(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2014-194202
(P2014-194202A)
(43)公開日　平成26年10月9日(2014.10.9)

(51)Int.Cl.		FI			テーマコード（参考）
F02M 61/18	(2006.01)	F02M	61/18	350Z	3G066
F02M 51/06	(2006.01)	F02M	51/06	L	

審査請求 未請求　請求項の数 9　ＯＬ　（全 19 頁）

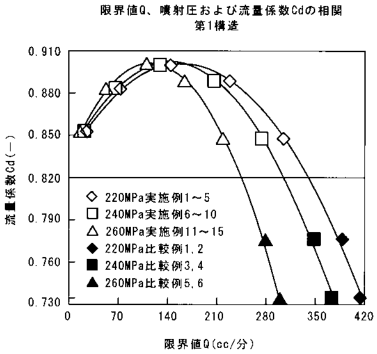
(21)出願番号　特願2013-71201 (P2013-71201)
(22)出願日　平成25年3月29日 (2013.3.29)

(71)出願人　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(71)出願人　000004695
株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地
(74)代理人　100080045
弁理士　石黒　健二
(74)代理人　100124752
弁理士　長谷　真司
(72)発明者　斉藤　真光
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料噴射ノズル

(57)【要約】
【課題】内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射ノズルにおいて、噴射圧を高めても流量係数を低下させない。
【解決手段】例えば、第１構造を備えるノズルにおいて、単一の噴孔を通過する燃料の流量の上限として定義される限界値Ｑに関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。また、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。さらに、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
　円筒状のノズルボディ（３）と、このノズルボディ（３）の内周に軸方向に移動可能となるように収容されるニードル（２）とを備え、前記ニードル（２）が前記ノズルボディ（３）の内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する燃料噴射ノズル（１）において、
　前記ノズルボディ（３）の内壁の一部であり、前記ニードル（２）の軸方向の先端近傍に設けられたシート部（１３）が離着するシート位置（１０）と、
　前記シート位置（１０）よりも軸方向の先端側で前記ノズルボディ（３）の内壁に開口し、前記シート部（１３）が前記シート位置（１０）から離座することで前記ノズルボディ（３）の内周から外部に燃料を導く噴孔（１１）と、
　前記内壁の内、前記シート位置（１０）および前記噴孔（１１）の前記内壁における開口（１１ａ）が存在する壁部分の形状を規定する構造であり、前記壁部分の内、前記シート位置（１０）を含む部分であるシート面は、前記ノズルボディ（３）の軸（β）と同軸の円錐面（１７）として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円（２０）であり、前記開口（１１ａ）を含む部分である噴孔開口面は、前記軸（β）と同軸であって前記シート面の先端の径以下の径を有する円筒面（１８）、または、この円筒面（１８）の軸方向の先端側に連続するとともに、前記円筒面（１８）の径と同じ径を有して軸方向の先端側に凸を形成する半球面（１９）である第１構造とを備え、
　単一の前記噴孔（１１）を通過する燃料の流量の上限の限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項２】
　請求項１に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
　前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項３】
　請求項２に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
　前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項４】
　円筒状のノズルボディ（３）と、このノズルボディ（３）の内周に軸方向に移動可能となるように収容されるニードル（２）とを備え、前記ニードル（２）が前記ノズルボディ（３）の内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する燃料噴射ノズル（１）において、
　前記ノズルボディ（３）の内壁の一部であり、前記ニードル（２）の軸方向の先端近傍に設けられたシート部（１３）が離着するシート位置（１０）と、
　前記シート位置（１０）よりも軸方向の先端側で前記ノズルボディ（３）の内壁に開口し、前記シート部（１３）が前記シート位置（１０）から離座することで前記ノズルボディ（３）の内周から外部に燃料を導く噴孔（１１）と、
　前記内壁の内、前記シート位置（１０）および前記噴孔（１１）の前記内壁における開口（１１ａ）が存在する壁部分の形状を規定する構造であり、前記壁部分の内、前記シート位置（１０）を含む部分であるシート面は、前記ノズルボディ（３）の軸（β）と同軸の円錐面（１７）として設けられ軸方向先端側ほど小径であり、前記開口（１１ａ）も前記シート面に存在する第２構造とを備え、
　単一の前記噴孔（１１）を通過する燃料の流量の上限の限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３２０ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項５】
　請求項４に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
　前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２８８ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。

