

(19)



(11)

EP 3 393 716 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.02.2021 Patentblatt 2021/05

(51) Int Cl.:
B25C 1/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16822977.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/081917

(22) Anmeldetag: **20.12.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/108787 (29.06.2017 Gazette 2017/26)

(54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES BRENNKRAFTBETRIEBENEN SETZGERÄTS

METHOD FOR OPERATING A COMBUSTION-DRIVEN SETTING TOOL

PROCEDE DE FONCTIONNEMENT D'UN OUTIL DE SCELLEMENT

(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

- **SCHMIDT, Dominik**
9470 Buchs (CH)
- **HEEB, Norbert**
9470 Buchs (CH)
- **BRUGGMUELLER, Peter**
6719 Bludesch (AT)

(30) Priorität: **22.12.2015 EP 15201899**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.10.2018 Patentblatt 2018/44

(74) Vertreter: **Hilti Aktiengesellschaft**
Corporate Intellectual Property
Feldkircherstrasse 100
Postfach 333
9494 Schaan (LI)

(73) Patentinhaber: **Hilti Aktiengesellschaft**
9494 Schaan (LI)

(72) Erfinder:

- **DITTRICH, Tilo**
6800 Feldkirch (AT)
- **JUNG, Daniel**
80807 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 106 883 DE-A1- 10 232 035
DE-B3- 10 327 191 US-A- 4 913 331
US-A1- 2004 144 357

EP 3 393 716 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines brennkraftbetriebenen Setzgeräts zum Eintreiben von Befestigungselementen in einen Untergrund, mit mindestens einer Hauptbrennkammer für einen Brennstoff, mit einem Treibkolben, der über expandierbare Gase aus der Hauptbrennkammer in einer Setzrichtung antreibbar ist, und mit einer Vorkammer, der eine Zündeinrichtung zugeordnet ist und in der vor der Zündung eines Brennstoff-Luft-Gemischs in der Hauptbrennkammer ein auf die Hauptbrennkammer wirkender Druck aufbaubar ist.

Stand der Technik

[0002] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 42 43 36 17 A1 ist ein tragbares, brennkraftbetriebenes Arbeitsgerät, insbesondere ein Setzgerät für Befestigungselemente bekannt, mit einer zylinderförmigen Brennkammer zur Verbrennung eines Luft-Brennstoff-Gemischs, wodurch über einen durch den Brennkammerzylinder geführten Kolben ein Stößel antreibbar ist, wobei eine mit der Brennkammer abgekehrten Unterfläche des Kolbens in Verbindung stehende Vorkammer vorgesehen ist, in der zur im Wesentlichen isentropen Kompression des Luft-Brennstoff-Gemischs in der Brennkammer ein zündungsinduzierter Verbrennungsprozess eines Luft-Brennstoff-Gemischs auslösbar ist.

[0003] Aus der europäischen Patentanmeldung EP 2 106 883 A1 ist ein brennkraftbetriebenes Setzgerät bekannt, mit einer Brennkammer, einem in einer Setzrichtung antreibbaren Treibkolben und einer Zündeinrichtung. Dem Treibkolben ist eine Detektionseinrichtung zugeordnet, welche eine Position des Treibkolbens erfasst.

[0004] Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 102 32 035 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben eines brennkraftbetriebenen Setzgeräts bekannt.

Darstellung der Erfindung

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, die Effektivität und/oder die Funktionalität beim Eintreiben von Befestigungselementen mit einem brennkraftbetriebenen Setzgerät, mit mindestens einer Hauptbrennkammer für einen Brennstoff, mit einem Treibkolben, der über expandierbare Gase aus der Hauptbrennkammer in einer Setzrichtung antreibbar ist, und mit einer Vorkammer, der eine Zündeinrichtung zugeordnet ist und in der vor der Zündung eines Brennstoff-Luft-Gemischs in der Hauptbrennkammer ein auf die Hauptbrennkammer wirkender Druck aufbaubar ist, zu verbessern.

[0006] Die Aufgabe ist bei einem Verfahren zum Betreiben eines brennkraftbetriebenen Setzgeräts zum Eintreiben von Befestigungselementen in einen Untergrund, mit mindestens einer Hauptbrennkammer für einen

Brennstoff, mit einem Treibkolben, der über expandierbare Gase aus der Hauptbrennkammer in einer Setzrichtung antreibbar ist, und mit einer Vorkammer, der eine Zündeinrichtung zugeordnet ist und in der vor der Zündung eines Brennstoff-Luft-Gemischs in der Hauptbrennkammer ein auf die Hauptbrennkammer wirkender Druck aufbaubar ist, dadurch gelöst, dass dem Treibkolben eine Detektionseinrichtung zugeordnet ist, die steuerungsmäßig mit einer elektronischen Regelung verbunden ist, um eine Ausgangslage des Treibkolbens vor einer Setzung zu erfassen, wobei eine Einspritzmenge von Brenngas in die Vorkammer und/oder in die Hauptbrennkammer in Abhängigkeit von der Ausgangslage des Treibkolbens gesteuert wird. Mit Hilfe der Detektionseinrichtung kann auf einfache Art und Weise ein Fehlstand des Treibkolbens erfasst werden, wenn sich der Treibkolben nicht genau in definierter Ausgangslage befindet. Die steuerungsmäßige Verbindung zwischen der Detektionseinrichtung und der elektronischen Regelung ermöglicht die Übertragung von Sensorsignalen und/oder Steuersignalen. Die steuerungsmäßige Verbindung kann gegebenenfalls drahtlos ausgeführt sein. Mit Hilfe der elektronischen Regelung kann eine Einspritzmenge im Betrieb des brennkraftbetriebenen Setzgeräts entsprechend einer aktuellen Position oder einem Kolbenstand beziehungsweise Kolbenfehlstand des Treibkolbens angepasst werden. Wenn ein mit Hilfe der Detektionseinrichtung erfasster Kolbenfehlstand des Treibkolbens klein genug ist, das heißt, wenn der Kolbenfehlstand einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreitet, um das Setzgerät in der üblichen Art und Weise zu bedienen, dann wird ganz normal in die Vorkammer und in die Hauptbrennkammer eingespritzt. Wenn der mit der Detektionseinrichtung erfasste Kolbenfehlstand des Treibkolbens zwar klein genug ist, um das Setzgerät in der üblichen Art und Weise zu bedienen, aber einen kritischen Grenzwert überschreitet, dann wird die Einspritzmenge in mindestens eine der Kammern, also die Vorkammer und/oder die Hauptbrennkammer, angepasst.

[0007] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die dem Treibkolben zugeordnete Detektionseinrichtung einen Kolbenendlagensensor umfasst. Der Kolbenendlagensensor kann im Bereich eines Setzendes des Setzgeräts, also an einer sogenannten Toolspitze, angeordnet sein. Der Kolbenendlagensensor kann aber auch im Bereich einer Magneteinrichtung angeordnet sein, die zur Darstellung einer Magnetrückhaltung für den Treibkolben dient. Die Detektionseinrichtung kann auch einen Kolbenwegsensor am Setzende beziehungsweise in der Toolspitze des Setzgeräts umfassen.

[0008] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenendlagensensor einen Näherungsschalter, einen Kontaktschalter und/oder einen induktiven Schalter umfasst. Je nach Ausführung kann auch ein bereits vorhandener Kolbenendlagensensor in dem Setzgerät verwendet werden, um zusammen mit Hilfe der elektronischen

Regelung die Dosiermenge im Betrieb des Setzgeräts anzupassen.

[0009] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die dem Treibkolben zugeordnete Detektionseinrichtung einen Kolbenpositionssensor umfasst. Der Kolbenpositionssensor liefert den Vorteil, dass mit ihm die aktuelle Position des Treibkolbens unabhängig davon erfasst werden kann, ob sich der Treibkolben in der Nähe einer seiner Endlagen oder weit weg davon befindet. Dabei muss der Kolbenpositionssensor nicht zwingend den gesamten Kolbenverschiebeweg detektieren können. Unter Umständen reicht es aus, wenn er kritische Positionen des Kolbens detektiert.

[0010] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenpositionssensor einen Hallsensor umfasst, dem Rillen an dem Treibkolben zugeordnet sind. Die Rillen sind vorzugsweise an einer Kolbenstange des Treibkolbens vorgesehen, die von einem Kolbenkopf oder Kolbenteller des Treibkolbens ausgeht. Der Hallsensor ist vorzugsweise im Bereich des Setzendes beziehungsweise in der Toolspitze des Setzenden angeordnet.

[0011] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät eine Steuereinrichtung umfasst, über welche die Setzenergie aus einem Differenzdruck zwischen der Hauptbrennkammer und einem Umgebungsdruck bestimmt wird. Die Vorkammer umfasst mindestens eine Durchtrittsöffnung, die durch die Steuereinrichtung verschließbar ist. Über die geöffnete Durchtrittsöffnung ist die Vorkammer mit der Umgebung verbindbar. Darüber hinaus ist die Steuereinrichtung steuerdruckmäßig mit der Hauptbrennkammer verbunden. Durch die steuerdruckmäßige Verbindung wird die Steuereinrichtung im Betrieb des Setzgeräts mit dem Hauptbrennkammerdruck angesteuert.

[0012] Wenn der Druck in der Hauptbrennkammer ein gewisses Druckniveau erreicht, dann wird die mindestens eine Durchtrittsöffnung der Vorkammer automatisch geöffnet.

[0013] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Regelung steuerungsmäßig mit einer Sensoreinrichtung zur Erfassung von Umgebungsbedingungen des Setzgeräts verbunden ist. Die Sensoreinrichtung umfasst zum Beispiel einen Temperatursensor, einen Drucksensor, einen Beschleunigungssensor, einen Geschwindigkeitssensor und/oder einen Sensor zur Erfassung einer Höhe, in der sich das Bolzensetzgerät aktuell befindet.

[0014] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass nur in die Hauptbrennkammer Brenngas eingespritzt und gezündet wird, falls ein Kolbenfehlstand einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Wenn mit Hilfe der Detektionseinrichtung erfasst wird, dass ein Kolbenfehlstand des Treibkolbens zu groß ist, dann wird eine angemessene

Menge Gas nur in die Hauptbrennkammer eingespritzt. Dann wird in die Vorkammer nicht eingespritzt. Nach erfolgter Einspritzung wird das in der Hauptbrennkammer befindliche Brennstoff-Luft-Gemisch gezündet, um eine Setzung mit geringer Energie durchzuführen. Die Setzung mit der geringen Energie dient vorteilhaft dazu, den Treibkolben wieder in eine definierte Ausgangslage zurückzuführen, beispielsweise mittels thermischer Kolbenrückführung, bei der durch die Abkühlung des Brenngases nach der Setzung ein Unterdruck entsteht, welcher den Kolben zurückzieht. Danach kann ein normaler Setzvorgang ausgeführt werden.

