

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 091 103 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.07.2003 Patentblatt 2003/29

(51) Int Cl.7: **F01P 11/16**, F01P 7/16

(21) Anmeldenummer: **00118482.9**

(22) Anmeldetag: **25.08.2000**

(54) **Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine in Kraftfahrzeugen**

Cooling system for an internal combustion engine in vehicles

Système de refroidissement pour un moteur à combustion interne dans des véhicules

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

(30) Priorität: **07.10.1999 DE 19948249**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.04.2001 Patentblatt 2001/15

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Krauss, Michael
81827 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 557 113 EP-A- 0 761 940
FR-A- 2 673 244 FR-A- 2 773 845
GB-A- 2 348 297 US-A- 5 215 044
US-A- 5 526 871

EP 1 091 103 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine in Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Kühlsystem ist beispielsweise aus der DE 37 05 232 A1 so wie aus der US 5526871A bekannt. Dabei kann das Thermostatventil beispielsweise ein unbeheiztes oder ein beheizbares Dehnstoffelement enthalten. Zum technischen Umfeld, insbesondere im Hinblick auf die verschiedenen Betriebsbedingungen, die zum Öffnen, teilweisen Öffnen und Schließen des Thermostatventils führen können, wird auch auf die DE 43 24 178 A1 hingewiesen.

[0003] Intern ist weiterhin bekannt, zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Thermostatventils einen ersten Temperatursensor zur Erfassung der Thermostateinlaßtemperatur und einen zweiten Temperatursensor zur Erfassung der Thermostatauslaßtemperatur vorzusehen. Dabei entspricht die Thermostateinlaßtemperatur der Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine, also der Temperatur des zu kühlenden Kühlmittels, und die Thermostatauslaßtemperatur der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang, also der Temperatur des gekühlten Kühlmittels, wenn das Kühlmittel zumindest teilweise über den Kühler geführt wurde. Bei einer Überprüfungsroutine wird ein Fehler des Thermostatventils festgestellt, wenn erstens die Thermostateinlaßtemperatur unterhalb der Thermostatöffnungstemperatur ist, das Thermostatventil also das Kühlmittel nur über den Kurzschluß zurück zur Brennkraftmaschine durchlassen dürfte, und zweitens eine Temperaturdifferenz zwischen der Thermostatauslaßtemperatur und der Thermostateinlaßtemperatur besteht, die kleiner als eine vorgegebene Fehlererkennungsschwelle ist. Denn bei funktionsfähigem Thermostatventil müßte bei einer Kühlmitteltemperatur unterhalb der Thermostatöffnungstemperatur die Thermostatauslaßtemperatur, wie oben definiert, viel kleiner sein als die Thermostateinlaßtemperatur. Durch diese Überprüfungsroutine kann jedoch nur ein Festklemmen des Thermostatventils erkannt werden. Die zusätzliche Überwachung der Regeltemperatur ist nicht möglich.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine zuverlässige Diagnose der gesamten Funktionsfähigkeit des Thermostatventils in einem Kühlsystem eingangs genannter Art zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche.

[0006] Erfindungsgemäß ist zumindest ein erster Temperatursensor zur Erfassung der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang vorgesehen. Das Ausgangssignal des Temperatursensors wird einer vorzugsweise elektronischen Steuereinheit zugeführt, die bei bekannten Kühlsystemen ohnehin bereits vorhanden ist. Dabei kann das Ausgangssignal des Temperatursensors ent-

weder direkt oder z. B. über eine Busverbindung von einem anderen Steuergerät übertragen werden. Die Steuereinheit, die üblicherweise auch noch weitere Eingangssignale erhält und verarbeitet, überprüft bei einem Wechsel von einer ersten Betriebsbedingung, bei der der Kühlmittelfluß durch das Thermostatventil zunächst nur durch die Kurzschlußleitung geführt werden müßte, zu einer zweiten Betriebsbedingung, bei der der Kühlmittelfluß durch das Thermostatventil zumindest teilweise über den Kühler freigegeben werden müßte, ob ein Ansteigen der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang beginnt.