【請求項６】
請求項５に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３０ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項７】
円筒状のノズルボディ（３）と、このノズルボディ（３）の内周に軸方向に移動可能となるように収容されるニードル（２）とを備え、前記ニードル（２）が前記ノズルボディ（３）の内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する燃料噴射ノズル（１）において、
前記ノズルボディ（３）の内壁の一部であり、前記ニードル（２）の軸方向の先端近傍に設けられたシート部（１３）が離着するシート位置（１０）と、
前記シート位置（１０）よりも軸方向の先端側で前記ノズルボディ（３）の内壁に開口し、前記シート部（１３）が前記シート位置（１０）から離座することで前記ノズルボディ（３）の内周から外部に燃料を導く噴孔（１１）と、
前記内壁の内、前記シート位置（１０）および前記噴孔（１１）の前記内壁における開口（１１ａ）が存在する壁部分の形状を規定する構造であり、前記壁部分の内、前記シート位置（１０）を含む部分であるシート面は、前記ノズルボディ（３）の軸（β）と同軸の円錐面（１７ａ）として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円（２０）であり、前記開口（１１ａ）を含む部分である噴孔開口面は、前記軸（β）と母線との間に形成される角度が前記シート面よりも小さく、かつ、前記軸（β）と同軸の円錐面（１７ｂ）として設けられ軸方向先端側ほど小径である第３構造とを備え、
単一の前記噴孔（１１）を通過する燃料の流量の上限の限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３２ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項８】
請求項７に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２９９ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【請求項９】
請求項８に記載の燃料噴射ノズル（１）において、
前記限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３９ｃｃ／分を満たすことを特徴とする燃料噴射ノズル（１）。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、燃料を噴射する燃料噴射ノズル（以下、略してノズルと呼ぶことがある。）に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から、例えば、内燃機関に燃料を噴射して供給する燃料噴射弁では、燃料を噴射するノズルと、このノズルを開弁駆動または閉弁駆動するアクチュエータとを備えるものが周知である。また、燃料噴射弁に用いられるノズル（燃料噴射ノズル）では、円筒状のノズルボディと、ノズルボディの内周に軸方向に移動可能となるように収容されるニードルとを備えるものが公知である。そして、このノズルは、ニードルがノズルボディの内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する。
【０００３】
つまり、ノズルボディの内壁には、ニードルの軸方向の先端近傍に設けられたシート部が離着するシート位置が設けられ、さらに、シート位置よりも軸方向の先端側の内壁には、燃料の噴孔が複数開口している。そして、シート部がシート位置から離座することで、噴孔を通じてノズルボディの内周から外部に燃料が導かれて噴射される（例えば、特許文献１参照。）。

【０００４】
ところで、燃料噴射ノズルでは、エネルギー的に有利な構造を採用するため、流量係数を高める様々な検討がなされている。
しかし、燃料噴射ノズルの流量係数は噴射圧が高くなるほど低下するので、噴射圧が高いほどエネルギー的に不利になる。このため、例えば、ディーゼルエンジンの気筒内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁のように、噴射圧の高圧化要求が高い用途では、噴射圧を高めても流量係数を低下させない構造が求められている。
【０００５】
なお、特許文献１には、噴孔の内壁における開口縁を曲面とすることで噴霧の性状を好適に改善することができる点が記載されている。また、特許文献２には、噴孔の半径ｒや、内壁における開口からの距離（Ｌ）に関し、特定の数式を満たすように噴孔を設けることで摩擦損失を低減することができる点が記載されている。しかし、特許文献１、２の構造を採用することにより、近年の噴射圧の高圧化要求に対し、どの程度の効果が得られるのか全く未知数である。。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開２０１０－１８０７６３号公報
【特許文献２】特開２００１－１８２６４１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、内燃機関に燃料を噴射する燃料噴射ノズルにおいて、噴射圧を高めても流量係数を低下させないことにある。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本願の第１発明によれば、燃料噴射ノズルは、円筒状のノズルボディと、ノズルボディの内周に軸方向に移動可能となるように収容されるニードルとを備え、ニードルがノズルボディの内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する。そして、燃料噴射ノズルは、次のシート位置、噴孔および第１構造を備える。
【０００９】
まず、シート位置は、ノズルボディの内壁の一部であり、ニードルの軸方向の先端近傍に設けられたシート部が離着する。また、噴孔は、シート位置よりも軸方向の先端側でノズルボディの内壁に開口し、シート部がシート位置から離座することでノズルボディの内周から外部に燃料を導くものである。
【００１０】
さらに、第１構造とは、内壁の内、シート位置および噴孔の内壁における開口（１１ａ）が存在する壁部分の形状を規定する構造である。そして、第１構造によれば、壁部分の内、シート位置を含む部分であるシート面は、軸（β）と同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円である。また、開口（１１ａ）を含む部分である噴孔開口面は、軸（β）と同軸であってシート面の先端の径以下の径を有する円筒面、または、円筒面の軸方向の先端側に連続するとともに、円筒面の径と同じ径を有して軸方向の先端側に凸を形成する半球面である。
【００１１】
そして、本願の第１発明によれば、燃料噴射ノズルは、単一の噴孔を通過する燃料の流量の上限の限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たす。
【００１２】
これにより、第１構造を備えるノズルにおいて噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても、流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。なお、流量係数Ｃｄは、下記の数式１で

定義されるものである。

〔数式１〕ｑ＝Ｃｄ・Ａ・（２・Ｐｄｉｆ／ρ）$^{1/2}$

ここで、ｑは、単一の噴孔から噴射される燃料の噴射量であり、Ａは、噴孔の出口の断面積であり、Ｐｄｉｆは、噴射圧と燃料が噴射される空間（内燃機関の気筒内）の圧力との差圧であり、ρは、燃料の密度である（ｑ、Ａ、Ｐｄｉｆおよびρの単位はＭＫＳ単位系である。）。

【００１３】

すなわち、本発明者らの鋭意検討によれば、第１構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を３３９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を３３９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。

【００１４】

また、限界値（Ｑ）の下限である２０ｃｃ／分は、限界値（Ｑ）が２０ｃｃ／分未満となるような単一の噴孔を設けることができるか否かの点に基づき定まるものである。

つまり、限界値（Ｑ）が小さいほど噴孔の孔径が小さくなり、放電加工やレーザー加工によって設けることが困難になる。そして、限界値（Ｑ）が２０ｃｃ／分未満となるような単一の噴孔を設けることは、極めて困難である。

【００１５】

以上により、第１構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００１６】

本願の第１発明に従属する第２発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たす。

本発明者らの鋭意検討によれば、第１構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を３０２ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を３０２ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。

【００１７】

このため、第１構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００１８】

本願の第２発明に従属する第３発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たす。

本発明者らの鋭意検討によれば、第１構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を２４０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を２４０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。

【００１９】

このため、第１構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００２０】

本願の第４発明によれば、燃料噴射ノズルは、次の第２構造を備える。

ここで、第２構造によれば、壁部分の内、シート位置を含む部分であるシート面は、軸（β）と同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径であり、開口（１１ａ）もシート面に存在する。

