

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/186397 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/30 (2006.01) *F02B 75/18* (2006.01)
F02D 41/40 (2006.01) *F02D 41/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/055616

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. März 2017 (09.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 207 036.3
26. April 2016 (26.04.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **CWIELONG, Martin**; Neutraublinger Straße 28A, 93055 Regensburg (DE). **HACKER, Frank**; Hauzensteiner Straße 36, 93128 Regensburg (DE). **PAGGEL, Jens**; Aunkofener Siedlung 9, 93326 Abensberg (DE).

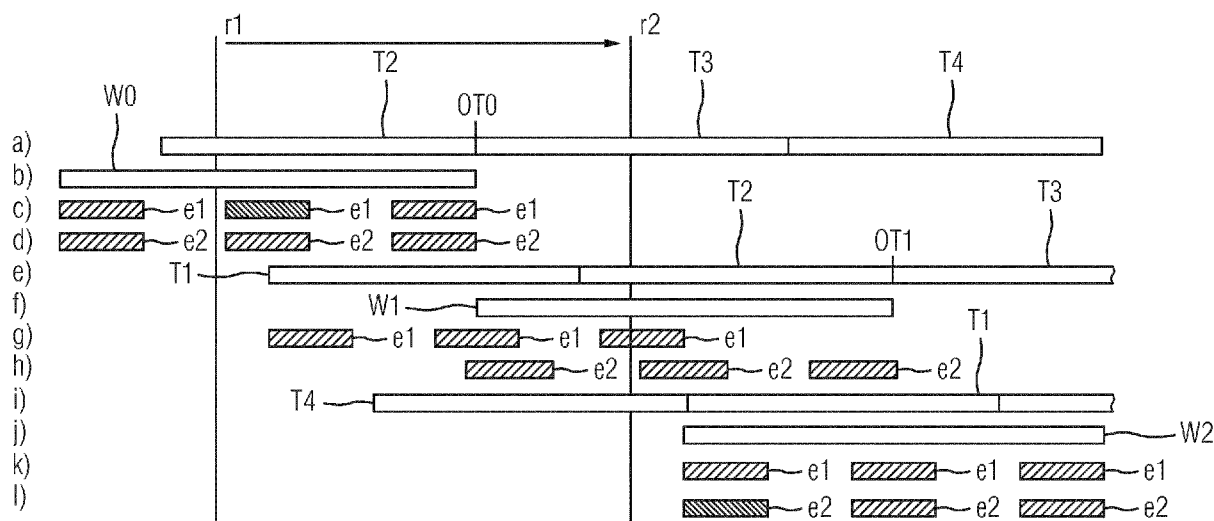
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING THE FUEL INJECTION IN THE CASE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG DER KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG BEI EINER BRENNKRAFTMASCHINE

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for controlling the fuel injection by means of injectors in the case of an internal combustion engine operated with two injection banks, wherein a certain injection time frame is specified in a working cycle for each cylinder, in which injection time frame injections are possible, one or more injection operations are performed for each cylinder per injection time frame (W0, W1, W2), and the duration and the position in time of each injection operation are specified for each injection time frame (W0, W1, W2), and wherein furthermore, in the case of a three-cylinder internal combustion engine that can be operated in different operating modes, two cylinders of the three-cylinder internal combustion engine are operated by means of the first injection bank, the third cylinder of the three-cylinder internal combustion engine is operated by means of the second injection bank, and switchovers between operating modes are performed only immediately before the start of the injection time frame (W2) associated

GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

with the third cylinder, regardless of the point in time at which an operating-mode switchover request signal (r1) occurs.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung mittels Injektoren bei einer mit zwei Einspritzbänken betriebenen Brennkraftmaschine, bei welchem für jeden Zylinder in einem Arbeitsspiel ein bestimmtes Einspritzzeitfenster vorgegeben wird, in welchem Einspritzungen möglich sind, für jeden Zylinder pro Einspritzzeitfenster (WO, W1, W2) ein oder mehrere Einspritzvorgänge ausgeführt werden und für das jeweilige Einspritzzeitfenster (WO, W1, W2) die Dauer und die zeitliche Lage jedes Einspritzvorganges vorgegeben werden, und wobei des Weiteren bei einer in verschiedenen Betriebsarten betreibbaren Dreizylinder-Brennkraftmaschine mittels der ersten Einspritzbank zwei Zylinder der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben werden, mittels der zweiten Einspritzbank der dritte Zylinder der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben wird und Betriebsartumschaltungen unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens eines Betriebsartumschaltungsanforderungssignals (r1) ausschließlich unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters (W2) vorgenommen werden.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine.

10 Es ist bereits bekannt, dass bei einem derartigen Verfahren Injektoren unter Verwendung von Ansteuerdaten nacheinander zum Öffnen und Schließen in Einspritzvorgängen angesteuert werden. Dabei wird von einer Steuereinheit für jeden Zylinder in einem Arbeitsspiel ein bestimmtes Einspritzzeitfenster vorgegeben, in
15 welchem Einspritzungen möglich sind. In jedem Einspritzzeitfenster werden ein oder mehrere Einspritzvorgänge ausgeführt. Für jeden dieser Einspritzvorgänge werden die Dauer und die zeitliche Lage innerhalb des Einspritzzeitfensters vorgegeben.

20 Des Weiteren ist es bereits bekannt, für jeden Zylinder aufeinanderfolgende Einspritzvorgänge zu mehreren Paketen zusammenzufassen, deren Einspritzvorgänge direkt aufeinanderfolgend ausgeführt werden. Bei der Kraftstoffeinspritzung werden die Pakete in einer Reihenfolge abgearbeitet, in welcher Pakete
25 verschiedener Zylinder direkt aufeinanderfolgen.

Ferner ist es bereits bekannt, für Brennkraftmaschinen mit mehreren Zylindern die Stellglieder mehrerer Zylinder zu Zylinderbänken zusammenzufassen. Dabei wird jede Zylinderbank von
30 einer Ansteuerungseinheit, beispielsweise einer Endstufe, direkt angesteuert.

