserströmen aufweist. Damit wird eine effektive Kühlung der thermisch belasteten Teile gewährleistet. Durch die dünnwandige Ausführungsform kann die Rippenstruktur freier und besser gestaltet werden, um eine möglichst gleichverteilte Kühlung und möglichst geringe Druckverluste der Strömung zu erreichen.

Weiters kann durch dünnwandige Ausführungen der Kanalquerschnitt und der Ventildurchmesser vergrößert werden, was zu geringeren Druckverlusten in den Ladungswechselkanälen führt.

Um die Ventile anzusteuern ist vorteilhaft, wenn das Oberteil zumindest eine Nockenwellenlagerung für eine Nockenwelle von Ein- und/oder Auslassventilen aufweist. Da diese in der Regel weder mechanisch noch thermisch zu stark belastet wird, ist eine Anordnung im Oberteil sinnvoll.

Um eine kompakte und feste Brennkraftmaschine zu erhalten ist es vorteilhaft, wenn das Oberteil und der Zylinderblock miteinander verschraubt sind. Dabei ist gemeint, dass Oberteil und Zylinderblock direkt miteinander verschraubt sind, also zumindest eine Schraube zumindest vom Oberteil bis zumindest zum Zylinderblock reicht. Alternativ können Oberteil und Zylinderblock über ähnliche Verbindungselemente verbunden sein.

Um eine gute Kraftübertragung zu gewährleisten, kann vorgesehen sein, dass das Unterteil Schraubenbutzen aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und welche an einem oberen Ende eine zum Oberteil gerichtete obere Auflagefläche und an einem unteren Ende eine zum

Unterteil gerichtete untere Auflagefläche aufweisen. Dabei ist mit Schraubenbutzen ein kraftübertragender Kanal gemeint, durch den sich die Schraube erstrecken kann. Dadurch kann ein übermäßiges Verbiegen des Oberteils verhindert werden. Die Schraube kann am Schraubenbutzen anliegen oder es kann auch ein Gewinde im Schraubenbutzen vorgesehen sein, das mit der Schraube verschraubbar ist. Die obere Auflagefläche kann direkt an dem Oberteil anliegen oder kann auch auf einem Teil zwischen Oberteil und Unterteil anliegen. Dies gilt auch für die untere Auflagefläche in Bezug zum Zylinderblock.

Es kann auch vorgesehen sein, dass das Unterteil Schraubenbutzen aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und eine zum Oberteil gerichtete obere Auflagefläche aufweisen und ein unteres Ende aufweisen, welches vom Zylinderblock beabstandet sind. Die Schraubenbutzen sind vorzugsweise kraftübertragend mit anderen Teilen des Unterteils verbunden, sodass die Kraft, die über die obere Auflagefläche vom Oberteil auf den Schraubenbutzen wirkt, abgeleitet werden kann. Mit beabstandet ist dabei gemeint, dass keine im Wesentlichen kraftübertragende Verbindung zwischen dem unteren Ende und dem Zylinderblock vorgesehen ist. Mit anderen Worten liegt das untere Ende damit frei oder liegt auf einer Fläche eines nicht kraftübertragenden Teils zwischen dem unteren Ende und dem Zylinderblock an.

Sind mehrere Teilstücke vorgesehen, so können die Schraubenbutzen im Wesentlichen gleichmäßig auf die Teilstücke aufgeteilt sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass Segmente von zwei direkt benachbarten Teilstücken zusammen einen oder mehrere Schraubenbutzen bilden.

Die Schraubenbutzen sind vorzugsweise gleichmäßig um die Drehachse des Zylinders verteilt. Vorzugsweise sind vier Schraubenbutzen um jeden Zylinder angeordnet, je nach Anwendungen können auch mehr Schraubenbutzen vorteilhaft sein.

Weiters kann vorgesehen sein, dass das Unterteil zumindest einen um einen Zylinder angeordneten Stützbalken aufweist, welcher auf einer Oberseite eine zum Oberteil gerichtete obere Zentrallauflagefläche und auf einer Unterseite eine zum Zylinderblock gerichtete untere Zentrallauflagefläche aufweist, wobei die untere Zentrallauflagefläche radial um den Zylinder angeordnet ist. Mit um einen Zylinder angeordnet ist dabei gemeint, dass der Stützbalken im Zusammengebauten

Die obere Zentralauflage kann auf einem Nockenwellendeckel aufliegen, welcher vorzugsweise in diesem Fall als Biegeträger ausgeführt ist. Damit kann die Gewichts- und Schraubenkraft gleichmäßig von im Oberteil verteilt werden. Der Nockenwellendeckel kann als Tragstruktur oder als Tragprofil, beispielsweise als 4-Kanthohlprofil, als I-Träger, doppel I-Träger oder C-Profil ausgeführt sein.

Es kann vorgesehen sein, dass sowohl Stützbalken und Schraubenbutzen vorgesehen sind. Damit kann ein besonders stabiler Aufbau erreicht werden und die Schraubenkraft besonders gleichmäßig zwischen den Teilen übertragen werden. In einem solchen Fall ist besonders vorteilhaft, wenn die Schraubenbutzen mit den ihnen benachbarten Stützbalken zumindest teilweise über Verbindungsrippen kraftübertragend verbunden sind. Dabei erstrecken sich die Verbindungsrippen vorzugsweise zumindest teilweise entlang der Hauptstreckungsachsen der Schraubenbutzen, entlang denen sich die in den Schraubenbutzen eingeführten Schrauben erstrecken und drehen. Die Schraubenbutzen können auch mit mehreren benachbarten Stützbalken verbunden sein. Wenn die Schraubenbutzen aus mehreren Teilen bestehen, so können die Schraubenbutzen auch nur teilweise mit den ihnen benachbarten Stützbalken verbunden sein.

Alternativ können auch keine Schraubenbutzen vorgesehen sein, was gewichtssparend ist.

Um eine verbesserte Kraftverteilung zu erreichen kann vorteilhaft sein, wenn zwischen Oberteil und Unterteil zumindest ein Zwischenteil angeordnet ist, welcher eine zum Oberteil gerichtete obere Zwischenauflagefläche und eine zum Unterteil

gerichtete untere Zwischenauflagefläche aufweist. Dieses Zwischenteil kann nicht einstückig mit dem Oberteil und Unterteil ausgeführt sein und aus einem anderen Material bestehen als Oberteil und/oder Unterteil. Zur Kraftverteilung kann das Zwischenteil als 4-Kanthohlprofil, als I-Träger, doppel I-Träger oder C-Profil ausgeführt sein und es kann Zwischenbutzen aufweisen um Schrauben zu führen.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Zwischenteil aus einem Schwermetall, einer Schwermetalllegierung oder aus einem Verbundwerkstoff, vorzugsweise mit Metalleinlagen gefertigt ist, vorzugsweise aus Stahl oder einem carbonhaltigem Verbundwerkstoff. Das Zwischenteil weist vorzugsweise eine Wabenstruktur auf, was eine hohe Festigkeit trotz geringem Gewichts ermöglicht. Als geeignetes Material eignet sich auch beispielsweise Carbon.

Besonders vorteilhaft ist, wenn zumindest zwei benachbarte Teilstücke des Unterteils zueinander gerichtete, zusammen einen Schraubenbutzen bildende Ausnehmungen aufweisen, durch die eine Schraube geführt ist, und die Schraube vorzugsweise zumindest im thermisch unbelasteten Zustand an den Ausnehmungen zumindest teilweise anliegt. Damit können sich die Teilstücke gegenseitig an der Schraube abstützen, im Fall einer thermischen Größenveränderung aber gegeneinander verschieben. Vorzugsweise weisen die Ausnehmungen der Teilstücke jeweils in Schnitt quer zur Drehachse der Schraube die Form eines Kreissegments auf. So kann bei Zusammenführung der Teilstücke ein Kanal und damit ein Schraubenbutzen entstehen. Alternativ können auch die Ausnehmungen der Teilstücke axial hintereinander geordnete Schraubenbutzsegmente bilden. Damit die Schraube am Schraubenbutzen anliegt, kann die Schraube zumindest auf Höhe des Schraubenbutzens ein Bund vorgesehen sein, der an dem Schraubenbutzen anliegt. Dieser Bund weist in der Regel einen größeren Durchmesser auf als die ihm umliegenden Bereiche der Schraube. Mit thermisch unbelasteten Zustand ist gemeint, dass die Brennkraftmaschine nicht unregelmäßig erwärmt oder abgekühlt wird, also beispielsweise, wenn sie längere Zeit nicht eingeschalten ist und Umgebungstemperatur hat.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zumindest zwei benachbarte Teilstücke des Unterteils zueinander gerichtete, zusammen einen Schraubenbutzen bildende Ausnehmungen aufweisen, durch die eine Schraube geführt ist, und in die eine Hülse zur Aufnahme der Schraube angeordnet ist. Die Hülse kann eine

Abstützfunktion erfüllen, indem die Teilstücke an dieser anliegen und sich gegenseitig an dieser abstützen. Dadurch wird die Schraube bei thermisch bedingten Verschiebungen nicht durch die Teilstücke belastet, da die Kraftübertragung über die Hülse erfolgt.

Die Erfindung wird in der Folge anhand der nicht einschränkenden Ausführungen in den Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a eine schematische Frontalansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsform;

Fig. 1b eine Seitenansicht der Brennkraftmaschine aus Fig. 1a;

Fig. 1c eine Draufsicht eines Teilstücks aus der Ausführungsform von Fig. 1a und 1b;

Fig. 2a eine schematische Frontalansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 2b eine Seitenansicht der Brennkraftmaschine aus Fig. 2a;

Fig. 2c eine Draufsicht eines Teilstücks aus der Ausführungsform aus Fig. 2a und 2b;

Fig. 3a eine schematische Frontalansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer dritten Ausführungsform;

Fig. 3b eine Seitenansicht der Brennkraftmaschine aus Fig. 3a;

Fig. 3c eine Draufsicht eines Teilstücks aus der Ausführungsform aus Fig. 3a und 3b;

Fig. 4a eine schematische Frontalansicht einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine in einer vierten Ausführungsform;

Fig. 4b eine Seitenansicht der Brennkraftmaschine aus Fig. 4a;

Fig. 4c ein Detail eines Zwischenteils aus Fig. 4a und 4b in einer Draufsicht;

Fig. 5a ein erstes Detail aus Fig. 2a;

Fig. 5b einen Schnitt nach der Linie VI-VI aus Fig. 5a;

Fig. 6a ein zweites Detail aus Fig. 2a;

Fig. 6b einen Schnitt nach der Linie VII-VII aus Fig. 6a.

Fig. 1a bis 1c zeigen eine erste Ausführungsform Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf 1 mit einem Oberteil 3 aus einer Aluminiumlegierung und einem Unterteil 4 aus Stahl. Der Zylinderkopf 1 wird auf einem Zylinder aufweisenden Zylinderblock 2 aus Aluminium aufgesetzt. Das Oberteil 3 ist im Wesentlichen einstückig ausgeführt und weist einen Teil des Ölraumes, Nockenwellenlagerungen 5 und Räume zur Aufnahme von Ventilbetätigungselementen wie Tassenstößel 6 auf.