そして、本願の第４発明によれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３２０ｃｃ／分を満たす。

【００２１】
すなわち、本発明者らの鋭意検討によれば、第２構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を３２０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を３２０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
これにより、第２構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３２０ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００２２】
本願の第４発明に従属する第５発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２８８ｃｃ／分を満たす。
本発明者らの鋭意検討によれば、第２構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を２８８ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を２８８ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
【００２３】
このため、第２構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２８８ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００２４】
本願の第５発明に従属する第６発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３０ｃｃ／分を満たす。
本発明者らの鋭意検討によれば、第２構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を２３０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を２３０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
【００２５】
このため、第２構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３０ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００２６】
本願の第７発明によれば、燃料噴射ノズルは、次の第３構造を備える。
ここで、第３構造によれば、壁部分の内、シート位置を含む部分であるシート面は、軸（β）と同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円である。また、開口（１１ａ）を含む部分である噴孔開口面は、軸（β）と母線との間に形成される角度がシート面よりも小さく、かつ、軸（β）と同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径である。
そして、本願の第７発明によれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３２ｃｃ／分を満たす。
【００２７】
すなわち、本発明者らの鋭意検討によれば、第３構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を３３２ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を３３２ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
これにより、第３構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３２ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００２８】
本願の第７発明に従属する第８発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２９９ｃｃ／分を満たす。

本発明者らの鋭意検討によれば、第３構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を２９９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を２９９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。

【００２９】

このため、第３構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２９９ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００３０】

本願の第８発明に従属する第９発明よれば、燃料噴射ノズルは、限界値（Ｑ）に関し、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３９ｃｃ／分を満たす。

本発明者らの鋭意検討によれば、第３構造を備えるノズルにおいて限界値（Ｑ）の上限を２３９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値（Ｑ）を２３９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。

【００３１】

このため、第３構造を備えるノズルにおいて、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３９ｃｃ／分を満たすように限界値（Ｑ）を設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】燃料噴射ノズルの全体を示す断面図である（実施例１～１５および比較例１～６）。

【図２】燃料噴射ノズルの要部を示す部分断面図である（実施例１～１５および比較例１～６）。

【図３】限界値Ｑ、噴射圧および流量係数Ｃｄの相関を示す特性図である（実施例１～１５および比較例１～６）。

【図４】燃料噴射ノズルの要部を示す部分断面図である（実施例１６～３０および比較例７～１２）。

【図５】限界値Ｑ、噴射圧および流量係数Ｃｄの相関を示す特性図である（実施例１６～３０および比較例７～１２）。

【図６】燃料噴射ノズルの要部を示す部分断面図である（実施例３１～４５および比較例１３～１８）。

【図７】限界値Ｑ、噴射圧および流量係数Ｃｄの相関を示す特性図である（実施例３１～４５および比較例１３～１８）。

【発明を実施するための形態】

【００３３】

以下、発明を実施するための形態を以下の実施例１～４５および比較例１～１８に基づいて説明する。

なお、実施例１～１５および比較例１～６の燃料噴射ノズル（以下、ノズルと呼ぶことがある。）は、ノズルボディの先端近傍の内壁に関して、後記する第１構造を備えるものであり、実施例１～１５および比較例１～６をまとめて第１グループと呼ぶことがある。

【００３４】

また、実施例１６～３０および比較例７～１２のノズルは、ノズルボディの先端近傍の内壁に関して、後記する第２構造を備えるものであり、実施例１６～３０および比較例７～１２をまとめて第２グループと呼ぶことがある。

さらに、実施例３１～４５および比較例１３～１８のノズルは、ノズルボディの先端近傍の内壁に関して、後記する第３構造を備えるものであり、実施例３１～４５および比較例１３～１８をまとめて第３グループと呼ぶことがある。

