



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2007 Patentblatt 2007/13

(51) Int Cl.:
F02M 39/02 (2006.01) F02M 63/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05108844.1**

(22) Anmeldetag: **26.09.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

- **Reuter, Uwe**
52159, Roetgen (DE)
- **van Bebber, David**
52072, Aachen (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, LLC**
Dearborn, MI 48126 (US)

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten et al**
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)

(72) Erfinder:
• **Lach, Rainer**
52146, Wuerselen (DE)

(54) **Verfahren zum Reduzieren der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors. Mindestens ein Parameter einer Hochdruckpumpe (12) des Common-Rail-Einspritzsystems wird derart gewählt, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hoch-

druckpumpe (12) gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle (14) ist. Ferner wird die Winkelstellung der Hochdruckpumpe (12) derart im Antriebssystem gewählt, daß sich Oszillationen des Drehmoments an der Hochdruckpumpe (12) und Oszillationen des Drehmoments an der Nockenwelle (14) zumindest teilweise auslöschen.

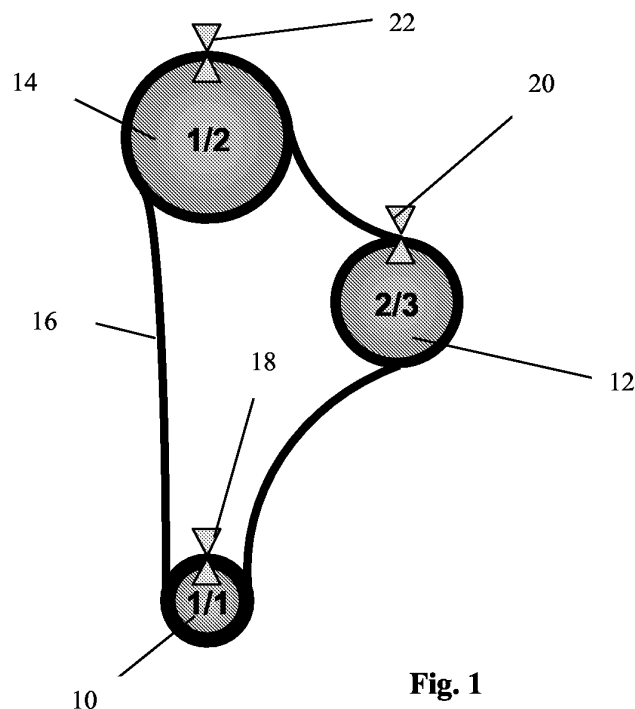


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reduzieren der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors.

[0002] Bei Common-Rail- oder Speicher-Einspritzsystemen sind die Hochdruckerzeugung und Kraftstoffeinspritzung voneinander getrennt. Aufgrund der Entkopplung von Druckerzeugung und Einspritzung ergeben sich große Variationsmöglichkeiten der Einspritzdrücke und der Einspritzzeitpunkte. Ein Common-Rail-Einspritzsystem besitzt einen Nieder- und einen Hochdruckteil. Die wesentlichen Komponenten des Hochdruckteils sind eine Hochdruckpumpe, ein Hochdruckspeicher (Rail), Injektoren, Druckregelventile und Hochdruck-Kraftstoffleitungen. Der im Rail des Einspritzsystems vorherrschende hohe Druck wird von einer Hochdruckpumpe erzeugt. Die Injektoren injizieren elektrisch gesteuert den Kraftstoff in den Brennraum des Motors. Vorstellbar ist aber auch, daß die Injektoren den Kraftstoff mechanisch gesteuert in den Brennraum des Motors injizieren. Vor allem die Hochdruckpumpe und die Injektoren sind Komponenten, die in den letzten Jahren fortlaufend verbessert wurden. Beispielsweise befassen sich die EP 0 844 385 B1 und EP 1 321 662 A1 mit der Gestaltung von Einspritzdüsen für ein Common-Rail-Einspritzsystem.

[0003] Die Hochdruckpumpe zur Druckerzeugung im Rail wird über Kupplung, Zahnrad, Kette oder Zahnriemen angetrieben. Hierzu kann die Hochdruckpumpe entweder direkt in das Antriebssystem des Dieselmotors integriert sein, so daß sie von der Kurbelwelle angetrieben wird, oder auch durch ein eigenes System von der Nockenwelle angetrieben werden. Bei einer Integration in das Antriebssystem des Dieselmotors treibt die Kurbelwelle die Hochdruckpumpe und die Nockenwelle in der Regel über einen Zahnriemen oder Kette an.