Das Unterteil 4 weist insgesamt drei Teilstücke 7 auf, welche in einer Reihe angeordnet sind. Fig. 2c zeigt ein einzelnes Teilstück 7 zur besseren Ansicht.

Die Teilstücke sind vorzugsweise gleich aufgebaut.

Jedes Teilstück ist vorzugsweise je einem Zylinder zugeordnet und in zusammengebauten Zustand über diesen Zylinder angeordnet.

Dabei weist jedes Teilstück 7 an seiner dem Zylinderblock zugewandten Seite je eine Ausnehmung auf, damit jedes Teilstück 7 einen Teil des Brennraums jedes Zylinders aufnehmen kann.

Das Unterteil 4 weist im Bereich jedes Zylinders jeweils vier Aufnahmen für die Ventile und damit Tassenstößel 6, sowie jeweils mindestens je einen Ladungswechselkanal 8 für Einlass- und Auslassseite, und Aufnahmen 9 für Zündkerzen auf. Darüber hinaus weist jedes Teilstück um die Hauptstreckungsachse A der Zylinder vier gleichverteilte Ausnehmungen und Form von Bohrungen auf, welche als Schraubenbutzen 10 dienen. Damit kann um jeden Zylinder jeweils vier Schrauben vom Oberteil 3, durch das Unterteil 4 bis in den Zylinderblock 2 geführt werden.

Zwischen Zylinderblock 2 und Unterteil 4 ist eine Zylinderkopfdichtung 14 vorgesehen, welche den Spalt zwischen Zylinderkopf 1 und Zylinderblock 2 abdichtet. Dabei weist die Zylinderkopfdichtung 14 vorzugsweise einen im Wesentlichen einstückigen Hauptkörper auf, welcher sich über die Länge des Zylinderkopfes 1 erstreckt und ist kraftübertragend zwischen den beiden Elementen angeordnet, sodass sie die Gewichts- und Schraubenkraft zwischen Zylinderkopf 1 und Zylinderblock 2 überträgt.

Die Teilstücke 7 weisen Schraubenbutzen 10 auf, welche zum Oberteil 3 gerichtete obere Auflageflächen 10a an einer Oberseite aufweisen und welche an dem Oberteil 3 anliegen. Sie weisen auch an einer Unterseite zum Zylinderblock 2 gerichtete untere Auflageflächen 10b auf, welche auf der Zylinderkopfdichtung 14 anliegen. Damit erstrecken sich die Schraubenbutzen 10 vom Oberteil 3 bis zur Zylinderkopfdichtung 14. Dies ermöglicht eine optimale Kraftübertragung und Verteilung der Schraubenkräfte zwischen den Teilen der Brennkraftmaschine und innerhalb der Teile, wie angezeigt durch Pfeile 11.

In Fig. 1b wird ersichtlich, dass die Teilstücke 7 neben den Schraubenbolzen 7 je einen Stützbalken 12 aufweisen, welche im Wesentlichen zylindrisch ausgeführt sind und auf den Haupterstreckungsachsen A angeordnet sind. Damit sind sie jeweils über den Zylindern angeordnet. Auf der Oberseite liegen sie mit einer oberen Zentrallauflagefläche 12a auf dem Oberteil 3 an, an der Unterseite mit einer unteren Zentrallauflagefläche 12b an dem Zylinderblock 2. Dabei weist der Stützbalken 12 im Bereich der Unterseite eine kegelstumpfförmige Verbreiterung auf, um Platz für den oberen Bereich des Brennraums zu machen, der im Unterteil 3 angeordnet ist. Die untere Zentrallauflagefläche 12b ist damit ringförmig um den Zylinder angeordnet.

In Fig. 1c ist sichtbar, dass die Schraubenbutzen 10 und der Stützbalken 12 jedes Teilstücks 7 über Verbindungsrippen 13 verbunden sind, die die Kräfte innerhalb des Teilstückes 7 verteilen.

In Fig. 2a bis 4c werden alternative erfindungsgemäße Brennkraftmaschinen gezeigt, welche der Ausführungsform aus Fig. 1a bis 1c stark ähneln, daher wird hier nur auf die wesentlichen Unterschiede eingegangen.

In Fig. 2a bis 2c ist sichtbar, dass die Schraubenbutzen 10 dieser Ausführungsform nicht vom Oberteil 3 bis zum Zylinderblock 2 reichen. Mit anderen Worten wird die Kraft zwischen diesen Teilen nicht linear über die Schraubenbutzen 10 abgeleitet, da die unteren Enden 10c der Schraubenbutzen 10, welche zum Zylinderblock 2 zeigen, vom Zylinderblock 2 und der Zylinderkopfdichtung 14 beabstandet sind und nicht direkt mit ihm über die Zylinderkopfdichtung 14 kraftübertragend verbunden sind. So können Pressungsverluste vermieden werden. Stattdessen wird die Kraft über die Rippen zu den Stützbalken 12 abgeleitet und von dort über die untere Zentrallauflagefläche 12b über die Zylinderkopfdichtung 14 in den Zylinderblock 2 eingeleitet.

In der dritten Ausführungsform aus Fig. 3a bis 3c ist das Unterteil 4 kürzer ausgeführt, als in den vorangegangenen Ausführungsformen. Dafür weist das Oberteil 3 einen Auflagebalken 15 auf, welcher mit den oberen Zentrallauflageflächen 12a korrespondierende Auflageflächen 15a aufweist. Der Auflagebalken 15 ist als Biegeträger ausgeführt.

In dieser Ausführungsform sind keine Schraubenbutzen vorgesehen, was Gewicht spart. Die obere Zentrallauflagefläche 12a ist ebenso wie die untere Zentrallauflagefläche 12b ringförmig ausgeführt.

Die vierte Ausführungsform aus Fig. 4a bis 4c ist der dritten Ausführungsform besonders ähnlich. Jedoch weist hier das Oberteil 3 keinen Auflagebalken auf, sondern zwischen Oberteil 3 und Unterteil 4 ist ein Zwischenteil 16 aus Carbonfasern angeordnet, auf welchem jeder Stützbalken 12 anliegt. In Fig. 5c wird ein sich wiederholender Teilbereich des Zwischenteils 16 gezeigt, welcher als I-Träger ausgeführt ist und über einem Teilstück angeordnet ist. Dabei ist das Zwischenteil 16 im Wesentlichen aus solchen aneinandergereihten Teilen aufgebaut. Dabei ist sichtbar, dass um die Zylinder jeweils vier gleichmäßig verteilte Zwischenteilbutzen 17 vorgesehen sind, um Schrauben vom Oberteil 3 zum Zylinderblock 2 zu führen. Auf einer Seite weist der Zwischenteil 16 eine obere Zwischenauflagefläche 16a und auf der gegenüberliegenden Seite eine untere Zwischenauflagefläche 16b auf. Dabei ist die untere Zwischenauflagefläche 16b kleiner als die obere Zwischenauflagefläche 16a, da sich letztere im Wesentlichen über die gesamte zum Oberteil 3 gerichtete Seite des Zwischenteils 16 erstreckt, die erstere aber nur in den Bereichen der Stützbalken 12 ringförmig ausgeführt ist.

In Fig. 5a und 5b wird ein Detail der Teilstücke 7 gezeigt, wobei dies eine erste mögliche Ausführungsform der Berührungsbereiche der Teilstücke 7 miteinander darstellt. Dabei weisen die Teilstücke 7 Ausnehmungen 18 in Form eines Kreissegments im Querschnitt auf, wobei die Ausnehmungen 18 aneinander angeordneter Teilstücke voneinander vorzugsweise beabstandet sind. Dadurch ergibt sich aus zwei Ausnehmungen 18 zwei benachbarter Teilstücke 7 ein Schraubenbutzen 10, durch welchen eine Schraube 19 geführt werden können. In dieser Ausführungsform weist die Schraube 19 auf Höhe des Schraubenbutzens 10 einen Bund 20 mit erhöhtem Durchmesser im Vergleich zum Schraubenkörper 21 auf. Der Bund 20 liegt an den Ausnehmungen 18 an und verbindet damit die Teilstücke 7 untereinander. Damit sind die Teilstücke 7 ausreichend festgelegt, haben aber ausreichend Spielraum, um einzeln zentriert zu werden und/oder sich gegeneinander zu verschieben.

In Fig. 6a und 6b wird eine ähnliche, alternative Ausführungsform der Berührungsbereiche zu der aus Fig. 6a und 6b gezeigt. Dabei wird in den Ausnehmungen 18 eine Hülse 22 angeordnet, welche als Hohlzylinder ausgeführt ist und an den Ausnehmungen 18 anliegt. Die Hülse 18 weist an der dem Oberteil 3 angeordneten Seite eine die übrige Hülse 22 überragende Schulter auf, die die Hülse 22 im zusammengebauten Zustand auf Höhe der Ausnehmungen 18 Teilstücke 7 hält. Die Hülse 22 kann zur Schraube ein Spiel aufweisen.

Damit übernimmt die Hülse die kraftübertragende aber dennoch flexible Verbindungsfunktion der Teilstücke 7 untereinander.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennkraftmaschine mit zumindest einem Zylinderblock (2) und zumindest einem auf dem Zylinderblock (2) angeordneten Zylinderkopf (1), wobei der Zylinderkopf (1) zumindest ein Oberteil (3) und zumindest ein Unterteil (4) aufweist und wobei das Unterteil (4) zwischen Oberteil (3) und Zylinderblock (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Oberteils (3) und das Material des Zylinderblocks (2) jeweils ein geringeres spezifisches Gewicht aufweisen als das Unterteil (4).
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt sind, vorzugsweise aus Aluminium.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt ist, vorzugsweise aus Eisen oder Stahl.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) im Wesentlichen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen und dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt sind.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinderblock (2) mehrere Zylinder aufweist und das Unterteil (4) aneinander gereihte Teilstücke (7) aufweist, wobei jedes Teilstück (7) auf je zumindest einem Zylinder angeordnet ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest teilweise durch ein additives Fertigungsverfahren wie Direktmetalldruck oder durch Feinguss hergestellt ist.
7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest teilweise Ventilsitze für

Ein- und Auslassventile und vorzugsweise auch Ladungswechselkanäle (8) aufweist.

