

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1857/2011
(22) Anmeldetag: 20.12.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2012

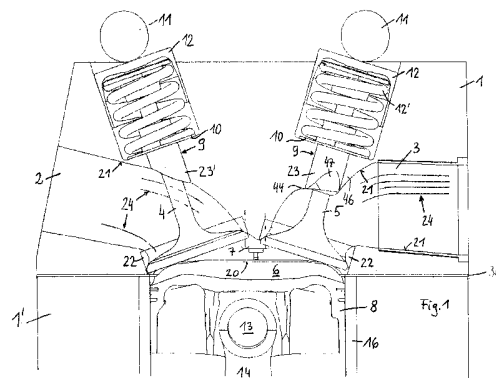
(51) Int. Cl. : **F02F 1/42** (2006.01)
B23C 3/16 (2006.01)
B23Q 15/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3603582 C1 DE 19502342 A1

(73) Patentanmelder:
MAHLE KÖNIG KOMMANDITGESELL-
SCHAFT GMBH & CO KG
6830 RANKWEIL (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR FRÄSBEARBEITUNG EINES ZYLINDERKOPFES UND ZYLINDERKOPF**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fräsbearbeitung von in einem Zylinderkopf (1) ausgebildeten Einlass- und/oder Auslasskanälen (2, 3), wobei die Innenwandflächen (21) der Einlass- und/oder Auslasskanäle (2, 3) zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsigen, vorzugsweise fünfachsigen, CNC-gesteuerten Kugelfräskopf (17) in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Innenwandflächen (21) Riefen (24) ausgebildet werden.





Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fräsbearbeitung von in einem Zylinderkopf (1) ausgebildeten Einlass- und/oder Auslasskanälen (2, 3), wobei die Innenwandflächen (21) der Einlass- und/oder Auslasskanäle (2, 3) zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsig, vorzugsweise fünfachsig, CNC-gesteuerten Kugelfräskopf (17) in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Innenwandflächen (21) Riefen (24) ausgebildet werden.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie einen Zylinderkopf gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 8.

Es ist bekannt, Fräsbearbeitungen an Zylinderköpfen durchzuführen, wozu die Wände in einer Bewegungsrichtung abgefräst werden, die zirkular um die jeweilige Längsachse des bearbeiteten Bauteiles, z.B. eines Zylinderinnenraumes oder des Innenraums eines Ein- oder Auslasskanals, verläuft.

Ziel der Erfindung ist es einerseits, die Herstellung von Zylinderköpfen zu vereinfachen und andererseits durch das Ergebnis des ausgeübten Bearbeitungsverfahrens die Strömungsverhältnisse in den Kanälen nicht zu beeinträchtigen, wie dies durch die Ausbildung von Fräsrillen in Umfangsrichtung von gasdurchströmten Hohlräumen in Zylinderköpfen bzw. Motorblöcken der Fall ist.

Erfindungsgemäß werden diese Ziele bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Wandflächen der Einlass- und/oder Auslasskanäle zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsigen, vorzugsweise fünfachsigen, CNC-gesteuerten Kugelfräskopf in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Wandflächen Riefen ausgebildet werden. Durch diese Vorgangsweise wird es möglich, die längs gekrümmte Wandfläche von Einlasskanälen und/oder Auslasskanälen in einer stechenden Bewegung zu bearbeiten, ohne dass die Einspannung der Zylinderköpfe in das Fräswerkzeug während des Bearbeitungsverfahrens abgeändert werden müsste. Es können zudem auch mehrere Zylinderköpfe gleichzeitig mit jeweils einem Langschaft-Kugelfräskopf bearbeitet werden, der mehrachsigen in entsprechende Raumrichtungen gesteuert verstellt werden kann und die Bearbeitung der Wandflächen der Kanäle vornimmt. Des Weiteren wird durch die bei dieser stechenden Bearbeitung erzielten Riefen, die – bis auf geringe Ausnahmen, z.B. im Bereich der Ventilsitze – in Längserstreckung bzw. Durchströmungsrichtung der Kanäle verlaufen, erreicht, dass ω -förmige Sekundärströmungen in den durch eine schematische Längsmittlebene AB getrennten Kanalhälften, insbesondere in gekrümmten Kanalabschnitten, verringert werden, womit das Strömungsverhalten in den Kanälen verbessert wird. Der nachteilige Effekt derartiger sich von den Kanälen bis in den Brennraum fortsetzenden Strömungen blieb bislang unberücksichtigt und konnte nunmehr durch die Ausbildung und Anordnung der Riefen beträchtlich verringert werden.

Vorteilhafterweise wird die gesamte Länge bzw. Innenwandfläche der Kanäle in stechender Bewegung des Fräskopfes abgearbeitet und mit Riefen versehen.

Von Vorteil ist es, wenn nicht nur die Innenwandflächen der Kanäle in dieser Weise bearbeitet werden, sondern auch zusätzlich zu den Innenwandflächen der Einlass- und/oder Auslasskanäle auch die Brennraumwandung und/oder die Wandungen von in die Kanäle eingesetzten, insbesondere eingepressten, Ventilsitzringen und/oder die

Außenwandflächen von in die Kanäle ragenden Ventilführungen zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsigen, vorzugsweise fünfachsigen, CNC-gesteuerten Aufspanntisch und Kugelfräskopf in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Wandungen Riefen ausgebildet werden. Damit wird neben einer vereinfachten Bearbeitung auch erreicht, dass längs diesen Wänden unerwünschte Sekundärströmungen verringert bzw. vermieden werden. Die Dicht- bzw. Kontaktflächen der Ventilsitzringe werden selbstverständlich nicht einer derartigen Oberflächenbearbeitung unterzogen.

Je nach Art der Kanäle, deren Durchmesser und Länge und Krümmung werden entsprechend dimensionierte Kugelfräser eingesetzt, vorteilhaft ist der Einsatz von Langschaft-Kugelfräsköpfen.

