



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 599 671 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**19.07.2006 Bulletin 2006/29**

(21) Numéro de dépôt: **04715357.2**

(22) Date de dépôt: **27.02.2004**

(51) Int Cl.:  
**F02M 61/18 (2006.01)**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2004/000459**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2004/079178 (16.09.2004 Gazette 2004/38)**

**(54) INJECTEUR DE CARBURANT POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINE

FUEL INJECTOR FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **28.02.2003 FR 0302466**

(43) Date de publication de la demande:  
**30.11.2005 Bulletin 2005/48**

(73) Titulaire: **Magneti Marelli Motopropulsion France SAS  
92000 Nanterre (FR)**

(72) Inventeur: **PONTOPPIDAN, Michael  
F-92700 Colombes (FR)**

(74) Mandataire: **Burbaud, Eric  
Cabinet Plasseraud  
65/67 rue de la Victoire  
75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 1 045 136 US-A- 5 540 200  
US-A1- 2002 000 483 US-A1- 2002 083 920**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un injecteur de carburant pour pulvériser du carburant dans la chambre de combustion d'un moteur. Plus particulièrement, elle se rapporte à un injecteur comprenant une tête qui présente une face extérieure libre et qui est munie d'au moins un orifice principal adapté pour pulvéreriser un jet de carburant selon une direction dite principale et au moins un orifice secondaire adapté pour pulvéreriser un jet de carburant selon une direction dite secondaire, lesdits orifices principal et secondaire débouchant dans la face extérieure et communiquant directement avec une chambre d'injection commune qui est sélectivement mise en communication avec une chambre d'alimentation.

**[0002]** Pour les moteurs à allumage commandé avec injection directe du carburant dans la chambre de combustion, il est nécessaire d'obtenir rapidement une pulvérisation bien contrôlée du jet de carburant. En effet, la pulvérisation doit présenter une certaine directionnalité et une vitesse de pénétration suffisante pour obtenir une richesse autour de la bougie au moment de l'allumage, qui permet d'enflammer le mélange. Toutefois, la profondeur du jet pulvérisé qui augmente avec la pression d'injection ne doit pas être excessive, afin notamment de ne pas pulvériser du carburant contre les parois de la chambre de combustion.

**[0003]** Pour cela, on a utilisé des injecteurs à effet tourbillonnaire, appelés "swirl injector" en anglais, dans lesquels le carburant est guidé selon un mouvement de tourbillon dans l'injecteur avant d'être pulvérisé. Ces injecteurs permettent d'obtenir une bonne atomisation mais, outre leur coût élevé, ils présentent l'inconvénient de créer une perte de charge interne importante de la pression d'alimentation et par conséquent, rendent indispensable l'application d'une force élevée pour actionner l'aiguille de commande de ces injecteurs. En pratique, il est difficile d'utiliser ces injecteurs avec une pression d'alimentation en carburant supérieure à 150 bars. De plus, ces injecteurs créent un jet faiblement directionnel avec une vitesse de pénétration dans la chambre relativement peu élevée, ce qui rend dans certains cas plus difficile l'obtention d'un mélange stratifié, c'est-à-dire un mélange de gaz dont la richesse en carburant est plus importante dans certaines parties déterminées de la chambre de combustion.

**[0004]** Pour ces moteurs, il est aussi connu d'utiliser des injecteurs multi-trous comportant plusieurs orifices qui pulvérissent des jets de carburant selon des directions divergentes. Ces injecteurs permettent d'obtenir une vitesse de pénétration plus élevée et une très bonne directionnalité de l'ensemble des jets de carburant. De plus, ils créent moins de pertes de charge interne et sont moins onéreux à fabriquer que les injecteurs munis d'un pulvérisateur à effet tourbillonnaire. Par contre, l'efficience de la pulvérisation du carburant est plus faible car la surface de contact avec les gaz est inférieure et le jet de carburant est moins turbulent qu'avec les injecteurs à

effets tourbillonnaires. Par conséquent, le degré de mélange du carburant avec les gaz de la chambre de combustion est moins contrôlable dans certains cas de figure, ce qui a des conséquences néfastes sur le rendement du moteur et l'émission de polluants.

**[0005]** La présente invention a pour but de pallier ces inconvénients en proposant un injecteur qui permette l'injection directe sous haute pression dans la chambre de combustion avec une pulvérisation à efficience élevée et une certaine directionnalité, sans toutefois augmenter de manière conséquente la profondeur de pénétration du jet atomisé de carburant et le coût de l'injecteur.

**[0006]** A cet effet, l'invention a pour objet un injecteur de carburant du type précité, caractérisé en ce que ladite direction secondaire forme un angle  $\alpha$  compris entre  $10^\circ$  et  $80^\circ$ , préférentiellement compris entre  $15^\circ$  et  $45^\circ$ , et encore plus préférentiellement environ égal à  $25^\circ$ , avec ladite direction principale de manière à ce que le jet secondaire intercepte le jet principal dans une zone d'éclatement qui débute à une distance  $d$ , mesurée selon la direction principale depuis la face extérieure de la tête, comprise entre 1 et 15 mm, et préférentiellement comprise entre 1 et 5 mm, et en ce que le débit du jet secondaire est compris entre 80 % et 100 % du débit du jet principal.

**[0007]** Grâce à cette disposition, à partir de la zone d'éclatement qui commence à faible distance de l'injecteur, le jet principal est animé d'une composante de vitesse radiale non négligeable par rapport à la direction principale. On obtient donc à partir de cette zone d'éclatement une meilleure atomisation du jet principal et du jet secondaire sans toutefois perdre complètement le pouvoir directionnel et la vitesse de pénétration du jet principal. De plus, cet injecteur, dont les orifices peuvent être réalisés par de simples trous cylindriques traversant une pièce métallique, comme par exemple une tôle, n'entraîne pas un surcoût de fabrication important.

**[0008]** Dans des formes de réalisation préférée de l'invention, on a recours, en outre, à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- la face extérieure de la tête comporte au moins une portion présentant une concavité orienté vers l'extérieur, dans laquelle débouche un orifice principal et au moins un orifice secondaire ;
- l'orifice principal et l'orifice secondaire débouchent perpendiculairement à la face extérieure de la tête ;
- la tête est munie d'au moins deux orifices secondaires qui sont régulièrement répartis autour de l'orifice principal ;
- les orifices secondaires présentent des directions secondaires de pulvérisation adaptées pour que les jets secondaires interceptent le jet principal en une même position longitudinale de la direction principale ;
- la tête est munie d'au moins deux orifices principaux adaptés pour pulvériser des jets de carburant selon des directions principales divergentes qui forment

- entre elle un angle  $\beta$  compris entre  $5^\circ$  et  $45^\circ$  ;
- chaque jet principal est intercepté par au moins deux jets secondaires pulvérisés par des orifices secondaires situés autour de l'orifice principal ;
- l'orifice principal et l'orifice secondaire sont des trous cylindriques, le diamètre de l'orifice secondaire étant inférieur au diamètre de l'orifice principal ;
- la portion concave présente une courbure continue ;
- la portion concave est formée d'au moins deux facettes, une première facette dans laquelle débouche un orifice principal et une facette secondaire dans laquelle débouche un orifice secondaire.

