

(19)



(11)

EP 2 700 899 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.02.2014 Patentblatt 2014/09

(51) Int Cl.:
F42B 14/06 ^(2006.01) **F41A 21/16** ^(2006.01)
F41A 21/46 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13180830.5**

(22) Anmeldetag: **19.08.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• Schäfer, Roger
33106 Paderborn (DE)
• Janewers, Markus
33106 Paderborn (DE)
• Dück, Alexander
33129 Ostenland (DE)

(30) Priorität: **23.08.2012 DE 102012016667**

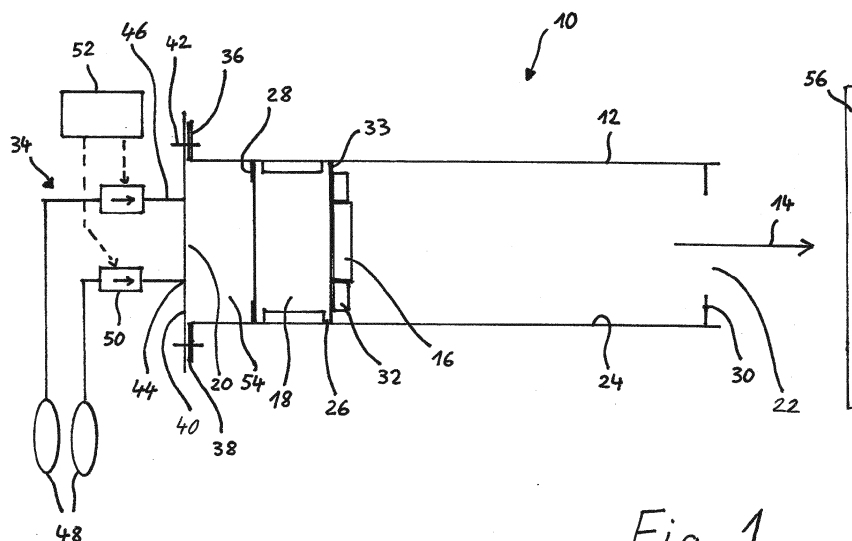
(71) Anmelder: **IABG Industrieanlagen-
Betriebsgesellschaft mbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(74) Vertreter: **Söltenfuss, Dirk Christian**
Wallinger Ricker Schlotter Tostmann
Patent- und Rechtsanwälte
Zweibrückenstrasse 5-7
80331 München (DE)

(54) Beschleunigungsvorrichtung zum Beschleunigen eines Projektils

(57) Eine Beschleunigungsvorrichtung (10) zum Beschleunigen eines nicht rotationssymmetrischen Projektils (16) weist ein Beschleunigungsrohr (12) mit einer in der Beschleunigungsrichtung (14) definierenden Längsachse und einen Treibspiegel (18) mit einer Projektilaufnahme (32) an seinem in der Beschleunigungsrichtung (14) vorderen Ende zum Aufnehmen eines Projektils (16) auf. Das Beschleunigungsrohr (12) weist in seinem in der Beschleunigungsrichtung vorderen Endbereich einen Treibspiegelstopper (30) zum Aufhalten des Treibspie-

gels (18) auf und ist an seinem in der Beschleunigungsrichtung hinteren Ende mit einer Druckerzeugungsvorrichtung (34) gekoppelt. Dabei ist die Projektilaufnahme (32) des Treibspiegels (18) zum Aufnehmen eines Projektils (16) mit einer polygonalen Querschnittsfläche quer zur Beschleunigungsrichtung (14) ausgestaltet. Außerdem weist das Beschleunigungsrohr (12) eine polygonale innere Mantelfläche (24) auf und weist der Treibspiegel (18) eine polygonale äußere Mantelfläche (26) derart auf, dass der Treibspiegel (18) entlang der inneren Mantelfläche (24) des Beschleunigungsrohrs (12) gleiten kann.

*Fig. 1***EP 2 700 899 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beschleunigungsvorrichtung zum Beschleunigen eines Projektils mit einem Beschleunigungsrohr und einem Treibspiegel.

[0002] Für die Untersuchung von Strukturkomponenten zum Beispiel im Bereich der Luft- und Raumfahrt werden Projektile in einem Beschleunigungsrohr beschleunigt und mit hoher Geschwindigkeit auf ein zu testendes Bauteil bzw. Zielobjekt geschossen. Hierzu werden die Projektile in dem Beschleunigungsrohr üblicherweise in einem so genannten Treibspiegel oder Sabot aufgenommen und mittels Gasdruck, der in einem Reservoir in Abhängigkeit von der gewünschten Zielgeschwindigkeit eingestellt und über ein Ventil reproduzierbar auf das Projektil bzw. den Treibspiegel aufgebracht wird, beschleunigt.

[0003] Herkömmlicherweise werden mit solchen Beschleunigungsvorrichtungen in einem runden Beschleunigungsrohr mit kreisförmigem Querschnitt rotationssymmetrische Projektile, insbesondere kugelförmige und ellipsoide Projektile verschossen. Es besteht jedoch zunehmend Bedarf, auch nicht rotationssymmetrische Projektile auf ein Zielobjekt zu schießen, um die Untersuchungsmöglichkeiten auszuweiten.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Beschleunigungsvorrichtung zu schaffen, mit welcher auch nicht rotationssymmetrische Projektile verschossen werden können.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Beschleunigungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Besonders bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Die Beschleunigungsvorrichtung zum Beschleunigen eines Projektils gemäß der Erfindung weist ein Beschleunigungsrohr mit einer eine Beschleunigungsrichtung definierenden Längsachse und einen Treibspiegel mit einer Projektilaufnahme an seinem in der Beschleunigungsrichtung vorderen Ende zum Aufnehmen eines Projektils auf. Das Beschleunigungsrohr ist in seinem in der Beschleunigungsrichtung vorderen Endbereich mit einem Treibspiegelstopper zum Aufhalten des Treibspiegels versehen und an seinem in der Beschleunigungsrichtung hinteren Ende mit einer Druckerzeugungsvorrichtung gekoppelt. Um auch nicht rotationssymmetrische Projektile effektiv und in Fluglage und Ausrichtung reproduzierbar verschießen zu können, ist die Projektilaufnahme des Treibspiegels zum Aufnehmen eines Projektils mit einer polygonalen Querschnittsfläche quer zur Beschleunigungsrichtung ausgestaltet, weist das Beschleunigungsrohr eine polygonale innere Mantelfläche auf und weist der Treibspiegel eine polygonale äußere Mantelfläche derart auf, dass der Treibspiegel entlang der inneren Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs gleiten kann.

[0007] Der Treibspiegel der Beschleunigungsvorrichtung weist eine spezielle Projektilaufnahme auf, welche

zum Aufnehmen eines Projektils mit einer polygonalen Querschnittsfläche quer zur Beschleunigungsrichtung ausgestaltet ist. Mithilfe dieses Treibspiegels können somit auch nicht rotationssymmetrische Projektile mit einer polygonalen Querschnittsfläche verdrehsicher verschossen werden.

