



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 060 560 A1** 2009.06.18

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 060 560.0**

(22) Anmeldetag: **15.12.2007**

(43) Offenlegungstag: **18.06.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02B 19/14** (2006.01)

F02B 9/06 (2006.01)

F02B 43/00 (2006.01)

F02P 19/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

MAN Diesel SE, 86153 Augsburg, DE

(72) Erfinder:

Hanenkamp, Axel, 80802 München, DE; Imkamp, Heribert, 86391 Stadtbergen, DE; Vogel, Christian, Dr., 86163 Augsburg, DE

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

DE 102 17 996 A1

US 2005/02 17 639 A1

DE 100 52 336 A1

AT 0 06 290 U1

DE 44 19 429 A1

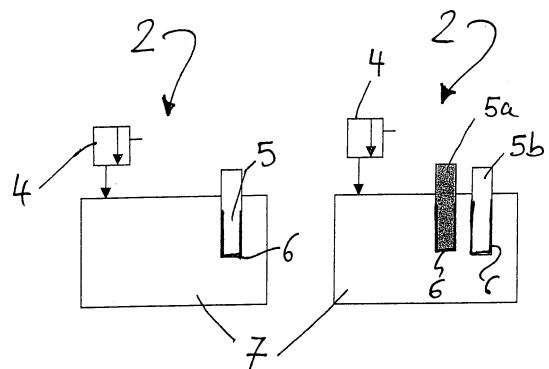
DE 198 54 776 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Gasmotor, insbesondere Gas-Otto-Motor mit einer Zündeinrichtung zum Zünden des gasförmigen Kraftstoff-Luft-Gemisches**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Gasmotor, insbesondere einen Gas-Ottomotor, zum Verbrennen eines gasförmigen Kraftstoffluftgemisches, mit mindestens einer in einen Brennraum (1) oder in einen Vorkammerraum (3) hineinragenden Zündeinrichtung (2) zum Zünden des gasförmigen Kraftstoffluftgemisches. Erfindungsgemäß umfasst die oder jede Zündeinrichtung (2) eine Hochdruckgaseinblasung (4) und ein Heizelement (5) mit einer thermischen Abschirmung (6). Die Beabstandung des Heizelementes (5) von der Hochdruckgaseinblasung (4) ist derart gewählt, dass der mittels der Hochdruckgaseinblasung (4) zugeführte gasförmige Brennstoff im Bereich des Heizelementes (5) ein Volumen (7) definiert, in diesem das Heizelement (5) bei einem Startvorgang aktiv eine Selbstzündungstemperatur zur Zündung des hoch verdichteten gasförmigen Brennstoffes bereitstellen kann, sodass der hoch verdichtete selbst gezündete gasförmige Brennstoff wiederum als Zündeinrichtung der für den Hauptbrennraum (1) zugeführten Gasmenge dienen kann.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Gasmotor, insbesondere einen gemischverdichtenden Gas-Otto-Motor mit einer Zündeinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] In Gasmotoren wird ein gasförmiges Kraftstoffluftgemisch verbrannt, wobei das gasförmige Kraftstoffluftgemisch mit Hilfe mindestens einer Zündeinrichtung des Gasmotors gezündet wird. In aus dem Stand der Technik bekannten Gasmotoren ist die Zündeinrichtung als Zündkerze ausgebildet, die entweder in einem ungeteilten Brennraum oder in einem von einem Hauptbrennraum abgeteilten Vorkammerraum hineinragt und das gasförmige Kraftstoffluftgemisch im Brennraum bzw. im Vorkammerraum entzündet. Zur Zündung werden dabei hohe Zündenergien sowie Zündtemperaturen benötigt, die mit steigender Motorleistung überproportional ansteigen. Aus der DE 102 17 996 A1 ist eine selbstzündende gemischverdichtende Brennkraftmaschine bekannt, bei welcher die Zündung des gasförmigen Kraftstoffluftgemisches mit Hilfe einer Zündeinrichtung erfolgt, wobei eine die Zündenergie bereitstellende Zündquelle der Zündeinrichtung unmittelbar bzw. direkt mit dem zu zündenden Kraftstoffluftgemisch bzw. einer gasförmigen Atmosphäre aus dem zu zündenden Kraftstoffluftgemisch in Kontakt steht. Hier werden hohe Zündenergien durch die Einspritzung bereitgestellt, höher als bei sogenannten Zündkerzenverfahren. Nach diesem Stand der Technik ist demnach die Zündquelle der Zündeinrichtung korrosiven Bedingungen ausgesetzt, wodurch sich ein vorzeitiger Verschleiß derselben einstellen kann. Dies resultiert letztendlich in verkürzten Standzeiten bzw. verkürzten Serviceintervallen und damit erhöhten Kosten für einen Gasmotor.

