



(10) **AT 517703 B1 2017-04-15**

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 551/2015  
(22) Anmeldetag: 19.08.2015  
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2017

(51) Int. Cl.: **F02M 21/02** (2006.01)  
**F02M 57/06** (2006.01)  
**F02P 13/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 1143126 A2  
JP 2011222205 A  
US 6260546 B1  
WO 2015093309 A1  
US 2002134347 A1  
US 4864989 A  
US 4383198 A

(73) Patentinhaber:  
Hoerbiger Kompressortechnik Holding GmbH  
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter:  
Patentanwälte Pinter & Weiss OG  
Wien

### (54) Zündkerze und Gasmotor mit Zündkerze

(57) Zündkerze, und Gasmotor mit einer solchen Zündkerze, mit einer Außenelektrode (2) und einer Mittenelektrode (3), die durch einen Isolator (4) voneinander getrennt sind, wobei die Außenelektrode (2) an einem axialen Ende der Zündkerze (1) als Außengewinde (5) ausgeführt ist und an diesem axialen Ende zwischen der Außenelektrode (2) und der Mittenelektrode (3) ein Hohlraum (7) gebildet ist, wobei durch die Außenelektrode (2) zumindest ein durchgehender Gaskanal (8) vorgesehen ist, wobei der Gaskanal (8) innen im Hohlraum (7) mündet und außen im Bereich des Außengewindes (5), wobei zwischen der äußeren Mündung und dem axialen Ende der Außenelektrode (2) zumindest ein Gewindegang (14) des Außengewindes (5) vorgesehen ist und der Gaskanal (8) innen auf die Zündungszone (10) im Bereich zwischen der Mittenelektrode (3) und der Außenelektrode (2) der Zündkerze (1) ausgerichtet ist.

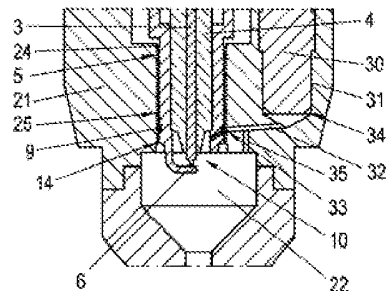


Fig. 4

## Beschreibung

### ZÜNDKERZE UND GASMOTOR MIT ZÜNDKERZE

**[0001]** Die gegenständliche Erfindung betrifft eine Zündkerze mit einer Außenelektrode und einer Mittenelektrode, die durch einen Isolierkörper voneinander getrennt sind, wobei die Außenelektrode an einem axialen Ende der Zündkerze als Außengewinde ausgeführt ist und an diesem axialen Ende zwischen der Außenelektrode und der Mittenelektrode ein Hohlraum gebildet ist, wobei durch die Außenelektrode zumindest ein durchgehender Gaskanal vorgesehen ist, wobei der Gaskanal innen im Hohlraum und außen im Bereich des Außengewindes mündet, wobei zwischen der äußeren Mündung und dem axialen Ende der Außenelektrode zumindest ein Gewindegang des Außengewindes vorgesehen ist. Weiters betrifft die Erfindung einen Gasmotor mit einer Brennkammer und einem Brennkammerkopf, der die Brennkammer zumindest teilweise abschließt, wobei im Brennkammerkopf eine Gewindeöffnung mit einem Innengewinde vorgesehen ist, wobei der Gasmotor mit einer erfindungsgemäßen Zündkerze versehen ist.

**[0002]** Gasmotoren, die beispielsweise mit Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden, haben gegenüber anderen Verbrennungsmotoren den Vorteil der geringeren Emissionen, was Gasmotoren insbesondere für Großmotoren, z.B. auf Schiffen oder in Erdgasverteilnetzen, interessant macht.

**[0003]** Die bekannten Brennverfahren fremdgezündeter Gasmotoren beruhen auf dem Prinzip, dass entweder brennfähiges Gemisch während des Saugtaktes angesaugt wird, oder während des Verdichtungsstraktes durch Einblasung von Brenngas gebildet wird. Nach Verdichtung des Gemisches wird dieses durch Funkenzündung, beispielsweise mittels einer Zündkerze, gezündet. Bekannt ist es auch, den Gasmotor durch Einspritzung einer kleinen Menge von selbstentzündlichem flüssigem Kraftstoff zu zünden. Die Zündung kann dabei direkt im Hauptbrennraum (dem Zylinder) oder in einer Vorbrennkammer erfolgen. Im Fall einer Vorbrennkammer wird ein brennfähiges Gemisch in der Vorbrennkammer gezündet, was einen aus der Vorbrennkammer in die Hauptbrennkammer austretenden Heißgasstrahl verursacht, der das brennfähige Gemisch in der Hauptbrennkammer entflammt. Das brennfähige Gemisch in der Hauptbrennkammer wird anschließend von im Allgemeinen turbulenten Flammenfronten durchwandert. Ein solches Brennverfahren ist beispielsweise in der DE 10 2014 00 229 A1 beschrieben.

**[0004]** Aus Sicht der Emissionen und des Verbrauchs ist es wünschenswert, den Gasmotor im Magerbetrieb, also mit einem Brennstoff/Luftverhältnis größer Eins zu betreiben. Allerdings neigen Gasmotoren bei Ausmagern des Gemisches zu Fehlzündungen, welche wiederum zu hohen Schadstoffemissionen, schlechten Wirkungsgrad und/oder extremen mechanischen Belastungen des Gasmotors führen können. Solche Fehlzündungen gefährden den sicheren und zuverlässigen Betrieb des Gasmotors. Abgesehen davon ist ein mageres Gemisch erheblich schwieriger zu zünden, als ein fetteres Gemisch. Die Anforderungen an das Zündsystem eines Gasmotors, insbesondere eines bei magerem Gemisch betriebenen Gasmotors, sind daher hoch.

**[0005]** Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind bereits Lösungen bekannt geworden, bei denen Brennstoff gezielt zur Zündkerze hin gerichtet, oder zumindest in deren Nahbereich gerichtet, eingeblasen wird. Damit wird die Zone um die Zündkerze mit Brennstoff angereichert, wodurch lokal im Bereich der Zündkerze ein fetteres Gemisch entsteht, das sicherer gezündet werden kann. Auf Grund der möglichen Varianz durch unterschiedliche Lastpunkte des Gasmotors und der lokalen heterogenen Gemischbildung entsteht dabei aber ein höherer Anspruch an die Regelung, um das Potential an Emissionsreduktion und Reduktion der Rußbildung nutzen zu können. Dabei bietet es sich an, den Brennstoff direkt durch die Zündkerze einzubringen.