**[0009]** Par ailleurs, l'invention a également pour objet l'utilisation d'un injecteur tel que défini précédemment, avec un moteur à allumage commandé, dans laquelle l'injecteur est agencé de manière à pulvériser directement le carburant dans la chambre de combustion.

**[0010]** Pour une telle utilisation, on peut avoir recours à l'une ou l'autre des dispositions suivantes :

- l'injecteur est alimenté en carburant sous une pression présentant une valeur de crête comprise entre 150 et 500 bars ;
- la direction de pulvérisation de l'orifice principal est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion et de la circulation des gaz dans ladite chambre, de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande de l'allumage au moment de l'allumage.

**[0011]** L'invention se rapporte également à un procédé de fabrication d'un injecteur tel que défini précédemment, dans lequel :

- la portion concave de la face extérieure est réalisée par déformation d'une portion de paroi initialement plane ; et/ou
- l'orifice principal et l'orifice secondaire débouchant perpendiculairement sont creusés par électroérosion.

**[0012]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe simplifiée d'un moteur à allumage commandé et injection directe comprenant un injecteur selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle en coupe longitudinale d'un premier mode de réalisation de l'injecteur représenté à la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue analogue à la figure 2 sur laquelle est représenté un deuxième mode de réalisation de l'injecteur.

**[0013]** Sur les différentes figures on a conservé les

mêmes références pour désigner des éléments identiques ou similaires.

**[0014]** La figure 1 représente de manière schématique une coupe transversale d'un moteur 1 à combustion interne, à quatre temps, à allumage commandé et à injection directe de carburant.

**[0015]** Comme il est bien connu, le moteur 1 comporte un, ou plusieurs, cylindre 2 s'étendant selon un axe longitudinal X-X et dans lequel est monté coulissant selon l'axe longitudinal un piston 3. Le piston 3 est relié à un vilebrequin (non représenté) par une bielle 4.

**[0016]** Une chambre de combustion 5 est délimitée par l'extrémité supérieure du cylindre 2, une cavité 6 ménagée en regard du piston 3 dans une culasse 7 rapportée sur le cylindre 2, et par une face d'extrémité 9 de la tête 8 du piston 3. La cavité 6 de la culasse 7 est une cavité dite "en toit", c'est-à-dire qu'elle comporte deux plans inclinés se raccordant au niveau d'un sommet 6a coupant l'axe longitudinal X-X du cylindre 2.

**[0017]** S'agissant d'un moteur à allumage commandé, la culasse 7 comporte une bougie d'allumage 10 munie d'électrodes 11 agencés dans la région du sommet 6a de la culasse. Bien que particulièrement destiné à ce type de moteur, il est envisageable que la présente invention soit appliquée à un moteur à allumage par compression de type diesel.

**[0018]** La cavité 6 de la culasse 7 comporte une lumière d'admission 14 à l'extrémité aval d'un conduit d'admission 15 et une lumière d'échappement 17 à l'extrémité amont d'un conduit d'échappement 19. Les lumières d'admission 14 et d'échappement 17 sont respectivement fermées par une soupape d'admission 16 et une soupape d'échappement 18 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par tout moyen connu, comme par exemple un arbre à came. Bien entendu, la forme de la chambre de combustion 5 et le nombre des soupapes (16, 18) peuvent être différents sans sortir du cadre de la présente invention.

**[0019]** La culasse 7 comporte également un injecteur 12 muni d'une tête d'injection 13, qui s'étend selon un axe Y-Y. La tête 13 de l'injecteur présente une face extérieure 20 agencée dans la chambre de combustion 5.

**[0020]** L'injecteur 12 est relié à une conduite d'alimentation en carburant, non représentée. La conduite d'alimentation contient du carburant sous haute pression, c'est-à-dire une pression qui atteint au moins momentanément une valeur supérieure à 100 bars et qui correspond sensiblement à la pression à laquelle le carburant est injecté dans la chambre de combustion. Dans le cas d'une conduite alimentant plusieurs injecteurs sous haute pression, celle-ci est généralement dénommée "rampe commune". On notera toutefois que la tête de l'injecteur réalisée selon l'invention peut être utilisée dans un système d'injection de type injecteur-pompe dans lequel l'injecteur est associé à une pompe haute pression.

**[0021]** Comme cela apparaît mieux sur la figure 2, la face extérieure 20 de la tête 13 de l'injecteur est munie d'un orifice principal 21 adapté pour pulvériser un jet de

carburant, représenté schématiquement par le contour 22, provenant d'une chambre d'injection 24. Le jet 22 de l'orifice principal 21 est orienté selon une direction P, dite principale, déterminée par la forme de l'orifice 21 et correspondant à l'axe de symétrie de la base du jet 22.

**[0022]** La face extérieure 20 est également munie d'un orifice secondaire 25 adapté pour pulvériser un jet de carburant 26 selon une direction S dite secondaire. La face extérieure 20, et plus précisément la portion de celle-ci dans laquelle débouchent les orifices est libre de tout obstacle qui pourrait masquer l'un et/ou l'autre des orifices. L'orifice secondaire 25 communique aussi directement avec la chambre d'injection 24 qui est ainsi commune aux orifices principal et secondaire, de sorte que la pulvérisation par les deux types d'orifice est simultanée.

**[0023]** Pour commander l'injection de carburant, la chambre d'injection 24 est sélectivement mise en communication avec une chambre d'alimentation 27 contenant du carburant sous pression. La communication entre la chambre d'injection 24 et la chambre d'alimentation 27 est obtenue en levant une aiguille 28 depuis un siège 29 formé dans la tête 13 de l'injecteur. La levée de l'aiguille 28 peut être commandée par des moyens mécaniques, électromagnétiques ou piézoélectriques synchronisés avec la rotation du vilebrequin.

**[0024]** On notera que l'extrémité 28a de l'aiguille présente une géométrie complémentaire à la face intérieure de la tête 13 pour minimiser le volume de la chambre d'injection 24, afin d'éviter un écoulement de carburant dans la chambre de combustion 5 à un moment non désiré.

