(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 13 549 T2** 2004.11.18

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 117 469 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 13 549.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/22386**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 960 107.3**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/18491**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.09.1999**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **06.04.2000**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **25.07.2001**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **10.12.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.11.2004**

(51) Int Cl.[7]: **B01D 53/90**
B01D 53/86, A61P 5/06

(30) Unionspriorität:
164304 **01.10.1998** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:
Ambac International, West Springfield, Mass., US

(74) Vertreter:
Sobisch & Callies, 37581 Bad Gandersheim

(72) Erfinder:
CZARNIK, J., Richard, Easthampton, US; DICARLO, P., Jeffrey, Holyoke, US; KNAPPER, J., Curtis, New Fairfield, US; SIMARD, C., Thomas, Agawam, US; TARABULSKI, J., Theodore, Brewster, US

(54) Bezeichnung: **FLÜSSIG-GEKÜHLTER EINSPRITZER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 8.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Verbesserte Kraftstoffersparnis bei Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen kann erreicht werden, indem Dieselmotoren oder Benzinmotoren, die mit einem Überschuss an Sauerstoff bezüglich der für die vollständige Verbrennung des Kraftstoffs erforderlichen Mengen betrieben werden, verwendet werden. Man sagt, dass solche Motoren "mager" oder mit einem "Magergemisch" laufen. Der Zunahme in der Kraftstoffersparnis stehen jedoch unerwünschte Schadstoffemissionen entgegen, insbesondere in der Form von Oxyden von Stickstoff (NOx).

[0003] Ein Verfahren, das zur Reduzierung von NOx-Emissionen von Verbrennungskraftmaschinen verwendet wird, ist bekannt als selektive katalytische Reduktion (SCR). SCR beinhaltet, wenn sie z. B. verwendet wird, um NOx-Emissionen einer Dieselmaschine zu reduzieren, ein Einspritzen eines zerstäubten Reagenzes in den Abgasstrom der Maschine in Relation zu einem oder mehreren ausgewählten Maschinenbetriebsparametern, wie z. B. der Abgastemperatur, Umdrehungen pro Minute der Maschine oder der mittels des Maschinenkraftstoff-Flusses gemessenen Maschinenbelastung, dem Turboladedruck oder dem Auspuff-NOx-Massenfluss. Das Reagenz-/Abgas-Gasgemisch wird durch einen Reaktor geführt, der einen Katalysator enthält, wie z. B. Aktivkohle oder Metalle wie Platin, Vanadium oder Wolfram, die in der Lage sind, die NOx-Konzentration in der Anwesenheit des Reagenzes zu reduzieren. Ein SCR-System dieses Typs ist in der US-Patentanmeldung Nr. 08/831 209 offenbart, die hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen wird.

[0004] Es ist bekannt, dass eine wässrige Lösung von Harnstoff ein wirksames Reagenz in SCR-Systemen für Dieselmaschinen ist, aber unter mehreren Nachteilen leidet. Harnstoff ist hoch-korrosiv und tendiert dazu, mechanische Komponenten des SCR-Systems anzugreifen, wie z. B. die zum Einspritzen des Harnstoffgemischs in den Abgasstrom verwendeten Injektoren. Harnstoff tendiert ferner dazu, fest zu werden, wenn er längere Zeit erhöhten Temperaturen, wie sie in Dieselabgassystemen angetroffen werden, ausgesetzt ist. Fest gewordener Harnstoff tendiert dazu, sich in schmalen Durchgängen und Ausgangsöffnungen, wie sie typischerweise in Injektoren gefunden werden, anzusammeln. Der fest gewordene Harnstoff verschmutzt bewegliche Teile des Injektors und verstopft jegliche Öffnungen und macht somit den Injektor unbrauchbar.

[0005] Darüber hinaus bilden sich, wenn das Harnstoffgemisch nicht fein zerstäubt ist, Harnstoffablagerungen in dem katalytischen Reaktor, welche die Wirkung des Katalysators hemmen und dadurch die Effektivität des SCR-Systems reduzieren. Hohe Einspritzdrücke sind ein Weg, mit dem Problem der unzureichenden Zerstäubung des Harnstoffgemischs umzugehen, jedoch resultieren hohe Einspritzdrücke oftmals in einem übermäßigen Eindringen des Injektorsprühstrahls in den Abgasstrom, wodurch der Strahl auf die Innenfläche des Auspuffrohrs gegenüber dem Injektor trifft. Übermäßiges Eindringen führt zu einer ineffektiven Verwendung des Harnstoffgemischs und reduziert den Bereich, über den das Fahrzeug mit reduzierten NOx-Emissionen betrieben werden kann. Wie bei dem Kraftstoff für das Fahrzeug kann nur eine begrenzte Menge an wässrigem Harnstoff mitgeführt werden und das, was mitgeführt wird, sollte effizient genutzt werden, um die Reichweite des Fahrzeugs zu maximieren und den Bedarf in Bezug auf häufige Nachfüllungen des Reagenzes zu reduzieren.

[0006] Hinzu kommt, dass wässriger Harnstoff ein schlechtes Schmiermittel ist. Diese Eigenschaft wirkt negativ auf bewegliche Teile in dem Injektor ein und erfordert, dass spezielle Passungen, Spiele und Toleranzen zwischen sich relativ zueinander bewegenden Teilen in einem Injektor gebraucht werden.

[0007] Die US 5 522 218 A offenbart eine Verbrennungsabgas-Reinigungsvorrichtung und ein Verfahren nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bzw. 8. Kühlung des Injektors ist entweder durch Zirkulation eines Kühlmittels durch das Kühlsystem der Maschine oder durch Mischen des Reagenzes mit kühler Luft vor dem Eintreten in den Abgasstrom gegeben. Beide Ausführungsformen erfordern ein gesondertes Kühlsystem und sind deshalb kompliziert.

[0008] Aus der DE-A-26 44 135 ist bekannt, speziell Kraftstoff zu verwenden, der über ein Einspritzventil in eine Verbrennungskammer gegeben wird, um das Ventil zu kühlen.

Zusammenfassung und Aufgaben der Erfindung

[0009] Die Erfindung liefert eine Vorrichtung mit einem Injektor zum Austrag eines Fluids in einen Strom von heißem Gas, wobei der Injektor vorgesehen ist, effektiv mit einem korrodierenden, temperaturempfindlichen Reagenz, wie wässrigem Harnstoff, zu arbeiten. Wenn er in einem System zum Reduzieren von NOx-Emissionen verwendet wird, ist der Injektor an einer Abgasleitung einer Verbrennungskraftmaschine befestigt, wo er das Reagenz in den Abgasstrom einspritzt.