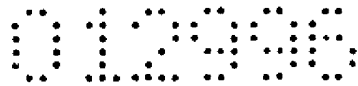
Bei dem Bearbeiten der Wandflächen wird derart vorgegangen, dass der Kugelfräskopf über die Innenwandflächen bzw. die weiteren Wandflächen bzw. die zu bearbeiteten Wandflächen in nebeneinander verlaufenden Bahnen in Form von ähnlichen Kurvenscharen, gegebenenfalls in parallel zueinander verlaufenden und/oder unmittelbar aneinander angrenzenden oder einander überlappenden Bahnen, geführt wird, wobei längs dieser Bahnen Riefen ausgebildet werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn im Zuge der stechenden Bearbeitung Riefen ausgebildet werden, die in den Kanälen in Längsrichtung bzw. Durchströmungsrichtung dieser Kanäle ausgerichtet eingefräst werden.

Um Zirkularströmungen wirksam unterbinden zu können, ist vorgesehen, dass die Riefen mit einer Tiefe von 0,05 bis 0,4 mm, vorzugsweise von 0,1 bis 0,15 mm, ausgearbeitet und/oder in gegenseitigen Abständen von 1 bis 5 mm, insbesondere von 1 bis 3 mm, ausgebildet werden.

Des Weiteren kann das Durchströmungsverhalten der durch die Kanäle strömenden Gase verbessert werden, wenn in die mit Riefen versehene Innenwandfläche der Kanäle, insbesondere des Einlasskanals, mit einem Kugelfräskopf Kugelflächenform besitzende Vertiefungen eingefräst werden, die vorteilhafterweise gleichmäßig verteilt sind oder zueinander gleiche Abstände besitzen. Auch derartige Vertiefungen können mit einem Kugelfräskopf, insbesondere einem Langschaft-Kugelfräskopf, ausgebildet werden.

Ein erfindungsgemäßer Zylinderkopf der eingangs genannten Art ist dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der, vorzugsweise die gesamte, Wandfläche der Einlass- und/oder Auslasskanäle mit einem in stechender Bewegung geführten Kugelfräskopf bearbeitet ist, wobei zumindest ein Teil der damit ausgearbeiteten Riefen nebeneinander verlaufend, in Form ähnlicher Kurvenscharen, gegebenenfalls parallel zueinander und/oder unmittelbar aneinander angrenzend oder einander überlappend, in Durchströmungs- bzw. Längsrichtung der Kanäle verläuft.



Vorteilhaft ist es, wenn zusätzlich zu den Wandflächen der Kanäle auch die Brennraumwandung und/oder die Wandflächen von in die Kanäle eingesetzten oder eingepressten Ventilfehrungen und/oder von in die Kanäle eingesetzten oder eingepressten Ventilsitzringen mit einem in stechender Bewegung geführten Kugelfräskopf bearbeitet sind, wobei zumindest ein Teil der ausgearbeiteten Riefen parallel zueinander verläuft.

Wirksam ist es, wenn die Tiefe der ausgearbeiteten Riefen 0,05 bis 0,4 mm, vorzugsweise 0,1 bis 0,15 mm, beträgt und/oder dass der gegenseitige Abstand der Riefen 1 bis 5 mm, insbesondere 1 bis 3 mm, beträgt und/oder in den Innenwandflächen der Kanäle, vorzugsweise des Einlasskanals, insbesondere in vorgegebenen, vorzugsweise regelmäßigen, gegenseitigen Abständen, kugelförmige Wandfläche besitzende Vertiefungen eingefräst sind.

Strömungsgünstig ist es, wenn in zumindest einem Einlasskanal eine Ventilfehrung eingesetzt ist, deren kanalseitiger Endbereich bündig bzw. flächengleich mit der Innenwandfläche des Kanals abgearbeitet bzw. abgefräst ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass in zumindest einem Auslasskanal eine Ventilfehrung eingesetzt ist, deren kanalseitiger Endbereich an einen von der Wandfläche aufragenden Strömungskörper anschließt, der brennraumseitig bündig bzw. flächengleich mit der Wandfläche abgearbeitet bzw. abgefräst ist und an dem im seitlichen Bereich der Ventilfehrung und/oder im brennraumfernen Bereich ein in den Auslasskanal ragender Strömungskörper anschließt, dessen Querschnitt zu seinem brennraumfernen Endbereich hin strömungsgünstig abnimmt und in die Wandfläche übergeht. Damit werden die kanalseitigen Ventilfehrungsbereiche strömungsgünstig geformt.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen schematischen Schnitt durch einen Motorblock mit Zylinderkopf, wobei der Motorblock und der Zylinderkopf lediglich schematisch durch Umfangslinien angedeutet sind. Die in dem Motorblock bzw. Zylinderkopf ausgenommenen Kanäle und vorhandenen Bauelemente sind zumindest teilweise dargestellt.

Fig. 2 zeigt schematisch die gleichzeitige Bearbeitung von vier Zylinderköpfen mit Langschaft-Kugelfräsköpfen in einer Fräsmaschine.

Fig. 3 zeigt das Einführen eines Langschaft-Kugelfräsköpfes in einen Kanal bzw. die Möglichkeit, die gesamte Wandfläche der Kanäle von den Kanalöffnungen her zu bearbeiten.

Fig. 4 zeigt ein Paar von Einlasskanälen, die gemeinsam von einer Frischgaszuleitungsöffnung versorgt werden, deren Innenwandfläche mit einem Langschaft-Kugelfräskopf bearbeitet wird.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt längs der Mittellinie eines im Auslasskanal angeordneten Ventils, wobei unterhalb des Ventils ein Kolben in dem im Motorblock ausgebildeten Zylinderraum angeordnet ist.

Fig. 5a zeigt einen Kolbenboden mit seitlich aufragenden Quetschflächen.

Fig. 6 zeigt eine Schrägansicht von in die Kanäle mündenden Ventilführungen mit Ventilen.

Fig. 6a zeigt den Verlauf eines in einen Auslasskanal ragenden Endabschnittes einer Ventilführung.

Fig. 7 zeigt schematisch einen Kanal mit an seiner Wandfläche zusätzlich zu den Riefen durch Fräsen ausgebildeten Vertiefungen.

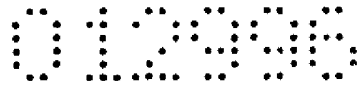
Fig. 7a zeigt einen Schnitt senkrecht zu dem Verlauf von ausgebildeten Riefen.