**[0025]** La direction secondaire S du jet secondaire 26 est orienté vers la direction principale P du jet principal 22 de manière à ce que le jet secondaire 26 intercepte le jet principal 22 dans une zone dite d'éclatement représentée schématiquement par le contour 30, et le débit du jet secondaire 26 est au plus égal au débit du jet principal 22.

**[0026]** Grâce à cette disposition on obtient une collision, totale ou partielle du jet secondaire 26 avec le jet principal 22, ce qui permet de créer à partir de la zone d'éclatement 30 une composante de vitesse dans le jet principal 22 qui est radiale par rapport à la direction principale P de ce jet. Ceci permet une meilleure atomisation du carburant injecté dans la chambre de combustion 5 et par conséquent d'augmenter le degré du mélange de carburant avec les gaz contenus dans la chambre de combustion.

**[0027]** On notera que pour obtenir un éclatement important du jet principal 22, les essais montrent que le débit du jet secondaire doit être au moins égal à 80 % du débit du jet principal, afin que la quantité de mouvement du jet secondaire réduise de 30 % à 40 % la pénétration du jet principal.

**[0028]** Dans le mode de réalisation représenté à la figure 2, la direction principale P et la direction secondaire

S forment entre elles un angle d'environ 25°. Toutefois, il est possible de faire varier cet angle en fonction du rapport entre les débits du jet principal et du jet secondaire, et en fonction du degré d'éclatement du jet principal que l'on veut obtenir. L'angle  $\alpha$  peut être compris entre 10° et 80°, mais il est préférable que l'angle  $\alpha$  reste compris entre 15° et 45°.

**[0029]** La zone d'éclatement 30 débute à une distance  $d$  mesurée selon la direction principale P depuis la face extérieure 20 de la tête 13 de l'injecteur. Cette distance  $d$  est comprise entre 1 et 15 mm pour obtenir un bon compromis entre la directionnalité et l'éclatement du jet principal 22, mais est de préférence inférieure à 5 mm pour obtenir un éclatement précoce et une profondeur de pénétration relativement limitée.

**[0030]** Comme le débit du jet 22 pulvérisé par l'orifice principal 21 est supérieur ou égal au débit du jet secondaire 26, on obtient la directionnalité et la vitesse de pénétration nécessaire pour le carburant injecté dans la chambre de combustion, notamment en ajustant la distance entre les orifices et l'angle  $\alpha$ . De plus, le jet de carburant atomisé forme un cône plein, et non pas un cône creux tel que celui obtenu avec un injecteur à effet tourbillonnaire.

**[0031]** Il n'est pas absolument nécessaire que la direction secondaire S coupe exactement la direction principale P. En effet, étant donné les diamètres et les débits du jet de carburant principal et du jet secondaire, on peut obtenir une interception suffisante des jets de carburant avec une direction secondaire S légèrement décalée par rapport à la direction principale P, qui limite la profondeur de pénétration.

**[0032]** Comme on peut le voir sur la figure 2, l'orifice principal 21 et l'orifice secondaire 25 sont des trous cylindriques débouchant perpendiculairement à la face extérieure 20 de la tête. Ces trous cylindriques débouchant perpendiculairement à la face extérieure 20 sont avantageusement réalisés par électroérosion. Mais il est possible de les réaliser par d'autres techniques connues, comme le poinçonnage.

**[0033]** Toutefois, les orifices (21, 25) pourraient avoir une forme différente, notamment dans le cas d'un injecteur destiné à un moteur diesel. En effet, pour ce type de moteur, la pression d'injection du carburant est nettement plus élevée, supérieure à 1 000 bars et la paroi de la tête 13 de l'injecteur est plus épaisse, ce qui permet de réaliser des orifices de forme tronconique.

**[0034]** On notera que les orifices (21,25) débouchent directement dans la chambre d'injection 24, ce qui limite les pertes de charge dans la tête de l'injecteur contrairement aux injecteurs à effet tourbillonnaire qui requièrent un dispositif en amont de l'orifice pour animer le carburant d'un mouvement circulaire.

**[0035]** La face extérieure 20 de la tête 13 comporte une portion 32 présentant une concavité orientée vers l'extérieur et dans laquelle débouchent de manière perpendiculaire l'orifice principal 21 et l'orifice secondaire 25, de manière à ce que la direction secondaire S soit

orientée vers la direction principale P.

**[0036]** La portion concave 32 présente une courbure continue qui peut être obtenue par emboutissage d'une portion de tôle initialement plane.

**[0037]** Comme on peut le voir sur la figure 3 qui représente un deuxième mode de réalisation d'un injecteur de carburant selon l'invention, il est possible de multiplier le nombre d'orifices principaux et le nombre d'orifices secondaires.

**[0038]** La tête 13 de l'injecteur 12 comporte, dans ce deuxième mode de réalisation, deux orifices principaux (21a,21b) qui pulvérisent respectivement des jets de carburant, non représentés, selon une direction principale Pa et une direction principale Pb.

**[0039]** Afin d'obtenir une pulvérisation selon un angle plus large dans la chambre de combustion, les directions principales Pa et Pb sont divergentes et forment entre elles un angle  $\beta$  d'environ 15°. Selon les caractéristiques de la pulvérisation du carburant qui sont imposées par la géométrie de la chambre de combustion et la circulation des gaz, il peut être avantageux de faire varier l'angle  $\beta$  entre les directions principales Pa et Pb de 5 à 45°.

**[0040]** La face extérieure 20 de ce deuxième mode de réalisation comporte deux orifices principaux (21a,21b) auxquels sont associés respectivement deux orifices secondaires (25a ; 25b).

**[0041]** Les orifices secondaires 25a sont situés de manière diamétrale opposée par rapport à l'orifice principal 21a, ce qui permet de conserver une certaine symétrie du jet principal de carburant à partir de la zone d'éclatement. On notera qu'il est possible de conserver cette symétrie en disposant plus de deux orifices secondaires répartis de manière angulaire régulière autour de l'orifice principal 21a.

**[0042]** Les directions secondaires Sa des jets pulvérisés par les orifices secondaires 25a sont agencées de manière à ce que les jets secondaires interceptent le jet principal de l'orifice 21a en une même position longitudinale de la direction principale Pa.

**[0043]** Les deux orifices principaux (21a,21b) et les quatre orifices secondaires (25a,25b) sont compris dans un même plan, mais il est envisageable d'agencer les deux orifices principaux 21a,21b dans un premier plan longitudinal de la tête 13 de l'injecteur et les orifices secondaires (25a,25b) dans deux plans perpendiculaires au premier plan longitudinal.

