



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.05.2016 Patentblatt 2016/20

(51) Int Cl.:
F02D 41/00 ^(2006.01) **F02D 41/38** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15191875.2**

(22) Anmeldetag: **28.10.2015**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Raasch, Markus**
71229 Leonberg (DE)

(30) Priorität: **14.11.2014 DE 102014223322**

(54) **VERFAHREN ZUR ERKENNUNG DER PUMPENORIENTIERUNG EINER KRAFTSTOFFHOCHDRUCKPUMPE**

(57) Verfahren zur Erkennung der Pumpenorientierung einer Kraftstoffhochdruckpumpe mit ansteuerbarem Saugventil einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Einspritzsystem zur Kraftstoffeinsprit-

zung, wobei aus einem Raildrucksignal auf eine Pumpenposition in Bezug auf die Nockenposition der Brennkraftmaschine geschlossen wird.

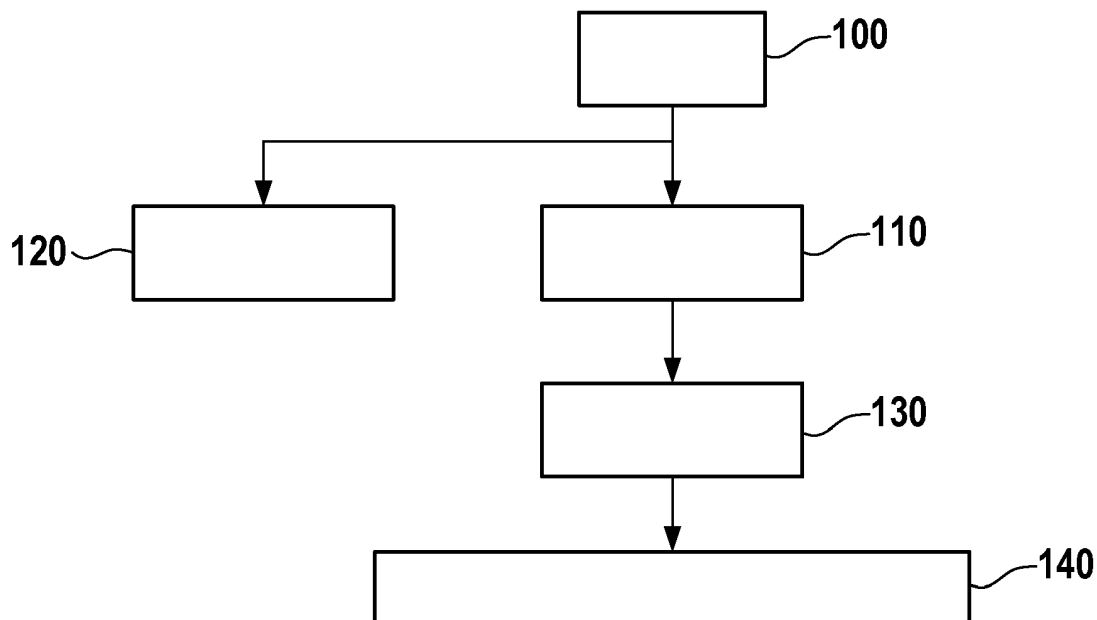


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung der Pumpenorientierung einer Kraftstoffhochdruckpumpe mit ansteuerbarem Saugventil nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch ein Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen sowie ein elektronisches Speichermedium, auf welchem das Computerprogramm gespeichert ist. Schließlich betrifft die Erfindung ein elektronisches Steuergerät, welches ein elektronisches Speichermedium umfasst.

Stand der Technik

[0003] Bei Brennkraftmaschinen ist üblicherweise ein Induktivgeber vorgesehen, der die Zähne am Anlasserzahnkranz abtastet und ausgehend davon einen Drehzahlwert bestimmt. Darüber hinaus ist vorgesehen, dass mittels einer Markierung der obere Totpunkt wenigstens eines Zylinders gekennzeichnet wird. Hierzu ist insbesondere vorgesehen, dass ein Zahn ausgelassen bzw. ein Zahn entsprechend hervorgehoben wird. Dies kann dadurch erfolgen, dass ein Zahn von den übrigen Zähnen in einer bestimmten Weise abweicht. So kann beispielsweise ein Zahn aus einem anderen Material bestehen.