Fig. 8 zeigt einen Kanalquerschnitt mit schematisch eingezeichneten ω -Sekundärströmungen.

In Fig. 1 ist ein Zylinderkopf 1 schematisch dargestellt, der auf einem schematisch dargestellten Motorblock 1' aufgesetzt ist. Mit 30 ist die Trennung zwischen dem Zylinderkopf 1 und dem Motorblock 1' angedeutet.

Im Motorblock 1' ist ein Zylinder 16 ausgenommen, in dem ein Kolben 8 angeordnet ist, der über einen Kolbenbolzen 13 und ein Pleuel 14 mit einer nicht dargestellten Kurbelwelle verbunden ist. Den Abschluss des Zylinders 16 bildet die im Zylinderkopf 1 ausgebildete Brennraumwandung 20, die den Brennraum 6 begrenzt. In diesen Brennraum 6 münden im Zylinderkopf 1 ausgebildete Kanäle 2, 3, wobei mit 2 ein Einlasskanal und mit 3 ein Auslasskanal bezeichnet ist. Der Einlasskanal 2 ist mit einem Ventil 4 und der Auslasskanal 3 ist mit einem Ventil 5 abschließbar. Zwischen den Ventilen 4, 5 liegt eine Zündkerze 7. Die Ventile 4, 5 werden in Ventilführungen 9 geführt. Die Ventilführungen 9 tragen Ventildfederauflagen 10 für Ventildfedern 12', die in Tassenstößeln 12 angeordnet sind, wobei die Tassenstößel 12 von einer nur schematisch dargestellten Nockenwelle 11 betätigt werden. Der Endabschnitt 23' der Ventilführung 9 im Einlasskanal 2 schließt bündig mit der Wandfläche 21 des Kanals 2 ab, wogegen im Auslasskanal aus wärmetechnischen Gründen zur Ventilkühlung der Endabschnitt 23 der Ventilführung 9 in den Auslasskanal 3 hineinragt und aus diesem Grund strömungsgünstig geformt ist. Die Ventilführungen 9, die in den Einlasskanal 2 ragen, sind abgearbeitet und an die Wandfläche 21 des Kanals 2 angepasst und damit strömungsgünstig geformt.

Im Einlasskanal 2 und im Auslasskanal 3 sind Riefen 24 angedeutet, die von der Bearbeitung durch einen Kugelfräskopf 17 zurückgeblieben bzw. mit diesem Kugelfräskopf 17 ausgebildet wurden. Dieser Kugelfräskopf 17 wird in stechender Bewegung in Längsrichtung des jeweiligen Kanals 2, 3 bzw. längs der



Durchströmungsrichtung A geführt und bildet in der Innenwandfläche 21 des jeweiligen Kanals 2, 3 entsprechend seinem Kopfdurchmesser riefenförmige Vertiefungen bzw. Riefen 24 aus, welche eine vorgegebene Oberflächenstruktur der Innenwandfläche 21 ergeben.

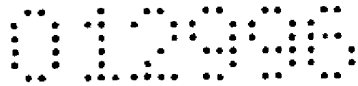
Vorteilhafterweise wird die gesamte Innenwandfläche 21 der Kanäle 2, 3 mit Riefen 24 versehen.

In Fig. 2 ist eine Bearbeitungseinrichtung 19 zur gleichzeitigen Bearbeitung von vier Zylinderköpfen 1 dargestellt. Die Zylinderköpfe 1 sind in einem Schwenktisch 40 dieser von einer CNC-gesteuerten Fräsmaschine gebildeten Bearbeitungseinrichtung 19 eingespannt und werden mit Langschaft-Kugelfräsköpfen 17 bearbeitet, welche mehrachsrig, vorzugsweise zumindest fünfachsrig, gesteuert bewegt werden können. Es erfolgt somit eine Mehrfacheinspannung einer Anzahl von, im vorliegenden Fall vier, Zylinderköpfen 1 auf dem Schwenktisch 40 der CNC-Fräsmaschine und es erfolgt eine Parallelbearbeitung dieser vier Zylinderköpfe 1. Wie auch aus Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, werden die Langschaft-Kugelfräsköpfe 17 durch die brennraumnahen Öffnungen oder brennraumfernen Öffnungen 18 der Kanäle 2, 3 eingeführt und mit ihnen die Wandflächen 21 der Kanäle 2, 3 bearbeitet. Die zur Bearbeitung erforderlichen Bewegungen des Schwenktisches 40 der Bearbeitungseinrichtung 19 werden von einer elektronischen CNC-Steuereinheit vorgegeben.

Die Zugangsrichtungen zu den Kanälen 2, 3 während der stehenden CNC-Bearbeitung erfolgt von den brennraumseitigen Öffnungen der Kanäle 2, 3 und den im Zylinderkopf 1 ausgebildeten Einstrom- oder Auslassöffnungen 18. In Fig. 2 werden Zylinderköpfe 1 bearbeitet, die jeweils zwei Einlasskanäle 2 und zwei Auslasskanäle 3 besitzen. In Fig. 3 ist dargestellt, wie der Langschaft-Kugelfräskopf 17 in die Ausströmöffnung 18 für die beiden Auslasskanäle 3 zur stehenden Bearbeitung dieser Kanäle und Ausbildung von Riefen 24 in den Innenwandflächen 21 eingeführt wird.

Aus Fig. 4 sind schematisch die Bahnen des Langschaft-Kugelfräskopfes 17 bzw. die mit diesem Fräskopf 17 ausgebildeten Riefen 24 ersichtlich, die in den Innenwandflächen 21 ausgebildet werden. Ferner sind in den Endbereichen der jeweiligen Kanäle 2, 3 Ventilsitzringe 22 erkennbar, die eingesetzt, vorteilhafterweise eingepresst, sind, welche, ausgenommen ihre Dichtungsfläche, ebenfalls mit dem eingeführten Langschaft-Kugelfräskopf 17 bearbeitet werden. Auch hier sind die Riefen 24 der Übersichtlichkeit halber nur schematisch bzw. nur in Teilbereichen der Innenwandfläche dargestellt.

