

(19)



(11)

EP 2 699 783 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.06.2015 Patentblatt 2015/25

(51) Int Cl.:
F02D 41/14^(2006.01) F02D 41/24^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12709871.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2012/054641

(22) Anmeldetag: **16.03.2012**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/143187 (26.10.2012 Gazette 2012/43)

(54) VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KALIBRIERUNG EINES KRAFTSTOFFZUMESSSYSTEMS EINES KRAFTFAHRZEUGS

METHOD AND DEVICE FOR CALIBRATING A FUEL METERING SYSTEM OF A MOTOR VEHICLE

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF D'ÉTALONNAGE D'UN SYSTÈME DE DOSAGE DE CARBURANT D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **18.04.2011 DE 102011007563**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.02.2014 Patentblatt 2014/09

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **WALTER, Michael
70806 Kornwestheim (DE)**
• **BOLLINGER, Stefan
71672 Marbach Am Neckar (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-98/03783 DE-A1- 10 359 306
DE-A1-102007 019 099**

EP 2 699 783 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 zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

Stand der Technik

[0002] In modernen Kraftstoffeinspritzsystemen der hier betroffenen Art, wie bspw. in Common-Rail-Diesel-Einspritzsystemen, erfolgen zur Verbesserung einer Gemischaufbereitung zeitgleich vor oder nach einer entsprechenden Haupteinspritzung Teileinspritzungen mit relativ kleinen Kraftstoffmengen. Die genannte Haupteinspritzung wird dabei in der Regel auf Basis einer Momentenanforderung eines entsprechenden Fahrers berechnet. Die Einspritzmengen der genannten Teileinspritzungen sollen möglichst gering sein, um Emissionsnachteile zu vermeiden. Andererseits müssen die Einspritzmengen groß genug sein, damit unter Berücksichtigung aller Toleranzquellen stets die für den entsprechenden Verbrennungsprozess notwendige Mindestmenge abgesetzt wird. Eine derart verbesserte Gemischaufbereitung ermöglicht reduzierte Abgasemissionen sowie verringerte Verbrennungsgeräusche.

[0003] Die geringen Kraftstoffmengen bei den genannten Teileinspritzungen erfordern eine präzise Zumesung der jeweiligen Einspritzmengen. Fällt eine Teileinspritzung gänzlich weg, bspw. weil eine vorliegende Einspritzkomponente, bei Common-Rail-Einspritzsystemen ein Injektor, aufgrund von üblichen Toleranzen bei einem zugrundeliegenden Ansteuersignal noch nicht einspritzt, hat dies erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb der Brennkraftmaschine, was sich bspw. durch erhöhte Geräuschentwicklung bei der Verbrennung äußert. Eine wesentliche Toleranzquelle für die Mengengenauigkeit der Voreinspritzung ist eine sogenannte Drift des jeweiligen Injektors.

[0004] Bei den genannten Common-Rail-Diesel-Einspritzsystemen werden mittels eines Hochdruckspeichers, eines sogenannten "Rails" Druckerzeugung und Einspritzung voneinander entkoppelt, wobei der Einspritzdruck unabhängig von der Motordrehzahl und der Einspritzmenge erzeugt wird und in dem Hochdruckspeicher für die Einspritzung zur Verfügung steht. Der jeweilige Einspritzzeitpunkt und die jeweilige Einspritzmenge werden dabei in einem elektronischen Motorsteuergerät berechnet und von den entsprechenden Injektoren jedes Zylinders der Brennkraftmaschine über ferngesteuerte Ventile zugesetzt. Es ist dabei zu gewährleisten, dass die genannten Teileinspritzungen stets mit möglichst hoher Präzision verwirklicht werden.

[0005] Bei Herstellung von Injektoren eines entsprechenden Kraftstoffzumesssystems auftretende Fertigungstoleranzen bedingen Unterschiede in den Betriebskenngrößen der einzelnen Injektoren, welche oft erst über die Lebensdauer der jeweiligen Injektoren bzw.

des Kraftstoffzumesssystems auftreten oder während der Lebensdauer sogar noch verstärkt werden. Dazu kommt, dass die Injektoren eines Kraftstoffzumesssystems üblicherweise unterschiedliche Mengenkennfelder aufweisen, d. h. unterschiedliche Abhängigkeiten zwischen Einspritzmengen, Raildruck und Ansteuerdauer. Dies führt dazu, dass die verschiedenen Injektoren den entsprechenden Verbrennungsraum auch bei sehr präziser Ansteuerung mit unterschiedlichen Mengen an Kraftstoff füllen.

[0006] Eine Zumesung der genannten Minimalmengen erfolgt auf Grundlage einer sogenannten Nullmengenkalibrierung. Diese ist bspw. in der Druckschrift DE 199 45 618 A1 beschrieben. Dabei wird im sogenannten Schubbetrieb der jeweiligen Brennkraftmaschine ein einzelner Injektor angesteuert und die Ansteuerdauer so lange schrittweise erhöht, bis sich bei einer Mindestansteuerdauer eine Änderung eines Mengensatzsignals (kurz: Mengensignal) einstellt, bspw. eine an der Brennkraftmaschine messbare Drehmomentenerhöhung, anhand derer kenntlich ist, dass nunmehr eine Einspritzung bzw. Injektion stattgefunden hat. Die dann vorliegende Ansteuerdauer entspricht einem Betriebszustand, bei dem die Einspritzung für die betreffende Brennkraftmaschine, d. h. den Zylinder der Brennkraftmaschine gerade einsetzt. Diese Vorgehensweise wird bezüglich aller Injektoren bzw. Zylindern der Brennkraftmaschine entsprechend durchgeführt. Die dabei gewonnenen Ansteuerdauern werden in einem sogenannten Ansteuerkennfeld gespeichert, welches bei einer nachfolgenden Ansteuerung der Injektoren im Rahmen einer Nullmengenkalibrierung angewendet wird, wobei ein aktueller Wert der Ansteuerdauer jeweils in einen Korrekturwert für die zuzuführende Kraftstoffmenge umgesetzt wird.