**[0006]** In der US 6,481,422 B2 wird beispielsweise gasförmiger Brennstoff während des Verdichtungsstraktes durch die Zündkerze in den Zylinder zugeführt und nach der Verdichtung durch

die Zündkerze gezündet. Das wird durch eine spezielle Zündkerze realisiert, die aus einem Adapter, der gleichzeitig einen ersten Pol der Zündkerze (Erdung) ausbildet, und einem Innenelektrodenenteil, der den zweiten Pol der Zündkerze ausbildet, besteht. Der Adapter wird in das im Zylinderkopf vorgesehene Gewinde für herkömmliche Zündkerzen geschraubt und der Innenelektrodenenteil wird in den Adapter geschraubt. Im Adapter oder zwischen Adapter und Innenelektrodenenteil ist ein Zuführkanal vorgesehen, der mit einem Gasventil verbunden ist, und über den gasförmiger Brennstoff in den Zylinder zugeführt wird. Durch diese Anordnung ergibt sich durch den Zuführkanal allerdings ein großer Totraum, der während der Gaszuführung mit gasförmigem Brennstoff gefüllt ist. Nach dem Ende der Gaszuführung kann daher im Zuführkanal verbleibender gasförmiger Brennstoff unkontrollierbar in den Zylinder strömen, was die Zündung stören kann. Gleichfalls kann sich die Flammenfront im Zylinder nach dem Zünden auch in den Zuführkanal ausbreiten. Nachdem dort ein sehr fettes Gemisch vorliegen wird, kommt es zu hohen Emissionen, was die Emission des Gasmotors erhöht. Ebenfalls kommt es dadurch zu einer starken Rußbildung, was den Zuführkanal verschmutzen kann. Nicht zuletzt kann auch unverbrannter gasförmiger Brennstoff in den Zylinder nachströmen, der im Ausstoßtakt direkt an die Umgebung abgegeben wird, was ebenfalls unerwünscht ist. Ein weiteres Problem dieser Anordnung ist die schlechte Wartbarkeit, da die Zündkerze nicht getrennt vom Gasventil ausgebaut werden kann. Nachdem eine Zündkerze ein Serviceteil ist, der regelmäßig gewechselt werden muss, ist damit jeder Austausch der Zündkerze aufwendig.

**[0007]** Die US 4,864,989 A zeigt eine Zündkerze durch die gasförmiger Brennstoff in den Raum zwischen Innenelektrode und Außenelektrode zugeführt werden kann. Dieser Raum dient als Vorbrennkammer, in der sich der gasförmige Brennstoff im Verdichtungsstrakt mit dem verdichteten Gemisch im Zylinder mischt und ein zündfähiges Gemisch bildet, das durch die Zündkerze gezündet wird. Der austretende Flammenstrahl zündet das Gemisch im Zylinder. Am Körper der Zündkerze ist eine Düse angeordnet und im Körper ist eine Bohrung vorgesehen, die mit der Düse verbunden ist. Eine ähnliche Anordnung zeigt die US 4,383,198 A. Damit treten in der US 4,864,989 A und in der US 4,383,198 A im Wesentlichen dieselben Probleme wie bei der US 6,481,422 B2 auf.

**[0008]** Aus der EP 1 143 126 A2 ist eine Vorkammer-Zündkerze bekannt, bei der die Vorkammer mit der Zündkerze fest verbunden ist. Damit ist ein Austausch der Zündkerze alleine nicht möglich. Die Vorkammer-Zündkerze wird über ein Gewinde an der Vorkammer in den Zylinderkopf geschraubt und die Zuführung des Brennstoffes in die Vorbrennkammer erfolgt ungezielt über eine ringförmige Nut im Zylinderkopf und das Gewinde der Vorkammer-Zündkerze. Die Zündkerze sitzt im oberen Ende der Vorbrennkammer, womit sich ein relativ großes Volumen ergibt, das mit Brennstoff gefüllt werden muss, bevor gezündet werden kann.

**[0009]** In der US 6,260,546 B1 ist eine Zündkerze beschrieben, die in den Zylinderkopf geschraubt ist und die im Außengewinde eine Öffnung aufweist, die einen Gaskanal mit dem Raum zwischen Innenelektrode der Zündkerze und dem Außengewinde verbindet. Über diese Öffnung kann Brennstoff zugeführt werden. Aber auch hier ergibt sich ein relativ großes Volumen, das mit Brennstoff gefüllt werden muss bis der Brennstoff die Zündungszone erreicht. Eine ähnliche Zündkerze zeigt die JP 2011-222205 A.

**[0010]** Es ist daher eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, eine Zündkerze anzugeben, die es ermöglicht, die obigen Probleme zu reduzieren.

**[0011]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Gaskanal innen auf die Zündungszone im Bereich zwischen der Mittenelektrode und der Außenelektrode der Zündkerze ausgerichtet ist. Dadurch, dass der Gaskanal im Bereich des Außengewindes der Zündkerze, also im Bereich des axialen Endes der Zündkerze, vorgesehen ist, ist es möglich, das Totvolumen in der Zündkerze, bzw. allgemein der Gaszuführung, weitestgehend zu reduzieren. Es sind keine langen Gasleitungen und große zusätzlichen Hohlräume in der Zündkerze notwendig, um den gasförmigen Brennstoff zuzuführen. Abgesehen davon ermöglicht das auch, dass eine Standard-Zündkerze verwendet werden kann, in die lediglich der Gaskanal eingebracht werden muss, beispielsweise durch einfaches Bohren des Gaskanals. Auf diese Weise kann eine herkömmliche

che Zündkerze sehr einfach in eine erfindungsgemäße Zündkerze verwandelt werden. Durch die Ausrichtung des Gaskanals innen auf die Zündungszone der Zündkerze ausgerichtet ist kann der gasförmige Brennstoff gezielt dort eingebracht werden, wo ein fetteres Gemisch benötigt wird und gleichzeitig wird die heiße Zündungszone durch den zugeführten gasförmigen Brennstoff optimal gekühlt. Auf diese Weise kann die Gefahr einer unbeabsichtigten vorzeitigen Zündung des brennfähigen Gemisches durch hohe Temperaturen im Bereich der Zündungszone wirkungsvoll reduziert werden und durch die Temperaturabsenkung des Zündbügels der Außenelektrode auch die Lebensdauer der Zündkerze erhöht werden.

**[0012]** Vorteilhaft ist es, wenn über den Umfang verteilt eine Mehrzahl von Gaskanälen vorgesehen ist. Dadurch kann die Oberfläche der Gaskanäle erheblich vergrößert werden, was durch den zugeführten Brennstoff zu einer besseren Kühlung im Bereich der Gaskanäle führt. Damit kann eine zu tiefe Flammausbreitung aus dem Brennraum in die Gaskanäle verhindert werden, da eine Flamme an der kühlen Oberfläche sehr rasch und sicher erstickt werden würde.