Beim Vorliegen einer Viertakt-Brennkraftmaschine werden 720° benötigt, also zwei volle Umdrehungen der Kurbelwelle, um einmal
35 alle Takte eines Arbeitsspiels zu durchlaufen. Um auszuschießen, dass eine Ansteuerungseinheit zwei oder mehr Aktoren zeitgleich ansteuert, wird der 720° -Kurbelwellenwinkelbereich für jeden Zylinder in gleich große Einspritzzeitfenster ein-

geteilt. Das Einspritzzeitfenster einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine, welche eine Zylinderbank verwendet, beträgt 180° pro Zylinder. Dabei beginnt das Einspritzzeitfenster eines Zylinders erst dann, wenn das Einspritzzeitfenster des vorausgehenden Zylinders beendet ist. Dies hat zur Folge, dass sich die Einspritzzeitfenster der einzelnen Zylinder nicht überlappen. Folglich ist stets nur ein einziges Einspritzzeitfenster aktiv. Während dieses Einspritzzeitfensters kann der zugehörige Zylinder von der Ansteuerungseinheit beliebig angesteuert werden.

Aufgrund von gesetzlichen Anforderungen werden Einspritzzeitfenster von 240° oder mehr benötigt. Um dies zu erreichen, ist es bereits bekannt, mehrere Ansteuereinheiten zu verwenden, wobei jeder Zylinderbank jeweils eine Ansteuereinheit zugeordnet ist.

Des Weiteren ist es bereits bekannt, dass in einem Einspritzzeitfenster der Kraftstoff für den jeweiligen Zylinder auf mehrere Einspritzvorgänge aufgeteilt wird. Bei diesen Einspritzvorgängen, die während eines Einspritzzeitintervalls durchgeführt werden, kann es sich um eine Voreinspritzung, eine Haupteinspritzung und eine Nacheinspritzung handeln.

Aus der EP 1 497 544 A ist ein Verfahren zum Betreiben einer Kraftstoffeinspritzanlage für eine Brennkraftmaschine bekannt, bei der zumindest zwei piezoelektrische Injektoren jeweils einer Zylinderbank zugeordnet sind. Im Betrieb dieser Brennkraftmaschine wird überwacht, ob eine Überschneidung eines Zeitintervalls, in dem ein erster Piezoinjektor ge- oder entladen werden soll, mit einem Zeitintervall, in dem ein zweiter Piezoinjektor ge- oder entladen werden soll, auftritt. Den Einspritzungen ist jeweils eine Priorität zugeordnet. Im Falle einer Überschneidung wird die Einspritzung mit der niedrigeren Priorität verschoben oder verkürzt.

Aus der DE 10 2007 005 361 B3 ist ein Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Mehrzylinder-

der-Brennkraftmaschine bekannt, bei welchem die Einspritzvorgänge zunächst auf Pakete verteilt werden, ohne dabei eine unerwünschte Gleichzeitigkeit von Paketen verschiedener Zylinder zu berücksichtigen. Anschließend wird in einem Kollisionskorrekturschritt eine Modifizierung oder Unterdrückung
5 zumindest teilweise überlappender und damit kollidierender Einspritzvorgänge derart durchgeführt, dass Kollisionen nicht mehr auftreten. Eine Modifizierung kann dabei in einer zeitlichen Verschiebung von Einspritzvorgängen liegen.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine anzugeben, bei welchen vermieden wird, dass
15 im Falle einer notwendigen Verschiebung eines Einspritzzeitfensters eine Unterdrückung von Einspritzvorgängen notwendig ist.

20

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den
abhängigen Ansprüchen 2 bis 6 angegeben. Der Anspruch 7 hat eine Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer Brennkraftmaschine zum Gegenstand.

25

Bei der vorliegenden Erfindung werden zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer mit zwei Einspritzbänken betriebenen Brennkraftmaschine, bei welchem für jeden Zylinder in einem Arbeitsspiel ein bestimmtes Einspritzzeitfenster vorgegeben wird, in welchem Einspritzungen möglich sind, für
30 jeden Zylinder pro Einspritzzeitfenster ein oder mehrere Einspritzvorgänge ausgeführt werden und für das jeweilige Einspritzzeitfenster die Dauer und die zeitliche Lage jedes Einspritzvorganges vorgegeben werden, bei einer in verschiedenen Betriebsarten betreibbaren Dreizylinder-Brennkraftmaschine
35 mittels der ersten Einspritzbank zwei Zylinder der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben, mittels der zweiten Einspritzbank der dritte Zylinder der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben und Betriebsartumschaltungen

unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens eines Betriebsartumschaltungsanforderungssignals ausschließlich unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters vorgenommen.

5

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, dass beim Vorliegen einer mit zwei Einspritzbänken betriebenen Dreizylinder-Brennkraftmaschine im Falle einer notwendigen Verschiebung eines Einspritzzeitfensters eine Unterdrückung von Einspritzvorgängen oder eines Teiles von Einspritzvorgängen vermieden wird. Somit können in jedem Einspritzzeitfenster alle in diesem Einspritzzeitfenster notwendigen Einspritzvorgänge vollständig durchgeführt werden. Diese Vorteile werden im Wesentlichen dadurch erreicht, dass bei der vorliegenden Erfindung beim Vorliegen eines Betriebsumschaltanforderungssignals die gewünschte Betriebsartumschaltung nicht unverzüglich durchgeführt wird, sondern erst unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters, welcher unter Verwendung der zweiten Einspritzbank betrieben wird. In diesem Falle können zwar zeitliche Überlappungen von Einspritzvorgängen auftreten. Bei diesen zeitlichen Überlappungen handelt es sich aber um zeitliche Überlappungen von Einspritzvorgängen, die von verschiedenen Einspritzbänken gesteuert werden, was ohne weiteres möglich ist. Das Einspritzzeitfenster des von der ersten Einspritzbank betriebenen zweiten Zylinders kann relativ zum Einspritzzeitfenster des ebenfalls von der ersten Einspritzbank betriebenen ersten Zylinders innerhalb des für Einspritzungen insgesamt zur Verfügung stehenden Kurbelwellenwinkelbereiches von 720° beliebig verschoben werden, um betriebsartbedingt notwendige Verschiebungen des dem zweiten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters zu realisieren. Es ist stets sichergestellt, dass alle betriebsartbedingt notwendigen Einspritzungen sowohl des ersten als auch des zweiten Zylinders vollständig durchgeführt werden können. Dadurch werden unerwünschte Fahrbarkeitseinflüsse und auch Nachteile in Bezug auf unerwünschte Schadstoffemissionen vermieden. Des Weiteren wird vermieden, dass zum Betreiben der drei Zylinder einer Dreizylin-

