



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 018 945 A1** 2009.10.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 018 945.6**

(22) Anmeldetag: **15.04.2008**

(43) Offenlegungstag: **22.10.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F01N 3/10** (2006.01)

(71) Anmelder:

**J. Eberspächer GmbH & Co. KG, 73730 Esslingen,
 DE**

(74) Vertreter:

Diehl & Partner GbR, 80333 München

(72) Erfinder:

Sonnenhol, Gerd, 59846 Sundern, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 10 2004 050022 A1

DE 103 24 009 A1

EP 17 41 887 A1

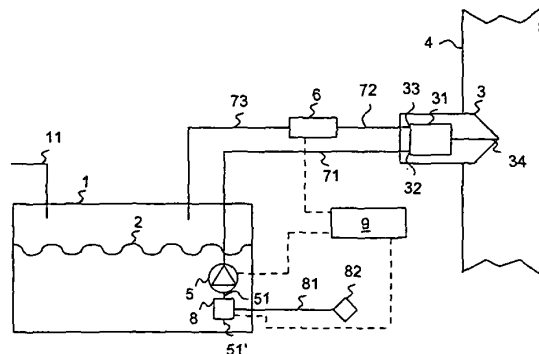
US 2007/02 66 697 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom, insbesondere in Verbindung mit einer Abgasreinigungseinrichtung für Kraftfahrzeuge. Das System weist einen Tank (1) für ein Reduktionsmittel (2), eine Düse (3) zum Einspritzen von Reduktionsmittel (2) in den Abgasstrom (4), eine Pumpe (5) mit einer Einlassseite (51) und einer Auslassseite (52) zum Pumpen des Reduktionsmittels (2), ein von dem Reduktionsmittel durchströmtes schaltbares Ventil (6) und eine Steuerung (9), um das Ventil (6) zu steuern, auf. Dabei weist die Düse (3) eine Düsenkammer (31) mit einer Zuführöffnung (32), einer Rückführöffnung (33) und einer Düsenmündung (34) auf, und ist die Düsenmündung (34) im Abgasstrom (4) anordenbar. Weiter sind der Tank (1), die Einlassseite (51) der Pumpe (5), die Auslassseite (52) der Pumpe (5), die Zuführöffnung (32) der Düse (3), die Rückführöffnung (33) der Düse (3), das Ventil (6) und der Tank (1) in Förderrichtung der Pumpe (5) nacheinander angeordnet und bilden so einen Kreislauf für das Reduktionsmittel (2). Das schaltbare Ventil (6) ist durch die Steuerung (9) mit einer vorgebbaren Frequenz ($1(T_0+T_1)$) und vorgebbaren Impulsdauer (T_1) schaltbar, wobei die Frequenz mindestens 1/6 Hz beträgt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom, insbesondere in Verbindung mit einer Abgasreinigungseinrichtung für Kraftfahrzeuge.

[0002] Im Abgas von Abgasen von Feuerungsanlagen, Müllverbrennungsanlagen, Gasturbinen, Industrieanlagen und Motoren sind häufig Stickoxide NO_x enthalten. Stickoxide treten bei der thermischen Verwertung von festen, gasförmigen und flüssigen natürlichen und fossilen Brennstoffen wie beispielsweise Kohle, Gas, Öl und Holz auf. Stickoxide sind insbesondere im Abgas von Verbrennungsmotoren für Kraftfahrzeuge und Nutzfahrzeuge enthalten. Besonders hoch ist der Anteil von Stickoxiden im Abgas von dieselbetriebenen Verbrennungsmotoren.

[0003] Stickoxide stehen im Verdacht, die menschlichen Atmungsorgane zu reizen oder zu schädigen (insbesondere Stickstoffdioxid). Weiter werden Stickoxide mit der Entstehung des "Sauren Regens" infolge von Bildung von Salpetersäure (HNO_3) durch Reaktion von ($2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$) oder durch Aufnahme von N_2O_5 in Aerosolpartikel und nachfolgender Bildung von NO_3^- in flüssiger Phase in Verbindung gebracht. Weiter gelten Stickoxide als an der Bildung von Smog und Ozon (unter Einfluss von UV-Strahlung) beteiligt.

[0004] In der Folge werden verstärkt Anstrengungen unternommen, den Gehalt von Stickoxiden im Abgas zu reduzieren. Hierfür wurde vorgeschlagen, ein ungiftiges Reduktionsmittel aus Wasser und Harnstoff präzise dosiert in den (noch heißen) Abgasstrom einzuspritzen. Es entsteht Ammoniak, der mit den Stickoxiden in einem der Einspritzung entlang des Abgasstroms nachgeschalteten SCR-Katalysator (SCR = selective catalytic reduction = Selektive katalytische Reduktion) zu harmlosem Stickstoff und Wasser reagiert. Die Einspritzung des Reduktionsmittels kann dabei mit Druckluft vermischt oder direkt in flüssiger Form erfolgen. Die direkte Verwendung von Ammoniak als Reduktionsmittel anstelle von Harnstoff ist theoretisch möglich, aufgrund der ätzenden, umweltgefährdenden und giftigen Eigenschaft von Ammoniak jedoch nachteilig.

[0005] Aufgrund der nachteiligen Eigenschaften des entstehenden Ammoniaks erfolgt die Einspritzung des Reduktionsmittels in den Abgasstrom dosiert, um sicherzustellen, dass das Ammoniak im SCR-Katalysator vollständig umgewandelt werden kann. Die einzuspritzende Menge des Reduktionsmittels hängt insbesondere von der Abgasmenge und Zusammensetzung ab. Die entsprechenden Eingangsgrößen für die Dosierung können über entsprechende Sensoren im Abgasstrom auf bekannte Weise gewonnen oder direkt durch eine Motorsteuerung bereitgestellt wer-

den. Dabei kann durch die Motorsteuerung insbesondere eine gewünschte Menge an Reduktionsmittel vorgegeben werden.

