



(11) **EP 1 544 447 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.10.2009 Patentblatt 2009/42

(51) Int Cl.:
F02D 41/38^(2006.01) **F02D 41/06^(2006.01)**
F02D 41/30^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04105682.1**

(22) Anmeldetag: **11.11.2004**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine**

Method and device for controlling an internal combustion engine

Procédé et appareil pour commander un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **19.12.2003 DE 10360024**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(73) Patentinhaber: **Continental Automotive GmbH**
30165 Hannover (DE)

(72) Erfinder:
• **Achleitner, Erwin**
93083, Obertraubling (DE)
• **Der andere Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 298 306 **WO-A-01/31184**
WO-A-02/48532 **DE-A1- 19 818 421**
US-A1- 2002 170 508

EP 1 544 447 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine.

[0002] Bekannte Brennkraftmaschinen haben eine Kraftstoffzuführeinrichtung mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe und einen Regulator umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert. Zunehmend sind Brennkraftmaschinen auch mit einer Hochdruckpumpe ausgestattet, die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher fördert. Einspritzventile sind mit dem Kraftstoffspeicher gekoppelt und messen den Kraftstoff in die Brennräume der Zylinder der Brennkraftmaschine zu. Wenn die Temperatur des Kraftstoffs in dem Niederdruckkreis sehr hohe Werte erreicht, besteht die Gefahr, dass sich dort Dampfblasen bilden.

[0003] Aus der EP 0 365 714 B1 ist ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem überprüft wird, ob ein Betriebszustand des Heißstarts vorliegt, in dem eine erhöhte Gefahr der Bildung von Dampfblasen besteht. Wird der Betriebszustand des Heißstarts erkannt, so wird die mittels der Einspritzventile zuzumessende Kraftstoffmasse erhöht im Vergleich zu einem Betriebszustand, in dem die Wahrscheinlichkeit einer Dampfblasenbildung gering ist.

[0004] Ein derartiges Vorgehen ist jedoch für Brennkraftmaschinen, die neben dem Niederdruckkreis noch eine Hochdruckpumpe haben, die den Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher fördert ungeeignet, da Dampfblasen in der geförderten Kraftstoffmenge vor der Hochdruckpumpe einen Hochdruckaufbau verhindern.

[0005] Für Brennkraftmaschinen mit einer Hochdruckpumpe ist es bekannt, den Regulator so auszulegen, dass er den Druck in dem Niederdruckkreis ausreichend hoch einstellt, so dass auch sichergestellt ist, wenn die Temperatur des von der Hochdruckpumpe geförderten Kraftstoffs einen Maximalwert erreicht, dass sich keine Dampfblasen bilden. Dies hat jedoch den Nachteil, dass in sonstigen Betriebszuständen, in denen die Temperatur des Kraftstoffs deutlich geringer ist, die Niederdruckpumpe mit unnötig hoher Leistung angesteuert werden muss.

[0006] Aus US 2002/0170508 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 5 bekannt.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern der Brennkraftmaschine zu schaffen, mittels denen die Belastung der Niederdruckpumpe möglichst gering gehalten werden kann.

[0008] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0009] Die Erfindung zeichnet sich aus durch ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Steuern

einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe und einen Regulator umfasst. Der Regulator stellt einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis ein, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert. Ferner hat die Brennkraftmaschine eine Hochdruckpumpe, die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher fördert. Eine Größe wird ermittelt, die charakteristisch ist für die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert. Eine vorgegebene Bedingung ist erfüllt, wenn anhand der Größe erkannt wird, dass die Temperatur des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, wird die Niederdruckpumpe im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs angesteuert, als wenn die Temperatur des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebbarer Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe ergibt.

[0010] Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass die Durchflussmengen/Kraftstoffdruck-Kennlinie des Regulators ab einer bestimmten Durchflussmenge, die der Grenzwert ist, zu einem deutlichen Druckanstieg führt. Darüber hinaus nutzt sie die Erkenntnis, dass der vorgegebene Schwellenwert der Temperatur des Kraftstoffs in der Regel in Betriebszuständen der Brennkraftmaschine überschritten wird, in denen nur eine geringe Kraftstoffmenge mittels der Einspritzventile in die Brennräume der Zylinder der Brennkraftmaschine zugemessen wird.

[0011] Im Gegensatz zu der bisher üblichen geringen Fördermenge der Niederdruckpumpe in derartigen Betriebszuständen wird die Fördermenge der Niederdruckpumpe so angepasst, dass sich eine sehr hohe Durchflussmenge durch den Regulator ergibt, die dann den gewünschten vorgebbaren Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe zur Folge hat. So kann ein sehr einfacher Regulator eingesetzt werden, der beispielsweise lediglich ein federbelastetes Rückschlagventil ist mit einer Kennlinie, bei der sich ein großer Druckanstieg in Abhängigkeit von der Durchflussmenge ergibt, und dennoch sichergestellt werden, dass eine Dampfblasenbildung vermieden wird, wenn die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert, den vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Wenn die Fördermenge nicht erhöht ist, ist der Durchfluss durch den Regulator deutlich geringer und der Druck stellt sich dann annähernd unabhängig von der Durchflussmenge durch den Regulator ein. Der Regulator kann darüber hinaus für einen entsprechend niedrigeren Druck ausgelegt sein, wegen der Erhöhung des Drucks auf Grund der erhöhten Fördermenge. Dies hat dann eine Erhöhung des Wirkungsgrads der Brennkraftmaschine zur Folge und gleichzeitig ist der Verschleiß der Niederdruckpumpe verringert. Ferner wird die Niederdruckpumpe für eine vorgegebene Zeitdauer im Sin-

ne der erhöhten Fördermenge angesteuert, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist.