[0004] Eine solche Anordnung weist den Nachteil auf, dass beim Zusammenbau der Brennkraftmaschine, insbesondere beim Anbau des Anlasserzahnkranzes und des Induktivgebers sehr genau gearbeitet werden muss. Weicht der Zeitpunkt, bei dem die Markierung für den oberen Totpunkt auftritt, von dem tatsächlichen Auftreten des oberen Totpunktes ab, so führt dies zu einer ungenauen Steuerung der Brennkraftmaschine. Eine solche Abweichung kann unter anderem eine erhöhte Abgasemission zur Folge haben.

Offenbarung der Erfindung

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erkennung der Pumpenorientierung einer Kraftstoffhochdruckpumpe mit insbesondere elektrisch ansteuerbarem Saugventil einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Einspritzsystem zur Kraftstoffeinspritzung, bei dem aus einem Raildrucksignal auf eine Pumpenposition in Bezug auf eine Nockenposition der Brennkraftmaschine geschlossen wird, weist den Vorteil auf, dass eine automatische Erkennung der Pumpenposition ermittelt wird und sich hierdurch der Aufwand erübrigt, die Pumpe mit einer bestimmten Orientierung an der Brennkraftmaschine zu verbauen, was bei der Montage der Brennkraftmaschine erfolgt. Darüber hinaus sehr vorteilhaft für die Erkennung der Pumpenorientierung kein zusätzlicher Sensor erforderlich, der Zusatzkosten verursachen wür-

de. Unter "Erkennung der Pumpenposition" versteht die vorliegende Anmeldung die Erkennung der Stellung eines Pumpennockens in Bezug auf beispielsweise den oberen Totpunkt (OT) der Brennkraftmaschine.

[0006] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen des in Anspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

[0007] So sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens vor, welche die Erkennung eines oberen Totpunktes ermöglicht, dass während eines Starts der Brennkraftmaschine das ansteuerbare Saugventil dauerhaft öffnend angesteuert wird und dass der Zeitpunkt eines Raildruckanstiegs erfasst wird und um einen vorgegebenen Wert korrigiert wird, der den Zeitversatz zwischen Ansteuerbeginn und Druckerfassung am Raildrucksensor ausgleicht.

[0008] Eine andere Ausgestaltung des Verfahrens, welche einen oberen Totpunkt zu erkennen gestattet, sieht vor, dass während eines Starts der Brennkraftmaschine oder im Schubetrieb, in dem die Brennkraftmaschine ohne Einspritzung dreht, der Raildruck erfasst wird und dass dann, wenn sich der Raildruck erhöht, darauf geschlossen wird, dass ein gewählter oberer Totpunkt der Pumpe in einer ansteigenden Nockenflanke liegt und dass der obere Totpunkt so lange in Richtung geringerer Einspritzmenge verschoben wird, bis der Raildruck konstant bleibt.

[0009] Eine weitere vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sucht eine ansteigende Flanke. Diese sieht vor, dass während des Starts der Brennkraftmaschine oder während des Schubetriebs, in dem die Brennkraftmaschine ohne Einspritzung dreht, der Raildruck erfasst wird und dann, wenn der Raildruck konstant bleibt, darauf geschlossen wird, dass ein gewählter oberer Totpunkt in einer fallenden Nockenflanke liegt und die Kraftstoffhochdruckpumpe keinen Kraftstoff fördert und dass der obere Totpunkt so lange in Richtung größerer Einspritzmenge verschoben wird, bis der Druck ansteigt.

[0010] Vorteilhafterweise wird der erfasste Raildruck um eine Laufzeit einer Druckwelle korrigiert, um so negative Einflüsse, die durch die Druckwelle hervorgerufen werden, zu kompensieren.

[0011] Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass während eines Starts der Brennkraftmaschine das ansteuerbare Saugventil mehrfach, wenigstens einmal mehr als Förderhübe existieren, angesteuert wird, wobei die Ansteuerung um einen geometrischen Nockenversatz versetzt erfolgt und dass dann, wenn nach einem Ansteuerimpuls ein Druckanstieg im Rail stattfindet, auf eine ansteigende Flanke geschlossen wird, die als Referenz für die Ansteuerung verwendet wird.

