

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-105145

(P2006-105145A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2M 61/10 (2006.01)</b>	FO2M 61/10 A	3G066
<b>FO2M 51/06 (2006.01)</b>	FO2M 51/06 N	
<b>FO2M 61/18 (2006.01)</b>	FO2M 51/06 K	
<b>FO2M 45/00 (2006.01)</b>	FO2M 51/06 L	
	FO2M 61/18 320D	
審査請求 有 請求項の数 16 O L 外国語出願 (全 40 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-290051 (P2005-290051)  
 (22) 出願日 平成17年10月3日 (2005. 10. 3)  
 (31) 優先権主張番号 04256105.0  
 (32) 優先日 平成16年10月1日 (2004. 10. 1)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 599023978  
 デルファイ・テクノロジーズ・インコーポ  
 レーテッド  
 アメリカ合衆国ミシガン州48098, ト  
 ロイ, デルファイ・ドライブ 5725  
 (74) 代理人 100099623  
 弁理士 奥山 尚一  
 (74) 代理人 100096769  
 弁理士 有原 幸一  
 (74) 代理人 100107319  
 弁理士 松島 鉄男  
 (72) 発明者 マイケル・クック  
 イギリス国ケント州エムイー7・1ディー  
 アール, ギリンガム, バート・オーク・  
 テラス 52

最終頁に続く

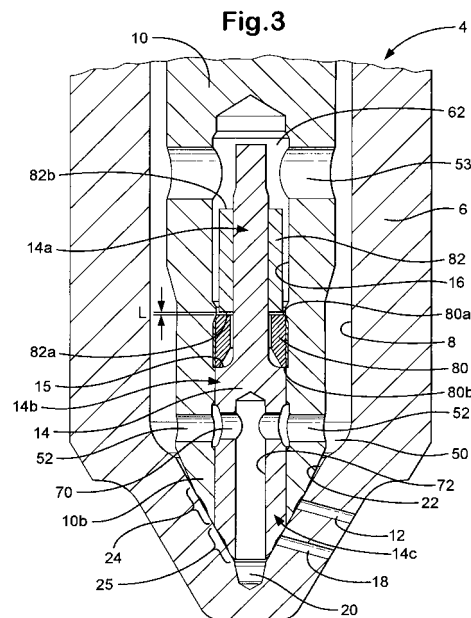
(54) 【発明の名称】 噴射ノズル

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 内燃機関用の燃料噴射システムに用いられる改良された可変オリフィス式噴射ノズル及びその噴射ノズルを用いる噴射器を提供すること。

【解決手段】 内燃機関用の噴射ノズル4は、弁座面22を画成する孔8を備え、かつ第1ノズル出口12と第2ノズル出口18とを有するノズル本体6と、ノズル出口12, 18の上流側の第1供給室50と、孔8内において移動可能で、それ自体が軸方向孔16を備える外側弁部材10であって、外側弁部材10がそのシート24から持ち上がるときに、第1供給室50から少なくとも第1ノズル出口12への燃料流れを制御するように、弁座面22によって画成された外側弁シート24と係合可能である外側弁部材10とを備えている。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関用の噴射ノズル(4)において、

弁座面(22)を画成する孔(8)を備えるノズル本体(6)であって、第1ノズル出口(12)と第2ノズル出口(18)とを有するノズル本体(6)と、

前記ノズル出口(12, 18)の上流側の第1供給室(50)と、

前記孔(8)内において移動可能で、それ自体が軸方向孔(16)を備える外側弁部材(10)であって、前記外側弁ニードル(10)がそのシート(24)から持ち上がるときに、前記第1供給室(50)から少なくとも前記第1ノズル出口(12)への燃料流れを制御するように、前記弁座面(22)によって画成された外側弁シート(24)と係合可能である外側弁ニードル(10)と、

前記軸方向孔(16)内において移動可能で、互いに軸方向に離間された第1及び第2シートライン(73, 75)を備える内側弁部材(14)であって、前記両シートライン(73, 75)は、前記内側弁部材(14)が前記弁座面(22)によって画成された内側弁シート(25)から持ち上がるときに、第2供給室(20)から前記第2ノズル出口(18)への燃料流れを制御するように、前記内側弁シート(25)と係合可能であり、前記内側弁部材(14)は、燃料が前記第1供給室(50)から前記第2供給室(20)に流れ得るように、前記内側弁部材(14)に設けられた軸方向通路(72)を備える流路手段(52, 70, 72)を少なくとも部分的に画成するような内側弁部材(14)と

を備えていることを特徴とする噴射ノズル。

## 【請求項 2】

前記内側弁シート(25)は、それぞれ、前記第2出口(12)の軸方向において上側と下側に配置された第1及び第2シート(25a, 25b)を備えていることを特徴とする、請求項1に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 3】

前記流路手段は、前記内側弁部材に設けられた少なくとも1つの半径方向通路を備えていることを特徴とする、請求項1または2に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 4】

前記流路手段は、前記外側弁ニードル(10)に設けられた少なくとも1つの半径方向通路(52)を備えていることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一項に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 5】

前記第1及び第2シートライン(73, 75)は、前記内側弁部材(14)に設けられた環状溝によって、少なくとも部分的に画成されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一項に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 6】

前記外側弁部材(10)は、前記外側弁座部(24)によって画成された第1及び第2シート(24a, 24b)と係合する第1及び第2シートライン(11, 13)を画成し、前記第1及び第2シート(24a, 24b)は、それぞれ、前記第1出口(12)の軸方向において上側及び下側に配置されていることを特徴とする、請求項1～5のいずれか一項に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 7】

前記第1及び第2シートライン(11, 13)は、前記外側弁部材(10)に設けられた環状溝によって、少なくとも部分的に画成されていることを特徴とする、請求項6に記載の噴射ノズル。

## 【請求項 8】

前記内側弁部材(14)に連結されたスリーブ部材(82)と、前記外側弁部材(10)に連結されたリング部材(80)とをさらに備え、前記リング部材(80)は、前記外側弁部材(10)が所定距離(L)よりも大きい距離だけ軸方向に移動して前記内側弁部

10

20

30

40

50

材(14)に軸方向運動を与えるとき、前記スリーブ部材(82)と係合するようになっていることを特徴とする、請求項1~7のいずれか一項に記載の噴射ノズル。

【請求項9】

前記リング部材(80)と前記スリーブ部材(82)は、それぞれ、第1及び第2端面(80a, 80b; 82a, 82b)を有し、前記リング部材(80)の前記第1端面(80a)は、前記スリーブ部材(82)の前記第1端面(82a)と対向し、前記外側弁部材(10)と前記内側弁部材(14)が着座したとき、前記スリーブ部材(82)の前記第1端面(82a)から前記所定距離(L)だけ離間するようになっていることを特徴とする、請求項8に記載の噴射ノズル。

【請求項10】

前記リング部材(80)の前記第2端面(80b)は、前記内側弁部材(14)によって設けられた肩(15)と当接していることを特徴とする、請求項9に記載の噴射ノズル。

【請求項11】

内燃機関用の噴射ノズル(4)において、  
弁座面(22)を画成する孔(8)を備えるノズル本体(6)であって、第1ノズル出口(12)と第2ノズル出口(18)とを有するノズル本体(6)と、

前記ノズル出口(12, 18)の上流側の第1供給室(50)と、

前記孔(8)内において移動可能であり、それ自体が軸方向孔(16)を備える外側弁部材(10)であって、前記外側弁部材(10)がそのシート(24)から持ち上がるときに、前記第1供給室(50)から少なくとも前記第1ノズル出口(12)への燃料流れを制御するように、前記弁座面(22)によって画成された外側弁シート(24)と係合可能である外側弁部材(10)と、

前記軸方向孔(16)内において移動可能で、互いに軸方向において離間される第1及び第2シートライン(73, 75)を備える内側弁部材(14)であって、前記両シートライン(73, 75)は、前記内側弁部材(14)が前記弁座面(22)によって画成された内側弁シート(25)から持ち上がるときに、第2供給室(20)から前記第2ノズル出口(18)への燃料流れを制御するように、前記内側弁シート(25)と係合可能であるような内側弁ニードル(14)と、

前記外側弁部材(10)が所定距離(L)よりも大きい距離だけ軸方向に移動したときに、前記外側弁部材(10)を前記内側弁部材(14)に連結するように構成された連結手段であって、前記内側弁部材(14)は、燃料が前記第1供給室(50)から前記第2供給室(20)に流れ得るように、前記内側弁部材(14)内に設けられた軸方向通路(72)を備える流路手段(52, 70, 72)を少なくとも部分的に画成するような連結手段と、

を備えていることを特徴とする噴射ノズル。

【請求項12】

前記連結手段は、前記内側弁部材(14)に連結されたスリーブ部材(82)と、前記外側弁部材(10)に連結されたリング部材(80)とを備え、前記リング部材(80)は、前記外側弁部材(10)が所定距離(L)よりも大きい距離だけ軸方向に移動して前記内側弁部材(14)に軸方向運動を与えるとき、前記スリーブ部材(82)と係合するようになっていることを特徴とする、請求項11に記載の噴射ノズル。

【請求項13】

前記リング部材(80)と前記スリーブ部材(82)は、それぞれ、第1及び第2端面(80a, 80b; 82a, 82b)を有し、前記リング部材(80)の前記第1端面(80a)は、前記スリーブ部材(82)の前記第1端面(82a)と対向し、前記外側弁部材(10)と前記内側弁部材(14)が着座したとき、前記スリーブ部材(82)の前記第1端面(82a)から前記所定距離(L)だけ離間するようになっていることを特徴とする、請求項12に記載の噴射ノズル。

【請求項14】

10

20

30

40

50

前記リング部材(80)の前記第2端面(80b)は、前記内側弁部材(14)によって設けられた肩(15)と当接することを特徴とする、請求項13に記載の噴射ノズル。

【請求項15】

内燃機関に用いられる噴射器(2)において、請求項1~14のいずれか一項に記載の噴射ノズル(4)と、前記外側弁部材(10)の軸方向移動を制御するためのアクチュエータ(30)とを備えていることを特徴とする噴射器。

【請求項16】

前記アクチュエータは、圧電アクチュエータ(30)であることを特徴とする、請求項15に記載の噴射器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関用の燃料噴射システムに用いられる噴射ノズルに関する。さらに詳細には、制限はしないが、本発明は、第1及び第2弁ニードルが複数のノズル出口を通る燃料空間内への燃料の噴射を制御するように作動可能である、圧縮点火内燃機関に用いられる噴射ノズルに関する。

【背景技術】

【0002】

ますます厳しくなる環境規制によって、例えば、炭化水素、酸化窒素( $\text{NO}_x$ )、及び一酸化炭素のような車両排気物質のレベルを低減するように、大きな圧力が自動車製造業者者に課せられている。よく知られているように、排気物質を低減させる有効な方法は、燃料を高噴射圧力(例えば、約2000バール)で燃焼空間に供給すること、及び燃料の噴霧を最適化し、それによって、効率を改善し、かつ排ガス中の炭化水素のレベルを低減するために、小径のノズル出口を採用することである。上記の手法は、燃料効率を改良し、有害なエンジンの排気物質を低減するのに有効であるが、関連する欠点は、ノズル出口の直径の縮小が高エンジン負荷時における高噴射流量の要件と相反し、車両性能を損なうことである。