10
15
20
25
30
35

der-Brennkraftmaschine drei Einspritzbänke benötigt werden. Dadurch werden Mehrkosten eingespart.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren beispielhaft
5 erläutert. Es zeigt:

Figur 1 eine Blockdarstellung einer Vorrichtung zur Steuerung
der Kraftstoffeinspritzung bei einer mit zwei Ein-
spritzbänken betriebenen Dreizylinder-
10 der-Brennkraftmaschine,

Figur 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Kraftstoffe-
inspritzung im Falle einer nach dem Auftreten eines
Betriebsartumschaltanforderungssignals unverzüglich
15 vorgenommenen Betriebsartumschaltung und

Figur 3 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Kraftstoffe-
inspritzung im Falle einer unabhängig vom Zeitpunkt des
Auftretens eines Betriebsartumschaltanforderungs-
20 signals unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten
Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters vorge-
nommenen Betriebsartumschaltung.

Die Figur 1 zeigt eine Blockdarstellung einer Vorrichtung zur
25 Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer mit zwei Ein-
spritzbänken betriebenen Dreizylinder-Brennkraftmaschine. Die
Zylinder dieser Dreizylinder-Brennkraftmaschine sind mit Z0, Z1
und Z2 bezeichnet.

30 Zum Betreiben der Zylinder Z0 und Z1 ist eine erste Einspritzbank
B0 vorgesehen, welche eine Endstufe E0 und eine Steuereinheit ST0
aufweist. Die erste Einspritzbank B0 ist zur Ansteuerung von
Injektoren P0 und P1 ausgebildet, wobei der Injektor P0 zur
Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder Z0 und der Injektor
35 P1 zur Einspritzung von Kraftstoff in den Zylinder Z1 vorgesehen
ist.

Der Zylinder Z2 wird über eine zweite Einspritzbank B1 betrieben. Diese weist eine Endstufe E1 und eine Steuereinheit ST1 auf. Die zweite Einspritzbank B1 ist zur Ansteuerung eines Injektors P2 ausgebildet, welcher zur Einspritzung von Kraftstoff in den
5 Zylinder Z2 vorgesehen ist.

Die Einspritzbänke B0 und B1 werden von einer Einspritzsteuereinheit ES angesteuert, welche die jeweilige Einspritzbank mit individuellen Steuersignalen beaufschlagt.

10

Die Einspritzsteuereinheit ES erhält von einer Zentralsteuereinheit ZS Steuersignale, zu welchen ein Betriebsartumschaltanforderungssignal und Informationen über eine jeweils gewünschte neue Betriebsart gehören. Die Zentralsteuereinheit ZS
15 generiert diese Steuersignale als Reaktion auf ihr zugeführte Sensorsignale $s_1, s_2, \dots, s_n$, welche von einer Vielzahl von Sensoren der Brennkraftmaschine zur Verfügung gestellt werden. Diese Sensorsignale geben unter anderem Auskunft über die Kühlwassertemperatur, die Außentemperatur, die Motordrehzahl,
20 eine Betätigung des Gaspedals, usw.

Die Einspritzsteuereinheit ES setzt die ihr von der Zentralsteuereinheit ZS zugeführten Steuersignale in die für die Einspritzbänke B0 und B1 vorgesehenen Steuersignale um, welche
25 die jeweils notwendigen Einspritzvorgänge für die Zylinder Z0, Z1 und Z2 näher spezifizieren. Dazu gehören eine Vorgabe des jeweiligen Einspritzzeitfensters sowie eine Vorgabe der Anzahl und des zeitlichen Auftretens der im jeweiligen Einspritzzeitfenster notwendigen Einspritzvorgänge für jeden Zylinder.

30

Im Normalbetrieb der Brennkraftmaschine schließen die den drei Zylindern der Brennkraftmaschine zugeordneten Einspritzzeitfenster unmittelbar aneinander an, wobei jedes dieser Einspritzzeitfenster einem Kurbelwellenwinkelbereich von 240°
35 entspricht. Innerhalb dieses Einspritzzeitfensters liegen jeweils die notwendigen Einspritzanforderungssignale vor, wobei zeitgleich zu diesen auch die jeweils zugehörigen Einspritzvorgänge vorgenommen werden. Zeitliche Überlappungen treten

weder in Bezug auf die Einspritzzeitfenster noch in Bezug auf die Einspritzanforderungssignale noch in Bezug auf die Einspritzvorgänge auf.

5 In anderen Betriebsarten der Brennkraftmaschine, beispielsweise bei der Durchführung einer Partikelfilterregeneration oder beim Katalysatorheizen, kann es notwendig werden, ein Einspritzzeitfenster zeitlich nach vorne oder nach hinten zu verschieben, um in der anderen Betriebsart notwendige Einspritzvorgänge
10 möglichst korrekt durchführen zu können. Zu diesem Zweck werden -wie es bereits oben ausgeführt wurde- von der Zentralsteuereinheit ZS Steuersignale, zu welchen ein Betriebsartumschaltanforderungssignal und Informationen über die jeweils gewünschte neue Betriebsart gehören, der Einspritzsteuereinheit
15 ES zugeführt, welche diese Steuersignale in Steuersignale für die Einspritzbänke B0 und B1 umsetzt.