**[0013]** Ganz besonders vorteilhaft ist, wenn an der Außenelektrode im Bereich des Außengewindes eine Außenumfangsnut vorgesehen ist und der zumindest eine Gaskanal in die Außenumfangsnut mündet und zwischen Außenumfangsnut und axialem Ende der Außenelektrode zumindest ein Gewindegang vorgesehen ist. Die Außenumfangsnut kann als einfacher Gasverteilung genutzt werden, der mehrere Gaskanäle speisen kann, wobei die Außenumfangsnut nur eine Zuspeisung von gasförmigem Brennstoff benötigt. Eine solche Zündkerze kann daher auch einfach verwendet werden, da es durch die Außenumfangsnut unerheblich ist, in welcher winkelmäßigen Lage (relativ zu einer Zuspeisung von gasförmigem Brennstoff) die Zündkerze eingesetzt ist.

**[0014]** Es ist ebenfalls besonders vorteilhaft, wenn der Strömungsquerschnitt des zumindest einen Gaskanals kleiner ist, als der Strömungsquerschnitt der Außenumfangsnut. Auf diese Weise kann durch den Gaskanal eine Drosselwirkung bewirkt werden, die mehrere Wirkungen entfalten kann. Einerseits reduziert die Drosselwirkung insbesondere während der Verbrennung und folgender Druckerhöhung im Brennraum die Rückströmung von Abgas in die Außenumfangsnut. Andererseits wird durch die Drosselwirkung die Strömungsgeschwindigkeit des zugeführten gasförmigen Brennstoffes erhöht, was die Eindringtiefe des gasförmigen Brennstoffes im Brennraum erhöht und auch für höhere Turbulenzen im Brennraum und damit verbunden zu einer besseren Kühlung durch den gasförmigen Brennstoff führt.

**[0015]** Wenn der Hohlraum durch die Außenelektrode umschlossen ist und in der Außenelektrode im Bereich des axialen Endes zumindest ein durchgehender Flammkanal vorgesehen ist, der den Hohlraum mit der Umgebung der Außenelektrode verbindet, kann verhindert werden, dass die Einblasung von gasförmigen Brennstoff in die Zündungszone der Zündkerze durch Turbulenzen im Brennraum gestört wird. Der eingeblasene Brennstoff bleibt in der Zündungszone konzentriert und fettet die Zündungszone effektiv auf, wodurch eine sichere Zündung ermöglicht wird. Der Hohlraum bildet auf diese Weise eine Art Minivorkammer aus.

**[0016]** Gleichfalls ist es eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung einen Gasmotor mit einer solchen Zündkerze und ein Zündverfahren anzugeben, sodass eine sichere Zündung eines Gasmotors möglich wird.

**[0017]** Diese Aufgabe wird für den Gasmotor gelöst, indem in eine Gewindeöffnung eine erfindungsgemäße Zündkerze eingeschraubt ist, und im Brennkammerkopf beabstandet von der Gewindeöffnung eine Ventilausnehmung vorgesehen ist, deren axiales Ende über einen Stichkanal mit einem Gasverteilring zwischen der Zündkerze und dem Brennkammerkopf verbunden ist, wobei der Gasverteilring durch eine Innenumfangsnut am Innengewinde und/oder durch die Außenumfangsnut an der Zündkerze gebildet ist und der zumindest eine Gaskanal in den Gasverteilring mündet, wobei zwischen dem Gasverteilring und dem axialen Ende der Zündkerze zumindest ein Gewindegang des Außen- und Innengewindes vorgesehen ist.

**[0018]** Durch die beabstandete Anordnung des Gasventils und der Zündkerze ist es möglich, beide Bauteile getrennt und unabhängig voneinander zu tauschen, wodurch der Gasmotor

leichter zu warten ist. Für eine Wartung eines der beiden Bauteile müssen nicht mehr beide ausgebaut werden, sondern nur mehr der Bauteil, der gewartet werden muss. Abgesehen davon kann dadurch das Zündsystem auf einfache Weise angepasst werden. Beispielsweise kann auf einfache Weise eine andere Zündkerze eingesetzt werden, ohne das Gasventil tauschen zu müssen. Ebenso kann ein anderes Gasventil verwendet werden, ohne die Zündkerze tauschen zu müssen. Auf diese Weise kann der Gasmotor auch auf einfache Art an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden.

**[0019]** Die beabstandete Anordnung des Gasventils erlaubt es aber auch, das Gasventil so nah wie möglich am Gasverteiltring anzuordnen, Das reduziert die Länge der Stichleitung und damit auch das Totvolumen der Gaszuführung.

**[0020]** Durch den Gasverteiltring ist es unerheblich, wie die Zündkerze in das Gewindeloch eingeschraubt wird. Über den Gasverteiltring, der mit der Stichleitung verbunden ist, ist immer sichergestellt, dass die Gaskanäle mit gasförmigen Brennstoff versorgt sind.

**[0021]** Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 6 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

**[0022]** Fig.1 ein erfindungsgemäße Zündkerze mit Außenumfangsnut,

**[0023]** Fig.2 ein Schnitt durch die erfindungsgemäße Zündkerze ohne Außenumfangsnut,

**[0024]** Fig.3 und 4 die Anordnung der Zündkerze in einer Vorkammer als Brennraum und

**[0025]** Fig.5 und 6 die Anordnung der Zündkerze mit Schirmung in einem Zylinder als Brennraum.

**[0026]** In Fig. 1 und in Fig.2 ist eine erfindungsgemäße Zündkerze 1 dargestellt. Wie bei einer herkömmlichen Zündkerze bekannt, besteht die Zündkerze 1 aus einer Außenelektrode 2, die an einem axialen Ende als Außengewinde 5 ausgeführt ist. Die Außenelektrode 2 umschließt eine Mittenelektrode 3, die durch einen elektrischen Isolator 4 von der Außenelektrode 2 getrennt ist. Von der Außenelektrode 2, die normalerweise elektrisch geerdet ist, steht ebenfalls in bekannter Weise ein elektrisch mit der Außenelektrode 2 verbundener Zündbügel 6 ab, der zur Ausbildung der Funkenstrecke am axialen Ende der Zündkerze 1 axial gegenüber der Mittenelektrode 3 angeordnet ist. Zwischen dem Zündbügel 6 und der Mittenelektrode 3 entsteht der Zündfunke, wenn an die Mittenelektrode 3 eine ausreichende Zündspannung angelegt wird. Am axialen Ende der Zündkerze 1 ist zwischen der Mittenelektrode 3, bzw. dem die Mittenelektrode 3 umgebenden Isolator 4, und der Außenelektrode 2 (zu der auch der Zündbügel 6 gehört) ein Hohlraum 7 ausgebildet.