20

【0003】

いわゆる「可変オリフィスノズル」(VONノズル)は、燃料を燃焼空間に噴射するのに用いられるオリフィスの数(従って、全オリフィス面積)を、異なるエンジン負荷に対して変更することを可能とするものである。典型的には、このような噴射ノズルは、少なくとも2つのノズル出口の組を有し、第1及び第2弁ニードルが、燃料噴射を1つの出口の組のみを介して行なうか又は両方の出口の組を介して同時に行なうかのいずれかを制御するように、作動可能となっている。本出願人による同時係属中の欧州特許出願第04250928.1号に記載されているようなこの種の周知の噴射ノズルでは、第1(上側)ノズル出口の組への燃料流れは、外側弁ニードルによって制御され、第2(下側)ノズル出口の組への燃料流れは、内側弁ニードルによって制御されている。第1ノズル出口の組を通る燃料の流れが十分な量に達した後にのみ、内側弁ニードルが外側弁ニードルによって持ち上げられるようになっている。この種の噴射ノズルは、比較的低エンジン負荷においてエンジン排気物質を最適化するために、小さい全ノズル出口面積を選択することを可能にするものである。一方、比較的高エンジン負荷において全燃料流量を増大させるために、大きい全ノズル出口面積が選択されている。

30

40

【発明の開示】

【0004】

本発明は、このような背景技術の下で、考案されたものである。本発明は、内燃機関用の噴射ノズルであって、弁座面を画成する孔を備え、かつ第1ノズル出口と第2ノズル出口とを有するノズル本体を備える噴射ノズルを提供するものである。この噴射ノズルは、前記ノズル出口の上流側の第1供給室と、孔内において移動可能で、それ自体が軸方向孔を備える外側弁部材をさらに備えている。外側弁部材は、該外側弁部材がそのシートから持ち上がるときに、第1供給室から少なくとも第1ノズル出口への燃料流れを制御するよ

50

うに、弁座面によって画成された外側弁シートと係合可能になっている。このノズルは、軸方向孔内で移動可能で、互いに軸方向において離間された第1及び第2シートラインを備える内側弁部材であって、両シートラインは、内側弁部材がそのシートから持ち上がる時に、第2供給室から第2ノズル出口への燃料流れを制御するように、弁座面によって画成された内側弁シートと係合可能であり、内側弁部材は、燃料が第1供給室から第2供給室に流れ得るように、内側弁部材に設けられた軸方向通路を備える流路手段を備えるような内側弁部材をさらに備えている。

**【0005】**

上記の配置構造は、大きな囊容積部を内側及び外側弁シートの下流側に配置することなく、第1及び第2出口への燃料流れの効率を最適化している。

10

**【0006】**

内側弁シートが、第2出口の軸方向における上側と下側に第1及び第2シートをそれぞれ備えていることが、本発明の好ましい特徴である。第1及び第2シートラインが、内側弁部材に設けられた環状溝によって、少なくとも部分的に画成されていることも、好ましい。

**【0007】**

好ましくは、流路手段は、内側弁ニードル内に設けられた少なくとも1つの半径方向通路と、外側弁ニードル内に設けられた少なくとも1つの半径方向通路とを備えている。

**【0008】**

噴射ノズルは、好ましくは、外側弁部材が所定距離よりも大きい距離だけ軸方向に移動したときに、外側弁部材を内側弁部材に連結させる連結手段を備えている。好ましい実施形態において、スリーブ部材は内側弁部材に連結され、リング部材は外側弁部材に連結され、リング部材は、外側弁部材が所定距離よりも大きい距離だけ軸方向に移動して内側弁部材に軸方向運動を与え、スリーブ部材と係合されるようになっている。

20

**【0009】**

リング部材とスリーブ部材は、それぞれ、第1及び第2端面を有し、リング部材の第1端面は、スリーブ部材の第1端面と対向し、外側弁部材と内側弁部材が着座したとき、スリーブ部材の第1端面から所定距離だけ離間されているとよい。

**【0010】**

本発明は、前述の噴射ノズルと、外側弁ニードルの軸方向移動を制御するためのアクチュエータとを備えた燃料噴射器にも及んでいる。

30

**【0011】**

以下、例を挙げて、添付の図面を参照しながら、本発明を説明する。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0012】**

以下の説明において、「上方」及び「下方」という用語は、図面に示されている噴射ノズルの配向に関して用いられている。同様に、「上流」及び「下流」という用語は、燃料入口からノズルを介して燃料出口に向かう燃料流れの方向に関して用いられている。

**【0013】**

図1及び図2を参照すると、本発明の噴射ノズルが組み込まれ得る、総称的に2で表される圧電燃料噴射器が示されている。(図2において詳細に示される)、総称的に4で表される噴射ノズルは、可変オリフィスノズル式である。ノズル4は、軸方向止まり孔8を有するノズル本体6を備え、この孔8内には、ニードル10の形態にある外側弁部材が滑動可能に嵌入されている。また、ノズル本体6は、第1出口12の組と第2出口18の組とをそれぞれ備えている。孔8内で外側弁ニードルを移動させることによって、噴射が第1出口12の組のみを通してなされるか又は第1出口12の組と第2出口18の組を同時に通してなされるかを制御している。

40

**【0014】**

燃料は、例えば、コモンレール又は他の適切な加圧燃料源から入口39を介して噴射器に供給されるようになっている。このコモンレール又は他の適切な加圧燃料源は、燃料を

50

1つ以上の他の噴射器に供給するように配置されていてもよい。加圧燃料は、入口39から、入口通路38と蓄圧容積部34を通過して、孔8内においてノズル本体6と外側弁ニードル10の上端領域10aとの間に画成された環状室7に送られるようになっている。使用時に、外側弁ニードル10が孔8内において往復運動するとき、上端領域10aと孔8との間の協働作用によって、外側弁ニードル10を案内するように、上端領域10aは、ノズル本体孔8の直径と実質的に等しい直径を有している。上端領域10aに機械加工によって形成された螺旋溝は、燃料を環状室7から孔8を通過して第1供給室50に送る流路をもたらしている。供給室50は、外側弁ニードル10の外面とノズル本体孔8の出口12, 18の上流側の領域との間に、画成されている。

**【0015】**

孔8は、その止まり端に向かって、第2供給室を構成する囊容積部20で終端する円錐形状の座面22を画成している。この座面22は、外側弁座部24を画成し、外側弁ニードル10の下端領域10bは、第1出口12の組を通る燃料噴射を制御するように、この外側弁座部24と係合可能である。外側弁ニードル10は、第1閉鎖バネ26が収容されているバネ室26a内における燃料圧力と関連するバネ26によって、外側弁ニードル24に向かって付勢されている。外側弁ニードル10は、圧電アクチュエータ30によって、付勢バネ26で与えられる力と燃料圧力に対抗して、外側弁座部24から離れる方向に移動するように、作動可能である。

**【0016】**

圧電アクチュエータ30は、蓄圧容積部34内に配置された圧電要素の積層体32と、電圧を積層体32の両端に印加することを可能にする電気コネクタ40とを備えている。使用時において、蓄圧容積部34は、高圧燃料で充填され、これによって、積層体32に静水圧負荷を作用させるようになっている。圧電アクチュエータ30は、液圧増幅装置42を経由して、外側弁ニードル10に連結されている。積層体32に印加される電圧を変化させることによって、積層体32は伸縮し、この運動は、液圧増幅装置42を介して、外側弁ニードル10に伝達されている。

**【0017】**

図3は、噴射ノズル4をさらに明確に示している。ノズル4は、外側弁ニードル10の下側領域10bに設けられている軸方向孔16内に滑動可能に取り付けられたニードル14の形態にある内側弁部材をも備えている。内側弁ニードル14は、座面22によって画成された内側弁座部25と係合可能である。内側弁ニードル14を内側弁座部25に向かう方向及び離れる方向に移動させることによって、第2出口18の組を通る燃料噴射を制御するようになっている。内側弁ニードル14は、直接には作動されず、以下に説明するように、外側弁ニードル10が所定量を超えて移動したとき、その外側弁ニードル10との協働作用によって、移動させられることになる。

**【0018】**

第1出口12の組と第2出口18の組の入口端は、それらの出口端がノズル本体6の外面で開口するように、座面22から離れて半径方向に延在している。図面において、第1出口12の組と第2出口18の組の各々の単一出口のみが示され、各組の出口は、ノズル本体6の主軸に沿った異なる軸方向位置に配置されていることが理解されるだろう。しかし、実際には、出口12と18の各組は、複数の出口を含んでいてもよい。

**【0019】**

外側弁ニードル10に設けられた軸方向孔16の止まり端は、内側弁ニードル14の上端を収容するように機能するチャンパー62を画成している。チャンパー62は、外側弁ニードル10内に設けられた横断ドリル孔の形態にある半径方向通路53を介して、ノズル本体孔8と連通している。この通路53は、チャンパー62に対して、通気機能をもたらすものである。加えて、チャンパー62内の加圧燃料は、内側弁ニードル14をその弁座部25に対して付勢する力を与えるように、内側弁ニードル14に作用している。

**【0020】**

外側弁ニードル10の下端領域10bは、流路手段の一部を画成する半径方向通路52

10

20

30

40

50

を備えている。各通路 5 2 の一端は、供給室 5 0 と連通し、各通路 5 2 の他端は、軸方向孔 1 6 と連通している。

#### 【 0 0 2 1 】

内側弁ニードル 1 4 は、3つの領域、すなわち、上側ステム領域 1 4 a、下側領域 1 4 c、及び中間にあってステム領域 1 4 a と下側領域 1 4 c とを分離する段領域 1 4 b を備えるように、形成されている。ステップ領域 1 4 b は、外側弁ニードル 1 0 に設けられた孔 1 6 の直径と実質的に等しい直径を有する円筒形状を有している。その結果、段領域 1 4 b は、内側弁ニードル 1 4 が第 2 出口 1 8 を通る燃料噴射を制御すべく内側弁座部 2 5 と係合及び離脱するように移動するとき、その内側弁ニードル 1 4 を案内するように機能している。