Die Figur 2 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung der Kraftstoffeinspritzung im Falle einer nach dem Auftreten eines
20 Betriebsartumschaltanforderungssignals unverzüglich vorgenommenen Betriebsartumschaltung.

In der Zeile a von Figur 2 sind die Arbeitstakte T2, T3 und T4 des Arbeitsspiels des Zylinders Z0 der Dreizylinder-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T2 der Arbeitstakt für das Komprimieren, T3 der Arbeitstakt für die Verbrennung und T4 der Arbeitstakt für den Abgasausstoß ist. In der Zeile b von Figur 2 ist das dem Zylinder Z0 zugeordnete Einspritzzeitfenster W0 dargestellt. In der Zeile c von Figur 2 sind die Einspritzanforderungszeitintervalle e1 dargestellt, in welchen Einspritzvorgänge in den Zylinder Z0 erfolgen sollen. In der Zeile d von Figur 2 sind die Einspritzzeitintervalle e2 dargestellt, in welchen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z0 durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass alle Einspritzanforderungszeitintervalle e1 und alle Einspritzzeitintervalle e2 innerhalb
35 des Einspritzzeitfensters W0 liegen. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass jedes der Einspritzanforderungszeitintervalle

e1 mit einem zugehörigen Einspritzzeitintervall e2 zeitlich übereinstimmt.

Während des dem Zylinder Z0 zugeordneten Einspritzzeitfensters W0 tritt ein Betriebsartumschaltanforderungssignal r1 auf, aufgrund dessen eine Umschaltung des Einspritzsystems in eine Betriebsart erfolgen soll, in welcher die dem Zylinder Z1 zugehörigen Einspritzanforderungssignale e1 zeitlich vorverlegt sind.

Als Reaktion auf das Auftreten dieses Betriebsartumschaltanforderungssignals r1 wird die gewünschte Betriebsartumschaltung unverzüglich durchgeführt. Diese unverzügliche Betriebsartumschaltung wird nachfolgend anhand der Zeilen e bis l der Figur 2 erläutert.

In der Zeile e von Figur 2 sind die Arbeitstakte T1, T2 und T3 des Arbeitsspiels des Zylinders Z1 der Dreizylinder-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T1 der Arbeitstakt für das Ansaugen von Luft, T2 der Arbeitstakt für das Komprimieren und T3 der Arbeitstakt für die Verbrennung ist. In der Zeile f von Figur 2 ist das dem Zylinder Z1 zugeordnete Einspritzzeitfenster W1 dargestellt, welches aufgrund des Betriebsartumschaltanforderungssignals r1 zeitlich vorverlegt ist und sich zeitlich mit dem Einspritzzeitfenster W0 des Zylinders Z0 überlappt. Durch diese zeitliche Vorverlegung des Einspritzzeitfenster W1 ist auch der Endzeitpunkt des Einspritzzeitfensters W1 zeitlich vorverlegt, so dass das Einspritzzeitfenster W1 zu einem früheren Zeitpunkt endet als im Normalbetrieb des Einspritzsystems. In der Zeile g von Figur 2 sind die dem Zylinder Z1 zugeordneten Einspritzanforderungszeitintervalle e1 gezeigt, die im Vergleich zum Normalbetrieb zeitlich vorverlegt sind. In der Zeile h von Figur 2 sind die Einspritzzeitintervalle e2 dargestellt, in denen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z1 durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass diese Einspritzzeitintervalle e2 zeitlich erst dann beginnen, wenn die Einspritzzeitintervalle e2 des Zylinders Z0 beendet sind. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass die dem Zylinder Z1 zugehörigen Einspritzzeitintervalle e2

zeitlich unmittelbar aneinander anschließen. Es ist ferner ersichtlich, dass der dritte Einspritzvorgang vorzeitig beendet werden muss, da er zeitlich das Ende des dem Zylinder Z1 zugeordneten Einspritzzeitfenster W1 überschreitet. Der abgeschnittene Teil des dritten Einspritzvorganges e2 ist in der Zeile h der Figur 2 mit e3 bezeichnet.

In der Zeile i der Figur 2 sind die Arbeitstakte T4 und T1 des Arbeitsspiels des Zylinders Z2 der Dreizylinder-

der-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T4 der Arbeitstakt für den Abgasausstoß und T1 der Arbeitstakt für das Ansaugen von Luft ist.

In der Zeile j von Figur 2 ist das dem Zylinder Z2 zugeordnete Einspritzzeitfenster W2 dargestellt. Dieses schließt sich

zeitlich unmittelbar an das Ende des dem Zylinder Z1 zugehörigen

Einspritzzeitfensters W1 an. In der Zeile k der Figur 2 sind die Einspritzanforderungszeitintervalle e1 dargestellt, in welchen

Einspritzvorgänge in den Zylinder Z2 erfolgen sollen. In der Zeile l von Figur 2 sind die Einspritzzeitintervalle e2 dargestellt, in welchen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z2

durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass alle Einspritzanforderungszeitintervalle e1 und alle Einspritzzeitintervalle e2 innerhalb des Einspritzzeitfensters W2 liegen. Es

ist des Weiteren ersichtlich, dass jedes der Einspritzanforderungszeitintervalle e1 mit einem zugehörigen Einspritz-

zeitintervall e2 zeitlich übereinstimmt.

Aufgrund der Notwendigkeit des Abschneidens eines Teils des dem Zylinder Z1 zugeordneten dritten Einspritzvorganges e2 kommt

es zu einer unerwünschten Fahrbarkeitsbeeinflussung und zu erhöhten Abgasemissionen, was ebenfalls unerwünscht ist.