**[0044]** La face extérieure 20 comprend une première portion concave 32a dans laquelle débouchent les orifices 21a et 25a et une deuxième portion concave 32b dans laquelle débouchent les orifices 21b et 25b. Chaque portion concave (32a;32b) comporte trois facettes, une facette centrale dans laquelle débouche perpendiculairement l'orifice principal et deux facettes latérales dans lesquelles débouchent perpendiculairement les orifices secondaires.

**[0045]** La paroi de l'injecteur comportant les facettes est relativement mince dans le cas où la pression dans la chambre d'alimentation 27 n'excède pas 500 bars.

Dans le but de limiter le coût de fabrication, cette portion de la face extérieure comportant les concavités (32a, 32b) est alors formée par emboutissage, c'est-à-dire par déformation et non pas usinage ou moulage, d'une portion initialement plane.

**[0046]** Comme représenté sur la figure 1, l'injecteur réalisé selon l'invention est agencé dans un moteur à allumage commandé de manière à pulvériser directement l'essence dans la chambre de combustion. L'injecteur selon l'invention permet d'ajuster de manière très précise les caractéristiques du jet pulvérisé, et notamment la direction, la vitesse et la profondeur de pénétration, ainsi que l'atomisation du carburant, ce qui est particulièrement intéressant pour ce type de moteur. En effet, un moteur à allumage commandé impose une pulvérisation très précise, notamment pour avoir une richesse suffisante dans la région des moyens d'allumage au moment où celui-ci est déclenché.

**[0047]** La direction principale P de l'orifice principal, ou des orifices principaux, est agencée en tenant compte de la géométrie de la chambre de combustion, comme par exemple la présence d'un creux 33 et d'un rebord 34 formé sur la face d'extrémité 9 du piston, et de la circulation des gaz à l'intérieur de la chambre de combustion pour obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des électrodes 11 de la bougie d'allumage 10 au moment de la création d'une étincelle entre les électrodes.

**[0048]** On notera que pour obtenir une direction de pulvérisation de l'orifice principal agencé correctement, il est possible que la direction principale P forme un angle plus ou moins prononcé avec l'axe longitudinal Y-Y de l'injecteur 12, ou que dans le cas de plusieurs orifices principaux, les directions principales (Pa, Pb) ne soient pas disposées de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal Y-Y de l'injecteur.

**[0049]** La tête 13 de l'injecteur réalisé selon l'invention crée peu de perte de charge interne et par conséquent, l'injecteur 12 peut être alimenté par une rampe commune contenant du carburant sous haute pression. Dans le cas d'un injecteur pour moteur à allumage commandé, la pression d'alimentation en essence de l'injecteur 12 atteint de préférence une valeur de crête comprise entre 150 bars et 500 bars.

45

## Revendications

1. Injecteur de carburant pour pulvériser du carburant dans une chambre de combustion (5) d'un moteur à allumage commandé, comprenant une tête (13) qui présente une face extérieure (20) libre et qui est munie d'au moins un orifice principal (21;21a,21b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (P;Pa,Pb) dite principale et au moins un orifice secondaire (25;25a,25b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (S;Sa, Sb) dite secondaire, lesdits orifices principal et se-

condaire débouchant dans la face extérieure et communiquant directement avec une chambre d'injection commune (24) interne à l'injecteur, qui est sélectivement mise en communication avec une chambre d'alimentation (27), **caractérisé en ce que** ladite direction secondaire forme un angle  $\alpha$  compris entre 10° et 80°, préférentiellement compris entre 15° et 45°, et encore plus préférentiellement environ égal à 25°, avec ladite direction principale de manière à ce que le jet secondaire (26) intercepte le jet principal (22) dans une zone (30) dite d'éclatement qui débute à une distance  $d$ , mesurée selon la direction principale (P;Pa,Pb) depuis la face extérieure (20) de la tête, comprise entre 1 et 15 mm, et préférentiellement comprise entre 1 et 5 mm, et **en ce que** le débit du jet secondaire est compris entre 80 % et 100 % du débit du jet principal.

2. Injecteur selon la revendication 1, dans lequel la face extérieure (20) de la tête (13) comporte au moins une portion (32;32a,32b) présentant une concavité orienté vers l'extérieur, dans laquelle débouche un orifice principal (21;21a,21b) et au moins un orifice secondaire (25;25a,25b).
3. Injecteur selon la revendication 2 dans lequel l'orifice principal (21;21a,21b) et l'orifice secondaire (25;25a,25b) débouchent perpendiculairement à la face extérieure (20) de la tête.
4. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la tête (13) est munie d'au moins deux orifices secondaires (25a,25b) qui sont régulièrement répartis autour de l'orifice principal (21a,21b).
5. Injecteur selon la revendication 4, dans lequel les orifices secondaires (25a,25b) présentent des directions secondaires (Sa,Sb) de pulvérisation adaptées pour que les jets secondaires interceptent le jet principal en une même position longitudinale de la direction principale (Pa, Pb).
6. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la tête (13) est munie d'au moins deux orifices principaux (21a,21b) adaptés pour pulvériser des jets de carburant selon des directions principales (Pa,Pb) divergentes qui forment entre elles un angle  $\beta$  compris entre 5° et 45°.
7. Injecteur selon la revendication 6, dans lequel chaque jet principal est intercepté par au moins deux jets secondaires pulvérisés par des orifices secondaires (25a,25b) situés autour de l'orifice principal (21a,21b).
8. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel l'orifice principal (21;21a,21b) et

l'orifice secondaire (25;25a,25b) sont des trous cylindriques, le diamètre de l'orifice secondaire étant inférieur au diamètre de l'orifice principal.