[0007] Vorzugsweise ist ein zweiter Temperatursensor zur Erfassung der Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine vorgesehen, der beispielsweise in einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine angebracht sein kann. Dessen Ausgangssignal wird ebenfalls der Steuereinheit zugeführt. Die wichtigsten Betriebsbedingungen zum Öffnen, teilweisen Öffnen und Schließen des Thermostatventils beziehen sich auf die Kühlmitteltemperaturen.

[0008] Die zweite Betriebsbedingung, die zumindest zum teilweisen Öffnen des Thermostatventils bzw. zur teilweisen Freigabe des Kühlmittelflusses über den Kühler führt, ist vorzugsweise das Erreichen einer vorgegebenen Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine, vorzugsweise der sog. Öffnungstemperatur. Weitere Betriebsbedingungen können sich beispielsweise auch auf die Umgebungstemperatur oder die Brennkraftmaschinendrehzahl beziehen. Die Erfindung ist für unbeheizte Thermostatventile ebenso wie für beheizbare Thermostatventile anwendbar.

[0009] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei einwandfreier Funktion des Thermostaten bis zum Erreichen der Öffnungstemperatur (= Regeltemperatur) das Kühlwasser ausschließlich im sogenannten kleinen Kreislauf, d.h. unter Umgehung des Kühlers nur über den Kurzschluß, zirkuliert. Dabei verharrt die Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang auf annähernd gleichem Niveau. Wird die Betriebsbedingung, insbesondere die Öffnungstemperatur, zum "Öffnen" des Thermostaten erreicht, fließt erstmals zumindest teilweise Kühlmittel durch den Kühler, wodurch die Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang ansteigt. Wird kein Anstieg der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang erkannt, obwohl der Thermostat gemäß der vorgegebenen Betriebsbedingung geöffnet haben müßte, wird beispielsweise eine Fehlermeldung entsprechend der bekannten On-Board-Diagnose-Vorschriften ausgegeben. Die Fehlermeldung kann beispielsweise auf ein Festklemmen des Thermostatventils im geschlossenen Zustand hinweisen. Das Thermostatventil kann in diesem Fall ggf. repariert werden.

[0010] Die Steuereinheit überprüft vorzugsweise weiterhin, ob die Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine oberhalb einer zweiten Schwelle liegt, nachdem die Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang eine erste Schwelle erreicht oder überschritten

hat. Die erste Schwelle liegt unterhalb der zweiten Schwelle. Ein Anstieg der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang, z. B. um einen vorgegebenen Betrag, kann als zuverlässige Freigabebedingung zum Ablauf der geforderten Diagnose im Regelbetrieb genutzt werden. Die zweite Schwelle wird vorteilhafterweise entsprechend vorgegebener Umweltvorschriften so gewählt, daß sie einer Kühlmitteltemperatur bzw. einer Brennkraftmaschinentemperatur entspricht, die zur Optimierung der Emissionswerte und/oder zur Freigabe weiterer abgasrelevanter Diagnosefunktionen mindestens notwendig ist. Liegt die Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine im Regelbetrieb, d. h. also wenn die Kühlmitteltemperatur bereits angestiegen ist, unterhalb dieser zweiten Schwelle, wird ebenfalls eine Fehlermeldung ausgegeben. In einem Fehlerspeicher kann in diesem Fall beispielsweise auf eine möglicherweise falsche Auslegung des Thermostatventils oder auf eine Leckage im Thermostatventil hingewiesen werden. Das Thermostatventil muß somit ggf. ausgetauscht werden.

[0011] Durch die Erfindung ist eine Gesamtdiagnose mit differenziertem Fehlerhinweis möglich.

[0012] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung der einzelnen Komponenten des erfindungsgemäßen Kühlsystems und

Fig. 2 typische Temperaturverläufe bei intaktem Thermostatventil.