[0007] Aus der DE 10 2008 002 482 A1 ist ferner ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem wenigstens ein Injektor mit einer ersten Testeinspritzung mit einer ersten Testeinspritzmenge angesteuert wird und ein sich dabei ergebendes erstes Mengensignal erfasst wird. Dabei wird eine erste Mindestansteuerdauer bestimmt und es ist ferner vorgesehen, dass der wenigstens eine Injektor mit wenigstens einer zweiten Testeinspritzung mit einer von der ersten Einspritzmenge abweichenden zweiten Einspritzmenge angesteuert wird und ein sich dabei ergebendes wenigstens zweites Mengensignal erfasst wird, wobei zu dieser wenigstens zweiten Einspritzmenge eine wenigstens zweite Mindestansteuerdauer bestimmt wird. Auf Grundlage der ersten Mindestansteuerdauer und der wenigstens zweiten Mindestansteuerdauer sowie des ersten Mengensignals und des mindestens zweiten Mengensignals wird sodann eine Regressionsberechnung durchgeführt. Mit Hilfe des darin vorgestellten Verfahrens kann das Lernverfahren bei der Nullmengenkalibrierung verbessert werden, indem die für das Lernen eines Kalibrierwertes benötigte Zeit verringert wird. Die DE 103 59 306 A1 offenbart ein weiteres Verfahren zur Ka-

librierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Bei der oben bereits erwähnten Nullmengenkalibrierung werden im Schub auf einem Zylinder bzw. dem diesem zugeordneten Injektor Testeinspritzungen mit variabler Ansteuerdauer durchgeführt. Zu jeder Ansteuerdauer wird das zugehörige Mengensatzsignal, das durch Aufbereitung des gemessenen Drehzahlsignals bspw. gewonnen werden kann, berechnet. Die Ansteuerdauer wird hierbei so lange variiert, bis ein vorgegebener Sollwert des Mengensignals erreicht ist. In einem darauffolgenden Schritt wird ein Ansteuerdauer-Lernwert berechnet und nicht flüchtig abgespeichert. Das Verfahren wird dabei für jeden Injektor bei mehreren Raildruckstufen einzeln angewendet.

[0009] Die Kalibrierung der einzelnen Injektoren bei den einzelnen Raildruckstufen erfolgt demnach sequenziell.

[0010] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es nunmehr die Ermittlung der obigen Lernwerte zu beschleunigen.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 bzw. einer entsprechenden Vorrichtung gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 6. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den jeweiligen Unteransprüchen formuliert.

[0012] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs einen ersten Injektor mit einer ersten Testeinspritzung und einer ersten Ansteuerdauer und einen zweiten Injektor mit einer zweiten Testeinspritzung und einer zweiten Ansteuerdauer anzusteuern und eine sich daraus ergebende Gesamtanregung als Überlagerung einer ersten Anregung des ersten Injektors und einer zweiten Anregung des zweiten Injektors zu erfassen. Daraus wird sodann eine Gesamtschwingung ermittelt, aus der die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors rekonstruiert werden. Auf Basis der jeweiligen Anregung als jeweiligem Mengensignal für den jeweiligen Injektor wird dann unabhängig von dem anderen Injektor eine Nullmengenkalibrierung durchgeführt, wodurch für einen jeweiligen Injektor eine jeweilige Mindestansteuerdauer ermittelt wird.

[0013] Die Ermittlung von Lernwerten erfolgt dabei wie bei der normalen Nullmengenkalibrierung im Schub. Allerdings wird das vorgeschlagene Verfahren hinsichtlich des Lernvorgangs jeweils autark auf zwei Injektoren parallel durchgeführt. Aus jeder Testeinspritzung der beiden Injektoren ergibt sich eine Anregung des Antriebsstrangs. Diese Anregungen, da parallel bzw. in etwa zeitgleich, werden auf dem Antriebsstrang überlagert. Eine entsprechende Drehzahlsignalauswertung ermittelt daraus eine Gesamtschwingung mit Betrag und Phase. Dar-

aus lässt sich dann nach dem Prinzip der Vektoraddition die Anregung der jeweiligen einzelnen Injektoren rekonstruieren. Auf Basis des für den jeweiligen Injektor rekonstruierten Mengensignals erfolgt sodann eine Kalibrierung für jeden Injektor autark wie bei einer zuvor erwähnten "normalen" Nullmengenkalibrierung.

[0014] Vorteil des vorgeschlagenen Verfahrens ist die Möglichkeit, die Kalibrierungsgeschwindigkeit zu verdoppeln ohne eine Verschlechterung im Signal-/Rausch-Abstand in Kauf nehmen zu müssen.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens werden die erste Testeinspritzung für den ersten Injektor und die zweite Testeinspritzung für den zweiten Injektor im Schub und in etwa zeitgleich vorgenommen.

[0016] Gemäß einer möglichen Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens liegen der erste Injektor bzw. der ihm zugeordnete erste Zylinder und der zweite Injektor bzw. der ihm zugeordnete zweite Zylinder dabei zueinander orthogonal.

[0017] Alternativ dazu können der erste Injektor und der zweite Injektor bzw. die jeweiligen Zylinder auch gegenphasig zueinander liegen oder gemäß einer noch weiteren Ausführungsform auch so zueinander liegen, dass sie einen Winkel τ einschließen, wobei τ ungleich einem Vielfachen von 90° beträgt.

[0018] Ferner kann vorgesehen sein, dass die ermittelten jeweiligen Anregungen als jeweilige Mengensignale für einen jeweiligen Injektor in ein jeweiliges Ansteuerdauererkennungsfeld eingetragen und in diesem gespeichert werden.

[0019] Bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Schub zwei Injektoren gleichzeitig mit jeweiligen Testeinspritzungen beaufschlagt. Jede dieser Testeinspritzung bewirkt eine Anregung der schwingungsfähigen Bauteile des Antriebsstrangs. Die resultierende Überlagerung dieser beiden angeregten Schwingungen kann mittels eines Drehzahlsensors gemessen werden. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden sodann aus dem überlagerten Signal die Amplituden der zu den jeweiligen Injektoren gehörenden Einzelsignale rekonstruiert.