[0010] Der Injektor weist ein Ventil und ein Mittel zum Betätigen des Ventils zwischen einer geschlossenen Stellung und einer offenen Stellung auf. Akzeptable Betätigungsmittel schließen z. B. ein Stellorgan vom Solenoidtyp ein. Vorzugsweise sind die Komponenten des Ventils, die extremer Hitze oder korrodierenden Reagenzien wie Harnstoff ausgesetzt sind, aus einem korrosionsbeständigen Material, wie z. B. nichtrostendem Stahl, hergestellt.

[0011] Das Ventil weist eine Öffnung auf, durch die das Reagenz ausgetrieben wird, wenn das Ventil in der offenen Stellung ist. Unabhängig von dem Zustand des Ventils (d. h., offen oder geschlossen) wird das Reagenz kontinuierlich durch es hindurch zirkuliert, wenn das System in Betrieb ist, wobei wenigstens ein Teil des zirkulierenden Reagenzes ausgetrieben wird, wenn das Ventil geöffnet ist. Die Zirkulation des Reagenzes kühlt das Ventil und minimiert die Verweilzeit des Reagenzes in dem Ventil, wodurch die Aussetzung des Reagenzes gegenüber Hitze und der Bildung von Harnstoffablagerungen minimiert wird. Somit kann z. B. wässriger Harnstoff effektiv bei solch einem Injektor verwendet werden, ohne das charakteristische Verschmutzen und Verstopfen des Injektors. Es sind von dem Ventilbetätigungsmittel unabhängige Mittel vorgesehen zum kontinuierlichen Zirkulieren des Reagenzes durch das Ventil hindurch, wie im Detail unten beschrieben wird.

[0012] Vorzugsweise weist das Ventil ein Ventilgehäuse auf, das in sich eine längliche, zylindrische Kammer aufweist, die in Strömungsverbindung mit der Öffnung steht. Ein Ventilsitz ist innerhalb der Kammer angeordnet und umgibt die Öffnung. Ein länglicher Ventilstößel ist gleitbar innerhalb der Kammer befestigt. Ein Ende des Stößels ist dichtend mit dem Ventilsitz in Eingriff bringbar, um die Öffnung zu schließen. Der Stößel ist mit dem Betätigungsmittel verbunden und ist aus der geschlossenen Stellung, in der das Stößelende dichtend mit dem Ventilsitz in Eingriff ist, und der offenen Stellung, in der das Stößelende von dem dichtenden Eingriff mit dem Ventilsitz entfernt ist, um die Öffnung zu öffnen, bewegbar.

[0013] Das Mittel zum unabhängigen Zirkulieren von Fluid durch das Ventil hindurch weist einen Abschnitt des Stößels auf, der benachbart zu dem Stößelende angeordnet ist. Dieser Abschnitt des Stößels besitzt einen Durchmesser, der geringer ist als der Kammerdurchmesser, und bildet einen ringförmigen Fluidraum oder -durchgang innerhalb des Ventils benachbart zu dem Ventilsitz und der Öffnung. Der ringförmige Durchgang ermöglicht somit sowohl die kontinuierliche Zirkulation von Fluid durch das Ventil hindurch als auch das Austreiben eines Teils des Fluids durch die Öffnung, wenn das Ventil sich in der offenen Stellung befindet.

[0014] Vorzugsweise weist das unabhängige, Fluid zirkulierende Mittel ferner einen Fluideinlass und einen Fluidauslass auf, angeordnet innerhalb des Ventilgehäuses in Strömungsverbindung mit dem ringförmigen Durchgang. Fluid, wie das wässrige Harnstoffreagenz, wird von einem Reservoir geliefert und fließt in das Ventil durch den Einlass, fließt weiter durch den ringförmigen Durchgang und verlässt das Ventil über den Auslass, wodurch der Injektor gekühlt wird. Wenn das Ventil durch das Stellorgan geöffnet wird, wird der Ventilstößel in die offene Stellung bewegt und ein Teil des Fluids wird aus der Kammer durch die Öffnung ausgetrieben.

[0015] Um zusätzlichen Hitzeschutz für den Injektor zu schaffen, ist vorzugsweise ein Hitzeschild zwischen dem Ventil und dem Strom von heißem Gas angeordnet. Der Hitzeschild besitzt ein Fenster, das mit der Öffnung ausgerichtet ist. Das Hitzeschildfenster erlaubt von dem Ventil ausgetriebenem Fluid, durch den Hitzeschild hindurch und in den heißen Gasstrom zu gelangen. Der Hitzeschild weist vorzugsweise eine Metallplatte und eine Schicht aus isolierendem Material, welches zwischen der Platte und dem Ventil angeordnet ist, auf. Das Hitzeschildfenster reicht sowohl durch die Schicht des isolierenden Materials als auch die Metallplatte hindurch.

[0016] Um die Zerstäubung der flüssigen Reagenzien zu verbessern, insbesondere bei relativ geringen Einspritzdrücken, ist vorzugsweise ein zerstäubender Haken an dem Ventil befestigt. Der zerstäubende Haken hat eine Endfläche, die beabstandet zu der Öffnung positioniert ist. Flüssiges Reagenz, das durch die Öffnung ausgetrieben wird, trifft auf die Endfläche des Hakens, wo eine weitere Zerstäubung des Reagenzes stattfindet. Die Form und Position der Endfläche des Hakens haben direkten Einfluss auf die Dispersionseigenschaften des eingespritzten Reagenzes.

[0017] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Injektor zum Einspritzen eines Fluids in einen Strom von heißem Gas zur Verfügung zu stellen, wobei der Injektor in einer einfachen Weise gekühlt wird.

[0018] Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen Injektor, der mit korrodierenden Flüssigkeiten, wie wässrigem Harnstoff, verwendet werden kann, zur Verfügung zu stellen.

[0019] Noch eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, einen Injektor zur Verfügung zu stellen, in dem wässriger Harnstoff nicht fest wird, wenn der Injektor Hitze ausgesetzt ist.

[0020] Noch eine andere Aufgabe der Erfindung ist es, einen Injektor zur Verfügung zu stellen, der eine feine Zerstäubung von flüssigen Reagenzien bei relativ geringen Einspritzdrücken erreicht.

[0021] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, einen Injektor zur Verfügung zu stellen, bei dem ein Teil des eingespritzten Fluids auch kontinuierlich durch den Injektor zirkuliert wird, um den Injektor zu kühlen.

[0022] Es ist noch eine weitere Aufgabe der Erfindung, einen Injektor zur Verfügung zu stellen, bei dem die Verweilzeit des Fluids innerhalb des Injektors minimiert ist.