[0008] Gemäß der Erfindung weist zudem das Beschleunigungsrohr eine polygonale innere Mantelfläche auf und weist der Treibspiegel eine polygonale äußere Mantelfläche derart auf, dass der Treibspiegel entlang der inneren Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs gleiten kann. Die Geometrien des Treibspiegels und des Beschleunigungsrohrs sind so ebenfalls an die (nicht-runde) Querschnittsform des zu verschießenden Projektils angepasst. Es ist deshalb möglich, zum Beschleunigen eines nicht rotationssymmetrischen Projektils einen Treibspiegel und ein Beschleunigungsrohr jeweils mit möglichst kleiner Querschnittsfläche zu verwenden. Als Ergebnis werden zum Beschleunigen des Projektils geringere Gasdrücke benötigt bzw. können mit gleichem Gasdruck höhere Projektilgeschwindigkeiten erreicht werden bzw. können massereichere Projektile verschossen werden. Durch die Anpassung der Geometrien von Beschleunigungsrohr und Treibspiegel an ein nicht rotationssymmetrisches Projektil können auch genauere und besser reproduzierbare Geschwindigkeiten, Fluglagen und Ausrichtungen für ein solches Projektil gewährleistet werden.

[0009] Aufgrund der polygonalen inneren/äußeren Mantelflächen von Beschleunigungsrohr und Treibspiegel kann außerdem auf zusätzliche Maßnahmen (z.B. Führungsnuten, etc.) zur Verdrehsicherung des Treibspiegels verzichtet werden.

[0010] Die Begriffe der "polygonalen Querschnittsfläche" und der "polygonalen inneren/äußeren Mantelfläche" umfassen in diesem Zusammenhang regelmäßige und unregelmäßige Polygone (bzw. Vielecke), gleichseitige Polygone und Polygone mit unterschiedlich langen Kanten, gleichwinklige Polygone und Polygone mit unterschiedlich großen Innenwinkeln, Polygone mit spitzen und mit abgerundeten Ecken, Polygone mit geradlinigen und mit konvex oder konkav gekrümmten Kanten. Zu den besonders bevorzugten Polygonen zählen in diesem Zusammenhang Quadrate und Rechtecke.

[0011] Während die innere Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs gemäß der Erfindung polygonal ist, ist die äußere Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs grundsätzlich beliebig. Vorzugsweise ist aber auch die äußere Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs polygonal und entspricht der inneren Mantelfläche, sodass das Beschleunigungsrohr über seinen gesamten Umfang eine im Wesentlichen gleichmäßige Wandstärke besitzt. Ferner hat das Beschleunigungsrohr vorzugsweise über seine gesamte Länge eine im Wesentlichen gleichmäßige Wandstärke. Außerdem hat das Beschleunigungsrohr vorzugsweise über seine gesamte Länge eine im Wesentlichen gleichmäßige Querschnittsform.

[0012] Die "Projektilaufnahme" ist ein Bestandteil des

Treibspiegels oder eine separate Komponente, welche fest oder lösbar mit dem Treibspiegel verbunden ist. Die Projektilaufnahme ist ausgebildet, um ein gewünschtes Projektil zumindest teilweise aufzunehmen und während der Beschleunigung im Beschleunigungsrohr in Position zu halten. Vorzugsweise wird das Projektil in der Projektilaufnahme leicht festgeklemmt bzw. fixiert, wahlweise entlang des gesamten Umfangs quer zur Beschleunigungsrichtung oder nur abschnittsweise, um das Projektil während des Beschleunigens exakt zu positionieren und einen sauberen Ablösevorgang des Projektils vom Treibspiegel beim Anschlagen gegen den Treibspiegelstopper zu erzielen. Die Projektilaufnahme hat vorzugsweise eine Ausnehmung, in welcher das Projektil angeordnet werden kann. Die Tiefe der Ausnehmung in der Beschleunigungsrichtung kann kleiner, gleich oder größer als die Länge des Projektils in der Beschleunigungsrichtung sein.

[0013] Unter einem "Treibspiegel", häufig auch als Sabot bezeichnet, soll in diesem Zusammenhang jede Art von Einrichtung verstanden werden, welche zwischen Projektil und Treibladung einsetzbar ist und geeignet ist, das Beschleunigungsrohr gegen die Treibgase abzudichten und das Projektil von den Treibgasen zu trennen. Die Geometrie der äußeren Mantelfläche des Treibspiegels ist dementsprechend an die Geometrie der inneren Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs angepasst. Andererseits sind die genannten Mantelflächen so ausgestaltet, dass der Treibspiegel in dem Beschleunigungsrohr in der Beschleunigungsrichtung durch den Gasdruck der Treibgase bewegt werden kann. Die äußere Mantelfläche des Treibspiegels kann sich dabei über dessen gesamte Länge erstrecken, sie ist aber vorzugsweise in der Beschleunigungsrichtung nur abschnittsweise an dem Treibspiegel vorgesehen, sodass die Gleitkontaktflächen zwischen Treibspiegel und Beschleunigungsrohr möglichst klein sind. Die innere Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs und/oder die äußere Mantelfläche des Treibspiegels sind vorzugsweise derart bearbeitet und/oder beschichtet, dass der Reibwiderstand zwischen den beiden Mantelflächen möglichst gering ist. Der Treibspiegel ist einteilig oder mehrteilig ausgebildet. In einer Ausführungsform der Erfindung ist der Treibspiegel aus mehreren Lagen aufgebaut, die in der Beschleunigungsrichtung gestapelt und fest miteinander verbunden, vorzugsweise verklebt, vulkanisiert, verschweißt oder dergleichen verbunden sind. Der Treibspiegel ist ein massiver Körper oder hohl ausgestaltet. Der Treibspiegel weist eine Projektilaufnahme auf, um ein darin zumindest teilweise aufgenommenes Projektil in der gewünschten Ausrichtung bzw. Fluglage zu führen. Die Projektilaufnahme ist zu diesem Zweck an Form, Dimension und Fluglage des zu verschießenden Projektils angepasst oder vorzugsweise variabel anpassbar.

[0014] Unter dem Begriff "Druckerzeugungsrichtung" soll in diesem Zusammenhang jede Art von Vorrichtung verstanden werden, die geeignet ist, in Beschleunigungsrichtung hinter dem Treibspiegel im Be-

schleunigungsrohr einen Druck aufzubauen, welcher den Treibspiegel mit dem Projektil in dem Beschleunigungsrohr in Beschleunigungsrichtung beschleunigt. Dabei handelt es sich vorzugsweise um einen Gasdruck, der aus entsprechenden Druckgasbehältern über Ventile in das Beschleunigungsrohr eingebracht wird.

