

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 51061/2019
(22) Anmeldetag: 05.12.2019
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2021

(51) Int. Cl.: ***F02B 19/12*** (2006.01)
F02B 19/18 (2006.01)
F01L 3/22 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2004204835 A
GB 2554719 A
US 4036202 A
JP 2018172975 A
DE 102015210669 A
WO 2016187628 A1
JP 2009299592 A
US 4064850 A
RU 95109066 A
RU 2133351 C1
DE 900157 C
DE 675154 C

(71) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

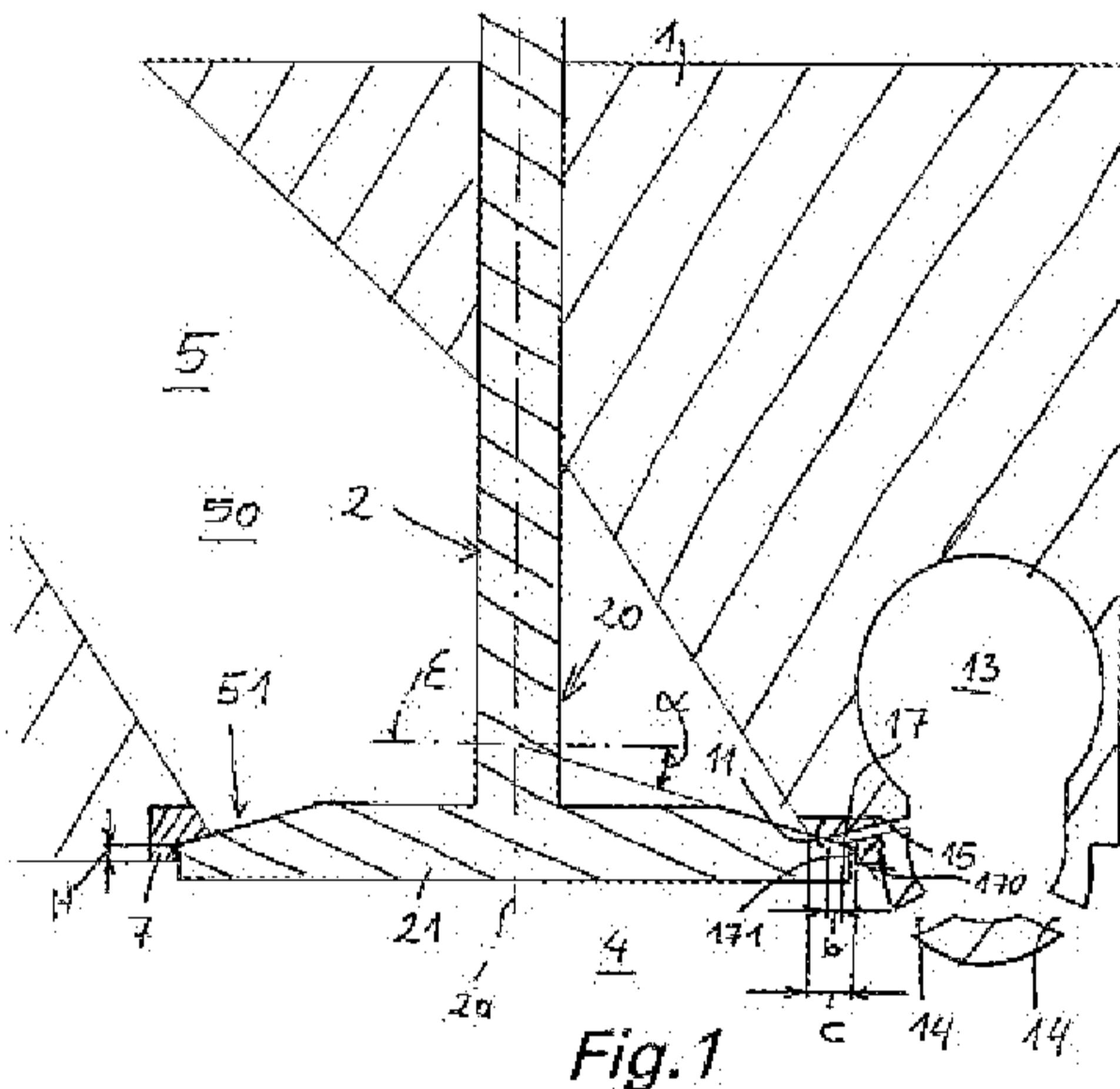
(72) Erfinder:
LEICHTFRIED Christoph
8045 Graz (AT)
GRILLENNBERGER Dieter Dipl.Ing. (FH)
8072 FERNITZ (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) ZYLINDERKOPF EINER BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) einer Brennkraftmaschine mit einem insbesondere passiven Vorkammerzündsystem mit zumindest einer Vorkammer (13), welche mit einem Brennraum (4) strömungsverbunden ist, zumindest einem in den Brennraum (4) mündenden Gaswechselkanal (5, 6), dessen Mündungsöffnung (51, 61) durch ein zwischen zumindest einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung bewegbares Hubventil (2, 3) steuerbar ist, welches in seiner Schließstellung auf einer zylinderkopffesten Ventilsitzfläche (11, 12) aufliegt, wobei die Vorkammer (13) über zumindest einen Verbindungskanal (15, 16) mit dem Gaswechselkanal (5, 6) strömungsverbindbar ist.

Um die Verbrennungsstabilität und den Wirkungsgrad der Verbrennung mit geringem Aufwand zu steigern, ist vorgesehen, dass der Verbindungskanal (15, 16) im Bereich der Ventilsitzfläche (11, 12) in den Gaswechselkanal (5, 6) einmündet, wobei die Mündung (17, 18) des Verbindungskanals (15, 16) in der Schließposition des Hubventils (2, 3) durch das Hubventil (2, 3), vorzugsweise durch einen Ventilteller (21, 31) des Hubventils (2, 3), verschlossen und in der zumindest einen Öffnungsstellung des Hubventils (2, 3) freigegeben ist.



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

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) einer Brennkraftmaschine mit einem insbesondere passiven Vorkammerzündsystem mit zumindest einer Vorkammer (13), welche mit einem Brennraum (4) strömungsverbunden ist, zumindest einem in den Brennraum (4) mündenden Gaswechselkanal (5, 6), dessen Mündungsöffnung (51, 61) durch ein zwischen zumindest einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung bewegbares Hubventil (2, 3) steuerbar ist, welches in seiner Schließstellung auf einer zylinderkopffesten Ventilsitzfläche (11, 12) aufliegt, wobei die Vorkammer (13) über zumindest einen Verbindungskanal (15, 16) mit dem Gaswechselkanal (5, 6) strömungsverbindbar ist.