[0006] Für die Dosierung des Reduktionsmittels wurde vorgeschlagen, das Reduktionsmittel aus einem Tank mittels einer Pumpe unter hohem Druck einer elektrisch geschalteten Düse zuzuführen, welche Düse im Abgasstrom angeordnet ist. Die Anordnung der Düse im Abgasstrom ist jedoch problematisch, da die Düse hohen Temperaturen des Abgases ausgesetzt ist. Weiter sind elektrisch geschaltete Düsen verglichen mit rein mechanischen Düsen relativ teuer und störungsanfällig.

[0007] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind daher darauf gerichtet, ein System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom bereitzustellen, welches einen besonders einfachen und robusten Aufbau aufweist und gleichwohl eine präzise Dosierung von Reduktionsmittel in einem Abgasstrom ermöglicht.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist ein System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom einen Tank für ein insbesondere flüssiges Reduktionsmittel, eine Düse zum Einspritzen von Reduktionsmittel in den Abgasstrom, eine Pumpe mit einer Einlassseite und einer Auslassseite zum Pumpen des Reduktionsmittels, ein von dem Reduktionsmittel durchströmtes schaltbares Ventil und eine Steuerung zum Steuern des Ventils auf. Die Steuerung kann beispielsweise separat von dem Ventil ausgebildet und mit dem Ventil verbunden oder in das Ventil integriert sein. Alternativ kann die Steuerung beispielsweise auch in die Pumpe oder die Motorsteuerung integriert sein. Das Ventil dient dazu, die Menge des über die Düse in den Abgasstrom ausgegebenen Reduktionsmittels zu steuern. Dabei weist die Düse eine Düsenkammer mit einer Zuführöffnung, einer Rückführöffnung und einer Düsenmündung auf. Somit ist die Düsenkammer mit der Zuführöffnung, der Rückführöffnung und der Düsenmündung verbunden, und weist somit wenigstens drei Ein- bzw. Ausgänge auf. Die Düsenmündung ist im Abgasstrom anordenbar. Dabei erfolgt die Anordnung insbesondere so, dass die Düsenmündung entlang einer Strömungsrichtung des Abgases vor einem SCR-Katalysatorelement angeordnet ist. Der Tank, die Einlassseite der Pumpe, die Auslassseite der Pumpe, die Zuführöffnung der Düse, die Rückführöffnung der Düse, das Ventil und der Tank sind in Förderrichtung der Pumpe nacheinander angeordnet, und bilden so einen Kreislauf für das Reduktionsmittel. Anders ausgedrückt ist die Einlassseite der Pumpe (beispielsweise über eine Leitung für das Reduktionsmittel) mit dem Tank für das Reduktionsmittel und eine Auslassseite der Pumpe (beispielsweise über eine Leitung für das Reduktionsmittel) mit der Düse zum Einspritzen des Re-

duktionsmittels verbunden, um der Düse das Reduktionsmittel aus dem Tank zuzuführen. Die Zuführöffnung der Düse ist mit der Pumpe und die Rückführöffnung der Düse ist über das schaltbare Ventil mit dem Tank verbunden. Das schaltbare Ventil ist durch die Steuerung mit einer vorgebbaren Frequenz und vorgebbaren Impulsdauer schaltbar ist, wobei die Frequenz mindestens $1/6$ Hz beträgt. Ein derartiges System eignet sich insbesondere in Verbindung mit einer Abgasreinigungseinrichtung für Kraftfahrzeuge.

[0009] Somit weist das System einen Kreislauf für das Reduktionsmittel auf, welcher mittels entsprechender Leitungen für das Reduktionsmittel ausgehend von dem Tank über die Pumpe, die Zuführöffnung und Auslassöffnung der Düse und das schaltbare Ventil zurück zum Tank geschlossen ist. Infolge der von der Pumpe geleisteten Arbeit und Reibungsverlusten steht das Reduktionsmittel zwischen der Pumpe und dem schaltbaren Ventil unter einem gewissen Druck. Bei Betätigung des schaltbaren Ventils durch die Steuerung kommt es insbesondere in der Düsenkammer zu Druckschwankungen, wodurch die Ausgabe des Reduktionsmittels aus der Düsenkammer über die Düsenmündung in einen Abgasstrom gesteuert wird.

[0010] Dabei ist das schaltbare Ventil durch die Steuerung mit einer vorgebbaren Frequenz und vorgebbaren Impulsdauer schaltbar. Die Menge des durch die Düsenmündung der Düse in den Abgasstrom abgegebenen Reduktionsmittels hängt dann von der Frequenz und der Impulsdauer der Schaltung des schaltbaren Ventils ab. Dabei wird unter Impulsdauer die Dauer der Öffnung des Ventils und unter Frequenz der zeitliche Abstand zwischen den Impulsen und damit zwischen den gleichnamigen Vorgängen des Ventils (Abstand zwischen zwei Öffnungs- oder Schließvorgängen) verstanden. Somit kann jeder Impuls eine festgelegte Dauer haben, wobei über die Düsenmündung der Düse in jedem Impuls für eine gewisse Dauer Reduktionsmittel in den Abgasstrom ausgegeben wird. Alternativ kann auch die Dauer einer Drucksenkung in einer Leitung für das Reduktionsmittel zwischen der Düse und dem schaltbaren Ventil der Öffnungszeit der Düse entsprechen. Die Frequenz und Impulsdauer können beispielsweise in Abhängigkeit von einer Länge und Druckfestigkeit einer Verbindungsleitung für das Reduktionsmittel zwischen der Rückführöffnung der Düse und dem Ventil sowie dem Volumen der Düsenkammer geeignet gewählt sein. Infolge der Schaltung des Ventils kommt es zu Schwankungen des Drucks des Reduktionsmittels, wobei die Druckschwankungen kurzzeitig den durch die Pumpe bereitgestellten Pumpdruck übersteigen können.

[0011] Indem die Dosierung des in den Abgasstrom auszugebenden Reduktionsmittels mittels eines in der Rücklaufleitung zwischen Düse und Tank ange-

ordneten schaltbaren Ventils erfolgt, kann eine Düse mit besonders einfachem Aufbau verwendet werden. Insbesondere kann auf die Verwendung einer elektrisch geschalteten Düse zugunsten einer rein mechanischen Düse verzichtet werden.