Fig. 1 und 5 zeigen einen schematischen Schnitt durch ein in einem Auslasskanal 3 eingesetztes Ventil 5, das in einer Ventilfehrung 9 auf- und abbewegbar gelagert ist. Der Kanal 3 bzw. der Brennraum 6 sind aus dem massiven Zylinderkopf 1 herausgebildet



bzw. herausgearbeitet und an ihren Wandflächen 21 mit Riefen 24 versehen. Die Ventilfehrung 9 ist in eine Bohrung bzw. Ausnehmung des Zylinderkopfes 1 eingesetzt und ragt in das im Zylinderkopf 1 ausgebildete Hohl des Auslasskanales 3. Der dargestellte Ventilsitzring 22 ist in den massiven Zylinderkopf 1 eingesetzt und bildet die Anlageflächen für den Kopf des Ventils 5.

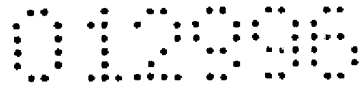
Wie Fig. 5 und 5a zeigen, sind im Kolbenboden Ventiltaschen 43 bzw. Vertiefungen 44 für die Ventilbewegungen ausgespart. Die Vertiefungen 44 werden von seitlich aufragenden Quetschflächen bzw. -vorsprüngen 50 begrenzt, die eine hohe Verdichtung erreichen lassen. Die Form der Brennraumwandung 20 und der Kolbenboden sind im Bereich der Quetschflächen 50 aneinander angepasst und besitzen zumindest über einen Großteil dieses Bereiches einen gleichbleibenden Abstand, wobei dieser Abstand zwischen 0,7 bis 1,0 mm liegt.

Fig. 6 zeigt einen schematischen Schnitt durch die Kanäle 2, 3, in denen Ventilfehrungen 9 eingesetzt sind. Fig. 1 und 6 zeigen einen Endabschnitt 23' der Ventilfehrung 9 im Einlasskanal 2, der bündig mit der Innenwandung 21 abschließt.

Im Auslasskanal 3 führt ein strömungsgünstig gerundeter Abschnitt eines Strömungskörpers 44 die Innenwandfläche 21 zur Endfläche des Endbereiches 23 der Ventilfehrung 9. Im seitlichen Bereich 47 ist die Ventilfehrung 9 verschlankt bzw. abgenommen, wie dies in Fig. 6a dargestellt ist, wobei der Endabschnitt 23 der Ventilfehrung 9 abgeschrägt ist bzw. sich beidseitig verjüngt, um einen kontinuierlichen Übergang der Ventilfehrung 9 zur Wandfläche 21 zu erreichen. Im brennraumfernen Abschnitt schließt ein Strömungskörper 46 an, der sich von der Innenwandfläche 21 des Kanals 2 erhebt und die sich verschlankenden seitlichen Bereiche 47 der Ventilfehrung 9 strömungsgünstig verlängert und dessen Höhe und Breite strömungsgünstig mit zunehmender Entfernung vom Brennraum abnimmt und in die Innenwandfläche 21 übergeht. Mit 24 sind die in der Krümmung des Kanales 3 bzw. im Bereich des Strömungskörpers 46 ausgebildeten Riefen 24 angedeutet.

Fig. 7 zeigt eine vorteilhafte Weiterbildung der Innenwandfläche 21 der Kanäle 2, 3. Es werden dazu kugelflächenförmige Vertiefungen 25 ausgenommen, welche insbesondere in regelmäßigen gegenseitigen Abständen in den Innenwandflächen 21 der Kanäle 2, 3, vorzugsweise im Einlasskanal 2, ausgebildet werden. Diese Vertiefungen 25 können zusätzlich zu den Riefen 24 ausgebildet werden und bilden in ihrer Gesamtheit eine golfballähnliche Oberflächenstruktur.

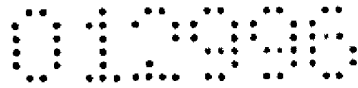
Fig. 7a zeigt schematisch die Innenwandfläche 21 eines Kanals 2 oder 3, in der Riefen 24 ausgebildet sind. Ein derartiger Kanal 2, 3 ist im Zylinderkopf 1 ausgearbeitet bzw. ist in diesem ausgenommen. Für die vorliegende Fig. 7a wurde jedoch eine Außen-Umfangsfläche gezeichnet, um einen Kanal anzudeuten. Die Riefen 24 liegen in



7

gegenseitigen Abständen a und grenzen mit Spitzen 57 aneinander. Im Bereich der Ventilführungen 9 kann die Richtung der Riefen 24 von der Durchströmungsrichtung A des jeweiligen Kanals 2, 3 abweichen.

Die Riefen 24 vermeiden bzw. verringern ω -förmige, in Fig. 8 dargestellte Sekundärströmungen in den durch eine schematische Längsmittlebene BC getrennten Kanalhälften. Diese Wirkung der Riefen 24 kann durch die Ausbildung der Vertiefungen 25 unterstützt werden.



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Fräsbearbeitung von in einem Zylinderkopf (1) ausgebildeten Einlass- und/oder Auslasskanälen (2, 3), dadurch gekennzeichnet, dass die Innenwandflächen (21) der Einlass- und/oder Auslasskanäle (2, 3) zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsig, vorzugsweise fünfachsig, CNC-gesteuerten Kugelfräskopf (17) in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Innenwandflächen (21) Riefen (24) ausgebildet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den Innenwandflächen (21) der Einlass- und/oder Auslasskanäle (2, 3) auch die Brennraumwandung (20) und/oder die Wandungen von in die Kanäle (2, 3) eingesetzten, insbesondere eingepressten, Ventilsitzringen (22) und/oder die Außenwandflächen von in die Kanäle (2, 3) ragenden Ventilführungen (23) zumindest teilweise, vorzugsweise zur Gänze, mit einem mehrachsig, vorzugsweise fünfachsig, CNC-gesteuerten Kugelfräskopf (17) in stechender Bewegung abgearbeitet und dabei in den Wandungen Riefen (24) ausgebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abarbeitung mit einem Langschaft-Kugelfräskopf (17) vorgenommen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kugelfräskopf (17) über die Innenwandflächen (21) bzw. die weiteren Wandflächen bzw. die zu bearbeiteten Wandungen in nebeneinander verlaufenden Bahnen in Form von ähnlichen Kurvenscharen, vorzugsweise in parallel zueinander verlaufenden und/oder unmittelbar aneinander angrenzenden oder einander überlappenden Bahnen, geführt wird, wobei längs dieser Bahnen Riefen (24) ausgebildet werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Zuge der stechenden Bearbeitung in den Innenwandflächen (21) Riefen ausgebildet werden, die in den Kanälen (2, 3) in Längsrichtung bzw. Durchströmungsrichtung dieser Kanäle (2, 3) ausgerichtet eingefräst werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Riefen (24) mit einer Tiefe von 0,05 bis 0,4 mm, vorzugsweise von 0,1 bis 0,15mm, ausgearbeitet und/oder in gegenseitigen Abständen (a) von 1 bis 5 mm, insbesondere von 1 bis 3 mm, ausgebildet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass in die mit Riefen (24) versehene Wandfläche (21) der Kanäle (2, 3), insbesondere des Einlasskanals (2), mit einem Kugelfräskopf (17) Kugelflächenform besitzende Vertiefungen (25) eingefräst werden, die vorteilhafterweise gleichmäßig verteilt sind oder zumindest über einen Großteil der Innenwandfläche (21) zueinander gleiche Abstände besitzen.