[0012] Das erfindungsgemäße Computerprogramm ist eingerichtet, jeden Schritt des Verfahrens durchzuführen, insbesondere wenn es auf einem Rechenggerät oder einem Steuergerät abläuft. Es ermöglicht die Imp-

lementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens auf einem elektronischen Steuergerät, ohne an diesem bauliche Veränderungen vornehmen zu müssen. Hierzu ist das elektronische Speichermedium vorgesehen, auf welchem das erfindungsgemäße Computerprogramm gespeichert ist. Durch Aufspielen des erfindungsgemäßen Computerprogramms auf ein elektronisches Steuergerät wird das erfindungsgemäße elektronische Steuergerät erhalten, welches eingerichtet ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0014] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erkennung des unteren Totpunktes.

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erkennung des oberen Totpunktes und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm einer wiederum anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Suchen einer ansteigenden Flanke.

Ausführungsformen der Erfindung

[0015] Das nachfolgend beschriebene erfindungsgemäße Verfahren kommt bei Dieselhochdruckpumpen zum Einsatz, bei denen die Kraftstoffzumessung über ein elektrisch angesteuertes Saugventil realisiert wird. Für die Mengenregelung ist der Zeitpunkt der Ansteuerung maßgeblich. Für diesen Zeitpunkt der Ansteuerung muss die Nockenwellenposition bekannt sein, um ein rechtzeitiges Ansteuern zu ermöglichen. Die nachfolgend beschriebenen Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglichen es, anhand des Raildrucksignals die Nockenposition an der Brennkraftmaschine zu bestimmen. Der Vorteil dieser automatischen Erkennung liegt darin, dass der Aufwand während der Montage entfällt, die Pumpe mit einer bestimmten Orientierung zu verbauen. Für die Erkennung der Pumpenorientierung ist kein zusätzlicher Sensor erforderlich, sodass Zusatzkosten nicht entstehen können.

[0016] In Fig. 1 ist eine erste Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Während eines Motorstarts in einem Schritt 100 wird ein Saugventil dauerhaft bestromt, wodurch die maximale Fördermenge erreicht wird, Schritt 110, während ein weiteres Saugventil deaktiviert wird, Schritt 120.

[0017] In einem Schritt 130 wird der Raildruck erfasst. In einem Schritt 140 wird der Zeitpunkt eines Raildruckanstiegs erfasst und um einen vorgegebenen Wert

korrigiert, der den Zeitversatz zwischen Ansteuerbeginn und Druckerfassung an einem Raildrucksensor ausgleicht. Dieser Parameter, der zuvor bestimmt wird, ist von der Systemauslegung, der Motorgeschwindigkeit und der Pumpen:Motor-Übersetzung abhängig. Dieses Verfahren ermöglicht die Erkennung des oberen Totpunktes der Nockenwelle und damit der Position der Pumpe, die eindeutig der Nockenposition zugeordnet ist.