[0015] Ein alternatives Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass nur in die Vorkammer Brenngas eingespritzt und gezündet wird, falls ein Kolbenfehlstand einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Wenn mit Hilfe der Detektionseinrichtung erfasst wird, dass ein Kolbenfehlstand des Treibkolbens zu groß ist, dann wird eine angemessene Menge Gas nur in die Vorkammer eingespritzt. Dann wird in die Hauptbrennkammer nicht eingespritzt. Nach erfolgter Einspritzung wird das in der Vorkammer befindliche Brennstoff-Luft-Gemisch gezündet, um den Treibkolben wieder in eine definierte Ausgangslage zurückzuführen. Danach kann ein normaler Setzvorgang ausgeführt werden.

[0016] Ein alternatives Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass in die Vorkammer und in die Hauptbrennkammer Brenngas eingespritzt und mit einer Zeitdifferenz gezündet wird, wobei die Zeitdifferenz aufgrund von Sensorsignalen berechnet wird. Danach kann ein normaler Setzvorgang ausgeführt werden.

[0017] Die Erfindung betrifft auch ein Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode zum Durchführen eines vorab beschriebenen Verfahrens, wenn das Programm in der Steuerung des Setzgeräts ausgeführt wird.

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen.

Figur 1 ein brennkraftbetriebenes Bolzensetzgerät in einem nicht angepressten Ausgangszustand bei einer Spülung einer Hauptbrennkammer in der Draufsicht;

Figur 2 das Bolzensetzgerät aus Figur 1 im Längsschnitt;

Figur 3 das Bolzensetzgerät aus den Figuren 1 und 2 in einem angepressten Zustand mit geschlossener Hauptbrennkammer in der Draufsicht;

Figur 4 das Bolzensetzgerät aus Figur 3 im Längsschnitt;

Figur 5 das Bolzensetzgerät aus den Figuren 3 und 4 in einer perspektivischen Darstellung;

Figur 6 das Bolzensetzgerät aus den Figuren 1 bis 5 bei einer Zündung in der Hauptbrennkammer im Längsschnitt mit geöffneten Entlüftungsverbindungen;

Figur 7 das Bolzensetzgerät aus den Figuren 1 bis 6 im Längsschnitt bei einer thermischen Rückführung eines Treibkolbens mit geschlossenen Entlüftungsverbindungen;

Figur 8 eine perspektivische Darstellung einer Steuereinrichtung des Bolzensetzgeräts aus den Figuren 1 bis 6;

Figur 9 die Steuereinrichtung aus Figur 8 in der Draufsicht;

Figur 10 eine perspektivische Darstellung einer Rückschlagventileinrichtung, welche in die Steuereinrichtung der Figuren 8 und 9 integriert ist;

Figur 11 eine perspektivische Darstellung der Steuereinrichtung aus den Figuren 8 und 9 ohne die Rückschlagventileinrichtung, die in Figur 10 alleine dargestellt ist, und

Figur 12 die gleiche Darstellung wie in Figur 2 mit einer dem Treibkolben zugeordneten Detektionseinrichtung zur Dosiermengenanpassung.

Ausführungsbeispiele

[0019] In den Figuren 1 bis 7 ist ein Setzgerät 1 stark vereinfacht in einem Längsschnitt in verschiedenen Betriebszuständen und Ansichten dargestellt. Das in den Figuren 1 bis 7 dargestellte Setzgerät 1 kann mit einem Brenngas oder mit einem verdampfbaren Flüssigbrennstoff betrieben werden. Das Setzgeräts 1 umfasst ein Gehäuse 3 mit einem Hauptzylinder 5, der eine Hauptbrennkammer 6 begrenzt. Der Hauptbrennkammer 6 kann über eine Einlasseinrichtung 8 Gas und/oder Luft zugeführt werden. Darüber hinaus ist der Hauptbrennkammer 6 eine Zündeinrichtung 9 zugeordnet.

[0020] In dem Gehäuse 3 des Setzgeräts 1 ist ein Treibkolben 10 in den Figuren 1 bis 7 hin und her bewegbar geführt. Der Treibkolben 10 umfasst eine Kolbenstange 11, die von einem Kolbenkopf 12 ausgeht. Ein dem Kolbenkopf oder Kolbenteller 12 abgewandtes Setzende 14 der Kolbenstange 11 ist in einer Bolzenführung angeordnet, die zum Führen von Befestigungselementen dient, die auch als Bolzen bezeichnet werden. In Figur 7 ist das Setzende 14 der Kolbenstange 11 des Treibkolbens 10 abgeschnitten dargestellt.

[0021] Die Bolzenführung mit der darin angeordneten Kolbenstange 11 des Treibkolbens 10 wird auch als Setz-

werk bezeichnet. Über das Setzwerk kann ein Befestigungselement, wie ein Nagel, Bolzen oder dergleichen, in einen (nicht dargestellten) Untergrund eingetrieben werden. Vor dem Setzen eines Befestigungselements wird das Setzgerät 1 mit seiner Bolzenführung an den Untergrund angepresst und ausgelöst. Zum Auslösen eines Setzvorgangs dient zum Beispiel ein (nicht dargestellter) Schalter, der auch als Triggerschalter bezeichnet wird. Der Schalter ist zum Beispiel an einem (ebenfalls nicht dargestellten) Handgriff des Setzgeräts 1 vorgesehen.

[0022] Durch einen Pfeil 15 ist in den Figuren 1 bis 7 eine Setzrichtung angedeutet. Beim Setzen eines Befestigungselements wird der Treibkolben 10 mit der Kolbenstange 11 in der Setzrichtung 15 stark beschleunigt, um das Befestigungselement in den Untergrund einzutreiben. Beim Setzvorgang wird der Treibkolben 10 aus seiner in Figur 1 dargestellten Ausgangsstellung, die einem oberen oder hinteren Totpunkt entspricht, in eine Endstellung bewegt, die einem unteren oder vorderen Totpunkt entspricht.

[0023] Eine Bewegung des Treibkolbens 10 in den Figuren 1 bis 7 nach rechts wird durch einen gehäusefesten Kolbenanschlag 16 begrenzt. Durch den Kolbenanschlag 16 wird der obere Totpunkt des Treibkolbens 10 definiert. Der Kolbenanschlag 16 kann mit einer Magneteinrichtung 17 kombiniert sein. Die Magneteinrichtung 17 dient zum Beispiel dazu, den Treibkolben 10 mit einer vorbestimmten Haltekraft in seiner in Figur 1 dargestellten Ausgangsstellung zu halten.

[0024] Eine Bewegung des Treibkolbens 10 nach links wird durch Anschlag- und/oder Dämpfungselemente 28, 29 begrenzt. Die Anschlag- und/oder Dämpfungselemente 28 stellen einen Puffer 110 dar.

[0025] Der Kolbenkopf 12 umfasst eine erste Kolbenfläche 21, die der Hauptbrennkammer 6 zugewandt ist. Eine zweite Kolbenfläche 22, die der Hauptbrennkammer 6 abgewandt ist, begrenzt eine Vorkammer 25 in einem Vorkammerzylinder 24.

[0026] Die Vorkammer 25 stellt eine Vorbrennkammer dar, der eine Zündeinrichtung 26 und eine Einlasseinrichtung 27 zugeordnet sind. Darüber hinaus sind die Anschlag- und/oder Dämpfungselemente 28, 29 in der Vorkammer 25 angeordnet. Über die Einlasseinrichtung 27 wird der Vorkammer oder Vorbrennkammer 25 ein Brenngas-Luft-Gemisch zugeführt, das mit Hilfe der Zündeinrichtung 26 in der Vorkammer 25 gezündet wird.

[0027] Der Vorkammerzylinder 24 umfasst Durchtrittsöffnungen 31, 32, die zum Beispiel den Austritt von Abgasen aus der Vorkammer 25 ermöglichen. Die Durchtrittsöffnungen 31, 32 sind durch eine Steuereinrichtung 30 bedarfsabhängig verschließbar. Die Steuereinrichtung 30 umfasst eine Steuerhülse 34, die Durchtrittsöffnungen 37, 38 aufweist.

[0028] Wenn die Durchtrittsöffnungen 37, 38 der Steuerhülse 34 mit den Durchtrittsöffnungen 31, 32 in Überdeckung gebracht werden, dann sind die Durchtrittsöffnungen 31, 32, wie man in Figur 6 sieht, geöffnet. In den

Figuren 1 bis 5 und 7 sind die Durchtrittsöffnungen 31, 32 durch die Steuerhülse 34 verschlossen. Die Steuerhülse 34 hat im Wesentlichen die Gestalt eines geraden Kreiszylindermantels und ist in Figur 11 detailliert dargestellt.

[0029] Zwischen der Vorkammer 25 und der Hauptbrennkammer 6 sind Überströmöffnungen 41, 42 vorgesehen. Den Überströmöffnungen 41, 42 ist jeweils eine Ventileinrichtung 43, 44 zugeordnet. Bei den Ventileinrichtungen 43, 44 handelt es sich zum Beispiel um Ventilkappen, die einen Durchtritt eines gezündeten Luft-Brennstoff-Gemischs aus der Vorkammer 25 in die Hauptbrennkammer 6 ermöglichen.

[0030] Die Steuereinrichtung 30 umfasst eine Steuerdruckfläche 45, die steuerdruckmäßig mit der Hauptbrennkammer 6 verbunden ist. Die Steuerdruckfläche 45 ist als Ringfläche 46 ausgeführt, die radial außerhalb des Vorkammerzylinders 24 der Hauptbrennkammer 6 zugewandt ist. Die Steuerdruckfläche 45 ist über ein Kopplungselement 48 mechanisch mit der Steuerhülse 34 gekoppelt.

[0031] Das Kopplungselement 48 ist als Schieber 50 ausgeführt, der in den Figuren 1 bis 7 in horizontaler Richtung hin und her bewegbar an dem Vorkammerzylinder 24 geführt ist. An einem in den Figuren 1 bis 7 rechten Ende 51 des Schiebers 50 ist die als Ringfläche 46 ausgeführte Steuerdruckfläche 45 vorgesehen. An einem in den Figuren 1 bis 7 linken Ende 52 des Schiebers 50 ist die Steuerhülse 34 befestigt.