[0013] In Fig. 1 ist ein Kühlsystem eines hier nicht dargestellten Kraftfahrzeuges mit einer Brennkraftmaschine 1, mit einem Kühler 2, mit einer von der Brennkraftmaschine 1 zum Kühler 2 führenden Vorlaufleitung 3, mit einer vom Kühler 2 zur Brennkraftmaschine 1 führenden Rücklaufleitung 4, mit einer die Vorlaufleitung 3 und die Rücklaufleitung 4 verbindenden Kurzschlußleitung 5 und mit einem in der Kurzschlußleitung 5 angeordneten Thermostatventil 6 dargestellt. Das Thermostatventil 6 ist derart angeordnet und ausgestaltet, daß in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen, insbesondere der Kühlmitteltemperatur am Thermostateinlaß, der Kühlmittelfluß von der Brennkraftmaschine 1 durch die Kurzschlußleitung 5 und/oder durch den Kühler 2 zurück zur Brennkraftmaschine 1 geführt wird. Derartige Kühlsysteme sind bekannt. Für weitere Details wird beispielsweise auf die DE 43 24 178 DE verwiesen.

[0014] Insbesondere wird mittels derartiger Kühlsysteme erreicht, daß bei kalter Brennkraftmaschine 1 und damit bei kalter Kühlmitteltemperatur das Kühlmittel unter Umgehung des Kühlers 2 über die Kurzschlußleitung 5 möglichst ungekühlt wieder zurück in die Brennkraftmaschine 1 geführt wird. Dadurch wird die Brennkraftmaschine 1 schnell erwärmt, wodurch die Emissionen einer Brennkraftmaschine verringert werden.

[0015] Über entsprechende Auslegung und/oder Heizansteuerung des Thermostatventils 5 findet eine Regelung auf eine vorgegebene spezifizierte Kühlmitteltemperatur statt. Da diese Funktion abgasrelevant ist, ist hierfür eine möglichst sichere Überwachung erforderlich.

[0016] Hierzu ist am Kühlerausgang ein erster Temperatursensor 7 und am Ausgang der Brennkraftmaschine 1 bzw. vorzugsweise in einem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine 1 ein zweiter Temperatursensor 9 angebracht. Die Temperatursensoren 7 und 9 sind mit Eingängen einer elektronischen Steuereinheit 8 verbunden. Die Steuereinheit 8 weist ggf. noch weitere Eingänge zur Erfassung von weiteren Betriebsbedingungen auf, wie z. B. zur Erfassung der Brennkraftmaschinendrehzahl, der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Umgebungstemperatur und/oder der Last der Brennkraftmaschine.

[0017] Die erfindungswesentliche Funktionsweise dieses Kühlsystems wird im Zusammenhang mit Fig. 2 erläutert.

[0018] In Fig. 2 ist der Temperaturverlauf A der Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine 1 dargestellt, der mittels des z. B. im Zylinderkopf angebrachten Temperatursensors 9 gemessen wird. Der Temperaturverlauf B bezieht sich auf die Kühlmitteltemperatur am Ausgang des Kühlers 2, der mittels des Temperatursensors 7 erfaßt wird.

[0019] Beispielsweise nach einem Kaltstart der Brennkraftmaschine zum Zeitpunkt t_0 beginnen beide Temperaturverläufe A und B bei derselben Temperatur T_{Start} , die in etwa der Umgebungstemperatur entspricht. Der mittels des Temperatursensors 9 erfaßte Temperaturverlauf A steigt relativ schnell an und erreicht zum Zeitpunkt t_1 die Öffnungstemperatur (z. B. 95°C) des Thermostatventils 6. Zumindest bis zum Zeitpunkt t_1 bleibt der Temperaturverlauf B konstant; denn bei intaktem Thermostatventil wird kein erwärmtes Kühlmittel über den Kühler 2 geführt, solange die Öffnungstemperatur nicht erreicht ist. Zum Zeitpunkt t_1 beginnt durch zumindest teilweises Öffnen des Thermostatventils 6 Kühlmittel auch über den Kühler 2 zu fließen. Zum Zeitpunkt t_2 , also nach einer kurzen Totzeit t_{tot} , kommt erwärmtes Kühlmittel am Kühlerausgang an, wodurch der Temperaturverlauf B beginnt, anzusteigen.

[0020] Wird innerhalb einer vorgegebenen Zeit nach dem Zeitpunkt t_1 , die vorzugsweise größer t_{tot} ist, ein vorgegebener Anstieg des Temperaturverlaufes B nicht erkannt, wird auf ein fehlerhaftes Festklemmen des Thermostatventils in nicht geöffnetem Zustand geschlossen. Beginnt der Temperaturverlauf B bereits vor Erreichen des Zeitpunktes t_1 zu steigen, wird auf ein undichtes Thermostatventil geschlossen. In beiden Fällen wird von der Steuereinheit 8 vorzugsweise eine differenzierte Fehlermeldung in einen Diagnosefehlerspeicher eingetragen und/oder an eine Ausgabeeinheit übermittelt.