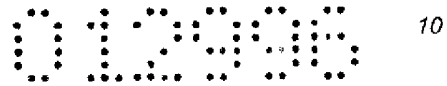
8. Zylinderkopf mit fräsbearbeiteten Einlass- und/oder Auslasskanälen (2, 3), dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil, vorzugsweise die gesamte Fläche, der Wandfläche (21) der Einlass- und/oder Auslasskanäle (2, 3) mit einem in stechender Bewegung geführten Kugelfräskopf (17) bearbeitet ist, wobei zumindest ein Teil der, vorzugsweise alle, damit ausgearbeiteten Riefen (24) nebeneinander verlaufend, in Form ähnlicher Kurvenscharen, gegebenenfalls parallel zueinander und/oder unmittelbar aneinander angrenzend oder einander überlappend, in Durchströmungs- bzw. Längsrichtung (A) der Kanäle (2, 3) verläuft.

9. Zylinderkopf nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den Innenwandflächen (21) der Kanäle (2, 3) auch die Brennraumwandung (20) und/oder die Wandflächen von in die Kanäle (2, 3) eingesetzten oder eingepressten Ventilfehrungen (9) und/oder von in die Kanäle (2, 3) eingesetzten oder eingepressten Ventilsitzringen (22) mit einem in stechender Bewegung geführten Kugelfräskopf (17) bearbeitet sind, wobei zumindest ein Teil der, vorzugsweise alle, ausgearbeiteten Riefen (24) parallel zueinander verläuft.

10. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Tiefe der ausgearbeiteten Riefen (24) 0,05 bis 0,4 mm, vorzugsweise 0,1 bis 0,15 mm, beträgt und/oder dass der gegenseitige Abstand der Riefen (24) 1 bis 5 mm, insbesondere 1 bis 3 mm, beträgt.

11. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass in den Innenwandflächen (21) der Kanäle (2, 3), vorzugsweise des Einlasskanals (2), insbesondere in vorgegebenen, vorzugsweise regelmäßigen, gegenseitigen Abständen, kugelförmige Wandfläche besitzende Vertiefungen (25) eingefräst sind.

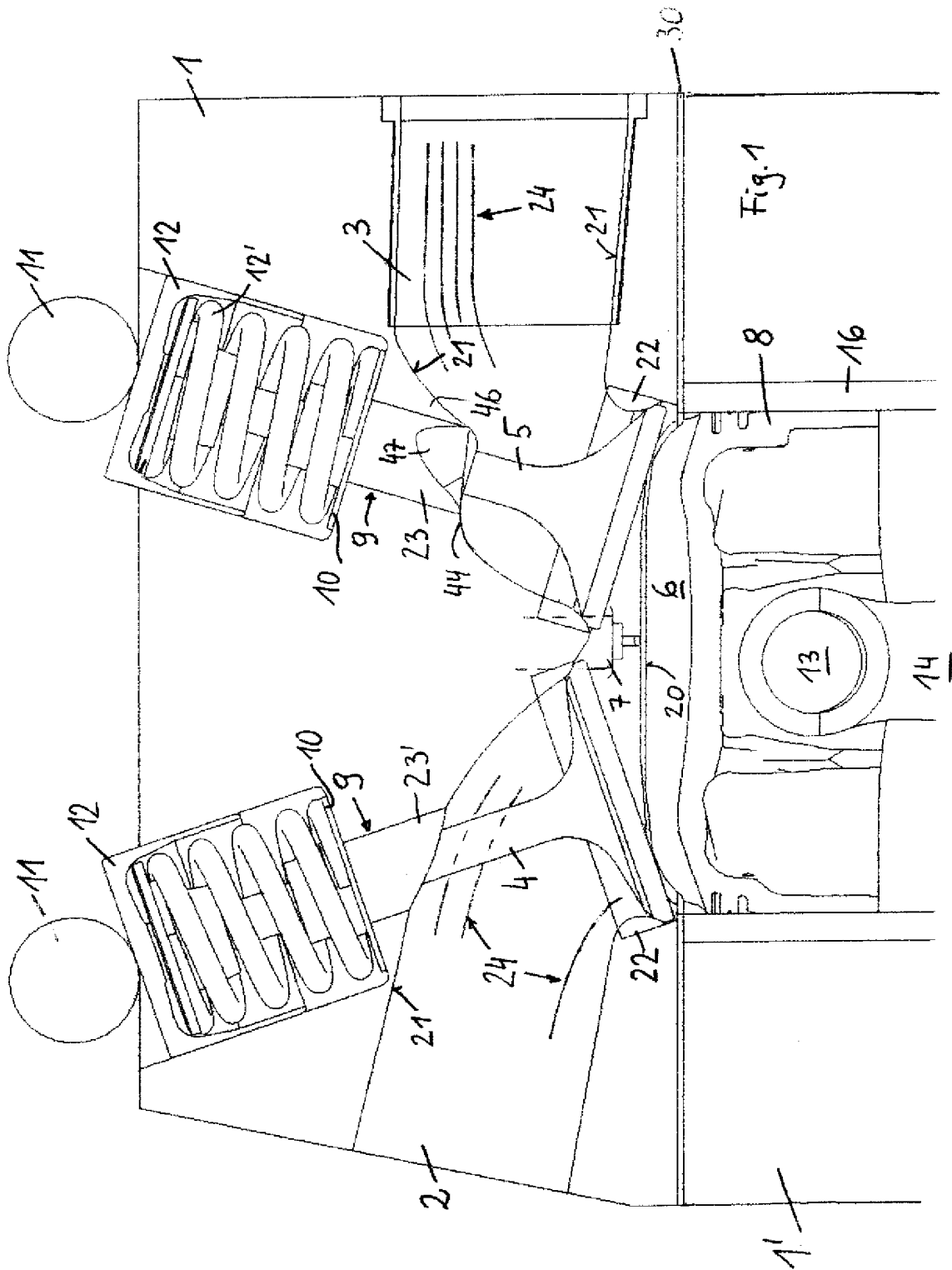
12. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Einlasskanal (2) eine Ventilfehrung (9) eingesetzt ist, deren kanalseitiger