[0032] Die Steuereinrichtung 30 umfasst des Weiteren Federeinrichtungen 54, 55, die zum Beispiel als Schraubendruckfedern ausgeführt sind. Den in den Figuren 1 bis 7 linken Enden der Federeinrichtungen 54, 55 ist jeweils ein gehäusefester Anschlag 56, 57 zugeordnet. Die gehäusefesten Anschläge 56, 57 sind an den Vorkammerzylinder 24 vorgesehen.

[0033] Die Federeinrichtungen 54, 55 sind zwischen den gehäusefesten Anschlägen 56, 57 und dem rechten Ende 51 des Schiebers 50 mit der Steuerdruckfläche 45 eingespannt. Somit ist der Schieber 50 über die Federeinrichtungen 54, 55 an den gehäusefesten Anschlägen 56, 57 abgestützt.

[0034] In den Figuren 1 und 2 ist das Bolzensetzgerät 1 in einem nicht angespressten Zustand dargestellt. Nicht angespresster Zustand bedeutet, dass das Setzende 14 des Treibkolbens 10 nicht durch einen Bolzen oder ein Befestigungselement mit einer Druckkraft beaufschlagt wird, der beziehungsweise das in einen Untergrund eingetrieben werden soll. Beim Anpressen wird das Bolzensetzgerät 1 mit einer Toolspitze des Bolzensetzgeräts 1 gegen den Untergrund gedrückt.

[0035] Die Hauptbrennkammer 6 wird von einer Brennraumhülse 84 begrenzt, die in axialer Richtung begrenzt verlagerbar ist, um ein Spülen der Hauptbrennkammer 6 zu ermöglichen. In der Hauptbrennkammer 6 ist ein Ventilator 80 angeordnet.

[0036] In Figur 2 ist die Lage der Brennraumhülse 84 so, dass der Ventilator 80 einen durch Pfeile angedeu-

teten Luftstrom 81, 82 von der Geräterückseite, also der in Figur 2 rechten Seite, durch die Hauptbrennkammer 6 in die Umgebung erzeugt. Durch den Luftstrom 81, 82 werden nach einem Setzvorgang Abgase aus der Hauptbrennkammer 6 heraus transportiert. Darüber hinaus sorgt der Luftstrom 81, 82 für eine Kühlung der Hauptbrennkammer 6.

[0037] In den Figuren 3 bis 6 ist das Bolzensetzgerät 1 im angespressten Zustand dargestellt. Im angespressten Zustand wird das Setzende 14, das auch als Toolspitze bezeichnet wird, gegen ein Befestigungselement angepresst. Durch die Anpressbewegung wird die Brennraumhülse 84 nach hinten, also in Figur 4 nach rechts, verschoben, wie in Figur 4 durch einen Pfeil 83 angedeutet ist. Durch die Bewegung 83 der Brennraumhülse 84 nach hinten wird die Hauptbrennkammer 6 von der Umgebung abgeschlossen.

[0038] Im Folgenden wird Brenngas über die Einlass-einrichtung 27 in die Vorkammer 25 und über die Einlass-einrichtung 8 in die Hauptbrennkammer 6 eingespritzt. Beim Einspritzen des Brenngases in die Vorkammer 25 und in die Hauptbrennkammer 6 dreht sich der Ventilator 80 in der Hauptbrennkammer 6.

[0039] Die Zündung des Gasgemischs wird durch die der Vorkammer 25 zugeordnete Zündeinrichtung 26 in der Nähe des Puffers 110 eingeleitet. Nach der Zündung des Gasgemischs in der Vorkammer 25 breitet sich eine laminare Flammfront aus, die von der Seite des Puffers 110 in Richtung der Hauptbrennkammer 6 wandert, also in Figur 4 nach rechts. Dabei schiebt die sich ausbreitende laminare Flammfront unverbranntes Luft-/Brennstoffgemisch mit einem hohen Druck vor sich her in die Hauptbrennkammer 6.

[0040] Das Überströmen von der Vorkammer 25 in die Hauptbrennkammer 6 erfolgt über die Überströmöffnungen 41, 42 bei geöffneten Ventileinrichtungen 43, 44. Die Ventileinrichtungen 43, 44 sind zum Beispiel als Rückschlagklappen ausgeführt, welche die Überströmöffnungen 41, 42, die auch als Überzündöffnungen bezeichnet werden, beim Ausbreiten der laminaren Flammfront freigeben.

[0041] Wenn die Flammfront die Rückschlagklappen der Ventileinrichtungen 43, 44 erreicht hat, kann die Flamme über die Rückschlagklappen in die Hauptbrennkammer 6 überzünden, wodurch die Hauptkammerverbrennung in der Hauptbrennkammer 6 eingeleitet wird. In Figur 6 ist durch ein Symbol 86 die Hauptkammerzündung in der Hauptbrennkammer 6 angedeutet.

[0042] Bei der Hauptkammerzündung 86 steigt der Druck in der Hauptbrennkammer 6 und die Steuerhülse 34 wird gegen die Kraft der Federeinrichtungen 54, 55, die sich an den gehäusefesten Anschlägen 56, 57 abstützen, nach vorne verschoben, also in Figur 6 nach links, wie durch Pfeile 87, 88 angedeutet ist. Durch die Bewegung 87, 88 der Steuerhülse 34 nach vorne werden zwei Druckentlastungsverbindungen 108, 109 der Vorkammer 25 geöffnet.

[0043] Der aus der Vorkammer 25 über die geöffneten

Entlüftungsverbindungen 108, 109 entweichende Vorkammerdruck ist in Figur 6 durch Pfeile 91 bis 94 angedeutet. Die Druckentlastungsverbindungen 108, 109 werden auch als Auspufföffnungen bezeichnet. Über die Druckentlastungsverbindungen oder Auspufföffnungen 108, 109 kann der Vorkammerdruck bei der Hauptkammerzündung 86 entweichen. Der Treibkolben 10 setzt sich bei der Hauptkammerzündung 86 mit hoher Geschwindigkeit in Bewegung und führt eine Setzung aus.

[0044] In Figur 7 ist das Bolzensetzgerät 1 bei einer thermischen Rückführung des Treibkolbens 10 im Längsschnitt dargestellt. Nachdem der Treibkolben 10 den unteren oder vorderen Kolbenumkehrpunkt an dem Puffer 110 erreicht hatte, wurde ein Hauptkammerrestdruck über die Druckentlastungsverbindung 109 abgelassen. Das hat zur Folge, dass der Hauptbrennkammerdruck in der Hauptbrennkammer 6 auf Umgebungsdruck absinkt und die Steuerhülse 34 druckgesteuert die Auspufföffnungen oder Druckentlastungsverbindungen 108, 109 wieder verschließt.

[0045] Durch eine Auskühlung des Bolzensetzgeräts 1 nach der Setzung entsteht in der Hauptbrennkammer 6 ein Unterdruck. Dieser Unterdruck in der Hauptbrennkammer 6 führt dazu, dass der Treibkolben 10 in seine Ausgangslage zurückgesogen oder zurückgesaugt wird. Hierbei wird durch einen Vorkammereinlass 140 an dem in Figur 7 linken Ende des Vorkammerzylinders 24 Frischluft in die Vorkammer 25 des Bolzensetzgeräts 1 gesogen oder gesaugt. Das Einsaugen der Frischluft ist in Figur 7 durch einen Pfeil 141 angedeutet.

[0046] Dem Vorkammereinlass 140 ist vorteilhaft ein einseitig wirkendes Rückschlagventil zugeordnet. Das Rückschlagventil umfasst zum Beispiel ein relativ großes Federblättchen, das zwar ein Einsaugen von Frischluft in die Vorkammer 25 ermöglicht, aber in umgekehrter Richtung ein unerwünschtes Ausströmen von mit Druck beaufschlagtem Brennstoff-Luftgemisch aus der Vorkammer 25 in die Umgebung verhindert.

[0047] Beim Abheben des Bolzensetzgeräts 1 mit dem Setzende 14, das in Figur 7 abgeschnitten dargestellt ist, von dem Untergrund wird die Brennraumhülse 84 wieder so verschoben, dass die Hauptbrennkammer 6 mit Umgebungsluft gespült werden kann, wie es in Figur 2 durch die Pfeile 81 und 82 angedeutet ist. Anschließend kann ein neuer Setzzyklus begonnen werden.

[0048] In den Figuren 8 bis 11 ist die Steuereinrichtung 30 alleine in verschiedenen Ansichten dargestellt. Die Steuereinrichtung 30 umfasst die Steuerhülse 34, die über das Kopplungselement 48 mit einer Kopplungshülse 100 verbunden ist. An einem freien Ende der Kopplungshülse 100, also dem in Figur 9 rechten Ende der Kopplungshülse 100, ist die als Ringfläche 46 ausgeführte Steuerdruckfläche 45 vorgesehen.

[0049] Die Kopplungshülse 100 ist über Schieberstangen 101, 102, 103, die teilweise den Schieber 50 darstellen, fest mit einem Verbindungsflansch 105 verbunden. Der Verbindungsflansch 105 verbindet die Steuerhülse 34 mit den Schieberstangen 101 bis 103. Auf der

anderen Seite sind die Schieberstangen 101 bis 103 über einen Verbindungsflansch 98 mit der Kopplungshülse 100 verbunden.

[0050] Jeder Schieberstange 101 bis 103 ist eine als Druckfeder ausgeführte Federeinrichtung 54, 55 zugeordnet. Die Federeinrichtungen 54, 55 werden im eingebauten Zustand der Steuereinrichtung 30 zwischen dem Verbindungsflansch 98 und den gehäusefesten Anschlüssen 56, 57 an dem Vorkammerzylinder 24 eingespannt.

[0051] Die Steuerhülse 34 dient dazu, die Durchtrittsöffnungen 31, 32; 117, 118 in dem Vorkammerzylinder 24 bedarfsabhängig freizugeben, wie in Figur 6 durch die Pfeile 91 bis 94 angedeutet ist. Zu diesem Zweck weist die Steuerhülse 34 die Durchtrittsöffnungen 37, 38; 117, 118 auf, die zum Öffnen der Entlüftungsverbindungen 108, 109 mit den Durchtrittsöffnungen 31, 32; 111, 112 in dem Vorkammerzylinder 24 zur Deckung gebracht werden.

[0052] In Figur 10 sieht man, dass die Rückschlagventileinrichtung 120 Ventilelemente 121 bis 123 umfasst, die durch einen Verbindungsringkörper 124 miteinander verbunden sind. Jedes der Ventilelemente 121 bis 123 umfasst zwei Schließelemente 127, 128, die Durchtrittsöffnungen 37; 118 der beiden Druckentlastungsverbindungen 108; 109 zugeordnet sind.