[0012] Indem zur Dosierung des Reduktionsmittels ein schaltbares Ventil verwendet wird, welches in Förderrichtung der Pumpe hinter der Düse angeordnet ist, hat die Art und Länge der Verbindungsleitung für das Reduktionsmittel von der Pumpe zur Düse keinen Einfluss auf die durch das schaltbare Ventil bewirkte Dosiermenge. Dies ist besonders vorteilhaft, da es zwar häufig möglich ist, das schaltbare Ventil in der Nähe der Düse anzuordnen, die Pumpe und der Tank für das Reduktionsmittel jedoch häufig mit Abstand von der Düse angeordnet werden müssen. Indem die Dosiermengenbestimmung am Ort der Einspritzung des Reduktionsmittels erfolgt, ergibt sich auch ein gutes Spraybild der Einspritzung. Weiter ist bei Bedarf eine aktive Kühlung der Düse möglich.

[0013] Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform beträgt die Frequenz der Schaltdauer des schaltbaren Ventils zwischen 1 Hz und 100 Hz und insbesondere zwischen 30 Hz und 70 Hz. Die Frequenz kann beispielsweise insbesondere 50 Hz betragen. Weiter beträgt gemäß einer beispielhaften Ausführungsform die Impulsdauer des Ventils zwischen 1 ms und 1000 ms und insbesondere zwischen 10 ms und 100 ms.

[0014] Um zu gewährleisten, dass nur bei einer Schaltung des schaltbaren Ventils eine nennenswerte Ausgabe von Reduktionsmittel in den Abgasstrom erfolgt, ist die Düse gemäß einer Ausführungsform so ausgestattet, dass der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel zwischen Zuführöffnung und Rückführöffnung der Düse um wenigstens 50% und bevorzugt um wenigstens 80% und weiter bevorzugt um wenigstens 90% geringer ist, als der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel zwischen Zuführöffnung und Düsenmündung. Bei geöffnetem Ventil führt dies dazu, dass das Reduktionsmittel im Wesentlichen nur zwischen Zuführöffnung und Rückführöffnung der Düse strömt und somit nur wenig Reduktionsmittel durch die Düsenmündung ausgegeben wird.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform beträgt ein Verhältnis des Durchmessers von wenigstens einem, der Zuführöffnung und/oder Rückführöffnung der Düse, zum Durchmesser der Düsenmündung wenigstens 2:1 und bevorzugt wenigstens 5:1 und weiter bevorzugt wenigstens 10:1. In der Folge sind die Durchmesser der Zuführöffnung und/oder Rückführöffnung deutlich größer als der Durchmesser der Düsenmündung. Auch diese Maßnahme gewährleistet, dass im Wesentlichen nur bei einer Schal-

tung des schaltbaren Ventils eine nennenswerte Menge von Reduktionsmittel aus der Düsenmündung in den Abgasstrom ausgegeben wird.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform ist die Düsenmündung durch ein insbesondere rein mechanisches Druckzuschaltventil verschlossen. Weiter sind die Pumpe und die Düse so konfiguriert, dass der (insbesondere nominale) Pumpdruck der Pumpe niedriger als ein vorgegebener Schwellendruck ist, der eine Öffnung des Druckzuschaltventils der Düse bewirkt. Der Schwellendruck kann beispielsweise zwischen 6 bar und 14 bar und insbesondere zwischen 8 bar und 12 bar und insbesondere 10 bar betragen.

[0017] In der Folge ist sichergestellt, dass aufgrund des Pumpdrucks alleine über die Düsenmündung noch keine Ausgabe von Reduktionsmittel in den Abgasstrom erfolgt. Eine Abgabe von Reduktionsmittel über die Düsenmündung in den Abgasstrom erfolgt dann nur, wenn es in Folge einer Schaltung des Ventils zu einem Überschwingen und damit einer Überhöhung des Drucks des Reduktionsmittels in der Düsenkammer kommt. Dabei sind das Druckzuschaltventil und die Pumpe jeweils so auszulegen, dass der Schwellendruck niedriger als der Druck ist, der infolge einer Schaltung des schaltbaren Ventils als Drucküberhöhung in der Düsenkammer auftritt.

[0018] Unter einem Druckzuschaltventil wird dabei ein Ventil verstanden, das die Düsenmündung solange absperrt, bis in der Düsenkammer ein vorgegebener Druck erreicht ist. Ist der vorgegebene Druck erreicht, öffnet das Ventil und das Reduktionsmittel fließt im Wesentlichen ungehindert durch das Ventil. Das Druckzuschaltventil schließt automatisch, sobald der Innendruck in der Düsenkammer den Schwellendruck wieder unterschreitet. Anstelle des Druckzuschaltventils kann auch ein Druckbegrenzungsmittel mit den vorstehenden Eigenschaften verwendet werden.

[0019] Beispielsweise kann es sich bei dem Druckzuschaltventil um ein federbeaufschlagtes Nadelventil handeln, und der Schwellendruck wenigstens 6 bar und insbesondere wenigstens 8 bar und weiter insbesondere 10 bar betragen.

[0020] Um eine effektive Kühlung der Düse zu ermöglichen, sind die Pumpe, die Düse, das schaltbare Ventil und die Steuerung gemäß einer Ausführungsform so ausgebildet, dass eine über die Zuführöffnung und Rückführöffnung der Düse pro Zeiteinheit umgewälzte Menge an Reduktionsmittel wenigstens dem 2-fachen und insbesondere wenigstens dem 10-fachen und weiter insbesondere wenigstens dem 20-fachen der in der gleichen Zeiteinheit über die Düsenmündung ausgegebenen Menge an Reduktionsmittel entspricht. In dem ein Mehrfaches an Redukti-

onsmittel über die Düse umgewälzt wird, als von der Düse in den Abgasstrom ausgegeben wird, wird eine effektive Kühlung der Düse mittels des umgewälzten Reduktionsmittels sichergestellt. Dies erlaubt ein Einsetzen der Düse auch bei sehr hohen Umgebungstemperaturen und insbesondere Abgastemperaturen.