10

#### 【 0 0 2 2 】

内側弁ニードル 1 4 の下側領域 1 4 c は、孔 1 6 の直径と実質的に等しい直径を有し、軸方向に延在する止まり孔 7 2 を備えている。孔 7 2 の止まり端は、ニードル 1 0 , 1 4 の両方が着座したとき、外側弁ニードル 1 0 に設けられた半径方向ドリル孔 5 2 と実質的に一直線に並ぶ半径方向ドリル孔 7 0 を経て、供給室 5 0 と連通している。内側弁ニードル 1 4 に設けられた孔 7 2 と半径方向ドリル穴 7 0 は、外側弁ニードル 1 0 に設けられた半径方向ドリル孔 5 2 と一緒になって、燃料用の二次的又は補助的流路を構成する流路手段を画成している。外側弁ニードル 1 0 が外側弁座部 2 4 から離れる方向に持ち上がったとき、燃料は、上側供給室 5 0 から外側弁座部 2 4 を超えて直接第 1 出口 1 2 内に流れることが可能となる。内側弁ニードル 1 4 が内側弁座部 2 5 から離れる方向に持ち上がったときも、燃料は、上側供給室 5 0 から、(「主流路」を通過して)、外側弁座部 2 4 を超え、直接的に第 2 出口 1 8 内に流れることが可能となり、又は二次流路を通過して、内側弁座部 2 5 を超え、間接的に第 2 出口 1 8 内に流れることが可能となっている。

20

#### 【 0 0 2 3 】

外側弁ニードル 1 0 及び内側弁ニードル 1 4 によって与えられる燃料通路は、二次流路 5 2 , 7 0 , 7 2 を通る燃料流れの絞りを許容レベルに制限するように機能し、その一方、下側領域 1 4 c は、孔 1 6 の隣接領域との協働作用によって、内側弁ニードル 1 4 の軸方向移動を案内している。従って、使用時に補助流路内を流れる高圧燃料による下側領域 1 4 c の横方向の移動は、実質的に排除されることになる。その結果、弁先端の同心性が改良され、従って、燃焼室内への燃料の不要な流入に対してより効率的でかつ確実なシールが得られることになる。さらに、内側弁ニードル 1 4 の下側領域 1 4 c の全長が外側弁ニードル 1 0 の孔 1 6 と接触しているので、内側弁ニードル 1 4 の耐摩耗性が改良されることになる。

30

#### 【 0 0 2 4 】

以下、内側弁ニードル 1 4 の運動を制御する機構を、図 3 を参照して説明する。ノズル 4 は、リングの形態にある環状部材 8 0 が外側弁ニードル 1 0 の孔 1 6 内に嵌入される連結手段を備えている。リング部材 8 0 は、別個の異なる部品であり、リング部材 8 0 の外面と孔 1 6 の面との間の摩擦接触によって、外側弁ニードル 1 0 に連結されている。すなわち、リング部材 8 0 は、孔 1 6 に締め込まれている。

#### 【 0 0 2 5 】

リング部材 8 0 は、第 1 上端面 8 0 a と第 2 下端面 8 0 b とを備え、該下端面 8 0 b は、内側弁ニードル 1 4 の段領域 1 4 b によって画成された段又は肩 1 5 と当接している。リング部材 8 0 の内径は、ステム領域 1 4 a の直径よりも大きく、それにより、ステム領域 1 4 a は、リング部材 8 0 内を貫通してそれと隙間嵌めされることになる。図 3 に示される位置において、バネ 2 6 の力は、外側弁ニードル 1 0 をそのシートに対して付勢することが理解されるだろう。そして、これにより、内側弁ニードル 1 0 が、肩 1 5 に対して作用する外側弁ニードル 1 0 に連結されたリング部材 8 0 の作動でシートに対して付勢することになる。

40

#### 【 0 0 2 6 】

リング部材 8 0 の上端面 8 0 a は、スリーブの形態にある第 2 環状部材 8 2 の第 1 下端

50

面 8 2 a と対向している。スリーブ部材 8 2 は、内側弁ニードル 1 4 とは別個の異なる部品であり、孔 1 6 の直径よりも小さい外径と、ステム領域 1 4 a の直径と実質的に等しい内径とを有している。換言すれば、スリーブ部材 8 2 は、ステム領域 1 4 a に締まり嵌められ、摩擦接触によって内側弁ニードル 1 4 に連結されている。

#### 【 0 0 2 7 】

スリーブ部材 8 2 の下端面 8 2 a とリング部材 8 0 の上端面 8 0 a とは、製造時において予め定められた距離「L」だけ離間している。外側弁ニードル 1 0 が使用時に持ち上がったとき、リング部材 8 0 の上端面 8 0 a は、スリーブ 8 2 の下端面 8 2 a と接触し、内側弁ニードル 1 4 をも移動させることになる。従って、距離「L」は、外側弁ニードル 1 0 を、内側弁ニードル 1 4 と相互作用してそれに運動を伝える前に、どれだけの量だけ、外側弁座部 2 4 から離れる方向に持ち上げる必要があるかを決定するものである。スリーブ部材 8 2 の下端面 8 2 a とリング部材 8 0 の上端面 8 0 a とは、内側弁ニードル 1 4 及び外側弁ニードル 1 0 の両方が着座したとき、最大間隔（すなわち、所定距離「L」）だけ、離れていることが理解されるべきである。

10

#### 【 0 0 2 8 】

図 4（尺度は明確にするために誇張されている）は、外側弁ニードル 1 0 が着座したとき、該外側弁ニードル 1 0 のシート領域 1 0 b が、第 1 出口 1 2 の上流側に第 1（上側）シートライン 1 1 と、第 1 出口 1 2 の下流側に第 2（下側）シートライン 1 3 を画成するように形成されていることを、示している。外側弁ニードル 1 0 は、溝又は凹領域を備え、この溝領域は、その上縁及び下縁において、それぞれ、上側及び下側シートライン 1 1 , 1 3 を画成している。さらに具体的には、図 4 は、外側弁ニードル 1 0 の下端領域 1 0 b が、実質的に切頭円錐形状の 4 つの異なる領域、すなわち、上側シート領域 1 0 c、上側溝領域 1 0 d、下側溝領域 1 0 e、及び端領域 1 0 f を備えていることを示している。従って、上側溝領域 1 0 d の上縁は第 1 シートライン 1 1 を画成し、下側溝領域 1 0 e の下縁は下側シートライン 1 3 を画成している。

20

#### 【 0 0 2 9 】

上側溝領域 1 0 d と下側溝領域 1 0 e は、一緒になって、外側弁ニードル 1 0 の凹領域又は溝を形成し、座面 2 2 の隣接領域と一緒に、第 1 出口 1 2 の各々の入口端において、燃料用の環状容積部 6 4 を画成している。上側及び下側シートライン 1 1 , 1 3 は、その第 1 及び第 2 シート 2 4 a , 2 4 b において、それぞれ、外側弁座部 2 4 と係合している。

30

#### 【 0 0 3 0 】

外側弁ニードル 1 0 と同様に、内側弁ニードル 1 4 の下側領域 1 4 c は、溝領域又は凹領域を備えており、この領域は、その上縁と下縁において、それぞれ、内側弁ニードル 1 4 が着座したときに第 2 出口 1 8 の軸方向における上側と下側に配置される上側及び下側シートライン 7 3 , 7 5 を画成している。換言すれば、第 2 出口 1 8 は、シートライン 7 3 , 7 5 が第 1 及び第 2 シート 2 5 a , 2 5 b と係合する位置の中間に配置されている。さらに具体的には、図 4 は、下側領域 1 4 c の端が 3 つの異なる切頭円錐形状の領域、すなわち、上側溝領域 1 4 d、下側溝領域 1 4 e、及び先端領域 1 4 f を備えていることを、示している。上側溝領域 1 4 d と下側溝領域 1 4 e は、一緒になって、内側弁ニードル 1 4 の凹領域又は溝を形成し、座面 2 2 の隣接領域と一緒に、第 2 出口 1 8 の入口端において、燃料用の環状容積部 7 7 を画成している。上側溝領域 1 4 d の上縁は第 1 シートライン 7 3 を画成し、下側溝領域 1 4 e の下縁は下側シートライン 7 5 を画成し、これらのラインは、第 1 及び第 2 シート 2 5 a , 2 5 b のそれぞれにおいて、内側弁座部 2 5 と係合している。

40

#### 【 0 0 3 1 】

以下、噴射器 2 の作動について、説明する。高圧下の燃料が、高圧燃料源（例えば、コモンレール）から、入口 3 9、入口通路 3 8、及び蓄圧容積部 3 4 を介して、環状室 7 に供給される。このようにして、燃料は、孔 8、従って、上側供給室 5 0 及び下側供給室 2 0 に供給される。最初、圧電アクチュエータ 3 0 は、積層体 3 2 が伸張状態にあり、噴射ノ

50

ズル4が図3に示される位置となるように、励磁されている。このとき、外側弁ニードル10は、バネ室26a内の燃料圧力による力と関連するバネ26の付勢力によって、その座部24に対して保持されている。内側弁ニードル14は、段領域14bに当接しているリング部材80によって、その座部25に対して保持されている。この非噴射状態において、アクチュエータ30は、比較的高い励磁レベルに保持されている。この圧電アクチュエータ30が第1励磁レベルに脱磁されると、積層体32が収縮され、その結果、持上げ力が、液圧増幅装置42を経て、外側弁ニードル10に伝達される。従って、外側弁ニードル10は、外側弁座部24から離れる方向に移動するように付勢され、これによって、上側シートライン11を上側シート24aから離脱させ、下側シートライン13を下側シート24bから離脱させる。これが、図5における噴射ノズル4の位置である。

10

**【0032】**

アクチュエータ30の最初の脱磁中、外側弁ニードル10は、距離Lよりも短い距離だけ移動される。この最初の移動中、リング部材80は、そのリング部材80と外側弁ニードル10との間の摩擦係合によって、外側弁ニードル10と共に運ばれ、これによって、リング部材80の上端面80aは、スリーブ部材82の対向する端面82aに接近、すなわち、その端面82aに向かって移動する。同時に、リング部材80の下端面80bは、段領域14bの肩15から離脱される。外側弁ニードル10が移動する距離が所定距離「L」よりも短いので、リング部材80の上端面80aは、スリーブ部材82の下端面82aと係合しない。従って、内側弁ニードル14は、該内側弁ニードル14の上端に作用するチャンバ62内の加圧燃料の影響によって、内側弁座部25に着座したまま維持されることになる。

20

**【0033】**

外側弁ニードル10がこの最初の量だけ移動したとき、加圧燃料は、主流路に沿って、上側供給室50から、上側シートライン11を超えて、環状容積部64に流れ、第1出口12から燃焼室(図示せず)に流れることが可能となる。また、燃料は、二次流路に沿って、上側供給室50から、半径方向通路52と軸方向孔16を通過して、下側供給室20内に流れることも可能となる。

**【0034】**

噴射器の作動のこの段階中、外側弁ニードル10の運動は、内側弁ニードル14から分断されていることが理解されるだろう。内側弁ニードル14が内側弁座部25に着座している間、燃料は、上側供給室50から、第1シート25aを超えて、第2出口18に流れることができないし、下側供給室20から、第2シート25bを超えて、第2出口18に流れることもできない。前述の条件は、比較的少量の燃料のみが比較的小さい第1出口12の組のみを通過して噴射されるので、比較的低出力用途に対して最適な燃料噴射を示している。