**[0027]** Im Bereich des Außengewindes 5 mündet ein erstes Ende eines durchgehenden Gaskanals 8. Das zweite Ende des Gaskanals 8 mündet in den Hohlraum 7. Der Gaskanal 8 geht damit durch die Außenelektrode 2 im Bereich des Außengewindes 5 hindurch und verbindet den Hohlraum 7 mit der äußeren Umfangsfläche der Zündkerze 1 im Bereich des Außengewindes 5. Durch den Gaskanal 8 kann von außen ein gasförmiger Brennstoff in den Hohlraum 7 zugeführt werden kann. Unter gasförmigen Brennstoff wird auch ein zündfähiges Brenngasgemisch oder ein Brennstoff/Luft-Gemisch verstanden. Über den Umfang des Außengewindes 5 verteilt können auch mehrere Gaskanäle 8 angeordnet sein, wie in Fig.1 durch die Mündungen angedeutet.

**[0028]** Unter gasförmigen Brennstoff wird auch ein zündfähiges Brenngasgemisch oder ein Brennstoff/Luft-Gemisch verstanden. Als Brenngas kommt beispielsweise Erdgas, Flüssiggas oder Wasserstoff zum Einsatz. Mit der erfindungsgemäßen Zündkerze 1 können auch noch solche Brenngase sicher gezündet werden.

**[0029]** An der Außenelektrode 2 kann im Bereich des Außengewindes 5 eine um den Umfang umlaufende Außenumfangsnut 9 (Fig.1, 4) vorgesehen sein. Vorzugsweise ist die Außenumfangsnut 9 über den Umfang geschlossen. In diesem Fall münden die vorhandenen Gaskanäle

8 außen an der Zündkerze 1 in die Außenumfangsnut 9.

**[0030]** Zwischen den Mündungen der vorhandenen Gaskanäle 8 und dem axialen Ende des Außengewindes 5 ist zumindest ein dichtender Gewindegang 14 des Außengewindes 5 vorgesehen.

**[0031]** In den Fig.3 und 4 ist die Anordnung einer erfindungsgemäßen Zündkerze 1 in einem Gasmotor 20 dargestellt, wobei die Fig.4 eine Detailansicht dieser Anordnung zeigt. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Gasmotor 20 mit einer Brennkammer 22 in Form einer Vorkammer zum Zünden und einem Zylinder 40, in dem die Hauptverbrennung stattfindet, ausgeführt. Die Brennkammer 22 ist in bekannter Weise über Strahlkanäle 23 mit dem Zylinder 40 verbunden. Die Brennkammer 22 ist durch einen Brennkammerkopf 21 abgeschlossen und der Brennkammerkopf 21 ist in bekannter Weise in einem Zylinderkopf 42 des Gasmotors 20 angeordnet. Im Brennkammerkopf 21 ist eine Gewindeöffnung 24 mit einem Innengewinde 25 vorgesehen. Die Zündkerze 1 wird mit deren Außengewinde 5 in das Innengewinde 25 der Gewindeöffnung 24 geschraubt, sodass das axiale Ende der Zündkerze 1 mit dem Zündbügel 6 und der gegenüberliegenden Mittenelektrode 3 in den Brennraum 22 ragt. Im Bereich dieses axialen Endes bildet sich die Zündungszone 10 aus, in der ein brennbares Gemisch in der Brennkammer 22 durch Funkenzündung gezündet wird. Nach Zündung tritt ein Heißgasstrahl durch die Strahlkanäle 23 in den Zylinder 40 aus, der das brennbare Gemisch im Zylinder 40 zündet. Bekanntermaßen kann mit einer solchen Vorkammerzündung bei gleicher Zündenergie das Gemisch im Zylinder 40 magerer sein, als bei einer direkten Zündung im Zylinder 40.

**[0032]** Im Brennkammerkopf 21 ist beabstandet von der Gewindeöffnung 24, und damit auch beabstandet von der Zündkerze 1, eine Ventilausnehmung 31 vorgesehen, in der ein Gasventil 30 angeordnet ist, mit dem der gasförmige Brennstoff zugeführt wird. Das Gasventil 30 kann als mechanisches Ventil oder auch als elektronisches Ventil ausgeführt sein. Die Ventilausnehmung 31 ist über einen Stichkanal 32 mit einem Gasverteiler 33 verbunden. Der Stichkanal mündet dazu im Bereich des axialen Endes der Ventilausnehmung 31 in die Ventilausnehmung 31, vorzugsweise zwischen einer Auslassdüse 34 des Gasventils 30 und dem axialen Ende der Ventilausnehmung 31. Der Gasverteiler 33 ist zwischen dem Brennkammerkopf 21 und der Zündkerze 1 vorgesehen, insbesondere zwischen dem Außengewinde 5 der Zündkerze 1 und dem Innengewinde 25 der Gewindeöffnung 24 des Brennkammerkopfes 21. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Gasverteiler 33 durch die Außenumfangsnut 9 am Außengewinde 5 der Zündkerze 1 ausgebildet. Gleichermäßen könnte der Gasverteiler 33 auch durch eine Innenumfangsnut am Innengewinde 25 der Gewindeöffnung 24 ausgebildet sein. Ebenso könnten eine Außenumfangsnut 9 und eine Innenumfangsnut vorgesehen sein, die gemeinsam den Gasverteiler 33 ausbilden. Im Fall einer Innenumfangsnut sind die Gaskanäle 8 in der Zündkerze 1 so angeordnet, dass die Gaskanäle 8 in die Innenumfangsnut münden. Gleichfalls ist auch im Falle einer Innenumfangsnut vorgesehen, dass zwischen Innenumfangsnut und dem axialen Ende des Innengewindes 25 zumindest ein dichtender Gewindegang 14 verbleibt.

**[0033]** Der Gasverteiler 33 erstreckt sich vorzugsweise über den gesamten Umfang, wodurch die Zündkerze 1 beliebig in das Innengewinde 25 geschraubt werden kann. Der Gasverteiler 33 verteilt damit den über den Stichkanal 32 zugeführten gasförmigen Brennstoff auf die Gaskanäle 8.

**[0034]** Nachdem das Gasventil 30 und die Zündkerze 1 voneinander beabstandet und getrennt im Brennkammerkopf 21 angeordnet sind, können diese auch separat und unabhängig voneinander entfernt und getauscht werden, was die Wartbarkeit ganz erheblich erleichtert.