Die Figur 3 zeigt ein Diagramm zur Veranschaulichung der Kraftstoffeinspritzung im Falle einer unabhängig vom Zeitpunkt

des Auftretens eines Betriebsartumschaltanforderungssignals

unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters vorgenommenen Betriebsartumschaltung.

In der Zeile a von Figur 3 sind die Arbeitstakte T2, T3 und T4 des Arbeitsspiels des Zylinders Z0 der Dreizylinder-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T2 der Arbeitstakt für das Komprimieren, T3 der Arbeitstakt für die Verbrennung und T4 der Arbeitstakt für den Abgasausstoß ist. In der Zeile b von Figur 3 ist das dem Zylinder Z0 zugeordnete Einspritzzeitfenster W0 dargestellt. In der Zeile c von Figur 3 sind die Einspritzanforderungszeitintervalle e1 dargestellt, in welchen Einspritzvorgänge in den Zylinder Z0 erfolgen sollen. In der Zeile d von Figur 3 sind die Einspritzzeitintervalle e2 dargestellt, in welchen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z0 durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass alle Einspritzanforderungszeitintervalle e1 und alle Einspritzzeitintervalle e2 innerhalb des Einspritzzeitfensters W0 liegen. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass jedes der Einspritzanforderungszeitintervalle e1 mit einem zugehörigen Einspritzzeitintervall e2 zeitlich übereinstimmt.

Während des dem Zylinder Z0 zugeordneten Einspritzzeitfensters W0 tritt ein Betriebsartumschaltanforderungssignal r1 auf, aufgrund dessen eine Umschaltung des Einspritzsystems in eine Betriebsart erfolgen soll, in welcher die dem Zylinder Z1 zugehörigen Einspritzanforderungssignale e1 zeitlich vorverlegt sind. Diese Betriebsartumschaltung erfolgt aber im Unterschied zu der in der Figur 2 gezeigten Vorgehensweise nicht unverzüglich nach dem Auftreten des Betriebsartumschaltanforderungssignals r1, sondern unabhängig vom Auftreten des Betriebsartumschaltanforderungssignals r1 derart, dass sie erst unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder Z2 zugeordneten Einspritzzeitfensters vorgenommen wird. Die Betriebsartumschaltung des Einspritzsystems wird also bis unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters verzögert.

Die Konsequenzen dieser verzögerten Betriebsartumschaltung werden nachfolgend anhand der Zeilen e bis l der Figur 3 erläutert.

In der Zeile e von Figur 3 sind die Arbeitstakte T1, T2 und T3 des Arbeitsspiels des Zylinders Z1 der Dreizylinder-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T1 der Arbeitstakt für das Ansaugen von Luft, T2 der Arbeitstakt für das Komprimieren und T3 der Arbeitstakt für die Verbrennung ist. In der Zeile f von Figur 3 ist das dem Zylinder Z1 zugeordnete Einspritzzeitfenster W1 dargestellt, welches sich ebenso wie im Normalbetrieb des Einspritzsystems zeitlich unmittelbar an das Ende des dem Zylinder Z0 zugeordneten Einspritzzeitfensters W0 anschließt und demzufolge zeitlich mit dem Einspritzzeitfenster W0 des Zylinders Z0 nicht überlappt. In der Zeile g von Figur 3 sind die dem Zylinder Z1 zugeordneten Einspritzanforderungszeitintervalle e1 gezeigt, die im Vergleich zum Normalbetrieb zeitlich vorverlegt sind und zeitlich mit den Einspritzanforderungszeitintervallen e1 von Figur 2 übereinstimmen. In der Zeile h von Figur 3 sind die Einspritzzeitintervalle e2 dargestellt, in denen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z1 durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass diese Einspritzzeitintervalle e2 erst dann beginnen, wenn die Einspritzzeitintervalle e2 des Zylinders Z0 beendet sind. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass alle dem Zylinder Z1 zugehörigen Einspritzzeitintervalle e2 zeitlich innerhalb des dem Zylinder Z1 zugeordneten Einspritzzeitfensters W1 liegen und vollständig ausgeführt werden können. Ein Abschneiden eines Teils eines Einspritzvorganges ist nicht notwendig.

In der Zeile i der Figur 3 sind die Arbeitstakte T4 und T1 des Arbeitsspiels des Zylinders Z2 der Dreizylinder-Brennkraftmaschine gezeigt, wobei T4 der Arbeitstakt für den Abgasausstoß und T1 der Arbeitstakt für das Ansaugen von Luft ist. In der Zeile j von Figur 3 ist das dem Zylinder Z2 zugeordnete Einspritzzeitfenster W2 dargestellt. Unmittelbar vor dem Beginn dieses Einspritzzeitfensters W2 erfolgt die Betriebsartumschaltung des Einspritzsystems als Reaktion auf das Vorliegen eines bis zu diesem Zeitpunkt verzögerten Betriebsartumschaltanforderungssignals r2. In der Zeile k der Figur 3 sind die Einspritzanforderungszeitintervalle e1 dargestellt, in welchen Einspritzvorgänge in den Zylinder Z2 erfolgen sollen. In der

Zeile 1 von Figur 3 sind die Einspritzzeitintervalle e_2 dargestellt, in welchen die Einspritzvorgänge in den Zylinder Z2 durchgeführt werden. Es ist ersichtlich, dass alle Einspritzanforderungszeitintervalle e_1 und alle Einspritzzeitintervalle e_2 innerhalb des Einspritzzeitfensters W2 liegen. Es ist des Weiteren ersichtlich, dass jedes der Einspritzanforderungszeitintervalle e_1 mit einem zugehörigen Einspritzzeitintervall e_2 zeitlich übereinstimmt.