5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 8 dans lequel la portion concave (32) présente une courbure continue.
10. Injecteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, dans lequel la portion concave (32a,32b) est formée d'au moins deux facettes, une première facette dans laquelle débouche un orifice principal (21a,21b) et une facette secondaire dans laquelle débouche un orifice secondaire (25a,25b).
15. Utilisation d'un injecteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, avec un moteur à allumage commandé, dans laquelle l'injecteur (12) est agencé de manière à pulvériser directement le carburant dans la chambre de combustion (5).
20. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11, dans laquelle l'injecteur (12) est alimenté en carburant sous une pression présentant une valeur de crête comprise entre 150 et 500 bars.
25. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle la direction (P;Pa,Pb) de pulvérisation de l'orifice principal (21;21a,21b) est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion (5) et de la circulation des gaz dans la tête (13) de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande (11) de l'allumage au moment de l'allumage.
30. Procédé de fabrication d'un injecteur de carburant pour pulvériser du carburant dans une chambre de combustion (5) d'un moteur à allumage commandé, comprenant une tête (13) qui présente une face extérieure (20) libre et qui est munie d'au moins un orifice principal (21;21a,21b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (P;Pa,Pb) dite principale et au moins un orifice secondaire (25;25a,25b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (S;Sa,Sb) dite secondaire, lesdits orifices principal et secondaire débouchant dans la face extérieure et communiquant directement avec une chambre d'injection commune (24) interne à l'injecteur, qui est sélectivement mise en communication avec une chambre d'alimentation (27), **caractérisé en ce qu'** une portion concave (32;32a,32b) de la face extérieure (20) de la tête (13) est réalisée par déformation d'une portion de paroi initialement plane, et **en ce que** l'orifice principal (21;21a,21b) et l'orifice secondaire (25;25a,25b) sont creusés dans la tête (13) de sorte que ladite direction secondaire forme un angle  $\alpha$  compris entre 10° et
35. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle la direction (P;Pa,Pb) de pulvérisation de l'orifice principal (21;21a,21b) est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion (5) et de la circulation des gaz dans la tête (13) de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande (11) de l'allumage au moment de l'allumage.
40. Procédé de fabrication d'un injecteur de carburant pour pulvériser du carburant dans une chambre de combustion (5) d'un moteur à allumage commandé, comprenant une tête (13) qui présente une face extérieure (20) libre et qui est munie d'au moins un orifice principal (21;21a,21b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (P;Pa,Pb) dite principale et au moins un orifice secondaire (25;25a,25b) adapté pour pulvériser un jet de carburant selon une direction (S;Sa,Sb) dite secondaire, lesdits orifices principal et secondaire débouchant dans la face extérieure et communiquant directement avec une chambre d'injection commune (24) interne à l'injecteur, qui est sélectivement mise en communication avec une chambre d'alimentation (27), **caractérisé en ce qu'** une portion concave (32;32a,32b) de la face extérieure (20) de la tête (13) est réalisée par déformation d'une portion de paroi initialement plane, et **en ce que** l'orifice principal (21;21a,21b) et l'orifice secondaire (25;25a,25b) sont creusés dans la tête (13) de sorte que ladite direction secondaire forme un angle  $\alpha$  compris entre 10° et
45. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle la direction (P;Pa,Pb) de pulvérisation de l'orifice principal (21;21a,21b) est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion (5) et de la circulation des gaz dans la tête (13) de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande (11) de l'allumage au moment de l'allumage.
50. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle la direction (P;Pa,Pb) de pulvérisation de l'orifice principal (21;21a,21b) est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion (5) et de la circulation des gaz dans la tête (13) de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande (11) de l'allumage au moment de l'allumage.
55. Utilisation d'un injecteur selon la revendication 11 ou 12, dans laquelle la direction (P;Pa,Pb) de pulvérisation de l'orifice principal (21;21a,21b) est agencée, en fonction de la géométrie de la chambre de combustion (5) et de la circulation des gaz dans la tête (13) de manière à obtenir une richesse comprise entre 0,7 et 1,2 à proximité des moyens de commande (11) de l'allumage au moment de l'allumage.

- 80°, préférentiellement compris entre 15° et 45°, et encore plus préférentiellement environ égal à 25°, avec ladite direction principale de manière à ce que le jet secondaire (26) intercepte le jet principal (22) dans une zone (30) dite d'éclatement qui débute à une distance  $d$ , mesurée selon la direction principale (P; Pa, Pb) depuis la face extérieure (20) de la tête, comprise entre 1 et 15 mm, et préférentiellement comprise entre 1 et 5 mm, et de sorte que le débit du jet secondaire soit compris entre 80 % et 100 % du débit du jet principal.
15. Procédé de fabrication d'un injecteur selon la revendication 14, dans lequel l'orifice principal (21; 21a; 21b) et l'orifice secondaire (25; 25a; 25b) sont creusés par électroérosion de sorte qu'ils débouchent perpendiculairement à la surface extérieure (20).
- Claims**
1. A fuel injector for spraying fuel into a combustion chamber (5) of a spark ignition engine, comprising a head (13) which has a free outer face (20) and which is provided with at least one main orifice (21; 21a; 21b) designed to spray a fuel jet in a direction (P; Pa, Pb), called main direction, and at least one secondary orifice (25; 25a, 25b) designed to spray a fuel jet in a direction (S; Sa, Sb), called secondary direction, said main and secondary orifices opening into the outer face and communicating directly with a common injection chamber (24) internal with said injector, which is selectively placed in communication with a supply chamber (27), **characterized in that** said secondary direction forms an angle  $\alpha$  between 10° and 80°, preferably between 15° and 45°, and more preferably equal to approximately 25°, with said main direction so that the secondary jet (26) intercepts the main jet (22) in a zone (30), called burst zone, which starts at a distance  $d$ , measured in the main direction (P; Pa, Pb) from the outer face (20) of the head, of between 1 and 15 mm, preferably between 1 and 5 mm, and **in that** the flow rate of the secondary jet is between 80% and 100% of the flow rate of the main jet.
  2. The injector according to claim 1, wherein the outer face (20) of the head (13) comprises at least one portion (32; 32a, 32b) having an outwardly oriented concavity into which opens a main orifice (21; 21a, 21b) and at least one secondary orifice (25; 25a, 25b).
  3. The injector according to claim 2, wherein the main orifice (21; 21a, 21b) and the secondary orifice (25; 25a, 25b) open out perpendicularly to the outer face (20) of the head.
  4. The injector according to any one of claims 1 to 3, wherein the head (13) is provided with at least two secondary orifices (25a, 25b) which are uniformly distributed around the main orifice (21a, 21b).
  5. The injector according to claim 4, wherein the secondary orifices (25a, 25b) have secondary spray directions (Sa, Sb) designed so that the secondary jets intercept the main jet at the same longitudinal position of the main direction (Pa, Pb).
  6. The injector according to any one of claims 1 to 5, wherein the head (13) is provided with at least two main orifices (21a, 21b) designed to spray fuel jets in divergent main directions (Pa, Pb) which between them form an angle  $\beta$  of between 5° and 45°.
  7. The injector according to claim 6, wherein each main jet is intercepted by at least two secondary jets sprayed through secondary orifices (25a, 25b) situated around the main orifice (21a, 21b).
  8. The injector according to any one of claims 1 to 7, wherein the main orifice (21; 21a, 21b) and the secondary orifice (25; 25a, 25b) are cylindrical holes, the diameter of the secondary orifice being less than the diameter of the main orifice.
  9. The fuel injector according to any one of claims 2 to 8, wherein the concave portion (32) has a continuous curvature.
  10. The injector according to any one of claims 2 to 8, wherein the concave portion (32a, 32b) is formed by at least two facets, a primary facet into which a main orifice (21a, 21b) opens and a secondary facet into which a secondary orifice (25a, 25b) opens.
  11. Use of an injector according to any one of the preceding claims, with a controlled-ignition engine, wherein the injector (12) is arranged so as to spray the fuel directly into the combustion chamber (5).
  12. The use of an injector according to claim 11, wherein the injector (12) is supplied with fuel at a pressure having a peak value of between 150 and 500 bar.
  13. The use of an injector according to claim 11 or 12, wherein the spray direction (P; Pa, Pb) of the main orifice (21; 21a, 21b) is arranged, as a function of the geometry of the combustion chamber (5) and of the flow of gases in said chamber, so as to obtain a fuel-air ratio of between 0.7 and 1.2 in the vicinity of the ignition control means (11) at the moment of ignition.
  14. A method of manufacturing a fuel injector for spraying fuel into a combustion chamber (5) of a spark