[0023] Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, einen Injektor zur Verfügung zu stellen, der in einem Schadstoffkontrollsystem zum Reduzieren von NOx-Emissionen von Verbrennungskraftmaschinen verwendet werden kann.

[0024] Diese und weitere Aufgaben werden aus einer Betrachtung der folgenden Zeichnungen und detaillierten Beschreibung der Erfindung deutlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] **Fig.** 1 zeigt ein schematisches Schaubild eines Schadstoffkontrollsystems unter Verwendung eines Injektors gemäß der Erfindung;

[0026] **Fig.** 2 zeigt eine Längsschnittansicht eines Injektors gemäß der Erfindung; und

[0027] **Fig.** 3 zeigt eine Seitenansicht des Ventilgehäuses des Injektors gemäß der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0028] **Fig.** 1 zeigt ein Schadstoffkontrollsystem, wie es verwendet werden könnte, um NOx-Emissionen aus dem Auspuff einer Dieselmaschine **3** zu reduzieren. Das System weist eine Maschinenabgasleitung **4** auf, die in Strömungsverbindung mit einem katalytischen Reaktor **5**, einem das Reagenz **7** enthaltenden Reagenzreservoir **6**, einer zentralen Prozessoreinheit **8** und einem Injektor **10** ist. Der Injektor **10** ist an der Abgasleitung **4** befestigt, und es wird ihm Reagenz, z. B. eine Lösung aus wässrigem Harnstoff, über eine Hinleitung **9**, die sich von dem Reservoir **7** zu dem Injektor erstreckt, zugeführt. Eine Pumpe **11** wird verwendet, um das Reagenz zu dem Injektor mit einem vorbestimmten Druck zu pumpen. Das Reagenz **7** wird zu dem Resservoir mittels einer Rückleitung **12** zurückzirkuliert, wobei die Zirkulation des Reagenzes durch die Pfeile **7a** gezeigt ist.

[0029] Im Betrieb werden Signale **13**, die die Maschinenbetriebsparameter, wie Abgastemperatur, Maschinengeschwindigkeit und Kraftstoff-Strömungsgeschwindigkeit repräsentieren, durch die zentrale Prozessoreinheit **8** überwacht. In Reaktion auf diese Signale und vorprogrammierte Algorithmen, sendet die zentrale Prozessoreinheit **8** Steuersignale **14** und **15** an den Injektor **10** bzw. die Pumpe **11**, wobei die Steuersignale der Pumpe **11** den Befehl geben, Reagenz zu zirkulieren, und dem Injektor **10**, Reagenz in die Abgase **16** in der Abgasleitung **4** einzuspritzen oder aufzuhören einzuspritzen. Das Reagenz wird bei dem Einspritzen in die Leitung zerstäubt und bildet ein Gemisch mit den Abgasen. Dieses Gemisch tritt in den katalytischen Reaktor **5** ein, der einen Katalysator enthält, wie Aktivkohle, oder Metalle, wie Platin, Wolfram oder Vanadium, welcher NOx in den Abgasen in der Gegenwart des Reagenzes reduziert. Das Abgas verlässt die Leitung **4** und gelangt in die Atmosphäre.

[0030] Während des Betriebs des Systems wird das Reagenz **7**, ungeachtet ob der Injektor Reagenz in die Abgase **16** freisetzt oder nicht, kontinuierlich zwischen dem Reservoir **6** und dem Injektor **10** zirkuliert, um den Injektor zu kühlen und die Verweilzeit des Reagenzes in dem Injektor zu minimieren, so dass das Reagenz kühl bleibt. Kontinuierliche Zirkulation des Reagenzes ist notwendig für temperaturempfindliche Reagenzien, wie wässriger Harnstoff, welche dazu neigen, bei Aussetzung gegenüber erhöhten Temperaturen von 300°C bis 650°C, wie sie in einem Maschinenabgassystem anzutreffen sind, fest zu werden. Es hat sich als wichtig herausgestellt, dass Harnstoffgemisch unterhalb von 140°C und vorzugsweise in einem niedrigeren Betriebsbereich zwischen 5°C und 95°C zu halten, um einen Sicherheitsabstand zu halten, der sicherstellt, dass eine Verfestigung des Harnstoffs verhindert wird. Fest gewordener Harnstoff würde, wenn seine Bildung zugelassen würde, die sich bewegenden Teile und Öffnungen des Injektors verschmutzen, wodurch schließlich der Injektor unbrauchbar würde. Im Falle eines Dieselmotors von 310 Pferdestärken (231 kW) mit einem NOx-Emissions-Basislevel von 10,7 g/kWh (8 Gramm/bHp-hr) bei voller Last sind Zirkulationsraten von wässrigem Harnstoff zwischen 1,893 Litern (0,5 Gallonen) pro Minute und 2,839 Litern (0,75 Gallonen) pro Minute durch einen erfindungsgemäßen Injektor hindurch gefunden worden, um den wässrigen Harnstoff effektiv zu kühlen und eine Verfestigung zu verhindern. Es wird erkannt werden, dass Flussraten von der Motorengröße und den NOx-Levels abhängen. Es ist ein Vorteil der Erfindung, dass konzentriertere Lösungen verwendet werden können, d. h. 25–35%, weil durch das ganze System hindurch die Lösung nicht Bedingungen unterworfen ist, welche signifikante Probleme einer Löslichkeitshydrolyse verursachen würden.

[0031] **Fig.** 2 zeigt eine Querschnittsansicht der bevorzugten Ausführungsform des Injektors **10** gemäß der Erfindung. Der Injektor ist im Querschnitt an einer Abgasleitung **4** befestigt gezeigt, wobei er nur teilweise dargestellt ist. Der Injektor **10** weist ein Ventilgehäuse **18** mit einer in ihm angeordneten länglichen, zylindrischen Kammer **20** auf. Die Kammer **20** ist in

Strömungsverbindung mit einer Öffnung **22**, die sich auf den Abgasen innerhalb der Leitung **4** öffnet. Die Öffnung **22** umgibt ein Ventilsitz **24**, der eine zweckmäßige Form haben kann, aber vorzugsweise konisch ist. Ein Ventilteil in der Form eines länglichen Ventilstößels **26** ist gleitbar innerhalb der Kammer **20** bewegbar befestigt. Der Ventilstößel **26** besitzt ein Ende **28**, das dichtend mit dem Ventilsitz **24** in Eingriff ist, wie in **Fig.** 2 zu sehen ist, wodurch die Öffnung hinsichtlich der Strömungsverbindung mit der Kammer **20** geschlossen wird.