[0020] Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst Steuermittel zur Ansteuerung eines ersten Injektors mit einer ersten Testeinspritzung mit einer ersten Ansteuerdauer und eines zweiten Injektors mit einer zweiten Testeinspritzung mit einer zweiten Ansteuerdauer. Ferner sind Sensormittel vorgesehen, die dazu konfiguriert sind, eine sich daraus ergebende Gesamtanregung als Überlagerung einer ersten Anregung des ersten Injektors und einer zweiten Anregung des zweiten Injektors zu erfassen und eine sich daraus ergebende Gesamtschwingung zu ermitteln. Ferner umfasst die vorgeschlagene Vorrichtung Rechenmittel, die dazu konfiguriert sind, aus der Gesamtschwingung die erste Anregung des ersten Injektors und die

zweite Anregung des zweiten Injektors zu rekonstruieren. Ferner kann mit Hilfe der vorgesehenen Rechenmittel auf Basis einer jeweiligen Anregung als jeweiligem Mengensignal für einen jeweiligen Injektor unabhängig vom anderen Injektor eine Nullmengenkalibrierung durchgeführt werden, wodurch für einen jeweiligen Injektor eine jeweilige Mindestansteuerdauer zu ermitteln ist.

[0021] Die vorgeschlagene Vorrichtung kann insbesondere in einem Common-Rail-Diesel-Einspritzsystem zur Anwendung kommen.

[0022] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

[0023] Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweiligen angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024]

Figur 1 zeigt eine grafische Darstellung am Beispiel eines 4-Zylindersystems einer Überlagerung von Amplitudensignalen zweier orthogonaler Injektoren bzw. Zylindern und deren nach einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführten Separierung in jeweilig einzelne Amplitudensignale der zwei einzelnen Injektoren.

Figur 2 zeigt ein Ansteuerdauererkennfeld eines zweiten Injektors der gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zusammen mit einem ersten Injektor parallel kalibriert wurde, wobei die Ansteuerdauer des ersten Injektors dabei als Parameter eingeht.

Figur 3 zeigt ein Ansteuerdauererkennfeld eines ersten Injektors, der gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zusammen mit einem zweiten Injektor parallel kalibriert wurde, wobei hier die Ansteuerdauer des zweiten Injektors als Parameter eingeht.

Figur 4 zeigt in grafischer Darstellung eine Überlagerung von zwei Amplitudensignalen zweier Injektoren, die so zueinander liegen, dass sie einen Winkel τ einschließen, welcher ungleich einem Vielfachen von 90° ist.

Figur 5 zeigt ein Übersichtsblockdiagramm einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0025] In Figur 1 ist als Teil einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Rekonstruieren von Anregungen zweier zeitgleich mit jeweiligen Testeinspritzungen beaufschlagten Injektoren aus einer gemessenen Anregung von schwingungsfähigen Bauteilen des Antriebsstrangs innerhalb einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs gezeigt. Die gemessene Anregung bzw. Schwingung ergibt sich dabei als eine Überlagerung von Schwingungen, angeregt durch die jeweiligen einzelnen zwei mit jeweiligen Testeinspritzungen beaufschlagten Injektoren.

[0026] Im vorliegenden Fall wird nunmehr am Beispiel eines 4-Zylindersystems angenommen, dass die zwei mit jeweiligen Testeinspritzungen beaufschlagten Injektoren bzw. die entsprechend zugeordneten Zylinder orthogonal zueinander liegen. Demnach ist der erste Injektor bzw. der zugehörige Zylinder 1 durch die Ordinate gekennzeichnet, während der zweite Injektor bzw. Zylinder 2 durch die Abszisse dargestellt ist. Die nunmehr gemessene Schwingung wird zunächst durch eine Amplitude A_{12} und eine entsprechende Phase α dargestellt. Dies kann bspw. als Fouriertransformation eines entsprechenden Drehzahlsignals vorgenommen werden. Die jeweiligen Phasen einer reinen Anregung bzw. Schwingung auf dem ersten Zylinder 1 oder dem zweiten Zylinder 2 sind aus dem Stand der Technik bekannt und werden, wie bereits voranstehend erwähnt, in dem hier dargestellten Koordinatensystem als Achsen verwendet. Das gemessene Signal mit Amplitude A_{12} und Phase α wird sodann gemäß trigonometrischem Standard auf die beiden Achsen projiziert. Dies lautet dann wie folgt:

$$A_1 = A_{12} \cdot \sin(\alpha)$$

$$A_2 = A_{12} \cdot \cos(\alpha)$$

wobei

[0027] A_{12} die Amplitude der Gesamtschwingung d. h. der Überlagerung der beiden durch die jeweiligen Injektoren verursachten Schwingungen ist, A_1 die rekonstruierte Amplitude von Zylinder 1 und A_2 die rekonstruierte Amplitude von Zylinder 2 darstellt. α ergibt sich aus der Phase bzw. Phasenverschiebung der gemessenen Anregung gegenüber der Phase von Zylinder 2 bzw. Zylinder 1.

[0028] Dadurch lassen sich in einfacher Weise die beiden die Gesamtanregung verursachenden Einzelanregungen der Injektoren 1 und 2 separieren.

[0029] Sodann wird für jeden der beiden Injektoren, den ersten Injektor 1 und den zweiten Injektor 2 ein Suchalgorithmus gemäß dem Stand der Technik durchgeführt, wobei eine Ansteuerdauer eines jeweiligen Injektors so lange nachgeführt wird, bis eine vorgegebene Zielmenge erreicht ist und anschließend wird daraus ein voranstehend erwähnter Lernwert gemäß Stand der

Technik bestimmt.

[0030] Figur 2 gibt ein Testergebnis wieder, welches an einem Kraftfahrzeug mit einem 4-Zylinder-Motor nach Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erhalten wurde. Dabei wurde ein erhaltenes Ansteuerdauererkennfeld eines zweiten Injektors 2 dreimal ermittelt. Die jeweilige Ansteuerdauer eines ersten Injektors 1 war dabei als Parameter eingesetzt und nahm jeweils die Ansteuerdauer 140 μ s, 180 μ s und 220 μ s an. Die drei ermittelten Ansteuerdauererkennlinien 10, 20, 30 sind hierbei in einem Schaubild, welches ein jeweiliges bestimmtes Mengensignal S2 des zweiten Injektors 1 über die Ansteuerdauer T, gemessen in μ s, aufzeigt, eingetragen. Dabei stellt das Ansteuerdauererkennfeld 10 das Ansteuerdauererkennfeld des zweiten Injektors 2 dar, bei einer Ansteuerdauer des ersten Injektors von 140 μ s. Das Ansteuerdauererkennfeld 20 wurde bei einer Ansteuerdauer des ersten Injektors von 180 μ s aufgenommen und das Ansteuerdauererkennfeld 30 wurde für eine Ansteuerdauer des ersten Injektors von 220 μ s aufgenommen. Die drei ermittelten Ansteuerdauererkennfelder des zweiten Injektors 2 liegen dabei im Rahmen der Messgenauigkeiten des eingesetzten Drehzahlauswertverfahrens exakt aufeinander.