[0053] Die Ventilelemente 121 bis 123 mit den Schließelementen 127, 128 sind einstückig aus Federstahl gebildet. Die Herstellung der Ventilelemente 121 bis 123 mit den Schließelementen 127, 128 erfolgt zum Beispiel durch Laserstrahlschneiden. Der Verbindungsringkörper 124 kann ebenfalls durch Laserstrahlschneiden aus einem Federstahlmaterial hergestellt werden.

[0054] Das in Figur 12 dargestellte Bolzensetzgerät 1 ist zusätzlich mit einer Detektionseinrichtung 180 ausgestattet, die dazu dient, eine Position, eine Ausgangslage beziehungsweise einen Kolbenfehlstand des Treibkolbens 10 vor einer Setzung zu erfassen. Die Detektionseinrichtung 180 ist nur durch ein Rechteck angedeutet und zum Beispiel zwischen einem Innengehäuse und einem Außengehäuse des Setzgeräts 1 angeordnet.

[0055] Die Detektionseinrichtung 180 umfasst Kolbenendlagensensoren 181, 182 und ist steuerungsmäßig mit einer elektronischen Regelung 184 verbunden. Die steuerungsmäßigen Verbindungen sind durch gestrichelte Linien angedeutet.

[0056] Der Kolbenendlagensensor 181 ist an einem der Hauptbrennkammer 6 abgewandten Ende des Vorkammerzylinders 24 angeordnet. Der Kolbenendlagensensor 182 ist mit einer Magneteinrichtung 17 kombiniert, die eine Magnetrückhaltung für den Treibkolben 10 in seiner in Figur 12 dargestellten Ausgangslage darstellt.

[0057] Das Setzgerät 1 ist darüber hinaus mit einer Sensoreinrichtung 185 ausgestattet. Die Sensoreinrichtung 185 dient zur Erfassung von Umgebungseinflüssen, wie zum Beispiel einer Umgebungstemperatur oder einem Umgebungsdruck. Die Sensoreinrichtung 185 ist steuerungsmäßig ebenfalls mit der elektronischen Regelung 184 verbunden.

[0058] Die elektronische Regelung 184 ist über eine Steuerleitung 186 steuerungsmäßig auch mit einer Einspritzeinrichtung 187 verbunden. Die Einspritzeinrichtung 187 ist Teil der Einlasseinrichtung 27, über die Brenngas in die Vorkammer 25 eingespritzt wird. Die elektronische Regelung 184 ist darüber hinaus über eine Steuerleitung 188 steuerungsmäßig mit einer Einspritzeinrichtung 189 verbunden. Die Einspritzeinrichtung 189 ist Teil der Einlasseinrichtung 8, über die Brenngas in die Hauptbrennkammer 6 eingespritzt wird.

[0059] Der Kolbenendlagensensor 182 ist zum Beispiel als Näherungsschalter oder Kontaktschalter ausgeführt. Mit dem Kolbenendlagensensor 182 kann auf einfache Art und Weise erfasst werden, ob sich der Treibkolben 10 in seiner definierten Ausgangslage befindet, die in Figur 12 dargestellt ist.

[0060] Der Kolbenendlagensensor 181 kann vorteilhaft auch als Kolbenpositionssensor oder als Sensor zur Erfassung des Kolbenwegs des Treibkolbens 10 ausgeführt sein. Als Kolbenpositionssensor kann der Sensor 181 detektieren, ob der Treibkolben 10 mehr oder weniger als einen festgelegten Fehlstand aufweist. So kann mit dem Sensor 181 zum Beispiel erfasst werden, ob der Treibkolben 10 einen Fehlstand von mehr oder weniger als zum Beispiel dreißig Prozent aufweist.

[0061] Wenn der Sensor 181 als Sensor zur Erfassung des Kolbenwegs ausgeführt ist, dann kann mit dem Sensor 181 die Ausgangslage des Kolbens detektiert werden. Zu diesem Zweck ist der Sensor 181 zum Beispiel als Hallsensor ausgeführt und wirkt sensormäßig mit Rillen zusammen, die an oder in der Kolbenstange 11 des Treibkolbens 10 vorgesehen sind.

[0062] Mit Hilfe der elektronischen Regelung 184 wird unterschieden, wie groß ein von der Detektionseinrichtung 180 erfasster Kolbenfehlstand ist. Wenn der Kolbenfehlstand klein genug ist, um das Setzgerät 1 in der üblichen Art und Weise zu bedienen, dann erfolgt eine Einspritzung in beide Kammern 25, 6 und die Zündung erfolgt zunächst nur in der Vorkammer 25. Die Zündung in der Vorkammer 25 wird durch die Zündeinrichtung 26 ausgelöst, die der Vorkammer 25 zugeordnet ist.

[0063] Wenn der mit der Detektionseinrichtung 180 erfasste Kolbenfehlstand zwar klein genug ist, um das Setzgerät 1 in der üblichen Weise zu bedienen, aber einen gewissen ersten Grenzwert überschreitet, dann wird die Einspritzmenge in mindestens eine der Kammern 25, 6 angepasst. Beispielsweise kann bei einem eher geringen Kolbenfehlstand, bei welchem der Treibkolben 10 in einem gewissen Abstand zum hinteren Kolbenanschlag stehen geblieben ist, etwas mehr Brenngas in die Hauptbrennkammer 6 eingespritzt werden und entsprechend etwas weniger Gas in die Vorkammer 25. Durch diese Maßnahme bleibt das Brennstoff-Luft-Gemisch in beiden Kammern 25, 6 annähernd stöchiometrisch und lässt sich gut entzünden.

[0064] Wenn der Kolbenfehlstand, der mit der Detektionseinrichtung 180 erfasst wird, zu groß ist, also einen vorgegebenen zweiten Grenzwert überschreitet der grö-

ßer als der erste Grenzwert ist, dann wird das Setzgerät 1 nur in der Hauptbrennkammer 6 gezündet. Vorher wird eine angemessene Menge Brenngas in die Hauptbrennkammer 6 eingespritzt. In die Vorkammer 25 wird bei einem zu großen Kolbenfehlstand nicht eingespritzt.

[0065] Im Anschluss an die Einspritzung in die Hauptbrennkammer 6 wird nur die Hauptbrennkammer 6 gezündet, und zwar über die der Hauptbrennkammer 6 zugeordnete Zündeinrichtung 9. Dann wird das Setzgerät 1 zwar mit einer geringeren Energie betrieben, aber der Treibkolben 10 kommt nach der Setzung mit geringerer Energie in seine definierte Ausgangslage zurück, die in Figur 12 dargestellt ist. Danach kann ein normaler Setzzyklus mit einer Einspritzung in beide Kammern 25, 6 erfolgen.

[0066] Das in Figur 12 dargestellte Setzgerät 1 liefert folgende Vorteile gegenüber dem bekannten Stand der Technik: höhere Zuverlässigkeit, weil das in Figur 12 dargestellte Setzgerät sicherstellt, dass die Vorkammer und die Hauptkammervverbrennung durch die stöchiometrische Gemischaufbereitung zuverlässig ist. Es kommt nicht zu Zündversagern oder zu schwachen Verbrennungen, welche letztendlich zu geringerer Energie führen. Bei dem Setzgerät 1 in Figur 12 wird sichergestellt, dass durch die Regelung der Einspritzmenge die Geräteenergie konstant bleibt. Das gilt natürlich nicht für den Fall, wenn zur Kolbenfehlstands-beseitigung nur in der Hauptbrennkammer 6 gezündet wird.

[0067] Darüber hinaus liefert das in Figur 12 dargestellte Setzgerät 1 den Vorteil, dass ein größerer Kolbenfehlstand automatisch detektiert wird. Dann kann automatisch eine Setzung mit geringerer Energie und nur mit einer Hauptkammerzündung ausgelöst werden. Dadurch kommt der Treibkolben 10 in seine definierte Ausgangslage und das Setzgerät 1 funktioniert beim nächsten Setzzyklus wieder normal.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines brennkraftbetriebenen Setzgeräts (1) zum Eintreiben von Befestigungselementen in einen Untergrund, mit mindestens einer Hauptbrennkammer (6) für einen Brennstoff, mit einem Treibkolben (10), der über expandierbare Gase aus der Hauptbrennkammer (6) in einer Setzrichtung (15) antreibbar ist, und mit einer Vorkammer (25), der eine Zündeinrichtung (26) zugeordnet ist und in der vor der Zündung eines Brennstoff-Luft-Gemischs in der Hauptbrennkammer (6) ein auf die Hauptbrennkammer (6) wirkender Druck aufbaubar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Treibkolben (10) eine Detektionseinrichtung (180) zugeordnet ist, die steuerungsmäßig mit einer elektronischen Regelung (184) verbunden ist, um eine Ausgangslage des Treibkolbens (10) vor einer Setzung zu erfassen, wobei eine Einspritzmenge von Brenngas in die Vorkammer (25) und/oder in die

Hauptbrennkammer (6) in Abhängigkeit von der Ausgangslage des Treibkolbens (10) gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Treibkolben (10) zugeordnete Detektionseinrichtung (180) einen Kolbenendlagensensor (182) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenendlagensensor (182) einen Näherungsschalter, einen Kontaktschalter und/oder einen induktiven Schalter umfasst.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dem Treibkolben (10) zugeordnete Detektionseinrichtung (180) einen Kolbenpositionssensor (181) umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenpositionssensor (181) einen Hallsensor umfasst, dem Rillen an dem Treibkolben (10) zugeordnet sind.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Setzgerät (1) eine Steuereinrichtung (30) umfasst, über welche die Setzenergie aus einem Differenzdruck zwischen der Hauptbrennkammer (6) und einem Umgebungsdruck bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronische Regelung (184) steuerungsmäßig mit einer Sensoreinrichtung (185) zur Erfassung von Umgebungsbedingungen des Setzgeräts (1) verbunden ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Vorkammer und/oder in der Hauptbrennkammer eine Zündeinrichtung angeordnet ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur in die Hauptbrennkammer (6) Brenngas eingespritzt und gezündet wird, falls ein Kolbenfehlstand einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur in die Vorkammer (25) Brenngas eingespritzt und gezündet wird, falls ein Kolbenfehlstand einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Vorkammer (25) und in die Hauptbrennkammer (6) Brenngas ein-

gespritzt und mit einer Zeitdifferenz gezündet wird, wobei die Zeitdifferenz aufgrund von Sensorsignalen berechnet wird.

12. Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm in der elektronischen Regelung des Setzgeräts (1) ausgeführt wird.