30

**【0035】**

もしこの時点において、第1出口12を通る噴射を終えることが必要な場合、圧電アクチュエータ30は、その最初の励磁レベルに再励磁され、積層体32を伸張させる。その結果、外側弁ニードル10は、バネ室26a内の燃料圧と関連する閉鎖バネ26の付勢力の影響により、第1及び第2シート24a, 24bの両方において、外側弁座部24と再係合される。これらの状況下において、噴射ノズル4は、再び、図3に示される位置を取ることになる。

40

**【0036】**

図6は、圧電アクチュエータ30がさらに第2励磁状態に脱磁されて積層体32の長さをさらに短くする噴射器の作動の次の又は代替的な段階中の噴射ノズルを示している。その結果、外側弁ニードル10は、所定距離「L」よりも大きいさらなる量まで、外側弁座部から離れる方向に付勢されている。このような状況下において、リング部材80の上端面80aは、スリーブ部材82の下端面82aと係合され、これによって、外側弁ニードル10を移動させ、内側弁ニードル14まで運ばれるか又は連結され、内側弁ニードル14をその座部25から持上げるようになる。

50

## 【0037】

内側弁ニードル14が内側弁座部25から離れる方向に持ち上がると、下側供給室20内の燃料は、下側シートライン75を超えて、第2出口18を通過して、燃焼室内に流れることが可能となり、これによって、外側弁座部24を超えて、第1出口12内に流れる燃料を補助することになる。加えて、燃料は、上側供給室50から、上側シートライン73を超えて、第2出口18に流れることも可能となる(図4を参照)。燃料流れの全体に対する第1及び第2出口12、18からの燃料流れの比率は、それぞれ、相対的な噴射孔の寸法と外側弁ニードル10及び内側弁ニードル14がそれらのシート24, 25から持ち上がる量に依存することが理解されるべきである。従って、もし第2出口18が、第1出口12と比較して、比較的大きな断面積を有して形成された場合、より大きな比率の燃料が、第2出口18を通過して噴射され得ることになる。

10

## 【0038】

図7a及び図7bは、噴射ノズル4の流れ効率をさらに改良する本発明の代替的实施形態を示している。適切であれば、前述の部品と同様の部品は、同様の参照番号で示される。図7a及び図7bの実施形態は、切頭円錐形状の付加的上側シート領域14gを溝領域14dの上方に備える点において、前述した実施形態と異なっている。対称的に、前述の実施形態の溝領域14dの軸方向において上方の領域は、円筒形状を有している。さらに具体的には、図7bは、内側弁ニードル14の上側シートライン73が、上側溝領域14dと上側シート領域14gとの間の交差点によって、画成されることを、示している。上側シート領域14gの設置によって、内側弁ニードル14の面が、上側シートライン73の上流側において、座面22となす角度を減少させている。その結果、外側弁ニードル10の下側シート24bの下流側の領域における燃料の流れの乱れが防がれ、時期尚早なシート磨耗の可能性を減少させることになる。

20

## 【0039】

内側弁ニードル14の下側領域14cが、孔16と一緒に3つの燃料用のチャンバー92を画成する3つの平面又は凹部90を備えることが、(図8a及び図8bに示される)さらに任意選択的な特徴である。その結果、外側弁ニードル10が外側弁座部24から離れる方向に持ち上がると、燃料は、上側供給室50から、チャンバー92を通過して、下側シートライン13(及び下側シート24b)を越えて、第1出口12に流れることが可能となる。従って、2つの第1出口12への加圧燃料の流路、すなわち、上側供給室50から直接的に上側弁シート24aを越える第1流路と、上側供給室50からチャンバー92を介して間接的に上側弁シート24aを越える第2流路がある。この実施形態の機能的な結果は、燃料流れの効率が前述した実施形態よりもさらに改良される点にある。この実施形態において、凹部90は、シートライン73を干渉しないように、内側弁ニードル14の面に機械加工によって形成されるべきであることが、理解されるべきである。さらに、例えば、凹部90の深さを制限する必要がある場合、十分な流通面積を得るために、4つ以上の凹部が内側弁ニードル14に設けられ得ることも、理解されるべきである。

30

## 【0040】

以下、前述の実施形態の内側弁ニードル14及び外側弁ニードル10をノズル本体6内に組み立て得る方法について、説明する。まず、リング部材80を、内側弁ニードル14のステム領域14aの周囲に被せ、リング部材80の下面80bをステム領域14aと当接させる。次いで、リング部材80を適切な位置に保持して、スリーブ部材82をステム領域14aの周囲に被せ、リング部材80を内側弁ニードル14に保持させる。所定距離「L」を設定するために、厚み「L」を有するシムのようなスペーサ工具(図示せず)をリング部材80の上端面80aに配置し、これによって、スリーブ部材82をシムと係合するように押圧する。シムを取除くと、必要な距離「L」の間隔が、リング部材80の上端面80aとスリーブ部材82の下端部82aとの間に確立されることになる。

40

## 【0041】

内側弁ニードル14の組立に続いて、リング部材80とスリーブ部材82、すなわち、組み合わされた内側弁ニードル14とリング/スリーブアセンブリ80, 82を、外側弁

50

ニードル 10 の孔 16 内に押込む。次いで、内側及び外側弁ニードル 14, 10 を、外側弁ニードル 10 のシートライン 11, 13 が外側弁座部 24 のシート 24 a, 24 b とそれぞれ係合し、内側弁ニードル 14 のシートライン 73, 75 が内側弁座部 25 のシート 25 a, 25 b とそれぞれ係合するように、一緒に、ノズル本体孔 8 内に挿入する。ノズルの組立に続いて、内側弁座部 25 及び外側弁座部 24 における効果的なシールを確立するために、合せ操作を行なう。シートの合せ操作は、予め定められた一定の軸方向力を外側弁ニードル 10 に加えて、上側及び下側シートライン 11, 13 を、それぞれ、上側及び下側シート 24 a, 24 b に合わせる段階を含む。予め定められた一定の軸方向力を外側弁ニードル 10 に加える代わりに、合わせ操作は、動的にもなされ得る。

【0042】

本発明に対して、種々の変更及び改良が、請求項に定義された本発明の範囲から逸脱することなくなされ得ることは、本発明を実施する者及び当業者によって、理解されるだろう。従って、本発明の範囲を決定するに当たって、請求項及び他の概念的な記述を考慮すべきである。

【0043】

例えば、内側弁ニードル 14 は、段領域 14 b の肩と当接するリング部材 80 によって、その座部 25 と係合するように押し込まれるが、使用時に、リング部材 80 の下端面 80 b が磨耗し、その結果、内側弁ニードル 14 及び外側弁ニードル 10 が着座したとき、隙間が下端面 80 b と肩 15 との間に生じることがあり得る。これは、内側弁ニードル 14 によって確立されるシールに悪影響を与えかねない。そこで、内側弁ニードル 14 に更なる付勢力を与えるために、螺旋バネのような弾性部材（図示せず）がチャンバ 62 内に配置されてもよい。このようなバネは、付勢力がスリーブ部材 82 と内側弁ニードル 14 との間の摩擦連結を介して、内側弁ニードル 14 に伝達されるように、スリーブ部材 82 の上端面 82 b に当接してもよい。あるいは、バネは、チャンバ 62 内に配置された別の当接部材に当接してもよい。

【0044】

さらに、リング部材 80 とスリーブ部材 82 は、それぞれ、摩擦接触によって、外側弁ニードル 10 と外側弁ニードル 14 に連結されるが、この連結は、代替的手段、例えば、接着又は半田付けによっても、達成され得ることが理解されるだろう。さらに、リング部材 80 は、孔 16 に対するリング部材 80 の摩擦接触を維持する横方向弾性を有する C 字状ピン部材の形状を有していてもよい。

【0045】

加えて、前述の実施形態において、内側弁ニードル 14 の流路手段は、軸方向孔 72 と半径方向ドリル孔 52 によって画成されているが、これは必ずしも必要ではないことが理解されるだろう。例えば、内側弁ニードル 14 は、実質的にその全長に沿って延在して加圧燃料を下側供給室 20 に供給する機能を発揮する通路を有していてもよい。

【0046】

本発明の噴射ノズル 4 は、圧電アクチュエータを有する噴射器内において好適に用いられると記載したが、この噴射器は、ニードル 14, 10 を移動させる代替的な形態のアクチュエータを含むことも十分に可能であることが理解されるべきである。例えば、圧電アクチュエータの代わりに、外側弁ニードル 10 は、電磁アクチュエータによって、移動されてもよい。さらに、圧電アクチュエータ 30 は、液圧増幅装置 42 を介して、外側弁ニードル 10 に連結されると記載したが、代替的な形態として、アクチュエータは、外側弁ニードル 10 に機械的に連結されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図 1】本発明の実施形態による噴射ノズルを備えた燃料噴射器の断面図である。

【図 2】非噴射位置にあるときの図 1 の噴射ノズルの拡大断面図である。

【図 3】図 2 における噴射ノズルの拡大断面図である。

【図 4】図 3 における噴射ノズルの拡大断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 5】第 1 噴射位置にあるときの図 3 における噴射ノズルの断面図である。  
 【図 6】第 2 噴射位置にあるときの図 3 における噴射ノズルの断面図である。  
 【図 7 a】本発明の第 2 実施形態による噴射ノズルの断面図である。  
 【図 7 b】本発明の第 2 実施形態による噴射ノズルの断面図である。  
 【図 8 a】本発明の第 3 実施形態による噴射ノズルの断面図である。  
 【図 8 b】本発明の第 3 実施形態による噴射ノズルの断面図である。