[0015] Der "Treibspiegelstopper" ist ein Anschlag im vorderen Endbereich des Beschleunigungsrohrs, welcher beim Beschleunigungsvorgang des Projektils den beschleunigten Treibspiegel und die Projektilaufnahme im Beschleunigungsrohr zurückhält und das Projektil aufgrund seiner Massenträgheit weiter aus dem vorderen Ende des Beschleunigungsrohrs herausfliegen lässt. Der Treibspiegelstopper ist vollumfänglich oder nur abschnittsweise an oder entlang der inneren Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs vorgesehen. Der Treibspiegelstopper ist vorzugsweise zum zerstörungsfreien oder zerstörenden Aufhalten des Treibspiegels ausgestaltet. Der Treibspiegelstopper ist vorzugsweise fest mit dem Beschleunigungsrohr verbunden, bevorzugt mit diesem verschraubt oder verschweißt. Der Treibspiegelstopper ist in der Beschleunigungsrichtung des Projektils vorzugsweise im Wesentlichen auf Höhe der offenen vorderen Stirnseite des Beschleunigungsrohrs und damit im Innern des Beschleunigungsrohrs oder der vorderen Stirnseite des Beschleunigungsrohrs vorgeschaltet und damit außerhalb des Beschleunigungsrohrs angeordnet. Die Durchgangsöffnung des Treibspiegelstoppers ist vorzugsweise entsprechend dem zu verschießenden Projektil polygonal ausgestaltet.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die polygonale innere Mantelfläche des Beschleunigungsrohrs im Wesentlichen rechteckig oder quadratisch ausgestaltet. Diese rechteckigen und quadratischen Querschnittsformen sind besonders einfach herzustellen. Entsprechendes gilt natürlich für die polygonale äußere Mantelfläche des Treibspiegels.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Beschleunigungsrohr lösbar mit der Druckerzeugungsrichtung verbunden. Hierdurch besteht die

[0018] Möglichkeit, das Beschleunigungsrohr auf einfache Weise auszutauschen und vorzugsweise als Wechselrohr auszubilden. Die Beschleunigungsvorrichtung kann so auf einfache Weise an das jeweilige zu verschießende Projektil angepasst werden, ohne für jede Projektillageometrie eine eigene Beschleunigungsvorrichtung bereitstellen zu müssen. Mit einem Austausch des Beschleunigungsrohrs wird vorzugsweise auch der Treibspiegel ausgetauscht und durch einen an das zu verschießende Projektil angepassten Treibspiegel ersetzt.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Projektilaufnahme lösbar mit dem Treibspiegel verbunden. Hierdurch besteht die Möglichkeit, die Projektilaufnahme auf einfache Weise auszutauschen. Die Projektilaufnahme kann vorzugsweise

nach jedem Beschleunigungsvorgang oder nach wenigen Beschleunigungsvorgängen ausgewechselt werden, wenn sie durch den Anschlag gegen den Treibspiegelstopper beschädigt wird. Der Treibspiegel kann so auch auf einfache Weise an das jeweilige zu verschießende Projektil angepasst werden, ohne für jede Projektongeometrie einen eigenen Treibspiegel einschließlich Projektilaufnahme bereitstellen zu müssen.

[0020] In einer noch weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der Projektilaufnahme und dem Treibspiegel wenigstens eine Metallplatte angeordnet. Das in der Projektilaufnahme aufgenommene Projektil kann sich so insbesondere während des Beschleunigungsvorganges gegen diese Metallplatte abstützen. Auf diese Weise kann verhindert werden, dass sich das Projektil während des Beschleunigungsvorganges im Beschleunigungsrohr in den Treibspiegel drückt und evt. sogar verformt. Außerdem soll diese wenigstens eine Metallplatte ein Fragmentieren des Treibspiegels beim Anschlagen gegen den Treibspiegelstopper verhindern. Die wenigstens eine Metallplatte ist vorzugsweise formstabil. Vorzugsweise wird für die wenigstens eine Metallplatte eine Platte aus einem Leichtmetall, bevorzugt Aluminium, oder einer Leichtmetalllegierung eingesetzt. Eine Metallplatte aus Leichtmetall erhöht das Gewicht des Treibspiegels nur geringfügig, sodass die zu beschleunigende Gesamtmasse durch diese Maßnahme nicht übermäßig erhöht wird.

[0021] In anderen Ausgestaltungen, bei denen der Treibspiegel zum Erzielen höherer Geschwindigkeiten des Projektils stärker beschleunigt werden soll, kann auf eine solche Metallplatte auch verzichtet werden. Es besteht dann die Möglichkeit, den Treibspiegel durch den entsprechend ausgestalteten Treibspiegelstopper in einer zerstörenden Weise im Endbereich des Beschleunigungsrohrs aufzuhalten und dabei kleinere und massenärmere Bruchstücke des Treibspiegels zu erzeugen.

[0022] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind der Treibspiegel und/oder die Projektilaufnahme im Wesentlichen aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere einem Hartschaummaterial gebildet. Durch diese Maßnahme kann die im Beschleunigungsrohr zu beschleunigende Gesamtmasse relativ gering gehalten werden. Bei dem Kunststoffmaterial handelt es sich vorzugsweise um ein Polymer, bevorzugt um Polystyrol. In anderen Ausgestaltungen, wenn zum Beispiel niedrigere Geschwindigkeiten des Projektils gefordert werden, können der Treibspiegel und/oder die Projektilaufnahme im Wesentlichen aus einem metallischen Material, insbesondere einem Leichtmetall oder einer Leichtmetalllegierung gefertigt sein.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Druckerzeugungs Vorrichtung wenigstens zwei Ventile, d.h. zwei, drei, vier oder mehr Ventile zum Einleiten eines Gases in eine Treibkammer, die in dem Beschleunigungsrohr in Beschleunigungsrichtung hinter dem Treibspiegel gebildet ist, auf. Diese wenigstens zwei Ventile sind durch eine Steuereinrichtung

im Wesentlichen synchron zueinander betätigbar. Durch die Verwendung von wenigstens zwei Ventilen für die Druckerzeugungs Vorrichtung kann in die Treibkammer ein höherer Gasdruck und/oder ein Gasdruck in kürzerer Zeit eingebracht werden. Als Ergebnis lassen sich höhere Zielgeschwindigkeiten und/oder Zielgeschwindigkeiten mit höherer Reproduzierbarkeit für das Projektil erzielen. Vorzugsweise können mit der so ausgestalteten Beschleunigungs Vorrichtung Projektilgeschwindigkeiten im Bereich von etwa 20 m/s bis etwa 250 m/s und mehr erzielen, insbesondere im Fall von nicht-metallischen Treibspiegeln sogar von 500 m/s und mehr. Ebenso können größere und schwerere Projektile beschleunigt werden, bevorzugt mit Querschnittsflächen von bis zu 500 mm × 500 mm und mehr und/oder mit Massen von bis zu etwa 10 kg und mehr.

[0024] In einer noch weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Projektilaufnahme zumindest teilweise verformbar ausgestaltet, sodass sie sich beim Anschlagen gegen den Treibspiegelstopper zumindest teilweise verformt, um das aufgenommene Projektil freizugeben. Auf diese Weise können für das im Beschleunigungsrohr beschleunigte Projektil reproduzierbare Fluglagen erzielt werden. Die teilweise Verformung der Projektilaufnahme erfolgt vorzugsweise durch ein plastisches Verformen, ein Verschwenken oder Wegklappen von Teilstücken, ein Wegbrechen von Teilstücken und dergleichen.