[0003] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zugrunde, einen neuartigen Gasmotor sowie eine neuartige Zündeinrichtung für einen Gasmotor zu schaffen. Dieses Problem wird durch einen Gasmotor gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0004] Vorliegende Erfindung beschreibt eine fremdgezündete gemischverdichtende Brennkraftmaschine für gasförmigen Brennstoff mit einer selbstzündenden Zündeinrichtung, also einem Gasmotor, insbesondere Gasottomotor, zum Verbrennen eines gasförmigen Kraftstoffluftgemisches, mit mindestens einer in einen Hauptbrennraum oder in einem Vorkammerraum hineinragenden Zündeinrichtung zum Zünden des gasförmigen Kraftstoffluftgemisches, wobei die Zündeinrichtung eine Hochdruckgaseinblasung und ein Heizelement mit einer thermischen Abschirmung umfasst, und die Beabstandung der Heizeinrichtung von der Hochdruckgaseinblasung derart gewählt ist, dass der mittels der Hochdruckgaseinblasung zugeführte gasförmige Brennstoff im Bereich

des Heizelements ein Volumen definiert, in diesem das Heizelement bei einem Startvorgang aktiv eine Selbstzündungstemperatur zur Zündung des hochverdichteten gasförmigen Brennstoffes bereitstellen kann, so dass der hochverdichtete selbstgezündete gasförmige Brennstoff wiederum als Zündeinrichtung der dem Hauptbrennraum zugeführten Gasmenge dienen kann.

[0005] Vorzugsweise hat der gasförmige Brennstoff beim Verlassen der Hochdruckgaseinblasung einen Druck, der etwa 1,5 bis 3 mal über dem Verdichtungsdruck des thermodynamischen Prozesses liegt.

[0006] Bevorzugt passiert 0,2% bis 50%, in besonders vorteilhafter Weise 0,5% bis 1,5% des gesamten zum Betrieb vorgesehenen gasförmigen Brennstoffes hoch verdichtet mittels der Hochdruckgaseinblasung die Zündeinrichtung.

[0007] Der vorzugsweise zwischen etwa 0,5% bis 1,5% des gesamten gasförmigen Brennstoffes hoch verdichtet zugeführte gasförmige Brennstoff führt zu optimalen Betriebswerten und -verhalten.

[0008] In einem ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Zündeinrichtung in einer vom Hauptbrennraum abgeteilten Vorkammer integriert, welche durch mindestens eine Überblasöffnung mit dem Hauptbrennraum verbunden ist. Das Verhältnis des Volumens der Vorkammer zum gesamten Querschnitt der Überblasöffnung liegt dann bevorzugt zwischen 50 und 80 cm³ pro cm². Das Volumen der Vorkammer beträgt dann bevorzugt ca. 0,5 bis 5% des Volumens des Hauptbrennraums bei Kompressionsende.

[0009] Durch das erfindungsgemäß vorbestimmte Verhältnis von Vorkammervolumen zu Ausblasequerschnitt zum Hauptbrennraum treten geringe Zyklen-schwankungen auf, sodass sich ein vorteilhaft stabiler Betrieb der Brennkraftmaschine einstellt.