[0032] Der Ventilstößel **26** ist innerhalb der Kammer bewegbar zwischen der in **Fig.** 2 gezeigten geschlossenen Stellung und einer offenen Stellung, in der das Ende **28** aus dem dichtenden Eingriff mit dem Ventilsitz **24** wegbewegt ist. In der offenen Stellung ist die Öffnung **22** für eine Strömungsverbindung mit der Kammer **20** geöffnet.

[0033] Zusammen bilden die Kammer **20** und der Ventilstößel **26** ein Mittel zum Zirkulieren von Fluid, wie z. B. das Reagenz, durch das Ventil hindurch zum Kühlen des Ventils und zum Minimieren der Verweilzeit des Reagenzes innerhalb des Ventils. Das Zirkuliermittel weist einen ringförmigen Fluiddurchgang **30** auf, der zwischen dem relativ großen Innendurchmesser der Kammer **20** und dem relativ kleinen Außendurchmesser eines Abschnitts **32** des Ventilstößels **26** gebildet ist. Vorzugsweise ist der Stößelabschnitt **32** benachbart zu dem Stößelende **28** und nahe dem Ventilsitz **24** und der Öffnung **22** angeordnet. Das Positionieren des Fluiddurchgangs **30** nahe der Öffnung erlaubt dem zirkulierenden Fluid, direkt einen andernfalls heißen Teil des Ventilgehäuses, welcher am empfindlichsten gegenüber den ungünstigen Wirkungen von Wärme ist, zu kühlen. Zum Beispiel verfestigt sich somit wässriger Harnstoff nicht irgendwo innerhalb der Kammer **20**, wenn er mit diesem gekühlten Ventil verwendet wird. Wenn zugelassen würde, dass er sich verfestigt, könnte der Harnstoff den Stößel **26** daran hindern, korrekt zu sitzen, oder könnte ein Festsitzen des Stößels entweder in der offenen oder in der geschlossenen Stellung verursachen, und/oder die Öffnung **22** könnte sich zusetzen. Durch direktes Kühlen dieses Ventilbereichs werden jedoch die schädlichen Wirkungen erhöhter Temperatur auf das Reagenz, die sich bewegenden Teile und die Öffnungen des Ventils vermieden.

[0034] Wie in **Fig.** 2 zu sehen ist, weist der Stößel **26** ferner einen Führungsabschnitt **33** auf, der benachbart zu dem Abschnitt **32** des Ventilstößels angeordnet ist. Der Führungsabschnitt **33** besitzt vorzugsweise einen polygonalen Querschnitt, der durch eine Vielzahl von Flachbereichen **33a** gebildet ist, welche sich in einer Vielzahl von Kanten **33b** schneiden. Die Flachbereiche **33a** liefern Räume für Fluidzirkulation, welche benachbart zu der Kammer **20** sind und die kühlende Funktion des Fluiddurchgangs **30** verstärken. Die Flachbereiche liefern auch Raum, um irgendwelche Schmutzteilchen, die sich innerhalb der Kammer **20** gebildet haben oder in diese gebracht worden sind, aus der Kammer mit dem zirkulierenden Fluid herauszuwaschen.

[0035] Die Kanten **33b** des Führungsabschnitts **33** stellen eine stabilisierende und eine führende Funktion für den Stößel **26** dar. Die Kanten sind mit einer solchen Toleranz versehen, dass sie sich nahezu in oder in leichtem Kontakt mit der Wand der Kammer **20** bewegen, um Stützpunkte zu liefern, welche den Stößel innerhalb der Kammer führen, um einen korrekten Sitz des Stößelendes **28** zu gewährleisten.

[0036] Unmittelbar oberhalb des Führungsabschnitts **33** befindet sich ein verringerter kreisförmiger Querschnitt **35** des Stößels **26**. Der verringerte Querschnitt **35** liefert einen ringförmigen Raum für Fluid, um in die Kammer durch einen Einlass zu fließen, wie unten im Detail beschrieben wird. Oberhalb des verringerten Querschnitts befindet sich ein kreisförmiger Führungsabschnitt **37**. Der kreisförmige Führungsabschnitt **37** liefert die hauptsächliche Führungsfunktion für die Gleitbewegung des Stößels **26** innerhalb der Kammer **20**. Die Toleranz zwischen dem kreisförmigen Führungsabschnitt und der Kammer ist ausreichend, um eine relative Bewegung und eine Schmierung des Stößels zu ermöglichen, während noch die Bewegung des Stößels geführt wird und eine teilweise hydraulische Dichtung zwischen dem Stößel und der Kammer gebildet ist.

[0037] Allgemein variieren die speziellen, an den verschiedenen Abschnitten zwischen dem Ventilstößel und der Kammer erforderlichen Toleranzen entsprechend der Betriebstemperatur, dem Betriebsdruck, der gewünschten Flussrate und Zirkulationsrate des Reagenzes, den tribologischen Eigenschaften des Reagenzes und den Materialien, die für den Ventilstößel und das Ventilgehäuse ausgewählt worden sind. Die Toleranzen für ein optimales Funktionieren des Injektors werden am besten experimentell durch einige praxisnahe Versuche erhalten.

[0038] Das Kühlfluid wird zu dem ringförmigen Fluiddurchgang **30** durch den Fluideinlass **34** geliefert. Der Fluideinlass **34** ist innerhalb des Ventilgehäuses **18** in Strömungsverbindung mit der Kammer **20** angeordnet und außen verbunden mit der Hinleitung **9** (**Fig.** 1). Es ist bevorzugt, dass der Fluideinlass positioniert ist, um Fluid zu der Kammer **20** in einem Bereich zu liefern, der von dem Ventilsitz **24** entfernt und benachbart zu dem verringerten Querschnitt **25** und dem Führungsabschnitt **33** ist, wie in **Fig.** 2 gezeigt ist. Ein Positionieren des Fluideinlasses wie gezeigt stromaufwärts von dem Sitz ermöglicht dem Fluid, mit dem Ventilstößel **26** über eine wesentliche Länge in Kontakt zu sein, bevor es auf den Ventilsitz trifft, wodurch die Kühlfunktion des Fluids verstärkt wird.

Fluid, wie z. B. Reagenz **7**, wird mittels der Pumpe **11** bei einem vorbestimmten Druck in den Fluideinlass **34** gepumpt, von dem es entlang dem Ventilstößel **26** in den ringförmigen Fluiddurchgang **30** fließt.