[0025] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Treibspiegel, welcher insbesondere für eine oben beschriebene Beschleunigungs Vorrichtung der Erfindung eingesetzt werden kann. Der erfindungsgemäße Treibspiegel weist eine polygonale äußere Mantelfläche und eine Projektilaufnahme an seinem in der Beschleunigungsrichtung vorderen Ende zum Aufnehmen eines Projektils mit einer polygonalen Querschnittsfläche auf.

[0026] Obige sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter, nicht-einschränkender Ausführungsbeispiele unter Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen besser verständlich. Darin zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Beschleunigungs Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2A und B einen Treibspiegel gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung für die in Fig. 1 dargestellte Beschleunigungs Vorrichtung in schematischer Längsschnittansicht und in schematischer Draufsicht gemäß Sicht B in Fig. 2A;

Fig. 3A und B einen Treibspiegel gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung für die in Fig. 1 dargestellte Beschleunigungs Vorrichtung in schematischer

Längsschnittansicht und in schematischer Draufsicht gemäß Sicht B in Fig. 3A; und

Fig.4 eine schematische Darstellung einer weiteren Beschleunigungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0027] In Fig. 1 ist eine Beschleunigungsvorrichtung zum Beschleunigen von nicht rotationssymmetrischen Projektilen in stark vereinfachter Weise dargestellt. Diese Beschleunigungsvorrichtung ist zum Beispiel zur Untersuchung von Strukturkomponenten im Bereich der Luft- und Raumfahrt einsetzbar, ohne dass sie auf diese Anwendung beschränkt sein soll.

[0028] Die Beschleunigungsvorrichtung 10 weist insbesondere ein Beschleunigungsrohr 12 auf, dessen Längsachse eine Beschleunigungsrichtung 14 definiert. In diesem Beschleunigungsrohr 12 kann ein Projektil 16 mit Hilfe eines Treibspiegels (bzw. Sabots) 18 in der Beschleunigungsrichtung 14 beschleunigt werden.

[0029] Das Beschleunigungsrohr 12 hat ein hinteres Ende 20 und einen in Beschleunigungsrichtung 14 offenen vorderen Auslass 22.

[0030] Die Querschnittsformen der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 und der äußeren Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18 sind jeweils polygonal ausgestaltet, vorzugsweise im Wesentlichen rechteckig. Dabei sind die Geometrien der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 und der äußeren Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18 so gewählt, dass der Treibspiegel 18 entlang der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 gleiten kann.

[0031] Im Bereich des hinteren Endes 20 kann an der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 ein nach innen ragender Anschlag 28 (vollumfänglich oder abschnittsweise) vorgesehen sein. Der Anschlag 28 ist beispielsweise mit dem Beschleunigungsrohr 12 verschraubt oder verschweißt. Der Treibspiegel 18 kann gegen die Beschleunigungsrichtung 14 (nach links in Fig. 1) bis zu diesem Anschlag 28 in das Beschleunigungsrohr 12 geschoben werden.

[0032] Im Bereich des Auslasses 22 ist an der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 ein weiterer nach innen ragender Anschlag (vollumfänglich oder abschnittsweise) als Treibspiegelstopper 30 vorgesehen. Dieser Treibspiegelstopper 30 ist beispielsweise mit dem Beschleunigungsrohr 12 verschraubt oder verschweißt.

[0033] Der Treibspiegel 18 weist an seinem/seiner in der Beschleunigungsrichtung 14 vorderen Ende/Stirnseite (rechts in Fig. 1) eine Projektilaufnahme 32 auf. Diese Projektilaufnahme 32 hat eine Aussparung, in welcher das zu verschießende Projektil 16 (zumindest teilweise) aufgenommen und exakt positioniert werden kann.

[0034] Wie in Fig. 1 angedeutet, sind zwischen dem Treibspiegel 18 und der Projektilaufnahme 32 ein oder

mehrere Metallplatten 33, vorzugsweise Aluminiumplatten angeordnet. Alternativ oder zusätzlich können die Metallplatten auch an dem in Beschleunigungsrichtung hinteren Ende des Treibspiegels 18 angeordnet sein. Diese Metallplatten sollen den Treibspiegel 18 vor einem Zerlegen durch den schlagartig aufgebrachten Druck beim Druckaufbau durch die noch zu beschreibende Druckerzeugungsvorrichtung 34 und beim Auftreffen gegen den Treibspiegelstopper 30 schützen.

[0035] Das offene hintere Ende 20 des Beschleunigungsrohrs 12 ist mit einer Druckerzeugungsvorrichtung 34 gekoppelt. Zu diesem Zweck ist am hinteren Ende 20 des Beschleunigungsrohrs 12 ein Befestigungsflansch 36 vorgesehen, welcher quer zur Beschleunigungsrichtung 14 wahlweise nach innen und/oder nach außen ragen kann.

[0036] An diesen Befestigungsflansch 36 des Beschleunigungsrohrs 12 ist unter Zwischensetzen einer Dichtung 38 (optional) eine Ventilanschlussplatte 40 beispielsweise mittels Schraubverbindung 42 montiert. Durch die Schraubverbindung 42 ist die Druckerzeugungsvorrichtung 34 lösbar mit dem Beschleunigungsrohr 12 verbunden. Das Beschleunigungsrohr kann deshalb als Wechselrohr vorgesehen sein, sodass Beschleunigungsrohre 12 mit unterschiedlichen Querschnittsformen und -größen mit ein und derselben Druckerzeugungsvorrichtung 34 verwendet werden können.

[0037] In der Ventilanschlussplatte 40 sind zwei Öffnungen 44 vorgesehen, in welche jeweils eine Druckgasleitung 46 mündet. Die Druckgasleitungen 46 sind jeweils mit einem Druckgasbehälter 48 verbunden. In den Druckgasleitungen 46 ist jeweils ein Ventil 50 angeordnet, vorzugsweise jeweils ein pneumatisches Koaxialventil. Die Ventile 50 in den Druckgasleitungen 46 werden von einer Steuereinrichtung 52 angesteuert. Dabei sind die Ventile 50 und die Steuereinrichtung 52 so ausgestaltet, dass die beiden Ventile 50 synchron geöffnet werden können.

[0038] In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1 sind zwei Öffnungen 44, zwei Druckgasleitungen 46, zwei Druckgasbehälter 48 und zwei Ventile 50 vorgesehen. Die Druckerzeugungsvorrichtung 34 kann aber auch drei, vier oder mehr Öffnungen 44, Druckgasleitungen 46, Druckgasbehälter 48 und Ventile 50 aufweisen. Die Ventile 50 sind dabei in jedem Fall synchron ansteuerbar. Außerdem ist es möglich, an die zwei oder mehr Druckgasleitungen 46 einen gemeinsamen Druckgasbehälter 48 anzuschließen.