[0012] Die vorgebbare Zeitdauer wird abhängig von dem Integral der zugemessenen Kraftstoffmasse während der Ansteuerung der Niederdruckpumpe im Sinne einer erhöhten Fördermenge ermittelt. Die Zeitdauer, innerhalb der eine Dampfblasenbildung wahrscheinlich ist, kann so besonders präzise abgeschätzt werden und die Belastung der Niederdruckpumpe kann so gering gehalten werden.

[0013] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die vorgegebene Bedingung, dass ein Betriebszustand des Heiß-Starts oder des Heiß-Leerlaufs der Brennkraftmaschine eingenommen wird. Dies hat den Vorteil, dass dies die Betriebszustände der Brennkraftmaschine sind, in denen eine Dampfblasenbildung mit hoher Wahrscheinlichkeit auftreten kann. Der Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird ohnehin auch zu anderen Steuerungszwecken ermittelt und so ist dann kein zusätzlicher Rechenaufwand notwendig.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt die Ansteuerung der Niederdruckpumpe, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, im Sinne einer in etwa maximalen Fördermenge der Niederdruckpumpe. Dadurch ergibt sich dann ein maximaler Druckanstieg in dem Niederdruckkreis und zwar eingangsseitig der Hochdruckpumpe. Der Regulator kann in diesem Fall dann auf einen entsprechend dem maximalen Druckanstieg verringerten Druck für den Normalbetrieb ausgelegt werden und so kann der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine weiter verbessert werden und auch der Verschleiß der Niederdruckpumpe sehr gering gehalten werden.

[0015] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Ansteuerung der Niederdruckpumpe, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, mit sinkender Temperatur des Kraftstoffs entsprechend reduziert wird. Dadurch kann der Verschleiß der Niederdruckpumpe weiter verringert werden und gleichzeitig sichergestellt werden, dass keine Dampfblasenbildung auftritt.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung,

Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines ersten Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1 und

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines weiteren Programms zum Steuern der Brennkraftmaschine gemäß Figur 1.

[0017] Elemente gleicher Konstruktion und Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Eine Brennkraftmaschine (Figur 1) umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinder-

kopf 3 und einen Abgastrakt 4. Der Motorblock 2 umfasst mehrere Zylinder, welche Kolben und Pleuelstangen haben, über die sie mit einer Kurbelwelle 21 gekoppelt sind.

[0019] Der Zylinderkopf 3 umfasst einen Ventiltrieb mit einem Einlassventil, einem Auslassventil und Ventilantrieben. Der Zylinderkopf 3 umfasst ferner ein Einspritzventil 34 und eine Zündkerze.

[0020] Ferner ist eine Zuführeinrichtung 5 für Kraftstoff vorgesehen. Sie umfasst einen Kraftstofftank 50, der über eine erste Kraftstoffleitung mit einer Niederdruckpumpe 51 verbunden ist. Die Kraftstoffleitung mündet in einen Schwalltopf 50a. Die Niederdruckpumpe 51 umfasst eine Saugstrahlpumpe, die Kraftstoff aus dem Kraftstofftank 50 in den Schwalltopf 50a pumpt. Die Saugstrahlpumpe wird durch den von der Niederdruckpumpe 51 geförderten Kraftstoff angetrieben.

[0021] Ausgangsseitig ist die Niederdruckpumpe 51 mit einem Zulauf 53 einer Hochdruckpumpe 54 wirkverbunden. Ferner ist auch ausgangsseitig der Niederdruckpumpe 51 ein mechanischer Regulator 52 vorgesehen, welcher ausgangsseitig über eine weitere Kraftstoffleitung mit dem Kraftstofftank 50 verbunden ist. Die Niederdruckpumpe 51, der mechanische Regulator 52, die Kraftstoffleitung, die weitere Kraftstoffleitung und der Zulauf 53 bilden einen Niederdruckkreis.

[0022] Der mechanische Regulator 52 ist vorzugsweise ein einfaches federbelastetes Ventil in der Art eines Rückschlagventils, wobei die Federkonstante so gewählt ist, dass in dem Zulauf 53 ein vorgegebener Niederdruck von beispielsweise 3000 bis 6000 hPa nicht überschritten wird. Der Regulator kann den Druck innerhalb eines vorgegebenen Durchflussmengenbereichs durch ihn auf den vorgegebenen Druck, so z.B. 4000 hPa einstellen, wenn die Durchflussmenge z.B. geringer ist als 100 l/h. Wenn die Durchflussmenge durch den Regulator höher ist, kann der Regulator den Druck nicht mehr auf den vorgegebenen Druck einstellen und der Druck steigt mit steigender Durchflussmenge in dem Niederdruckkreis an.

[0023] Die Niederdruckpumpe 51 ist vorzugsweise so ausgelegt, dass sie während des Betriebs der Brennkraftmaschine immer eine ausreichend hohe Kraftstoffmenge liefert, die gewährleistet, dass der vorgegebene Niederdruck nicht unterschritten wird. So kann beispielsweise die maximale zuzumessende Kraftstoffmenge durch die Einspritzventile 200 l/h betragen und die Niederdruckpumpe maximal 280 l/h fördern.

[0024] Der Zulauf 53 ist hin zu der Hochdruckpumpe 54 geführt, welche ausgangsseitig den Kraftstoff hin zu einem Kraftstoffspeicher 55 fördert. Die Hochdruckpumpe 54 wird in der Regel von der Nockenwelle angetrieben und fördert somit bei konstanter Drehzahl N der Kurbelwelle ein konstantes Kraftstoffvolumen in den Kraftstoffspeicher 55.