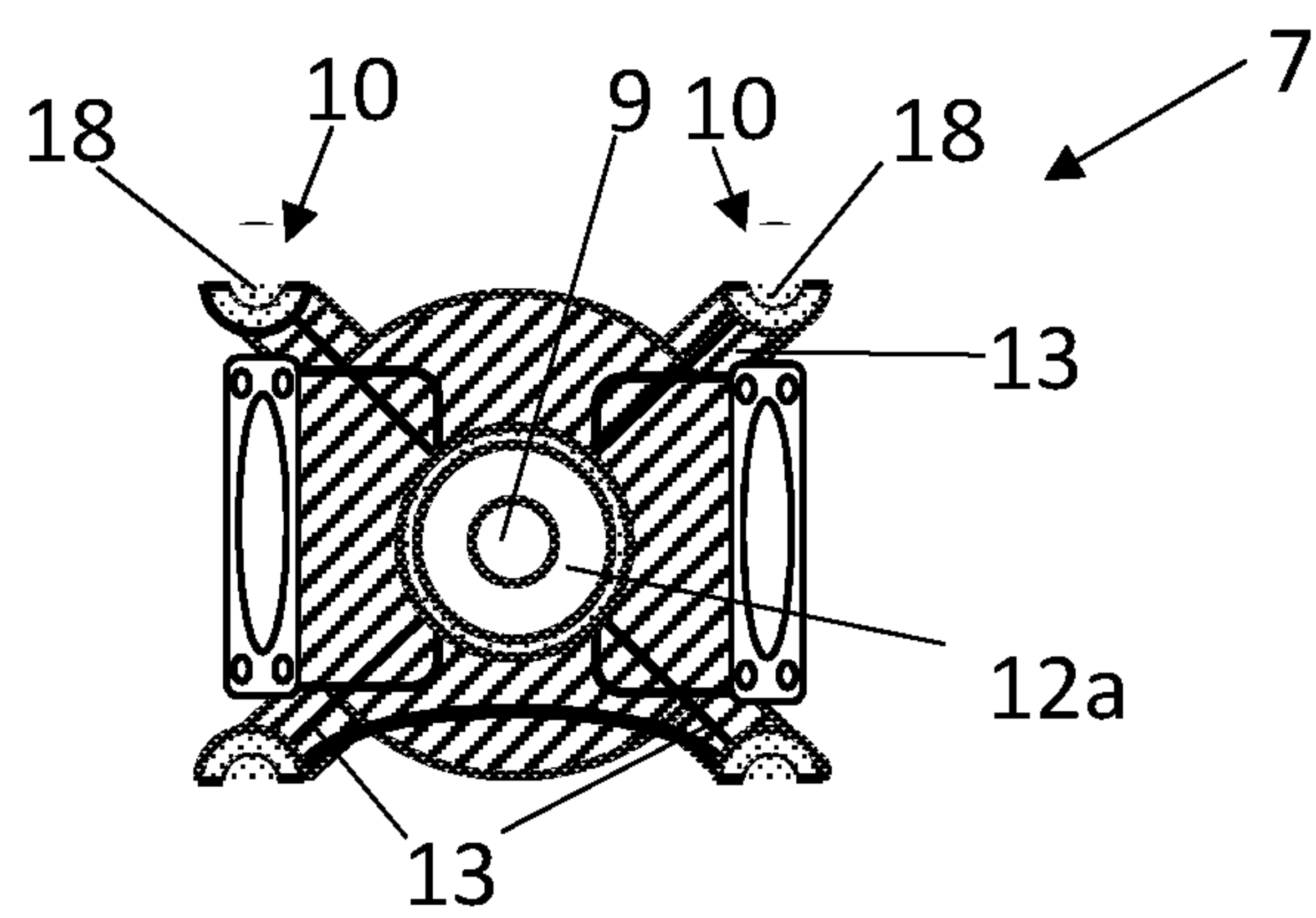
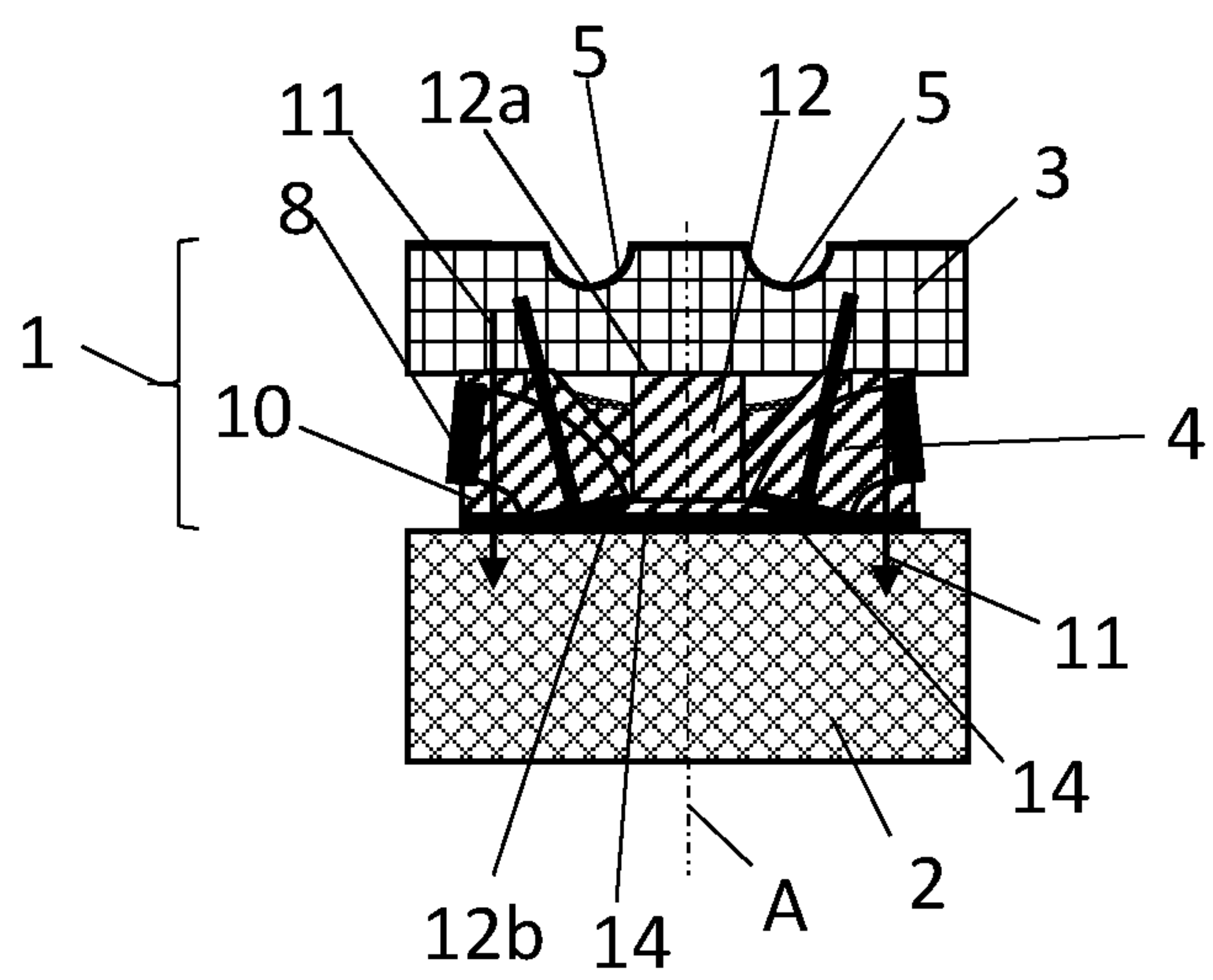
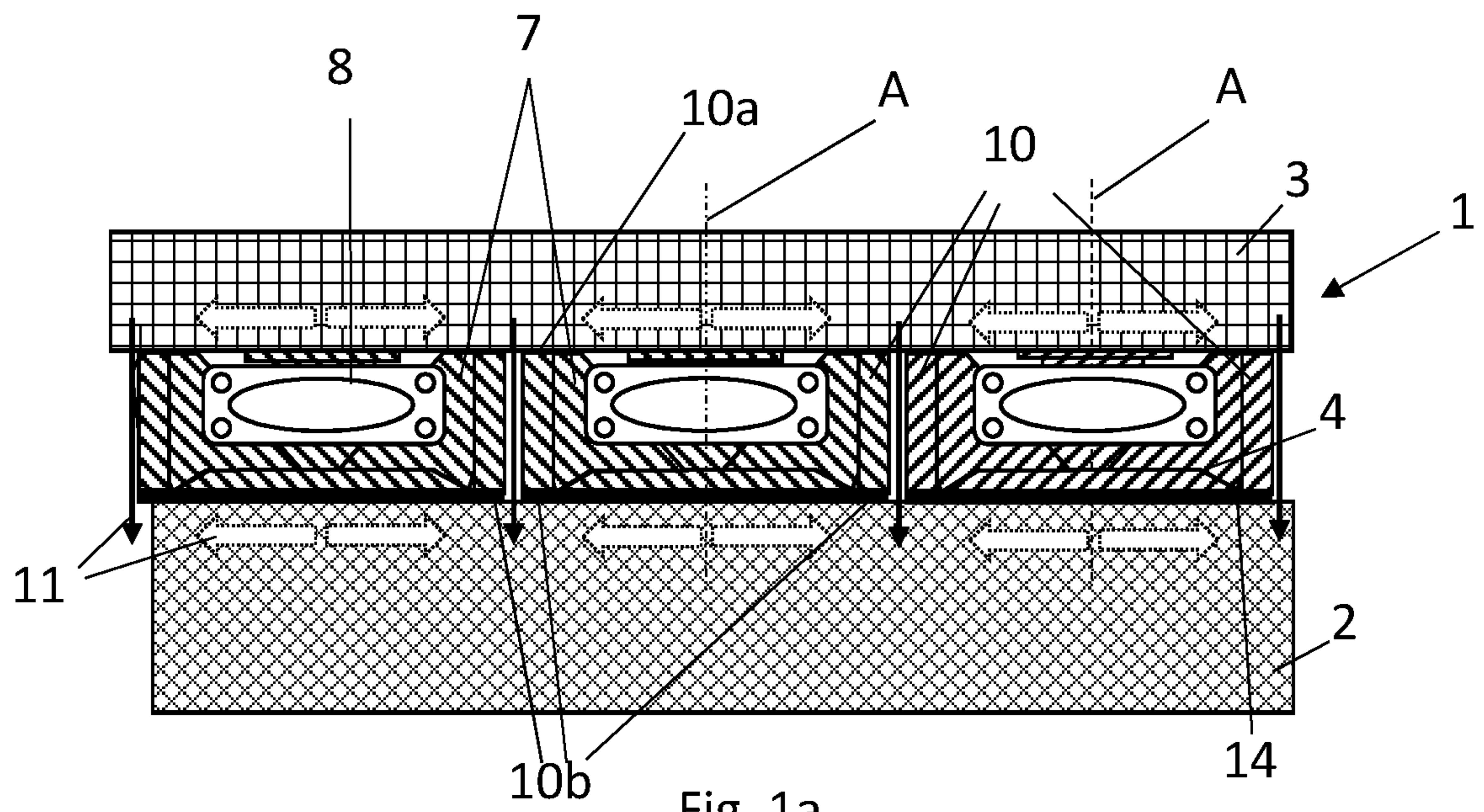
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest eine Brennraumvorkammer für zumindest einen Zylinder aufweist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) eine Rippenstruktur zur Führung von Kühlwasserströmen aufweist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) zumindest eine Nockenwellenlagerung (5) für eine Nockenwelle von Ein- und/oder Auslassventilen aufweist.
11. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) miteinander verschraubt sind.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) Schraubenbutzen (10) aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und welche an einem oberen Ende eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Auflagefläche (10a) und an einem unteren Ende eine zum Unterteil (4) gerichtete untere Auflagefläche (10b) aufweisen.
13. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) Schraubenbutzen (10) aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Auflagefläche (10a) aufweisen und ein unteres Ende (10c) aufweisen, welches vom Zylinderblock (2) beabstandet sind.
14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest einen um einen Zylinder angeordneten Stützbalken (12) aufweist, welcher auf einer Oberseite eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Zentrallauflagefläche (12a) und auf einer

- 17 / 27

dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) jeweils aus Material mit geringerem spezifischen Gewicht gefertigt wird, als das Unterteil (4).