[0039] Befindet sich der Treibspiegel 18 in seiner in Fig. 1 gezeigten Ausgangsstellung am Anschlag 28, so ist im Beschleunigungsrohr 12 zwischen dem Treibspiegel 18 und der Ventilanschlussplatte 40 eine im Wesentlichen gasdicht geschlossene Treibkammer 54 gebildet. In dieser Treibkammer 54 kann durch Öffnen der Ventile 50 mittels des in den Druckgasbehältern 48 bereitgestellten, unter Druck stehenden Gases oder Gasgemisches ein entsprechender Gasdruck aufgebaut werden.

[0040] Die Funktionsweise dieser Beschleunigungsvorrichtung 10 ist wie folgt.

[0041] Zunächst wird die Projektilaufnahme 32 an dem Treibspiegel 18 befestigt oder eine Einheit aus Treibspiegel 18 mit integrierter Projektilaufnahme 32 bereitgestellt. Anschließend wird ein zu verschießendes Projektil 16 unter leichter Klemmwirkung in die Projektilaufnahme 32 eingesetzt.

[0042] Dann wird der mit dem Projektil 16 bestückte Treibspiegel 18 in seine in Fig. 1 gezeigte Ausgangsstellung am Anschlag 28 in das Beschleunigungsrohr 12 eingebracht. Zu diesem Zweck wird der Treibspiegelstopper 30 von dem Beschleunigungsrohr 12 gelöst und anschließend wieder daran angebracht. Die Druckerzeugungsvorrichtung 34 kann vor oder nach dem Einbringen des Treibspiegels 18 in das Beschleunigungsrohr 12 an das hintere Ende 20 des Beschleunigungsrohrs 12 angeschlossen werden. Die Ventile 50 sind dabei geschlossen.

[0043] Zum Starten des Beschleunigungsvorganges öffnet die Steuereinrichtung 52 die Ventile 50 in den Druckgasleitungen 46 synchron, sodass sich in der Treibkammer 54 hinter dem Treibspiegel 18 ein Gasdruck aufbaut, der durch den voreingestellten Druck in den Druckgasbehältern 48 bestimmt ist.

[0044] Wird der Treibspiegel 18 nun durch den in der Treibkammer 54 aufgebauten Gasdruck ausgehend von der in Fig. 1 gezeigten Ausgangsstellung in der Beschleunigungsrichtung 14 im Beschleunigungsrohr 12 beschleunigt, so gleitet er einschließlich des in der Projektilaufnahme 32 aufgenommenen Projektils 16 entlang der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 in Richtung Auslass 22.

[0045] Schließlich stößt der Treibspiegel 18 mit seiner Projektilaufnahme 32 im vorderen Endbereich des Beschleunigungsrohrs 12 gegen den Treibspiegelstopper 30. Aufgrund seiner Massenträgheit löst sich das Projektil 16 dabei aus der Projektilaufnahme 32 des Treibspiegels 18 und fliegt weiter in der Beschleunigungsrichtung 14 aus dem Auslass 22 des Beschleunigungsrohrs 12 heraus auf ein zu untersuchendes Zielobjekt 56.

[0046] Beim Abbremsen des Treibspiegels 18 an dem Treibspiegelstopper 30 verhindert die Metallplatte 33 ein Fragmentieren des Treibspiegels 18 und ein Abgehen von entsprechenden Teilstücken in der Beschleunigungsrichtung 14. Der Treibspiegelstopper 30 ist dabei so ausgestaltet, dass auch die Projektilaufnahme 32 zurückgehalten wird und ausschließlich das Projektil 16 aus dem Beschleunigungsrohr 12 heraus fliegt, ohne dass es durch den Treibspiegel 18 oder dessen Projektilaufnahme 32 in seiner Fluglage gestört wird.

[0047] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Projektilaufnahme 32 zum Aufnehmen nicht rotationssymmetrischer Projektil 16 ausgestaltet. Zu diesem Zweck weist sie eine Aussparung mit einer polygonalen Querschnittsform quer zur Beschleunigungsrichtung 14 auf.

[0048] Die innere Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 weist ebenfalls eine polygonale Quer-

schnittsform auf. Diese ist an die Querschnittsform des Projektils 16 angepasst und möglichst klein gewählt. Die äußere Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18 besitzt eine polygonale Querschnittsform, die jener der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 entspricht.

[0049] Je nach konkreter Geometrie des zu verschießenden Projektils 16 sind diesbezüglich verschiedene Ausführungsformen denkbar, von denen anhand der Fig. 2 und 3 nachfolgend zwei Ausgestaltungen beispielhaft erläutert werden.

[0050] In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2A und 2B soll als Projektil 16 ein etwa quadratisches Reifenteil mit einer Fläche von bis zu etwa 500 mm × 500 mm mit der Beschleunigungsvorrichtung 10 verschossen werden. Das Reifenteil soll dabei so verschossen werden, dass es plan auf das Zielobjekt 56 auftrifft.

[0051] Wie in Fig. 2A dargestellt, weist der Treibspiegel 18 in der Beschleunigungsrichtung 14 ein hinteres Randteil 58 und ein vorderes Randteil 60 auf, zwischen denen sich ein Körper 62 mit kleinerer Querschnittsfläche erstreckt. Die Umfangsflächen der beiden Randteile 58, 60 bilden die äußere Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18. Aufgrund des Zwischenkörpers 62 mit kleinerer Querschnittsfläche ist die äußere Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18 insgesamt relativ klein ausgebildet und bildet damit auch nur einen kleineren Reibwiderstand gegenüber der inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12.

[0052] Der Treibspiegel 18 (58-62) ist in diesem Ausführungsbeispiel aus einem Hartschaum, zum Beispiel Polystyrol, hergestellt und damit von relativ geringem Gewicht. Dabei ist der Treibspiegel 18 bevorzugt in Beschleunigungsrichtung 14 aus mehreren Lagen zusammengesetzt, die fest miteinander verbunden sind.

[0053] Die hinteren und vorderen Randteile 58, 60 des Treibspiegels 18 sind vorzugsweise mit einem Gewebekörper umwickelt, um einen günstigen Reibwiderstand zur inneren Mantelfläche 24 des Beschleunigungsrohrs 12 zu erreichen. Alternativ können die Randteile 58, 60 auch mit einer den Reibwiderstand reduzierenden Beschichtung versehen sein.

[0054] In diesem Ausführungsbeispiel ist das Projektil 16 vollständig in der Projektilaufnahme 32 aufgenommen. Alternativ kann das Projektil 16 auch in der Beschleunigungsrichtung 14 etwas aus der Projektilaufnahme 32 heraus ragen. Die Aussparung in der Projektilaufnahme 32 ist im Querschnitt quer zur Beschleunigungsrichtung 14 bevorzugt etwas kleiner ausgestaltet als das Projektil 16, sodass das Projektil 16 in der Projektilaufnahme 32 exakt positioniert und leicht eingeklemmt werden kann. Hierdurch kann eine genaue und reproduzierbare Fluglage des Projektils 32 gewährleistet werden.