[0039] Ein Fluidauslass **36** ist vorgesehen, um das Fluid aus dem ringförmigen Fluiddurchgang zu entfernen. Der Fluidauslass **36** ist innerhalb des Ventilgehäuses **18** in Strömungsverbindung mit der Kammer **20** angeordnet. Vorzugsweise ist der Fluidauslass **36** wie in **Fig.** 2 gezeigt positioniert, um Fluid aus der Kammer **20** in dem Bereich des Ventilsitzes **24** zu entfernen. Der Fluidauslass **36** ist außen mit der Rückleitung **12** (**Fig.** 1) verbunden, womit dem Fluid (wie z. B. dem Reagenz **7**) ermöglicht ist, aus dem Reservoir **6** durch die Hinleitung **9**, durch den Fluideinlass **34**, in den ringförmigen Fluiddurchgang **30**, durch den Fluidauslass **36**, durch die Rückleitung **12** und zurück in das Reservoir **6** zu zirkulieren. Diese Zirkulation hält kritische Bereiche des Ventilgehäuses **18** kühl und minimiert die Verweilzeit des Fluids in dem Injektor.

[0040] Wenn der Ventilstößel **26** aus der geschlossenen Stellung, wie sie in **Fig.** 2 gezeigt ist, in eine offene Stellung bewegt wird, wird das Stößelende **28** aus dem dichtenden Eingriff mit dem Sitz **24** wegbewegt. Dieser Vorgang öffnet die Öffnung **22** und erlaubt zumindest einem der Teil des zirkulierenden Fluids, durch die Öffnung und in die Abgasleitung **4** ausgetrieben zu werden. Um das Öffnen und Schließen der Öffnung zu bewirken, sind Betätigungsmittel vorgesehen, vorzugsweise in der Form eines Solenoids **38**, das oben auf dem Ventilgehäuse **18** befestigt ist. Das Solenoid **38** besitzt einen Anker **40**, der mit dem Ventilstößel **26** verbunden ist. Wenn das Solenoid von Strom durchflossen wird, wird der Anker **40** nach oben gezogen, wodurch der Ventilstößel **26** innerhalb der Kammer **20** von der geschlossenen Stellung zu der offenen Stellung gleitet. Das Solenoid würde z. B. stromführend in Reaktion auf ein Signal **14** (siehe **Fig.** 1) von der zentralen Prozessoreinheit **8**, die auf der Basis von Sensoreingangssignalen **13** und ihren vorprogrammierten Algorithmen entscheidet, wann Reagenz für effektive selektive katalytische Reduktion von NOx-Emissionen in dem Abgasstrom benötigt wird.

[0041] Wie in **Fig.** 2 zu sehen ist, ist der Ventilstößel **26** in der geschlossenen Stellung durch ein Vorspannteil vorgespannt, welches vorzugsweise in der Form einer koaxial um den Ventilstößel **26** angeordneten Spiralfeder **42** gegeben ist. Der Ventilstößel besitzt eine Schulter **44**, die als ein unterer Federsitz dient, gegen den die Feder drücken kann, um den Ventilstößel vorzuspannen. Eine obere Platte **46** ist an dem Ventilgehäuse **18** befestigt und dient als der obere Federsitz und auch als ein Anschlag, um die aufwärts gerichtete Bewegung des Ventilstößels zu begrenzen.

[0042] Die Feder **42** ist innerhalb einer Federkammer **48** angeordnet, die von der Kammer **20** durch eine Dichtung **50** isoliert ist. Die Dichtung **50** ist vorzugsweise aus kohlenstoffverstärktem Teflon® oder glasverstärktem Teflon® hergestellt und hindert irgendein korrosives Reagenz daran, in die Federkammer einzutreten und möglicherweise die Feder und das Solenoid anzugreifen oder zu beschmutzen.

[0043] Der Injektor **10** ist an der Abgasleitung **4** mittels einer Muffe **52** befestigt, die an einer Öffnung in der Leitung durch eine Schweißkonstruktion **54** angeschweißt ist. Vorzugsweise hat das Ventilgehäuse **18** äußere Gewinde **19**, die passend in Eingriff sind mit inneren Gewinden **53** in der Muffe **52**, um den Injektor an der Muffe anzubringen. Um den auf Wärmeleitung beruhenden Wärmetransport zwischen der Muffe und dem Ventilgehäuse zu minimieren, sind die äußeren Gewinde **19** nicht kontinuierlich um den Umfang des Ventilgehäuses **18** herum, sondern unterbrochen oder diskontinuierlich, wie in **Fig.** 3 gezeigt ist. Vorzugsweise ist die Gewindekontaktfläche minimiert, indem intermittierende Gewindebögen gegenüberliegend von Winkeln in der Größe von 20° umfangsmäßig um das Ventilgehäuse **18** herum angeordnet sind, wobei flache Bereiche **21** zwischen jedem Gewindebogen angeordnet sind. Die flachen Bereiche haben eine quer über den flachen Bereich verlaufende Abmessung, die geringer ist als der Kerndurchmesser des Gewindes auf dem Ventilgehäuse **18**, und gelangen daher nicht in Kontakt mit der Muffe **52**.

[0044] In der gezeigten Konfiguration werden heiße Abgase innerhalb der Leitung durch die Positionierung eines Hitzeschildes **56** zwischen dem Ventilgehäuse und den Abgasen daran gehindert, direkt auf das Ventilgehäuse **18** zu treffen. Der Hitzeschild **56** weist eine äußere Metallplatte **58** und eine Schicht aus isolierendem Material in der Form einer thermischen Dichtung **60** auf, die zwischen der äußeren Platte **58** und dem Ventilgehäuse **18** angeordnet ist. Vorzugsweise ist die äußere Platte **58** aus nichtrostendem Stahl hergestellt, um der korrosiven Umgebung innerhalb der Abgasleitung standzuhalten. Die Dichtung **60** ist vorzugsweise aus einem flexiblen Graphitfolienmaterial hergestellt, dessen geringe thermische Leitfähigkeit dazu dient, das Ventilgehäuse **18** von der äußeren Platte **58** zu isolieren, wobei der auf Wärmeleitung beruhende Wärmetransport zu dem Injektor reduziert wird und dadurch geholfen wird, das in dem Ventil zirkulierende Fluid kühl zu halten.

[0045] Der Hitzeschild **56** umgibt die Öffnung **22** und besitzt ein Fenster **62**, das sich sowohl durch die äußere Platte als auch die isolierende thermische Dichtung hindurch erstreckt und aus dem Injektor ausgetriebenem Fluid ermöglicht, durch den Hitzeschild hindurch und in die Leitung zu gelangen. Der

Hitzeschild hat eine im Wesentlichen ebene Fläche, die vorzugsweise senkrecht zu dem aus dem Injektor ausgetriebenen Fluidstrahl ist.