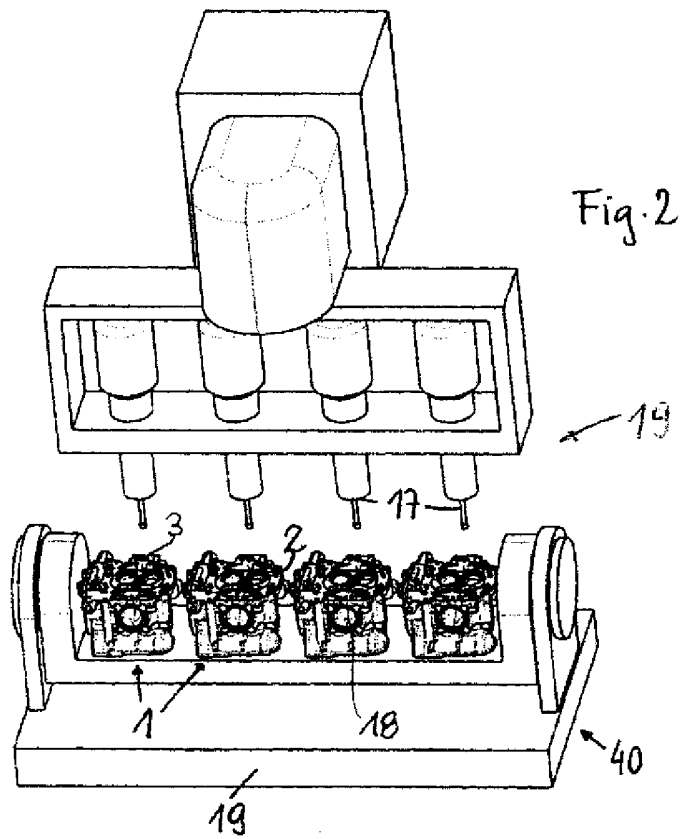
Endbereich (23') bündig bzw. flächengleich mit der Wandfläche des Kanals (2) abgearbeitet bzw. abgefräst ist.

13. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Auslasskanal (3) eine Ventilfehrung (9) eingesetzt ist, deren kanalseitiger Endbereich (23) an einen brennraumseitig gelegenen Strömungskörper (44) anschließt, der brennraumseitig bündig bzw. flächengleich mit der Innenwandfläche (21) abgearbeitet bzw. abgefräst ist und an den in seinem seitlichen Bereich (47) und/oder an seinem brennraumfernen Bereich ein in den Auslasskanal (3) ragender Strömungskörper (46) anschließt, dessen Querschnitt zum brennraumfernen Endbereich hin strömungsgünstig abnimmt und in die Innenwandfläche (21) übergeht.