Um die Verbrennungsstabilität und den Wirkungsgrad der Verbrennung mit geringem Aufwand zu steigern, ist vorgesehen, dass der Verbindungskanal (15, 16) im Bereich der Ventilsitzfläche (11, 12) in den Gaswechselkanal (5, 6) einmündet, wobei die Mündung (17, 18) des Verbindungskanals (15, 16) in der Schließposition des Hubventils (2, 3) durch das Hubventil (2, 3), vorzugsweise durch einen Ventilteller (21, 31) des Hubventils (2, 3), verschlossen und in der zumindest einen Öffnungsstellung des Hubventils (2, 3) freigegeben ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine mit einem insbesondere passiven Vorkammerzündsystem mit zumindest einer Vorkammer, welche mit einem Brennraum strömungsverbunden ist, zumindest einem in den Brennraum mündenden Gaswechselkanal, dessen Mündungsöffnung durch ein zwischen zumindest einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung bewegbares Hubventil steuerbar ist, welches in seiner Schließstellung auf einer - vorzugsweise durch einen mit dem Zylinderkopf fest verbundenen Ventilsitzring gebildeten - zylinderkopffesten Ventilsitzfläche aufliegt, wobei die Vorkammer über zumindest einen Verbindungskanal mit dem Gaswechselkanal strömungsverbindbar ist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben der Brennkraftmaschine.

Vorkammerzündsysteme (PCI=Pre Chamber Ignition) erhöhen die Leistung und den Wirkungsgrad bei fremdgezündeten Brennkraftmaschinen. Allerdings reagieren solche Verbrennungssysteme sehr sensibel auf Änderungen bei der Abgasrückführung (EGR=Exhaust Gas Recirculation) in der Vorkammer.

Bei Vorkammerzündsystemen für fremdgezündete Brennkraftmaschinen wird zwischen aktiven und passiven Vorkammerzündsystemen unterschieden.

Aktive PCI-Systeme benötigen spezielle Zündstrahleinheiten und weisen zusätzliche Kraftstoffeinbringvorrichtungen in die Vorkammer auf, wodurch die Vorkammer gespült und von EGR-Anteilen befreit wird.

Passive PCI-Systeme arbeiten ohne zusätzliche Kraftstoffzufuhr in die Vorkammer, wodurch ein Anteil an EGR in der Vorkammer verbleiben kann, was sich nachteilig auf Verbrennungsstabilität und Wirkungsgrad der Verbrennung auswirkt.

Es sind verschiedene Systeme zum Spülen der Vorkammer bekannt.

Aus der DE 10 2015 210 669 A1 ist eine Gasbrennkraftmaschine mit Gemischgespülter Vorkammer bekannt. Dabei ist eine mit dem Brennraum im Zylinder verbundene Vorkammer über einen Verbindungskanal mit einem Einlasskanal verbindbar. Im Verbindungskanal ist ein Absperrelement angeordnet, welche als Rückschlagventil oder als ansteuerbares Absperrelement ausgebildet ist. Ähnliche

Anordnungen sind aus der WO 2016/187628 A1, der JP 2009-299592 A oder der US 4,064,850 A bekannt.

Die Veröffentlichungen RU 2 096 634 C1 uns RU 2 133 351 C1 offenbaren Brennkraftmaschinen mit jeweils einer mit einem Brennraum verbundenen Vorkammer, welche über einen Verbindungskanal mit einem durch ein Hubventil gesteuerten Gaswechselkanal verbunden ist. Der Ventilschaft des Hubvents ist dabei als Schieberventil ausgebildet, welches über Steuerkanten den Strömungsquerschnitt des Verbindungskanals öffnet oder schließt. Eine ähnliche Anordnung ist auch aus der DE 900 157 C oder der DE 675 154 C bekannt.

Die JP 2018-172975 A offenbart eine Brennkraftmaschine mit einer Vorkammer, welche mit dem Brennraum über Übertrittskanäle strömungsverbunden ist. Die Vorkammer ist weiters über Verbindungskanäle mit einem Einlasskanal verbindbar. Die Mündungen der Verbindungskanäle sind dabei auf der dem Brennraum zugewandten Seite des Ventilsitzringes, also – bezogen auf die Einlassströmung durch den Einlasskanal - stromabwärts des Ventilsitzringes angeordnet. Die Mündungen der Verbindungskanäle können in keiner Hubposition des Einlassvents durch dieses geschlossen werden. In einer Zwischenöffnungsposition des Einlassvents sind die Verbindungskanäle mit dem Einlasskanal strömungsverbunden – es kann Einlassluft über die Verbindungskanäle in die Vorkammer einströmen. Beim Maximalhub des Einlassvents strömt die Einlassluft an den Mündungen der Verbindungskanäle vorbei in den Brennraum. In der Schließposition des Einlassvents sind die Verbindungskanäle mit dem Brennraum verbunden – der Inhalt der Vorkammer kann auch über die Verbindungskanäle in den Brennraum strömen.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei Brennkraftmaschinen mit insbesondere passiven PCI-Systemen die Verbrennungsstabilität und den Wirkungsgrad der Verbrennung mit geringem Aufwand zu steigern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der Verbindungskanal im Bereich der Ventilsitzfläche in den Gaswechselkanal einmündet, wobei die Mündung des Verbindungskanals durch das Hubventil, vorzugsweise durch einen Ventilteller des Hubvents, in dessen Schließposition verschlossen und der zumindest einen Öffnungsstellung des Hubvents freigegeben ist. Vorzugsweise ist die Mündung des Verbindungskanals in der Ventilsitzfläche angeordnet.

Um eine komplette Abdichtung der Mündung durch den Ventilteller des sich in der Schließposition befindlichen Hubventils zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn die Mündung vollständig von der Ventilsitzfläche umgeben ist. Günstiger Weise ist die Ventilsitzfläche unter einem Winkel zwischen 0° bis 60° geneigt zu einer Normalebene auf die Ventilhubachse des Hubventils angeordnet. Dadurch ist gewährleistet, dass die Mündung des Verbindungskanals bereits bei geringem Ventilhub geöffnet ist, sodass die Strömungsverbindung zwischen dem Gaswechselkanal und der Vorkammer frei gegeben ist.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass zumindest ein Gaswechselkanal als Einlasskanal ausgebildet ist, dessen Mündungsöffnung durch ein ein Einlassventil bildendes Hubventil steuerbar ist, wobei die Vorkammer über zumindest einen ersten Verbindungskanal mit dem Einlasskanal strömungsverbindbar ist. Der erste Verbindungskanal mündet dabei im Bereich einer ersten Ventilsitzfläche des Einlasskanals in den Einlasskanal ein, wobei die Mündung des ersten Verbindungskanals in der Schließposition des Einlassventils durch das Einlassventil, vorzugsweise durch den Ventilteller des Einlassventils, verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Einlassventils freigegeben ist.

Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung bei einer Brennkraftmaschine, bei der zumindest ein Gaswechselkanal als Auslasskanal ausgebildet ist, dessen Mündungsöffnung durch ein ein Auslassventil bildendes Hubventil steuerbar ist, sieht vor, dass die Vorkammer über zumindest einen zweiten Verbindungskanal mit dem Auslasskanal strömungsverbindbar ist, wobei der zweite Verbindungskanal im Bereich einer zweiten Ventilsitzfläche des Auslasskanals in den Auslasskanal einmündet, wobei die Mündung des zweiten Verbindungskanals in der Schließposition des Auslassventils durch das Auslassventil, vorzugsweise durch den Ventilteller des Auslassventils, verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Auslassventils freigegeben ist.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Betreiben der Brennkraftmaschine, welches vorsieht, dass während des Einlasshubes zumindest eines Einlassventils die Mündungsöffnung des ersten Verbindungskanals durch das Einlassventil freigegeben wird und in einem Bereich am Ende des Einlasshubes Frischgas aus dem Einlasskanal über den ersten

Verbindungskanal in die Vorkammer strömt, wobei die Vorkammer gespült wird. Während des Spülens strömt Abgas aus der Vorkammer über zumindest einen Übertrittskanal in den Brennraum strömt.

In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist weiters vorgesehen, dass während des Auslasshubes zumindest eines Auslassventils die Mündungsöffnung des zweiten Verbindungskanals durch das Auslassventil freigegeben wird und in einem Bereich am Beginn des Auslasshubes Abgas aus der Vorkammer über den zweiten Verbindungskanal in den Auslasskanal strömt.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der in den Figuren gezeigten nicht einschränkenden Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einem Detailschnitt durch einen Gaswechselkanal in einer ersten Ausführungsvariante mit einem geschlossenen Hubventil,

Fig. 2 diesen Zylinderkopf mit einem teilweise geöffneten Hubventil,

Fig. 3 eine Hubkurve der Gaswechselventile dieses Zylinderkopfes,

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Zylinderkopf in einem Detailschnitt durch einen Gaswechselkanal in einer zweiten Ausführungsvariante mit teilweise geöffneten Hubventilen und

Fig. 5 eine Hubkurve der Gaswechselventile dieses Zylinderkopfes.

Die Fig. 1, 2 und 4 zeigen jeweils ein Detail eines Zylinderkopfes 1 einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit einem passiven Vorkammerzündsystem in einem Schnitt in einer durch die Ventilachse 2a, 3a zumindest eines Hubventiles 2, 3 verlaufenden Ebene.

In den dargestellten Ausführungsvarianten weist der Zylinderkopf 1 jeweils zumindest einen in einen Brennraum 4 mündenden Gaswechselkanal 5, 6 auf, welcher über ein Hubventil 2, 3 gesteuert wird. Im Bereich der Mündungsöffnung 51, 61 des Gaswechselkanals 5, 6 in den Brennraum 4 ist ein Ventilsitzring 7, 8 in den Zylinderkopf 1 eingepresst. In der Schließstellung liegt der Ventilteller 9, 10

des Hubventsils 2, 3 auf einer ringförmigen Ventilsitzfläche 11, 12 des Ventilsitzringes 7, 8 auf, welche geneigt zu einer Normalebene ε auf die Hubachse 2a, 3a angeordnet ist. Der Neigungswinkel a der Ventilsitzfläche 11, 12 zur Normalebene ε beträgt beispielsweise zwischen 0° und 60° .

Der Zylinderkopf 1 weist weiters zumindest eine Vorkammer 13 eines passiven Vorkammerzündsystems auf. Die Vorkammer 13 ist über einen oder mehrere Übertrittskanäle 14 mit dem Brennraum 4 strömungsverbunden. Die Vorkammer 13 ist über zumindest einen Verbindungskanal 15, 16 mit dem Gaswechselkanal 5, 6 verbindbar. Jeder Verbindungskanal 15, 16 geht von der Vorkammer 13 aus und mündet im Bereich der Ventilsitzfläche 11, 12 in den jeweiligen Gaswechselkanal 5, 6 ein, wobei die in der Ventilsitzfläche 11, 12 angeordnete Mündung 17, 18 des Verbindungskanals 15, 16 in der Schließposition des jeweiligen Hubventsils 2, 3 durch den Ventilteller 21, 31 des Hubventsils 2, 3 verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Hubventsils 2, 3 freigegeben ist. Die Mündung 17 ist vollständig von der Ventilsitzfläche 11 umgeben, um ein komplettes Abdichten der Mündung 17 durch den Ventilteller 21 zu ermöglichen. Insbesondere ist die radiale Erstreckung b der Mündung 17, 18 in Bezug auf die Hubachse 2a kleiner als die radiale Ausdehnung c der Ventilsitzfläche 11, 12.

Durch den Neigungswinkel a der Ventilsitzfläche von mindestens 0° kann die Mündung 17, 18 des Verbindungskanals 15, 16 bereits bei geringem Öffnungshub des Hubventsils 2, 3 frei gegeben werden.

Anschließend an die Ventilsitzfläche 11, 12 ist zumindest im Bereich der Mündung 17, 18 ein Absatz 170, 180 mit einer im Wesentlichen konzentrisch zur Hubachse 2a, 3a des Hubventsils 2, 3 ausgebildeten Mantelfläche 171, 181 angeordnet, welche bis zu einem definierten Ventilhub Δh vom Ventilteller 9, 10 des Hubventsils 2, 3 überdeckt und ab dem definierten Ventilhub Δh freigestellt ist. Die Höhe H des Absatzes 170, 180 entspricht somit den definierten Ventilhub Δh .

Die im Wesentlichen zylindrische Mantelfläche 171, 181 ist so angeordnet, dass sie bis zu einem definierten Ventilhub Δh vom Ventilteller 9, 10 des Hubventsils 2, 3 überdeckt und ab dem definierten Ventilhub Δh freigestellt ist. Wie aus Fig. 2 und 4 ersichtlich ist, bleibt bis zum definierten Ventilhub Δh des Hubventsils 2, 3 die Mündungsöffnung 51, 61 des Gaswechselkanals 5, 6 in den Brennraum 4 verschlossen. Frischluft kann aber gemäß dem Pfeil S1 vom Gaswechselkanal 5 in

die Vorkammer 13 und von der Vorkammer 13 über die Übertrittskanäle 14 in den Brennraum 4 strömen, wie durch die strichlierten Pfeile S2 angedeutet ist.