[0018] In Fig. 2 ist eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens dargestellt, welches die Erkennung des oberen Totpunktes ermöglicht. Vor der Erkennung wird der obere Totpunkt der Pumpe beliebig gesetzt. Grundsätzlich spielt der Winkel zu Beginn des Verfahrens keine Rolle und kann daher beliebig gesetzt werden, da bei einem Nichterkennen eines Druckanstiegs der Winkel variiert wird. In der Praxis sollte allerdings ein Startpunkt vorgegeben werden. Dies kann zum Beispiel 0° Kurbelwinkel sein oder auch der zuletzt erkannte und gespeicherte Wert des Anbauwinkels. Ferner kann es vorkommen, dass die Pumpe während der Lebensdauer des Motors aus- und eingebaut wird. In diesem Falle ist die Position der Pumpe vor dem Ausbau zwar bekannt, sie ist es aber nach dem Einbau nicht mehr. Für die Erkennung kann dann der letzte bekannte Winkel herangezogen werden. Während des Starts der Brennkraftmaschine oder im Schub, währenddessen die Brennkraftmaschine ohne Einspritzung dreht, wird der Raildruck erfasst. In Schritt 210 ist der Start der Brennkraftmaschine dargestellt. Schritt 220 bezeichnet die Aktivierung des Saugventils 1 bei 0° Kurbelwellenwinkel. Schritt 230 bezeichnet die Aktivierung des Saugventils 2 bei einem Kurbelwellenwinkel von 180° . Die Erkennung kann mit einem Pumpenelement oder mit mehreren Pumpenelementen erfolgen, solange die Ansteuerung um den geometrischen Nockenversatz versetzt erfolgt, z.B. zwei Elemente mit zwei Nocken um 90° . Der geometrische Abstand bezogen auf die Umdrehung der Nockenwelle ist immer der Gleiche. Wird eine Pumpe mit zwei Hochdruckelementen und zwei Nocken verwendet, dann bedeutet dies, dass jedes Pumpenelement bei einer Umdrehung zweimal betätigt wird. Zum Beispiel bei 0° Pumpenelement 1, bei 90° Pumpenelement 2, bei 180° Pumpenelement 1, bei 270° Pumpenelement 2. Wenn jetzt versucht wird, das Pumpenelement 1 bei 17° anzusteuern und kein Druckanstieg festgestellt wird, kann daraus gefolgert werden, dass beim nächsten Mal früher angesteuert werden muss. Wenn beispielsweise angenommen wird, dass um 5° korrigiert wird, dann muss das zweite Pumpenelement bei $17^\circ + 90^\circ - 5^\circ = 102^\circ$ angesteuert werden und so weiter. Die nächste Ansteuerung bei einem vorbeschriebenen Pumpenelement wäre dann eine Ansteuerung bei $17^\circ + 180^\circ - 5^\circ = 192^\circ$. Es werden zwei Fälle unterschieden, die in Fig. 2 nebeneinander dargestellt sind. Der rechts dargestellte Verfahrensablauf beschreibt den Fall, bei dem sich der Raildruck erhöht, was in Schritt 241 erfasst wird. In diesem Fall liegt der gewählte obere Totpunkt in der ansteigenden Nockenflanke und die Pumpe fördert Kraftstoff. Es wird der obere

Totpunkt so lange in Richtung weniger Einspritzmenge verschoben (Schritt 242), bis der Raildruck konstant bleibt, also kein weiterer Raildruckanstieg zu verzeichnen ist (Schritt 243).

[0019] Die linke Spalte bezeichnet den zweiten Fall, in dem der Raildruck konstant bleibt. Bleibt der Raildruck konstant, wird also kein Raildruckanstieg festgestellt, Schritt 251, liegt der gewählte obere Totpunkt in der fallenden Nockenflanke und die Pumpe fördert keinen Kraftstoff. Jetzt wird der obere Totpunkt so lange in Richtung größerer Einspritzmenge verschoben, Schritt 252, bis der Druck ansteigt, was in Schritt 253 erfasst wird. In einem Schritt 260 wird der gefundene Zeitpunkt um die Laufzeit der Druckwelle korrigiert. Es ist an dieser Stelle ausdrücklich hervorzuheben, dass die beiden Spalten, Schritte 241, 242, 243 und Schritte 251, 252, 253, die nebeneinander dargestellt sind, zwei unterschiedliche Fälle repräsentieren, die unterschiedlich existieren und nicht nebeneinander ablaufen. Die Darstellung nebeneinander wurde nur der Einfachheit halber gewählt.

[0020] In Fig. 3 ist eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens dargestellt, während eines Motorstarts, Schritt 310, wird wenigstens ein Saugventil mehrfach bestromt, und zwar mindestens drei Mal pro 180° Kurbelwellenwinkel. Die Erkennung kann mit einem Pumpenelement oder mit mehreren Pumpenelementen erfolgen, solange die Ansteuerung um den geometrischen Nockenversatz versetzt erfolgt, z.B. zwei Elemente mit je zwei Nocken um 90°. In Schritt 320 ist die Ansteuerung eines Saugventils 1 bei 0° Nockenwellenwinkel dargestellt und in Schritt 330 die Ansteuerung eines Saugventils 2 bei 180° Nockenwellenwinkel. Findet nach einem solchen Ansteuerimpuls ein Druckanstieg statt, was in Schritt 340 detektiert wird, ist die ansteigende Flanke gefunden und wird als Referenz für die Ansteuerung verwendet, Schritt 350. Sobald der Motor im Leerlauf ist, was in Schritt 360 festgestellt wird, wird dem Raildruckregler ermöglicht, frei, ohne obere und untere Grenze die Pumpenförderung einzustellen, Schritt 370. Ist der Solldruck, Schritt 380, erreicht, wird mit Hilfe des Reglerausgangs und einer Vorsteuerung der Pumpenanbau korrigiert, Schritt 385, und die Regelung wieder auf normalen Betrieb umgestellt, Schritt 390. Das Verfahren kann in einem Steuergerät einer Brennkraftmaschine als Computerprogramm implementiert werden. Das Computerprogramm kann auf einem elektronischen Speichermedium gespeichert sein, welches von dem Steuergerät eingelesen werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung der Pumpenorientierung einer Kraftstoffhochdruckpumpe mit ansteuerbarem Saugventil einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail-Einspritzsystem zur Kraftstoffeinspritzung, wobei aus einem Raildrucksignal auf eine Pumpenposition in Bezug auf die Nockenposition