【実施例】

【００３５】
〔第１グループの構成〕
第１グループのノズル１の構成を、図面を用いて説明する。
なお、第１グループにおいて実施例１～１５および比較例１～６のノズル１は、後記する限界値Ｑおよび噴射圧の点で互いに相違する。
ノズル１は、開弁して燃料を噴射するものであり、ノズル１を開弁駆動または閉弁駆動するアクチュエータ（図示せず。）とともに燃料噴射弁を構成する。そして、燃料噴射弁は、例えば、内燃機関（図示せず。）に搭載され、１００ＭＰａを超える高圧の燃料を気筒内に直接噴射するために用いられる。
【００３６】
なお、アクチュエータは、例えば、ノズル１の弁体（後記するニードル２）に作用する背圧を増減して弁体を駆動するものであり、コイル（図示せず。）への通電により発生する磁気力を利用して背圧室（図示せず。）を開閉することで背圧を増減する。
そして、燃料噴射弁は、例えば、燃料を高圧化して吐出する燃料供給ポンプ（図示せず。）、および、燃料供給ポンプから吐出された燃料を高圧状態で蓄圧する蓄圧容器（図示せず。）とともに蓄圧式の燃料供給装置を構成し、蓄圧容器から高圧の燃料を分配されて気筒内に噴射する。
【００３７】
ノズル１は、図１に示すように、円筒状のノズルボディ３と、ノズルボディ３の内周に軸方向に移動可能となるように収容される弁体としてのニードル２とを備える。そして、ノズル１は、ニードル２がノズルボディ３の内周で軸方向に移動することで燃料の噴射を開始または停止する。
【００３８】
ここで、ニードル２は、ノズルボディ３により軸方向に摺動自在に支持される摺動軸部２ａ、および、実質的に弁部として機能する円錐状の先端部２ｂを有し、摺動軸部２ａと先端部２ｂとの間は軸方向に長い円柱部２ｃをなす。
ノズルボディ３の内周は、軸方向に長い円筒状をなし先端が閉じられている。また、ノズルボディ３の内周の一部は、局部的に径方向に拡大され、噴射すべき燃料が一時的に溜まる燃料溜まり４をなす。
【００３９】
そして、ノズルボディ３の内周の内、燃料溜まり４の軸方向後端側の領域は、摺動軸部２ａを摺動自在に支持するための摺動孔５をなし、燃料溜まり４の軸方向先端側の領域は、先端部２ｂおよび円柱部２ｃを収容して円環筒状の燃料通路６を形成する。なお、ノズルボディ３には、蓄圧容器から受け入れた燃料を燃料溜まり４に導くための燃料通路７が、別途、燃料溜まり４に接続している。
【００４０】
以下、ノズル１の特徴的な構成を、図２を用いて説明する。
ノズル１は、特徴的な構成として、シート位置１０および噴孔１１を備え、さらに、ノズルボディ３の先端近傍の内壁の形状を規定する第１構造を備える。また、ノズル１は、後記する限界値Ｑに関して種々の数値が設定されている。
【００４１】
まず、シート位置１０は、ノズルボディ３の先端近傍の内壁の一部であり、先端部２ｂに設けられたシート部１３が離着する。
ここで、先端部２ｂの外周面は、例えば、３つの異なる円錐面１４ａ、１４ｂ、１４ｃが先端から軸方向後端側に同軸に連続するものであり、円錐面１４ａ～１４ｃは、それぞれの母線とニードル２の軸αとの間に形成される角度が先端側ほど大きくなっている。そして、円錐面１４ａ、１４ｂ同士の交線１５ａ、および円錐面１４ｂ、１４ｃ同士の交線１５ｂは軸αに垂直な円であり、交線１５ｂがシート部１３として機能し、シート位置１０は円形である。
【００４２】

また、噴孔１１は、シート位置１０よりも軸方向の先端側でノズルボディ３の内壁に開口し、シート部１３がシート位置１０から離座することでノズルボディ３の内周から外部に燃料を導く。つまり、シート部１３がシート位置１０から離座することで、シート部１３とシート位置１０との間に隙間が形成され、この隙間を通って燃料通路６から噴孔１１に燃料が導入されてノズルボディ３の外部に噴射される。

【００４３】

また、第１構造とは、ノズルボディ３の先端近傍の内壁の内、シート位置１０を含む部分であるシート面と、ノズルボディ３の内壁における噴孔１１の開口１１ａを含む部分である噴孔開口面との関係を規定するものである。より詳しくは、第１構造によれば、シート面および噴孔開口面は、次のように規定される。まず、シート面は、軸βと同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円である、というものである。また、噴孔開口面は、軸βと同軸であってシート面の先端の径以下の径を有する円筒面、または、この円筒面の軸方向の先端側に連続するとともに、円筒面の径と同じ径を有して軸方向の先端側に凸を形成する半球面である、というものである。

【００４４】

より具体的に説明すると、ノズルボディ３の先端近傍の内壁は、以下の円錐面１７、円筒面１８および半球面１９を有し、ノズルボディ３の内周先端を袋状に閉じている。

円錐面１７は、軸βと同軸に設けられ、軸方向先端側ほど小径であって先端が円２０である。そして、円錐面１７は、シート位置１０を含んでシート面となっている。

【００４５】

また、円筒面１８は、軸βと同軸に設けられ、円２０と同径であって円２０から軸方向先端側に連続する。さらに、半球面１９は、円筒面１８と同径であり、軸方向先端側に凸を形成するように円筒面１８に連続する。そして、開口１１ａは、円筒面１８と半球面１９とに跨るように設けられ、円筒面１８、半球面１９は、噴孔開口面となっている。

【００４６】

次に、限界値Ｑについて説明する。

限界値Ｑは、単一の噴孔１１を通過する燃料の流量の上限として定義されるものである。そして、限界値Ｑ、噴射圧をパラメータとして変化させて実施例１〜１５および比較例１〜６とし、実施例１〜１５および比較例１〜６のそれぞれのノズル１において、数式１により規定される流量係数Ｃｄがいかなる数値となるかを調査した。なお、噴射圧とは、噴孔１１から噴射される燃料の圧力であり、燃料溜まり４や燃料通路５、６、または蓄圧容器内において燃料が示す圧力に略一致するものである。

【００４７】

調査結果を下記の表１に示す。なお、噴射圧には２２０ＭＰａ、２４０ＭＰａ、２６０ＭＰａの３つの数値を用いている。具体的には、実施例１〜５および比較例１、２が噴射圧を２２０ＭＰａとしたものであり、実施例６〜１０および比較例３、４が噴射圧を２４０ＭＰａとしたものであり、実施例１１〜１５および比較例５、６が噴射圧を２６０ＭＰａとしたものである。

〔表１〕

	限界値Q(cc/分)	噴射圧(MPa)	流量係数Cd(－)
比較例1	414	220	0.733
比較例2	387	220	0.775
実施例1	305	220	0.847
実施例2	229	220	0.888
実施例3	144	220	0.900
実施例4	73	220	0.883
実施例5	24	220	0.852
比較例3	373	240	0.733
比較例4	348	240	0.775
実施例6	275	240	0.847
実施例7	206	240	0.888
実施例8	130	240	0.900
実施例9	66	240	0.883
実施例10	22	240	0.852
比較例5	298	260	0.733
比較例6	279	260	0.775
実施例11	220	260	0.847
実施例12	165	260	0.888
実施例13	109	260	0.900
実施例14	52	260	0.883
実施例15	17	260	0.852