[0010] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist die Zündeinrichtung in den Hauptbrennraum integriert und dabei das Volumen mit der zündfähigen Mischung zur Zündungseinleitung von der Strahlausbreitung (f(t)) des hochverdichteten eingeblasenen gasförmigen Brennstoffs bestimmt.

[0011] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung, werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, unter Bezugnahme auf die Zeichnung nachfolgend näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

[0012] **Fig. 1:** eine stark schematisierte Darstellung des Prinzips des erfindungsgemäßen Gasmotors,

insbesondere der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung.

[0013] [Fig. 2](#): eine stark schematisierte Darstellung eines erfindungsgemäßen Gasmotors nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und

[0014] [Fig. 3](#): eine stark schematisierte Darstellung eines erfindungsgemäßen Gasmotors nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0015] [Fig. 1](#) zeigt eine stark schematisierte Darstellung eines Gas-Ottomotors, wobei in einem nicht weiterbezeichneten Brennraum des Gasmotors eine Zündeinrichtung (2) hineinragt, um ein gasförmiges Kraftstoffluftgemisch, welches dem Brennraum direkt zugeführt wurde, zu zünden. Die Zündeinrichtung (2) umfasst eine Hochdruckgaseinblasung (4) und ein Heizelement (5) mit einer thermischen Abschirmung (6), die Beabstandung des Heizelementes (5) von der Hochdruckgaseinblasung (4) ist so gewählt, dass der mittels der Hochdruckgaseinblasung (4) zugeführte gasförmige Brennstoff im Bereich des Heizelementes (5) ein Volumen (7) definiert, in diesem das Heizelement (5) bei einem Startvorgang aktiv eine Selbstzündungstemperatur zur Zündung des hoch verdichteten gasförmigen Brennstoffes bereitstellen kann.

[0016] Die Zündung wird durch die Einblasung einer geringen Menge an gasförmigen Brennkraftstoff durch die Hochdruckgaseinblasung (4) in die Nähe einer heißen Oberfläche des Heizungselementes (5) realisiert. Diese Oberfläche des Heizungselementes (5) wird beim Startvorgang aktiv beheizt, wobei nach Beendigung des Startvorganges diese Oberfläche als thermischer Speicher wirkt, der durch die Verbrennungsenergie aufgeheizt wird. Diese Oberfläche kann für die aktive und passive Beheizung entweder in einem Bauteil (5) (linke Darstellung der [Fig. 1](#)), oder in Form von zwei von einander getrennten Bauteilen (5a, 5b) ausgeführt sein. Die Hochdruckgaseinblasung (4) kann dabei ein Hochdruckeinblaseventil umfassen, das analog einem Injektorkonzept eines Common-Rail-Systems ausgeführt ist.

[0017] Im Ausführungsbeispiel gemäß der [Fig. 2](#) ist die Zündeinrichtung in einem vom Hauptbrennraum (1) abgeteilten Vorkammerraum (3) integriert, welcher durch mindestens eine Überblasöffnung mit dem Hauptbrennraum (1) verbunden ist. Die Vorkammer (3) ist dabei so ausgeführt, dass das Verhältnis des Volumens der Vorkammer (3) zum gesamten Querschnitt der Überblasöffnung zwischen 50 und 80 cm³ pro cm² liegt. Das Volumen der Vorkammer 3 ist auf ca. 0,5 bis 5% des Volumens des Hauptbrennraums (1) bei Kompressionsende ausgelegt.

[0018] Zur Selbstzündung des Brenngases steigt der Druck in der Vorkammer (3) schnell an, so dass das teilweise verbrannte Gas durch die Überblasöff-

nungen in den Brennraum (1) übergeblasen wird und dort das Brenngas-Luftgemisch entzündet. Durch das vorbestimmte Verhältnis des Volumens der Vorkammer (3) zum Querschnitt der Überblasöffnung kann ein optimaler Druckanstieg in der Vorkammer (3) mit nachfolgender intensiver Ausblasung in den Hauptbrennraum (1) erreicht werden, wodurch eine vorteilhafte stabile Entflammung des Brenngasluftgemisches im Hauptbrennraum (1) erreicht wird.