**[0035]** Abgesehen davon kann auch das Totvolumen der Gaszuführung reduziert werden, da das Gasventil 30 im Brennkammerkopf 21 sehr nahe an der Zündkerze 1 angeordnet werden kann und keine langen Zuführleitungen (wie der Stichkanal 32) notwendig sind. Das Totvolumen begrenzt sich damit auf den Stichkanal 32 den Gasverteiler 33 und die Gaskanäle 8.

**[0036]** Vorzugsweise sind über den Umfang der Zündkerze 1 mehrere Gaskanäle 8 verteilt angeordnet. Damit kann die gesamte Oberfläche der Gaskanäle 8 bei gleichem Strömungs-

querschnitt erheblich vergrößert werden. Nachdem der gasförmige Brennstoff in der Regel kühl (im Vergleich zu den Verbrennungstemperaturen in der Brennkammer 22) zugeführt wird, wird dadurch auch eine wirkungsvolle Kühlung der Zündkerze 1 im Bereich der Gaskanäle 8 kurz vor Zündzeitpunkt bzw. Flammausbreitungszeitpunkt rückführend in die Gaskanäle 8 erzielt. Durch die dadurch erzielte niedrige Temperatur, im Bereich der Gaskanäle 8 kann die Gefahr der Flammenausbreitung aus der Brennkammer 22 durch die Gaskanäle 8 in den Gasverteiling 33 und den Stichkanal 32 wirkungsvoll reduziert werden, da sich ausbreitende Flammen noch in den Gaskanälen 8 erstickt werden. Eine solche Flammenausbreitung könnte zu starker Rußbildung und Verschmutzung in den Gaskanälen 8, den Gasverteiling 33 und dem Stichkanal 32 führen, was vermieden werden soll.

**[0037]** Durch die Gaskanäle 8 kann darüber hinaus auch eine Drosselwirkung erzielt werden, wenn der Strömungsquerschnitt der Gaskanäle 8 kleiner ist, als der effektive Strömungsquerschnitt des Gasventiles bzw. des Stichkanals 32 bzw. des Gasverteiling 33, was normalerweise immer der Fall ist. Die Drosselung reduziert insbesondere während der Verbrennung und folgender Druckerhöhung in der Brennkammer 22 die Rückströmung von Abgas in den Gasverteiling 33 bzw. den Stichkanal 32.

**[0038]** Es kann in der Zündkerze 1 auch ein Spülkanal 35 (Fig.4) vorgesehen sein, der die Brennkammer 22 mit dem Stichkanal 32 verbindet. Der Querschnitt des Spülkanals 35 wird dabei so ausgelegt, dass sich ein größtmögliches Druckgefälle zwischen dem Spülkanal 35 mit dem höheren Druck und dem Gasverteiling 33 ergibt. Dazu mündet der Spülkanal 35 in der Brennkammer 22 vorzugsweise in einem Bereich, in dem eine hohe Strömungsgeschwindigkeit herrscht. Der Druck muss dabei natürlich kleiner bleiben als der Druck des zugeführten gasförmigen Brennstoffes. Damit kann während der Verbrennung in der Brennkammer 22 eine Spülung des Stichkanals 32, des Gasverteiling 33 und der Gaskanäle 8 erzielt werden. Während der Zuführung des gasförmigen Brennstoffes über das Gasventil 30 wird eine geringe Menge an gasförmigen Brennstoff über die Spülkanal 35 in die Brennkammer 22 strömen, was aber nicht störend ist.

**[0039]** Die Gaskanäle 8 sind vorzugsweise so ausgerichtet, dass der zugeführte gasförmige Brennstoff auf die Zündungszone 10 im Bereich zwischen der Mittenelektrode 3 und der Außenelektrode 2 (mit Zündbügel 6) gerichtet ist. Damit wird durch die niedrigen Temperaturen des zugeführten gasförmigen Brennstoffes die Zündkerze 1 im Bereich der heißesten Zone um die Zündungszone 10 aktiv gekühlt. In Verbindung mit der zuvor beschriebener Drosselwirkung wird weiters eine höhere Eindringtiefe bzw. höhere lokale Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Brennstoffes erreicht, sodass der Strahlkegel der Brennstoffeinblasung gerichtet auf die Zündungszone 10 höhere Turbulenzen und folglich effektivere Kühlung im Bereich der Zündungszone 10 erzielt. Auf diese Weise kann die Gefahr einer unbeabsichtigten vorzeitigen Zündung des brennfähigen Gemisches durch hohe Temperaturen im Bereich der Zündungszone 10 wirkungsvoll reduziert werden. Insbesondere kann auch durch die Temperaturabsenkung des Zündbügels 6 der Außenelektrode 2 die Lebensdauer der Zündkerze 1 signifikant erhöht werden.

**[0040]** Mit der Fig.5 und 6 ist eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zündkerze 1, hier im Zusammenhang mit der Anordnung der Zündkerze 1 im Zylinderkopf 42 eines Zylinders 40 eines Gasmotors 20. In diesem Fall ist der Zylinder 40 die Brennkammer 22. Im Zylinder 40 ist in bekannter Weise ein Kolben 41 angeordnet. Der Brennkammerkopf 21 schließt die Brennkammer 22 in dieser Ausführung teilweise ab. Um den Brennkammerkopf 21 kann auch ein von Kühlmedium durchströmter Kühlmantel 43 vorgesehen sein, um den Brennkammerkopf 21 aktiv zu kühlen. Der Brennkammerkopf 21 ist im Wesentlichen wie mit Bezugnahme auf die Figuren 3 und 4 erläutert ausgeführt. Selbstverständlich wäre es auch möglich, die Zündkerze 1 und das Gasventil 30 direkt im Zylinderkopf 42 des Gasmotors 20 anzuordnen. In diesem Fall wäre der Zylinderkopf 42 gleichzeitig der Brennkammerkopf 21.

**[0041]** Die Zündkerze 1 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Außenelektrode 2 ausgeführt, die den Hohlraum 7 am axialen Ende der Zündkerze 1 im Bereich der Zündungszone

ne 10 in Form einer Schirmung 12 kappenförmig umschließt. Selbstverständlich könnte aber auch eine Zündkerze ohne Schirmung 12 eingesetzt werden. Der Hohlraum 7 wird damit durch die Schirmung 12 der Außenelektrode 2 nach außen abgegrenzt. Am axialen Ende der Außenelektrode 2 sind eine Anzahl von Flammkanälen 11 vorgesehen, die den Hohlraum 7 mit dem die Zündkerze 1 umgebenden Raum, die Brennkammer 22, verbinden. Wird im Hohlraum 7 ein gasförmiges Gemisch gezündet, treten durch die Flammkanäle 11 Heißgasstrahlen aus, die das brennfähige Gemisch in der Brennkammer 22 zünden. Ähnlich wie bei einer Vorkammerzündung, kann das Gemisch in der Brennkammer 22 magerer sein, als bei einer direkten Zündung. Durch die Schirmung des Hohlraumes 7 durch die Außenelektrode 2 werden auch zu große Turbulenzen im Hohlraum 7 im Bereich der Zündungszone 10 verhindert, was die sichere Zündung ebenfalls unterstützt.