[0055] Die Projektilaufnahme 32 ist bevorzugt ebenfalls aus einem Hartschaum, zum Beispiel Polystyrol, hergestellt. Die Querschnittsformen der Metallplatte 33 und der Projektilaufnahme 32 entsprechen jeweils im Wesentlichen der Querschnittsform des Zwischenkörpers 62 des Treibspiegels 18.

[0056] Wie in Fig. 2B veranschaulicht, ist die Querschnittsfläche des Treibspiegels 18 quer zur Beschleunigungsrichtung 14 aufgrund der Wahl einer polygonalen Grundform entsprechend der polygonalen Querschnittsfläche des Projektils 16 trotz des rechteckigen Reifenteils 16 relativ klein. Insbesondere ist sie wesentlich kleiner als im Fall eines runden Treibspiegels zum Verschießen in einem runden Beschleunigungsrohr.

[0057] Aufgrund der relativ kleinen Querschnittsfläche des Treibspiegels 18 und der oben beschriebenen Druckerzeugungsvorrichtung 34 mit mehreren synchron betätigten Ventilen 50 können höhere Zielgeschwindigkeiten für das Projektil 16 (bis zu 250 m/s oder sogar 500 m/s und mehr) erzielt werden und können größere und/oder schwerere Projektile (bis zu 10 kg und mehr) verschossen werden.

[0058] In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3A und 3B soll das Reifenteil 16 hochkant verschossen werden und mit einer Stirnkante flach auf das Zielobjekt 56 auftreffen.

[0059] Um das Reifenteil 16 auch in dieser Ausrichtung während des Beschleunigungsvorganges positionsgenau halten zu können, ist die Projektilaufnahme 32 in Beschleunigungsrichtung 14 länger ausgebildet. Um den gesamten Treibspiegelkomplex 18, 32 nicht zu sehr zu vergrößern, ist das vordere Randteil 60, welches einen Teil der äußeren Mantelfläche 26 des Treibspiegels 18 bildet, nun Bestandteil der Projektilaufnahme 32. Zudem ist die Aluminiumplatte 33 in Beschleunigungsrichtung 14 hinter dem vorderen Randteil 60 angeordnet. Schließlich kann auch der Zwischenkörper 62 des Treibspiegels 18 in Beschleunigungsrichtung etwas kürzer ausgebildet werden als im obigen Ausführungsbeispiel von Fig. 2A.

[0060] Wie deutlich in Fig. 3A erkennbar, ist die Projektilaufnahme 32 in Beschleunigungsrichtung 14 deutlich länger ausgebildet als im obigen Ausführungsbeispiel von Fig. 2A. Um zu verhindern, dass beim Anschlagen des Treibspiegels 18, genauer der Projektilaufnahme 32 gegen den Treibspiegelstopper 30 sich die Projektilaufnahme 32 so verformt, dass sie das Projektil 32 festklemmt und damit dessen Fluglage beeinträchtigt, ist die Projektilaufnahme 32 so ausgestaltet, dass sie sich zumindest teilweise so verformen kann, dass sie das Projektil 16 beim Anschlag gegen den Treibspiegelstopper 30 freigibt. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 ist die Projektilaufnahme 32 so ausgestaltet, dass Teilbereiche von ihr beim Anschlagen gegen den Treibspiegelstopper 30 nach außen und damit weg von dem Projektil 16 aufklappen. Alternativ können solche Teilbereiche der Projektilaufnahme 32 auch vollständig wegbrechen.

[0061] Bezug nehmend auf Fig. 4 wird nun eine erfindungsgemäße Variante der Beschleunigungsvorrichtung 10 näher erläutert.

[0062] Wie in Fig. 4 dargestellt, ist der Anschlag 28 näher am hinteren Ende 20 des Beschleunigungsrohres 12 angebracht. Auf diese Weise können - bei gleicher Länge des Beschleunigungsrohres 12 - ein längerer Beschleunigungsweg und damit eine höhere Geschwindig-

keit des Projektils 16 erzielt werden. In einer weiteren Variante der Erfindung ist es auch denkbar, dass der Anschlag 28 im Wesentlichen auf Höhe des hinteren Endes 20 des Beschleunigungsrohres 12 angebracht ist oder durch die ventilanschlussplatte 40 gebildet wird.

[0063] Aus einem Vergleich der Fig. 1 und 4 ist ersichtlich, dass die Treibkammer 54 in der Ausführungsform von Fig. 4 deutlich kleiner dimensioniert ist. Um einen möglichst gleichmäßigen Druckaufbau in der Treibkammer 54 zu erreichen, ist es bei dieser Ausführung von Vorteil, die wenigstens zwei Ventile 50 der Druckerzeugungsvorrichtung 34 über Druckgasleitungen 70 mit einem größeren Querschnitt an die entsprechend größeren Öffnungen 44 der Ventilanschlussplatte 40 anzuschließen. Die Druckgasleitungen 70 sind beispielsweise schlauchartig ausgebildet. Der beim synchronen Öffnen der Ventile 50 bewirkte Druckaufbau kann auf diese Weise trotz der kleineren Treibkammer 54 homogenisiert werden.

[0064] Eine weitere Modifikation gegenüber Fig. 1 liegt in dem Aufhalten des Treibspiegels 18 durch den Treibspiegelstopper 72. Bei höheren Geschwindigkeiten, die sich mit der Ausführungsform von Fig. 4 aufgrund des längeren Beschleunigungsweges erreichen lassen, ist ein zerstörungsfreies Stoppen des Treibspiegels 18 durch den als Anschlag ausgebildeten Treibspiegelstopper 30 immer schwieriger. In dieser Ausführungsform wird deshalb vorgeschlagen, die Treibspiegelstopper 72 so zu modifizieren, dass er den beschleunigten Treibspiegel 18 im vorderen Endbereich des Beschleunigungsrohres 12 zerstört.

[0065] Zu diesem Zweck ist der Treibspiegelstopper 72 zum Beispiel mit einem Winkel 74 ausgestaltet, der von dem (teil-)umfänglichen Anschlag in Richtung zum beschleunigten Treibspiegel 18 ragt. Der Treibspiegel 18 ist in diesem Fall bevorzugt nicht metallisch und ohne die oben beschriebenen Metallplatten ausgestaltet. Durch den gewinkelten Anschlag des Treibspiegelstoppers 72 wird der Treibspiegel 18 beim Auftreffen auf diesen zerstört und in kleine und möglichst massearme Bruchstücke zerlegt. Wie in Fig. 4 angedeutet, ist zwischen dem offenen vorderen Auslass 22 des Beschleunigungsrohres 12 und diesem Treibspiegelstopper 72 ein Abstand bzw. Spalt 76 vorgesehen, sodass zumindest ein Teil der Bruchstücke des Treibspiegels 18 durch diesen Spalt 76 aus dem Beschleunigungsrohr 12 hinaus gelangen kann.