[0046] Weiterer thermischer Schutz für den Injektor ist durch einen Strahlungswärmereflektor **70** gegeben, der in **Fig.** 2 auf die Kante gesehen dargestellt ist. Der Reflektor **70** ist vorzugsweise eine runde Scheibe aus blankem Aluminium mit einem äußeren Durchmesser von solch einem ausreichenden Ausmaß, dass die Fläche **70a** der Scheibe den Strahlungswärmetransport von der Abgasleitung **4** zu Teilen des Injektors, die eine direkte Sichtlinie zu der Leitung aufweisen, blockiert. Der Reflektor weist ein zentral positioniertes Fenster **72** auf, das um das Ventilgehäuse **18** herum passt und auf der Muffe **52** sitzt, um den Reflektor zwischen den exponierten Teilen des Injektors und der Leitung **4** zu befestigen. Der Reflektor **70** ist in seiner Position durch eine Mutter **74** gehalten, die auf das Ventilgehäuse **18** geschraubt ist.

[0047] Es ist wünschenswert, den Einspritzdruck relativ gering zu halten, um zu verhindern, dass der Fluidstrahl- oder kegel des Injektors übermäßig in den Abgasstrom eindringt und auf der Seitenwand der Leitung auftrifft. Einspritzdrücke in einem Bereich von 0,21 bis 0,69 MPa (30 bis 100 psi) haben sich herausgestellt, ein übermäßiges Eindringen zu verhindern. Ein Einspritzdruck von 0,46 MPa (67 psi) wird für den erfindungsgemäßen Injektor bevorzugt.

[0048] Jedoch könnten geringere Einspritzdrücke das eingespritzte Fluid nicht zu einer ausreichend feinen Größe für eine effektive katalytische Reduzierung des NOx zerstäuben. Um Dispersion und Zerstäubung des Fluids innerhalb der Leitung zu unterstützen und dennoch Einspritzdrücke, die sinnvollerweise gering sind, zu erhalten, ist ein Zerstäubungshaken **64** vorgesehen. Ein Vorteil der Erfindung ist, dass kein Sekundärzerstäubungsfluid erforderlich ist.

[0049] Der Haken **64** ist an dem Ventil befestigt, vorzugsweise an der Metallplatte **58** des Hitzeschildes **56**, wie in **Fig.** 2 zu sehen ist. Vorzugsweise ist der Haken aus nichtrostendem Stahl hergestellt, um der korrosiven Umgebung innerhalb der Abgasleitung zu widerstehen. Die Befestigung des Hakens an dem Hitzeschild dient dazu, den Haken thermisch von dem Ventilgehäuse **18** zu isolieren. Weil der Haken sich in den Abgasstrom erstreckt, ist er heiß, und da er aus Metall ist, neigt er dazu, Wärme leicht zu leiten. Indem jedoch der Haken an dem Hitzeschild befestigt ist, wird durch den Haken geleitete Wärme durch die thermische Dichtung **60** blockiert, und Wärmeübertragung von dem Haken zu dem Ventilgehäuse wird aufgrund dieser bevorzugten Befestigung des Hakens **64** minimiert.

[0050] Der Haken **64** weist eine Endfläche **66** auf, die beabstandet und ausgerichtet zu der Öffnung **22** angeordnet ist. Wenn der Ventilstößel **26** in seine offene Stellung durch das Solenoid **38** betätigt wird und somit Fluid mit einem vorbestimmten Druck aus der Öffnung **22** ausgetrieben wird, trifft der Fluidstrahl auf die Endfläche **66**. Dieses Auftreffen verursacht weitere Zerstäubung des Fluids. Die Dispersionscharakteristika des Fluids sind eine Funktion der Form der Endfläche, die auf eine spezielle Größe und Form des Abgasstroms abgestimmt ist, um eine maximale Dispersion und ein Eindringen des Fluids ohne Überpenetration zu gewährleisten.

[0051] Ein Injektor, bei dem kritische Ventilkomponenten direkt durch zirkulierendes Fluid gemäß der Erfindung gekühlt werden, stellt eine Komponente für ein Schadstoffkontrollsystem dar, welches ermöglicht, dass ein korrosives und wärmeempfindliches Reagenz, wie z. B. wässriger Harnstoff, effektiv verwendet wird, um NOx-Emissionen zu reduzieren und dadurch schließlich größere Treibstoffausnutzung zu erreichen, ohne die nachteiligen Effekte erhöhter unerwünschter Emissionen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Einspritzen eines Strahls eines flüssigen Reagenzes (**7**) in zerstäubter Form in eine Abgasanlage mit einer Abgasleitung (**4**), die heiße Gase (**16**) enthält, und einem einen Katalysator enthaltenden Reaktor (**5**), wobei der Reaktor (**5**) in Strömungsverbindung mit der Abgasleitung (**4**) ist und wobei die Vorrichtung aufweist:
ein Reservoir (**6**), das das flüssige Reagenz (**7**) enthält;
ein Ventil (**18**, **26**), das an der Leitung (**4**) befestigt ist und eine Öffnung (**22**) hat, die eine Strömungsverbindung zwischen dem Ventil (**18**, **26**) und der Leitung (**4**) liefert;
eine Hinleitung (**9**), die sich zwischen dem Reservoir (**6**) und dem Ventil (**18**, **26**) erstreckt, um das flüssige Reagenz (**7**) zu dem Ventil (**18**, **26**) zur Einspritzung zu führen;
einen Einlass (**34**), der in dem Ventil (**18**, **26**) angeordnet und in Strömungsverbindung mit der Hinleitung (**9**) ist;
gekennzeichnet durch eine Rückleitung (**12**), die sich zwischen dem Reservoir (**6**) und dem Ventil (**18**, **26**) erstreckt, um das flüssige Reagenz (**7**) von dem Ventil (**18**, **26**) zu dem Reservoir (**6**) zurückzuführen;
Mittel (**11**) zum Zirkulieren (**7a**) des flüssigen Reagenzes (**7**) von dem Reservoir (**6**) durch das Ventil (**18**, **26**) mit einem vorbestimmten Druck;
den Einlass (**34**), der das Reagenz (**7**) zu einem der Öffnung (**22**) benachbarten Bereich des Ventils führt;
einen Auslass (**36**), der in dem Ventil (**18**, **26**) angeordnet und in Strömungsverbindung mit der Rückleitung (**12**) ist, wobei der Auslass (**36**) für die Entfernung des Reagenzes (**7**) aus dem zu der Öffnung (**22**) benachbarten Bereich des Ventils (**18**, **26**) sorgt;