[0025] Die Einspritzventile 34 sind mit dem Kraftstoffspeicher 55 wirkverbunden. Der Kraftstoff wird somit den Einspritzventilen 34 über den Kraftstoffspeicher 55 zugeführt.

[0026] In dem Vorlauf der Hochdruckpumpe 54, das heißt stromaufwärts der Hochdruckpumpe 54, ist ein Volumenstromsteuerventil 56 vorgesehen, mittels dessen der Volumenstrom eingestellt werden kann, der der Hochdruckpumpe zugeführt wird. Durch eine entsprechende Ansteuerung des Volumenstromsteuerventils 56 kann sichergestellt werden, dass im Kraftstoffspeicher 55 immer der gewünschte Kraftstoffdruck herrscht, ohne dass ein elektromagnetischer Regulator ausgangsseitig des Kraftstoffspeichers 54 mit einer entsprechenden Rückföhrleitung in den Niederdruckkreis vorgesehen sein muss.

[0027] Alternativ kann die Brennkraftmaschine jedoch auch mit einem elektromagnetischen Regulator ausgangsseitig des Kraftstoffspeichers 54 und mit einer entsprechenden Rückföhrleitung in den Niederdruckkreis versehen sein. Alternativ kann auch das Volumenstromregelventil in die Hochdruckpumpe 54 integriert sein.

[0028] Ferner ist der Brennkraftmaschine eine Steuereinrichtung 6 zugeordnet, der wiederum Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene MessgröÙen erfassen und jeweils den Messwert der MessgröÙe ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer der MessgröÙen StellgröÙen, die dann in entsprechende Stellsignale zum Steuern von Stellgliedern mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden.

[0029] Die Sensoren sind ein Pedalstellungsgeber, welcher die Stellung eines Fahrpedals erfasst, ein Kurbelwellenwinkelsensor, welcher einen Kurbelwellenwinkel erfasst und welchem dann eine Drehzahl N zugeordnet wird, ein Luftmassenmesser, welcher den Luftmassenstrom erfasst, ein Drucksensor 58, welcher den Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffspeicher 55 erfasst, ein erster Temperatursensor, welcher die Temperatur T_{IM} der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt erfasst, ein zweiter Temperatursensor, der eine Temperatur TCO eines Kühlmittels erfasst, bevorzugt des Kühlwassers, und ein dritter Temperatursensor, der die Temperatur TCO des Motoröls erfasst. Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untermenge der Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

[0030] Die Stellglieder sind beispielsweise als Einlass- oder Auslassventile, die Einspritzventile 34, eine Zündkerze, eine Drosselklappe, die Niederdruckpumpe 51 oder auch das Volumenstromsteuerventil 56 ausgebildet.

[0031] Bevorzugt hat die Brennkraftmaschine auch weitere Zylinder, denen dann entsprechende Stellglieder zugeordnet sind.

[0032] Ein Programm zum Steuern der Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S1 (Figur 2) gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden.

[0033] In einem Schritt S4 wird ein Stellsignal SG zum Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 bevorzugt abhängig von einer zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF und der Drehzahl N ermittelt. Die zuzumessende Kraftstoffmasse wird von einer anderen Steuerfunktion, die in der Steuereinrichtung 6 abgearbeitet wird, abhängig von der

Brennkraftmaschine anliegenden Last ermittelt. Das Stellsignal wird in dem Schritt S4 so ermittelt, dass die Fördermenge des Kraftstoffs durch die Niederdruckpumpe 51 sicher ausreicht, um den vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einzustellen und andererseits sichergestellt ist, dass die Durchflussmenge durch den Regulator 52 geringer ist als der Grenzwert, ab dem er den Druck in dem Niederdruckkreis nicht mehr auf den vorgegebenen Druck einstellen kann.

[0034] In einem Schritt S6 wird der aktuelle Betriebszustand BZ der Brennkraftmaschine abhängig von der Temperatur TCO des Kühlmittels, und/oder der Temperatur T_{IM} der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt 1 und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls und/oder der Drehzahl und gegebenenfalls weiteren BetriebsgröÙen der Brennkraftmaschine ermittelt.

[0035] Ein Betriebszustand des HS des Heißstarts wird beispielsweise eingenommen, wenn die Temperatur des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe fördert, einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Der Schwellenwert kann beispielsweise bei 80° C liegen. Der Betriebszustand des Heißstarts tritt beispielsweise auf, wenn die Brennkraftmaschine nach einer längeren Betriebsdauer abgestellt wird und kurz darauf erneut gestartet wird, wenn der Motorblock noch eine hohe Temperatur hat. In diesem Fall ist dann der Kraftstoff, der sich in dem Niederdruckkreis befindet, auf die hohe Temperatur erhitzt.

[0036] Gleiches gilt für einen Betriebszustand HIS des Heiß-Leerlaufs, in dem mittels der Einspritzventile 34 nur eine geringe Kraftstoffmenge zugemessen wird und so sich der in dem Niederdruckkreis befindliche Kraftstoff entsprechend hoch erhitzen kann. Der Betriebszustand des Heiß-Leerlaufs HIS wird anhand der üblichen Bedingungen für einen Leerlauf, also anhand der Drehzahl N und gegebenenfalls weiteren GröÙen erkannt und ferner abhängig von der Temperatur TCO des Kühlmittels, und/oder der Temperatur T_{IM} der Ansauglufttemperatur und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls.