【００４８】

さらに、横軸、縦軸にそれぞれ限界値Ｑ、流量係数Ｃｄをとるとともに、噴射圧の３つの数値ごとにマークの形状を変えて表１の結果を図３のグラフに図示した。

この結果、限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関は、噴射圧の数値ごとに異なる曲線を描き、噴射圧が高い曲線ほど図示左側（限界値Ｑの小側）に現れることが判明した。また、それぞれの曲線は、上に凸を示す２次関数（２次の項が負の係数を有する２次関数）により近似できることが判明した。

【００４９】

そこで、３つの噴射圧ごとに限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関を２次関数として求めた。さらに、これら３つの２次関数それぞれに、流量係数Ｃｄの下限として許容することができる数値０．８２を当てはめ、流量係数Ｃｄが０．８２になるときの限界値Ｑの数値を噴射圧ごとに求めた。この計算により得られた限界値Ｑの数値は、噴射圧２２０、２４０、２６０ＭＰａそれぞれの相関において３３９ｃｃ／分、３０２ｃｃ／分、２４０ｃｃ／分であった。

【００５０】

この結果、第１構造を備えるノズル１において限界値Ｑの上限を３３９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを３３９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。また、限界値Ｑの上限を３０２ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを３０２ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。さらに、限界値Ｑの上限を２４０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを２４０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になること

を確認することができた。

【００５１】

〔実施例１～１５の効果〕

実施例１～５のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例１、２のノズル１によれば、限界値Ｑは３３９ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第１構造を備えるノズル１において、不等式Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても、流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００５２】

なお、限界値Ｑの下限は、限界値Ｑが下限の数値未満となるような単一の噴孔１１を設けることができるか否かの点に基づき定まるものである。つまり、限界値Ｑが小さいほど噴孔１１の孔径が小さくなり、放電加工やレーザー加工によって設けることが困難となる。そして、この観点から、限界値Ｑの下限は、例えば、２０ｃｃ／分に設定することができる。

【００５３】

以上により、第１構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３９ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００５４】

実施例６～１０のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例３、４のノズル１によれば、限界値Ｑは３０２ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第１構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３０２ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００５５】

実施例１１～１５のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例５、６のノズル１によれば、限界値Ｑは２４０ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第１構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２４０ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００５６】

〔第２グループの構成〕

第２グループのノズル１の構成を、図４を用いて説明する。

なお、第２グループにおいて実施例１６～３０および比較例７～１２のノズル１は、限界値Ｑおよび噴射圧の点で互いに相違する。

第２グループのノズル１は、ノズルボディ３の先端近傍の内壁の形状を規定する構造として、次の第２構造を備える。

【００５７】

ここで、第２構造とは、第１構造と同様にシート面と噴孔開口面との関係を規定するものであるが、第２構造によれば、図４に示すようにシート面および噴孔開口面は共通の円錐面１７であって、共通の円錐面１７にシート位置１０および開口１１ａが両方とも存在する。

【００５８】

すなわち、第２構造は、シート面が軸βと同軸の円錐面１７として設けられ軸方向先端側ほど小径であり、シート面に開口１１ａが存在する、というものである。

なお、実施例２のノズル１によれば、ノズルボディ３の先端近傍の内壁には、第１グループ１のノズル１に存在した円筒面１８、半球面１９に相当する部分が存在せず、内周先端には、研削による逃し２２が形成されている。

【００５９】

次に、第２グループの限界値Ｑについて説明する。

第２グループでは、限界値Ｑ、噴射圧をパラメータとして変化させて実施例１６～３０および比較例７～１２とし、実施例１６～３０および比較例７～１２のそれぞれのノズル１において流量係数Ｃｄがいかなる数値となるかを調査した。

【００６０】

調査結果を下記の表２に示す。なお、噴射圧には２２０ＭＰａ、２４０ＭＰａ、２６０ＭＰａの３つの数値を用いている。具体的には、実施例１６～２０および比較例７、８が噴射圧を２２０ＭＰａとしたものであり、実施例２１～２５および比較例９、１０が噴射圧を２４０ＭＰａとしたものであり、実施例２６～３０および比較例１１、１２が噴射圧を２６０ＭＰａとしたものである。

〔表２〕

	限界値Q(cc/分)	噴射圧(MPa)	流量係数Cd(－)
比較例7	390	220	0.733
比較例8	365	220	0.775
実施例16	287	220	0.847
実施例17	216	220	0.888
実施例18	136	220	0.900
実施例19	69	220	0.883
実施例20	23	220	0.852
比較例9	351	240	0.733
比較例10	328	240	0.775
実施例21	259	240	0.847
実施例22	194	240	0.888
実施例23	122	240	0.900
実施例24	62	240	0.883
実施例25	20	240	0.852
比較例11	281	260	0.733
比較例12	262	260	0.775
実施例26	207	260	0.847
実施例27	155	260	0.888
実施例28	103	260	0.900
実施例29	49	260	0.883
実施例30	16	260	0.852

【００６１】

さらに、横軸、縦軸にそれぞれ限界値Ｑ、流量係数Ｃｄをとるとともに、噴射圧の３つの数値ごとにマークの形状を変えて表２の結果を図５のグラフに図示した。

この結果、限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関は、噴射圧の数値ごとに異なる曲線を描き、噴射圧が高い曲線ほど図示左側（限界値Ｑの小側）に現れることが判明した。また、それぞれの曲線は、上に凸を示す２次関数により近似できることが判明した。