der Brennkraftmaschine geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Starts der Brennkraftmaschine das ansteuerbare Saugventil dauerhaft öffnend angesteuert wird und dass der Zeitpunkt eines Raildruckanstiegs erfasst wird und um einen vorgegebenen Wert korrigiert wird, der den Zeitversatz zwischen Ansteuerbeginn und Druckerfassung am Raildrucksensor ausgleicht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Starts der Brennkraftmaschine oder im Schubbetrieb, in dem die Brennkraftmaschine ohne Einspritzung dreht, der Raildruck erfasst wird und dass dann, wenn sich der Raildruck erhöht, darauf geschlossen wird, dass ein gewählter oberer Totpunkt der Pumpe in einer ansteigenden Nockenflanke liegt und dass der obere Totpunkt so lange in Richtung geringerer Einspritzmenge verschoben wird, bis der Raildruck konstant bleibt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Starts der Brennkraftmaschine oder im Schubbetrieb, währenddessen die Brennkraftmaschine ohne Einspritzung dreht, der Raildruck erfasst wird und dann, wenn der Raildruck konstant bleibt, darauf geschlossen wird, dass ein gewählter oberer Totpunkt in einer fallenden Nockenflanke liegt und die Kraftstoffhochdruckpumpe keinen Kraftstoff fördert und dass der obere Totpunkt so lange in Richtung größerer Einspritzmenge verschoben wird, bis der Druck ansteigt.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erfasste Raildruck um eine Laufzeit einer Druckwelle korrigiert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während eines Starts der Brennkraftmaschine das ansteuerbare Saugventil mehrfach, wenigstens einmal mehr als Förderhübe existieren, angesteuert wird, wobei die Ansteuerung um einen geometrischen Nockenversatz versetzt erfolgt und dass dann, wenn nach einem Ansteuerimpuls ein Druckanstieg im Rail stattfindet, auf eine ansteigende Flanke geschlossen wird, die als Referenz für die Ansteuerung verwendet wird.
7. Computerprogramm, welches eingerichtet ist, jeden Schritt des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen.
8. Elektronisches Speichermedium, auf welchem ein Computerprogramm nach Anspruch 7 gespeichert ist.

9. Elektronisches Steuergerät, welches eingerichtet ist, um eine Brennkraftmaschine mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zu betreiben.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