[0037] In einem Schritt S8 wird anschließend geprüft, ob der aktuelle Betriebszustand BZ der Betriebszustand HS des Heiß-Starts oder der Betriebszustand des HIS des Heiß-Leerlaufs ist. Ist die Bedingung des Schrittes S8 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S14 fortgesetzt. Ist die Bedingung des Schrittes S8 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S10 ein korrigiertes Stellsignal SG_{COR} abhängig von dem Stellsignal SG, dem aktuellen Betriebszustand BZ und vorzugsweise der Zeitdauer T_{BZ} seit Einnahme des aktuellen Betriebszustands BZ und vorzugsweise der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt.

[0038] Das korrigierte Stellsignal SG_{COR} wird in der Weise ermittelt, dass sich durch das Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 eine derart erhöhte Fördermenge ergibt, dass sich ein vorgegebener Druckanstieg, z.B. um 1000 hPa des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe 54 im Vergleich zu einer Ansteuerung mit dem Stellsignal SG ergibt. Das korrigierte Stellsignal SG_{COR}

COR wird dann bevorzugt mittels eines Kennfeldes ermittelt.

[0039] Besonders einfach kann alternativ entsprechend dem Schritt S10' das korrigierte Stellsignal SG_COR gleichgesetzt werden einem maximalen Stellsignal SG_MAX. Dadurch kann einfach der maximale Druckanstieg erreicht werden.

[0040] In einem Schritt S12 wird eine Zeitdauer T_COR einer erhöhten Fördermenge der Niederdruckpumpe 51 ermittelt. Diese kann in einer einfachen Ausgestaltung fest vorgegeben sein, z.B. zwischen 30 Sekunden und 3 Minuten betragen, oder aber abhängig von der Zeitdauer T_BZ seit der Einnahme des aktuellen Betriebszustands BZ und der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt werden. Dies erfolgt vorzugsweise mittels Integrierens der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF. Dadurch kann eine sehr gute Abschätzung der Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge erreicht werden, da das Integral der zuzumessenden Kraftstoffmasse charakteristisch ist für den Verlauf der Temperatur T_F des Kraftstoffs in dem Niederdruckkreis.

[0041] In einem Schritt S14 wird dann die Niederdruckpumpe 51 entsprechend mit dem Stellsignal SG oder mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert. Das Stellsignal ist bevorzugt ein pulsweitenmoduliertes Signal. Die Ansteuerung der Niederdruckpumpe mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR erfolgt vorzugsweise für die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge, die in dem Schritt S12 ermittelt wurde. Selbstverständlich wird das korrigierte Stellsignal SG_COR in dem Schritt S14 dann bei einer sich ändernden zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF entsprechend dem Schritt S4 und gegebenenfalls mit zunehmender Zeitdauer T_BZ seit Einnahme des aktuellen Betriebszustand BZ angepasst.

[0042] Im Anschluss an den Schritt S14 verharrt das Programm in dem Schritt S16 für eine vorgegebene Wartezeitdauer T_W, bevor die Bearbeitung in dem Schritt S4 erneut fortgesetzt wird.

[0043] Ein zweites Ausführungsbeispiel eines Programms zum Steuern einer Brennkraftmaschine wird in einem Schritt S18 gestartet (Figur 3). In einem Schritt S20 wird entsprechend dem Schritt S4 das Stellsignal SG ermittelt. In einem Schritt S22 wird die Kraftstofftemperatur T_F des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe 54 fördert, abhängig von der Temperatur TCO des Kühlmittels und/oder der Temperatur T_IM der Ansaugluft in dem Ansaugtrakt 1 und/oder der Temperatur TOIL des Motoröls und/oder der Drehzahl und/oder der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise mittels eines entsprechenden Beobachters oder auch mittels Kennfelder.

[0044] In einem Schritt S24 wird anschließend geprüft, ob die Kraftstofftemperatur T_F größer ist als ein Schwellenwert T_F_THR. Ist dies nicht der Fall, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S30 fortgesetzt.

[0045] Ist Bedingung des Schrittes S24 hingegen erfüllt, so wird in einem Schritt S26 das korrigierte Stellsignal SG_COR ermittelt. Dies erfolgt vorzugsweise ab-

hängig von der Kraftstofftemperatur T_F und gegebenenfalls von dem Stellsignal SG und gegebenenfalls von der zuzumessenden Kraftstoffmasse MFF.

[0046] In einer einfacheren Ausführungsform kann auch in einem Schritt S26' alternativ das korrigierte Stellsignal SG_COR gleichgesetzt werden dem maximalen Stellsignal SG_MAX.

[0047] In einem Schritt S28 wird dann die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge bevorzugt durch Integrieren der zuzumessenden Kraftstoffmasse ermittelt. Die Zeitdauer T_COR der erhöhten Fördermenge kann jedoch auch fest vorgegeben sein.

[0048] In dem Schritt S30 wird die Niederdruckpumpe 51 dann entweder mit dem Stellsignal SG oder entsprechend mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert. Bevorzugt wird jeweils nach einer vorgegebenen Zeitdauer erneut geprüft, ob die Kraftstofftemperatur T_F weiterhin größer ist als der vorgegebene Schwellenwert T_F_THR und nur dann weiterhin die Kraftstoffpumpe 51 mit dem korrigierten Stellsignal SG_COR angesteuert, wenn dies noch der Fall ist. Das korrigierte Stellsignal SG_COR wird ebenso wie das Stellsignal SG an eine sich ändernde zuzumessende Kraftstoffmasse MFF entsprechend dem Schritt S20 jeweils angepasst.