[0021] Gemäß einer Ausführungsform ist zwischen wenigstens einem der Pumpe und der Zuführöffnung der Düse oder zwischen der Rückführöffnung der Düse und dem schaltbaren Ventil jeweils eine Druckleitung zum Führen des Reduktionsmittels angeordnet. Dabei ist die Druckleitung gemäß einer Ausführungsform gegenüber einem Druck von bis zu 10 bar und insbesondere bis zu 15 bar druckfest. Dabei wird unter druckfest verstanden, dass sich das Innenvolumen der Druckleitung bei Beaufschlagung mit dem genannten Druck um weniger als 5% und bevorzugt um weniger als 3% und insbesondere bevorzugt um weniger als 1% verändert.

[0022] Um eine Beschädigung des Systems infolge einer Volumenvergrößerung des Reduktionsmittels bei einem Einfrieren zu verhindern, kann zwischen dem Tank und der Pumpe und/oder der Zuführöffnung der Düse und der Pumpe und/oder der Rückführöffnung der Düse und dem schaltbaren Ventil und/oder dem schaltbaren Ventil und dem Tank eine Leitung zum Führen des Reduktionsmittels aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk angeordnet sein. Dieses auch als EPDM bezeichnete Elastomer weist eine hohe thermische und chemische Beständigkeit sowie hohe Elastizität auf. In der Folge kann das Reduktionsmittel auch bei einer Volumenvergrößerung sicher ohne Beschädigung des Systems aufgenommen werden.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform ist die Pumpe im Tank angeordnet. Hierdurch werden mögliche Ansaugprobleme des Reduktionsmittels vermieden.

[0024] Gemäß einer Ausführungsform stellt die Pumpe einen (insbesondere nominellen) Pumpdruck von zwischen 2 bar und 20 bar und insbesondere von zwischen 6 bar und 14 bar und weiter insbesondere von zwischen 8 bar und 12 bar sowie eine Förderleistung von zwischen 1 l/h und 20 l/h und insbesondere von zwischen 2 l/h und 10 l/h und weiter insbesondere von zwischen 4 l/h und 6 l/h bereit.

[0025] Als Pumpe kann beispielsweise eine Rotationskolbenpumpe oder eine Kreiselpumpe verwendet werden.

[0026] Die Pumpe und die Düse sind gemäß einer Ausführungsform so konfiguriert, dass ein Druck an der Düsenmündung bei der Ausgabe von Reduktionsmittel zwischen 6 bar und 14 bar und insbesondere zwischen 8 bar und 12 bar beträgt.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform ist weiter eine über ein schaltbares Luftventil mit der Saugseite der Pumpe verbundene Luftleitung vorgesehen. Dabei kann die Steuerung mit dem Luftventil verbunden und ausgebildet sein, dieses zu betätigen. Mittels der Luftleitung ist es möglich, anstatt des Reduktionsmittels Luft durch den Kreislauf zwischen dem Tank und der Düse und zurück von der Düse über das schaltbare Ventil zu dem Tank zu blasen. Auch hierdurch kann ein Einfrieren des Systems verhindert werden, da es möglich ist, das Reduktionsmittel aus den Leitungen und der Düse zu entfernen. Beispielsweise kann die Steuerung ausgebildet sein, vor jedem Abschalten des Systems die Pumpe und das Luftventil so zu steuern, dass das Reduktionsmittel aus dem System geblasen wird. Weiter ist es durch das Einblasen von Luft möglich, die Düsenmündung der Düse zu reinigen.

[0028] Gemäß einer Ausführungsform ist die Pumpe mit der Steuerung verbunden, und wird durch diese gesteuert. Weiter kann die Steuerung ausgebildet sein, die Pumpe so zu steuern, dass die Düse kontinuierlich mit Pumpdruck beaufschlagt wird.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Reduktionsmittel um ein Ammoniak freisetzendes Reduktionsmittel und insbesondere Harnstoff. Dabei kann der Harnstoff mit Wasser versetzt sein.

[0030] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist im Abgasstrom stromabwärts der Düsenmündung ein SCR-Katalysatorelement und damit ein Katalysatorelement für selektive katalytische Reduktion angeordnet.

[0031] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Dabei werden, soweit möglich, gleiche Bezugszeichen verwendet, um auf gleiche oder ähnliche Elemente zu verweisen. Dabei zeigt:

[0032] [Fig. 1](#) schematisch ein System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0033] [Fig. 2A](#) eine erste Ausführungsform einer Düse, welche in dem System nach [Fig. 1](#) verwendet werden kann;

[0034] [Fig. 2B](#) eine zweite Ausführungsart einer Düse, welche im System aus [Fig. 1](#) verwendet werden kann; und

[0035] [Fig. 3](#) schematisch den zeitlichen Verlauf des Drucks des Reduktionsmittels in der Düsenkammer.

[0036] Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich, weist das System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom einen Tank **1** für das Reduktionsmittel **2** auf. Über einen an dem Tank **1** ausgebildeten Einfüllstutzen **11** kann Reduktionsmittel **2** in den Tank zugeführt werden.

[0037] In der gezeigten Ausführungsform ist das Reduktionsmittel **2** mit Wasser versetzter Harnstoff (32,5%-ige wässrige Harnstofflösung), der unter dem Markennamen AdBlue bezogen werden kann. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf dieses Reduktionsmittel beschränkt. Allgemein kann jedes beliebige Reduktionsmittel, welches der Abgasbehandlung förderlich ist, verwendet werden. In Verbindung mit einem SCR-Katalysator wird die Verwendung eines Ammoniak freisetzenden Reduktionsmittels vorgeschlagen.

[0038] In dem Tank **1** ist eine Pumpe **5** für das Reduktionsmittel **2** angeordnet. In der gezeigten Ausführungsform ist die Pumpe **5** eine Kreiselpumpe, die einen nominalen Pumpdruck von 8 bar sowie eine maximale Förderleistung von 6 l/h bereitstellt.