Claims

1. Method for operating a fuel-operated setting tool (1) for driving fastening elements into a substrate, comprising at least one main combustion chamber (6) for a fuel, a driving piston (10), which can be driven out of the main combustion chamber (6) in a setting direction (15) by expandable gases, and a pre-chamber (25), to which an ignition device (26) is assigned and in which a pressure acting on the main combustion chamber (6) can build up prior to a fuel-air mixture being ignited in the main combustion chamber (6), **characterized in that** the driving piston (10) is assigned a detection device (180), which is connected to an electronic feedback control device (184) for control purposes, in order to detect an initial position of the driving piston (10) prior to a setting operation, wherein an amount of fuel injected into the pre-chamber (25) and/or into the main combustion chamber (6) is controlled on the basis of the starting position of the driving piston (10).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the detection device (180) assigned to the driving piston (10) comprises a piston end-position sensor (182).
3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the piston end-position sensor (182) comprises a proximity switch, a contact switch and/or an inductive switch.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the detection device (180) assigned to the driving piston (10) comprises a piston position sensor (181).
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the piston position sensor (181) comprises a Hall effect sensor, to which grooves on the driving piston (10) are assigned.
6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the setting tool (1) comprises a control device (30), by means of which the setting energy is determined from a differential pressure between the main combustion chamber (6) and an am-

bient pressure.

7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the electronic feedback control device (184) is connected to a sensor device (185) for control purposes to detect ambient conditions of the setting tool (1).
8. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** an ignition device is arranged in the pre-chamber and/or in the main combustion chamber.
9. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** fuel is only injected into the main combustion chamber (6) and ignited if an incorrect position of the piston exceeds a prescribed limit value.
10. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** fuel is only injected into the pre-chamber (25) and ignited if an incorrect position of the piston exceeds a prescribed limit value.
11. Method according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** fuel is injected into the pre-chamber (25) and into the main combustion chamber (6) and ignited with a time difference, wherein the time difference is calculated on the basis of sensor signals.
12. Computer program product with a program code for carrying out a method according to one of Claims 1 to 11 when the program is performed in the electronic feedback control device of the setting tool (1).

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'un outil d'enfoncement (1) entraîné par moteur à combustion, pour enfoncer des éléments de fixation dans un subjectile, comprenant au moins une chambre de combustion principale (6) pour un combustible, un piston d'entraînement (10) qui peut être entraîné par des gaz expansibles provenant de la chambre de combustion principale (6) dans une direction d'enfoncement (15), et comprenant une préchambre (25) qui est associée à un dispositif d'allumage (26) et dans laquelle, avant l'allumage d'un mélange air-combustible dans la chambre de combustion principale (6), une pression agissant sur la chambre de combustion principale (6) peut être augmentée, **caractérisé en ce que** le piston d'entraînement (10) est associé à un dispositif de détection (180) qui est connecté par commande à une régulation électronique (184) afin de détecter une position de départ du piston d'entraînement (10) avant un enfoncement, une quantité d'injection de gaz combustible dans la préchambre (25) et/ou dans la chambre de combustion principale

(6) étant commandée en fonction de la position de départ du piston d'entraînement (10).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection (180) associé au piston d'entraînement (10) comprend un capteur (182) de position finale du piston.
3. Procédé la revendication 2, **caractérisé en ce que** le capteur (182) de position finale du piston comprend un commutateur de proximité, un commutateur de contact et/ou un commutateur à induction.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection (180) associé au piston d'entraînement (10) comprend un capteur (181) de position du piston.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le capteur (181) de position du piston comprend un capteur à effet de Hall, auquel sont associées des rainures sur le piston d'entraînement (10).
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'appareil d'enfoncement (1) comprend un dispositif de commande (30) par le biais duquel l'énergie d'enfoncement est déterminée à partir d'une différence de pression entre la chambre de combustion principale (6) et une pression de l'environnement.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la régulation électronique (184) est connectée par commande à un dispositif de capteur (185) pour détecter des conditions environnementales de l'appareil d'enfoncement (1).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** dispositif d'allumage est disposé dans la préchambre et/ou dans la chambre de combustion principale.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** du gaz de combustion est injecté seulement dans la chambre de combustion principale (6) et est allumé, si un état incorrect du piston dépasse une valeur limite prédéfinie.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** du gaz de combustion est injecté et allumé seulement dans la préchambre (25), si un état incorrect du piston dépasse une valeur limite prédéfinie.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** du gaz de combustion

est injecté dans la préchambre (25) et dans la chambre de combustion principale (6) et est allumé avec un décalage temporel, le décalage temporel étant calculé sur la base de signaux de capteur.

5

12. Produit de programme informatique comprenant un code de programme pour mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, lorsque le programme est exécuté dans la régulation électronique de l'appareil d'enfoncement (1).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