[0019] Auch im passiven Betrieb dient das Heizungselement (5) als Zündquelle, da die zugeführte Energie durch die Zündenergie der Vorkammer die Zündeinrichtung (2) auf Selbstzündungstemperatur hält (Prinzip: Träger passiver Wärmespeicher).

[0020] Im Ausführungsbeispiel gemäß der [Fig. 3](#) ist die Zündeinrichtung (2) in einem Hauptbrennraum (1) integriert. Das Volumen mit der zündfähigen Mischung zur Zündungseinleitung wird dabei von der Strahlausbreitung (f(t)) bestimmt. Der gasförmige Brennstoff wird mit einem Druck in das Volumen (7) eingeblasen, der etwa 1,5 bis 3 mal über dem Verdichtungsdruck des thermodynamischen Prozesses liegt. Dabei wird zwischen 0,2 und 50% des gesamten zum Betrieb verwendeten gasförmigen Brennstoffs hoch verdichtet in das Volumen (7) eingeblasen, vorzugsweise jedoch nur 0,5 bis 1,5% der gesamten Menge des zum Betrieb verwendeten gasförmigen Brennstoffes. Das sich durch die Hochdruckeinblasung (4) in der Umgebung des Heizungselementes (5) mit Abschirmung (6) sich bildende zündfähige Gemisch wird durch Bereitstellung der notwendigen Selbstzündungstemperatur durch die heiße Oberfläche des Heizungselementes (5) zur Selbstzündung gebracht. Das selbst gezündete Brennstoffgas dient als Zündeinrichtung für den durch die direkte Zufuhr (8) in die Hauptbrennkammer (1) zugeführten Hauptbrennstoff in Form eines Gasluftgemisches (λ ca. 2,2) sodass hier das Prinzip einer fremd gezündeten Brennkraftmaschine realisiert ist.

[0021] In den beschriebenen Ausführungsbeispielen beinhaltet die Hochdruckgaseinblasung (4) ein Hochdruckeinblaseventil. Dieses Gasventil ist durch einen Nadelsitz mit einer beweglichen Nadel gekennzeichnet, die durch eine Schaltvorrichtung einen Querschnitt zwischen Nadelsitz und Nadel freigibt, durch diesen eine Gasmenge eingeblasen wird, die durch den freigegebenen Querschnitt und der anliegenden Druckdifferenz bestimmt wird. Der an dem Gaseinblaseventil anliegende Gasdruck liegt etwa 1,5 bis 3 mal über dem Verdichtungsdruck des thermodynamischen Prozesses.

Bezugszeichenliste

1	Hauptbrennraum
2	Zündeinrichtung
3	Vorkammerraum
4	Hochdruckgaseinblasung
5	Heizelement
5a, 5b	Heizelement als getrennte Bauelemente
6	thermische Abschirmung
7	Volumen
8	Zufuhr für den Hauptbrennstoff

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10217996 A1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Gasmotor, insbesondere gemischverdichtender Gas-Ottomotor, zum Verbrennen eines gasförmigen Kraftstoff-Luft-Gemisches, mit mindestens einer in einem Hauptbrennraum oder in einem Vorkammerraum hineinragenden Zündeinrichtung zum Zünden des gasförmigen Kraftstoffluftgemisches, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zündeinrichtung (2) eine Hochdruckgaseinblasung (4) und ein Heizelement (5) mit einer thermischen Abschirmung (6) umfasst, und die Anordnung des Heizelementes (5) bezüglich der Hochdruckgaseinblasung (4) derart gewählt ist, dass der mittels der Hochdruckgaseinblasung (4) zugeführte gasförmige Brennstoff im Bereich des Heizelementes (5) ein Volumen (7) definiert, in diesem das Heizelement (5) bei einem Startvorgang aktiv eine Selbstzündungstemperatur zur Zündung des hochverdichteten gasförmigen Brennstoffes bereitstellen kann, sodass der hochverdichtete selbstgezündete gasförmige Brennstoff wiederum als Zündeinrichtung der dem Hauptbrennraum (1) zugeführten Gasmenge dienen kann.