ignition engine, comprising a head (13) which has a free outer face (20) and which is provided with at least one main orifice (21; 21a; 21b) designed to spray a fuel jet in a direction (P; Pa, Pb), called main direction, and at least one secondary orifice (25; 25a, 25b) designed to spray a fuel jet in a direction (S; Sa, Sb), called secondary direction, said main and secondary orifices opening into the outer face and communicating directly with a common injection chamber (24) internal with said injector, which is selectively placed in communication with a supply chamber (27), **characterized in that** a concave portion (32; 32a; 32b) of the outer face (20) of the head (13) is produced by deformation of an initially flat wall portion, and **in that** the main orifice (21; 21a, 21b) and the secondary orifice (25; 25a, 25b) are cut through the head (13) such that said secondary direction forms an angle  $\alpha$  between 10° and 80°, preferably between 15° and 45°, and more preferably equal to approximately 25°, with said main direction so that the secondary jet (26) intercepts the main jet (22) in a zone (30), called burst zone, which starts at a distance  $d$ , measured in the main direction (P; Pa, Pb) from the outer face (20) of the head, of between 1 and 15 mm, preferably between 1 and 5 mm, and **in that** the flow rate of the secondary jet is between 80% and 100% of the flow rate of the main jet.

15. A method of manufacturing an injector according to claims 14, wherein the main orifice (21; 21a; 21b) and the secondary orifice (25; 25a; 25b) are cut by electrical discharge machining so that they open out perpendicularly to the outer surface (20).

#### Patentansprüche

- Kraftstoffeinspritzdüse zum Versprühen des Kraftstoffs in eine Brennkammer (5) eines Fremdzündungsmotors, umfassend einen Kopf (13), der eine freie Außenseite (20) aufweist und der mit mindestens einer Hauptöffnung (21; 21a, 21b) versehen ist, die dafür ausgelegt ist, einen Kraftstoffstrahl in einer sogenannten Hauptrichtung (P; Pa, Pb) zu sprühen, und mindestens einer Nebenöffnung (25; 25a, 25b), die dafür ausgelegt ist, einen Kraftstoffstrahl in einer sogenannten Nebenrichtung (S; Sa, Sb) zu sprühen, wobei die Hauptöffnung und die Nebenöffnung in der Außenseite ausmünden und mit einer gemeinsamen Einspritzkammer (24) im Inneren der Einspritzdüse direkt verbunden sind, die wahlweise mit einer Versorgungskammer (27) in Verbindung gesetzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nebenrichtung einen Winkel  $\alpha$  zwischen 10° und 80°, vorzugsweise zwischen 15° und 45° und noch bevorzugter etwa gleich 25°, mit der Hauptrichtung bildet, so dass der Nebenstrahl (26)

den Hauptstrahl (22) in einer sogenannten Zerstreuungszone (30) schneidet, die in einem Abstand  $d$ , gemessen in der Hauptrichtung (P; Pa, Pb) von der Außenseite (20) des Kopfs an, zwischen 1 und 15 mm und vorzugsweise zwischen 1 und 5 mm beginnt, und dass der Durchsatz des Nebenstrahls zwischen 80% und 100% des Durchsatzes des Hauptstrahls beträgt.

- Einspritzdüse nach Anspruch 1, bei der die Außenseite (20) des Kopfs (13) mindestens einen nach außen konkaven Bereich (32; 32a, 32b) aufweist, in dem eine Hauptöffnung (21; 21a, 21b) und mindestens eine Nebenöffnung (25; 25a, 25b) ausmündet.
- Einspritzdüse nach Anspruch 2, bei der die Hauptöffnung (21; 21a, 21b) und die Nebenöffnung (25; 25a, 25b) senkrecht zur Außenseite (20) des Kopfs ausmünden.
- Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Kopf (13) mit mindestens zwei Nebenöffnungen (25a, 25b) versehen ist, die um die Hauptöffnung (21a, 21b) herum gleichmäßig verteilt sind.
- Einspritzdüse nach Anspruch 4, bei der die Nebenöffnungen (25a, 25b) Versprühungsnebenrichtungen (Sa, Sb) besitzen, die dafür ausgelegt sind, dass die Nebenstrahlen den Hauptstrahl an der gleichen Längsposition der Hauptrichtung (Pa, Pb) schneiden.
- Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der Kopf (13) mit mindestens zwei Hauptöffnungen (21a, 21b) versehen ist, die dafür ausgelegt sind, Kraftstoffstrahlen in divergierenden Hauptrichtungen (Pa, Pb) zu sprühen, die miteinander einen Winkel  $\beta$  zwischen 5° und 45° bilden.
- Einspritzdüse nach Anspruch 6, bei der der Hauptstrahl von mindestens zwei Nebenstrahlen geschnitten wird, die durch Nebenöffnungen (24a, 25b) gesprührt werden, die um die Hauptöffnung (21a, 21b) herum gelegen sind.
- Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Hauptöffnung (21; 21a, 21b) und die Nebenöffnung (25; 25a, 25b) zylindrische Löcher sind, wobei der Durchmesser der Nebenöffnung kleiner als der Durchmesser der Hauptöffnung ist.
- Kraftstoffeinspritzdüse nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei der der konkav Bereich (32) eine kontinuierliche Krümmung aufweist.
- Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 2 bis 8, bei der der konkav Bereich (32a, 32b) von mindestens zwei Facetten gebildet ist, einer ersten Facette, in

der eine Hauptöffnung (21a, 21b) ausmündet, und eine zweite Facette, in der eine Nebenöffnung (25a, 25b) ausmündet.