Bei den Fig. 1, 2 und 4 ist zumindest ein Gaswechselkanal 5 als Einlasskanal 50 ausgebildet, dessen Mündungsöffnung 51 durch ein ein Einlassventil 20 bildendes Hubventil 2 steuerbar ist, wobei die Vorkammer 13 über zumindest einen ersten Verbindungskanal 15 mit dem Einlasskanal 50 strömungsverbindbar ist. Der erste Verbindungskanal 15 mündet im Bereich einer ersten Ventilsitzfläche 11 des Einlasskanals 50 in den Einlasskanal 50 ein, wobei die Mündung 17 des ersten Verbindungskanals 15 in der Schließposition des Einlassventils 20 durch den Ventilteller 9 des Einlassventils 20 verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Einlassventils 20 freigegeben ist.

Fig. 1 zeigt das Hubventil 2 des als Einlasskanal 50 ausgebildeten Gaswechselkanals 5 in seiner Schließposition, wobei sowohl die Mündungsöffnung 51 des Einlasskanals 50 in den Brennraum 4, als auch die in der Ventilsitzfläche 11 angeordnete Mündung 17 des Verbindungskanals 15 durch den Ventilteller 9 des Hubventils 2 verschlossen ist.

Fig. 2 zeigt das Hubventil 2 bei dem definiertem Ventilhub Δh von beispielsweise einem Millimeter während des Einlasshubes I des Einlassventiles 20, wobei die Mantelfläche 171 des Absatzes 170 vom Ventilteller 9 überdeckt, die Mündung 17 des Verbindungskanals 15 aber vom Ventilteller 9 bereits frei gegeben ist. Frischgas S1 strömt beispielsweise unter einem Druck von 5 bis 6 bar vom Einlasskanal in die Vorkammer 13, wodurch rückgeführtes Abgas S2 über die Überströmkanäle 14 in den Brennraum 4 strömt. Die Vorkammer 13 wird somit gespült und die Abgaskonzentration in der Vorkammer 13 reduziert. Im in Fig. 3 gezeigten Ventilhubdiagramm ist der Bereich A1 eingezeichnet, in welchem hauptsächlich eine Spülung der Vorkammer 13 stattfindet. Mit Bezugszeichen B1 ist der Bereich bezeichnet, in welchem die Mündung 17 des Verbindungskanals 15 durch den Ventilteller 9 des Hubventils 2 geöffnet ist. Das Bezugszeichen E bezeichnet den Auslasshub eines Auslassventiles 30.

Bei der in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Ausführungsvariante wird während des Einlasshubes I zumindest eines Einlassventils 20 die Mündungsöffnung 51 des ersten Verbindungskanals 15 durch das Einlassventil 20 freigegeben. In einem Bereich am Ende des Einlasshubes I strömt Frischgas aus dem Einlasskanal 20 über

den ersten Verbindungskanal 15 in die Vorkammer 13, wobei die Vorkammer (13) gespült wird. Während dem Spülvorgang strömt Abgas aus der Vorkammer 13 über zumindest einen Übertrittskanal 14 in den Brennraum 4.

Die Fig. 4 zeigt eine Ausführungsvariante, bei der die Vorkammer 13 zusätzlich über zumindest einen zweiten Verbindungskanal 16 mit einem als Auslasskanal 30 ausgebildeten Gaswechselkanal 6 strömungsverbindbar ist, wobei der zweite Verbindungskanal 16 im Bereich einer zweiten Ventilsitzfläche 12 des Auslasskanals 30 in den Auslasskanal 30 einmündet. Die Mündung 18 des zweiten Verbindungskanals 16 ist in der Schließposition des Auslassventils 30 durch den Ventilteller 10 des Auslassventils 30 verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Auslassventils 30 freigegeben.

Fig. 4 zeigt – analog zu Fig. 2 - das Einlassventil 20 bei einem definierten Ventilhub Δh von beispielsweise einem Millimeter während einer Ventilüberschneidungsphase, wobei die Mantelfläche 171 des Absatzes 170 vom Ventilteller 9 des Einlassventils 20 überdeckt, die Mündung 17 des ersten Verbindungskanals 15 aber vom Ventilteller 9 bereits frei gegeben ist. Gleichzeitig ist die Mündung 18 des zweiten Verbindungskanals 16 vom Ventilteller 10 des Auslassventils 30 geöffnet. Frischgas S1 strömt beispielsweise unter einem Druck von 5 bis 6 bar über den ersten Verbindungskanal 15 vom Einlasskanal 50 in die Vorkammer 13, wodurch rückgeführtes Abgas S2 über den zweiten Verbindungskanal 16 in den Auslasskanal 60 gedrückt wird. Die Vorkammer 13 wird somit auch in diesem Fall vom Frischgas gespült und die Abgaskonzentration in der Vorkammer 13 reduziert. Im in Fig. 5 gezeigten Ventilhubdiagramm ist der Bereich A2 eingezeichnet, in welchem hauptsächlich eine Spülung der Vorkammer 13 stattfindet. Daraus ist ersichtlich, dass die gesamte Ventilüberschneidungsphase von Einlass- 20 und Auslassventil 30 für die Reduzierung der Abgaskonzentration in der Vorkammer 13 genutzt werden kann. Mit Bezugszeichen B2 ist der Bereich bezeichnet, in welchem die Mündung 17, 18 zumindest eines Verbindungskanals 15, 16 geöffnet ist.

Bei der in Fig. 4 und 5 dargestellten Ausführungsvariante wird während des Einlasshubes I zumindest eines Einlassventils 20 die Mündungsöffnung 51 des ersten Verbindungskanals 15 durch das Einlassventil 20 freigegeben. In einem Bereich am Ende des Einlasshubes I strömt Frischgas aus dem Einlasskanal 20 über den ersten Verbindungskanal 15 in die Vorkammer 13, wobei die Vorkammer (13)

gespült wird. Dabei wird während des Auslasshubes E zumindest eines Auslassventils 30 die Mündungsöffnung 61 des zweiten Verbindungskanals 16 durch das Auslassventil 30 freigegeben. In einem Bereich am Beginn des Auslasshubes E strömt Abgas aus der Vorkammer 13 über den zweiten Verbindungskanal 16 in den Auslasskanal 60.