**[0042]** Im Ausführungsbeispiel nach der Fig.6 ist der Gasverteiling 33 als Innenumfangsnut 13 im Bereich des Innengewindes 25 im Brennkammerkopf 21 ausgeführt.

**[0043]** Zwischen Gasverteiling 33 und dem axialen Ende des Außengewindes 5 bzw. des Innengewindes 25 ist jedenfalls zumindest ein dichtender Gewindegang 14 vorgesehen, der verhindert, dass sich eine, zumindest nicht zu große, unkontrollierte Leckage von gasförmigen Brennstoff über das Gewinde in die Brennkammer 22 ausbildet. Je nach Druckniveau des zugeführten gasförmigen Brennstoffes kann auch mehr als ein dichtender Gewindegang 14 erforderlich sein.

**[0044]** Mit einer erfindungsgemäßen Zündkerze 1 kann sowohl die Haupteinblasung von gasförmigem Brennstoff, als auch eine Mehrfacheinblasung von gasförmigem Brennstoff realisiert werden.

**[0045]** Die Haupteinblasung ist insbesondere interessant, wenn die Zündkerze 1 in einem Zylinder 40 als Brennkammer 22 angeordnet ist. Dabei wird der für die Hauptverbrennung benötigte gasförmige Brennstoff über die Zündkerze 1 zugeführt. Selbstverständlich könnte der für die Hauptverbrennung benötigte gasförmige Brennstoff auch auf andere Weise zugeführt werden, beispielsweise in herkömmlicher Weise durch Ansaugung im Saugtakt des Gasmotors 20.

**[0046]** Ganz besonders interessant ist die erfindungsgemäße Zündkerze 1 aber für eine Zündeinblasung. Dazu kann unmittelbar vor Zündung eine benötigte Menge an gasförmigen Brennstoff über die Zündkerze 1 in die Zündungszone 10 zugeführt werden, um das Gemisch im Bereich der Zündungszone 10 aufzufetten, was die Zündung erleichtert. Das ermöglicht es auch, zuerst in einer ersten Einblasung nur wenig gasförmigen Brennstoff zuzuführen, sodass ein derart mageres Gemisch entsteht, das nicht zündfähig ist. Erst kurz vor der Zündung wird das Gemisch durch eine zweite Einblasung gezielt in der Zündungszone 10 aufgefettet. In diesem Zusammenhang ist es auch denkbar, dass ein mageres Gemisch in der Brennkammer 22 erzeugt wird, das direkt durch Funkenzündung nur schwer oder gar nicht zündbar wäre. Ein solches Gemisch wird beispielsweise im Kompressionstakt aus dem Zylinder 40 in eine damit verbundene Vorkammer als Brennkammer 22 gedrückt oder aus dem Zylinder 40 in den Hohlraum einer Zündkerze 1 nach der Fig.5. Aufgrund des mageren Gemisches wird eine Fehl- oder Vorzündung verhindert. Erst kurz vor dem Zündzeitpunkt wird gasförmiger Brennstoff über die Zündkerze 1 in die Zündungszone 10 der Zündkerze 1 zugeführt, um das Gemisch in diesem Bereich gezielt aufzufetten, was die Zündung durch Funkenzündung erleichtert oder überhaupt erst ermöglicht.

## Patentansprüche

1. Zündkerze mit einer Außenelektrode (2) und einer Mittenelektrode (3), die durch einen Isolator (4) voneinander getrennt sind, wobei die Außenelektrode (2) an einem axialen Ende der Zündkerze (1) als Außengewinde (5) ausgeführt ist und an diesem axialen Ende zwischen der Außenelektrode (2) und der Mittenelektrode (3) ein Hohlraum (7) gebildet ist, wobei durch die Außenelektrode (2) zumindest ein durchgehender Gaskanal (8) vorgesehen ist, wobei der Gaskanal (8) innen im Hohlraum (7) und außen im Bereich des Außengewindes (5) mündet, wobei zwischen der äußeren Mündung und dem axialen Ende der Außenelektrode (2) zumindest ein Gewindegang (14) des Außengewindes (5) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gaskanal (8) innen auf die Zündungszone (10) im Bereich zwischen der Mittenelektrode (3) und der Außenelektrode (2) der Zündkerze (1) ausgerichtet ist.
2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den Umfang des Außengewindes (5) verteilt eine Mehrzahl von Gaskanälen (8) vorgesehen sind.
3. Zündkerze nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Außenelektrode (2) im Bereich des Außengewindes (5) eine Außenumfangsnut (9) vorgesehen ist und der zumindest eine Gaskanal (8) außen in die Außenumfangsnut (9) mündet und zwischen Außenumfangsnut (9) und axialem Ende der Außenelektrode (2) zumindest ein Gewindegang (14) des Außengewindes (5) vorgesehen ist.
4. Zündkerze nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt des zumindest einen Gaskanals (8) kleiner ist, als der Strömungsquerschnitt der Außenumfangsnut (9).
5. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hohlraum (7) durch die Außenelektrode (2) umschlossen ist und in der Außenelektrode (2) im Bereich des axialen Endes zumindest ein durchgehender Flammkanal (11) vorgesehen ist, der den Hohlraum (7) mit der Umgebung der Außenelektrode (2) verbindet.
6. Gasmotor mit einer Brennkammer (22) und einem Brennkammerkopf (21), der die Brennkammer (22) zumindest teilweise abschließt, wobei im Brennkammerkopf (21) eine Gewindeöffnung (24) mit einem Innengewinde (25) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Gewindeöffnung (24) eine Zündkerze (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit deren Außengewinde (5) eingeschraubt ist, und im Brennkammerkopf (21) beabstandet von der Gewindeöffnung (24) eine Ventilausnehmung (31) vorgesehen ist, deren axiales Ende über einen Stichkanal (32) mit einem Gasverteiling (33) zwischen der Zündkerze (1) und dem Brennkammerkopf (21) verbunden ist, wobei der Gasverteiling (33) durch eine Innenumfangsnut (13) am Innengewinde (25) und/oder durch die Außenumfangsnut (9) an der Zündkerze (1) gebildet ist **und dass** der zumindest eine Gaskanal (8) in den Gasverteiling (33) mündet, wobei zwischen dem Gasverteiling (33) und dem axialen Ende der Zündkerze (1) zumindest ein Gewindegang (14) des Außen- und Innengewindes (5, 25) vorgesehen ist.
7. Gasmotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Spülkanal (35) vorgesehen ist, der die Brennkammer (22) mit dem Stichkanal (32) verbindet.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