50 Patentansprüche

1. Beschleunigungsvorrichtung (10) zum Beschleunigen eines Projektils (16), insbesondere eines nicht rotationssymmetrischen Projektils, mit einem Beschleunigungsrohr (12) mit einer in der Beschleunigungsrichtung (14) definierenden Längsachse; und einem Treibspiegel (18) mit einer Projektilaufnahme (32) an seinem in der Beschleunigungsrichtung (14)

- vorderen Ende zum Aufnehmen eines Projektils (16),
wobei das Beschleunigungsrohr (12) in seinem in der Beschleunigungsrichtung vorderen Endbereich einen Treibspiegelstopper (30) zum Aufhalten des Treibspiegels (18) aufweist und an seinem in der Beschleunigungsrichtung hinteren Ende mit einer Druckerzeugungsvorrichtung (34) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektilaufnahme (32) des Treibspiegels (18) zum Aufnehmen eines Projektils (16) mit einer polygonalen Querschnittsfläche quer zur Beschleunigungsrichtung (14) ausgestaltet ist; das Beschleunigungsrohr (12) eine polygonale innere Mantelfläche (24) aufweist; und der Treibspiegel (18) eine polygonale äußere Mantelfläche (26) derart aufweist, dass der Treibspiegel (18) entlang der inneren Mantelfläche (24) des Beschleunigungsrohrs (12) gleiten kann.
2. Beschleunigungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die polygonale innere Mantelfläche (24) des Beschleunigungsrohrs (12) im Wesentlichen rechteckig oder quadratisch ausgestaltet ist.
3. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beschleunigungsrohr (12) lösbar mit der Druckerzeugungsvorrichtung (34) verbunden ist.
4. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektilaufnahme (32) lösbar mit dem Treibspiegel (18) verbunden ist.
5. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Projektilaufnahme (32) und dem Treibspiegel (18) wenigstens eine Metallplatte (33) angeordnet ist.
6. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Treibspiegel (18) und/oder die Projektilaufnahme (32) im Wesentlichen aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere einem Hartschaummaterial gebildet sind.
7. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckerzeugungsvorrichtung (34) wenigstens zwei Ventile (50) zum Einleiten eines Gases in eine Treibkammer (54), welche in dem Beschleunigungsrohr (12) in Beschleunigungsrichtung hinter dem Treibspiegel (18) gebildet ist, aufweist; und die wenigstens zwei Ventile (50) durch eine Steuerungseinrichtung (52) im Wesentlichen synchron zueinander betätigbar sind.
8. Beschleunigungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Projektilaufnahme (32) zumindest teilweise verformbar ausgestaltet ist, sodass sie sich beim Anschlagen gegen den Treibspiegelstopper (30) zumindest teilweise verformt, um das aufgenommene Projektil (16) freizugeben.
9. Treibspiegel (18), insbesondere für eine Beschleunigungsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer polygonalen äußeren Mantelfläche (26) und einer Projektilaufnahme (32) an seinem in der Beschleunigungsrichtung (4) vorderen Ende zum Aufnehmen eines Projektils (16) mit einer polygonalen Querschnittsfläche.