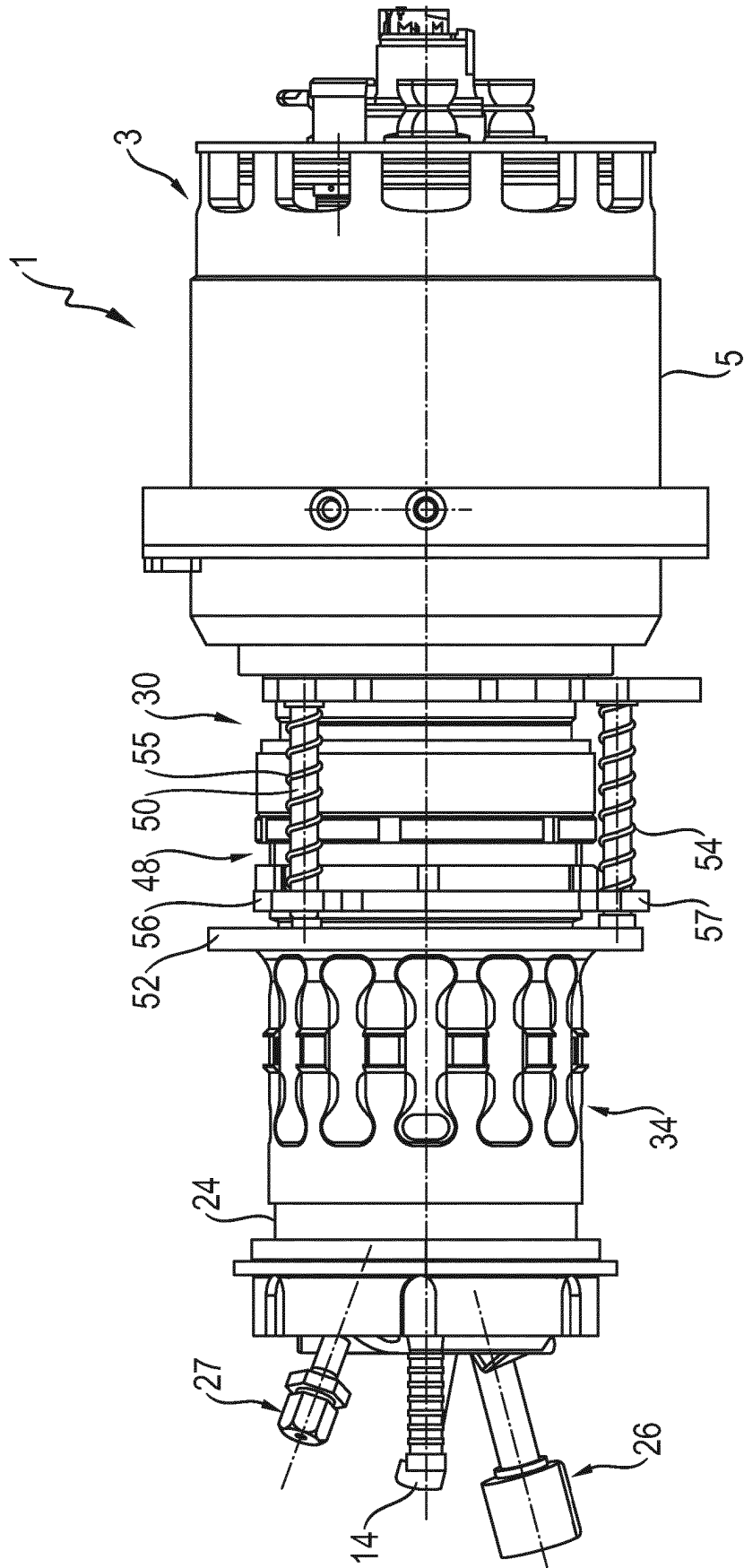


Fig. 1

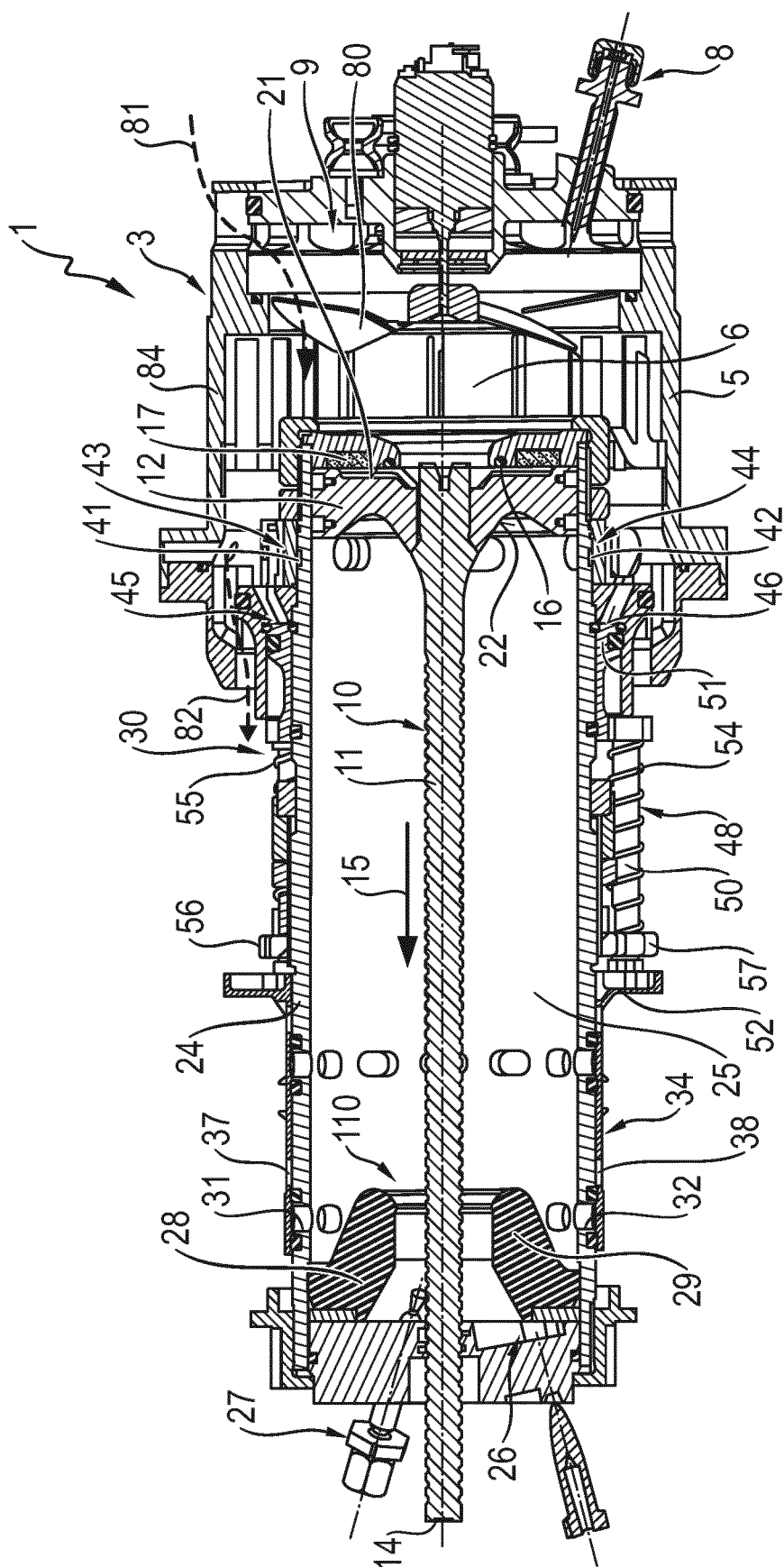


Fig. 2

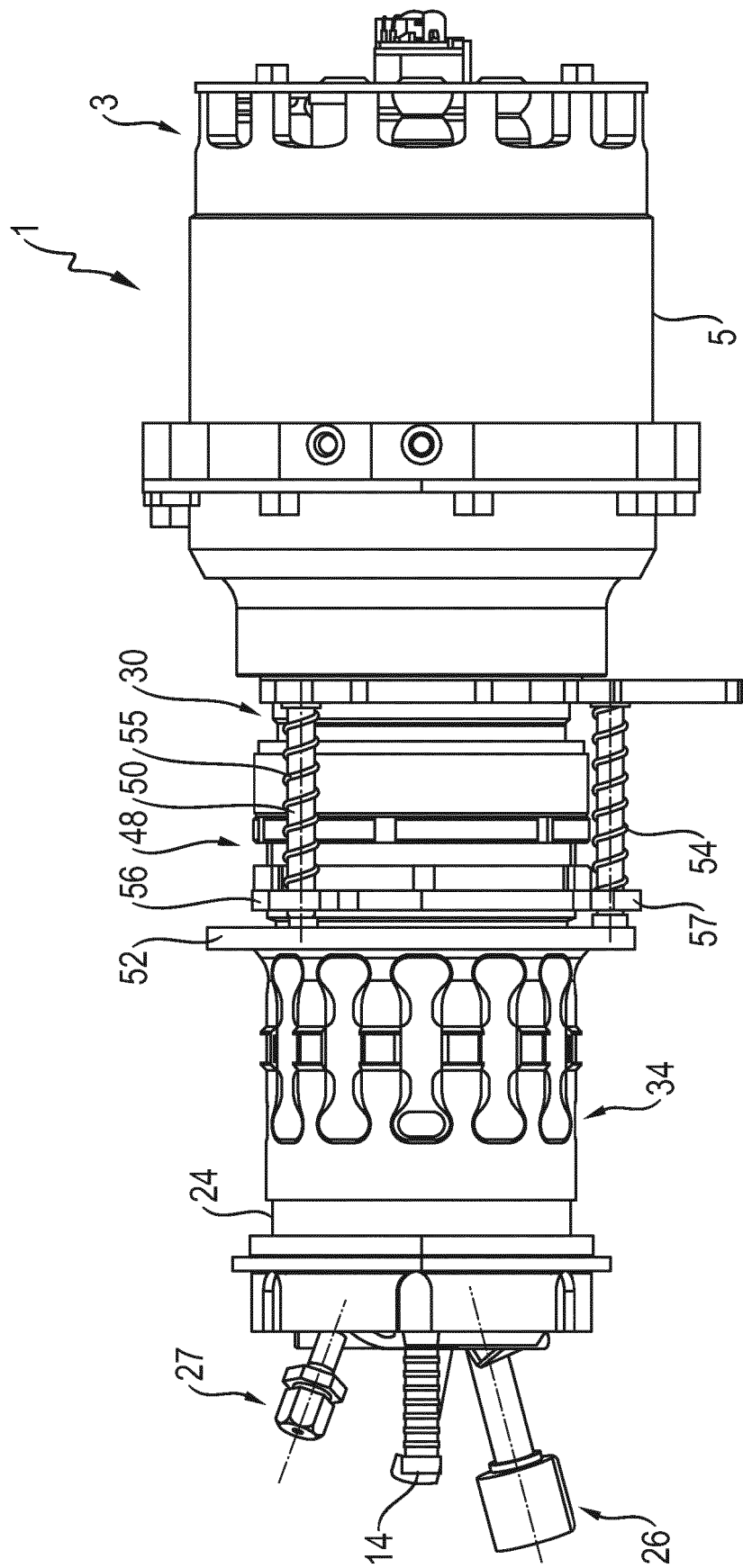


Fig. 3

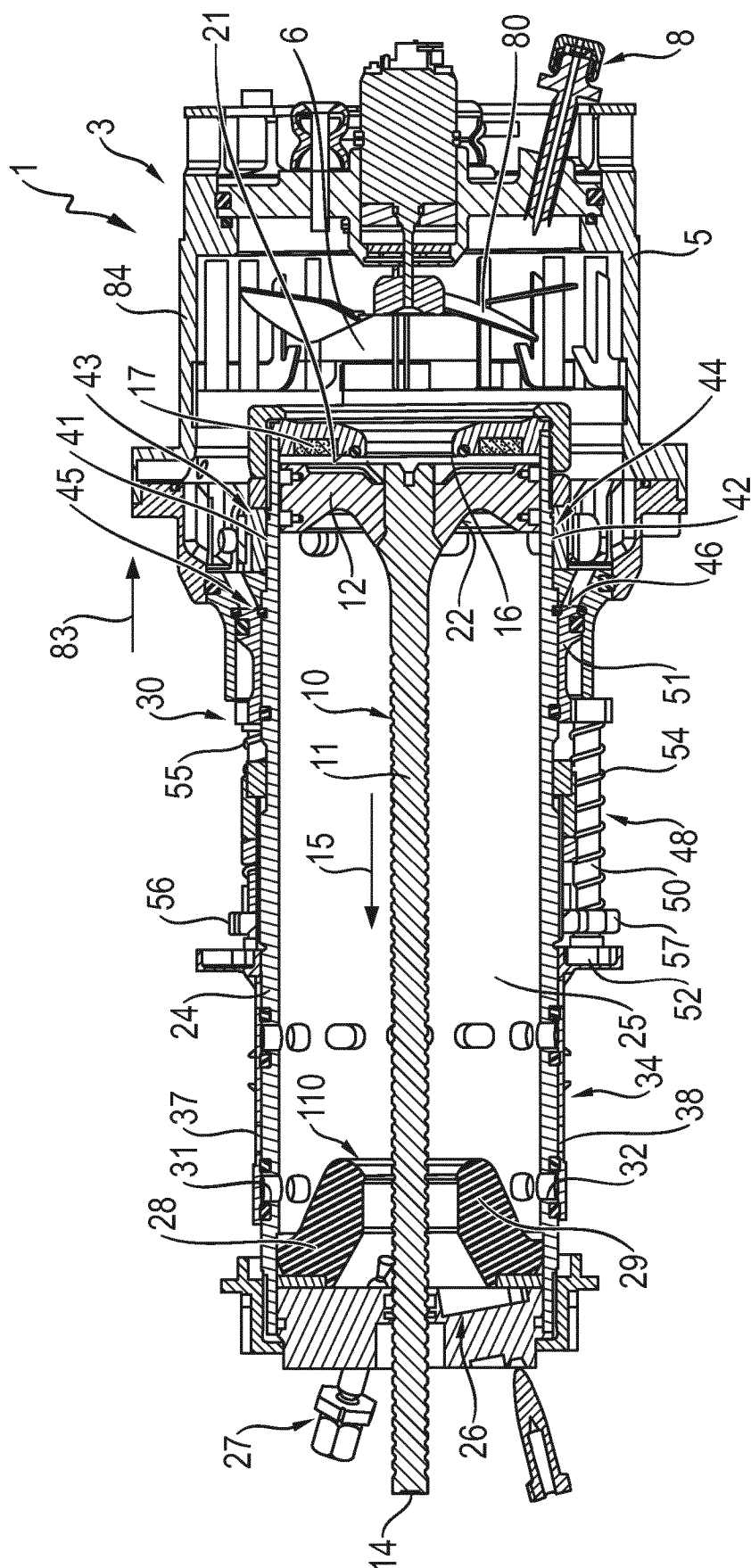


Fig. 4

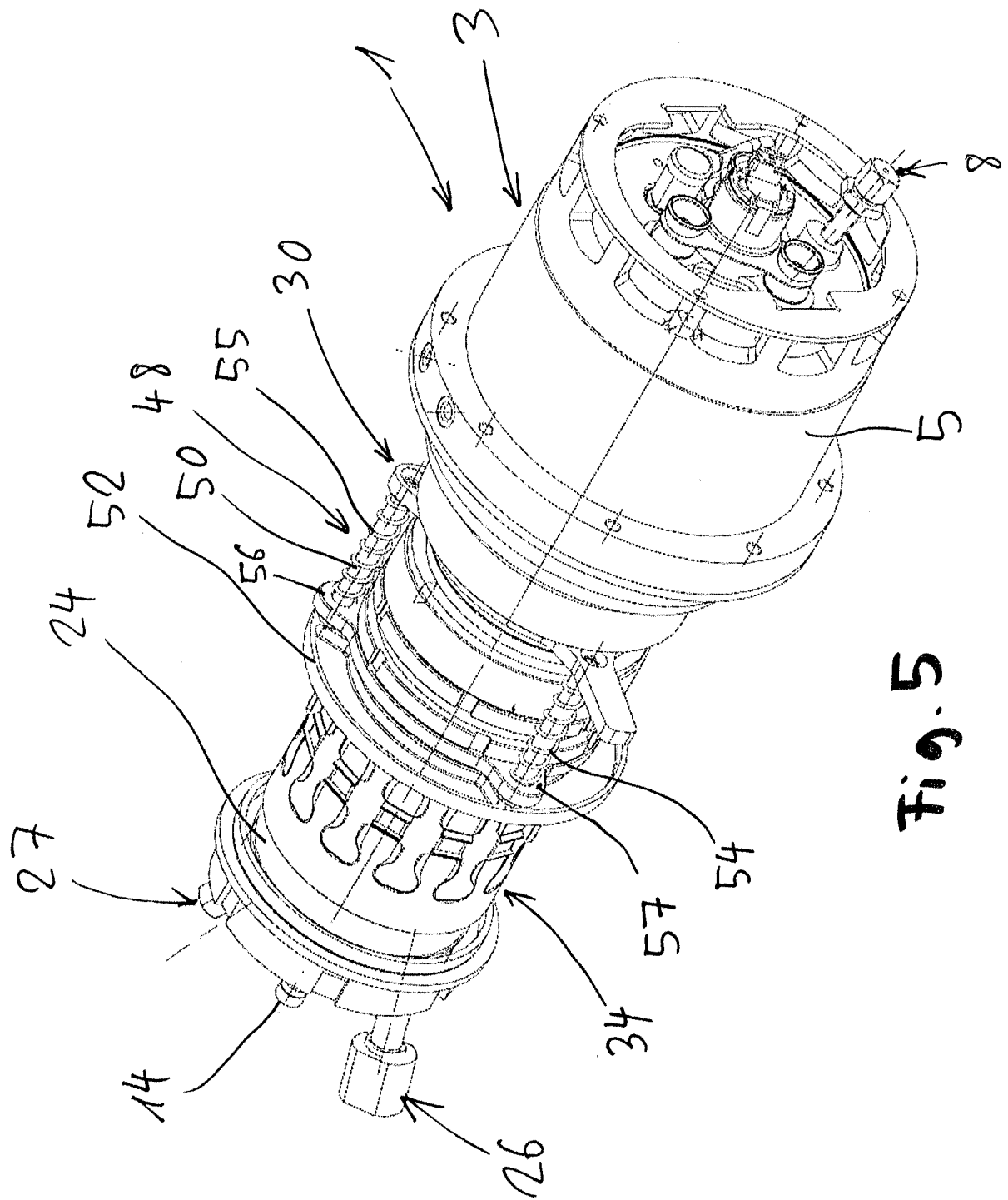