[0004] Im Betrieb treten mehr oder weniger hohe Belastungen im Antrieb des Common-Rail-Einspritzsystems auf, die zu Schwingungen führen können, welche vor allem bei einem Riemen- oder Kettenantrieb unerwünscht sind. Die Belastungen und damit einhergehenden Schwingungen werden vor allem durch die Drehmomenterregung der Nockenwelle und der Hochdruckpumpe verursacht und bestimmen wesentlich die Zuverlässigkeit und Robustheit des Antriebssystems von Common-Rail-Einspritzsystemen. Die auftretenden Drehmomente führen zu einer zum Teil hohen Gesamtbelastung mit abrupten Lastwechseln des Antriebssystems, vor allem durch die einhergehenden Schwingungen, die zum Teil große Amplituden aufweisen.

[0005] Gerade bei in Serie gefertigten Einspritzsystemen schwanken die Belastungen jedoch stark und führen demnach zu einer hohen Varianz der Zuverlässigkeit und Robustheit des Antriebssystems für Einspritzsysteme. Grundsätzlich werden bei Riemen- oder Kettenantrieben Spannungs- und Führungselemente von Kette oder Zahnriemen für die größtmögliche Gesamtbelastung ausgelegt. Zudem müssen die Serviceintervalle für An-

triebssysteme von Common-Rail-Einspritzsystemen nach dem "worst case" bemessen werden, bei dem die Gesamtbelastung im Antriebssystem eines Common-Rail-Einspritzsystems ein Maximum erreicht und die Komponenten des Systems am stärksten belastet sind.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum Reduzieren der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors vorzuschlagen.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß mindestens ein Parameter einer Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt wird, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist, und daß ferner die Winkelstellung der Hochdruckpumpe derart im Antriebssystem gewählt wird, daß sich Oszillationen des Drehmoments an der Hochdruckpumpe und Oszillationen des Drehmoments an der Nockenwelle zumindest teilweise auslöschen.

[0008] Bisher war eine ausgewählte Winkelstellung der Hochdruckpumpe eines Common-Rail-Einspritzsystems im Gegensatz zu Dieselmotoren mit Verteilereinspritzpumpen keine Bedingung für den Betrieb. Versuche haben jedoch gezeigt, daß das durch die Hochdruckpumpe erzeugte Drehmoment die Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems nicht unwesentlich beeinflusst. Es hat sich überraschender Weise herausgestellt, daß durch eine ausgewählte Winkelstellung der Hochdruckpumpe, insbesondere eine gezielte Abstimmung der Winkelstellungen von Hochdruckpumpe und Nockenwelle zueinander zu wesentlich geringeren Belastungen des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems aufgrund der Drehmomenterregungen der Hochdruckpumpe und der Nockenwelle führen kann. Von daher fließt das von der Hochdruckpumpe erzeugte Drehmoment bei der Abstimmung vorteilhaft mit ein.

[0009] Die Erfindung hat vor allem den Vorteil, daß auch Schwingungen im Antriebssystem, insbesondere von Kette oder Zahnriemen wirksam verringert werden und dadurch einfachere und kostengünstigere Spannungs- sowie Führungselemente für die Kette bzw. den Riemen eingesetzt werden können. Schließlich werden auch die Robustheit und Zuverlässigkeit des Antriebssystems, insbesondere der Kette oder des Riemens aufgrund der reduzierten Schwingungen verbessert, was es ermöglicht, auch hier aufgrund der geringeren Belastungen einfachere Bauelemente zu verwenden.

[0010] Als Parameter kann insbesondere das Übersetzungsverhältnis der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt werden, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.

[0011] Als Parameter kann auch die Anzahl der Kolbenhübe der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt werden, daß die Ordnung

der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.

[0012] Als Parameter kann auch die Anzahl der Kolben der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt werden, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.

[0013] Die Winkelstellung der Hochdruckpumpe wird insbesondere in Bezug auf die Winkelstellung der Nockenwelle gewählt.

[0014] Grundsätzlich kann die Erfindung mit einer in das Antriebssystem des Dieselmotors integrierten Hochdruckpumpe, aber auch mit einer von der Nockenwelle angetriebenen Hochdruckpumpe, beispielsweise in einem Dieselmotor mit DOHC (double overhead camshaft) eingesetzt werden.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und in der folgenden Figurenbeschreibung offenbart. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch ein Antriebssystem eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors, bei dem Hochdruckpumpe und Nockenwelle von der Kurbelwelle des Motors angetrieben werden, und

Fig. 2 zwei Diagramme, in welchen der Drehmomentverlauf von Nockenwelle und Hochdruckpumpe eines Antriebssystems gemäß Fig. 1 einmal für eine "worst case" Winkelstellung und einmal für eine "best case" Winkelstellung von Kurbel-, Nockenwelle und Hochdruckpumpe dargestellt sind.