2. Gasmotor nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der gasförmige Brennstoff beim Veranlassen der Hochdruckgaseinblasung (4) einen Druck von etwa 1,5 bis 3 mal über dem Verdichtungsdruck des thermodynamischen Prozesses aufweist.

3. Gasmotor nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass 0,2% bis 50% des gesamten zum Betrieb verwendeten gasförmigen Brennstoffes hoch verdichtet mittels der Hochdruckgaseinblasung (4) die Zündeinrichtung (2) passiert.

4. Gasmotor nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass 0,5% bis 1,5% des gesamten zum Betrieb verwendeten gasförmigen Brennstoffes hoch verdichtet mittels der Hochdruckgaseinblasung (4) die Zündeinrichtung (2) passiert.

5. Gasmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochdruckgaseinblasung (4) ein Hochdruckeinblaseventil beinhaltet.

6. Gasmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Heizelementes (5) für den Fall der aktiven und passiven Beheizung durch ein Bauteil (5) oder als zwei von einander getrennte Bauteile (5a, 5b) ausgeführt ist.

7. Gasmotor nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündeinrichtung (2) in einer vom Hauptbrennraum (1) abgeteilten Vorkammer (3) integriert ist, welche durch mindestens eine Überblasöffnung mit dem Hauptbrennraum 1 verbunden ist.

8. Gasmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Volumens der Vorkammer (3) zum gesamten Querschnitt der Überblasöffnung zwischen 50 und 80 cm³ pro cm² liegt.

9. Gasmotor nach den Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen der Vorkammer (3) ca. 0,5 bis 5% des Volumens des Hauptbrennraums (1) bei Kompressionsende beträgt.

10. Gasmotor nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündeinrichtung (2) in dem Hauptbrennraum (1) integriert ist und dabei das Volumen (7) mit der zündfähigen Mischung zur Zündungseinleitung von der Strahlausbreitung (f(t)) des hoch verdichteten eingeblassenen gasförmigen Brennstoffes bestimmt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