10 Durch die vorstehend beschriebene unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder zugeordneten Einspritzzeitfensters durchgeführte, verzögerte Betriebsartumschaltung des Einspritzsystems können alle Einspritzvorgänge aller Zylinder korrekt und vollständig ausgeführt werden, so dass in vor-
15 teilhafter Weise ein unerwünschtes Auftreten von Fahrbarkeitsbeeinflussungen und ein Auftreten von erhöhten Abgasemissionen vermieden werden.

20

25

Bezugszeichenliste

	B0	Zylinderbank, Einspritzbank
5	B1	Zylinderbank, Einspritzbank
	e1	Einspritzanforderungszeitintervall
	e2	Einspritzdurchführungszeitintervall
	e3	Einspritzunterdrückungszeitintervall
	E0	Endstufe
10	E1	Endstufe
	ES	Einspritzsteuereinheit
	OT0	Oberer Totpunkt des Zylinders Z0
	OT1	Oberer Totpunkt des Zylinders Z1
	P0	Injektor
15	P1	Injektor
	P2	Injektor
	r1	Betriebsartumschaltanforderungssignal
	r2	verzögertes Betriebsartumschaltanforderungssignal
	s1	Sensorsignal
20	s2	Sensorsignal
	sn	Sensorsignal
	ST0	Steuereinheit
	ST1	Steuereinheit
	T1	Arbeitstakt für das Ansaugen von Luft
25	T2	Arbeitstakt für das Komprimieren
	T3	Arbeitstakt für die Verbrennung
	T4	Arbeitstakt für den Abgasausstoß
	W0	Einspritzzeitfenster für den ersten Zylinder Z0
	W1	Einspritzzeitfenster für den zweiten Zylinder Z1
30	W2	Einspritzzeitfenster für den dritten Zylinder Z2
	Z0	erster Zylinder
	Z1	zweiter Zylinder
	Z2	dritter Zylinder
	ZS	Zentralsteuereinheit
35		

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung mittels Injektoren bei einer mit zwei Einspritzbänken (B0,B1) be-

triebenen Brennkraftmaschine, bei welchem

- für jeden Zylinder (Z0,Z1,Z2) in einem Arbeitsspiel ein bestimmtes Einspritzzeitfenster (W0,W1,W2) vorgegeben wird, in welchem Einspritzungen möglich sind,

- für jeden Zylinder pro Einspritzzeitfenster ein oder mehrere Einspritzvorgänge ausgeführt werden und

- für das jeweilige Einspritzzeitfenster die Dauer und die zeitliche Lage jedes Einspritzvorganges vorgegeben werden, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer in verschiedenen Betriebsarten betreibbaren Dreizylinder-Brennkraftmaschine

- mittels der ersten Einspritzbank (B0) zwei Zylinder (Z0,Z1) der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben werden,

- mittels der zweiten Einspritzbank (B1) der dritte Zylinder (Z2) der Dreizylinder-Brennkraftmaschine betrieben wird und

- Betriebsartumschaltungen unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens eines Betriebsartumschaltanforderungssignals (r1) ausschließlich unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder (Z2) zugeordneten Einspritzzeitfensters (W3) vorge-

nommen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Lage des dem zweiten Zylinder (Z1) zugeordneten Einspritzzeitfensters (W1) in Abhängigkeit von der Betriebsart verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dem zweiten Zylinder (Z1) zugeordnete Einspritzzeitfenster (W1) derart vorgegeben wird, dass es sich mit dem dem dritten Zylinder (Z2) zugeordneten Einspritzzeitfenster (W2) zeitlich überlappt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zeitliche Lage von dem zweiten Zylinder (Z1) zugeordneten Einspritzvorgänge derart vorgegeben wird, dass sie sich mit der

zeitlichen Lage von dem dritten Zylinder (Z2) zugeordneten Einspritzvorgängen zeitlich überlappt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das dem zweiten Zylinder (Z1) zugeordnete Einspritzzeitfenster (W1) derart vorgegeben wird, dass es sich mit dem dem ersten Zylinder (Z0) zugeordneten Einspritzzeitfenster (W0) zeitlich nicht überlappt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das dem zweiten Zylinder (Z1) zugeordnete Einspritzzeitfenster (W1) derart vorgegeben wird, dass es sich unmittelbar an das Ende des dem ersten Zylinder (Z0) zugeordneten Einspritzzeitfensters (W0) anschließt.

7. Vorrichtung zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung mittels Injektoren bei einer mit zwei Einspritzbänken betriebenen Brennkraftmaschine, welche aufweist:

- drei Zylinder (Z0,Z1,Z2), denen jeweils ein Injektor (P0,P1,P2) zugeordnet ist,
- zwei Einspritzbänke (B0,B1), wobei die erste Einspritzbank (B0) zur Ansteuerung zweier Injektoren (P0,P1) ausgebildet ist und die zweite Einspritzbank (B1) zur Ansteuerung des dritten Injektors (P2) ausgebildet ist,
- eine Einspritzsteuereinheit (ES), die zur Ansteuerung der Einspritzbänke (B0,B1) derart ausgebildet ist, dass sie für jeden Zylinder in einem Arbeitsspiel ein bestimmtes Einspritzzeitfenster (W0,W1,W2) vorgibt, in welchem Einspritzungen möglich sind, für jeden Zylinder pro Einspritzfenster die Anzahl der Einspritzvorgänge vorgibt und für das jeweilige Einspritzzeitfenster die Dauer und die zeitliche Lage jedes Einspritzvorganges vorgibt, und
- eine Zentralsteuereinheit (ZS), die zur Lieferung eines Betriebsartumschaltanforderungssignals (r1) und von Informationen über eine gewünschte Betriebsart an die Einspritzsteuereinheit (ES) ausgebildet ist, wobei
- die Einspritzsteuereinheit (ES) derart ausgebildet ist, dass sie Betriebsartumschaltungen unabhängig vom Zeitpunkt des

Auftretens des Betriebsartumschaltanforderungssignals (r1) ausschließlich unmittelbar vor dem Beginn des dem dritten Zylinder (Z2) zugeordneten Einspritzzeitfensters (W3) vornimmt.