[0016] Fig. 1 zeigt schematisch ein Antriebssystem eines (nicht gezeigten) Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors, welches ein Kurbelwellenrad 10 eines (nicht gezeigten) Dieselmotors, ein Antriebsrad 12 für eine (nicht gezeigte) Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems, ein Nockenwellenrad 14 einer (nicht dargestellten) Nockenwelle und ein Antriebselement beispielsweise eine Kette oder einen Zahnriemen 16 umfasst. Das Drehmoment des Kurbelwellenrads 10 wird über die Kette bzw. den Zahnriemen 16 auf das Antriebsrad 12 der Hochdruckpumpe und das Nockenwellenrad 14 übertragen.

[0017] Ein Übersetzungsverhältnis wird jeweils von einem Raddurchmesser bestimmt und beträgt im Fall des Antriebsrads 12 für die Hochdruckpumpe 2:3 und für das Nockenwellenrad 14 1:2. Im Falle eines 4-Zylinder Reihenmotors zum Beispiel hat das Drehmoment der Nockenwelle eine Schwingungscharakteristik in zweiter Ordnung, die auch für das Drehmoment des Antriebsrads 12 der Hochdruckpumpe durch die Anzahl der Kolben oder der Kolbenhübe der Pumpe oder durch das Übersetzungsverhältnis des Antriebsrads 12 eingestellt werden

kann. Die Kette bzw. der Zahnriemen 16 kann durch ein oder mehrere Einrückelemente oder Spannrollen gespannt werden.

[0018] Um eine möglichst geringe Belastung aufgrund der oszillierenden Drehmomente des Antriebsrads 12 der Hochdruckpumpe und des Nockenwellenrads 14 zu erzielen, werden beispielsweise bei der Montage des Dieselmotors Winkelstellungen aller rotierender Antriebskomponenten, also des Kurbelwellenrads 10, des Antriebsrads 12 der Hochdruckpumpe und des Nockenwellenrads 14 aufeinander abgestimmt, wie durch die Bezugsziffern 18, 20 und 22 angedeutet ist, welche die Winkelstellung des Kurbelwellenrads 10, des Antriebsrads 12 der Hochdruckpumpe und des Nockenwellenrads 14 bezeichnen.

[0019] Fig. 2 zeigt nun im oberen Diagramm den Drehmomentverlauf an der Nockenwelle (durchgezogene Linie 24) und der Hochdruckpumpe (strich-punktierte Linie 26). Die Nockenwelle weist ein Übersetzungsverhältnis von 1:2 auf und erzeugt am Beispiel eines 4-Zylinder Reihenmotors vier Drehmomentoszillationen über 360° Nockenwinkel bzw. 720° Kurbelwinkel. Die Hochdruckpumpe hingegen erzeugt beispielsweise bei drei Kolbenhüben der Pumpe (pro Umdrehung) sowie dem gewählten Übersetzungsverhältnis von 2:3 auch vier charakteristische Drehmomentoszillationen über 720° Kurbelwinkel. Der dargestellte Verlauf geht somit über zwei Umdrehungen der Kurbelwelle und über eine Umdrehung der Nockenwelle. Ferner ist im Diagramm das resultierende Gesamtdrehmoment des Antriebssystems dargestellt (gestrichelte Linie 28). Beim dargestellten exemplarischen Verlauf sind die Winkelstellungen der Hochdruckpumpe bzw. ihres Antriebsrads sowie der Nockenwelle bzw. des Nockenwellenrads gemäß dem "worst case" ausgerichtet, d.h. derart, daß das Gesamtdrehmoment abrupt abwechselnde Lasten (von einem positiven zu einem negativen Drehmoment) mit Amplituden bis etwa 21,3 Nm bewirkt. Im "worst case" überlagern sich die Drehmomentoszillationen am Nockenwellenrad und am Antriebsrad der Hochdruckpumpe "konstruktiv", d.h. die beiden Drehmomentoszillationen sind in Phase, wodurch sich eine sehr große Gesamtbelastung des Antriebssystems aufgrund der aus der Überlagerung resultierenden Drehmomentoszillation ergibt.