【００６２】
　そして、第１グループと同様に、３つの噴射圧ごとに限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関を２次関数として求め、これら３つの２次関数それぞれから、流量係数Ｃｄが０．８２になるときの限界値Ｑの数値を噴射圧ごとに求めた。この計算により得られた限界値Ｑの数値は、噴射圧２２０、２４０、２６０ＭＰａそれぞれの相関において３２０ｃｃ／分、２８８ｃｃ／分、２３０ｃｃ／分であった。
【００６３】
　この結果、第２構造を備えるノズル１において限界値Ｑの上限を３２０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを３２０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。また、限界値Ｑの上限を２８８ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを２８８ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。さらに、限界値Ｑの上限を２３０ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを２３０ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
【００６４】
　〔実施例１６～３０の効果〕
　実施例１６～２０のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３２０ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例７、８のノズル１によれば、限界値Ｑは３２０ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。
　これにより、第２構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３２０ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても、流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００６５】
　実施例２１～２５のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２８８ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例９、１０のノズル１によれば、限界値Ｑは２８８ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。
　これにより、第２構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２８８ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００６６】
　実施例２６～３０のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３０ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例１１、１２のノズル１によれば、限界値Ｑは２３０ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。
　これにより、第２構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３０ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。
【００６７】
　〔第３グループの構成〕
　第３グループのノズル１の構成を、図６を用いて説明する。
　なお、第３グループにおいて実施例３１～４５および比較例１３～１８のノズル１は、限界値Ｑおよび噴射圧の点で互いに相違する。
　第３グループのノズル１は、ノズルボディ３の先端近傍の内壁の形状を規定する構造と

して、次の第３構造を備える。

【００６８】

ここで、第３構造とは、第１、第２構造と同様にシート面と噴孔開口面との関係を規定するものであるが、第３構造によれば、シート面および噴孔開口面は異なる２つの円錐面である。より詳しくは、第３構造によれば、シート面および噴孔開口面は、次のように規定される。すなわち、第３構造によれば、シート面は、軸βと同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径であって先端が円である。また、噴孔開口面は、軸βと母線との間に形成される角度がシート面よりも小さく、かつ、軸βと同軸の円錐面として設けられ軸方向先端側ほど小径である。

【００６９】

より具体的に説明すると、図６に示すように、ノズルボディ３の先端近傍の内壁は、以下の第１、第２円錐面１７ａ、１７ｂを有している。

第１、第２円錐面１７ａ、１７ｂは軸βと同軸であり、第１円錐面１７ａは、軸方向先端側ほど小径であって先端が円２０である。また、第２円錐面１７ｂは、円２０の軸方向先端側に連続しており、軸βと母線との間に形成される角度が第１円錐面１７ａよりも小さい。

【００７０】

そして、シート位置１０は第１円錐面１７ａに設けられ、第１円錐面１７ａがシート面となっている。また、開口１１ａは第２円錐面１７ｂに設けられ、第２円錐面１７ｂが噴孔開口面となっている。

なお、第３グループのノズル１によれば、ノズルボディ３の先端近傍の内壁には、第１グループのノズル１に存在した円筒面１８、半球面１９に相当する部分が存在せず、内周先端は、第３円錐面１７ｃにより閉じられている。

【００７１】

次に、第３グループの限界値Ｑについて説明する。

第３グループでは、限界値Ｑ、噴射圧をパラメータとして変化させて実施例３１～４５および比較例１３～１８とし、実施例３１～４５および比較例１３～１８のそれぞれのノズル１において流量係数Ｃｄがいかなる数値となるかを調査した。

【００７２】

調査結果を下記の表３に示す。なお、噴射圧には２２０ＭＰａ、２４０ＭＰａ、２６０ＭＰａの３つの数値を用いている。具体的には、実施例３１～３５および比較例１３、１４が噴射圧を２２０ＭＰａとしたものであり、実施例３６～４０および比較例１５、１６が噴射圧を２４０ＭＰａとしたものであり、実施例４１～４５および比較例１７、１８が噴射圧を２６０ＭＰａとしたものである。

〔表３〕

	限界値Q(cc/分)	噴射圧(MPa)	流量係数Cd(−)
比較例13	406	220	0.733
比較例14	379	220	0.775
実施例31	299	220	0.847
実施例32	224	220	0.888
実施例33	141	220	0.900
実施例34	71	220	0.883
実施例35	24	220	0.852
比較例15	365	240	0.733
比較例16	341	240	0.775
実施例36	269	240	0.847
実施例37	202	240	0.888
実施例38	127	240	0.900
実施例39	64	240	0.883
実施例40	21	240	0.852
比較例17	292	260	0.733
比較例18	273	260	0.775
実施例41	215	260	0.847
実施例42	162	260	0.888
実施例43	107	260	0.900
実施例44	51	260	0.883
実施例45	17	260	0.852

【００７３】
さらに、横軸、縦軸にそれぞれ限界値Ｑ、流量係数Ｃｄをとるとともに、噴射圧の３つの数値ごとにマークの形状を変えて表３の結果を図７のグラフに図示した。
この結果、限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関は、噴射圧の数値ごとに異なる曲線を描き、噴射圧が高い曲線ほど図示左側（限界値Ｑの小側）に現れることが判明した。また、それぞれの曲線は、上に凸を示す２次関数により近似できることが判明した。
【００７４】
そして、第１、第２グループと同様に、３つの噴射圧ごとに限界値Ｑと流量係数Ｃｄとの相関を２次関数として求め、これら３つの２次関数それぞれから、流量係数Ｃｄが０．８２になるときの限界値Ｑの数値を噴射圧ごとに求めた。この計算により得られた限界値Ｑの数値は、噴射圧２２０、２４０、２６０ＭＰａそれぞれの相関において３３２ｃｃ／分、２９９ｃｃ／分、２３９ｃｃ／分であった。
【００７５】
この結果、第３構造を備えるノズル１において限界値Ｑの上限を３３２ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを３３２ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２２０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。また、限界値Ｑの上限を２９９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを２９９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２４０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。さらに、限界値Ｑの上限を２３９ｃｃ／分とすることにより（つまり、限界値Ｑを２３９ｃｃ／分以下とすることにより、）、噴射圧が２６０ＭＰａ以下の範囲では、流量係数Ｃｄが０．８２以上になることを確認することができた。
【００７６】