[0031] In Figur 3 ist ein entsprechendes Schaubild für entsprechende Ansteuerdauererkennfelder des ersten Injektors 1 aufgezeigt, wobei hier quasi gegenüber Figur 2 Injektor 1 und Injektor 2 ihre Rollen "getauscht" haben. In dem hier dargestellten Schaubild wurde ein jeweiliges bestimmtes Mengensignal S1 des ersten Injektors 1 über die Ansteuerdauer T, gemessen in μ s, aufgetragen. Die Ansteuerdauer des zweiten Injektors 2 war dabei als Parameter verwendet und betrug für Ansteuerdauererkennfeld 10' 140 μ s, für Ansteuerdauererkennfeld 20' 180 μ s und für Ansteuerdauererkennfeld 30' 220 μ s. Auch hier sind die drei für Injektor 1 ermittelten Ansteuerdauererkennfelder im Rahmen der Messgenauigkeiten des Drehzahlauswertverfahrens exakt aufeinander.

[0032] Alternativ zum genannten Szenario, in welchem zwei orthogonale Injektoren 1 und 2 bzw. entsprechende Zylinder mit jeweiligen Testeinspritzungen beaufschlagt werden, können auch zwei gegenphasig liegende Injektoren bzw. Zylinder angeregt werden. Die beiden Schwingungen löschen sich dann exakt aus, wenn die Einspritzmengen für die jeweiligen Injektoren gleich groß sind. Dies kann bspw. dazu verwendet werden, zwei Injektoren exakt aufeinander abzugleichen, wenn ein Absolutbetrag der jeweiligen Einspritzung für die der Abgleich erfolgt, nicht relevant ist.

[0033] Figur 4 zeigt nunmehr eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommene Rekonstruktion von durch einen ersten Injektor und einen zweiten Injektor jeweils angeregten Schwingungen aus einer durch die beiden Schwingungen sich ergebenden und gemessenen Gesamtschwingung. Dabei schließen die Injektoren 1 und 2 einen Winkel τ ein, der ungleich eines Vielfachen von 90° beträgt. Entsprechend zu Figur 1 ist diese Konstellation ebenfalls in einem Koordinatensystem

tem dargestellt, wobei der zweite Zylinder 2 bzw. Injektor 2 auf einer horizontalen Achse und der erste Zylinder 1 bzw. Injektor 1 auf einer gegenüber der horizontalen Achse um τ gedrehten Achse gekennzeichnet ist. Die Koordinatenachsen dieses Koordinatensystems schließen demnach einen Winkel τ ein. Das gemessene Signal wird wiederum in eine Darstellung mit Amplitude und Phase umgewandelt und in diesem Koordinatensystem entsprechend eingezeichnet. Dabei ist die Amplitude A12 mit einem Winkel α zum Injektor 2 eingetragen. Eine Rekonstruktion der Einzelamplituden A1 bzw. A2 ergibt sich hier durch Anwendung des Sinussatzes analog zu der Rekonstruktion in Figur 1. Dadurch ergibt sich eine verallgemeinerte Auswertebeziehung wie folgt:

$$A1 = A12 \cdot \sin(\alpha) / \sin(180^\circ - \tau)$$

$$A2 = A12 \cdot \sin(\tau - \alpha) / \sin(180^\circ - \tau)$$

[0034] Figur 5 zeigt eine vereinfachte Blockdarstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Steuerung eines Kraftstoffzumesssystems. Gezeigt ist eine Brennkraftmaschine 10, die von einer Kraftstoffzumesseinheit 30 eine bestimmte Kraftstoffmenge zu einem bestimmten Zeitpunkt zugemessen bekommt. Dabei sind Sensormittel in Form verschiedener Sensoren 40, insbesondere eines Drehzahlsensors, vorhanden, die Messwerte 15 erfassen, die den Betriebszustand der Brennkraftmaschine 10 charakterisieren und diese entsprechend an ein Steuergerät 20 weiterleiten. Dem Steuergerät 20 werden darüber hinaus Ausgangssignale 25 weiterer vorhandener Sensoren 45 zugeleitet, die Größen erfassen, die den Zustand der Kraftstoffzumesseinheit 30 und/oder Umweltbedingungen charakterisieren. Ein solche Größe 25 ist bspw. ein gegebener Fahrerwunsch. Bei den weiteren Größen 25 kann sich bspw. auch um Druck und Temperatur der Umgebungsluft handeln. Das Steuergerät 20 berechnet ausgehend von den Messwerten 15 und den weiteren Größen 25 Ansteuerimpulse 35, mit denen die Kraftstoffzumesseinheit 30 beaufschlagt wird.

[0035] Bei der Brennkraftmaschine handelt es vorzugsweise um eine Direkteinspritzung und/oder eine selbstzündende Brennkraftmaschine.

[0036] Die Kraftstoffzumesseinheit 30 kann verschieden ausgestaltet sein. Sie kann bspw. als voranstehend bereits erwähntes und beschriebenes Common-Rail-Einspritzsystem ausgebildet sein. Bei einem derartigen System verdichtet eine Hochdruckpumpe Kraftstoff in einem Speicher. Von diesem Speicher gelangt dann der Kraftstoff über Injektoren in jeweilige Brennräume der Brennkraftmaschine. Die Dauer und/oder der Beginn der

Kraftstoffeinspritzung wird mittels der Injektoren gesteuert. Dabei beinhalten die Injektoren vorzugsweise jeweils ein Magnetventil bzw. einen piezoelektrischen Aktor.

[0037] Pro Zylinder wird jeweils ein elektrisch betätigbares Ventil vorgesehen. Im Folgenden wird das Magnetventil und/oder der piezoelektrische Aktor, der die Kraftstoffzumessung beeinflusst als elektrisch betätigbares Ventil bezeichnet.

[0038] Ein elektrisch betätigbares Ventil ist so angeordnet, dass durch Öffnungsdauer bzw. durch Schließdauer des Ventils eine einzuspritzende Kraftstoffmenge festgelegt wird.