[0021] Zum Zeitpunkt t_3 hat der Temperaturverlauf B

eine erste Schwelle S1 erreicht. Diese Schwelle S1 ist so gewählt, daß sich ein intaktes Thermostatventil sicher im Regelbetrieb befinden müßte, wenn die Kühlmitteltemperatur am Ausgang des Kühlers 2 diese Schwelle S1 zumindest erreicht hat. Im Regelbetrieb muß die Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine 1 oberhalb einer vorgegebenen zweiten Schwelle S2 liegen. Im Normalfall entspricht die Regeltemperatur in etwa der Öffnungstemperatur und ist im dargestellten Beispiel 95°C. Der Temperaturverlauf A liegt zum Zeitpunkt t3 und später bei etwa 95 °C und damit oberhalb der Schwelle S2. Für den dargestellten Fall ist daher das Thermostatventil intakt. Würde zum Zeitpunkt t3 die Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine, also der Temperaturverlauf A, unterhalb dieser zweiten Schwelle S2 liegen, würde von der Steuereinheit 8 eine entsprechende Fehlermeldung und/oder ein entsprechender Fehlerspeichereintrag vorgenommen werden, der auf eine zu geringe Kühlmitteltemperatur im Regelbetrieb hinweisen würde.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird eine einfache, sichere, differenzierte und schnell ablaufende Diagnosefunktion zur Überwachung der Einhaltung einer spezifischen abgasreduzierenden Brennkraftmaschinen-Kühlwassertemperatur erreicht. Durch die teilweise standardmäßig ohnehin bereits verbauten Kühlmitteltemperatursensoren am Kühlerausgang und/oder in der Brennkraftmaschine ist ggf. keine zusätzliche bauliche Veränderung des Kühlsystems erforderlich.

Patentansprüche

1. Kühlsystem für eine Brennkraftmaschine (1) in Kraftfahrzeugen mit einer von der Brennkraftmaschine zum Kühler (2) führenden Vorlaufleitung, (3) mit einer vom Kühler (2) zur Brennkraftmaschine führenden Rücklaufleitung (4), mit einer die Vorlauf- und die Rücklaufleitung verbindenden Kurzschlußleitung (5) und mit einem Thermostatventil, (6) durch das in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen der Kühlmittelfluß von der Brennkraftmaschine durch die Kurzschlußleitung (5) und/oder durch den Kühler (2) zurück zur Brennkraftmaschine (1) geführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein erster Temperatursensor (7) zur Erfassung der Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal einer Steuereinheit (8) zugeführt wird, und daß die Steuereinheit (8) bei einem Wechsel von einer ersten Betriebsbedingung, bei der der Kühlmittelfluß durch das Thermostatventil (6) zunächst nur durch die Kurzschlußleitung (5) geführt werden müßte, zu einer zweiten Betriebsbedingung, bei der der Kühlmittelfluß durch das Thermostatventil (6) zumindest teilweise über den Kühler (2) freigegeben werden müßte, überprüft, ob ein Ansteigen der Kühlmittel-

temperatur am Kühlerausgang beginnt.

2. Kühlsystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein zweiter Temperatursensor (9) zur Erfassung der Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal ebenfalls der Steuereinheit (8) zugeführt wird.
3. Kühlsystem nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Betriebsbedingung ein Erreichen einer vorgegebenen Kühlmitteltemperatur (T=95°C) am Ausgang der Brennkraftmaschine ist, die von der Steuereinheit (8) mittels des Temperatursensors (9) abgefragt wird.
4. Kühlsystem nach Patentanspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (8) überprüft, ob die Kühlmitteltemperatur am Ausgang der Brennkraftmaschine oberhalb einer zweiten Schwelle S2 liegt, nachdem die Kühlmitteltemperatur am Kühlerausgang eine erste Schwelle S1 erreicht oder überschritten hat