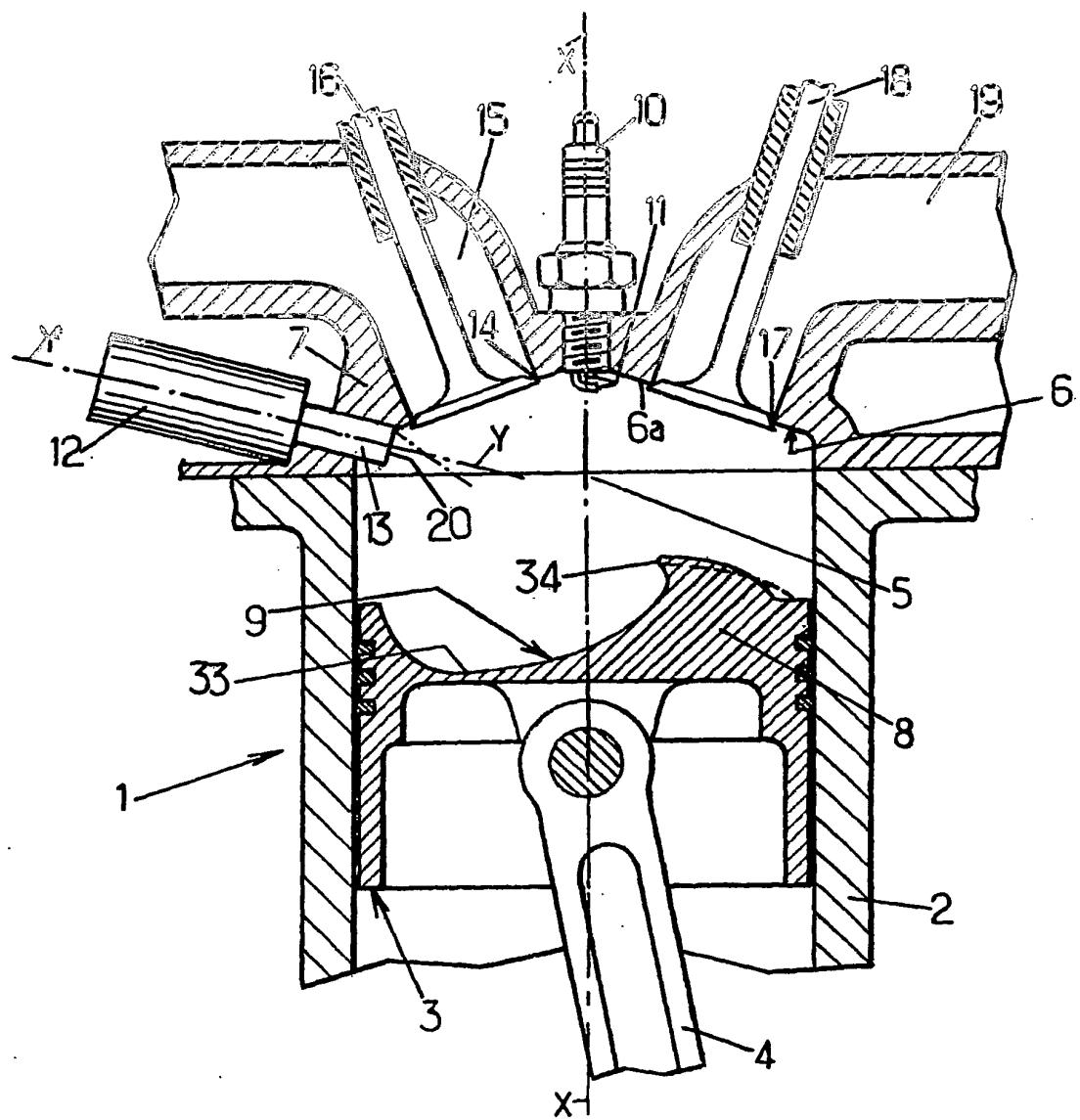
11. Verwendung einer Einspritzdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem Fremdzündungsmotor, bei der die Einspritzdüse (12) so ausgebildet ist, dass sie den Kraftstoff direkt in die Verbrennungskammer (5) sprüht. 5

12. Verwendung einer Einspritzdüse nach Anspruch 11, bei der die Einspritzdüse (12) mit Kraftstoff unter einem Druck versorgt wird, der einen Scheitelwert von 150 bis 500 bar besitzt. 10

13. Verwendung einer Einspritzdüse nach Anspruch 11 oder 12, bei der die Sprührichtung (P; Pa, Pb) der Hauptöffnung (21; 21a, 21b) in Abhängigkeit von der Geometrie der Verbrennungskammer (5) und von der Strömung der Gase in dieser Kammer so angeordnet ist, dass man in Nähe der Zündungssteuermittel (11) zum Zeitpunkt der Zündung ein Gemisch zwischen 0,7 und 1,2 erhält. 15 20