[0020] Im unteren Diagramm von Figur 2 ist wiederum der Drehmomentverlauf an der Nockenwelle (durchgezogene Linie 24) und der Hochdruckpumpe (strich-punktierte Linie 26) dargestellt, wobei nun die Winkelstellungen der Hochdruckpumpe bzw. des Antriebsrads davon und der Nockenwelle bzw. des Nockenwellenrads gemäß dem "best case" wie von der Erfindung vorgeschlagen ausgerichtet sind. Bei drei Kolbenhüben der Pumpe (pro Umdrehung) beispielsweise ergibt sich ein Übersetzungsverhältnis von 2:3. Hier sind nun die Drehmomentoszillationen am Nockenwellenrad und am Antriebsrad der Hochdruckpumpe zueinander in der Phase derart verschoben, daß sie sich zumindest teilweise auslöschten. Im Unterschied zum oberen Diagramm zeigt nun

der Verlauf des Gesamtdrehmoments (gestrichelte Linie 28), daß eine "leicht pulsierende" Gesamtbelastung ohne abrupte Lastwechsel mit Amplituden bis etwa 13,9 Nm wirkt.

[0021] Insgesamt hat sich gezeigt, daß durch die Abstimmung der Winkeleinstellung nicht nur der Kurbel- und Nockenwelle sondern auch des Antriebsrads der Hochdruckpumpe bzw. der Hochdruckpumpe eine Verringerung der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors erzielen läßt. Versuche haben eine Verringerung um bis zu etwa 35 % ergeben, bei "weicheren" Lastwechseln der Gesamtbelastung.

[0022] Selbstverständlich ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur bei dem beispielhaft genannten Vier-Zylinder-Reihenmotor anwendbar, sondern natürlich auch bei allen Verbrennungsmotoren, die eine Vielzahl von in Reihe angeordneten Zylindern aufweisen, wie zum Beispiel Acht-Zylinder-Reihenmotoren oder V-Motoren, die ebenfalls in Reihe angeordnete Zylinder haben.

Patentansprüche

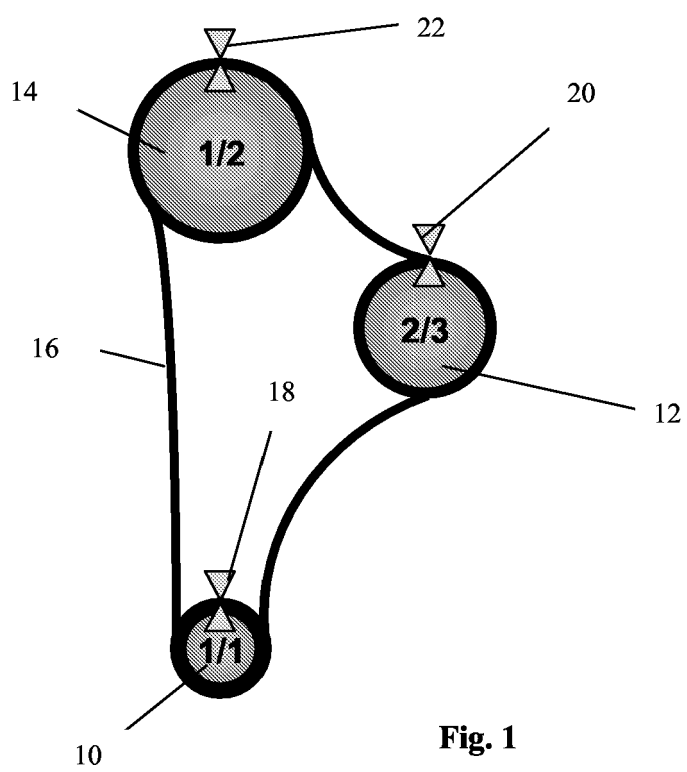
1. Verfahren zum Reduzieren der Gesamtbelastung des Antriebssystems eines Common-Rail-Einspritzsystems eines Dieselmotors,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens ein Parameter einer Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt wird, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist, und die Winkelstellung der Hochdruckpumpe derart im Antriebssystem gewählt wird, daß sich Oszillationen des Drehmoments an der Hochdruckpumpe und Oszillationen des Drehmoments an der Nockenwelle zumindest teilweise auslöschen.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Parameter das Übersetzungsverhältnis der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt wird, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Parameter die Anzahl der Kolbenhübe der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt wird, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-

che,

dadurch gekennzeichnet, daß

als Parameter die Anzahl der Kolben der Hochdruckpumpe des Common-Rail-Einspritzsystems derart gewählt wird, daß die Ordnung der Drehmomenterregung der Hochdruckpumpe gleich der Ordnung der Drehmomenterregung mindestens einer Nockenwelle ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Winkelstellung der Hochdruckpumpe in Bezug auf die Winkelstellung der Nockenwelle gewählt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Hochdruckpumpe in das Antriebssystem des Common-Rail-Einspritzsystems des Dieselmotors integriert ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Hochdruckpumpe von der Nockenwelle angetrieben wird.