Claims

1. A cooling system for an internal combustion engine (1) in motor vehicles, comprising a flow line (3) leading from the engine to the radiator (2), a return line (4) leading from the radiator (2) to the engine, a short-circuit line (5) connecting the flow line to the return line, and a thermostat valve (6) through which the flow of coolant is conveyed from the engine through the short-circuit line (5) and/or through the radiator (2) back to the engine (1) in dependence on operating conditions, **characterised in that** at least a first temperature sensor (7) is provided for detecting the coolant temperature at the radiator outlet, the output signal therefrom is supplied to a control unit (8), and if a first operating condition at which the coolant flow through the thermostat valve (6) must initially be directed through the short-circuit line (5) changes to a second operating condition at which the flow of coolant through the thermostat valve (6) must be released at least partly via the radiator (2), the control unit (8) checks whether the coolant temperature at the radiator outlet is beginning to rise.
2. A cooling system according to claim 1, **characterised in that** a second temperature sensor (9) is provided for detecting the coolant temperature at the engine outlet, and the signal output therefrom is likewise supplied to the control unit (8).
3. A cooling system according to claim 2, **characterised in that** the second operating condition is a pre-

set coolant temperature ($T = 95^{\circ}\text{C}$) reached at the engine outlet, the temperature being monitored by the control unit (8) via the temperature sensor (9).

4. A cooling system according to claim 2 or 3, **characterised in that** the control unit (8) checks whether the coolant temperature at the engine outlet is above a second threshold S2 after the coolant temperature at the radiator outlet has reached or exceeded a first threshold S1.

Revendications

1. Système de refroidissement d'un moteur à combustion interne (1) équipant un véhicule automobile comportant une conduite de départ (3) reliant le moteur à son radiateur (2), une conduite de retour (4) reliant le radiateur (2) au moteur, une conduite de court-circuit (5) reliant la conduite de départ et la conduite de retour ainsi qu'une soupape thermostatique (6) qui, selon les conditions de fonctionnement fait passer le flux de liquide de refroidissement du moteur à combustion interne à travers la conduite de court-circuit (5) et/ou à travers le radiateur (2) pour revenir au moteur à combustion interne (1)
caractérisé en ce qu'
 au moins un premier capteur de température (7) saisit la température du liquide de refroidissement à la sortie du radiateur, son signal de sortie étant appliqué à une unité de commande (8), et en cas de changement en passant d'une première condition de fonctionnement pour laquelle le débit de liquide de refroidissement à travers la soupape thermostatique (6) devrait tout d'abord traverser encore la conduite de court-circuit (5) vers une seconde condition de fonctionnement pour laquelle le flux de liquide de refroidissement à travers la soupape thermostatique (6) devrait être libéré au moins en partie par le radiateur (2), l'unité de commande (8) vérifie si la température du liquide de refroidissement commence à monter à la sortie du radiateur.
2. Système de refroidissement selon la revendication 1,
caractérisé par
 un second capteur de température (9) pour saisir la température du liquide de refroidissement à la sortie du moteur à combustion interne et dont le signal de sortie est également appliqué à l'unité de commande (8).
3. Système de refroidissement selon la revendication 2,
caractérisé en ce que
 la seconde condition de fonctionnement consiste à atteindre une température prédéterminée du liquide de refroidissement ($T=95^{\circ}\text{C}$) à la sortie du moteur

à combustion interne, température qui est demandée par l'unité de commande (8) par l'intermédiaire du capteur de température (9).

4. Système de refroidissement selon la revendication 2 ou 3,
caractérisé en ce que
 l'unité de commande (8) vérifie si la température du liquide de refroidissement à la sortie du moteur à combustion interne est au-dessus d'un second seuil (S2) après que la température du liquide de refroidissement à la sortie du radiateur ait atteint ou dépassé un premier seuil (S1).