Durch die beschriebene Spülung der Vorkammer 13 bei passiven Vorkammerzündsystemen über die durch die Hubventile 2, 3 gesteuerten Verbindungskanäle 15, 16 können die EGR-Mengen reduziert und eine stabile und effiziente Verbrennung erreicht werden. Mögliche Anwendungsbereiche sind beispielsweise Großmotoren und Rennmotoren.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Zylinderkopf (1) einer Brennkraftmaschine mit einem insbesondere passiven Vorkammerzündsystem mit zumindest einer Vorkammer (13), welche mit einem Brennraum (4) strömungsverbunden ist, zumindest einem in den Brennraum (4) mündenden Gaswechselkanal (5, 6), dessen Mündungsöffnung (51, 61) durch ein zwischen zumindest einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung bewegbares Hubventil (2, 3) steuerbar ist, welches in seiner Schließstellung auf einer - vorzugsweise durch einen mit dem Zylinderkopf (1) fest verbundenen Ventilsitzring (7, 8)) gebildeten - zylinderkopffesten Ventilsitzfläche (11, 12) aufliegt, wobei die Vorkammer (13) über zumindest einen Verbindungskanal (15, 16) mit dem Gaswechselkanal (5, 6) strömungsverbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal (15, 16) im Bereich der Ventilsitzfläche (11, 12) in den Gaswechselkanal (5, 6) einmündet, wobei die Mündung (17, 18) des Verbindungskanals (15, 16) in der Schließposition des Hubventils (2, 3) durch das Hubventil (2, 3), vorzugsweise durch einen Ventilteller (21, 31) des Hubventils (2, 3), verschlossen und in der zumindest einen Öffnungsstellung des Hubventils (2, 3) freigegeben ist.
2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mündung (17, 18) des Verbindungskanals (15, 16) in der Ventilsitzfläche (11, 12) angeordnet ist.
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mündung (17, 18) vollständig von der Ventilsitzfläche (11, 12) umgeben ist.
4. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine - in Bezug auf die Hubachse (2a, 3a) des Hubventils - radiale Erstreckung (b) der Mündung (17, 18) kleiner ist als eine radiale Ausdehnung (c) der Ventilsitzfläche (11, 12).
5. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilsitzfläche (11, 12) unter einem Winkel (α) zwischen 0° bis 60° geneigt zu einer Normalebene (ε) auf die Hubachse (2a, 3a) des Hubventils (2, 3) angeordnet ist.

6. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend an die Ventilsitzfläche (11, 12) zumindest im Bereich der Mündung (17, 18) ein Absatz (170, 180) mit einer im Wesentlichen konzentrisch zur Hubachse (2a, 3a) des Hubventsils (2, 3) ausgebildeten Mantelfläche (171, 181) angeordnet ist, welche bis zu einem definierten Ventilhub (Δh) vom Ventilteller (9,10) des Hubventsils (2, 3) überdeckt und ab dem definierten Ventilhub (Δh) freigestellt ist.
7. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zumindest ein Gaswechselkanal (5) als Einlasskanal (50) ausgebildet ist, dessen Mündungsöffnung (51) durch ein ein Einlassventil (20) bildendes Hubventil (2) steuerbar ist, wobei die Vorkammer (13) über zumindest einen ersten Verbindungskanal (15) mit dem Einlasskanal (50) strömungsverbindbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Verbindungskanal (15) im Bereich einer ersten Ventilsitzfläche (11) des Einlasskanals (50) in den Einlasskanal (50) einmündet, wobei die Mündung (17) des ersten Verbindungskanals (15) in der Schließposition des Einlassventils (20) durch das Einlassventil (20), vorzugsweise durch den Ventilteller (9) des Einlassventils (20), verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Einlassventils (20) freigegeben ist.
8. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei zumindest ein Gaswechselkanal (6) als Auslasskanal (60) ausgebildet ist, dessen Mündungsöffnung (61) durch ein ein Auslassventil (30) bildendes Hubventil (3) steuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkammer (13) über zumindest einen zweiten Verbindungskanal (16) mit dem Auslasskanal (60) strömungsverbindbar ist, wobei der zweite Verbindungskanal (16) im Bereich einer zweiten Ventilsitzfläche (12) des Auslasskanals (60) in den Auslasskanal (60) einmündet, wobei die Mündung (18) des zweiten Verbindungskanals (16) in der Schließposition des Auslassventils (30) durch das Auslassventil (30), vorzugsweise durch den Ventilteller (31) des Auslassventils (30), verschlossen und in zumindest einer Öffnungsstellung des Auslassventils (30) freigegeben ist.
9. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch

gekennzeichnet, dass während eines Einlasshubes (I) zumindest eines Einlassventils (20) eine Mündungsöffnung (51) eines ersten Verbindungskanals (15) durch das Einlassventil (20) freigegeben wird und in einem Bereich am Ende des Einlasshubes (I) Frischgas aus einem Einlasskanal (50) über den ersten Verbindungskanal (15) in eine Vorkammer (13) strömt und die Vorkammer (13) gespült wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass während des Spülens Abgas aus der Vorkammer (13) über zumindest einen Übertrittskanal (14) in einen Brennraum (4) strömt.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass während eines Auslasshubes (E) zumindest eines Auslassventils (30) die Mündungsöffnung (61) des zweiten Verbindungskanals (16) durch das Auslassventil (30) freigegeben wird und in einem Bereich am Beginn des Auslasshubes (E) Abgas aus der Vorkammer (13) über den zweiten Verbindungskanal (16) in den Auslasskanal (60) strömt.