[0039] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine derartige Pumpe beschränkt. Alternativ kann eine beliebige andere Pumpe wie beispielsweise eine Rotationskolbenpumpe verwendet werden. Bevorzugt wird eine Pumpe verwendet, deren Aufbau einen kontinuierlichen Betrieb der Pumpe auch gegen Widerstand erlaubt. Somit soll die Pumpe geeignet sein, auch ohne nennenswerte Bewegung des gepumpten Mediums einen gewissen Pumpdruck aufzubauen. Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn die Pumpe einen (insbesondere nominalen) Pumpdruck von zwischen 2 bar und 20 bar und insbesondere von zwischen 6 bar und 14 bar und weiter insbesondere von zwischen 8 bar und 12 bar sowie eine (insbesondere maximale) Förderleistung von zwischen 1 l/h und 20 l/h und insbesondere von zwischen 2 l/h und 10 l/h und weiter insbesondere von zwischen 4 l/h und 6 l/h bereitstellt.

[0040] Eine Einlassseite der Pumpe **5** ist über eine Einlassleitung **51** mit einem Luftventil **8** verbunden. Das Luftventil **8** verbindet wahlweise eine Einsaugleitung **51'** für das Reduktionsmittel oder eine einen Filter **82** aufweisende Luftleitung **81** mit der Einlassseite der Pumpe **5**. Die Auslassseite der Pumpe **5** ist über eine erste Verbindungsleitung **71** mit einer Zuführöffnung **32** einer Düse **3** zum Einspritzen von Reduktionsmittel **2** in einen Abgasstrom **4** verbunden. In der gezeigten Ausführungsform ist die erste Verbindungsleitung **71** eine bis 10 bar druckfeste Druckleitung, deren Innenvolumen sich bei Beaufschlagung mit dem genannten Druck um weniger als 1% verändert. Die Verwendung einer derartigen Druckleitung ist jedoch nicht zwingend.

[0041] Die Düse **3** weist eine Düsenkammer **31** auf, welche außer mit der Zuführöffnung **32** auch mit einer Rückführöffnung **33** und einer Düsenmündung **34** verbunden ist. Die Rückführöffnung **33** der Düse **3** ist über eine zweite Verbindungsleitung **72** mit einem schaltbaren Ventil **6** verbunden. Das schaltbare Ventil **6** ist über eine dritte Verbindungsleitung **73** mit dem Tank **1** verbunden. Somit sind der Tank **1**, die Einlassseite **51** der Pumpe **5**, die Auslassseite **52** der Pumpe **5**, die Zuführöffnung **32** der Düse **3**, die Rückführöffnung **33** der Düse **3**, das Ventil **6** und der Tank **1** in Förderrichtung der Pumpe **5** nacheinander angeordnet. Bei geöffnetem Ventil **6** sind die vorstehenden Elemente nacheinander von dem Reduktionsmittel **2** durchströmt und bilden so einen Kreislauf. In der gezeigten Ausführungsform ist auch die zweite Verbindungsleitung **72** eine Druckleitung, wohingegen die dritte Verbindungsleitung **73** eine gewöhnliche Leitung ist. Die Verwendung einer Druckleitung als erste oder zweite Verbindungsleitung **71**, **72** ist jedoch nur optional.

[0042] Die Düsenmündung **34** der Düse **3** ist im Abgasstrom **4** stromaufwärts eines (nicht gezeigten) SCR-Katalysatorelements angeordnet, um Reduktionsmittel in den Abgasstrom **4** einzusprühen. Dabei wird betont, dass der Abgasstrom **4** und das SCR-Katalysatorelement Teil des erfindungsgemäßen Systems sein können aber nicht müssen.

[0043] Weiter ist eine Steuerung **9** vorgesehen, die mit der Pumpe **5**, dem schaltbaren Ventil **6** und dem Luftventil **8** verbunden ist und diese Elemente steuert. Die Steuerung **9** ist mit einer nicht gezeigten Motorsteuerung verbunden, und empfängt von dieser Informationen über eine gewünschte Einspritzmenge von Reduktionsmittel. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuerung **9** auch mit Sensoren verbunden sein, welche die Ermittlung einer benötigten Menge an Reduktionsmittel erlauben.

[0044] Zur Reduktion von Stickoxiden im Abgasstrom **4** steuert die Steuerung **9** die Pumpe **5** und das Luftventil **8** so, dass die Einlassseite der Pumpe **5** über die Einsaugleitung **51**, das Luftventil **8** und die Einsaugleitung **51'** mit dem im Tank **1** befindlichen Reduktionsmittel **2** in Fluidverbindung steht und das Reduktionsmittel **2** zur Düse **3** pumpt. In der Folge wird die Düsenkammer **31** durch die Pumpe **3** kontinuierlich mit unter Druck stehendem Reduktionsmittel **2** beaufschlagt.

[0045] Weiter steuert die Steuerung **9** das schaltbare Ventil **6** mit einer vorgegebenen Frequenz und Impulsdauer. In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Frequenz zwischen 30 Hz und 70 Hz und die Impulsdauer zwischen 10 ms und 100 ms. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Werte beschränkt. So ist beispielsweise eine Frequenz von über 1/6 Hz und insbesondere zwischen 1 Hz und

100 Hz und eine Impulsdauer von zwischen 1 ms und 1000 ms möglich.

[0046] Infolge des Schaltens des schaltbaren Ventils **6** treten in der Düsenkammer **31** Druckschwankungen auf. Diese sind in [Fig. 3](#) schematisch gezeigt.

[0047] In [Fig. 3](#) bezeichnet P_0 einen Druck in der Düsenkammer **31** bei geöffnetem Ventil **6** und P_1 einen Druck in der Düsenkammer **31** bei geschlossenem Ventil **6**, welcher dem nominalen Pumpendruck entspricht. T_1 bezeichnet die Impulsdauer und damit die Dauer der Öffnung des Ventils **6**, wohingegen T_0 die Dauer des Geschlossenseins des Ventils **6** bezeichnet. Die Frequenz der Betätigung des Ventils **6** durch die Steuerung **9** beträgt somit $1/(T_0 + T_1)$.