[0049] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn das korrigierte Stellsignal zum Ansteuern der Niederdruckpumpe 51 auch entsprechend der Berechnungsvorschrift des Schrittes S26 bei sich ändernder Kraftstofftemperatur T_F in der Weise angepasst wird, dass die Fördermenge der Niederdruckpumpe bei sinkender Kraftstofftemperatur T_F reduziert wird.

[0050] In einem Schritt S32 verharrt das Programm anschließend für eine vorgegebene Wartezeit, bevor die Bearbeitung erneut in dem Schritt S20 fortgesetzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung (5) mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe (51) und einen Regulator (52) umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert, und mit einer Hochdruckpumpe (54), die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (55) fördert, bei dem

- eine Größe ermittelt wird, die charakteristisch ist für die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe (54) fördert,
- eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, wenn anhand der Größe erkannt wird dass die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert (T_F_THR) überschritten hat, und
- wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist,

die Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs angesteuert wird, als wenn die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes (T_{F_THR}) liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebener Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe (54) ergibt

dadurch gekennzeichnet, dass

die Niederdruckpumpe (51) für eine vorgebbare Zeitdauer (T_{COR}) im Sinne der erhöhten Fördermenge angesteuert wird, wobei die Zeitdauer (T_{COR}) abhängt von dem Integral der zugemessenen Kraftstoffmasse (MFF) während der Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die vorgegebene Bedingung ist, dass ein Betriebszustand (BZ) des Heiss-Starts (HS) oder des Heiss-Leerlaufs (HIS) der Brennkraftmaschine eingenommen wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge im Sinne einer in etwa maximalen Fördermenge der Niederdruckpumpe (51) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge derart angepasst wird, dass mit sinkender Temperatur (T_F) des Kraftstoffs die Fördermenge der Niederdruckpumpe (51) reduziert wird.
5. Vorrichtung zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einer Kraftstoffzuführeinrichtung (5) mit einem Niederdruckkreis, der eine Niederdruckpumpe (51) und einen Regulator (52) umfasst, der einen vorgegebenen Druck in dem Niederdruckkreis einstellt, wenn die durch ihn fließende Durchflussmenge des Kraftstoffs geringer ist als ein Grenzwert, und mit einer Hochdruckpumpe (54), die eingangsseitig gekoppelt ist mit dem Niederdruckkreis und die Kraftstoff in einen Kraftstoffspeicher (55) fördert, mit Mitteln, die

- eine Größe ermitteln, die charakteristisch ist für die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs, den die Hochdruckpumpe (54) fördert,
- die prüfen, ob eine vorgegebene Bedingung erfüllt ist, die erfüllt ist, wenn anhand der Größe erkannt wird dass die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs einen vorgegebenen Schwellenwert (T_{F_THR}) überschritten hat, und
- die die Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer höheren Fördermenge des Kraftstoffs ansteu-

ern, wenn die vorgegebene Bedingung erfüllt ist, als wenn die Temperatur (T_F) des Kraftstoffs unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes (T_{F_THR}) liegt, wobei die höhere Fördermenge so vorgegeben ist, dass sich ein vorgegebener Druckanstieg des eingangsseitigen Drucks der Hochdruckpumpe (54) ergibt,

wobei diese Mittel **dadurch gekennzeichnet sind, dass**

bei Erfüllung der Bedingung die Niederdruckpumpe (51) für eine vorgebbare Zeitdauer (T_{COR}) im Sinne der erhöhten Fördermenge angesteuert wird, wobei die Zeitdauer (T_{COR}) abhängt von dem Integral der zugemessenen Kraftstoffmasse (MFF) während der Ansteuerung der Niederdruckpumpe (51) im Sinne einer erhöhten Fördermenge.

Claims

1. Method for controlling an internal combustion engine having a fuel delivery device (5) comprising a low-pressure circuit which includes a low-pressure pump (51) and a regulator (52) which sets a predetermined pressure in the low-pressure circuit if the flow rate of the fuel flowing through it is less than a limit value, and comprising a high-pressure pump (54) which is coupled to the low-pressure circuit on the input side and which conveys the fuel into a fuel accumulator (55), wherein

- a variable is determined that is characteristic of the temperature (T_F) of the fuel conveyed by the high-pressure pump (54),
- a predetermined condition is met if it is detected on the basis of the variable that the temperature (T_F) of the fuel has exceeded a predetermined threshold value (T_{F_THR}), and
- if the predetermined condition is met, the low-pressure pump (51) is controlled so as to deliver a higher volume of fuel than when the temperature (T_F) of the fuel is below the predetermined threshold value (T_{F_THR}), with the higher delivery volume being predetermined such that a predetermined increase in pressure is produced on the input side of the high-pressure pump (54)

characterised in that

the low-pressure pump (51) is controlled so as to deliver a higher volume of fuel for a predetermined period of time (T_{COR}), with the period of time (T_{COR}) being dependent on the integral of the metered fuel mass (MFF) while the low-pressure pump (51) is being controlled so as to deliver an increased volume of fuel.