2019 12 05

FU

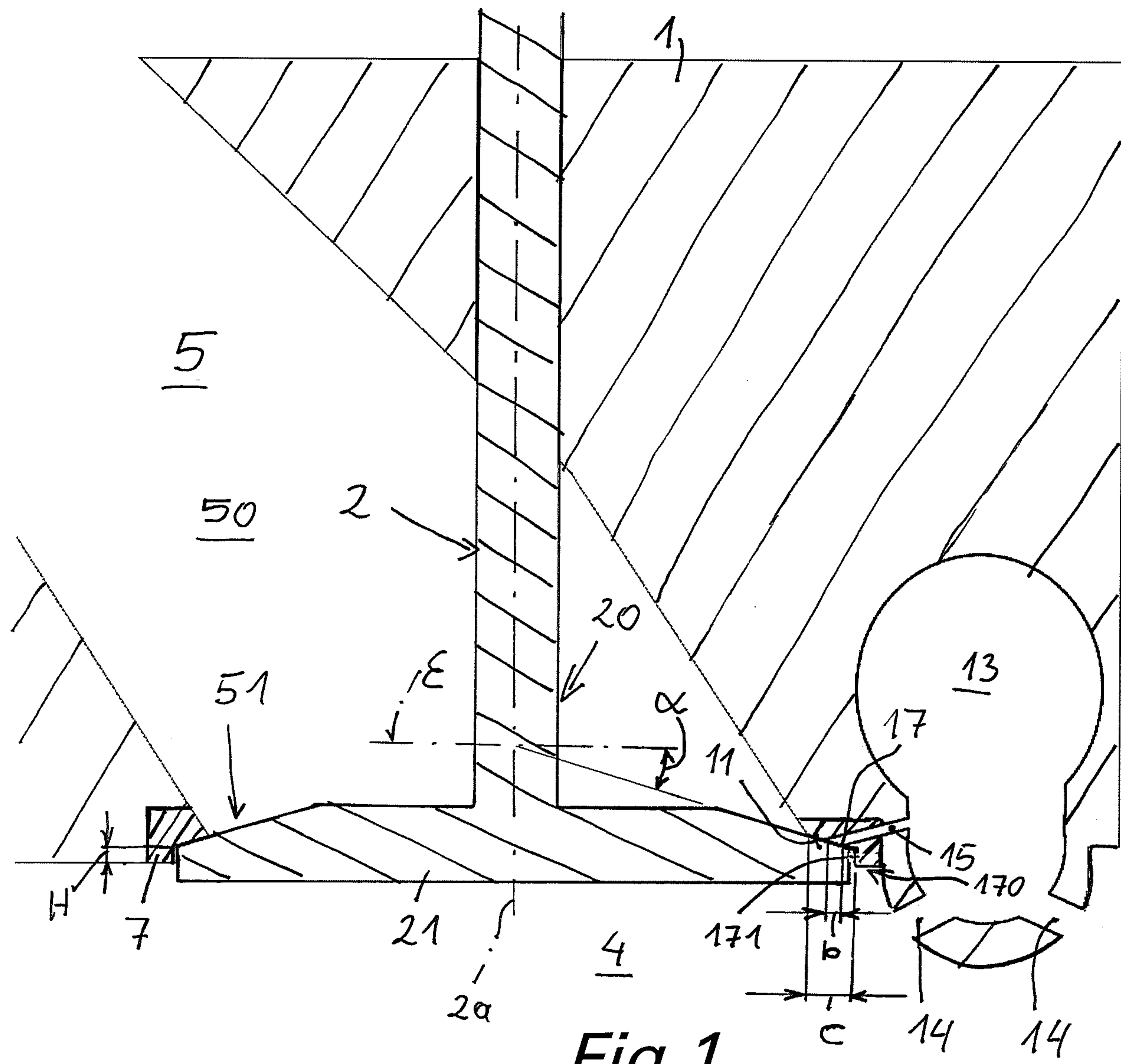
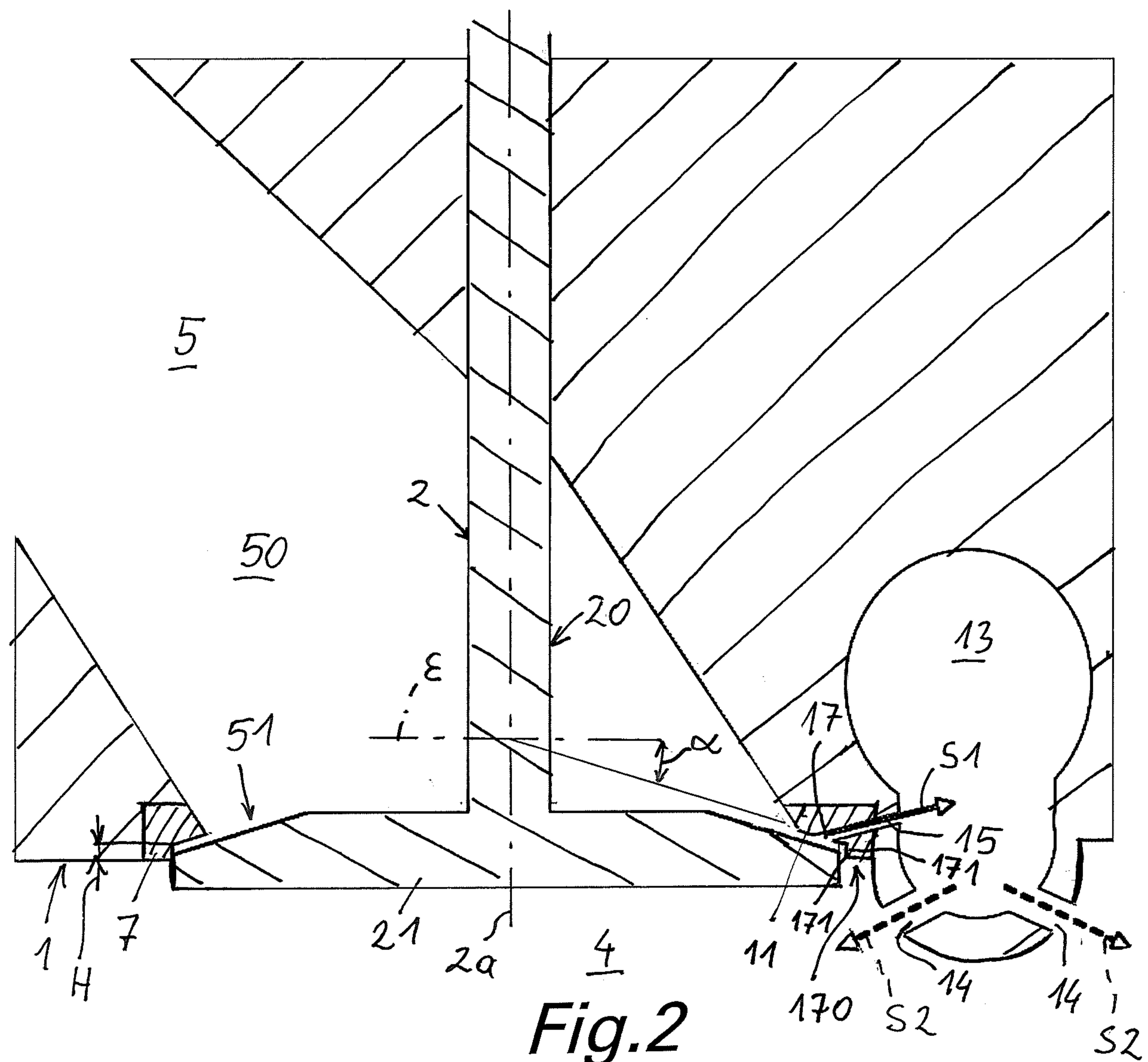