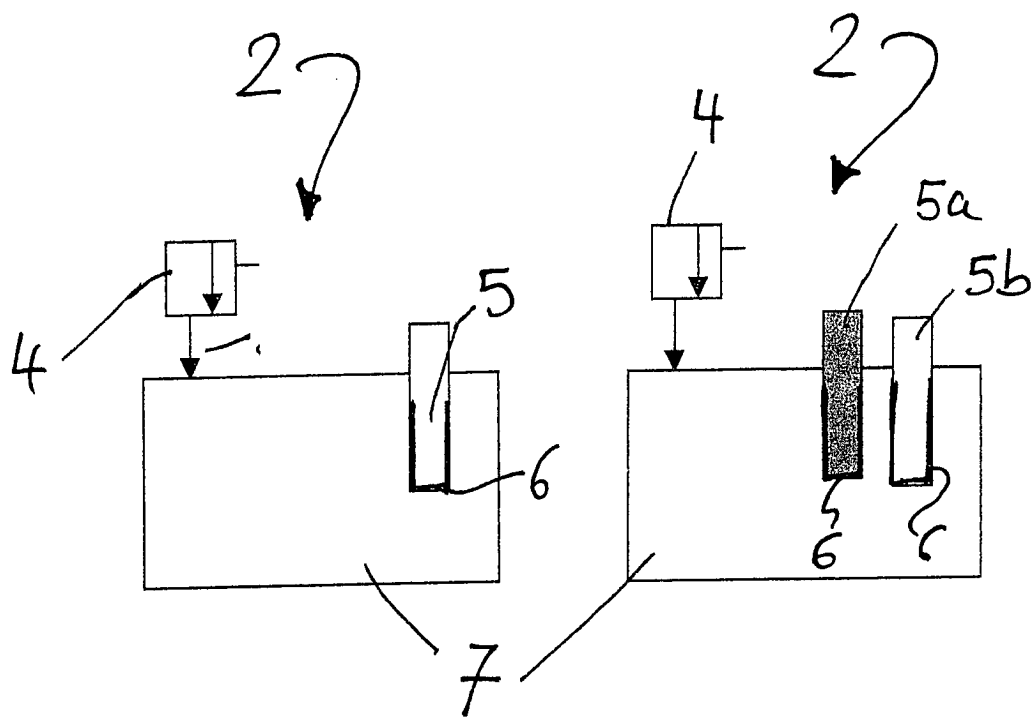


Fig. 1

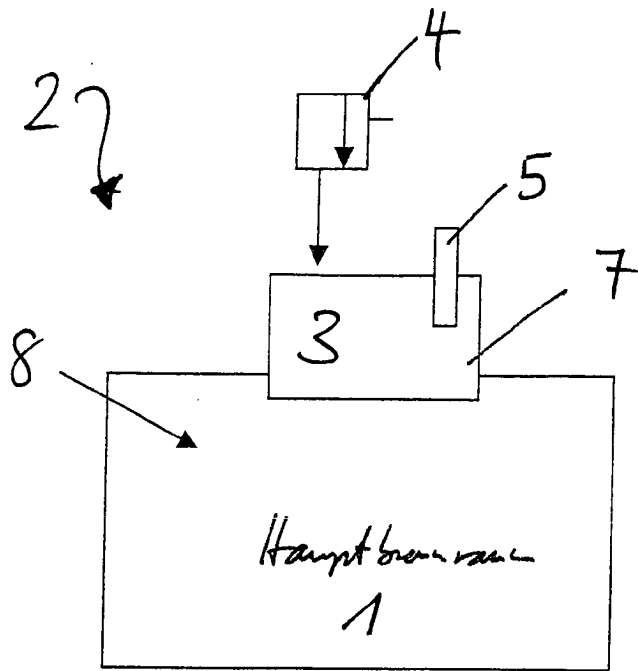


Fig. 2

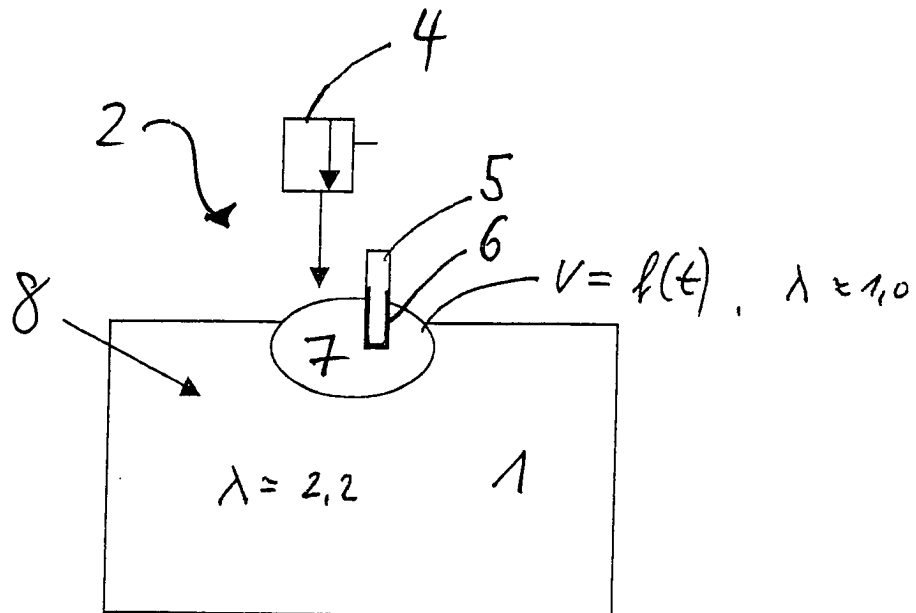


Fig. 3