Fig. 5

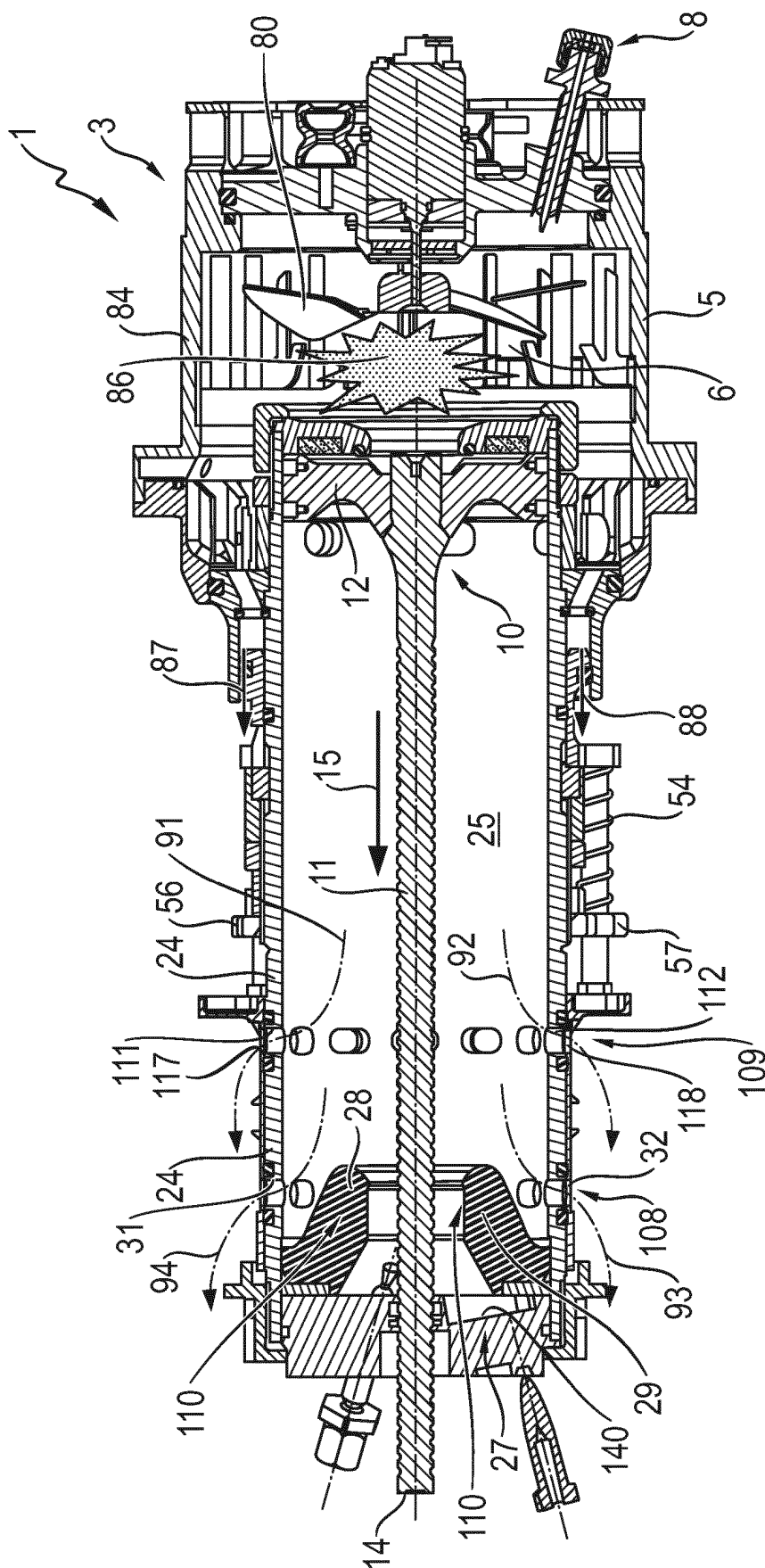


Fig. 6

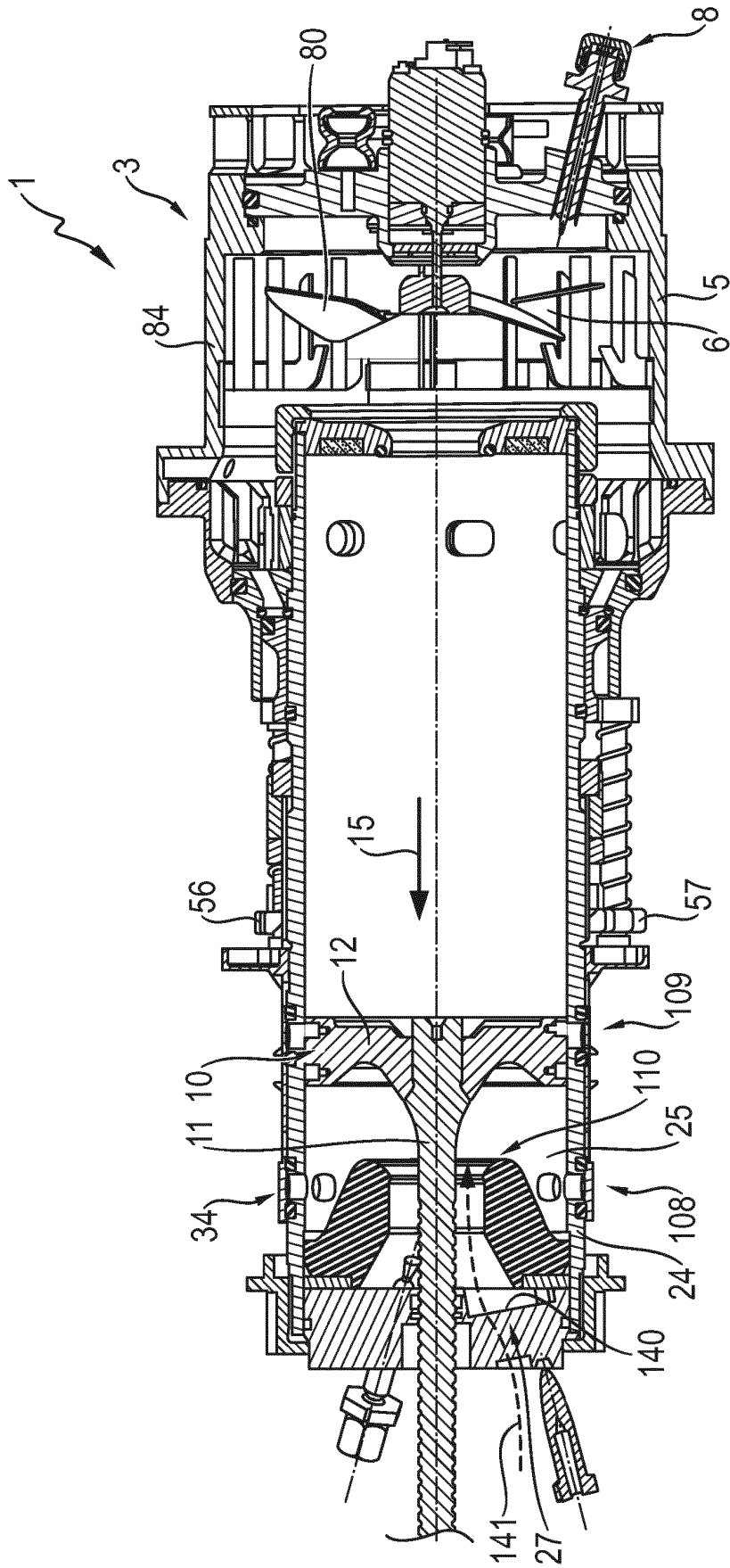


Fig. 7

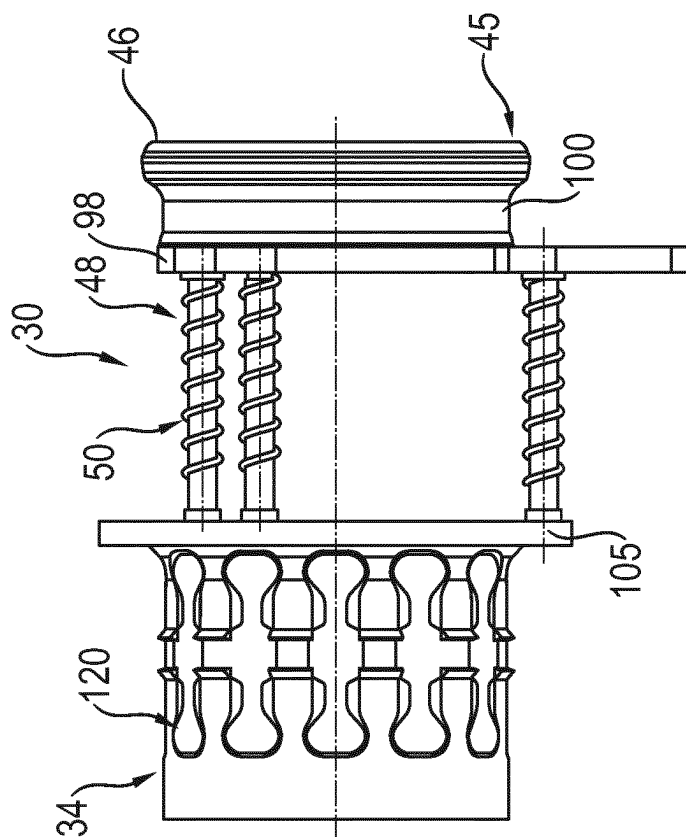


Fig. 9

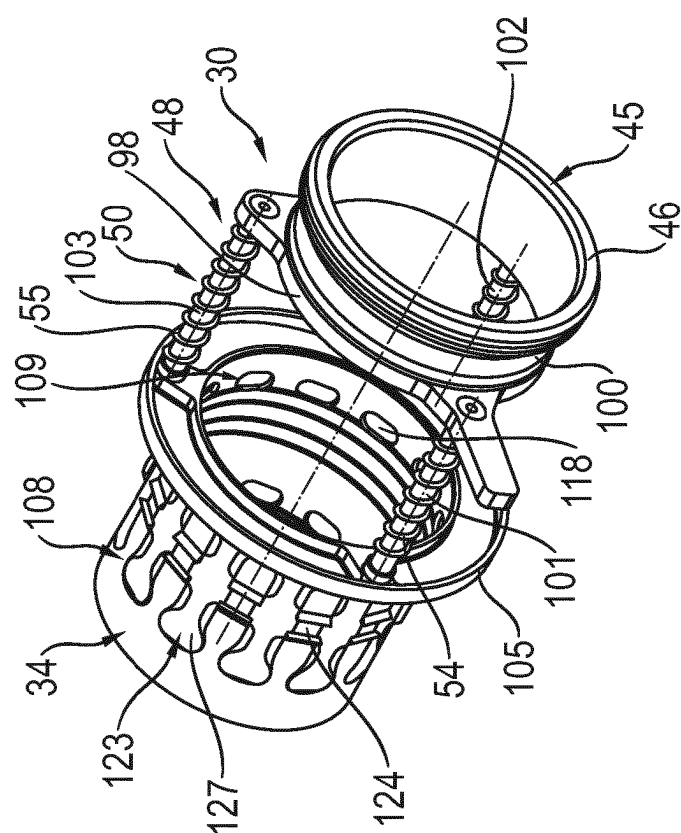


Fig. 8

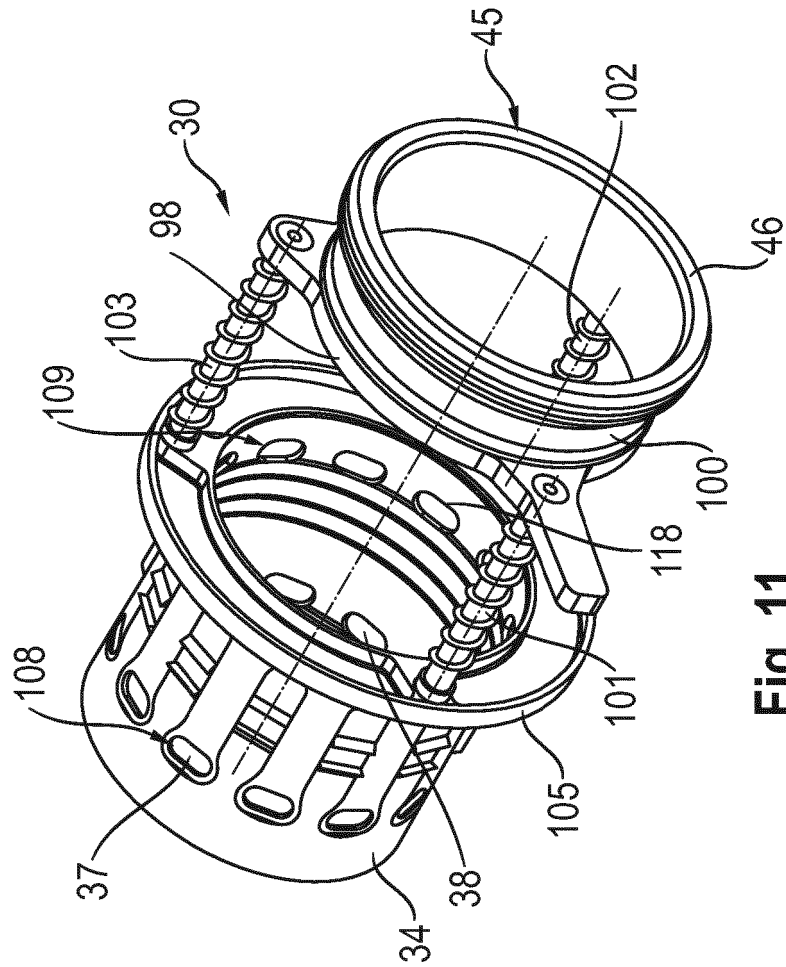