[0039] Zur Kalibrierung des Kraftstoffzumesssystems verfügt nun das Steuergerät 20 erfindungsgemäß über Steuermittel 50 zur Ansteuerung eines ersten Injektors mit einer ersten Testeinspritzung mit einer ersten Ansteuerdauer mittels Ansteuerimpuls 35_1 und zur Ansteuerung eines zweiten Injektors mit einer zweiten Testeinspritzung mit einer zweiten Ansteuerdauer mittels Ansteuerimpuls 35_2. Ferner sind die Sensoren 40, insbesondere ein vorgesehener Drehzahlsensor, dazu konfiguriert, eine sich daraus ergebende Gesamtanregung als Überlagerung einer ersten Anregung des ersten Injektors und einer zweiten Anregung des zweiten Injektors zu erfassen und eine sich daraus ergebende Gesamtschwingung zu ermitteln. Das Steuergerät 20 verfügt des weiteren über Rechenmittel 55, die dazu konfiguriert sind, aus der Gesamtschwingung die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors zu rekonstruieren und auf Basis der jeweiligen Anregungen als jeweiligem Mengensignal für den jeweiligen Injektor unabhängig vom anderen Injektor eine Nullmengenkalibrierung durchzuführen. Dadurch wird eine jeweilige Mindestansteuerdauer für einen jeweiligen Injektor bestimmt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem ein erster Injektor mit einer ersten Testeinspritzung mit einer ersten Ansteuerdauer und ein zweiter Injektor mit einer zweiten Testeinspritzung mit einer zweiten Ansteuerdauer angesteuert wird und eine sich daraus ergebende Gesamtschwingungsanregung des Antriebsstrangs als Überlagerung einer ersten Anregung des ersten Injektors und einer zweiten Anregung des zweiten Injektors erfasst wird, wobei daraus eine Gesamtschwingung ermittelt wird, aus der die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors rekonstruiert werden, und auf Basis der jeweiligen Anregung als jeweiligem Mengensignal für den jeweiligen Injektor unabhängig vom anderen Injektor eine Nullmengenkalibrierung durchgeführt wird, wodurch für einen jeweiligen Injektor eine jeweilige Mindestansteuerdauer ermittelt

wird, wobei die Gesamtschwingung mit einem Betrag und einer Phase ermittelt wird, woraus durch Anwendung von Vektoraddition die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors rekonstruiert werden, wobei die erste Testeinspritzung für den ersten Injektor und die zweite Testeinspritzung für den zweiten Injektor im Schub und in etwa zeitgleich vorgenommen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Injektor und der zweite Injektor zueinander orthogonal liegen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Injektor und der zweite Injektor gegenphasig zueinander liegen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der erste Injektor und der zweite Injektor so zueinander liegen, dass sie einen Winkel τ einschließen, mit $\tau \neq n \cdot 90^\circ$, $n = 0, 1, 2, \dots$

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die ermittelten jeweiligen Anregungen als jeweilige Mengensignale für einen jeweiligen Injektor in ein jeweiliges Ansteuerdauererkennungsfeld eingetragen und in diesem gespeichert werden.

6. Vorrichtung zur Kalibrierung eines Kraftstoffzumesssystems einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit Steuermitteln zur Ansteuerung eines ersten Injektors mit einer ersten Testeinspritzung mit einer ersten Ansteuerdauer und eines zweiten Injektors mit einer zweiten Testeinspritzung mit einer zweiten Ansteuerdauer, mit Sensormitteln zur Erfassung einer sich daraus ergebenden Gesamtschwingungsanregung des Antriebsstrangs als Überlagerung einer ersten Anregung des ersten Injektors und einer zweiten Anregung des zweiten Injektors und zur Ermittlung einer sich daraus ergebenden Gesamtschwingung, und mit Rechenmitteln, die dazu konfiguriert sind, aus der Gesamtschwingung die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors zu rekonstruieren, und auf Basis der jeweiligen Anregung als jeweiligem Mengensignal für den jeweiligen Injektor unabhängig vom anderen Injektor eine Nullmengenkalibrierung durchzuführen, wodurch für einen jeweiligen Injektor eine jeweilige Mindestansteuerdauer zu ermitteln ist, wobei die Gesamtschwingung mit einem Betrag und einer Phase ermittelt wird, woraus durch Anwendung von Vektoraddition die erste Anregung des ersten Injektors und die zweite Anregung des zweiten Injektors rekonstruiert werden, wobei die erste Testeinspritzung für den ersten Injektor und die zweite Testeinspritzung für den zweiten Injektor im Schub und in etwa zeit-

gleich vorgenommen werden.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, zur Anwendung in einem Common-Rail-Einspritzsystem.

Claims

1. Method for calibrating a fuel metering system of an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, in which a first injector is actuated with a first test injection with a first actuation period and a second injector is actuated with a second test injection with a second actuation period, and a total vibration excitation of the drive train which results therefrom is detected as superimposition of a first excitation of the first injector and a second excitation of the second injector, wherein a total vibration is determined therefrom, from which vibration the first excitation of the first injector and the second excitation of the second injector are reconstructed, and zero quantity calibration is carried out on the basis of the respective excitation as a respective quantity signal for the respective injector independently of the other injector, as a result of which a respective minimum actuation period is determined for a respective injector, wherein the total vibration is determined with an absolute value and a phase, on the basis of which the first excitation of the first injector and the second excitation of the second injector are reconstructed by applying vector addition, wherein the first test injection for the first injector and the second test injection for the second injector are performed in the overrun mode and approximately simultaneously.
2. Method according to Claim 1, wherein the first injector and the second injector are located orthogonally with respect to one another.
3. Method according to Claim 1, wherein the first injector and the second injector are located in antiphase with respect to one another.
4. Method according to Claim 1, wherein the first injector and the second injector are located with respect to one another in such a way that they enclose an angle τ , where $\tau \neq n \cdot 90^\circ$, $n = 0, 1, 2$, etc.
5. Method according to one of the preceding claims, wherein the respective determined excitations are input as respective quantity signals for a respective injector into a respective actuation period characteristic diagram and stored therein.
6. Device for calibrating a fuel metering system of an internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, with control means for actuating a first injector with a first test injection with a first actuation pe-

riod and a second injector with a second test injection with a second actuation period, with sensor means for detecting a total vibration excitation of the drive train which results therefrom as a superimposition of a first excitation of the first injector and a second excitation of the second injector, and for determining a total vibration which results therefrom, and with computing means which are configured to reconstruct from the total vibration the first excitation of the first injector and the second excitation of the second injector, and to carry out zero quantity calibration on the basis of the respective excitation as a respective quantity signal for the respective injector independently of the other injector, as a result of which a respective minimum actuation period can be determined for a respective injector, wherein the total vibration is determined with an absolute value and a phase, on the basis of which the first excitation of the first injector and the second excitation of the second injector are reconstructed by applying vector addition, wherein the first test injection for the first injector and the second test injection for the second injector are performed in the overrun mode and approximately simultaneously.