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass je das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Aluminium.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Eisen oder Stahl.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus Materialien mit gleichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt werden.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) mit Hilfe eines additiven Fertigungsverfahrens wie eines Direktmetalldruckverfahrens, oder eines Feingussverfahren hergestellt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (2) mit Hilfe eines Gussverfahrens gefertigt wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Fertigung des Unterteils (4) mehrere Teilstücke (7) aneinandergereiht werden, wobei jedes Teilstück (7) nach Zusammenbau mit dem Zylinderblock (2) auf zumindest je einem Zylinder angeordnet wird.

30.07.2019
MT



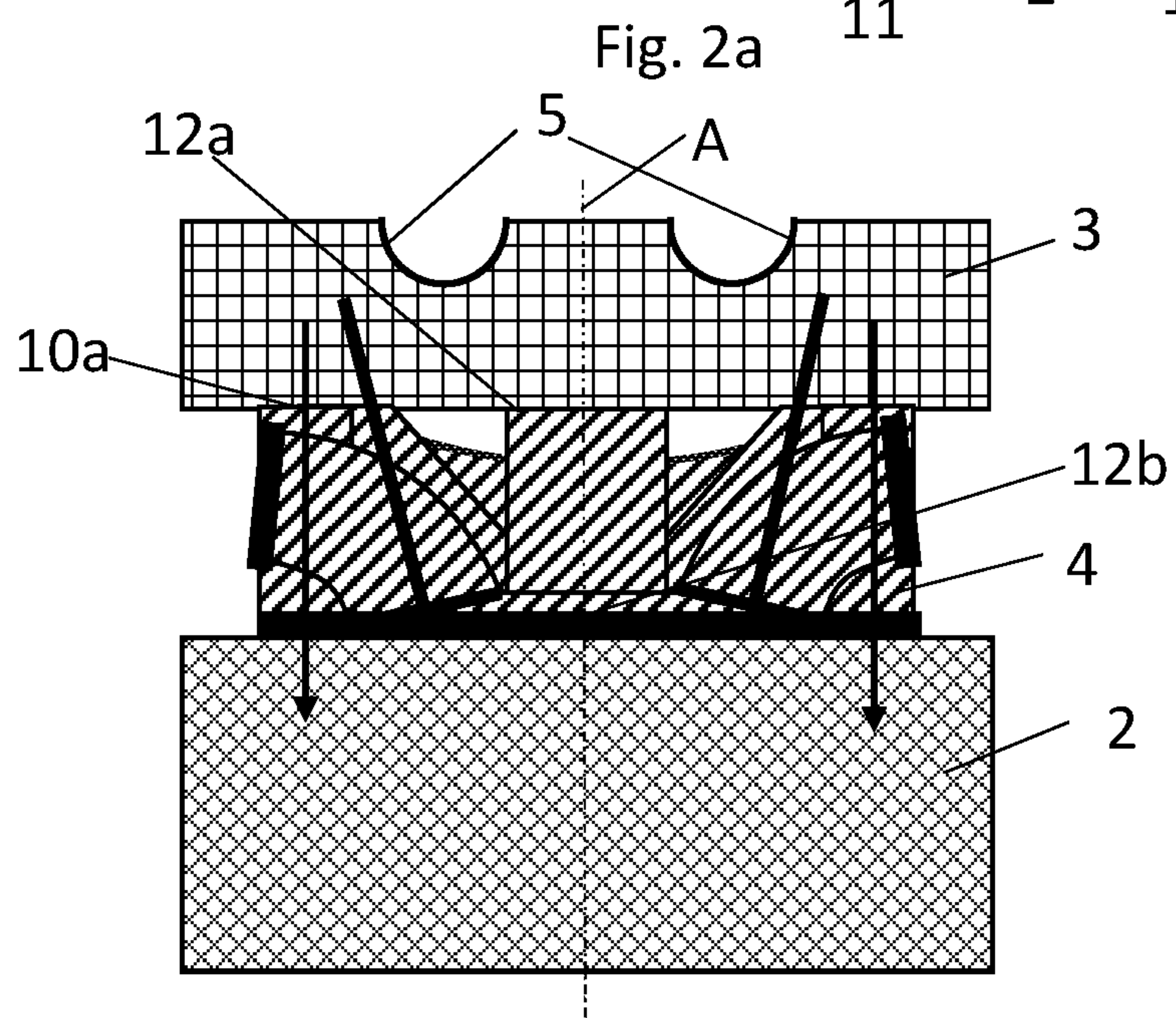
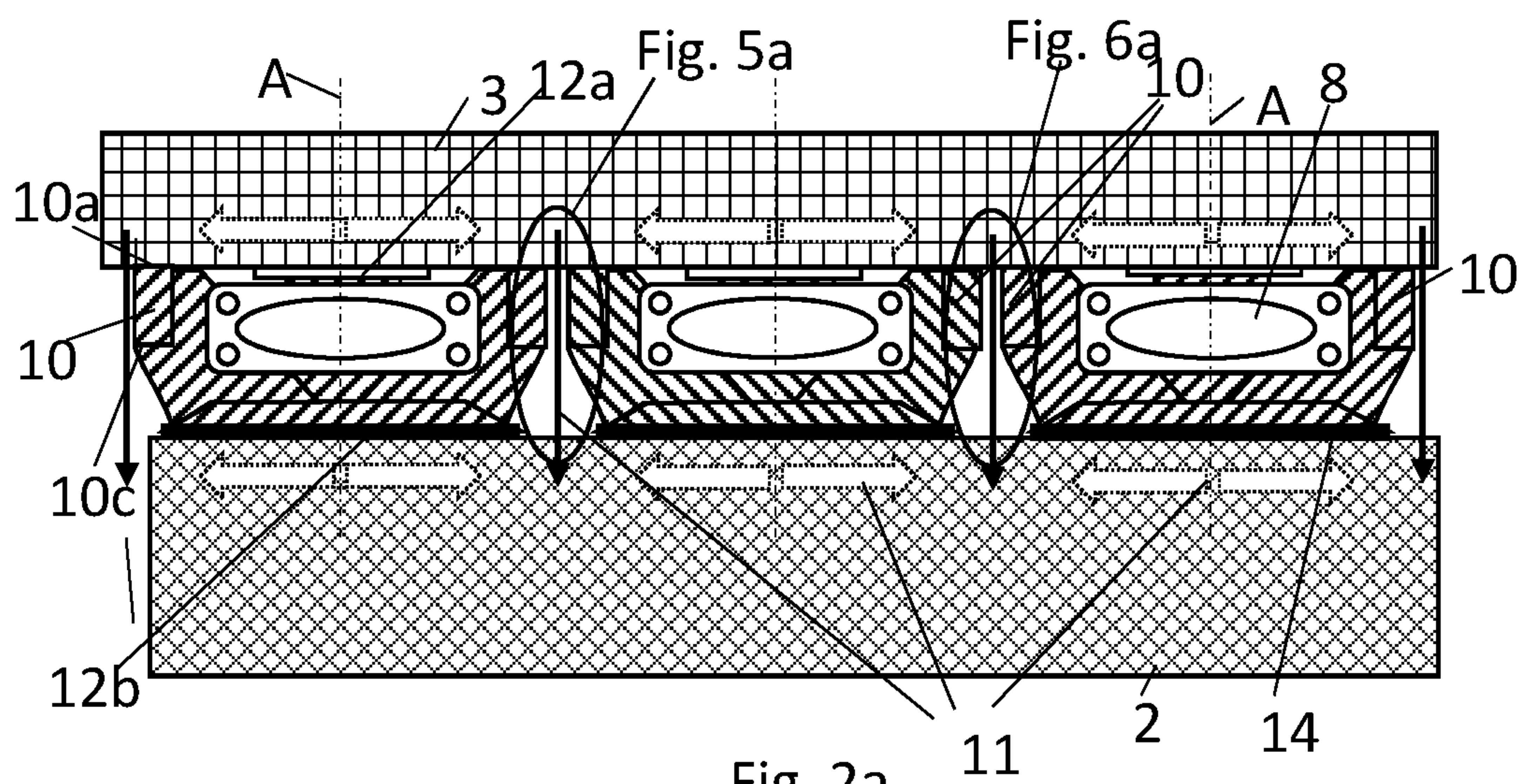
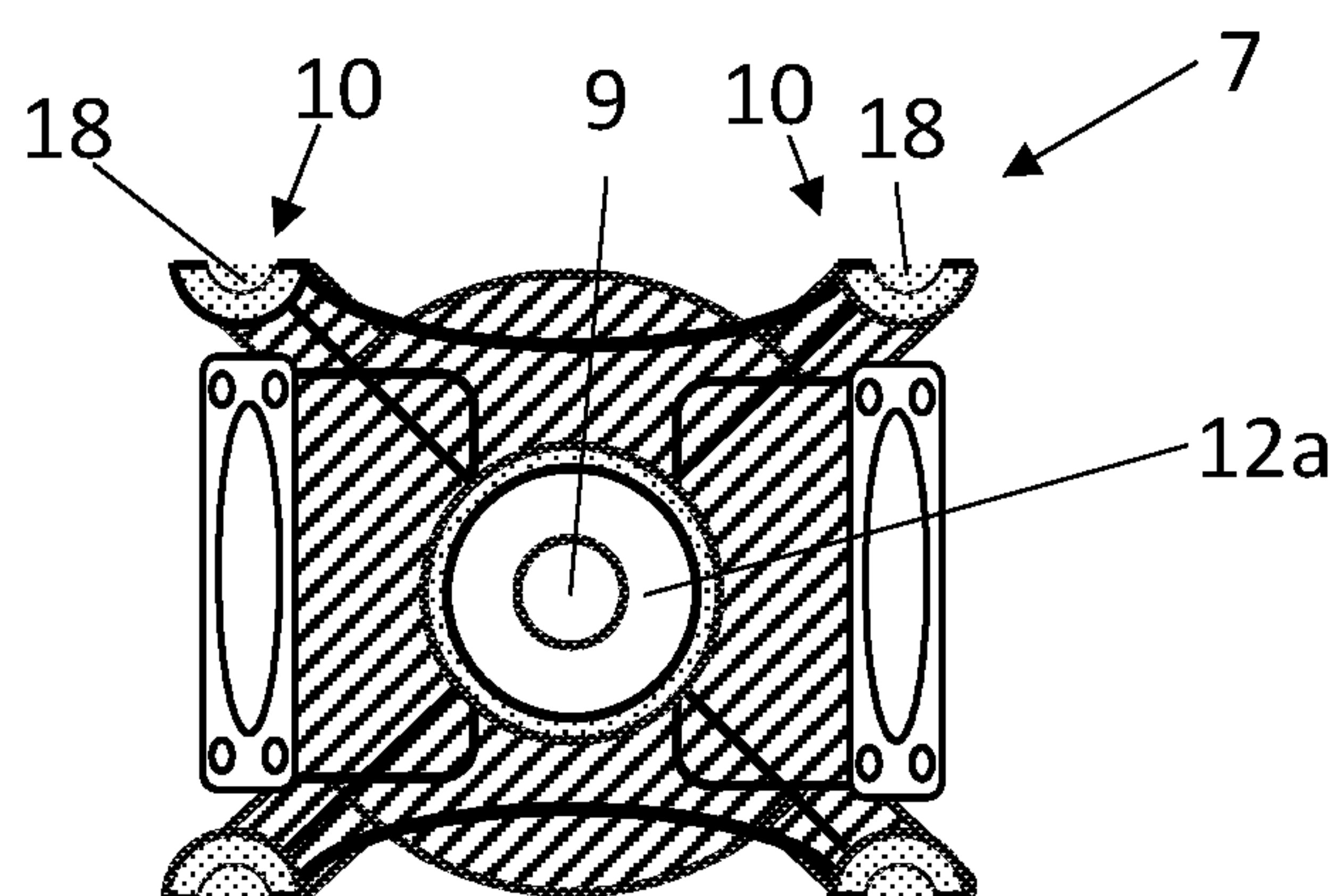