2. Method according to claim 1, wherein the predetermined condition is that a hot start (HS) or hot idle (HIS) operating state (BZ) of the internal combustion engine is assumed.
3. Method according to one of the preceding claims, wherein the controlling of the low-pressure pump (51) so as to deliver an increased volume of fuel is effected such that the low-pressure pump (51) delivers an approximately maximal volume of fuel.
4. Method according to one of the preceding claims, wherein the controlling of the low-pressure pump (51) so as to deliver an increased volume of fuel is adjusted such that the volume of fuel delivered by the low-pressure pump (51) is reduced as the temperature (T_F) of the fuel falls.
5. Device for controlling an internal combustion engine having a fuel delivery device (5) comprising a low-pressure circuit which includes a low-pressure pump (51) and a regulator (52) which sets a predetermined pressure in the low-pressure circuit if the flow rate of the fuel flowing through it is less than a limit value, and comprising a high-pressure pump (54) which is coupled to the low-pressure circuit on the input side and which conveys the fuel into a fuel accumulator (55), comprising means

- which determine a variable that is characteristic of the temperature (T_F) of the fuel conveyed by the high-pressure pump (54),
- which check whether a predetermined condition has been met, which is met if it is detected on the basis of the variable that the temperature (T_F) of the fuel has exceeded a predetermined threshold value (T_{F_THR}), and
- which control the low-pressure pump (51) so as to deliver a higher volume of fuel when the predetermined condition has been met than when the temperature (T_F) of the fuel is below the predetermined threshold value (T_{F_THR}), with the higher delivery volume being predetermined in such a way that a predetermined increase in pressure is produced on the input side of the high-pressure pump (54),

wherein said means are **characterised in that** if the condition is met, the low-pressure pump (51) is controlled so as to deliver the higher volume of fuel for a predetermined period of time (T_{COR}), with the period of time (T_{COR}) being dependent on the integral of the metered fuel mass (MFF) while the low-pressure pump (51) is being controlled so as to deliver an increased volume of fuel.

Revendications

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne comprenant un dispositif d'alimentation en carburant (5) avec un circuit basse pression, qui comprend une pompe basse pression (51) et un régulateur (52), qui règle une pression prédéterminée dans le circuit basse pression lorsque le débit du carburant qui le traverse est inférieur à une valeur limite, et une pompe haute pression (54), qui est couplée côté entrée au circuit basse pression et achemine le carburant dans un accumulateur de carburant (55), dans lequel

- on détermine une grandeur qui est caractéristique de la température (T_F) du carburant acheminé par la pompe haute pression (54),
- une condition prédéterminée est remplie lorsqu'il est reconnu à l'aide de la grandeur que la température (T_F) du carburant a dépassé une valeur seuil prédéterminée (T_{F_THR}), et,
- si la condition prédéterminée est remplie, la pompe basse pression (51) est actionnée dans le sens d'un débit du carburant supérieur à celui existant lorsque la température (T_F) du carburant se trouve en dessous de la valeur seuil prédéterminée (T_{F_THR}), le débit supérieur étant prédéterminé de manière à obtenir une augmentation prédéterminable de la pression côté entrée de la pompe haute pression (54),

caractérisé en ce que

la pompe basse pression (51) est actionnée sur une période de temps prédéterminable (T_{COR}) dans le sens du débit supérieur, la période de temps (T_{COR}) dépendant de l'intégrale de la masse de carburant mesurée (MFF) pendant l'actionnement de la pompe basse pression (51) dans le sens d'un débit supérieur.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la condition prédéterminée est qu'un état de fonctionnement (BZ) du démarrage à chaud (HS) ou du ralenti à chaud (HIS) du moteur à combustion interne est adopté.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'actionnement de la pompe basse pression (51) se fait dans le sens d'un débit supérieur pour obtenir un débit presque maximal de la pompe basse pression (51).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'actionnement de la pompe basse pression (51) est adapté dans le sens d'un débit supérieur de manière que le débit de la pompe basse pression (51) soit réduit lorsque la température (T_F) du carburant baisse.

5. Dispositif de commande d'un moteur à combustion interne comprenant un dispositif d'alimentation en carburant (5) avec un circuit basse pression, qui comprend une pompe basse pression (51) et un régulateur (52), qui règle une pression prédéterminée dans le circuit basse pression lorsque le débit de carburant qui le traverse est inférieur à une valeur limite, et une pompe haute pression (54), qui est couplée côté entrée au circuit basse pression et qui achemine le carburant dans un accumulateur de carburant (55), et des moyens

- qui déterminent une grandeur qui est caractéristique de la température (T_F) du carburant acheminé par la pompe haute pression (54),
 - qui vérifient si une condition prédéterminée a été remplie, c'est-à-dire lorsqu'il est reconnu à l'aide de la grandeur que la température (T_F) du carburant a dépassé une valeur seuil prédéterminée (T_F_THR), et
 - qui, si la condition prédéterminée est remplie, actionnent la pompe basse pression (51) dans le sens d'un débit de carburant supérieur à celui existant lorsque la température (T_F) du carburant se trouve en dessous de la valeur seuil prédéterminée (T_F_THR), le débit supérieur étant
- ces moyens étant **caractérisés en ce que**, lorsque la condition est remplie, la pompe basse pression (51) est actionnée sur une période de temps prédéterminable (T_{COR}) dans le sens du débit supérieur, la période de temps (T_{COR}) dépendant de l'intégrale de la masse de carburant mesurée (MFF) pendant l'actionnement de la pompe basse pression (51) dans le sens d'un débit supérieur.