7. Device according to Claim 6, for application in a common rail injection system.

Revendications

1. Procédé d'étalonnage d'un système de dosage de carburant d'un moteur à combustion interne, notamment d'un véhicule automobile, dans lequel un premier injecteur est commandé avec une première injection de test avec une première durée de commande et dans lequel un deuxième injecteur est commandé avec une deuxième injection de test avec une deuxième durée de commande et dans lequel une excitation d'oscillation totale de la chaîne cinématique en résultant est détectée sous la forme d'une superposition d'une première excitation du premier injecteur et d'une deuxième excitation du deuxième injecteur, une oscillation totale étant calculée à partir de là, et la première excitation du premier injecteur et la deuxième excitation du deuxième injecteur étant reconstruites à partir de ladite oscillation totale et un étalonnage de quantité nulle étant effectué sur la base de l'excitation respective sous la forme d'un signal de quantité respectif pour l'injecteur respectif indépendamment de l'autre injecteur, moyennant quoi on calcule pour un injecteur respectif une durée de commande minimale respective, l'oscillation totale étant calculée avec une valeur et une phase, l'application de l'addition vectorielle permettant à partir de là de reconstruire la première excitation du premier injecteur et la deuxième excitation du deuxième injecteur, la première injection

de test prévue pour le premier injecteur et la deuxième injection de test prévue pour le deuxième injecteur étant effectuées en poussée et approximativement au même moment.

5

2. Procédé selon la revendication 1, le premier injecteur et le deuxième injecteur étant perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.

3. Procédé selon la revendication 1, le premier injecteur et le deuxième injecteur étant en opposition de phase.

10

4. Procédé selon la revendication 1, le premier injecteur et le deuxième injecteur étant disposés de telle sorte l'un par rapport à l'autre qu'ils forment un angle τ avec $\tau \neq n \cdot 90^\circ$, $n = 0, 1, 2, \dots$

15

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, les excitations respectives calculées étant entrées sous la forme de signaux de quantité respectifs pour un injecteur respectif dans un champ d'identification de durée de commande respectif et mémorisées dans celui-ci.

20

25

6. Dispositif d'étalonnage d'un système de dosage de carburant d'un moteur à combustion interne notamment d'un véhicule automobile, avec des moyens de commande pour commander un premier injecteur avec une première injection de test avec une première durée de commande et un deuxième injecteur avec une deuxième injection de test avec une deuxième durée de commande, avec des moyens de détection pour détecter une excitation d'oscillation totale de la chaîne cinématique en résultant sous la forme d'une superposition d'une première excitation du premier injecteur et d'une deuxième excitation du deuxième injecteur et pour calculer une oscillation totale en résultant et avec des moyens de calcul configurés pour reconstruire à partir de l'oscillation totale la première excitation du premier injecteur et la deuxième excitation du deuxième injecteur et pour effectuer un étalonnage de quantité nulle sur la base de l'excitation respective sous la forme d'un signal de quantité respectif pour l'injecteur respectif indépendamment de l'autre injecteur, moyennant quoi on calcule pour un injecteur respectif une durée de commande minimale respective, l'oscillation totale étant calculée avec une valeur et une phase, l'application de l'addition vectorielle permettant à partir de là de reconstruire la première excitation du premier injecteur et la deuxième excitation du deuxième injecteur, la première injection de test prévue pour le premier injecteur et la deuxième injection de test prévue pour le deuxième injecteur étant effectuées en poussée et approximativement au même moment.