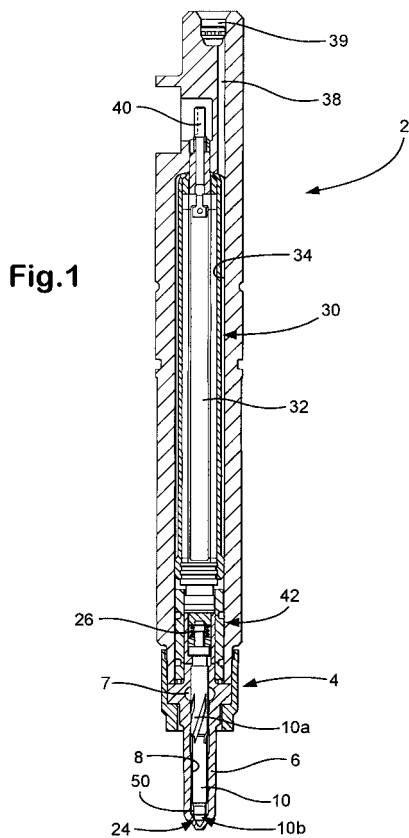
## 【符号の説明】

## 【 0 0 4 8 】

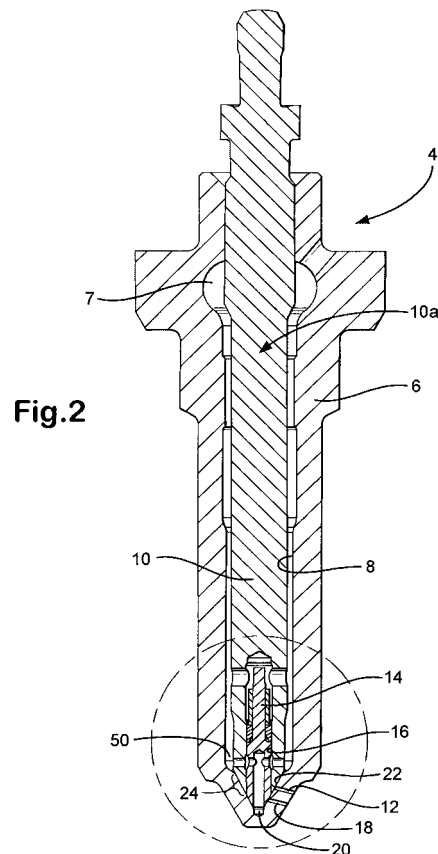
2	圧電燃料噴射器	
4	噴射ノズル	10
6	ノズル本体	
7	環状室	
8	軸方向止まり孔	
10	外側弁ニードル	
10 a	上端領域	
10 b	下端領域	
10 c	上側シート領域	
10 d	上側溝領域	
10 e	下側溝領域	
10 f	端領域	20
11	第 1 (上側) シートライン	
12	第 1 出口	
13	第 2 (下側) シートライン	
14	内側弁ニードル	
14 a	上側ステム領域	
14 b	段領域	
14 c	下側領域	
14 d	上側溝領域	
14 e	下側溝領域	
14 f	先端領域	30
14 g	上側シート領域	
15	段 (肩)	
16	軸方向孔	
18	第 2 出口	
20	囊容積部 (第 2 供給室)	
22 a	座面	
24	外側弁座部	
25	内側弁座部	
25 a	第 1 シート	
25 b	第 2 シート	40
26	第 1 閉鎖バネ	
26 a	バネ室	
30	圧電アクチュエータ	
32	積層体	
34	蓄圧容積部	
38	入口通路	
39	入口	
40	電気コネクタ	
42	液圧増幅装置	
50	第 1 供給室	50

- 5 2 半径方向通路
- 5 3 半径方向通路
- 6 2 チャンバー
- 6 4 環状容積部
- 7 0 半径方向ドリル孔
- 7 2 止まり孔
- 7 3 上側シートライン
- 7 5 下側シートライン
- 7 7 環状容積部
- 8 0 リング
- 8 0 a 第 1 上端面
- 8 0 b 第 2 下端面
- 8 2 スリーブ
- 8 2 a 第 1 下端面
- 8 2 b 上端面
- 9 0 平面 (凹部)
- 9 2 チャンバー
- L 距離

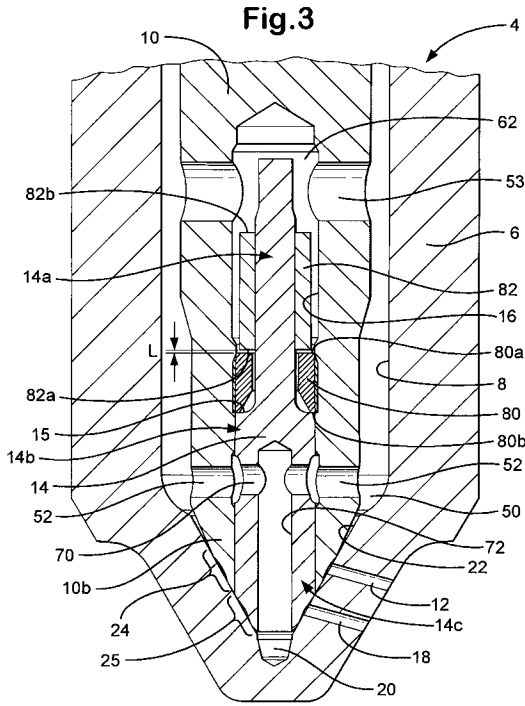
【 図 1 】



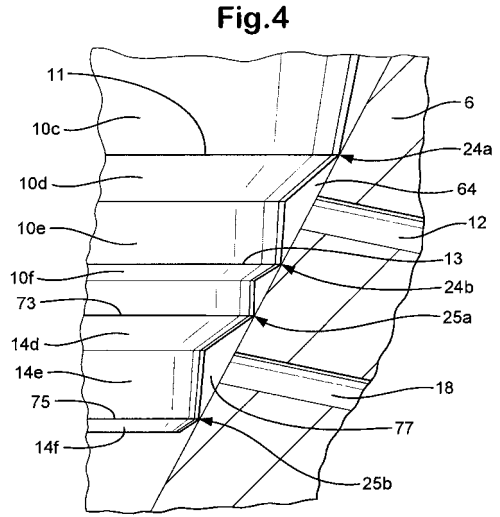
【 図 2 】



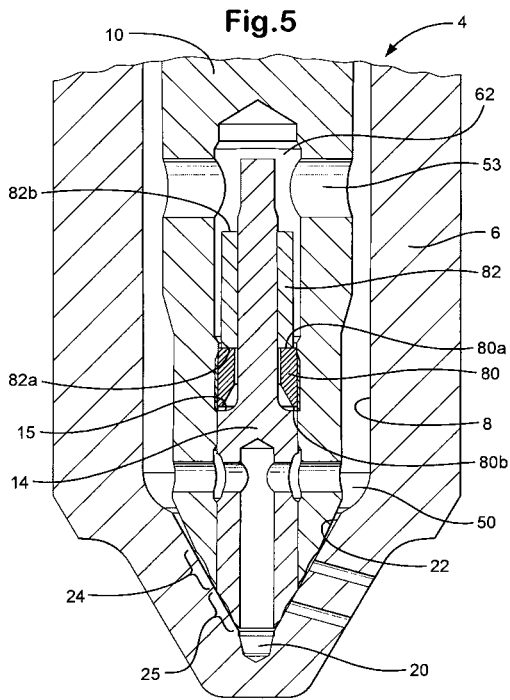
【 図 3 】



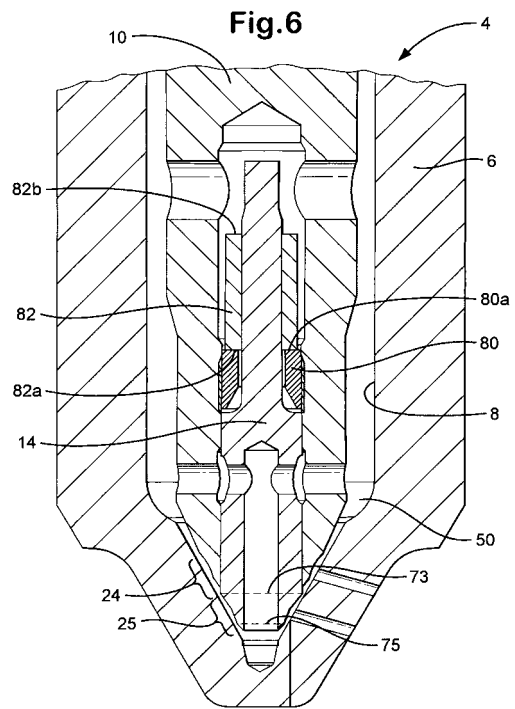
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 a 】

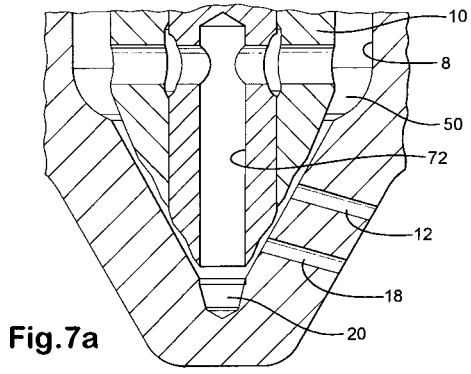


Fig.7a

【 図 8 a 】

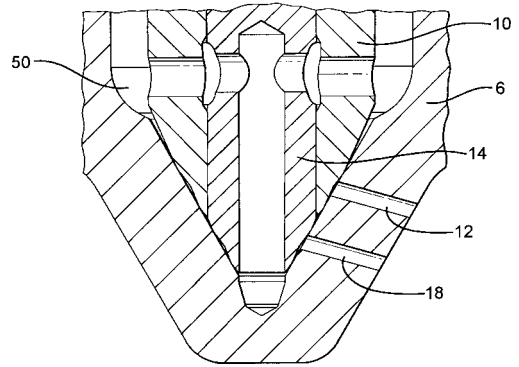


Fig.8a

【 図 7 b 】

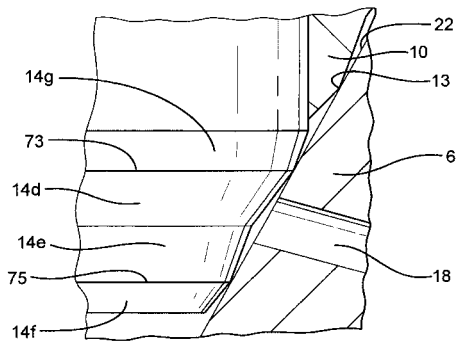


Fig.7b

【 図 8 b 】

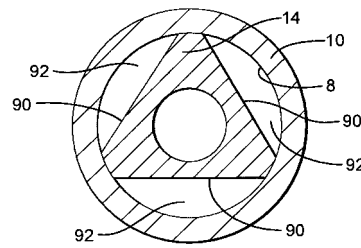


Fig.8b

---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 M 61/10	Q
	F 0 2 M 61/18	3 5 0 B
	F 0 2 M 61/18	3 5 0 C
	F 0 2 M 45/00	C

(72)発明者 ゴドフリー・グリーヴス

イギリス国ミドルセックス州エイチエイ 5・4 エルエヌ, ハッチ・エンド, パーク・ビュー 2 4

Fターム(参考) 3G066 AA07 AC09 BA05 BA13 CC12 CC14 CC17 CC18 CC28 CE13  
CE27 DA01 DA08 DA16 DB06

## 【 外国語明細書 】

**1. Title of Invention****INJECTION NOZZLE**

5

**2. Detailed Explanation of the Invention**

The present invention relates to an injection nozzle for use in a fuel injection system for an internal combustion engine. More particularly, although not exclusively, the present invention relates to an injection nozzle for use in a compression ignition internal combustion engine in which first and second valve needles are operable to control the injection of fuel into a combustion space through a plurality of nozzle outlets.

Due to increasingly stringent environmental regulations, a great deal of pressure is levied upon automotive manufacturers to reduce the level of vehicle exhaust emissions, for example, hydrocarbons, nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) and carbon monoxide. As is well known, an effective method of reducing exhaust emissions is to supply fuel to the combustion space at high injection pressures (around 2000 bar for example) and to adopt nozzle outlets of a small diameter in order to optimise the atomisation of fuel and so improve efficiency and reduce the levels of hydrocarbons in the exhaust gases. Although the above approach is effective at improving fuel efficiency and reducing harmful engine exhaust emissions, an associated drawback is that reducing nozzle outlet diameter conflicts against the requirement for high fuel injection flow rates at high engine loads and so can compromise vehicle performance.