Fig. 11

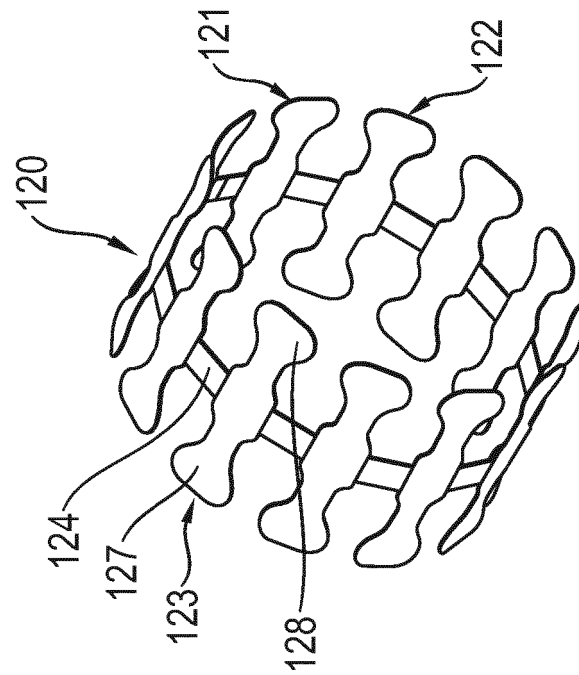


Fig. 10

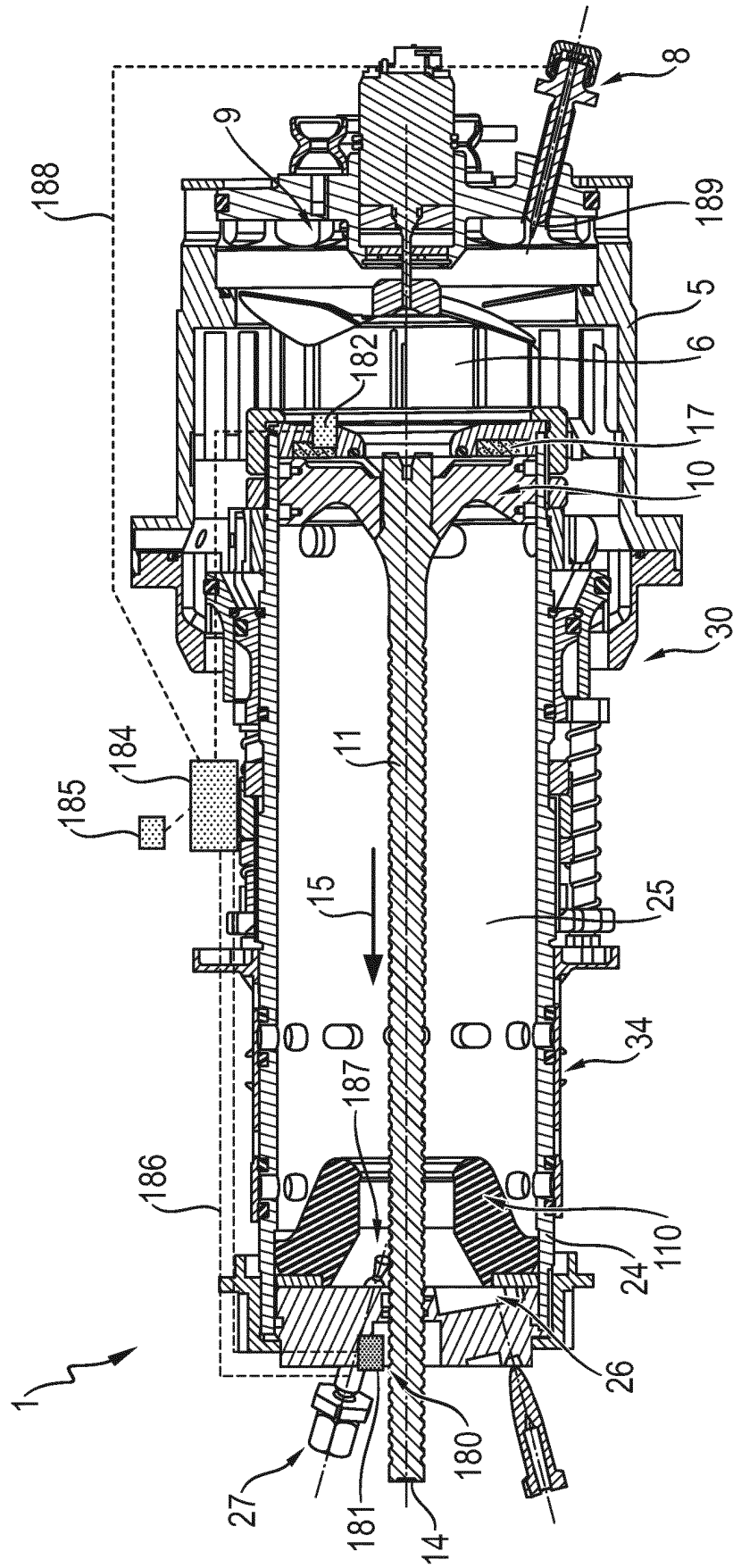


Fig. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 42433617 A1 [0002]
- EP 2106883 A1 [0003]
- DE 10232035 A1 [0004]