30

35

40

45

50

55

7. Dispositif selon la revendication 6 pour application dans un système d'injection à rampe commune.

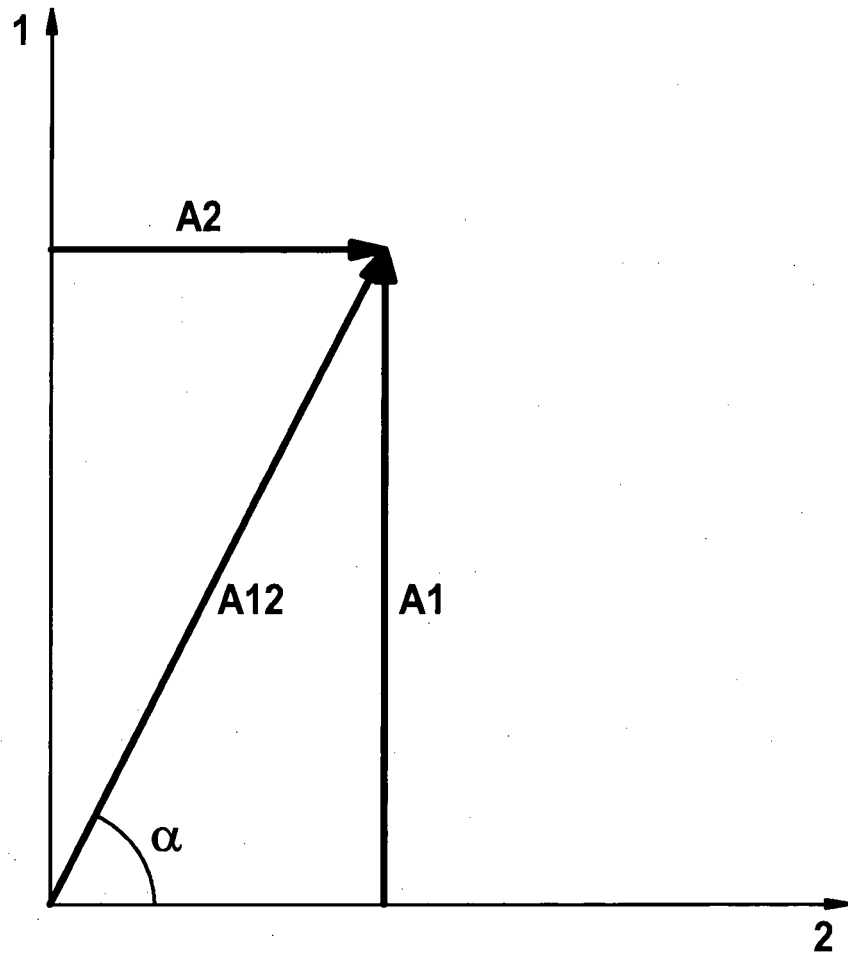


FIG. 1

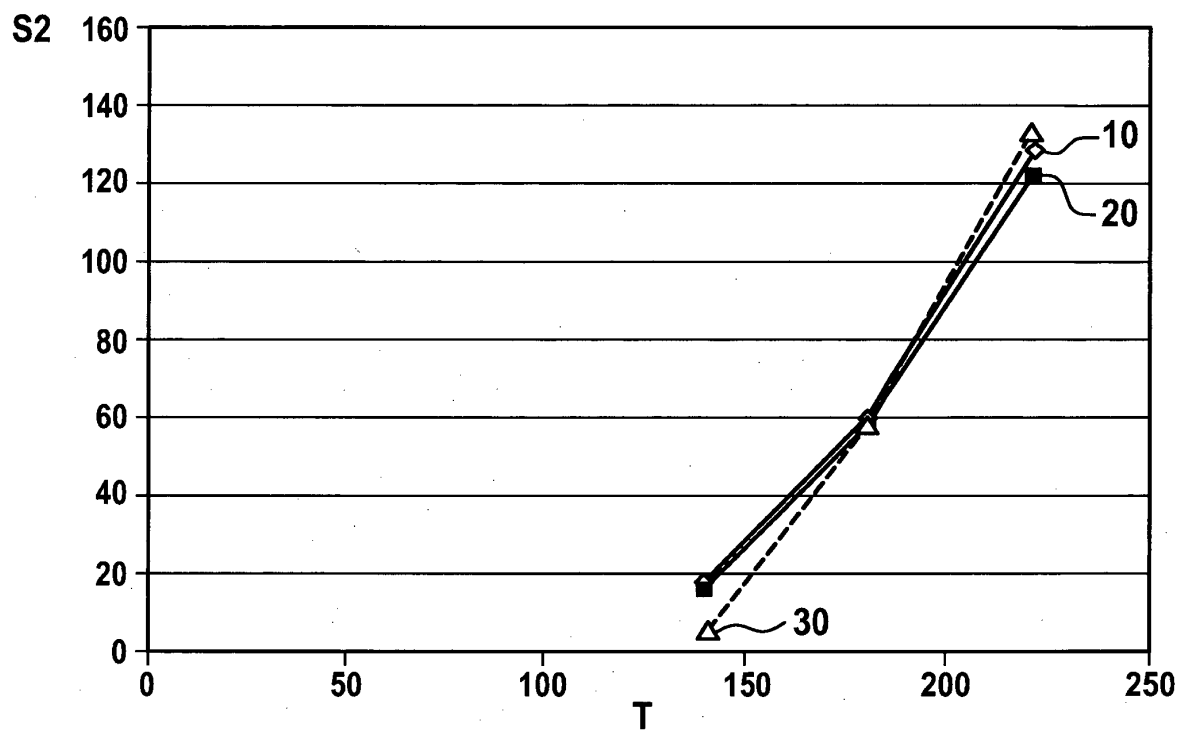


FIG. 2

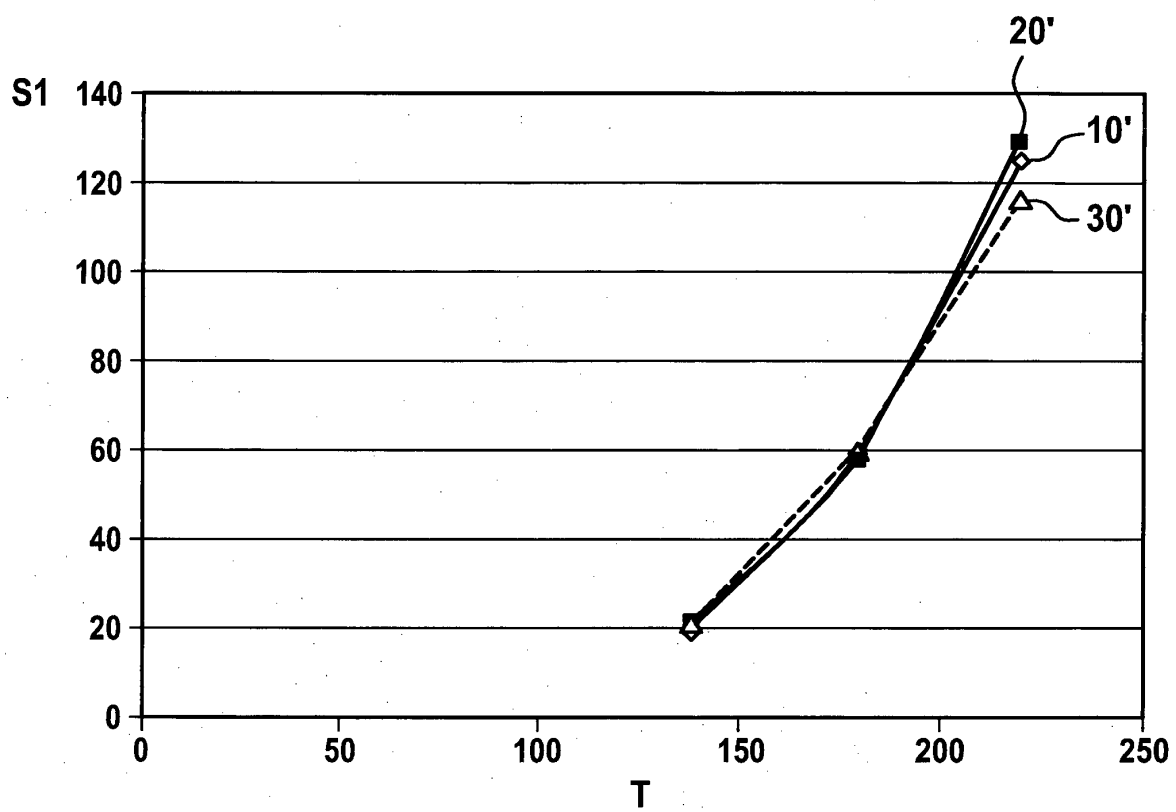