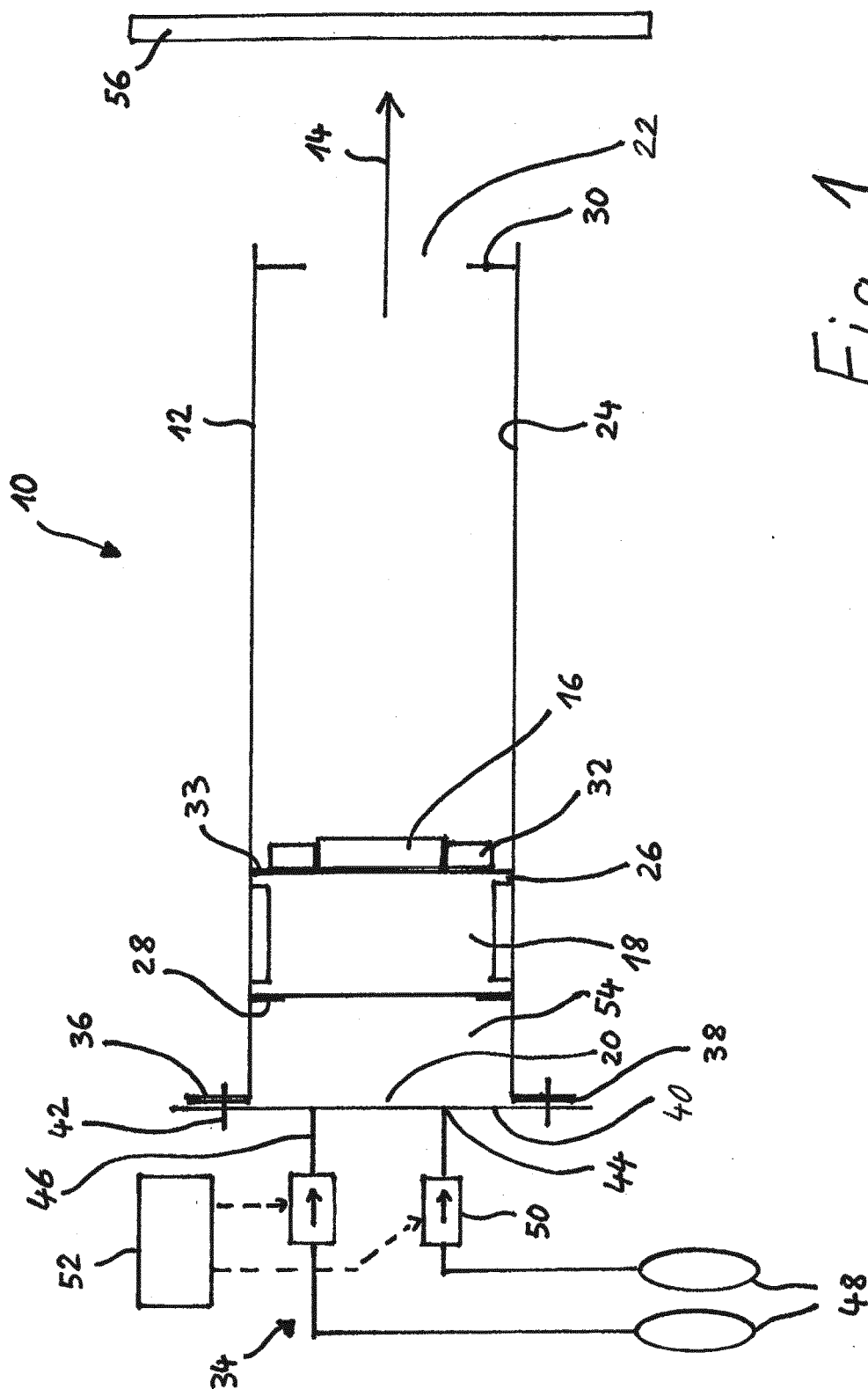


Fig. 1

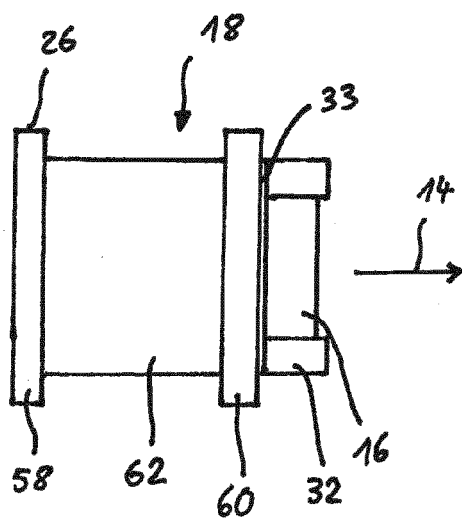


Fig. 2 A

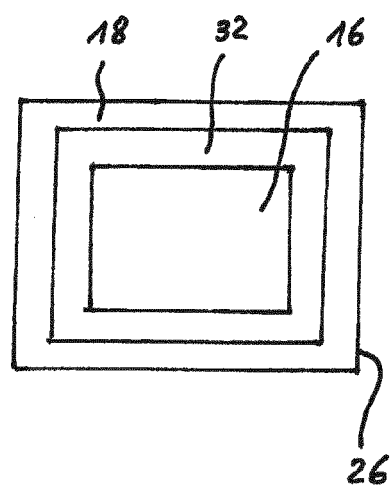


Fig. 2 B

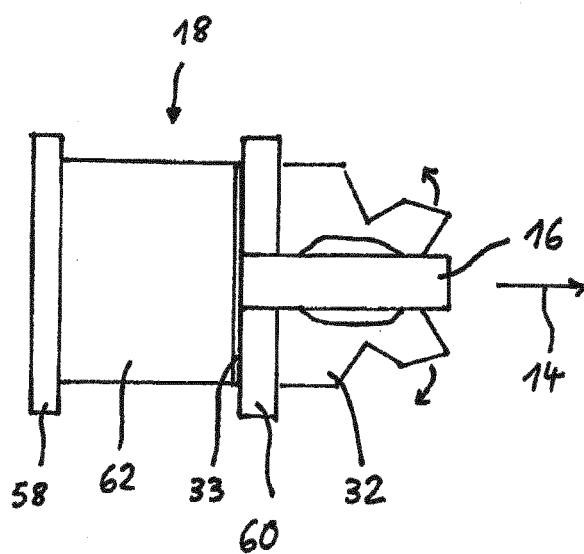


Fig. 3 A

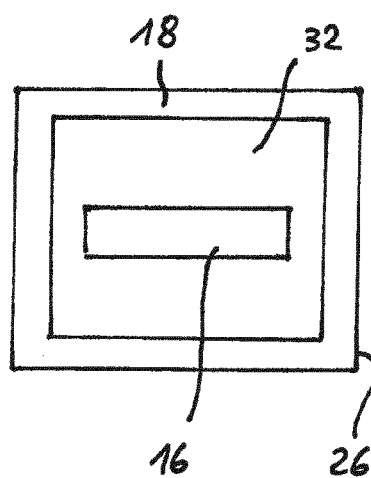


Fig. 3 B

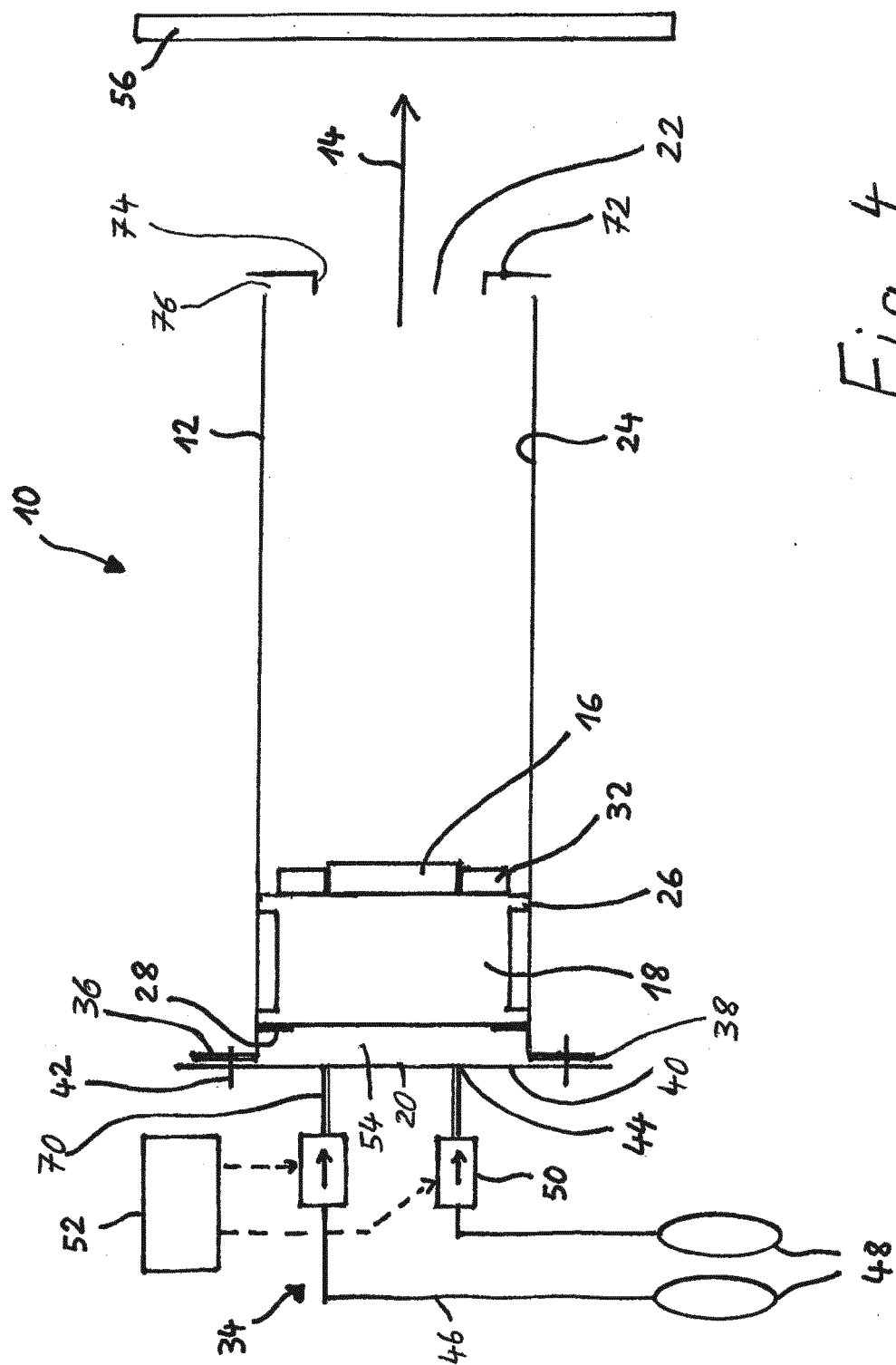


Fig. 4