[0048] Infolge der Druckschwankungen wird Reduktionsmittel **2** über die Düsenmündung **34** in den Abgasstrom **4** ausgegeben.

[0049] Wie in [Fig. 2A](#) schematisch gezeigt, beträgt gemäß einer ersten Ausführungsform das Verhältnis der Durchmesser von sowohl Zuführöffnung **32** als auch Rückführöffnung **33** der Düse **3** zu dem Durchmesser der Düsenmündung **34** gemessen an der Düsenkammer **31** jeweils wenigstens 2:1. Dies bedeutet, dass die Zuführöffnung **32** und die Rückführöffnung **33** jeweils den doppelten Durchmesser wie die Düsenmündung **34** aufweisen. In der Folge ist auch der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel **2** zwischen Zuführöffnung **32** und Rückführöffnung **33** um etwa 60% geringer, als der Strömungswiderstand zwischen Zuführöffnung **32** und Düsenmündung **34**. In der Folge strömt das Reduktionsmittel **2** bei geöffnetem Ventil **6** hauptsächlich zwischen der Zuführöffnung **32** und der Rückführöffnung **33** der Düse **3** und wird nur in geringem Maße durch die Düsenmündung **34** ausgegeben.

[0050] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die vorstehende Dimensionierung von Zuführöffnung **32**, Rückführöffnung **33** und Düsenmündung **34** beschränkt. So kann der Strömungswiderstand zwischen für das Reduktionsmittel **2** zwischen Zuführöffnung **32** und Rückführöffnung **33** der Düse **3** beispielsweise um wenigstens 50% und insbesondere um wenigstens 80% und weiter insbesondere um wenigstens 90% geringer sein, als der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel **2** zwischen Zuführöffnung **32** und Düsenmündung **34**. Weiter kann beispielsweise das Verhältnis des Durchmessers der Zuführöffnung **32** und des Durchmessers der Rückführöffnung **33** der Düse **3** zum Durchmesser der Düsenmündung **34** jeweils wenigstens 2:1 und insbesondere wenigstens 5:1 und weiter insbesondere wenigstens 10:1 betragen. Dabei können die Zuführöffnung **32** und die Rückführöffnung **33** wahlweise den gleichen oder unterschiedliche Durchmesser aufweisen. Weiter können die Zuführöffnung **32** und die

Rückführöffnung **33** bezogen auf die Düsenkammer **31** nebeneinander oder beispielsweise auch gegenüberliegend angeordnet sein.

[0051] In **Fig. 2B** ist eine zu **Fig. 2A** alternative Ausführungsform gezeigt. Bei der in **Fig. 2B** gezeigten Ausführungsform ist die Düsenmündung **34** der Düse **3** durch ein Druckzuschaltventil **35** verschlossen. Dabei sind die Pumpe **5** und die Düse **3** so konfiguriert, dass der (insbesondere nominale) Pumpdruck P_1 der Pumpe **5** niedriger als ein in **Fig. 3** gezeigter Schwellendruck P_2 ist, der eine Öffnung des Druckzuschaltventils **35** der Düse **3** bewirkt. Gleichzeitig ist der Schwellendruck P_2 des Druckzuschaltventils **35** niedriger als derjenige Druck P_3 , der infolge einer Drucküberhöhung beim Schließen des schaltbaren Ventils **6** kurzfristig in der Düsenkammer **31** auftritt.

[0052] In der gezeigten Ausführungsform ist das Druckzuschaltventil **35** ein federbeaufschlagtes Nadelventil ist, und beträgt der Schwellendruck P_2 10 bar. Somit beträgt der Druck des Reduktionsmittels **2** an der Düsenmündung **34** auch in etwa 10 bar. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung eines Nadelventils oder einen Druck von 10 bar beschränkt. Bei Öffnung des Druckzuschaltventils **35** wird für eine Zeitspanne T_2 Reduktionsmittel **2** in den Abgasstrom **4** ausgegeben. In der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Zeitspanne T_2 etwa 20 ms.

[0053] Mittels einer Düse mit dem in **Fig. 2B** schematisch gezeigten Aufbau lässt sich die Zugabe des Reduktionsmittels **2** in den Abgasstrom **4** besonders genau dosieren und ein gleichmäßiges Sprühbild des eingesprützten Reduktionsmittels **2** ermöglichen.

[0054] Um eine effektive Kühlung der Düse **3** zu ermöglichen, sind die Düse **3**, die Pumpe **5** und das schaltbare Ventil **6** so ausgelegt und werden von der Steuerung **9** so gesteuert, dass eine über die zweite und dritte Verbindungsleitung **71**, **72** von der Düse **3** zum Tank **1** pro Zeiteinheit zurückgeführte Menge an Reduktionsmittel **2** dem 8-fachen der über die Düsenmündung **34** in den Abgasstrom **4** abgegebenen Menge an Reduktionsmittel **2** entspricht. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf ein derartiges Verhältnis beschränkt.

[0055] Empfängt die Steuerung **9** von der Motorsteuerung einen Befehl, gemäß dem das System abgeschaltet werden soll, so steuert die Steuerung **9** das Luftventil **8** so, dass die Luftleitung **81** mit der Einlassseite der Pumpe **5** verbunden wird. In der Folge wird statt des Reduktionsmittels **2** Luft durch den Kreislauf zwischen dem Tank **1** und der Düse **3** und über das schaltbare Ventil **6** zurück zum Tank **1** geblasen. Auf diese Weise wird das Reduktionsmittel **2** aus den Verbindungsleitungen **71**, **72** und **73** entfernt und ein Einfrieren des Systems verhindert.

[0056] Das Vorsehen des Luftventils **8** und der Luftleitung **81** mit dem Luftfilter **82** ist jedoch nur fakultativ. Alternativ können die Verbindungsleitungen auch aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk gebildet sein. Dieses Material weist gute Dehneigenschaften auf und passt sich somit bei einem Einfrieren des Reduktionsmittels **2** automatisch an.