FIG. 3

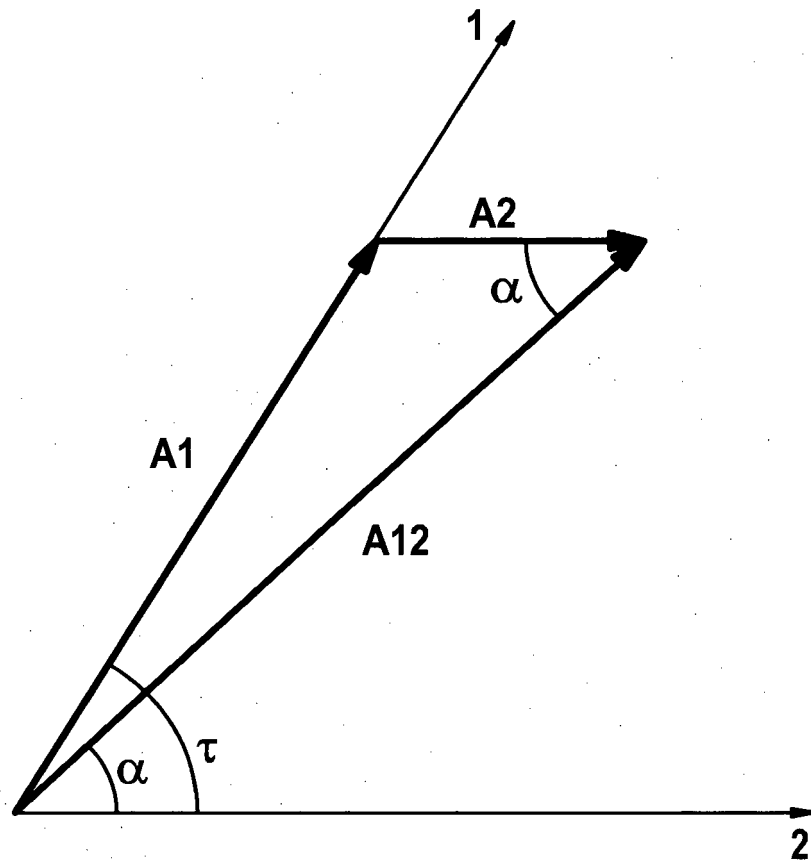


FIG. 4

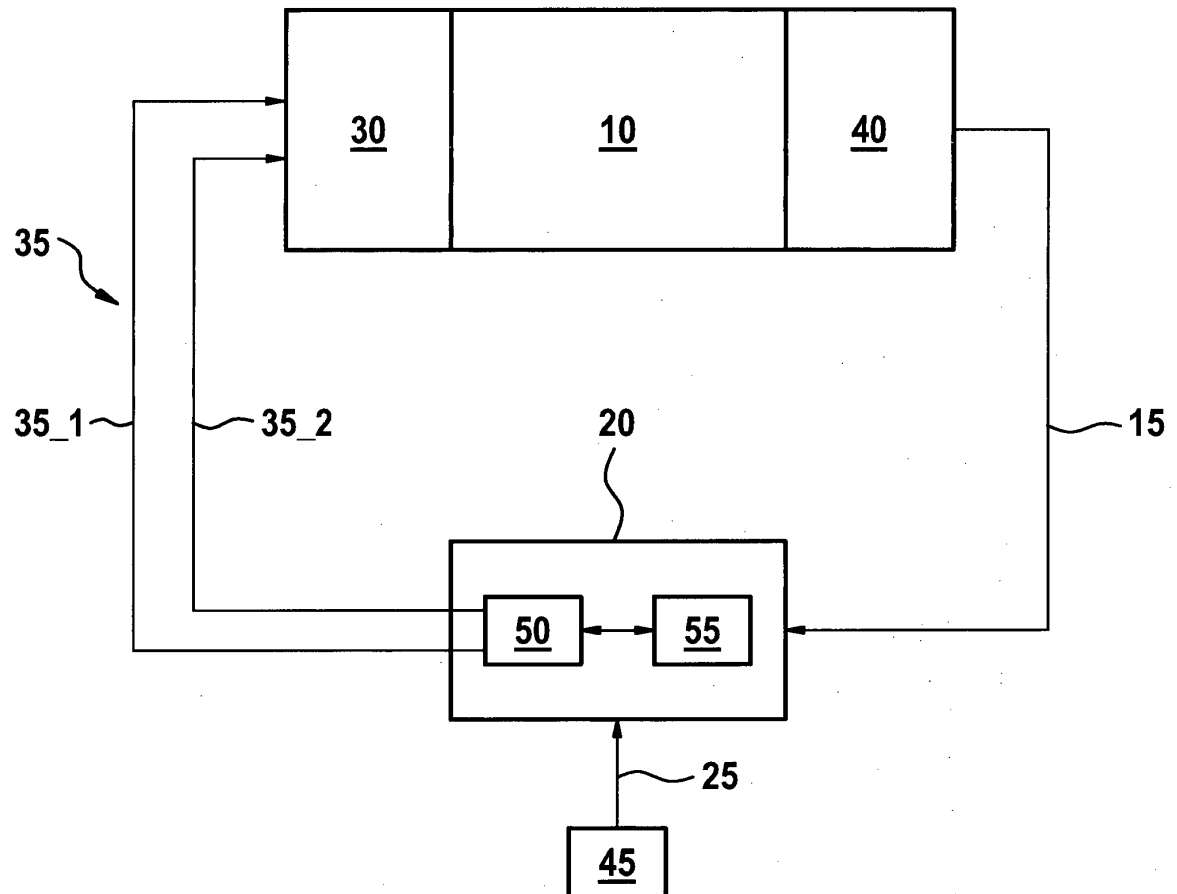


FIG. 5

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

- DE 19945618 A1 [0006]
- DE 102008002482 A1 [0007]
- DE 10359306 A1 [0007]