25

So-called “variable orifice nozzles” (VON-nozzles) enable variation in the number of orifices (therefore the total orifice area) used to inject fuel into the combustion space at different engine loads. Typically, such an injection nozzle has at least two sets of nozzle outlets with first and second valve needles being operable to control whether fuel injection occurs through only one of the sets of outlets or through both sets

30

simultaneously. In a known injection nozzle of this type, as described in the Applicant's co-pending European patent application no. EP 04250928.1, the fuel flow to a first (upper) set of nozzle outlets is controlled by an outer valve needle and the fuel flow to a second (lower) set of nozzle outlets is controlled by an inner valve needle. The inner valve needle is lifted by the outer valve needle only after the flow of fuel through the first set of nozzle outlets has reached a sufficient rate. An injection nozzle of this type enables selection of a small total nozzle outlet area in order to optimise engine emissions at relatively low engine loads. On the other hand, a large total nozzle outlet area may be selected so as to increase the total fuel flow at relatively high engine loads.

10

It is against this background that the present invention has been devised. The invention provides an injection nozzle for an internal combustion engine, the injection nozzle including a nozzle body provided with a bore defining a valve seating surface, and having a first nozzle outlet and a second nozzle outlet. The injection nozzle further includes a first delivery chamber upstream of said nozzle outlets, an outer valve member, moveable within the bore and itself provided with an axial bore. The outer valve member is engageable with an outer valve seat defined by the valve seating surface so as to control fuel flow from the first delivery chamber to at least the first nozzle outlet when the outer valve member lifts from its seat. The nozzle further includes an inner valve member, moveable within the axial bore and including first and second seating lines spaced apart axially from each other, both seating lines being engageable with an inner valve seat defined by the valve seating surface so as to control fuel flow from a second delivery chamber to the second nozzle outlet when the inner valve member lifts from its seat, wherein the inner valve member is provided with flow passage means including an axial passage provided in the inner valve member such that fuel may flow from the first delivery chamber to the second delivery chamber.

25

The above arrangement optimises fuel flow efficiency to the first and second outlets without requiring a large sac volume to be disposed downstream of the inner and outer valve seats.

- 5 It is a preferred feature of the invention that the inner valve seat includes first and second seats disposed axially above and below the second outlet, respectively. It is also preferred that the first and second seating lines are defined, at least in part, by an annular groove provided on the inner valve member.
- 10 Preferably, the flow passage means includes at least one radial passage provided in the inner valve needle and at least one radial passage provided in the outer valve needle.

The injection nozzle preferably includes coupling means to couple movement of the outer valve member to the inner valve member when the outer valve member is moved axially  
15 through a distance that is greater than a predetermined distance. In a preferred embodiment, a sleeve member is coupled to the inner valve member and a ring member is coupled to the outer valve member, wherein the ring member is brought into engagement with the sleeve member when the outer valve member is moved axially through a distance that is greater than the predetermined distance so as to impart axial movement  
20 to the inner valve member.

The ring member and the sleeve member may have respective first and second end faces, the first end face of the ring member being opposed to and spaced apart from the first end face of the sleeve member by the predetermined distance when the outer valve  
25 member and the inner valve member are seated. Preferably, the second end face of the ring member abuts a shoulder provided by the inner valve member.

The invention extends to a fuel injector incorporating an injection nozzle as described above and an actuator for controlling axial movement of the outer valve member.

By way of example, the invention will now be described with reference to the accompanying drawings, in which:

5 Figure 1 is a sectional view of a fuel injector incorporating an injection nozzle in accordance with an embodiment of the present invention;

Figure 2 is an enlarged sectional view of the injection nozzle in Figure 1 when in a non-injecting position;

10

Figure 3 is an enlarged sectional view of the injection nozzle in Figure 2;

Figure 4 is an enlarged part-sectional view of the injection nozzle in Figure 3;

15 Figure 5 is a sectional view of the injection nozzle in Figure 3 when in a first injecting position;

Figure 6 is a sectional view of the injection nozzle in Figure 3 when in a second injecting position;

20

Figures 7a and 7b are sectional views of an injection nozzle in accordance with a second embodiment of the invention; and

25 Figures 8a and 8b are sectional views of an injection nozzle in accordance with a third embodiment of the invention.

In the following description, the terms “upper” and “lower” are used having regard to the orientation of the injection nozzle as shown in the drawings. Likewise, the terms

“upstream” and “downstream” are used with respect to the direction of fuel flow through the nozzle from a fuel inlet line to fuel outlets.

Referring to Figures 1 and 2 there is shown a piezoelectric fuel injector, referred to generally as 2, within which the injection nozzle of the present invention may be incorporated. The injection nozzle, referred to generally as 4 (shown in detail in Figure 2), is of the variable orifice nozzle type. The nozzle 4 includes a nozzle body 6 being provided with a blind axial bore 8 within which an outer valve member in the form of a needle 10 is slidably received. The nozzle body 6 is also provided with first and second sets of outlets 12, 18 respectively. Movement of the outer valve needle within the bore 8 controls whether injection takes place through the first set of outlets 12 only or through both the first and second set of outlets 12, 18 simultaneously.

Fuel is supplied to the injector via an inlet 39 from, for example, a common rail or other appropriate source of pressurised fuel, which is also arranged to supply fuel to one or more other injectors. Pressurised fuel is communicated from the inlet 39, through an inlet passage 38 and an accumulator volume 34, to an annular chamber 7 defined within the bore 8 between the nozzle body 6 and an upper end region 10a of the outer valve needle 10. The upper end region 10a has a diameter substantially equal to that of the nozzle body bore 8 such that co-operation between these parts serves to guide movement of the outer valve needle 10 as it reciprocates within the bore 8, in use. Spiral flutes machined into the upper end region 10a provide a flow path for fuel to be communicated from the annular chamber 7, through the bore 8 and into a first delivery chamber 50. The delivery chamber 50 is defined between the outer surface of the outer valve needle 10 and a region of the nozzle body bore 8 upstream of the outlets 12, 18.

Toward its blind end, the bore 8 defines a seating surface 22 of conical form, terminating in a sac volume 20 constituting a second delivery chamber. The seating surface 22 defines an outer valve seating 24 with which a lower end region 10b of the outer valve

needle 10 is engageable to control fuel injection through the first set of outlets 12. The outer valve needle 10 is biased towards the outer valve seating 24 by means of a first closing spring 26 in conjunction with fuel pressure in a spring chamber 26a in which the spring 26 is housed. The outer valve needle 10 is operable to move away from the outer valve seating 24, against the force provided by the biasing spring 26 and fuel pressure, by means of a piezoelectric actuator 30.

The piezoelectric actuator 30 comprises a stack 32 of piezoelectric elements arranged within the accumulator volume 34, and an electrical connector 40 to enable a voltage to be applied across the stack 32. In use, the accumulator volume 34 is filled with high pressure fuel so as to apply a hydrostatic loading to the stack 32. The piezoelectric actuator 30 is coupled to the outer valve needle 10 by way of a hydraulic amplifier arrangement 42. Varying the voltage applied to the stack 32 causes the stack 32 to extend and contract and this movement is transmitted via the hydraulic amplifier arrangement 42 to the outer valve needle 10.

Figure 3 shows the injection nozzle 4 more clearly. The nozzle 4 also includes an inner valve member in the form of a needle 14 slidably mounted within an axial bore 16 provided in the lower region 10b of the outer valve needle 10. The inner valve needle 14 is engageable with an inner valve seating 25 defined by the seating surface 22. Movement of the inner valve needle 14 towards and away from the inner valve seating 25 controls fuel injection through the second set of outlets 18. The inner valve needle 14 is not actuated directly but is caused to move through co-operation with the outer valve needle 10 once this has moved beyond a predetermined amount, as described below.

The inlet ends of the first and second set of outlets 12, 18 extend radially away from the seating surface 22 so that their outlet ends open at the outer surface of the nozzle body 6. It will be appreciated that in the figures, only a single outlet of each of the first and second sets of outlets 12, 18 is shown with the outlet of each set being disposed at a

different axial position along the main axis of the nozzle body 6. However, in practice, each set of outlets 12, 18 may include a plurality of outlets.

5 The blind end of the axial bore 16 provided in the outer valve needle 10 defines a chamber 62 which serves to accommodate the upper end of the inner valve needle 14. The chamber 62 is in communication with the nozzle body bore 8 via radial passages 53, in the form of cross drillings provided in the outer valve needle 10, which provide a venting function for the chamber 62. In addition, pressurised fuel within the chamber 62 acts on the inner valve needle 14 to provide a force to bias the inner valve needle 14  
10 against its valve seating 25.

The lower end region 10b of the outer valve needle 10 is provided with radial passages 52, which define part of a flow passage means. One end of each passage 52 communicates with the delivery chamber 50 and the other end of each passage 52  
15 communicates with the axial bore 16.

The inner valve needle 14 is shaped to include three regions: an upper stem region 14a, a lower region 14c, and a step region 14b which is intermediate, and so separates, the stem region 14a and the lower region 14c. The step region 14b is of cylindrical form having a  
20 diameter which is substantially the same as the bore 16 provided in the outer valve needle 10. As a result, the step region 14b serves to guide movement of the inner valve needle 14 as it is moved into and out of engagement with the inner valve seating 25 to control fuel injection through the second outlets 18.

25 The lower region 14c of the inner valve needle 14 has a diameter substantially equal to that of the bore 16 and is provided with an axially extending blind bore 72. The blind end of the bore 72 communicates with the delivery chamber 50 by way of radial drillings 70 disposed substantially in line with the radial drilling 52 provided in the outer valve needle 10 when both needles 10, 14 are seated. The bore 72 and the radial drillings 70

provided in the inner valve needle 14, together with the radial drillings 52 provided in the outer valve needle 10, together define flow passage means which constitutes a secondary or supplementary flow path for fuel. When the outer valve needle 10 lifts away from the outer valve seating 24, fuel is able to flow from the upper delivery chamber 50 into the first outlets 12 directly past the outer valve seating 24. When the inner valve needle 14 lifts away from the inner valve seating 25 also, fuel is either able to flow from the upper delivery chamber 50 into the second outlets 18 directly past the outer valve seating 24 (a 'primary flow path') or indirectly through the secondary flow path past the inner valve seat 25.

10

The fuel passageways provided by the outer and inner valve needles 10, 14 serve to limit the restriction to fuel flow through the secondary fuel flow path 52, 70, 72 to an acceptable level whilst the lower region 14c guides axial movement of the inner valve needle 14 through co-operation with the adjacent region of the bore 16. Lateral movement of the lower region 14c due to the high pressure fuel flowing through the supplementary flow path, in use, is thus substantially eliminated. As a result, concentricity of the valve tip is improved and so a more effective and reliable seal against unwanted ingress of fuel into the combustion chamber is achieved. Moreover, since the entire length of the lower region 14c of the inner valve needle 14 is in contact with the bore 16 in the outer valve needle 10, the wear resistance of the inner valve needle 14 is improved.