〔実施例３１～４５の効果〕

実施例３１～３５のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３２ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例１３、１４のノズル１によれば、限界値Ｑは３３２ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２２０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第３構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦３３２ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２２０ＭＰａまで高めても、流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００７７】

実施例３６～４０のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２９９ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例１５、１６のノズル１によれば、限界値Ｑは２９９ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２４０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第３構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２９９ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２４０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００７８】

実施例４１～４５のノズル１によれば、限界値Ｑは不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３９ｃｃ／分を満たすとともに噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２以上であった。また、比較例１７、１８のノズル１によれば、限界値Ｑは２３９ｃｃ／分よりも大きく、噴射圧は２６０ＭＰａであり、流量係数Ｃｄはいずれも０．８２未満であった。

これにより、第３構造を備えるノズル１において、不等式２０ｃｃ／分≦Ｑ≦２３９ｃｃ／分を満たすように限界値Ｑを設定することで、噴射圧を２６０ＭＰａまで高めても流量係数Ｃｄを０．８２以上にすることができる。

【００７９】

〔変形例〕

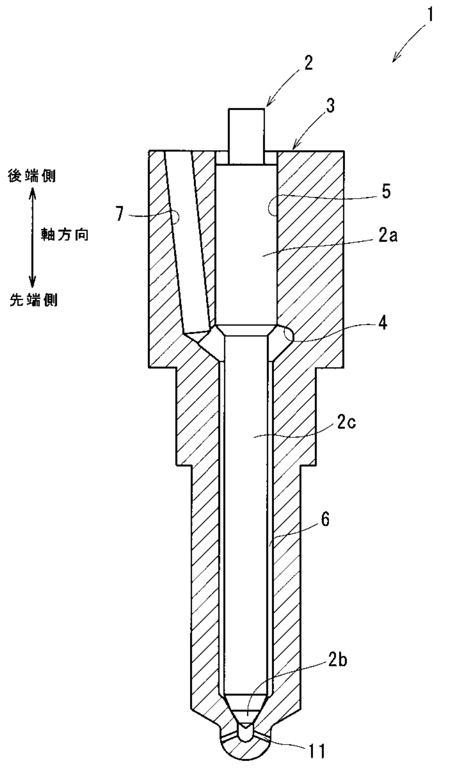
ノズル１の態様は実施例に限定されず、種々の変形例を考えることができる。例えば、第２構造を備えるノズル１において、サック室の先端を、軸βに垂直な平面に設けてもよい。

【符号の説明】

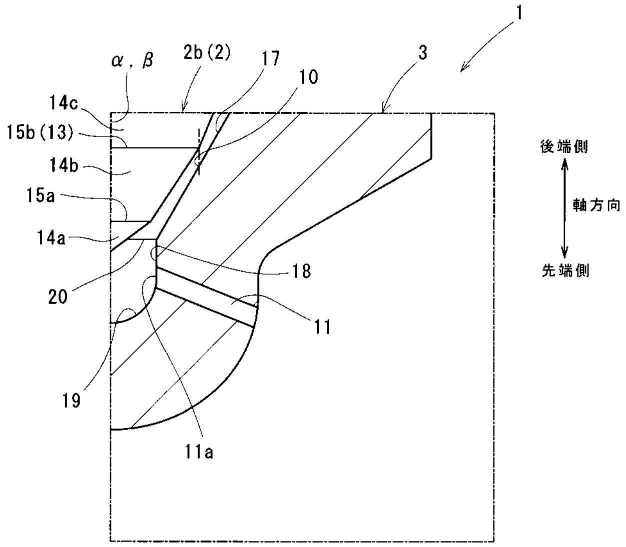
【００８０】

１　ノズル（燃料噴射ノズル）　２　ニードル　３　ノズルボディ　１０　シート位置　１１　噴孔　１１ａ　開口　１３　シート部　１７　円錐面　１８　円筒面　１９　半球面　２０　円　Ｑ　限界値　β　軸