FIG 1

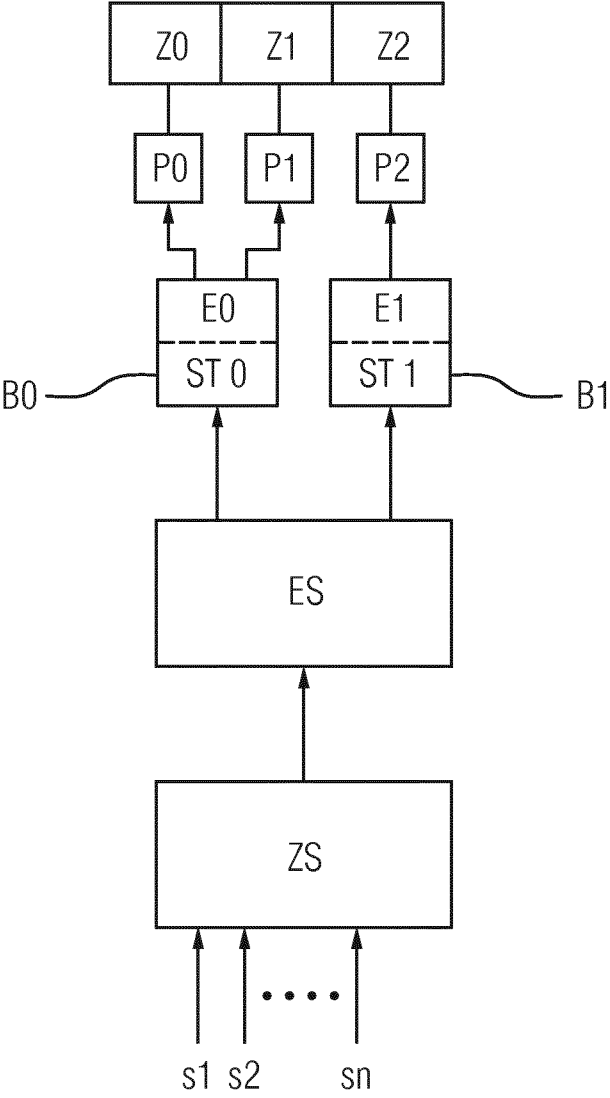


FIG 2

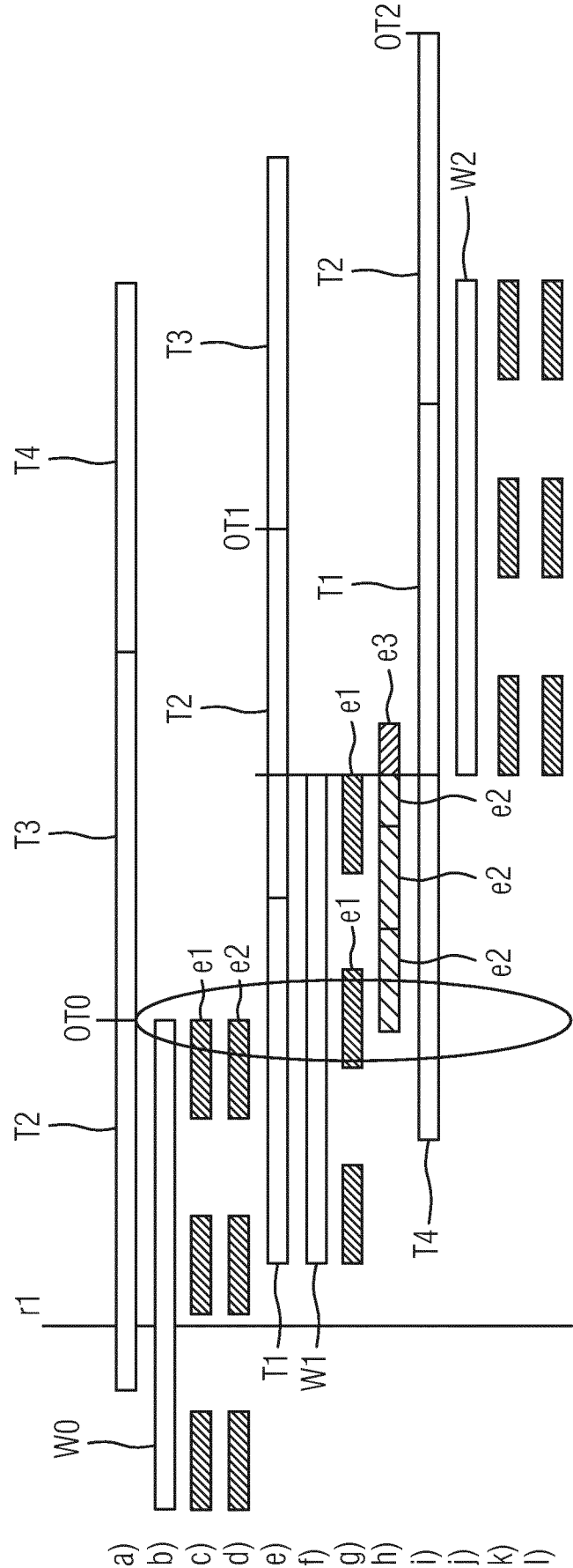
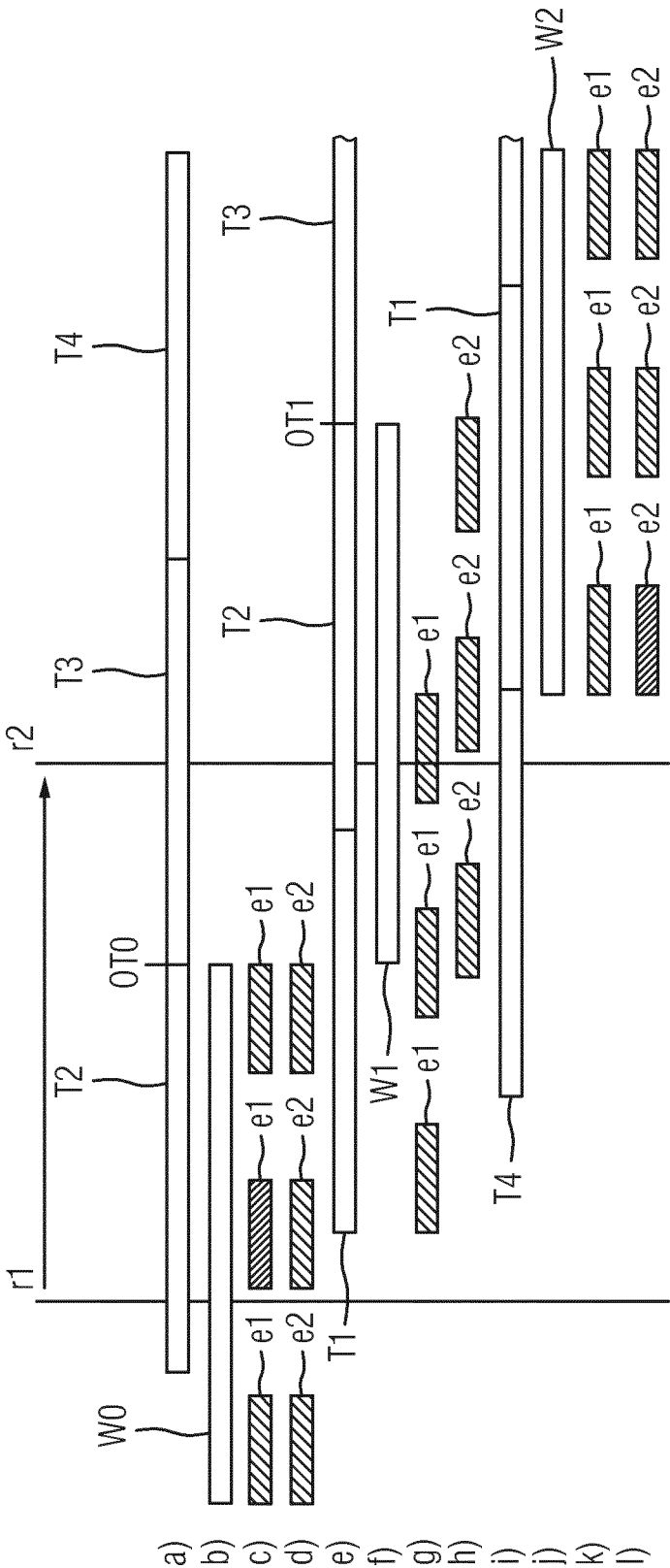