und
Mittel (**38**) zum Betätigen des Ventils (**18**, **26**) zwischen einer offenen Stellung, in der die Öffnung (**22**) geöffnet ist und wenigstens ein Teil des durch das Ventil (**18**, **26**) zirkulierenden flüssigen Reagenzes (**7**) durch die Öffnung (**22**) in die Leitung (**4**) mit dem vorbestimmten Druck ausgetrieben wird, und einer geschlossenen Stellung, in der die Öffnung (**22**) mittels des Ventils (**18**, **26**) geschlossen ist, wobei die Zirkulationsmittel (**11**) für die Zirkulation der Flüssigkeit (**7**) unabhängig von der Stellung des Ventils (**18**, **26**) sorgen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Ventil (**18**, **26**) aus nichtrostendem Stahl hergestellt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der vorbestimmte Druck zwischen 30 psi (0,21 MPa) und 100 psi (0,69 MPa) liegt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der vorbestimmte Druck zwischen 60 psi (0,42 MPa) und 75 psi (0,52 MPa) liegt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der der vorbestimmte Druck ungefähr 67 psi (0,46 MPa) beträgt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner einen an dem Ventil (**18**, **26**) befestigten und die Öffnung (**22**) umgebenden Hitzeschild (**56**) aufweist, wobei der Hitzeschild (**56**) eine im Wesentlichen ebene Fläche aufweist, die senkrecht zu dem Strahl des flüssigen Reagenzes (**7**) orientiert ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, welche ferner einen Strahlungswärmereflektor (**70**) mit einer zwischen der Abgasleitung (**4**) und dem Injektor (**10**) positionierten Fläche (**70a**) zum Blockieren von Strahlungswärme von der Abgasleitung (**4**) aufweist.

8. Verfahren zum Reduzieren von Emissionen von Oxiden von Stickstoff aus einem Verbrennungsprozess, wobei ein temperaturempfindliches flüssiges Reagenz (**7**) in einen Strom von Abgasen (**16**) aus dem Verbrennungsprozess eingespritzt wird und die Abgase (**16**) und das Reagenz (**7**) durch einen katalytischen Reaktor (**5**), der die Oxide von Stickstoff in der Anwesenheit des Reagenzes (**7**) reduziert, geführt werden, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
Zur-Verfügung-Stellen eines Injektors (**10**) mit einer Öffnung (**22**) zum Zerstäuben des flüssigen Reagenzes (**7**);
Positionieren eines Abschnitts des Injektors (**10**) mit der Öffnung (**22**) innerhalb des Stroms von Abgasen (**16**);
gekennzeichnet durch Kühlen des Injektors (**10**), indem das Reagenz (**7**) kontinuierlich durch diesen hindurch und zwischen einem das flüssige Reagenz (**7**) enthaltenden Reservoir (**6**) zirkuliert wird, wodurch sowohl der Injektor (**10**) als auch das Reagenz (**7**) in dem Injektor (**10**) unterhalb einer Temperatur, bei der das Reagenz (**7**) festwird, gehalten werden; und
Einspritzen eines Teils des Reagenzes (**7**) in den Abgasstrom (**16**) stromaufwärts von dem Reaktor (**5**).

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das Reagenz (**7**) eine wässrige Harnstofflösung ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Harnstoff eine Konzentration zwischen 25% und 35% besitzt.

11. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Verbrennungsprozess in einer Verbrennungskraftmaschine (**3**) stattfindet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Maschine (**3**) eine Dieselmaschine ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