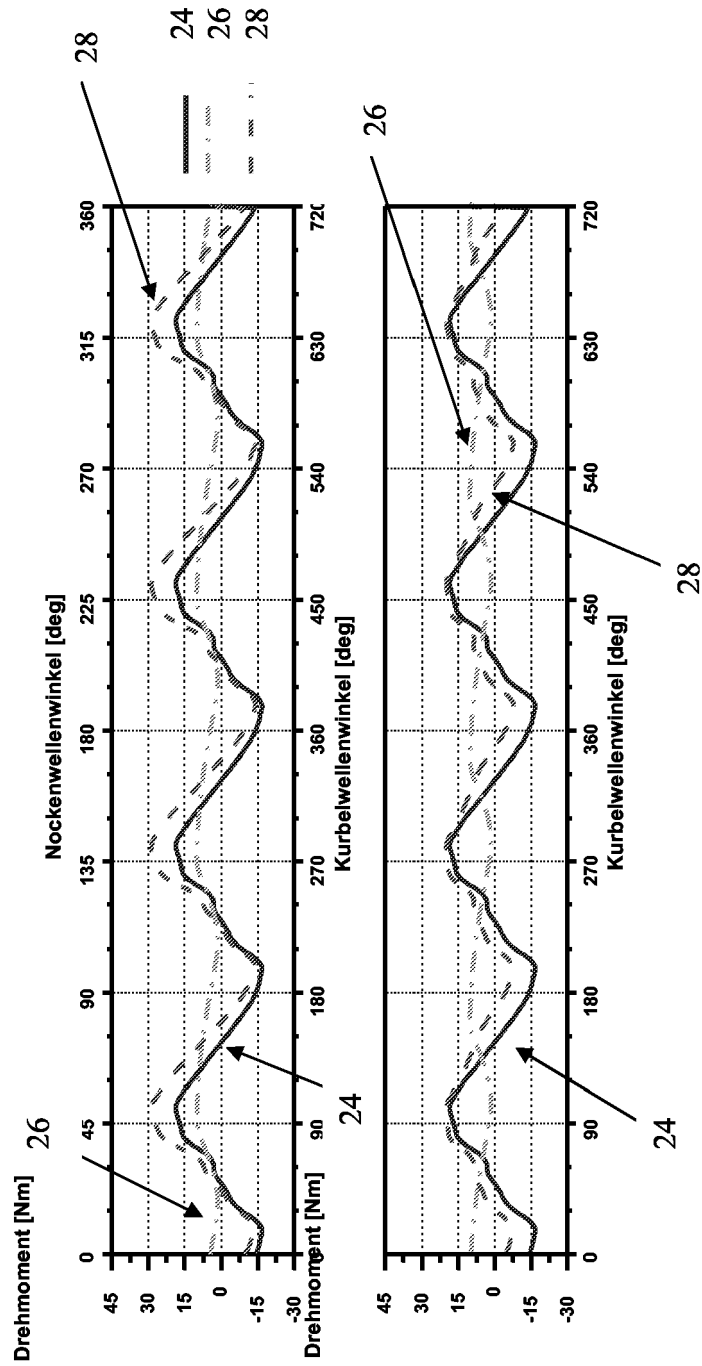


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 05 10 8844

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 849 438 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 24. Juni 1998 (1998-06-24) * das ganze Dokument *	1-7	F02M39/02 F02M63/02
A	EP 0 902 181 A (DENSO CORPORATION; NIPPON SOKEN, INC) 17. März 1999 (1999-03-17) * Absätze [0045], [0062], [0075]; Abbildungen 3,8a,8b *	1	
A	FR 2 608 219 A (DAIMLER BENZ AG) 17. Juni 1988 (1988-06-17) * Seite 1, Zeile 19 - Seite 2, Zeile 16; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Dezember 2005	Prüfer Landriscina, V
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 05 10 8844

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.

13-12-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0849438	A	24-06-1998	DE	69714200 D1		29-08-2002
			DE	69714200 T2		27-03-2003
			JP	3488585 B2		19-01-2004
			JP	10176508 A		30-06-1998
			US	5899181 A		04-05-1999

EP 0902181	A	17-03-1999	DE	69820550 D1		29-01-2004
			DE	69820550 T2		04-11-2004

FR 2608219	A	17-06-1988	DE	3642348 A1		28-07-1988
			IT	1211959 B		08-11-1989

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0844385 B1 [0002]
- EP 1321662 A1 [0002]