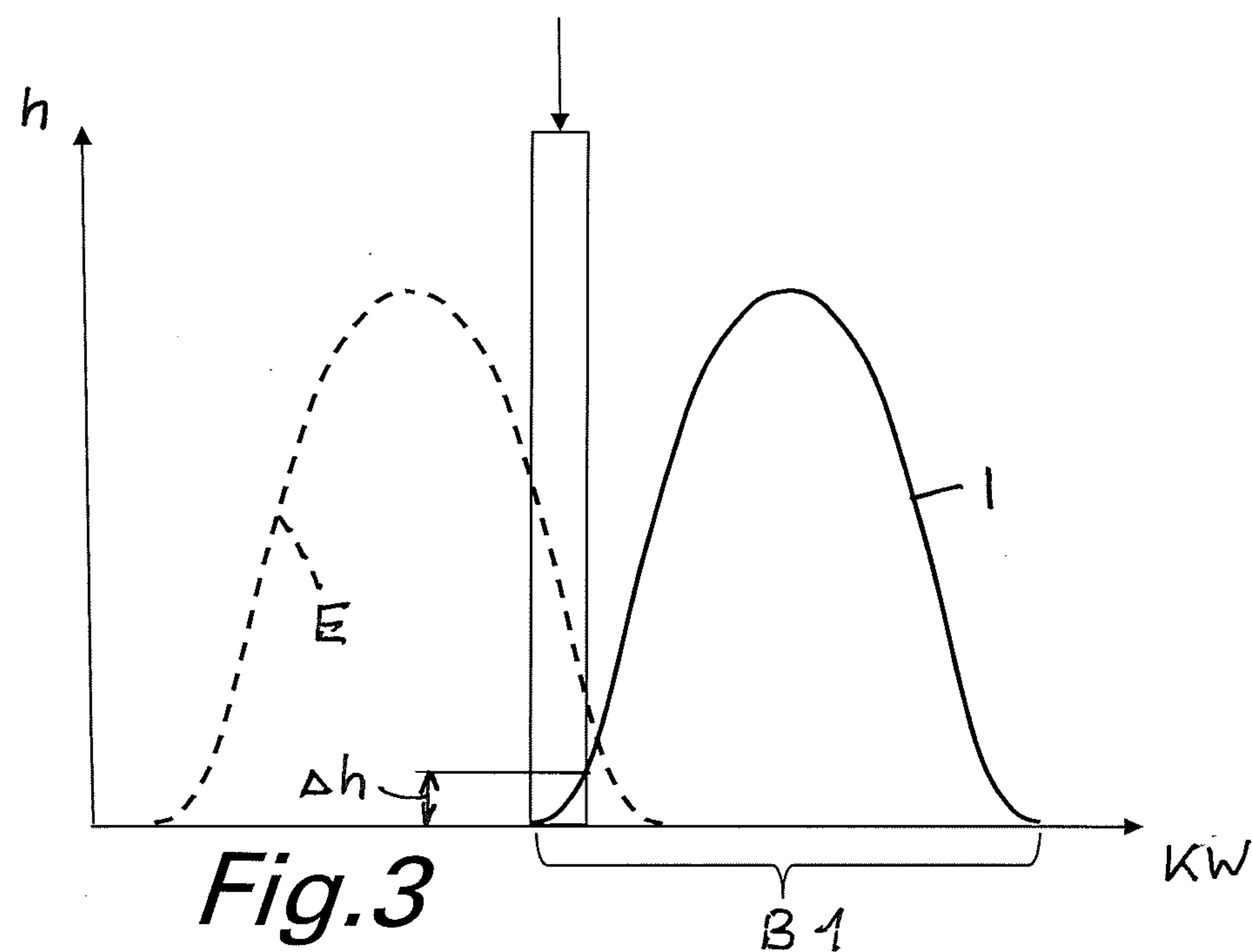
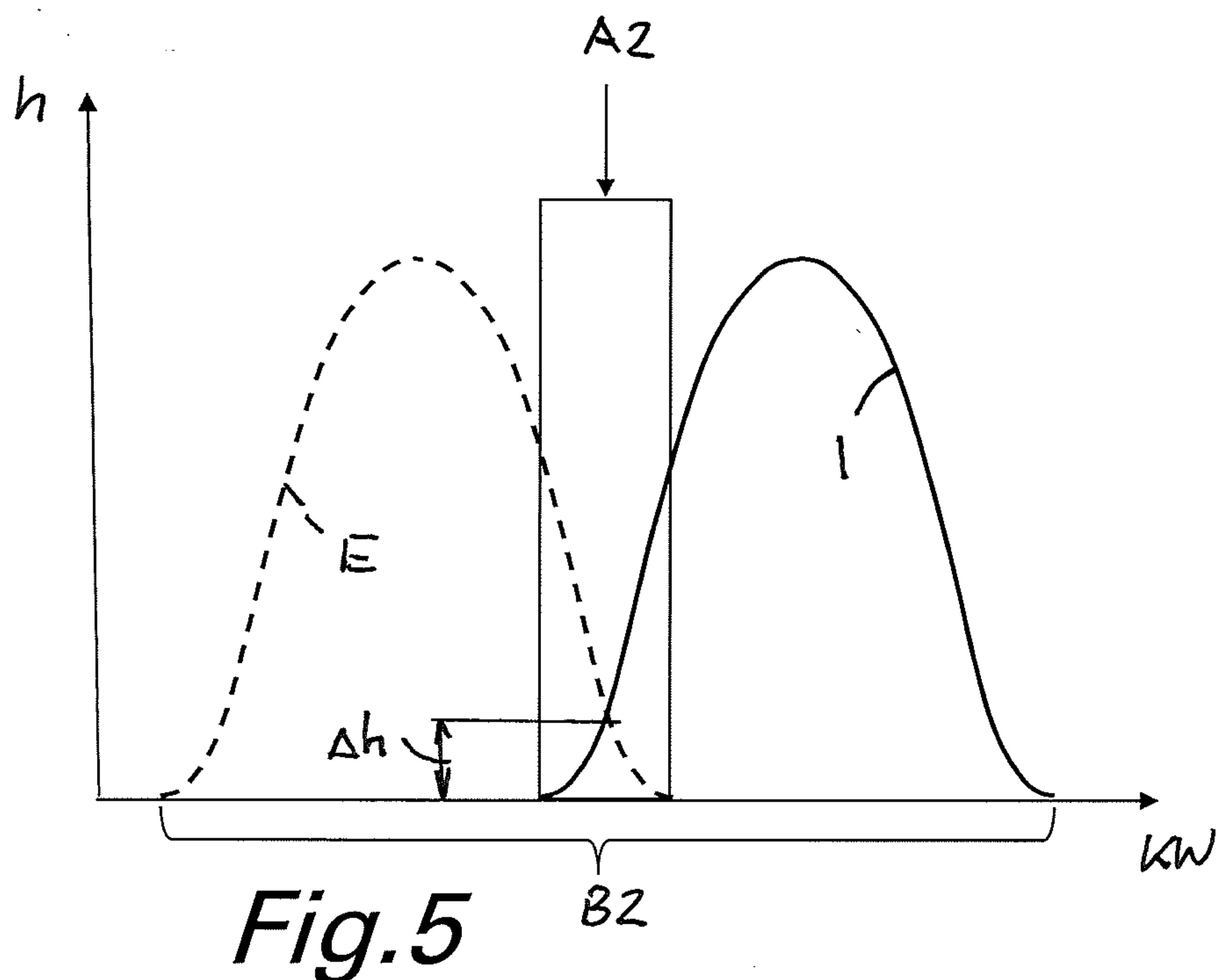
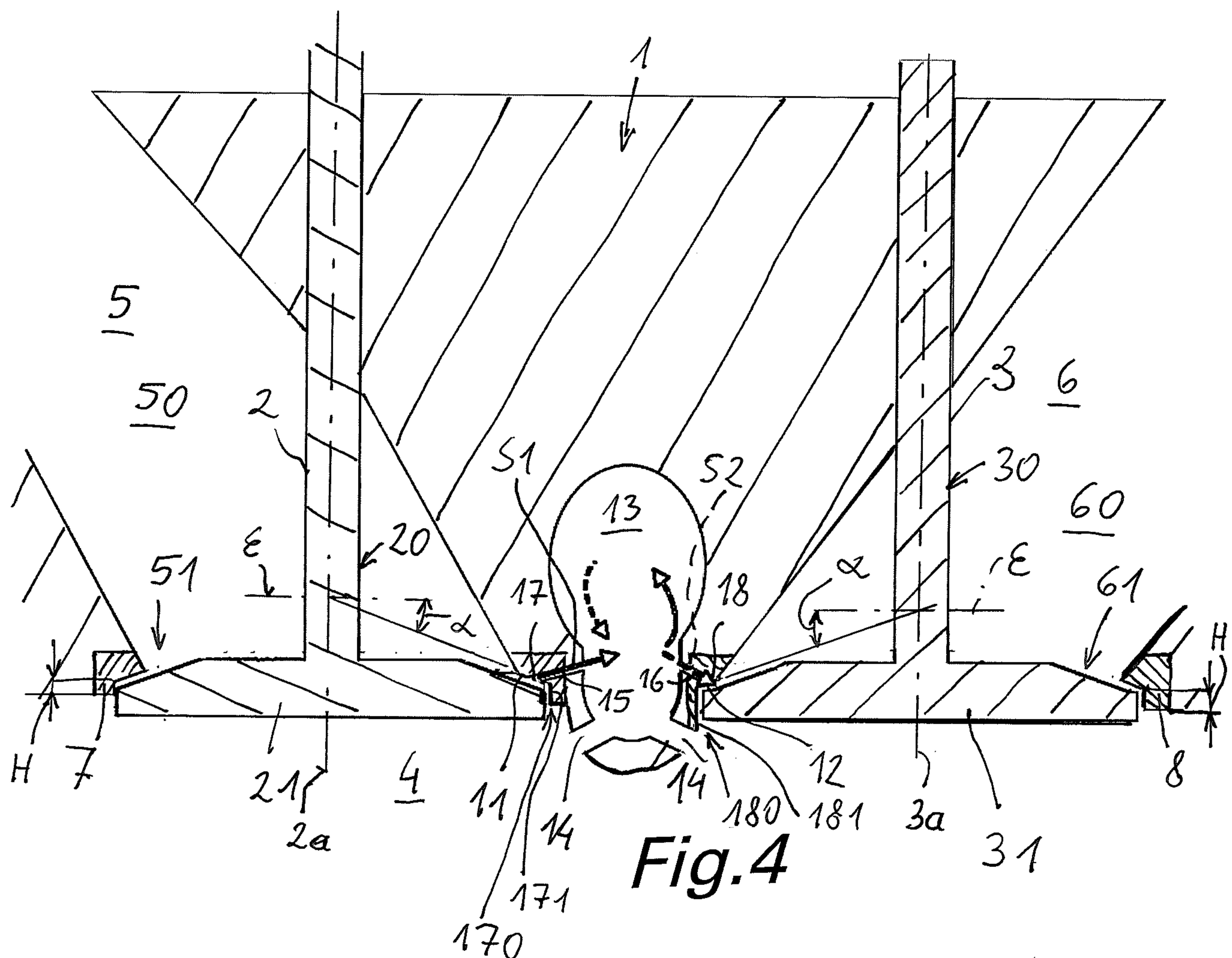