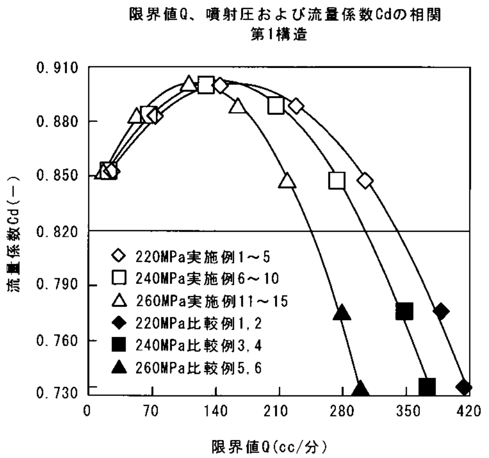
【図１】


1
2
3
後端側
軸方向
先端側
7
5
2a
4
2c
6
2b
11

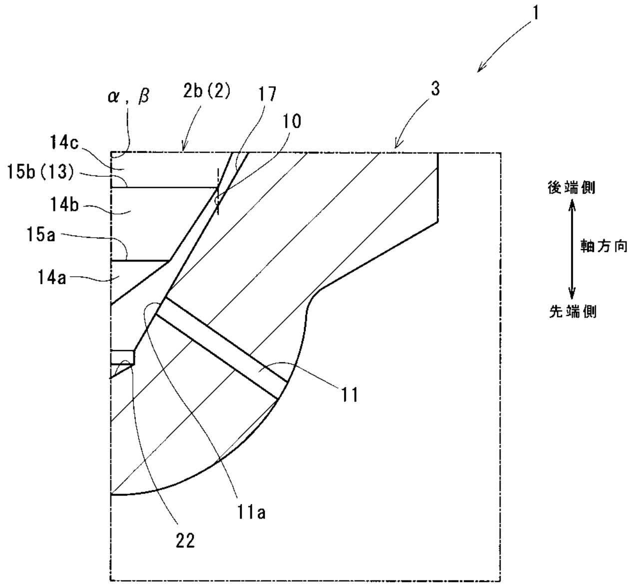
【図２】


1
α，β
2b(2)
17
10
3
14c
15b(13)
14b
15a
14a
20
19
18
11
11a
後端側
軸方向
先端側

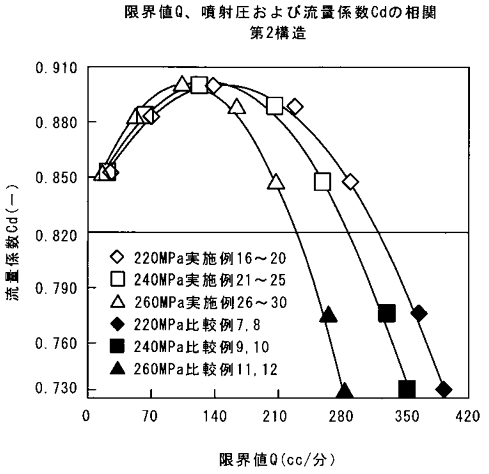
【図３】


限界値Q、噴射圧および流量係数Cdの相関
第1構造
0.910
0.880
0.850
0.820
0.790
0.760
0.730
流量係数Cd(−)
0
70
140
210
280
350
420
限界値Q(cc/分)
220MPa実施例1〜5
240MPa実施例6〜10
260MPa実施例11〜15
220MPa比較例1,2
240MPa比較例3,4
260MPa比較例5,6

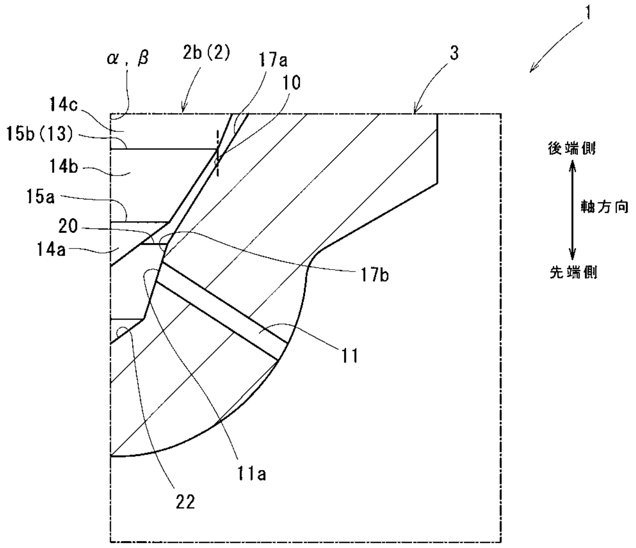
【図４】


1
α，β
2b(2)
17
10
3
14c
15b(13)
14b
15a
14a
11
11a
22
後端側
軸方向
先端側

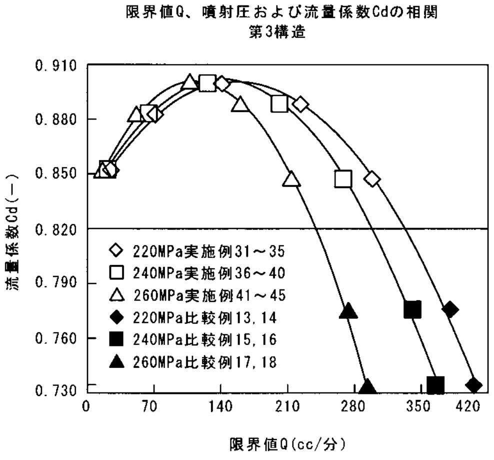
【図５】


限界値Q、噴射圧および流量係数Cdの相関
第2構造
0.910
0.880
0.850
0.820
0.790
0.760
0.730
流量係数Cd(－)
220MPa実施例16～20
240MPa実施例21～25
260MPa実施例26～30
220MPa比較例7,8
240MPa比較例9,10
260MPa比較例11,12
0
70
140
210
280
350
420
限界値Q(cc/分)

【図６】


1
α，β
2b(2)
17a
3
10
14c
15b(13)
14b
15a
20
14a
17b
11
11a
22
後端側
軸方向
先端側

【図７】


限界値Q、噴射圧および流量係数Cdの相関
第3構造
0.910
0.880
0.850
0.820
0.790
0.760
0.730
流量係数Cd(－)
220MPa実施例31～35
240MPa実施例36～40
260MPa実施例41～45
220MPa比較例13,14
240MPa比較例15,16
260MPa比較例17,18
0
70
140
210
280
350
420
限界値Q(cc/分)

フロントページの続き

(72)発明者　掛橋　展久
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　近藤　淳
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　芹澤　一史
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　田名田　祐樹
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　有川　文明
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地　株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者　鎌原　本也
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地　株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者　稗島　利明
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地　株式会社日本自動車部品総合研究所内
Ｆターム(参考) 3G066 BA31 CC08T CC10 CC20 CD28