012998



012996



012996

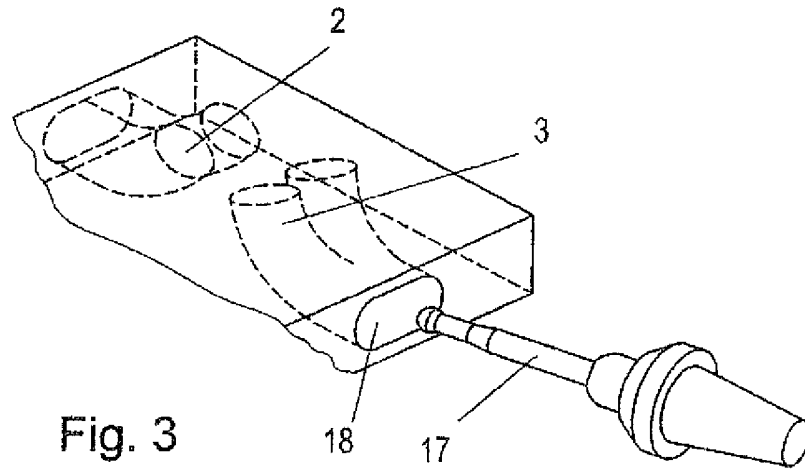


Fig. 3

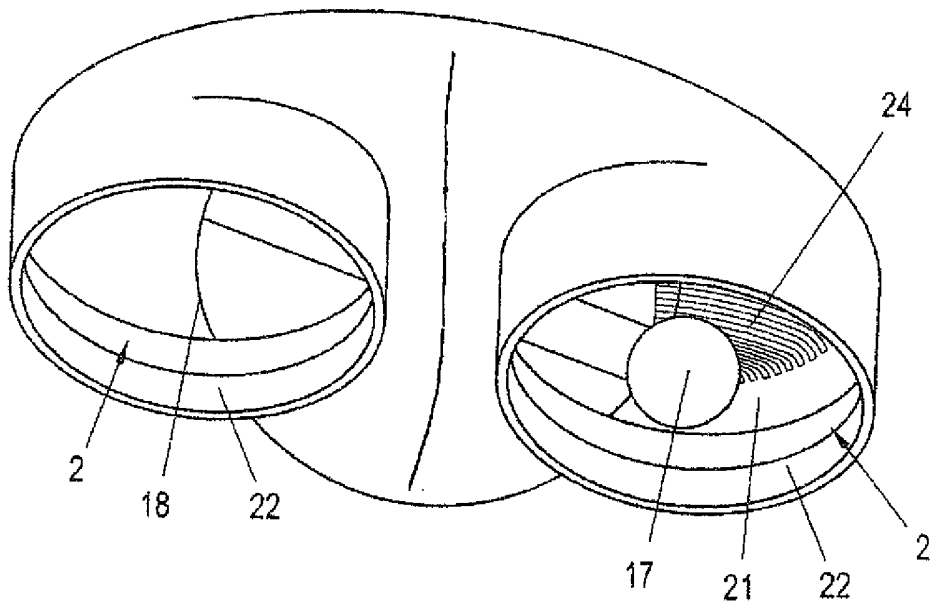
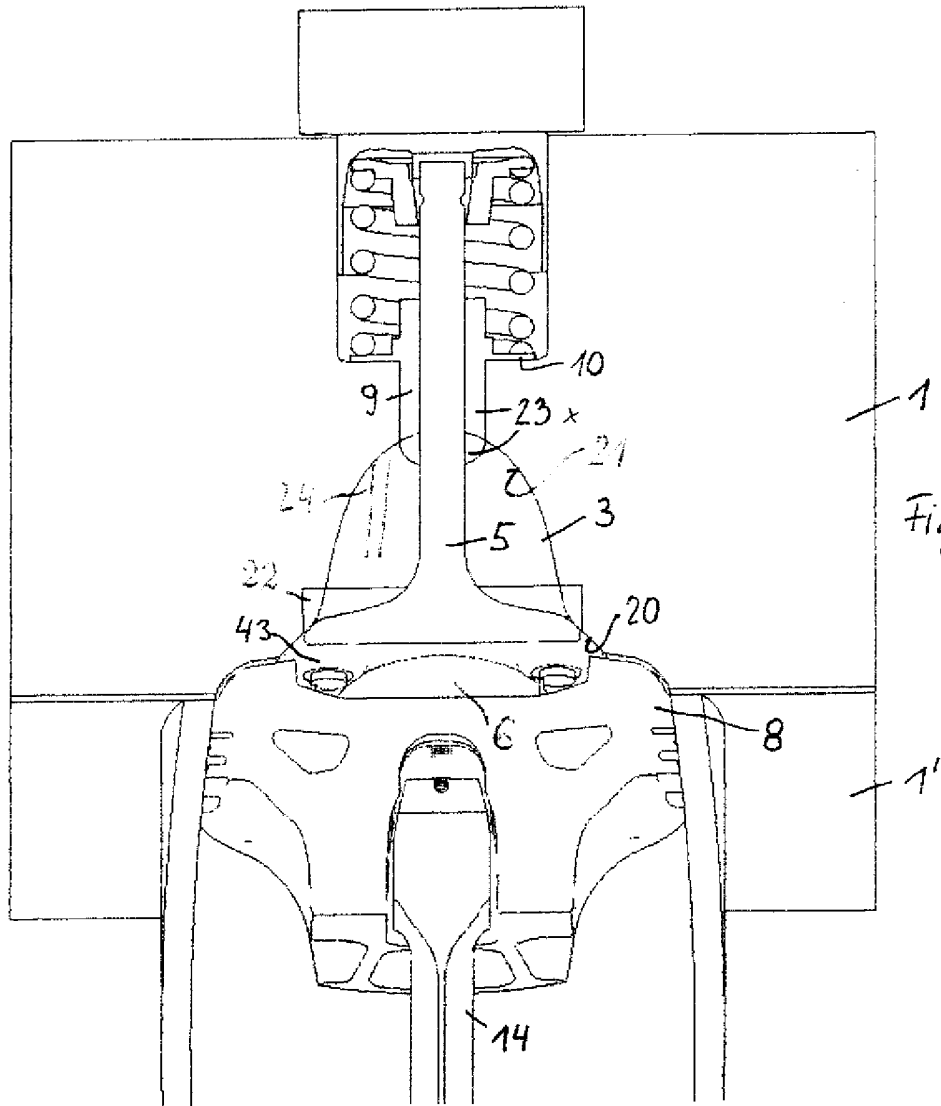
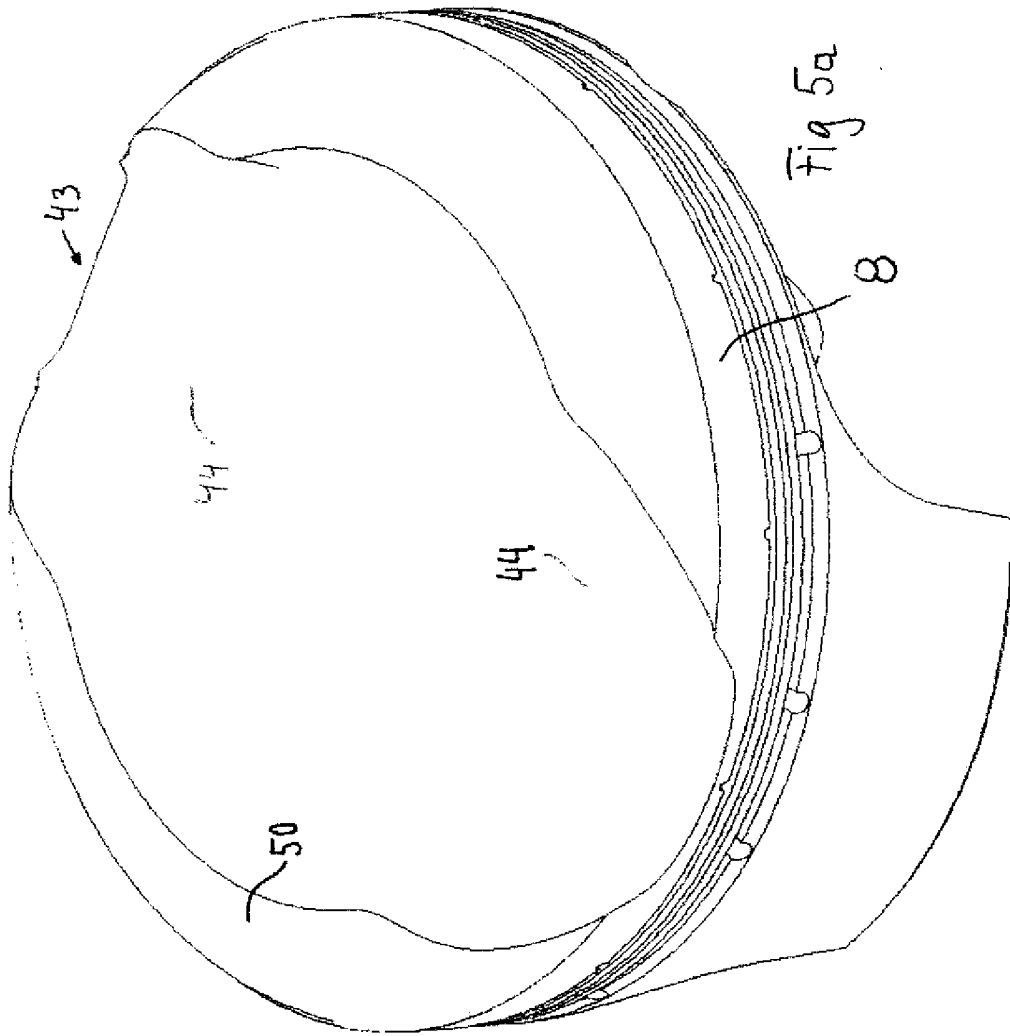