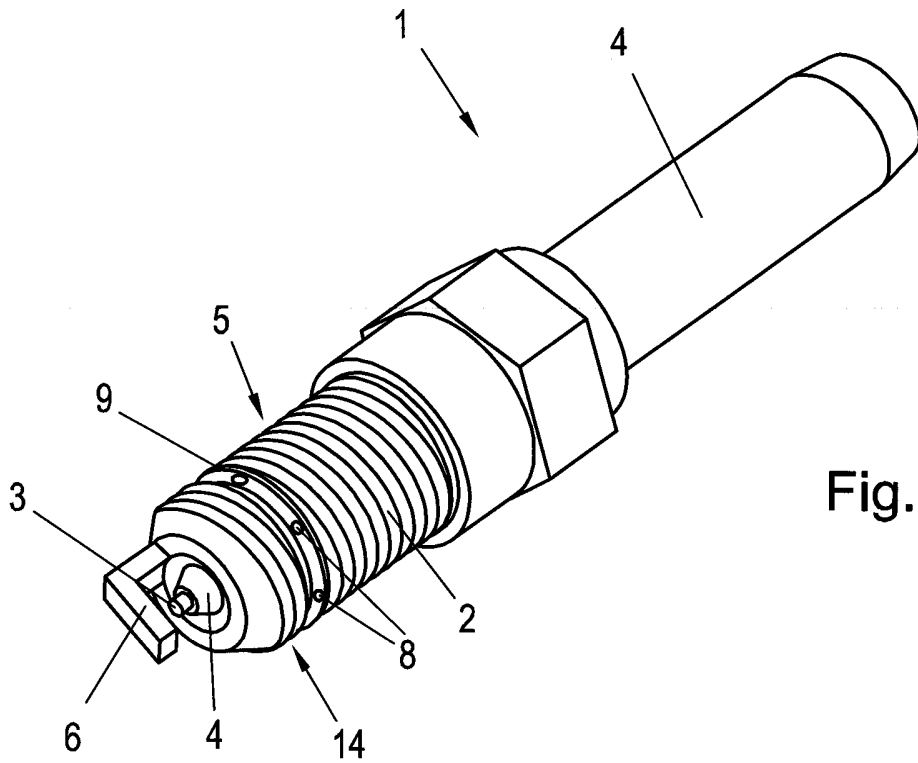


Fig. 1

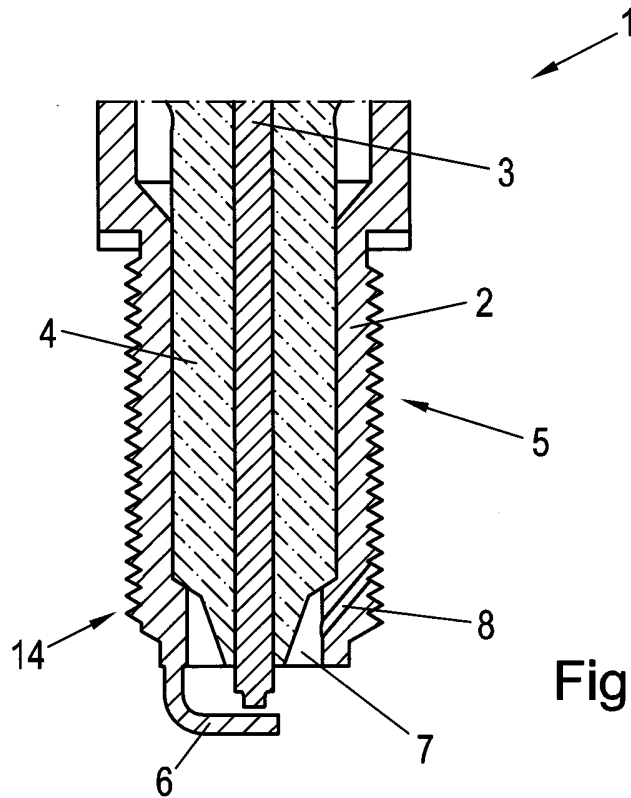


Fig. 2

2/3

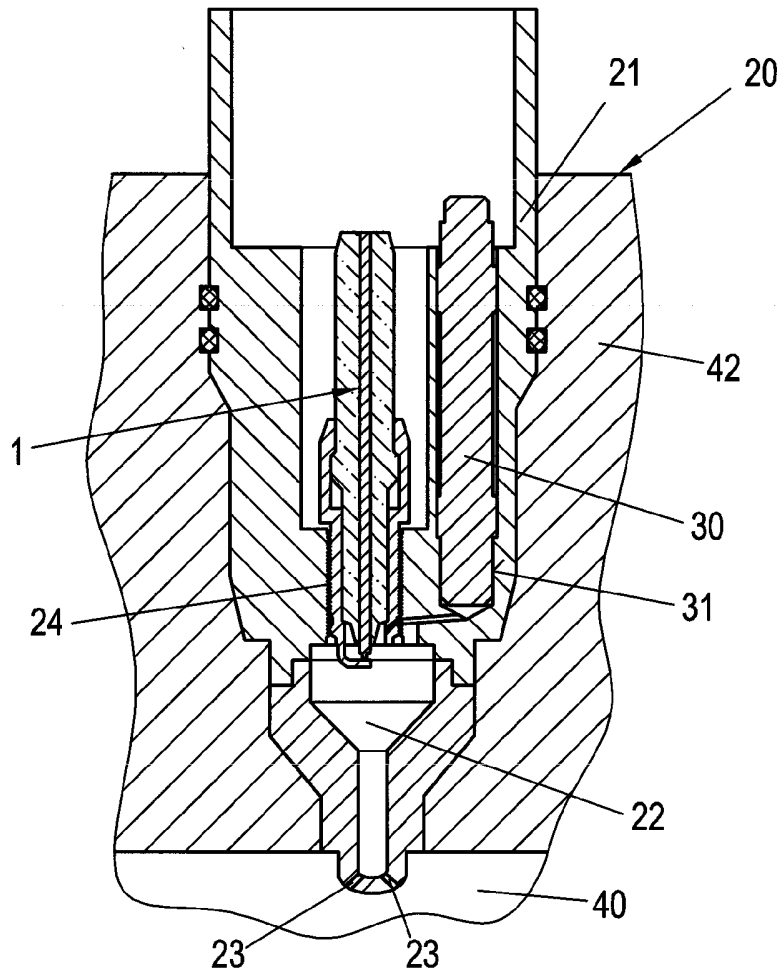


Fig. 3