[0057] Indem die Dosierung des in den Abgasstrom auszugebenden Reduktionsmittels **2** mittels eines zwischen Düse **3** und Tank **1** angeordneten schaltbaren Ventils **6** erfolgt, kann eine Düse **3** mit besonders einfachem Aufbau verwendet werden. Weiter hat die Art und Länge der ersten Verbindungsleitung **71** für das Reduktionsmittel **2** von der Pumpe **5** zur Düse **3** keinen Einfluss auf die durch das schaltbare Ventil **6** bewirkte Dosiermenge.

Patentansprüche

1. System zum Zuführen eines Reduktionsmittels in einen Abgasstrom, insbesondere in Verbindung mit einer Abgasreinigungseinrichtung für Kraftfahrzeuge, aufweisend
 einen Tank (**1**) für ein Reduktionsmittel (**2**);
 eine Düse (**3**) zum Einspritzen von Reduktionsmittel (**2**) in den Abgasstrom (**4**), wobei die Düse (**3**) eine Düsenkammer (**31**) mit einer Zuführöffnung (**32**), einer Rückführöffnung (**33**) und einer Düsenmündung (**34**) aufweist, wobei die Düsenmündung (**34**) im Abgasstrom (**4**) anordenbar ist;
 eine Pumpe (**5**) mit einer Einlassseite (**51**) und einer Auslassseite (**52**) zum Pumpen des Reduktionsmittels (**2**);
 ein von dem Reduktionsmittel durchströmtes schaltbares Ventil (**6**); und
 eine Steuerung (**9**), um das Ventil (**6**) zu steuern;
 wobei der Tank (**1**), die Einlassseite (**51**) der Pumpe (**5**), die Auslassseite (**52**) der Pumpe (**5**), die Zuführöffnung (**32**) der Düse (**3**), die Rückführöffnung (**33**) der Düse (**3**), das Ventil (**6**) und der Tank (**1**) in Förderichtung der Pumpe (**5**) nacheinander angeordnet sind, und so einen Kreislauf für das Reduktionsmittel (**2**) bilden; und
 das schaltbare Ventil (**6**) durch die Steuerung (**9**) mit einer vorgebbaren Frequenz ($1/(T_0 + T_1)$) und vorgebbaren Impulsdauer (T_1) schaltbar ist, wobei die Frequenz mindestens 1/6 Hz beträgt.

2. System nach Anspruch 1,
 wobei die Frequenz zwischen 1 Hz und 100 Hz und insbesondere zwischen 30 Hz und 70 Hz beträgt; und
 wobei die Impulsdauer des Ventils (**6**) zwischen 1 ms und 1000 ms und insbesondere zwischen 10 ms und 100 ms beträgt.

3. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel (**2**) zwischen Zuführöffnung (**32**) und Rückführöffnung (**33**) der Düse (**3**) um wenigstens

50% und bevorzugt um wenigstens 80% und weiter bevorzugt um wenigstens 90% geringer ist, als der Strömungswiderstand für das Reduktionsmittel (2) zwischen Zuführöffnung (32) und Düsenmündung (34).

4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Verhältnis des Durchmessers der Zuführöffnung (32) und des Durchmessers der Rückführöffnung (33) der Düse (3) zum Durchmesser der Düsenmündung (34) jeweils wenigstens 2:1 und bevorzugt wenigstens 5:1 und weiter bevorzugt wenigstens 10:1 beträgt.

5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Düsenmündung (34) durch ein Druckzuschaltventil (35) verschlossen ist; und wobei die Pumpe (5) und die Düse (3) so konfiguriert sind, dass der Pumpdruck (P_1) der Pumpe (5) niedriger als ein vorgegebener Schwellendruck (P_2) ist, der eine Öffnung des Druckzuschaltventils (35) der Düse (3) bewirkt.

6. System nach Anspruch 5, wobei das Druckzuschaltventil (35) ein federbeaufschlagtes Nadelventil ist, und/oder der Schwellendruck (P_2) wenigstens 6 bar und insbesondere wenigstens 8 bar und weiter insbesondere 10 bar beträgt.

7. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5), die Düse (3), das schaltbare Ventil (6) und die Steuerung so ausgebildet sind, dass eine über die Zuführöffnung (32) und Rückführöffnung (33) der Düse (3) pro Zeiteinheit umgewälzte Menge an Reduktionsmittel (2) wenigstens dem 2-fachen und insbesondere wenigstens dem 10-fachen und weiter insbesondere wenigstens dem 20-fachen der in der gleichen Zeiteinheit über die Düsenmündung (34) ausgegebenen Menge an Reduktionsmittel (2) entspricht.

8. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei zwischen der Pumpe (5) und der Zuführöffnung (32) der Düse (3) sowie zwischen der Rückführöffnung (33) der Düse (3) und dem schaltbaren Ventil (6) jeweils eine Druckleitung (71, 72) zum Führen des Reduktionsmittels (2) angeordnet ist.

9. System nach Anspruch 8, wobei die Druckleitung (71, 72) gegenüber einem Druck von bis zu 10 bar und insbesondere bis zu 15 bar druckfest ist.

10. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei zwischen wenigstens einem von dem Tank (1) und der Pumpe (5) oder der Zuführöffnung (32) der Düse (3) und der Pumpe (5) oder der Rückführöffnung (33) der Düse (3) und dem schaltbaren Ventil (6) oder dem schaltbaren Ventil (6) und dem Tank (1) eine Leitung (71, 72, 73) aus Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk zum Führen des Re-

duktionsmittels (2) angeordnet ist.

11. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5) im Tank (1) angeordnet ist.

12. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5) einen Pumpdruck von zwischen 2 bar und 20 bar und insbesondere von zwischen 6 bar und 14 bar und weiter insbesondere von zwischen 8 bar und 12 bar sowie eine Förderleistung von zwischen 1 l/h und 20 l/h und insbesondere von zwischen 2 l/h und 10 l/h und weiter insbesondere von zwischen 4 l/h und 6 l/h bereitstellt.

13. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5) eine Rotationskolbenpumpe oder eine Kreiselpumpe ist.

14. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5) und die Düse (3) so konfiguriert sind, dass ein Druck an der Düsenmündung (34) bei der Ausgabe von Reduktionsmittel (2) zwischen 6 bar und 14 bar und insbesondere zwischen 8 bar und 12 bar beträgt.

15. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, weiter aufweisend eine über ein schaltbares Luftventil (8) mit der Saugseite der Pumpe (5) verbindbare Luftleitung (81), welches schaltbare Luftventil (8) durch die Steuerung (9) betätigbar ist.

16. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Pumpe (5) mit der Steuerung (9) verbunden ist und durch die Steuerung (9) so gesteuert wird, dass die Düse (3) kontinuierlich mit Pumpdruck beaufschlagt wird.

17. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Reduktionsmittel (2) ein Ammoniak freisetzendes Reduktionsmittel (2) und insbesondere Harnstoff ist.

18. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei im Abgasstrom (4) stromabwärts der Düsenmündung (34) ein SCR-Katalysatorelement angeordnet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

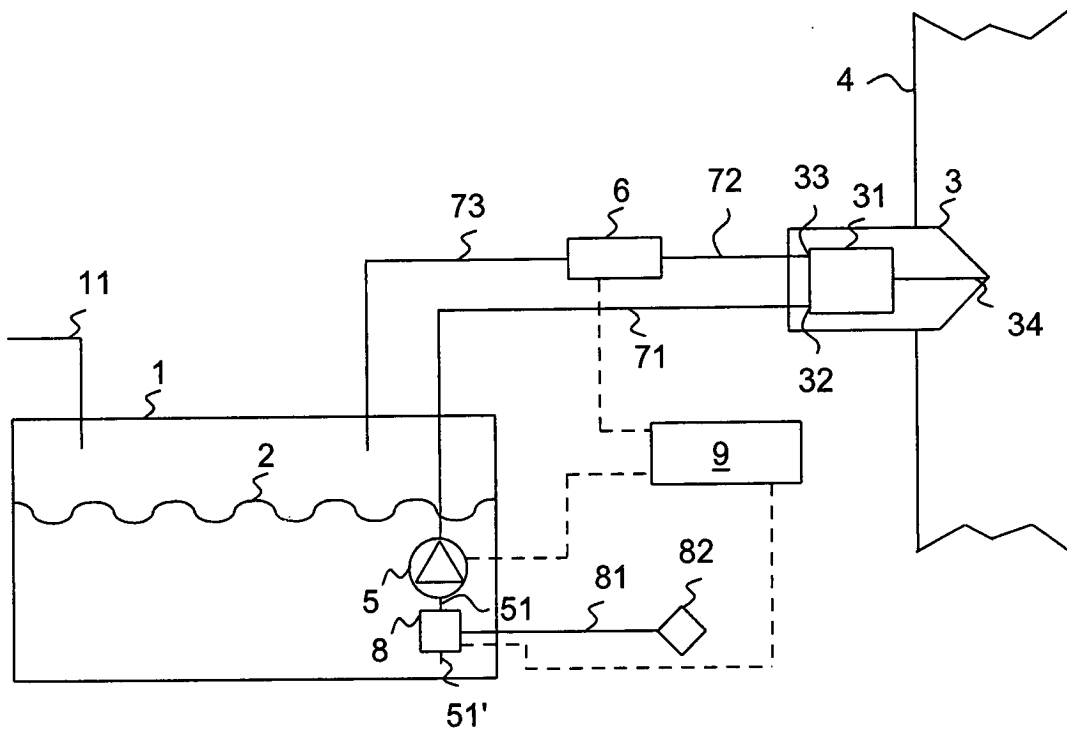


Fig. 1

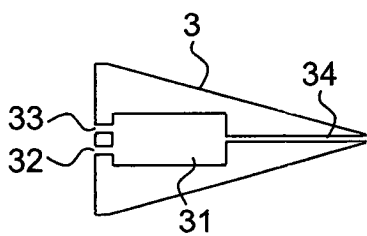


Fig. 2A

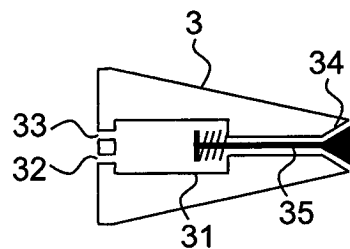


Fig. 2B

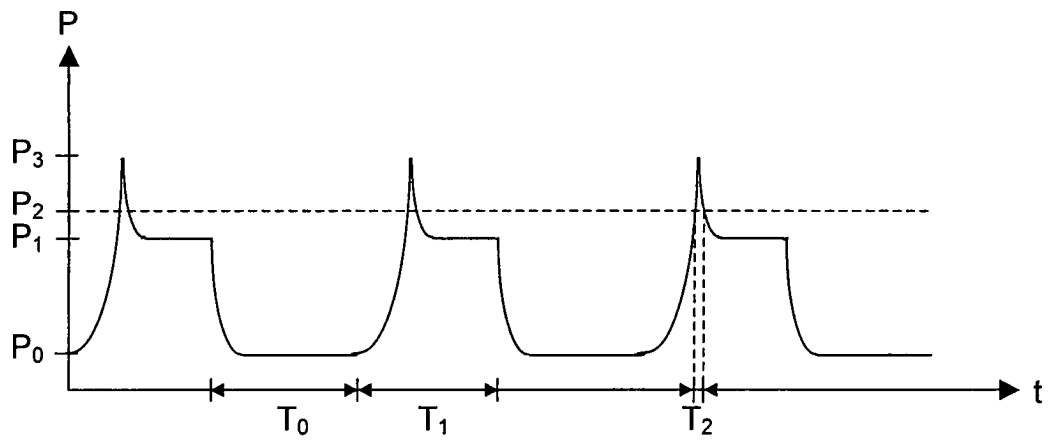


Fig. 3