Fig. 4

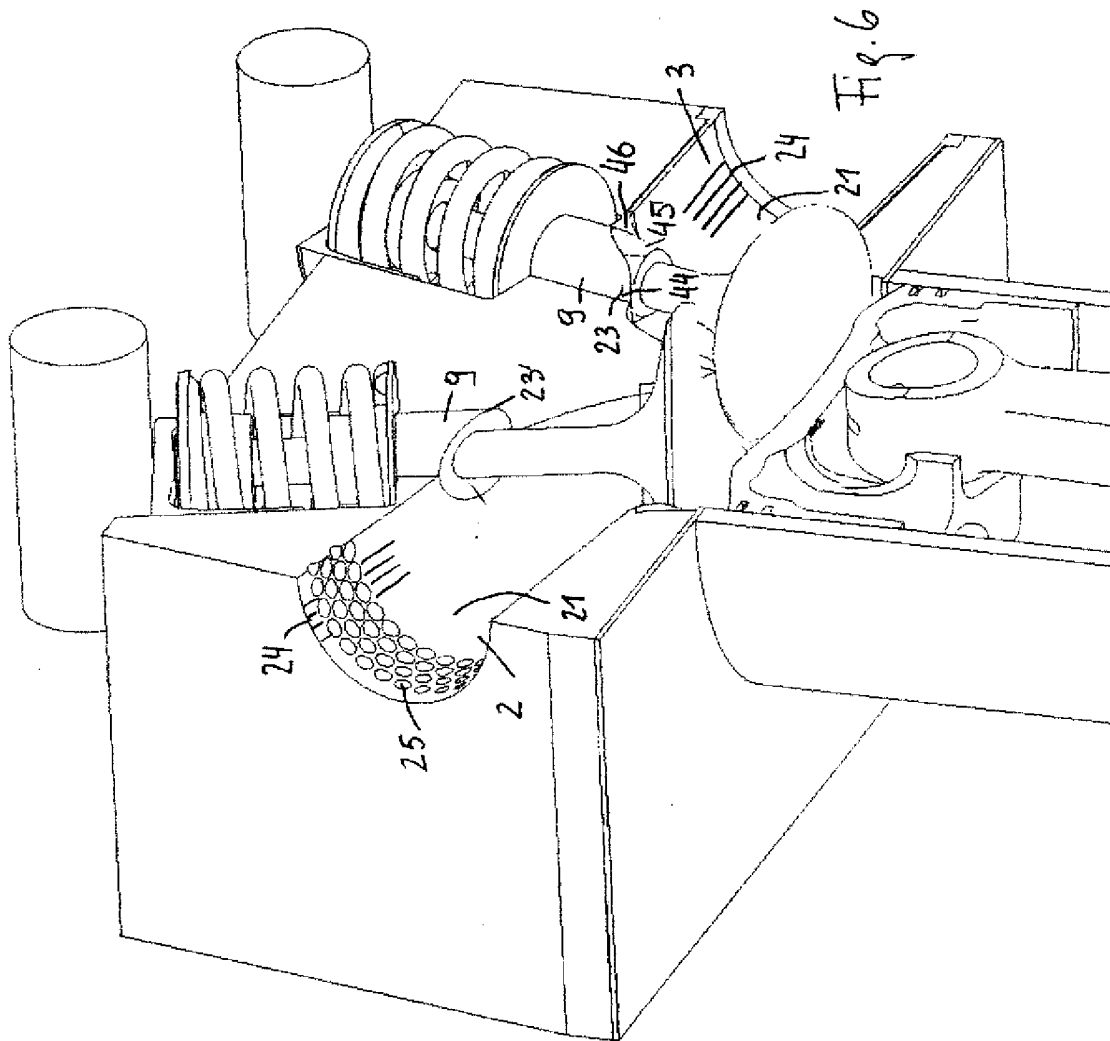
012998



012598



010998



012995

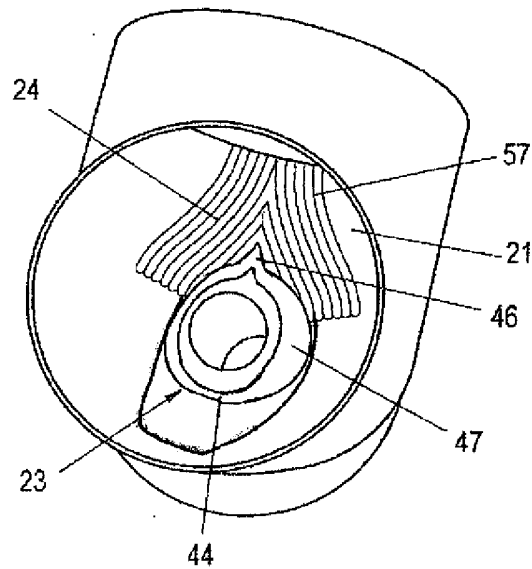


Fig. 6a