40

45

50

55

FIG 1

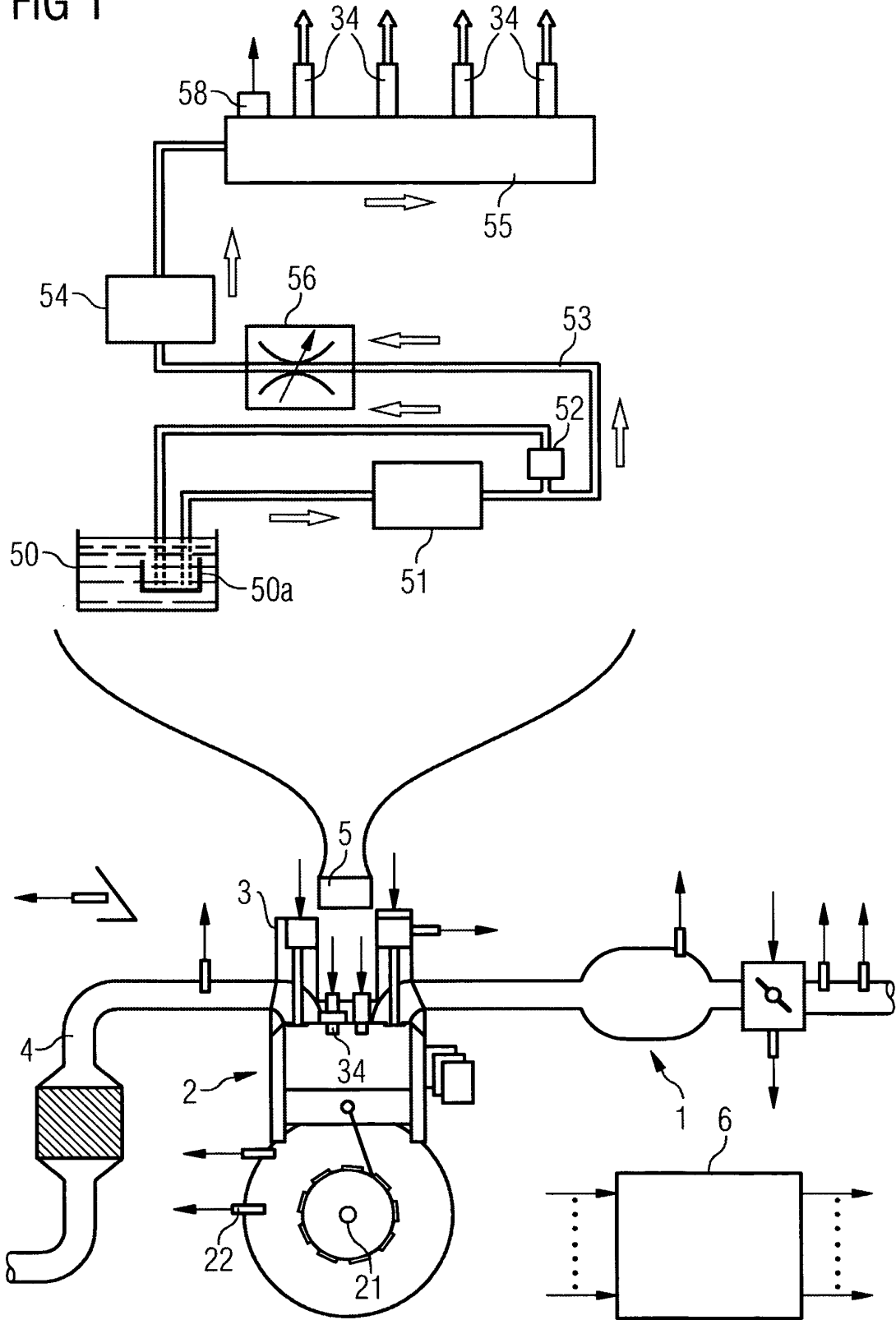


FIG 2

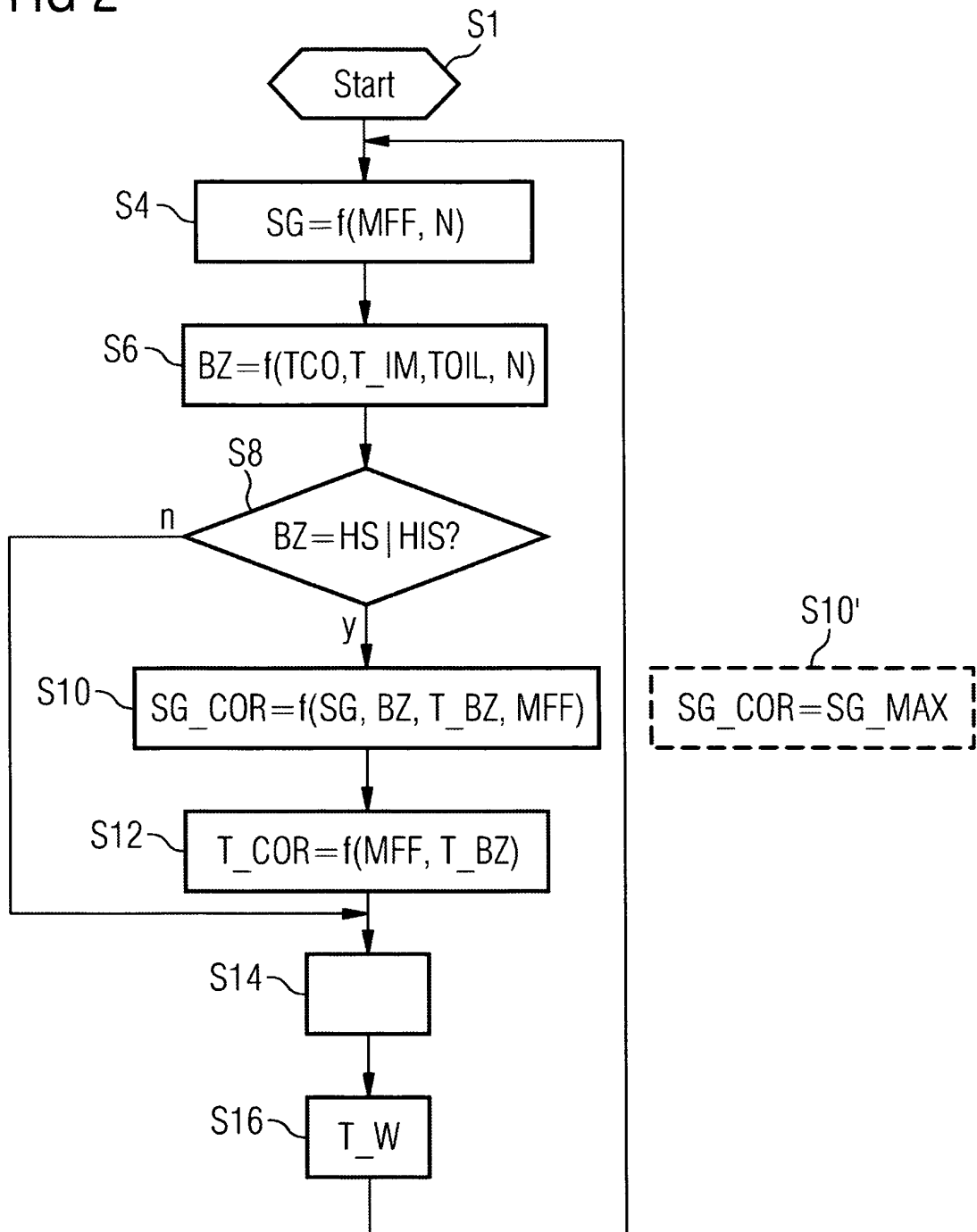