Fig. 2b



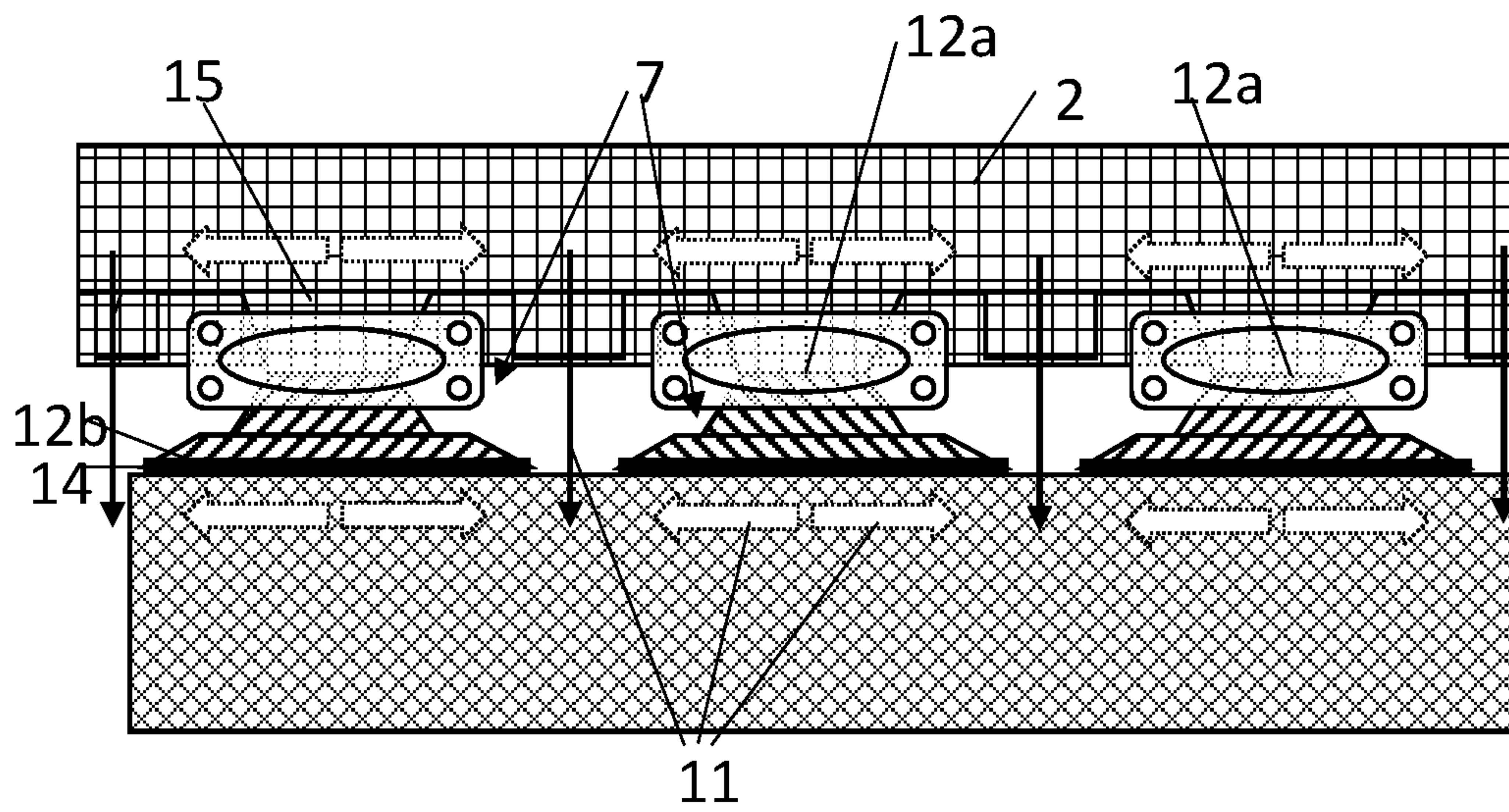


Fig. 3a

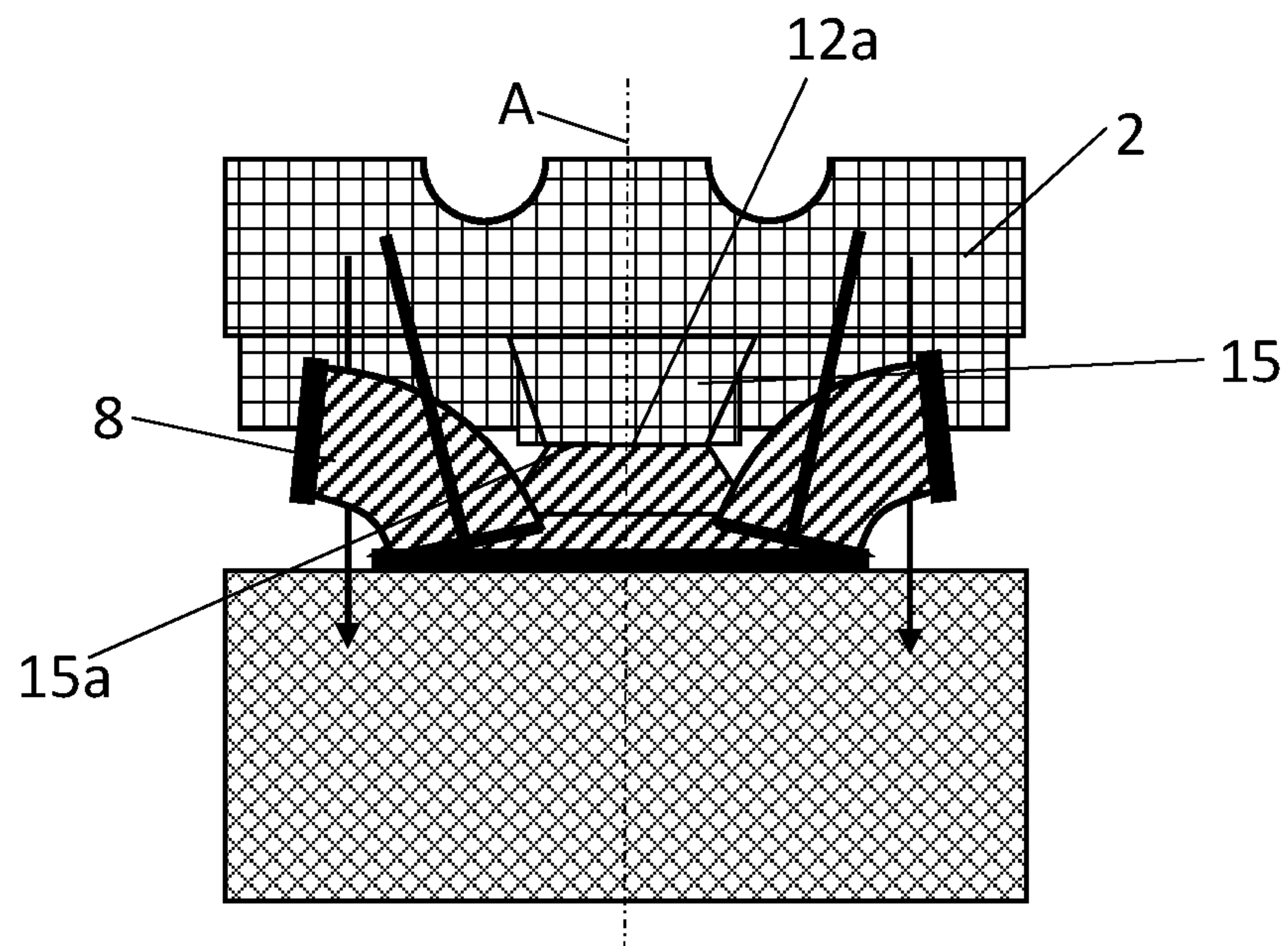


Fig. 3b

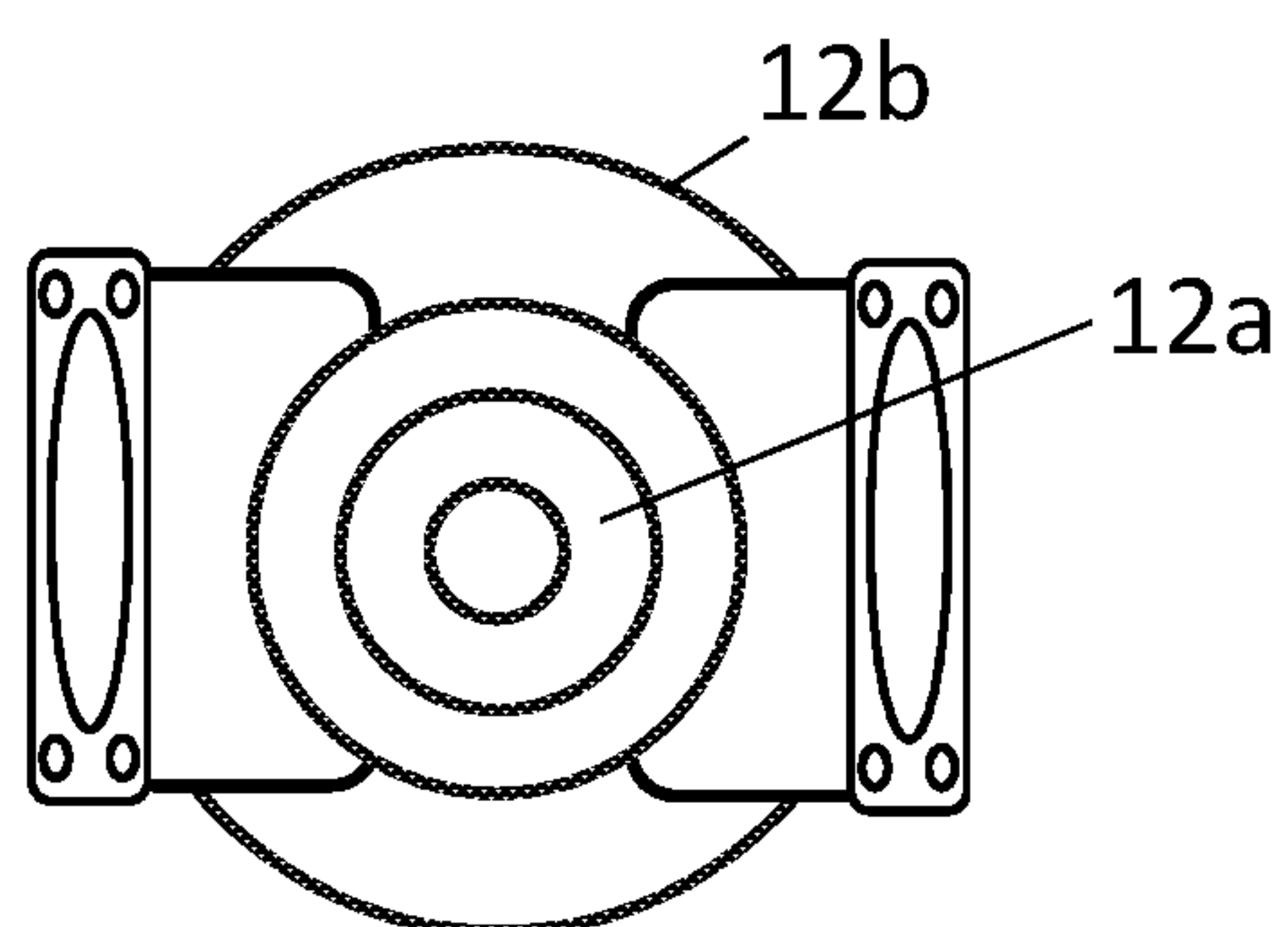


Fig. 3c

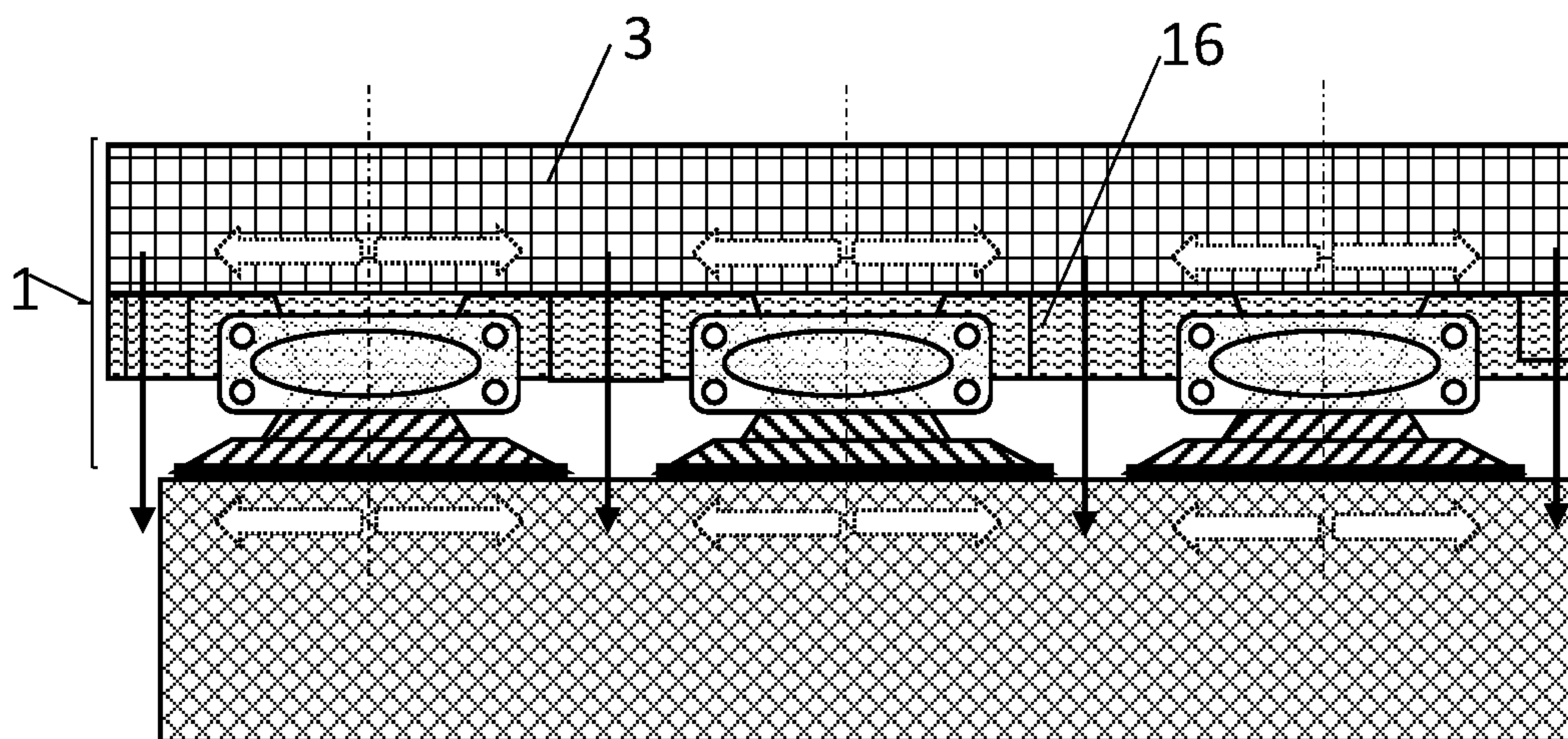


Fig. 4a

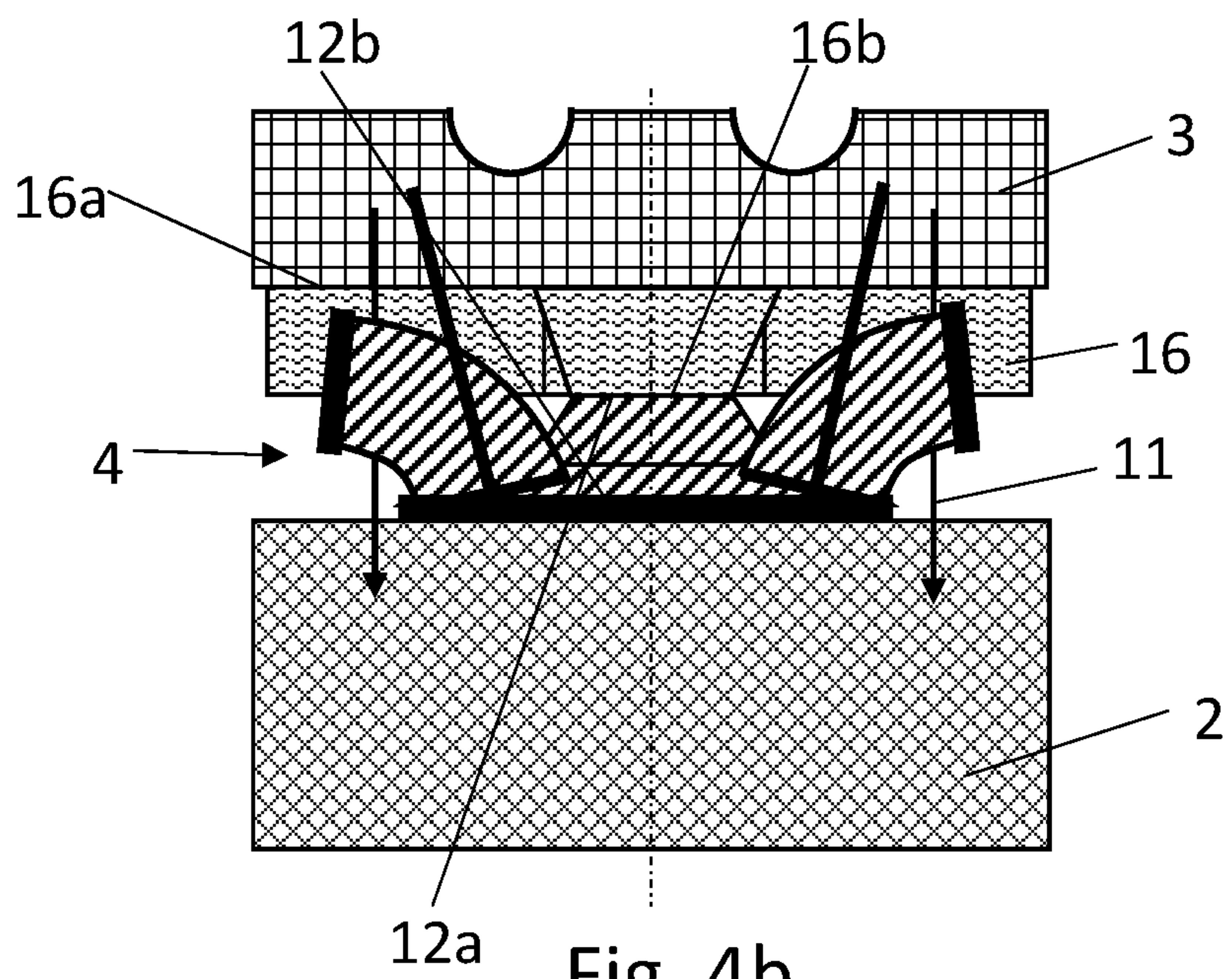


Fig. 4b

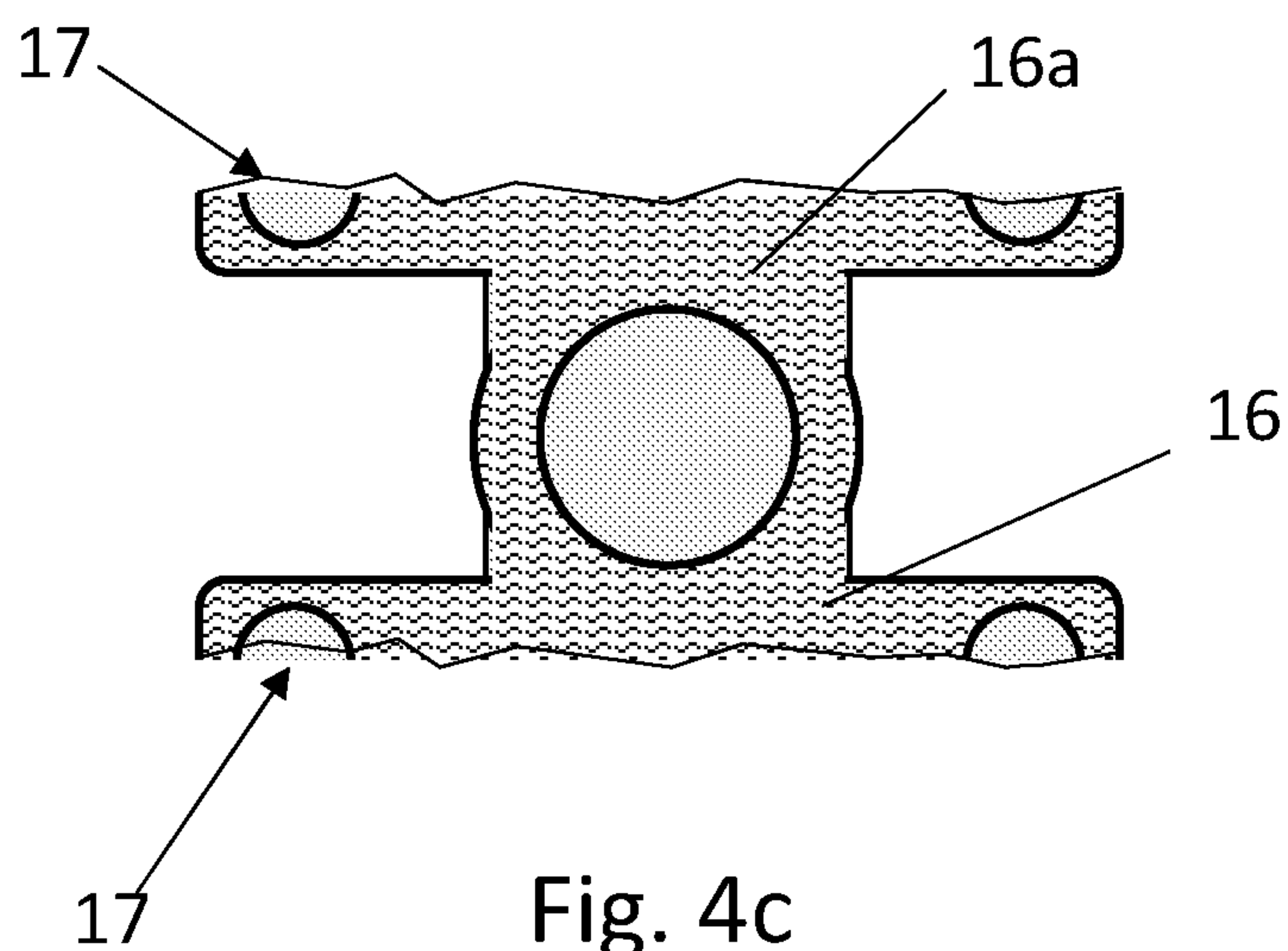


Fig. 4c

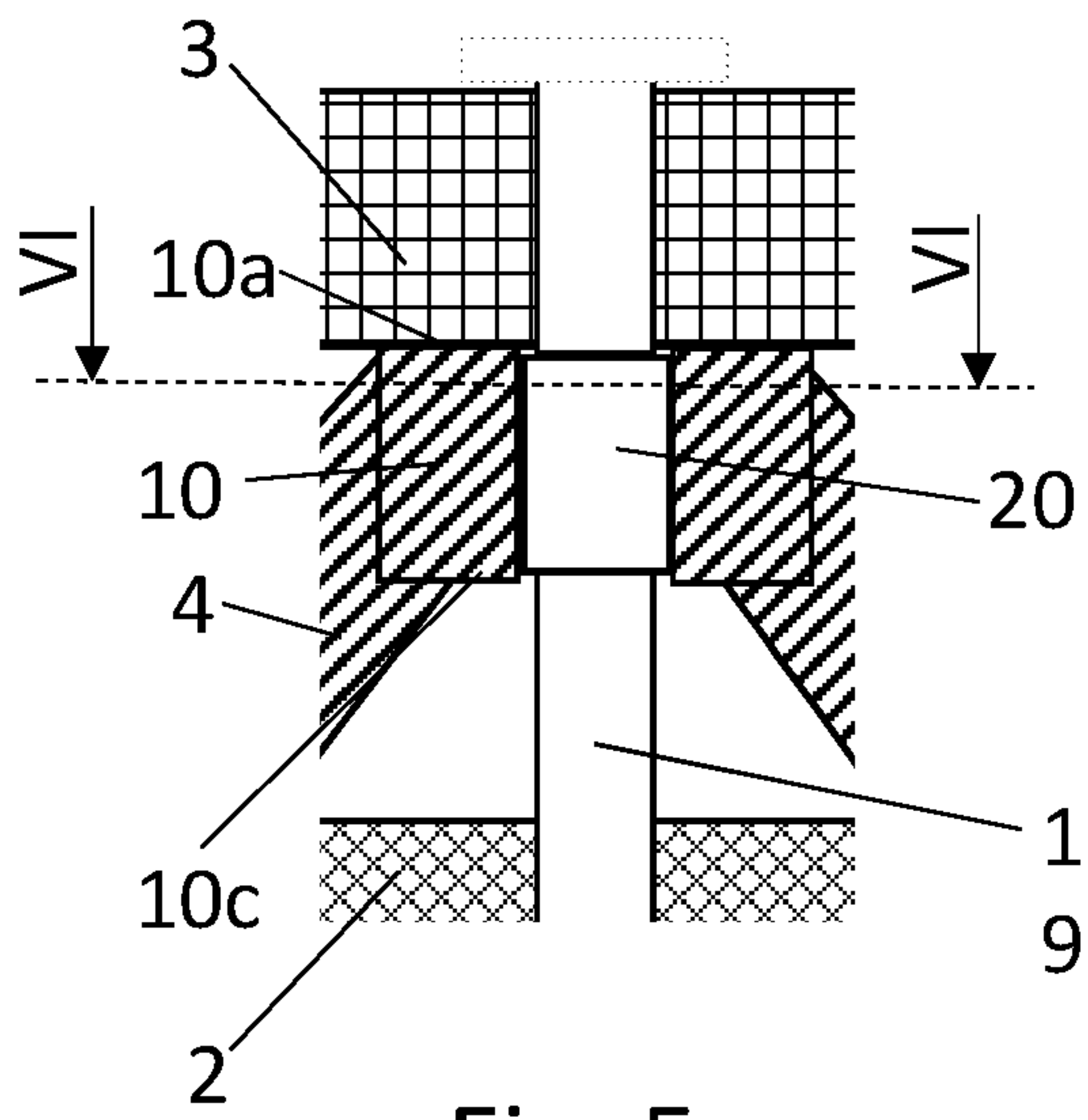


Fig. 5a

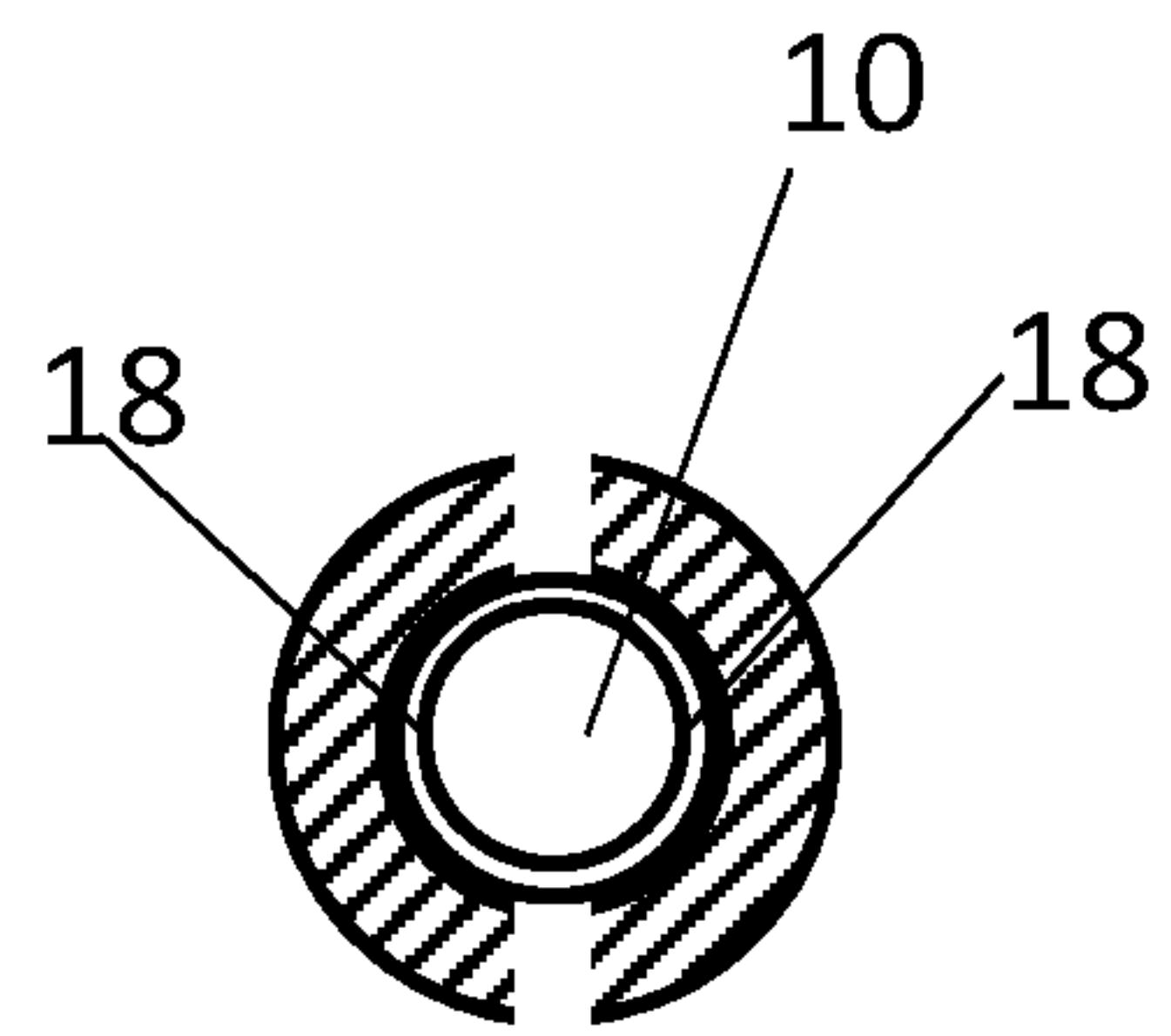


Fig. 5b

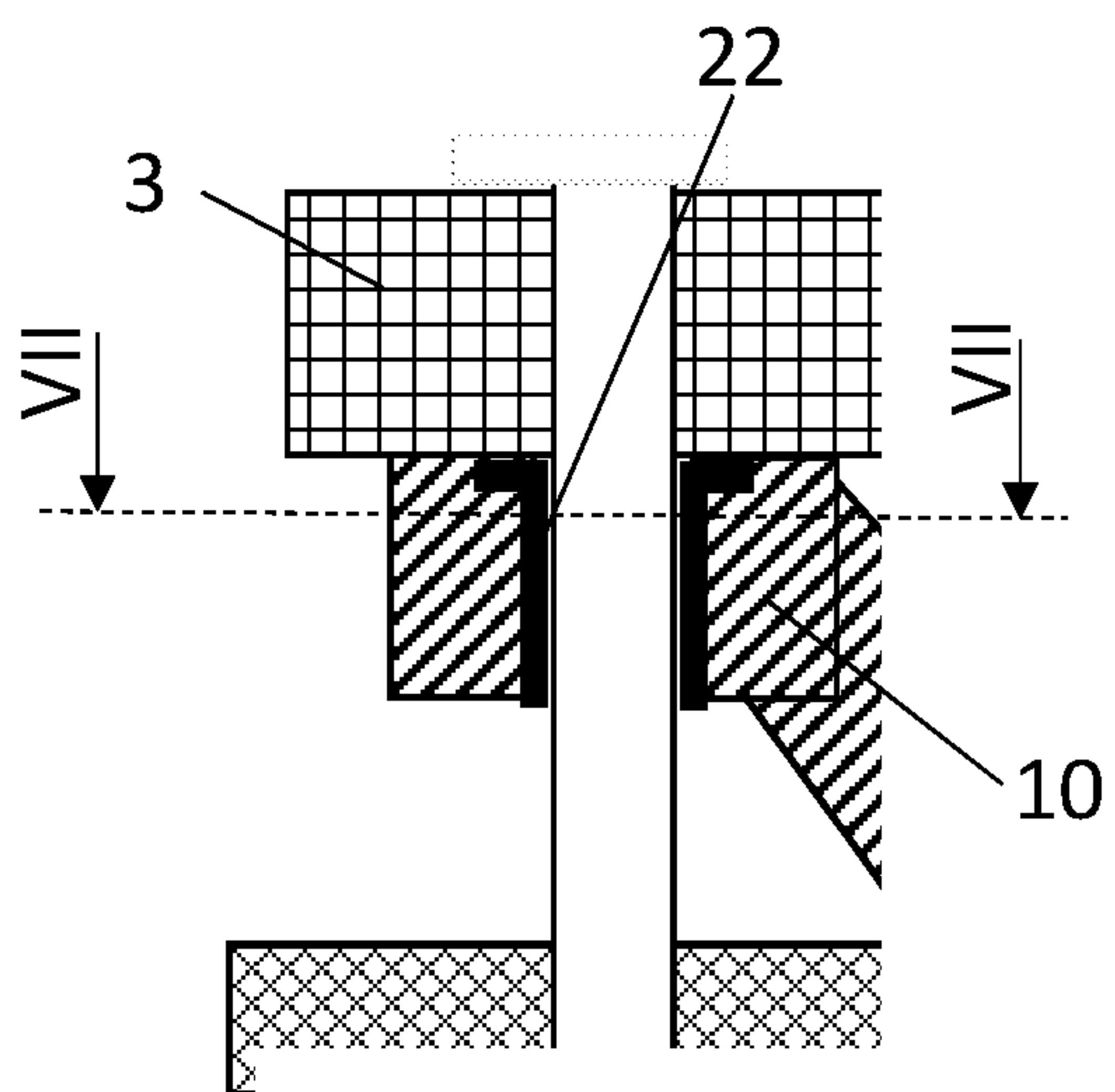


Fig. 6a

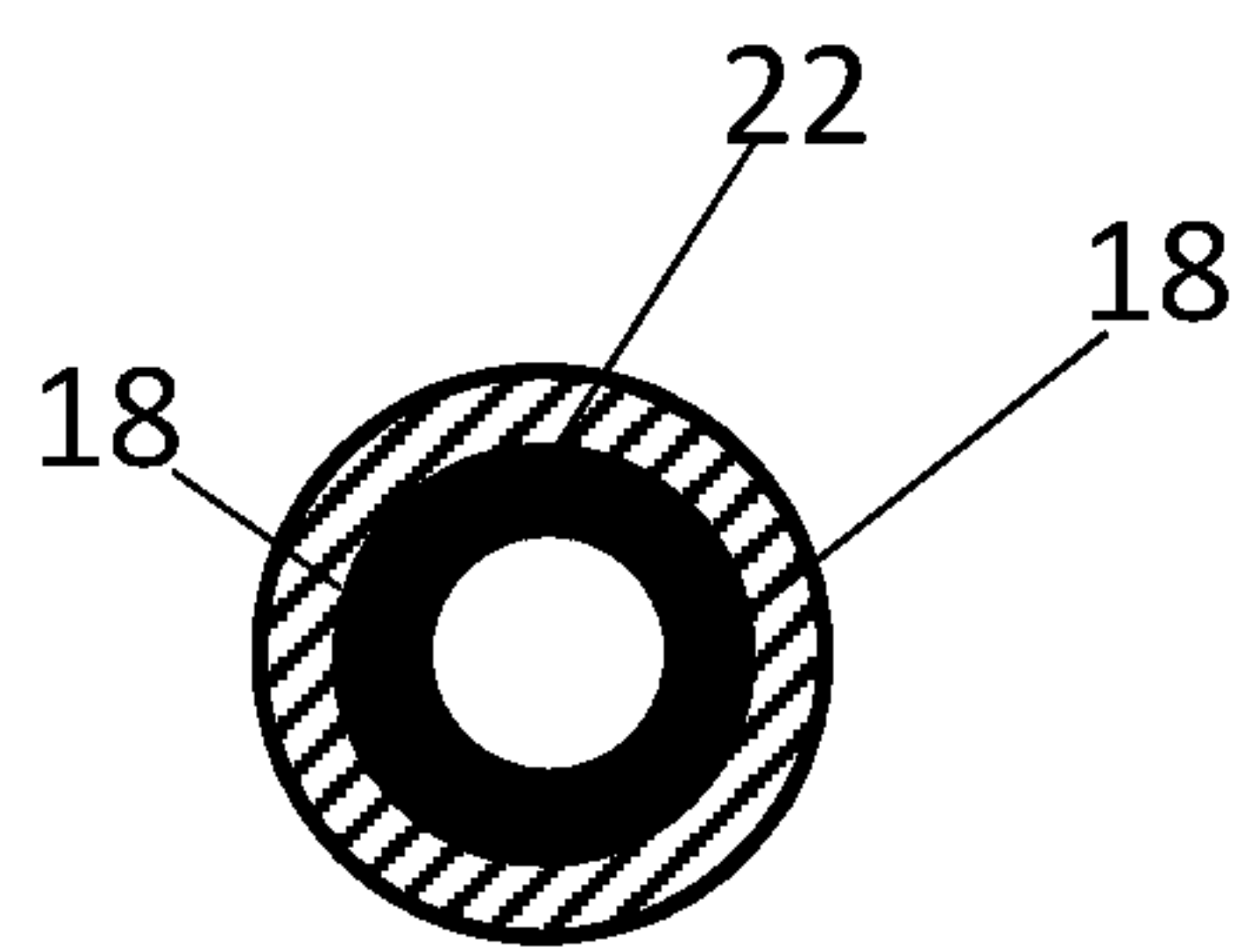


Fig. 6b

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Brennkraftmaschine mit zumindest einem Zylinderblock (2) und zumindest einem auf dem Zylinderblock (2) angeordneten Zylinderkopf (1), wobei der Zylinderkopf (1) zumindest ein Oberteil (3) und zumindest ein Unterteil (4) aufweist und wobei das Unterteil (4) zwischen Oberteil (3) und Zylinderblock (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Oberteils (3) und das Material des Zylinderblocks (2) jeweils ein geringeres spezifisches Gewicht aufweisen als das Unterteil (4) und dass der Zylinderblock (2) mehrere Zylinder aufweist und das Unterteil (4) aneinander gereihte Teilstücke (7) aufweist, wobei jedes Teilstück (7) auf je zumindest einem Zylinder angeordnet ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt sind, vorzugsweise aus Aluminium.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt ist, vorzugsweise aus Eisen oder Stahl.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) im Wesentlichen den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen und dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt sind.
5. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest teilweise durch ein additives Fertigungsverfahren wie Direktmetalldruck oder durch Feinguss hergestellt ist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest teilweise Ventilsitze für Ein- und Auslassventile und vorzugsweise auch Ladungswechselkanäle (8) aufweist.

7. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest eine Brennraumvorkammer für zumindest einen Zylinder aufweist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) eine Rippenstruktur zur Führung von Kühlwasserströmen aufweist.
9. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) zumindest eine Nockenwellenlagerung (5) für eine Nockenwelle von Ein- und/oder Auslassventilen aufweist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) miteinander verschraubt sind.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) Schraubenbutzen (10) aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und welche an einem oberen Ende eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Auflagefläche (10a) und an einem unteren Ende eine zum Unterteil (4) gerichtete untere Auflagefläche (10b) aufweisen.
12. Brennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) Schraubenbutzen (10) aufweist, welche zumindest teilweise um zumindest einen Zylinder angeordnet sind und eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Auflagefläche (10a) aufweisen und ein unteres Ende (10c) aufweisen, welches vom Zylinderblock (2) beabstandet sind.
13. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) zumindest einen um einen Zylinder angeordneten Stützbalken (12) aufweist, welcher auf einer Oberseite eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Zentrallauflagefläche (12a) und auf einer Unterseite eine zum Zylinderblock (2) gerichtete untere Zentrallauflagefläche aufweist, wobei die untere Zentrallauflagefläche (12b) radial um den Zylinder angeordnet ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 11 oder 12 in Verbindung mit Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schraubenbutzen (10) mit den ihnen benachbarten Stützbalken (12) zumindest teilweise über Verbindungsrippen kraftübertragend verbunden sind.
15. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Oberteil (3) und Unterteil (4) zumindest ein Zwischenteil (16) angeordnet ist, welcher eine zum Oberteil (3) gerichtete obere Zwischenauflagefläche (16a) und eine zum Unterteil gerichtete untere Zwischenauflagefläche (16b) aufweist.
16. Brennkraftmaschine nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenteil (16) aus einem Schwermetall, einer Schwermetalllegierung oder aus einem Verbundwerkstoff, vorzugsweise mit Metalleinlagen gefertigt ist, vorzugsweise aus Stahl oder einem carbonhaltigem Verbundwerkstoff.
17. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei benachbarte Teilstücke (7) des Unterteils (3) zueinander gerichtete, zusammen einen Schraubenbutzen (10) bildende Ausnehmungen aufweisen, durch die eine Schraube (19) geführt ist, und die Schraube (19) vorzugsweise zumindest im thermisch unbelasteten Zustand an den Ausnehmungen zumindest teilweise anliegt.
18. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest zwei benachbarte Teilstücke (7) des Unterteils (3) zueinander gerichtete, zusammen einen Schraubenbutzen (10) bildende Ausnehmungen (18) aufweisen, durch die eine Schraube (19) geführt ist, und in die eine Hülse (22) zur Aufnahme der Schraube (19) angeordnet ist.
19. Verfahren zur Herstellung einer Brennkraftmaschine, wobei zumindest ein Oberteil (3) und zumindest ein Unterteil (4) eines Zylinderkopfes (1) sowie ein Zylinderblock (2) gefertigt werden und das Unterteil (4) zwischen dem Oberteil (3) und dem Zylinderblock (2) angeordnet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) jeweils aus Material mit geringerem spezifischen Gewicht gefertigt wird, als das Unterteil (4) und dass bei der Fertigung des Unterteils (4) mehrere Teilstücke (7) aneinandergereiht

werden, wobei jedes Teilstück (7) nach Zusammenbau mit dem Zylinderblock (2) auf zumindest je einem Zylinder angeordnet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass je das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Aluminium.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) aus einem Schwermetall oder einer Schwermetalllegierung gefertigt wird, vorzugsweise Eisen oder Stahl.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) und der Zylinderblock (2) aus Materialien mit gleichem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und vorzugsweise aus dem gleichen Material gefertigt werden.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Unterteil (4) mit Hilfe eines additiven Fertigungsverfahrens wie eines Direktmetalldruckverfahrens, oder eines Feingussverfahren hergestellt wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Oberteil (3) mit Hilfe eines Gussverfahrens gefertigt wird.

22.07.2020

MT