20

The mechanism through which movement of the inner valve needle 14 is controlled will now be described with reference to Figure 3. The nozzle 4 includes coupling means in which an annular member 80 in the form of a ring is received within the bore 16 in the outer valve needle 10. The ring member 80 is a separate and distinct part and is coupled to the outer valve needle 10 through frictional contact between the outer surface of the ring member 80 and the surface of the bore 16. That is to say, the ring member 80 is an interference fit with the bore 16.

25

The ring member 80 includes a first, upper end face 80a and a second, lower end face 80b, the lower end face 80b abutting a step or shoulder 15 defined by the step region 14b of the inner valve needle 14. The internal diameter of the ring member 80 is greater than  
5 the diameter of the stem region 14a, such that the stem region 14a passes through the ring member 80 and defines a clearance fit therewith. It will be appreciated that, in the position shown in Figure 3, the force of the spring 26 serves to urge the outer valve needle 10 against its seat. In turn, this urges the inner valve needle 14 against its seat through the action of the ring member 80, which is coupled to the outer valve needle 10,  
10 acting against the shoulder 15.

The upper end face 80a of the ring member 80 opposes a first, lower end face 82a of a second annular member 82 in the form of a sleeve. The sleeve member 82 is a separate and distinct part from the inner valve needle 14 and has an external diameter that is less  
15 than that of the bore 16 and an internal diameter that is substantially equal to the diameter of the stem region 14a. Put another way, the sleeve member 82 is an interference fit with the stem region 14a and so is coupled to the inner valve needle 14 through frictional contact.

20 The lower end face 82a of the sleeve member 82 and the upper end face 80a of the ring member 80 are separated by a distance 'L' that is predetermined at manufacture. When the outer valve needle 10 is caused to lift, in use, the upper end face 80a of the ring member 80 will be brought into contact with the lower face 82a of the sleeve 82, thus causing the inner valve needle 14 to move also. The distance 'L' therefore determines by  
25 what amount it is necessary for the outer valve needle 10 to lift away from the outer valve seating 24 before interacting with the inner valve needle 14 and conveying movement thereto. It should be appreciated that the lower end face 82a of the sleeve member 82 and the upper end face 80a of the ring member 80 are at maximum separation

(i.e. predetermined distance 'L') when both the inner valve needle 14 and the outer valve needle 10 are seated.

Figure 4 (scale exaggerated for clarity) shows that the seating region 10b of the outer valve needle 10 is shaped to define a first (upper) seating line 11 upstream of the first outlets 12 and a second (lower) seating line 13 downstream of the first outlets 12, when the needle 10 is seated. The outer valve needle 10 is provided with a grooved or recessed region which defines, at respective upper and lower edges thereof, the upper and lower seating lines 11, 13. More specifically, Figure 4 shows the lower end region 10b of the outer valve needle 10 comprises four distinct regions of substantially frustoconical form: an upper seat region 10c, an upper groove region 10d, a lower groove region 10e and an end region 10f. Thus, the upper edge of the upper groove region 10d defines the first seating line 11 and the lower edge of the lower groove region 10e defines the lower seating line 13.

15

The upper groove region 10d and the lower groove region 10e together form the recessed region or groove of the outer valve needle 10 and define, together with the adjacent region of the seating surface 22, an annular volume 64 for fuel at the inlet end of each of the first outlets 12. The upper and lower seating lines 11, 13 engage the outer valve seating 24 at respective first and second seats 24a, 24b thereof.

20

In a manner similar to that of the outer valve needle 10, the lower region 14c of the inner valve needle 14 is provided with a grooved or recessed region which defines, at respective upper and lower edges thereof, the upper and lower seating lines 73, 75 that are arranged axially above and below the second outlets 18, respectively, when the inner valve needle 14 is seated. Put another way, the second outlets 18 are arranged intermediate the positions at which the seating lines 73, 75 engage first and second seats 25a, 25b. More specifically, Figure 4 shows the end of the lower region 14c to include three distinct regions of frustoconical form: an upper groove region 14d, a lower groove

25

region 14e and a tip region 14f. The upper groove region 14d and the lower groove region 14e together form the recessed region or groove of the inner valve needle 14 and define, together with the adjacent area of the seating surface 22, an annular volume 77 for fuel at the inlet ends of the second outlets 18. The upper edge of the upper groove region 14d defines the first seating line 73 and the lower edge of the lower groove region 14e defines the lower seating line 75, which engage the inner valve seating 25 at respective first and second seats 25a, 25b thereof.

Operation of the injector 2 will now be described. Fuel under high pressure is delivered from a high pressure fuel source (e.g. a common rail) to the annular chamber 7 via the inlet 39, the inlet passage 38 and the accumulator volume 34. Hence, fuel is delivered to the bore 8 and thus the upper and lower delivery chambers 50, 20. Initially, the piezoelectric actuator 30 is energised so that the stack 32 is in an extended state and the injection nozzle 4 is in the position shown in Figure 3. At this point, the outer valve needle 10 is held against its seating 24 due to the biasing force of the spring 26 in conjunction with a force due to fuel pressure within the spring chamber 26a. The inner valve needle 14 is held against its seating due to the ring member 80 abutting the step region 14b. In this non-injecting state the actuator 30 is held at a relatively high energisation level. When the piezoelectric actuator 30 is de-energised to a first energisation level, the stack 32 is caused to contract, resulting in a lifting force being transmitted to the outer valve needle 10 by way of the hydraulic amplifier arrangement 42. The outer valve needle 10 is thus urged to move away from the outer valve seating 24, thereby disengaging the upper seating line 11 from the upper seat 24a and disengaging the lower seating line 13 from the lower seat 24b. This is the position of the injection nozzle 4 in Figure 5.

During this initial de-energisation of the actuator 30, the outer valve needle 10 is caused to move through a distance less than the distance 'L'. The ring member 80 is carried with the outer valve needle 10 during this initial movement because of the frictional

engagement between the parts and so the upper end face 80a of the ring member 80 approaches, or moves towards, the opposing end face 82a of the sleeve member 82. At the same time, the lower end face 80b of the ring member 80 will disengage from the shoulder 15 of the step region 14b. Providing that the distance through which the outer valve needle 10 moves is less than the pre-determined distance 'L', the upper end face 80a of the ring member 80 does not engage the lower end face 82a of the sleeve member 82. Therefore, the inner valve needle 14 remains seated against the inner valve seating 25, under the influence of pressurised fuel within the chamber 62 acting on the upper end of the inner valve needle 14.

10

When the outer valve needle 10 is moved through this initial amount, pressurised fuel is able to flow along the primary flow path from the upper delivery chamber 50, past the upper seating line 11 into the annular volume 64 and thus through the first outlets 12 into the combustion chamber (not shown). Fuel will also be able to flow along the secondary flow path from the upper delivery chamber 50, through the radial passages 52 and the axial bore 16 into the lower delivery chamber 20.

15

During this phase of injector operation, it will be appreciated that movement of outer valve needle 10 is decoupled from the inner valve needle 14. Whilst the inner valve needle 14 is seated against the inner valve seating 25, fuel is neither able to flow from the upper delivery chamber 50 past the first seat 25a, nor from the lower delivery chamber 20 past the second seat 25b, to the second outlets 18. The above described condition represents fuel injection optimised for relatively low power applications since only a relatively small volume of fuel is injected through the first set of relatively small outlets 12 only.

20  
25

If, at this point, it is necessary to terminate injection through the first outlets 12, the piezoelectric actuator 30 is re-energised to its initial energisation level causing the stack 32 to extend. As a result, the outer valve needle 10 is caused to re-engage with the outer

valve seating 24, at both the first and second seats 24a, 24b, under the influence of the biasing force of the closure spring 26 in conjunction with fuel pressure within the spring chamber 26a. Under these circumstances, the injection nozzle 4 again takes up the position shown in Figure 3.

5

Figure 6 shows the injection nozzle during a subsequent, or alternative, stage of injector operation in which the piezoelectric actuator 30 may be de-energised further to a second energisation level causing the stack length to be reduced further. As a result, the outer valve needle 10 is urged away from the outer valve seating by a further amount, which is greater than the predetermined distance 'L'. In such circumstances, the upper end face 80a of the ring member 80 is caused to engage the lower end face 82a of the sleeve member 82, thereby causing the movement of the outer valve needle 10 to be conveyed or coupled to the inner valve needle 14 and causing the inner valve needle 14 to lift from its seating 25.

10  
15

As the inner valve needle 14 lifts away from the inner valve seating 25, fuel within the lower delivery chamber 20 is able to flow past the lower seating line 75 and through the second outlets 18 into the combustion chamber, supplementing the fuel flowing past the outer valve seating 24 and through the first outlets 12. In addition, fuel is also able to flow to the second outlets 18 from the upper delivery chamber 50 and past the upper seating line 73 (see Figure 4). It should be understood that the ratio of the fuel flow from the first and second outlets 12, 18, respectively, that contributes to the total fuel flow depends on the relative spray hole sizes and the amount by which the outer and inner valve needles 10, 14 lift from their respective seats 24, 25. Thus, a greater proportion of fuel may be injected through the second outlets 18 if they are formed with a relatively large cross sectional area in comparison with the first outlets 12.

20  
25

Figures 7a and 7b show an alternative embodiment of the invention that further improves the flow efficiency of the injection nozzle 4. Where appropriate, like parts to those

previously described are denoted with like reference numerals. The embodiment in Figures 7a and 7b differs from that described previously in that it includes an additional upper seat region 14g of frustoconical form above the groove region 14d. In contrast, the region axially above the groove region 14d of the previous embodiment is of cylindrical form. More specifically, Figure 7b shows that the upper seating line 73 of the inner valve needle 14 is defined at the intersection between the upper groove region 14d and the upper seat region 14g. The inclusion of the upper seat region 14g reduces the angle that the surface of the inner valve needle 14 makes with the seating surface 22 upstream of the upper seating line 73. As a result, disturbance to the flow of fuel in the region downstream of the lower seat 24b of the outer valve needle 10 is guarded against, which reduces the likelihood of premature seat wear.

It is a further optional feature (illustrated in Figures 8a and 8b), for the lower region 14c of the inner valve needle 14 to include three flats or recesses 90, which, together with the bore 16, define three chambers 92 for fuel. As a result, when the outer valve needle 10 lifts away from the outer valve seating 24, fuel is able to flow from the upper delivery chamber 50, through the chambers 92 and past the lower seating line 13 (and lower seat 24b) to the first outlets 12. Thus, there are two flow paths for pressurised fuel to the first outlets 12: a first flow path past the upper valve seat 24a directly from the upper delivery chamber 50 and a second flow path past the lower valve seat 24b, indirectly from the upper delivery chamber 50 via the chambers 92. The functional result of this embodiment is that fuel flow efficiency is further improved over those embodiments that have been described previously. In this embodiment, it should be appreciated that the recesses 90 should be machined onto the surface of the inner valve needle 14 such that they do not disrupt the seating line 73. Furthermore, it should also be appreciated that more than three recesses could be provided on the inner valve needle 14 to achieve a sufficient flow area, for example, if it is necessary to limit the depth of the recesses 90.