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/055616

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/30 F02D41/40 F02B75/18 F02D41/20
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2013 214828 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 February 2015 (2015-02-05) paragraphs [0003] - [0005], [0007], [0009] - [0010], [0020] - [0023], [0038], [0040] - [0041] -----	1-7
A	DE 10 2008 001068 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 October 2009 (2009-10-15) paragraphs [0001], [0004], [0006], [0011] - [0012], [0018], [0022], [0024], [0038], [0047]; figures 1-2 -----	1-7
A	DE 101 14 039 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 September 2002 (2002-09-26) paragraphs [0015], [0018], [0027], [0029] ----- -/-	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2017

Date of mailing of the international search report

17/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Eitner, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/055616

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 586 760 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 October 2005 (2005-10-19) paragraphs [0001], [0054] - [0057]; figure 4	1-7
A	----- EP 1 835 161 A2 (DENSO CORP [JP]) 19 September 2007 (2007-09-19) paragraphs [0016], [0017], [0022] -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/055616

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013214828 A1	05-02-2015	NONE	
DE 102008001068 A1	15-10-2009	NONE	
DE 10114039 A1	26-09-2002	DE 10114039 A1 JP 4129140 B2 JP 2002295295 A	26-09-2002 06-08-2008 09-10-2002
EP 1586760 A2	19-10-2005	DE 102004016894 A1 EP 1586760 A2	27-10-2005 19-10-2005
EP 1835161 A2	19-09-2007	EP 1835161 A2 JP 2007247610 A US 2007215097 A1	19-09-2007 27-09-2007 20-09-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D41/30 F02D41/40 F02B75/18 F02D41/20 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D F02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 214828 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. Februar 2015 (2015-02-05) Absätze [0003] - [0005], [0007], [0009] - [0010], [0020] - [0023], [0038], [0040] - [0041] -----	1-7
A	DE 10 2008 001068 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. Oktober 2009 (2009-10-15) Absätze [0001], [0004], [0006], [0011] - [0012], [0018], [0022], [0024], [0038], [0047]; Abbildungen 1-2 -----	1-7
A	DE 101 14 039 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26. September 2002 (2002-09-26) Absätze [0015], [0018], [0027], [0029] ----- -/-	1-7
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Mai 2017		17/05/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Eitner, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 586 760 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. Oktober 2005 (2005-10-19) Absätze [0001], [0054] - [0057]; Abbildung 4 -----	1-7
A	EP 1 835 161 A2 (DENSO CORP [JP]) 19. September 2007 (2007-09-19) Absätze [0016], [0017], [0022] -----	1-7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/055616

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013214828 A1	05-02-2015	KEINE	
DE 102008001068 A1	15-10-2009	KEINE	
DE 10114039 A1	26-09-2002	DE 10114039 A1	26-09-2002
		JP 4129140 B2	06-08-2008
		JP 2002295295 A	09-10-2002
EP 1586760 A2	19-10-2005	DE 102004016894 A1	27-10-2005
		EP 1586760 A2	19-10-2005
EP 1835161 A2	19-09-2007	EP 1835161 A2	19-09-2007
		JP 2007247610 A	27-09-2007
		US 2007215097 A1	20-09-2007