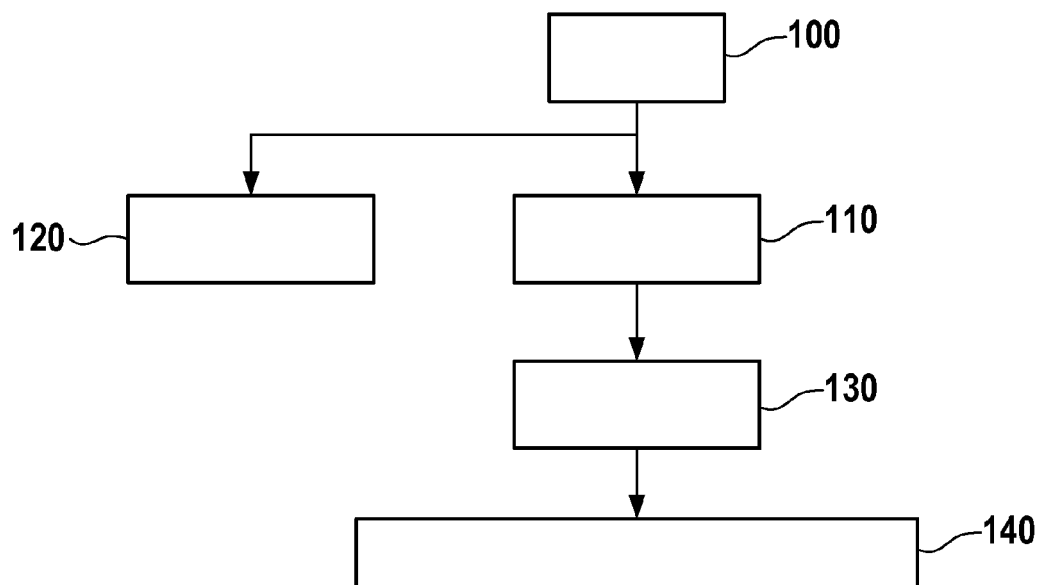


Fig. 1

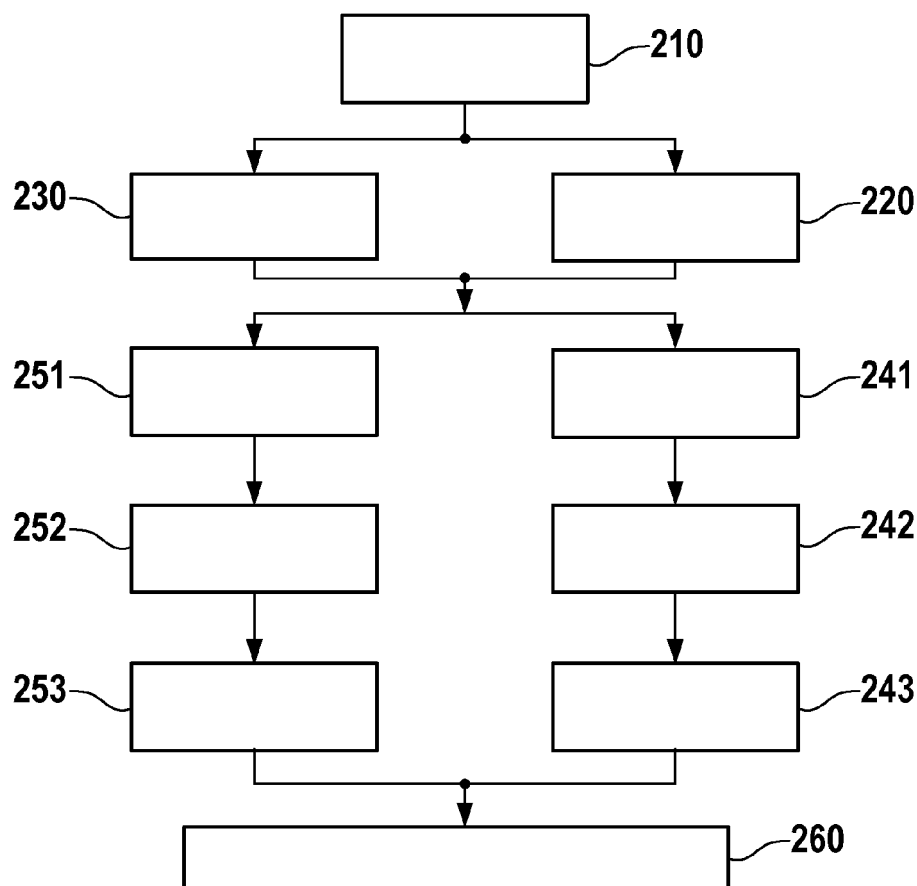


Fig. 2

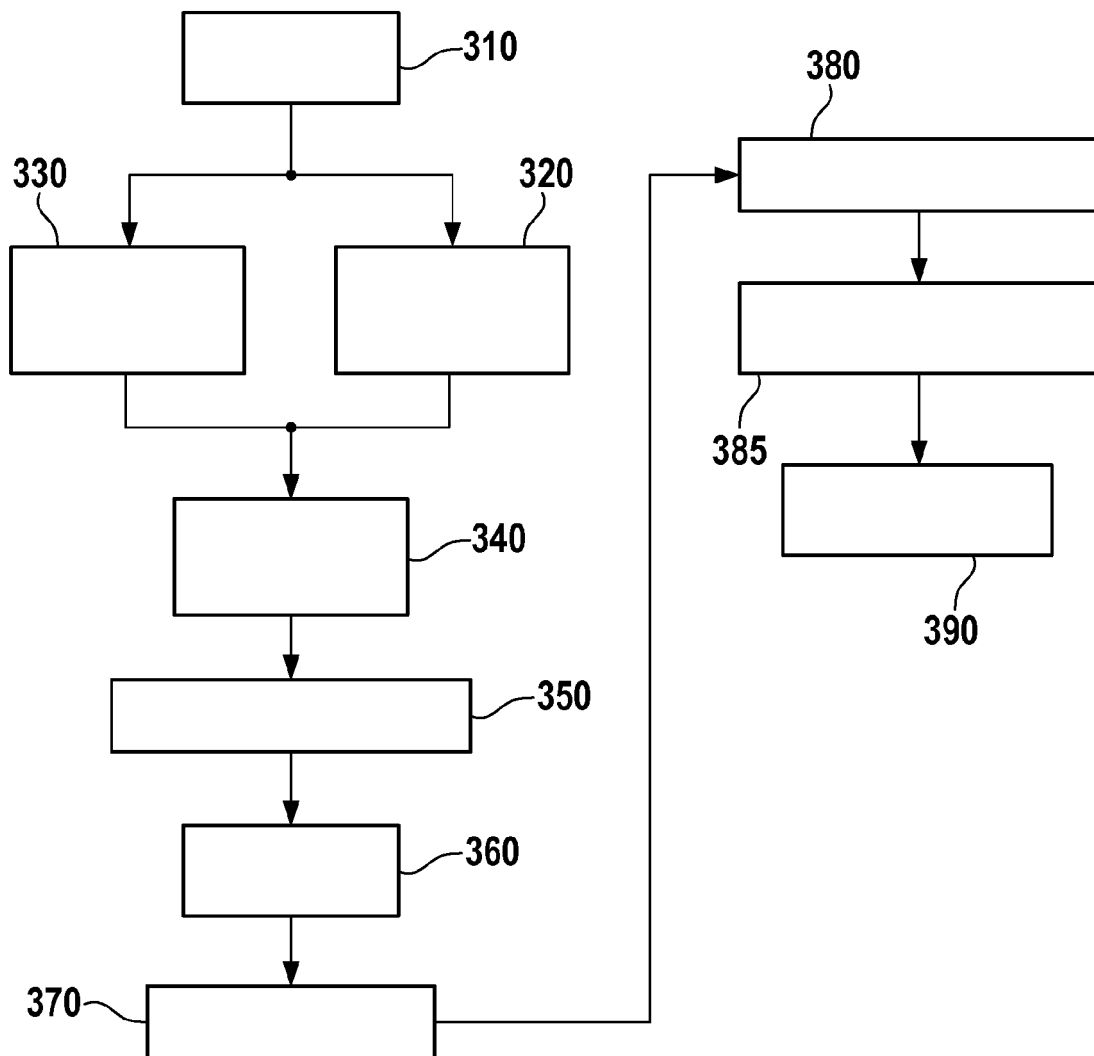


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 19 1875

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 101 15 262 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) * Zusammenfassung * * Absätze [0006], [0007] * * Absätze [0026] - [0029] * * Absatz [0034] * * Abbildungen 1-4 *	1-9	INV. F02D41/00 F02D41/38
X	EP 2 634 407 A1 (VOLVO CAR CORP [SE]) 4. September 2013 (2013-09-04) * Zusammenfassung * * Absätze [0008] - [0011] *	1,7-9	
X	DE 10 2006 031569 B3 (SIEMENS AG [DE]) 27. März 2008 (2008-03-27) * Zusammenfassung * * Absätze [0008], [0009] * * Absätze [0012], [0013], [0016] * * Absätze [0034] - [0042] * * Absätze [0045], [0049] * * Absätze [0051] - [0054] * * Absatz [0057] * * Abbildungen 1-5 *	1,7-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. März 2016	Prüfer Wettemann, Mark
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 19 1875

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-03-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 10115262	A1	24-10-2002	KEINE	

15	EP 2634407	A1	04-09-2013	KEINE	

	DE 102006031569	B3	27-03-2008	DE 102006031569 B3	27-03-2008
				KR 20090039752 A	22-04-2009
				US 2009320795 A1	31-12-2009
20				WO 2008003550 A1	10-01-2008

25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82