A method by which the inner and outer valve needles 14, 10 of the above described embodiments may be assembled within the nozzle body 6 will now be described. Initially the ring member 80 is caused to receive the stem region 14a of the inner valve needle 14 so that the lower face 80b of the ring member 80 abuts the step region 14b. With the  
5 ring member 80 in position, the sleeve member 82 is then caused to receive the stem region 14a such that the ring member 80 is retained on the inner valve needle 14. In order to set the predetermined distance 'L', a spacer tool, such as a shim of thickness 'L' (not shown), is positioned against the upper end face 80a of the ring member 80, whereby the sleeve member 82 is pushed so as to engage the shim. When the shim is  
10 removed, the necessary separation of distance 'L' is established between the upper end face 80a of the ring member 80 and the lower end face 82a of the sleeve member 82.

Following assembly of the inner valve needle 14, the ring member 80, and the sleeve member 82, the combined inner valve needle 14 and ring/sleeve assembly 80, 82 is  
15 pushed into the bore 16 of the outer valve needle 10. The inner and outer valve needles 14, 10 together are then inserted into the nozzle body bore 8 such that the seating lines 11, 13 of the outer valve needle 10 engage with their respective seats 24a, 24b of the outer valve seating 24 and the seating lines 73, 75 of the inner valve needle 14 engage with their respective seats 25a, 25b of the inner valve seating 25. Following assembly of  
20 the nozzle a bedding operation is performed in order to establish effective seals at the inner and outer seatings 24, 25. The seat bedding operation comprises applying a constant predetermined axial force to the outer valve needle 10, causing the upper and lower seating lines 11, 13 to "bed in" over the upper and lower seats 24a, 24b respectively. As an alternative to applying a predetermined constant axial force to the  
25 outer valve needle 10, the bedding in operation could also be dynamic.

It will be understood by those who practice the invention and those skilled in the art, that various modifications and improvements may be made to the invention without departing from the scope of the invention, as defined by the claims. Accordingly, reference should

be made to the claims and other conceptual statements in determining the scope of the invention.

For example, although the inner valve needle 14 is forced into engagement with its seating 25 by the ring member 80 abutting the shoulder of the step region 14b, it is possible that, in use, the lower end face 80b of the ring member 80 may wear such that a clearance is established between the lower end face 80b and the shoulder 15 when the inner and outer valve needles 14, 10 are seated. This may compromise the seal established by the inner valve needle 14. A resilient member such as a helical spring (not shown) may be arranged within the chamber 62 to provide a further biasing force to the inner valve needle 14. Such a spring may abut against the upper end face 82b of the sleeve member 82 such that the biasing force is transmitted to the inner valve needle 14 via the frictional coupling between these parts. Alternatively the spring may abut a separate abutment member located within the chamber 62.

15

Furthermore, although the ring member 80 and the sleeve member 82 are coupled to the outer valve needle 10 and inner valve needle 14, respectively, through frictional contact, it will be appreciated that coupling may be achieved through alternative means, for example by gluing or soldering. Further, the ring member 80 may be in the form of a "C" shaped pin member having lateral resilience, by which means the ring member 80 maintains frictional contact with the bore 16.

20

In addition, although in the above described embodiments, the flow passage means of the inner valve needle 14 is defined by the axial bore 72 and the radial drillings 52, it will be appreciated that this need not be the case. For example, the inner valve needle 14 may be supplied with a passage extending along substantially its entire length for performing the function of supplying pressurised fuel to the lower delivery chamber 20.

25

It should be understood that although the injection nozzle 4 of the present invention has been described as suitable for use within an injector having a piezoelectric actuator, it is entirely possible that the injector may include an alternative form of actuator for moving the needles 10, 14. For example, instead of a piezoelectric actuator, the outer valve  
5 needle 10 may be moved by means of an electromagnetic actuator. Moreover, although the piezoelectric actuator 30 is described here as being coupled to the outer valve needle 10 via a hydraulic amplifier arrangement 42, as an alternative the actuator may be mechanically coupled to the outer valve needle 10.

1. An injection nozzle (4) for an internal combustion engine, the injection nozzle (4) including:
- 5 a nozzle body (6) provided with a bore (8) defining a valve seating surface (22), and having a first nozzle outlet (12) and a second nozzle outlet (18);
- a first delivery chamber (50) upstream of said nozzle outlets (12, 18);
- 10 an outer valve member (10), moveable within the bore (8) and itself provided with an axial bore (16), wherein the outer valve member (10) is engageable with an outer valve seat (24) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a first delivery chamber (50) to at least the first nozzle outlet (12) when the outer valve member (10) lifts from its seat (24), and
- 15 an inner valve member (14), moveable within the axial bore (16) and including first and second seating lines (73, 75) spaced apart axially from each other, both seating lines (73, 75) being engageable with an inner valve seat (25) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a second delivery chamber (20) to the second nozzle
- 20 outlet (18) when the inner valve member (14) lifts from inner valve seat (25), wherein the inner valve member (14) defines, at least in part, flow passage means (52, 70, 72) including an axial passage (72) provided in the inner valve member (14) such that fuel may flow from the first delivery chamber (50) to the second delivery chamber (20).
- 25 2. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 1, wherein the inner valve seat (25) includes first and second seats (25a, 25b) disposed axially above and below the second outlet (12), respectively.

3. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 1 or Claim 2, wherein the flow passage means includes at least one radial passage provided in the inner valve member.
4. The injection nozzle (4) as claimed in any one of Claims 1 to 3, wherein the flow passage means includes at least one radial passage (52) provided in the outer valve needle (10).
5. The injection nozzle (4) as claimed in any one of Claims 1 to 4, wherein the first and second seating lines (73, 75) are defined, at least in part, by an annular groove provided on the inner valve member (14).
6. The injection nozzle (4) as claimed in any one of Claims 1 to 5, wherein the outer valve member (10) defines first and second seating lines (11, 13) for engagement with first and second seats (24a, 24b) defined by the outer valve seating (24), the first and second seats (24a, 24b) being disposed axially above and below the first outlet (12), respectively.
7. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 6, wherein the first and second seating lines (11, 13) are defined, at least in part, by an annular groove provided on the outer valve member (10).
8. The injection nozzle (4) of any one of Claims 1 to 7, further comprising a sleeve member (82) coupled to the inner valve member (14) and a ring member (80) coupled to the outer valve member (10), wherein the ring member (80) is brought into engagement with the sleeve member (82) when the outer valve member (10) is moved axially through a distance that is greater than a predetermined distance (L) so as to impart axial movement to the inner valve member (14).

9. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 8, wherein the ring member (80) and the sleeve member (82) have respective first and second end faces (80a, 80b; 82a, 82b), the first end face (80a) of the ring member (80) being opposed to and spaced apart from the first end face (82a) of the sleeve member (82) by the predetermined distance (L)  
5 when the outer valve member (10) and the inner valve member (14) are seated.

10. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 9, wherein the second end face (80b) of the ring member (80) abuts a shoulder (15) provided by the inner valve member (14).

10 11. An injection nozzle (4) for an internal combustion engine, the injection nozzle (4) including:

a nozzle body (6) provided with a bore (8) defining a valve seating surface (22), and having a first nozzle outlet (12) and a second nozzle outlet (18);

15

a first delivery chamber (50) upstream of said nozzle outlets (12, 18);

an outer valve member (10), moveable within the bore (8) and itself provided with an axial bore (16), wherein the outer valve member (10) is engageable with an outer valve  
20 seat (24) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a first delivery chamber (50) to at least the first nozzle outlet (12) when the outer valve member (10) lifts from its seat (24);

an inner valve member (14), moveable within the axial bore (16) and including first and  
25 second seating lines (73, 75) spaced apart axially from each other, both seating lines (73, 75) being engageable with an inner valve seat (25) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a second delivery chamber (20) to the second nozzle outlet (18) when the inner valve member (14) lifts from inner valve seat (25), and

coupling means configured to couple movement of the outer valve member (10) to the inner valve member (14) when the outer valve member (10) is moved axially through a distance that is greater than a predetermined distance (L), wherein the inner valve member (14) defines, at least in part, flow passage means (52, 70, 72) including an axial passage (72) provided in the inner valve member (14) such that fuel may flow from the first delivery chamber (50) to the second delivery chamber (20).

12. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 11, wherein the coupling means includes a sleeve member (82) coupled to the inner valve member (14) and a ring member (80) coupled to the outer valve member (10), wherein the ring member (80) is brought into engagement with the sleeve member (82) when the outer valve member (10) is moved axially through a distance that is greater than a predetermined distance (L) so as to impart axial movement to the inner valve member (14).

13. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 12, wherein the ring member (80) and the sleeve member (82) have respective first and second end faces (80a, 80b; 82a, 82b), the first end face (80a) of the ring member (80) being opposed to and spaced apart from the first end face (82a) of the sleeve member (82) by the predetermined distance (L) when the outer valve member (10) and the inner valve member (14) are seated.

14. The injection nozzle (4) as claimed in Claim 9, wherein the second end face (80b) of the ring member (80) abuts a shoulder (15) provided by the inner valve member (14).

15. An injector (2) for use in an internal combustion engine, wherein the injector (2) includes an injection nozzle (4) as claimed in any one of Claims 1 to 14 and an actuator (30) for controlling axial movement of the outer valve member (10).

16. An injector (2) as claimed in Claim 15, wherein the actuator is a piezoelectric actuator (30).

## **1. Abstract**

An injection nozzle (4) for an internal combustion engine, the injection nozzle (4) including a nozzle body (6) provided with a bore (8) defining a valve seating surface (22),  
5 and having a first nozzle outlet (12) and a second nozzle outlet (18), a first delivery chamber (50) upstream of said nozzle outlets (12, 18), an outer valve member (10), moveable within the bore (8) and itself provided with an axial bore (16), wherein the outer valve member (10) is engageable with an outer valve seat (24) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a first delivery chamber (50) to at  
10 least the first nozzle outlet (12) when the outer valve member (10) lifts from its seat (24). The injection nozzle (4) further includes an inner valve member (14), moveable within the axial bore (16) and including first and second seating lines (73, 75) spaced apart axially from each other, both seating lines (73, 75) being engageable with an inner valve seat (25) defined by the valve seating surface (22) so as to control fuel flow from a  
15 second delivery chamber (20) to the second nozzle outlet (18) when the inner valve member (14) lifts from inner valve seat (25), wherein the inner valve member (14) defines, at least in part, flow passage means (52, 70, 72) including an axial passage (72) provided in the inner valve member (14) such that fuel may flow from the first delivery chamber (50) to the second delivery chamber (20).