Fig. 1



A1





Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F02B 19/12 (2006.01); **F02B 19/18** (2006.01); **F01L 3/22** (2006.01); **F02D 13/02** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F02B 19/12 (2016.05); **F02B 19/18** (2013.01); **F01L 3/22** (2013.01); **F02D 13/0261** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F02B, F01L, F02D; FICLA: F01L3/22&C, F02B19/16&L, F02B19/18&B

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, XFULL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 05.12.2019 eingereichten Ansprüchen 1 - 11 erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 2004204835 A (TOYOTA MOTOR CORP) 22. Juli 2004 (22.07.2004) Fig. 1 - 15 (insb. Bezugszeichen 8, 10, 12, 15, 16, 17); Absätze [0024] - [0042]; Ansprüche; Übersetzung der JP 2004204835 A [online], [ermittelt am 13.05.2020]. Ermittelt auf: EPOQUE EPODOC Database.	1 - 5, 7 - 11
Y		6
X	GB 2554719 A (CATERPILLAR ENERGY SOLUTIONS GMBH) 11. April 2018 (11.04.2018) Fig. 1 - 4 (insb. Bezugszeichen 30, 45, 48, 60, 62); Seiten 4 - 10; Ansprüche	1 - 5, 7, 9, 10
X	US 4036202 A (WESLAKE) 19. Juli 1977 (19.07.1977) Fig. 1 und 1A (insb. Bezugszeichen 13, 16, 17, 18); Spalte 2	1 - 5, 7, 9, 10
Y	JP 2018172975 A (HONDA MOTOR CO LTD) 08. November 2018 (08.11.2018) Fig. 5 und 6 (insb. Bezugszeichen 56)	6

Datum der Beendigung der Recherche:
13.05.2020

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

THALHAMMER Christian

*) Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von **Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.**P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.**E** Dokument, das von **besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmelde datum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).**&** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.