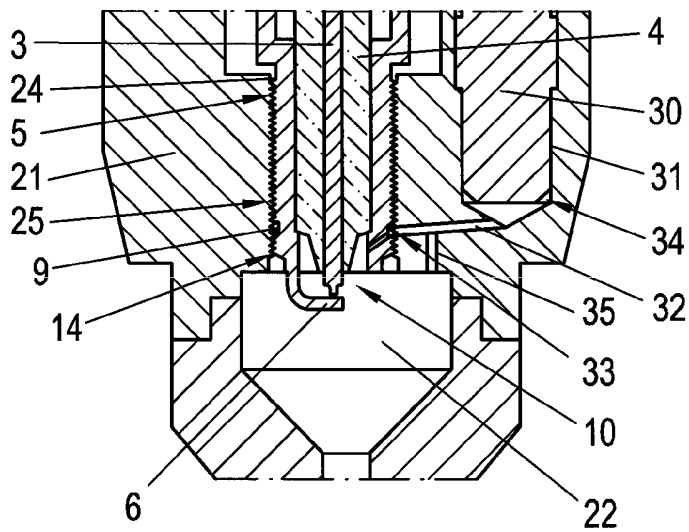


Fig. 4

3/3

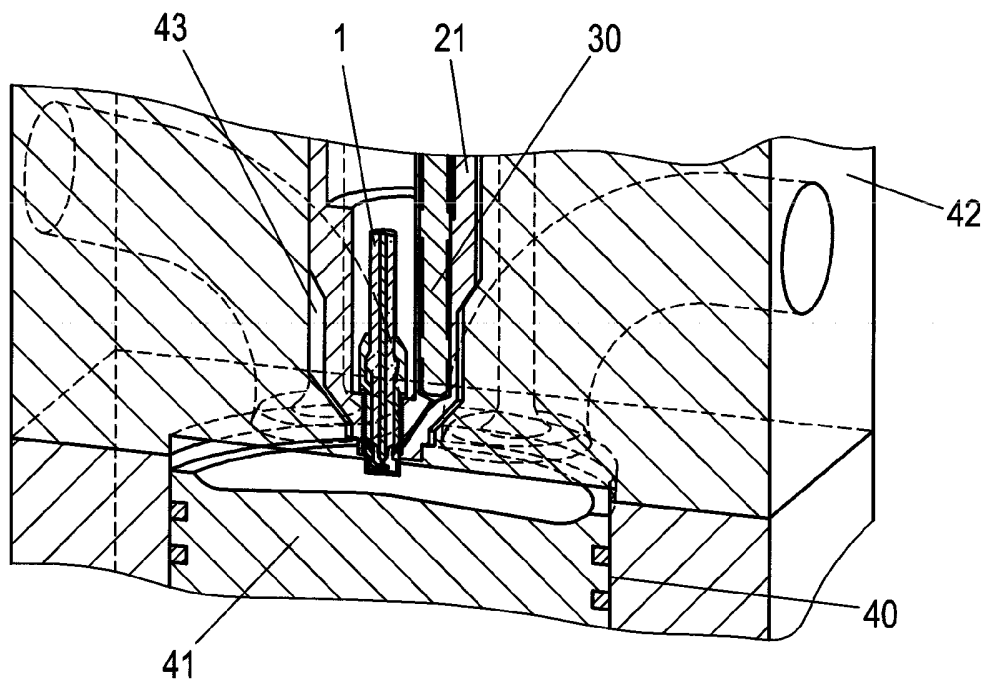


Fig. 5

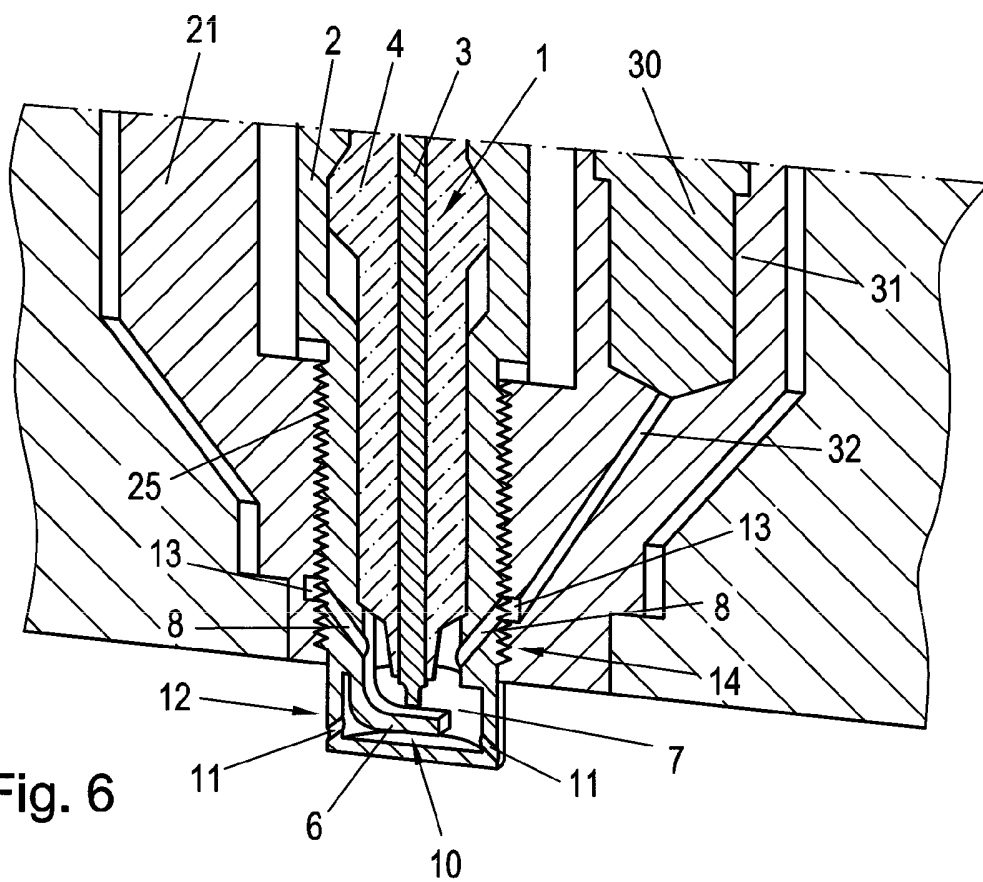


Fig. 6