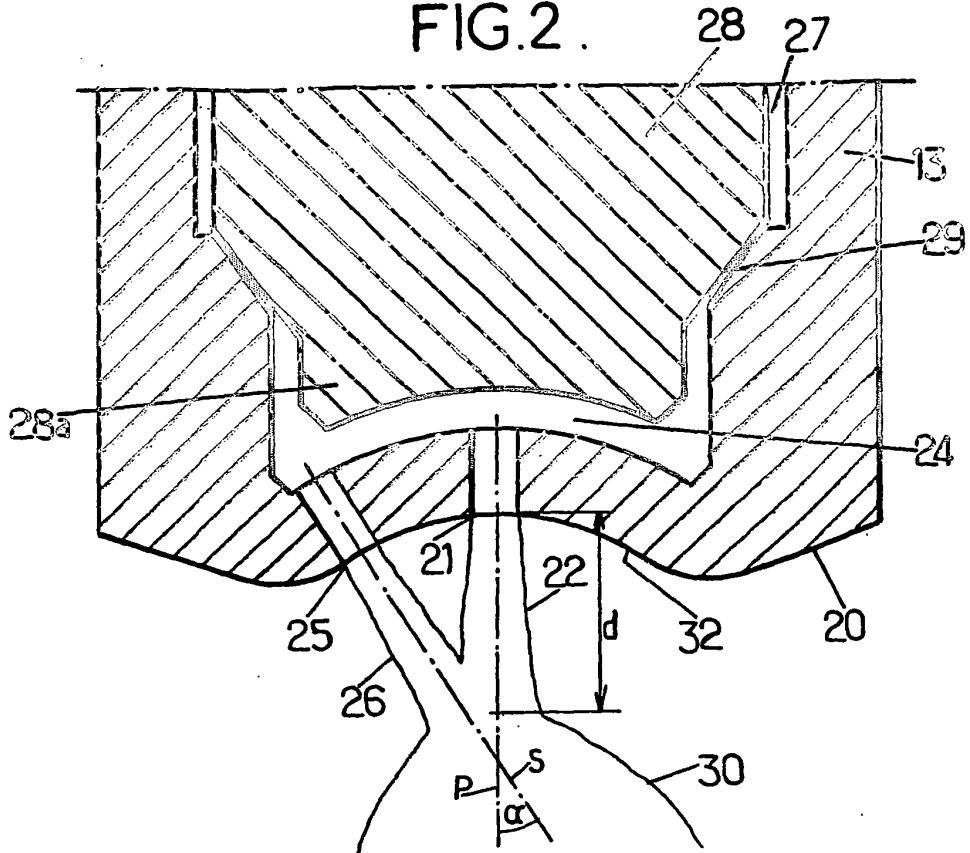
14. Verfahren zur Herstellung einer Kraftstoffeinspritzdüse zum Versprühen des Kraftstoffs in eine Verbrennungskammer (5) eines Fremdzündungsmotors, umfassend einen Kopf (13), der eine freie Außenseite (20) aufweist und der mit mindestens einer Hauptöffnung (21; 21a, 21b) versehen ist, die dafür ausgelegt ist, einen Kraftstoffstrahl in einer sogenannten Hauptrichtung (P; Pa, Pb) zu sprühen, und mindestens einer Nebenöffnung (25; 25a, 25b), die dafür ausgelegt ist, einen Kraftstoffstrahl in einer sogenannten Nebenrichtung (S; Sa, Sb) zu sprühen, wobei die Hauptöffnung und die Nebenöffnung in der Außenseite ausmünden und mit einer gemeinsamen Einspritzkammer (24) im Inneren der Einspritzdüse verbunden sind, die wahlweise mit einer Versorgungskammer (27) in Verbindung gesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein konkaver Bereich (32; 32a; 32b) der Außenseite (20) des Kopfs (13) durch Verformung eines ursprünglich ebenen Wandbereichs hergestellt wird und dass die Hauptöffnung (21; 21a, 21b) und die Nebenöffnung (25; 25a, 25b) in dem Kopf (13) so gebohrt sind, dass die Nebenrichtung einen Winkel  $\alpha$  zwischen  $10^\circ$  und  $80^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $15^\circ$  und  $45^\circ$  und noch bevorzugter etwa gleich  $25^\circ$ , mit der Hauptrichtung bildet, so dass der Nebenstrahl (26) den Hauptstrahl (22) in einer sogenannten Zerstreuungszone (30) schneidet, die in einem Abstand d, gemessen in der Hauptrichtung (P; Pa, Pb) von der Außenseite (20) des Kopfs an, zwischen 1 und 15 mm und vorzugsweise zwischen 1 und 5 mm beginnt, und dass der Durchsatz des Nebenstrahls zwischen 80% und 100% des Durchsatzes des Hauptstrahls beträgt. 25 30 35 40 45 50 55

15. Verfahren zur Herstellung einer Einspritzdüse nach Anspruch 14, bei dem die Hauptöffnung (21; 21a; 21b) und die Nebenöffnung (25; 25a; 25b) durch Elektroerosion so gebohrt werden, dass sie senkrecht zur Außenfläche (20) ausmünden.



**FIG.1.**

FIG.2.



28

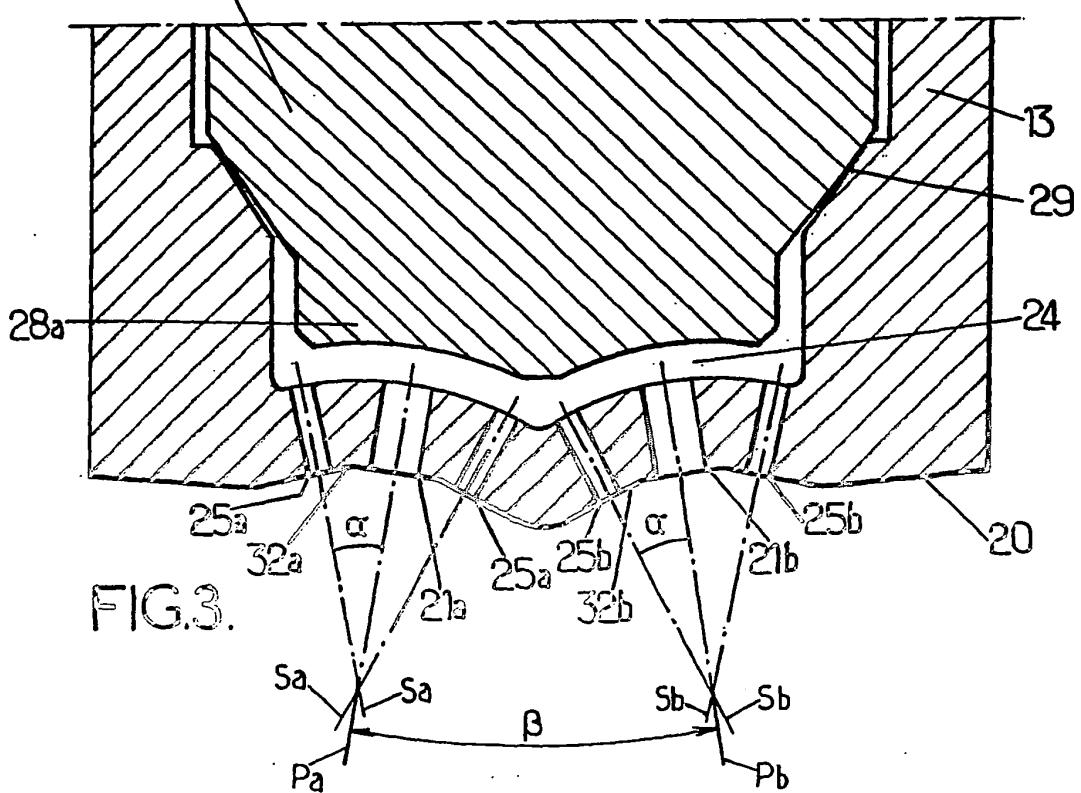


FIG.3.