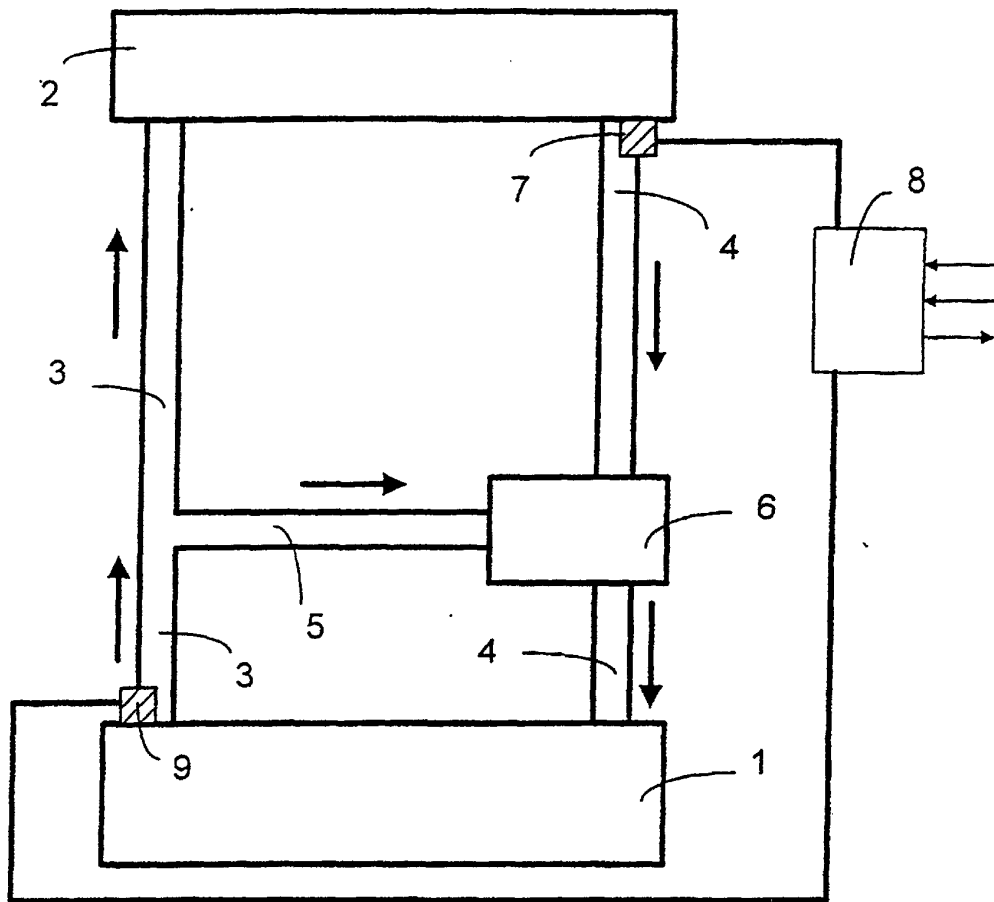


FIG. 1

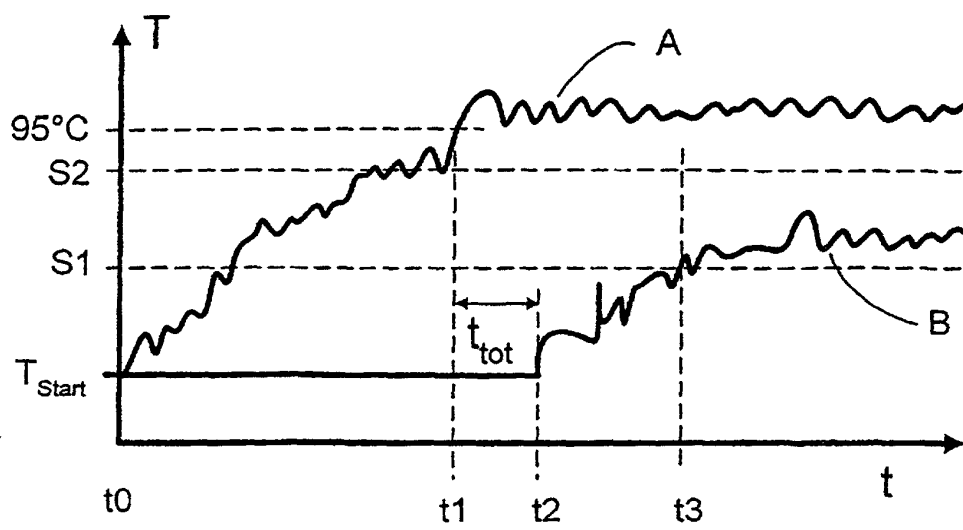


FIG. 2