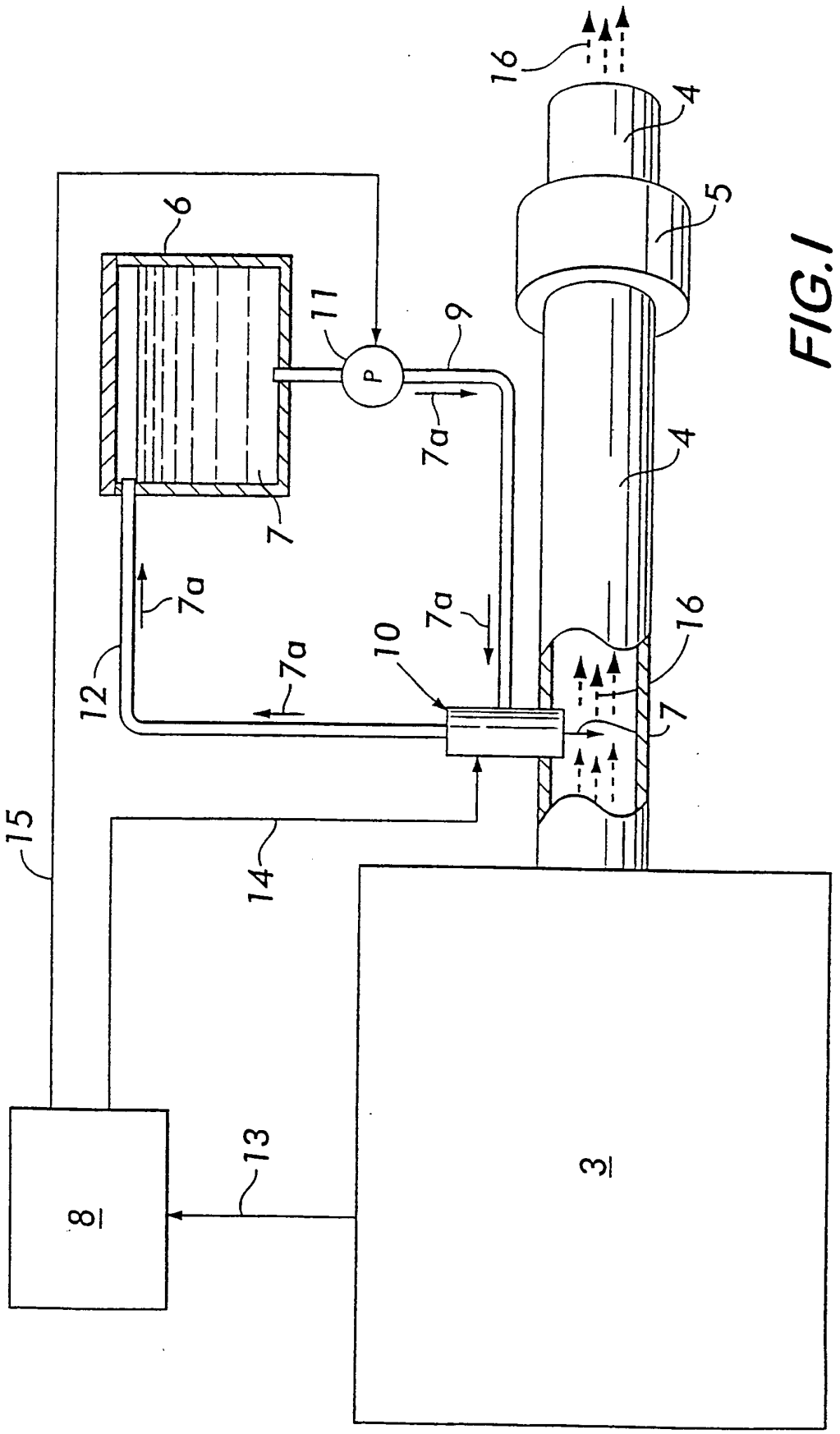


FIG.1

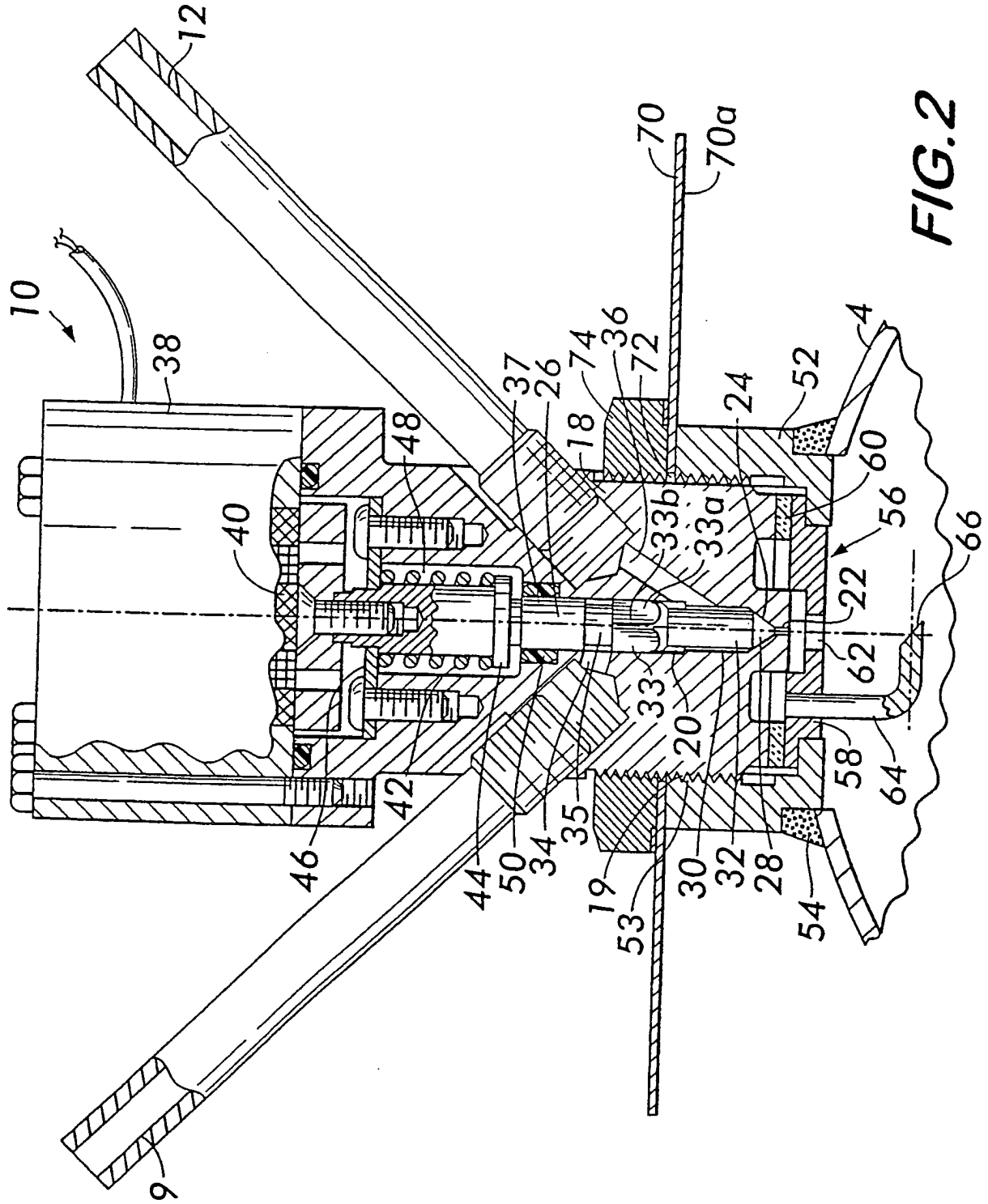

12
70
70a
10
38
37
26
74
36
72
18
24
52
4
48
60
56
40
33b
33a
66
22
62
33
20
58
64
42
46
44
50
34
35
19
53
30
32
28
54
9

FIG.2

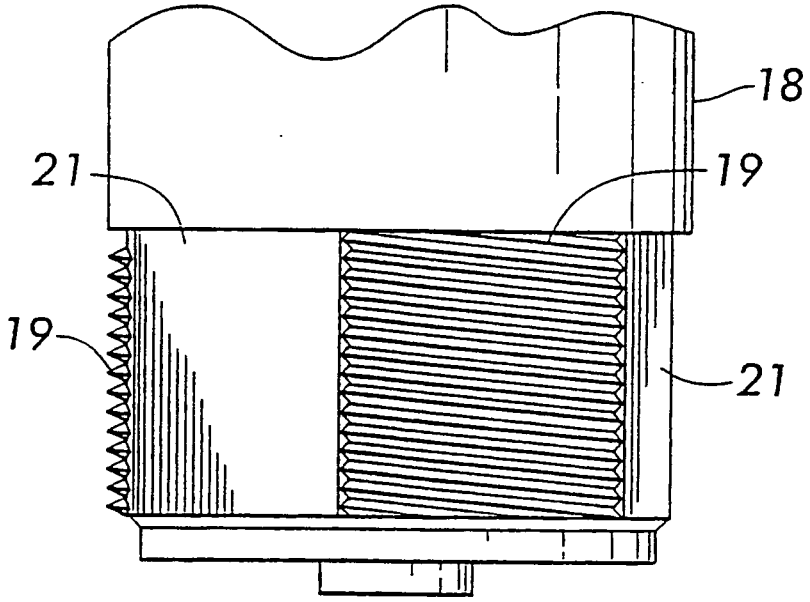


FIG.3