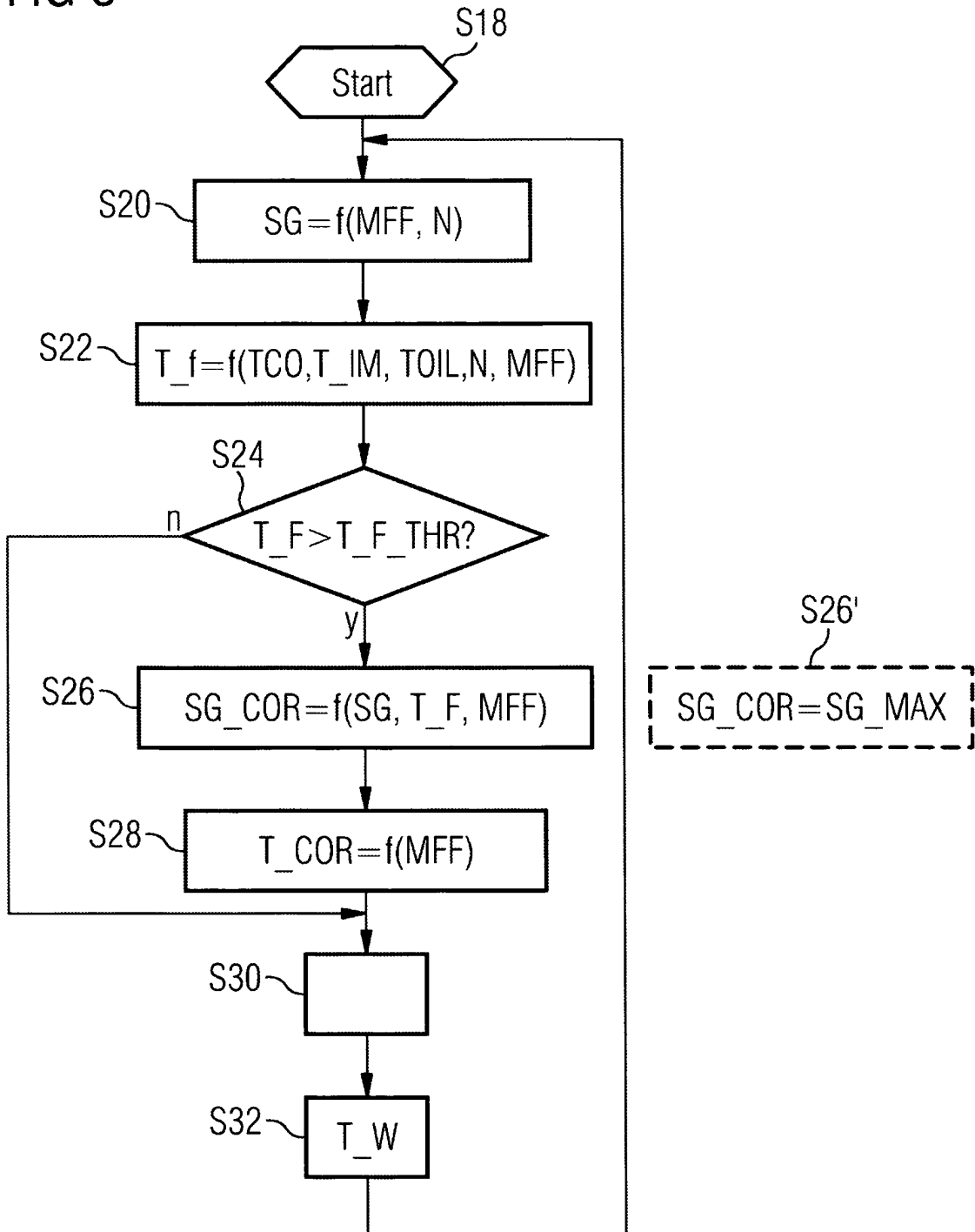


FIG 3



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0365714 B1 [0003]
- US 20020170508 A1 [0006]