

(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
26. Mai 2016 (26.05.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/078653 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 13/06 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
F02B 75/18 (2006.01) F16F 15/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200486

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Oktober 2015 (29.10.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 223 577.4
19. November 2014 (19.11.2014) DE
10 2014 226 915.6
23. Dezember 2014 (23.12.2014) DE

(71) Anmelder: SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: FAUST, Hartmut; Dionysstraße 7, 77815 Bühl (DE). WINKLER, Thomas; Hildastr. 4, 77654 Offenburg (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, 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, KN, KP, KR, 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, 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)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR OPERATING A MULTI-CYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM BETREIBEN EINES MEHRZYLINDER-VERBRENNUNGSMOTORS

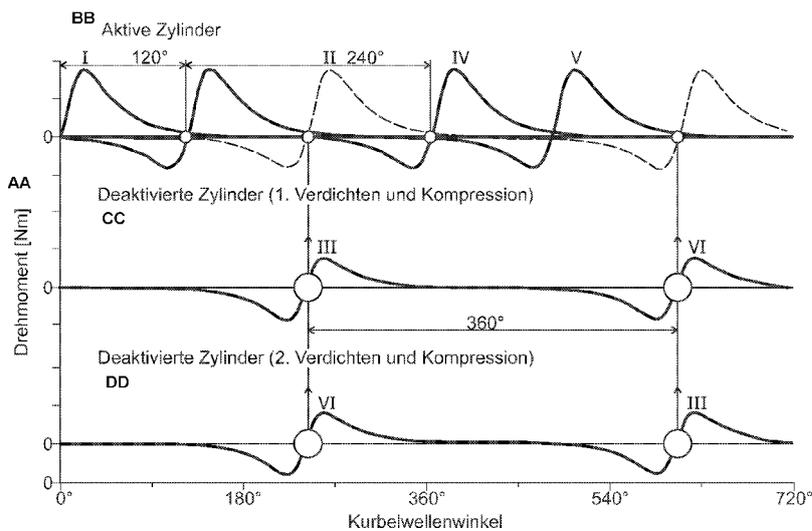


Fig. 2

FIG. 2:
AA Torque [Nm]
BB Active cylinders
CC Deactivated cylinders (1st compression and compression)
DD Deactivated cylinders (2nd compression and compression)
EE Crankshaft angle

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a multi-cylinder internal combustion engine, wherein each active cylinder operates in four-stroke operation and each deactivated cylinder, which is filled with an approximately sealed gas filling, is compressed and expanded during the four-stroke operation of the active cylinder. In a method in which excitations of a crankshaft rotational speed are minimized, a limited even number of cylinders is sequentially deactivated by the multi-cylinder internal combustion engine (2), which has a maximum even number of cylinders (20, 21, 22, 23, 24, 25), wherein the limited even number of cylinders is less than the maximum even number of cylinders (20, 21, 22, 23, 24, 25) of the multi-cylinder internal combustion engine (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Mehrzylinder-Verbrennungsmotors, bei welchem jeder aktive Zylinder in einem Viertaktbetrieb arbeitet und jeder mit einer annähernd abgeschlossenen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/078653 A1

Gasfüllung befüllte deaktivierte Zylinder während des Viertaktbetriebes des aktivierten Zylinders komprimiert bzw. expandiert wird. Bei einem Verfahren, bei welchem Anregungen einer Kurbelwellendrehzahl minimiert werden, wird von dem, eine maximale geradzahlige Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) aufweisenden Mehrzylinder-Verbrennungsmotor (2) eine begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern sequenziell deaktiviert, wobei die begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern kleiner ist als die maximal geradzahlige Anzahl der Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors (2).

**Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Mehrzylinder-
Verbrennungsmotors**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Mehrzylinder-

5 Verbrennungsmotors, bei welchem jeder aktive Zylinder in einem Viertakt-Betrieb arbeitet und jeder mit einer annähernd abgeschlossenen Gasfüllung befüllte deaktivierte Zylinder während des Viertakt-Betriebes des aktivierten Zylinders komprimiert bzw. expandiert wird, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Es sind Mehrzylinder-Verbrennungsmotoren bekannt, bei welchen im Teillastbetrieb

10 Zylinderabschaltungen erfolgen. Bei 6-Zylinder-Verbrennungsmotoren werden drei von sechs Zylindern abgeschaltet. Diese deaktivierten Zylinder werden mit Frischluft befüllt, wobei diese Gasfüllung annähernd abgeschlossen ist, und während eines Viertaktzyklus eines aktiven Zylinders wird ein deaktivierter Zylinder zweimal „dummymäßig“ komprimiert bzw. expandiert. Die zweite, um 360° zur ersten Dummy-
15 Expansion versetzte Dummy-Expansion findet dabei an einer Drehwinkellage der Kurbelwelle des Antriebsstranges des Verbrennungsmotors statt, an der außerdem ein aktiver Zylinder im Arbeitstakt ist. Aufgrund dieses Betriebes fehlt nicht nur der Arbeitstakt eines deaktivierten Zylinders im Vergleich zu einem aktiv arbeitenden Zylinder, sondern außerdem wird eine Anregung eines noch aktiven Zylinders durch die
20 zweite Dummy-Expansion des deaktivierten Zylinders verstärkt, da diese gleichzeitig erfolgen (Fig. 5). Dies führt zu verstärkten Anregungsamplituden der 1.5 Ordnung einer Kurbelwellendrehzahl, die nur aufwendig zu absorbieren sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ansteuerung eines Mehrzylinder-Verbrennungsmotors anzugeben, bei welchem die Anregungsamplituden eines aktiven Zylinders durch einen deaktivierten Zylinder verringert werden.
25

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass von dem, eine maximale geradzahlige Anzahl von Zylindern aufweisenden Mehrzylinder-Verbrennungsmotor eine begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern sequenziell deaktiviert wird, wobei die begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern kleiner ist als die maximal

30 geradzahlige Anzahl der Zylinder des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors. Dies hat den Vorteil, dass die zweite Dummy-Expansion eines deaktivierten Zylinders an einer solchen zeitlichen Stelle stattfindet, an welcher bei einem Vollastbetrieb des Verbren-

nungsmotors ein Arbeitstakt eines aktiven Zylinders stattfinden würde. Durch eine solche additive Überlagerung ist die Anregung von Drehmomenten- und Drehzahlschwankungen des Verbrennungsmotors insgesamt harmonischer und gleichmäßiger. Da sich die Anregungsamplituden tendenziell ähnlich zu der eines vollbefeierten Verbrennungsmotors verhalten, wird bei einer solchen Zylinderabschaltung eine geringere Anregungsamplitude der Zylinder erzeugt.

Vorteilhafterweise erfolgt die sequentielle Deaktivierung der begrenzt geradzahligen Anzahl von Zylindern in Abhängigkeit von einer Leistungs- und/oder einer Drehzahlanforderung an den Verbrennungsmotor. Durch diese sequentielle Mehrstufigkeit der Deaktivierung lassen sich Teillastbetriebe des Verbrennungsmotors variabler einstellen, was zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauches führt.

Es kann vorgesehen sein, den Motor in Abhängigkeit von einer Leistungsanforderung, bzw. einer Drehzahlanforderung zunächst in einem ersten Teillastbetrieb und bei einer geänderten Leistungsanforderung bzw. Drehzahlanforderung in einem zweiten Teillastbetrieb zu betreiben. Die beiden Teillastbetriebe, bzw. Teillastbetriebszustände unterscheiden sich dann in der Anzahl der deaktivierten Zylinder. Wird im zweiten Betriebszustand eine geringere Leistung benötigt, so ist vorgesehen, dass in diesem zweiten Betriebszustand ein zweiter Teillastbetrieb verwendet wird, in welchem mehr Zylinder deaktiviert sind als im ersten Teillastbetrieb.

In einer Ausgestaltung entspricht eine Periodendauer der Sequenz von aktiven und deaktivierten Zylindern einer Kurbelwellenumdrehung. Dies hat zur Folge, dass eine Anregung der Amplituden der Kurbelwellendrehzahl in einer Harmonischen der 1. Ordnung stattfindet, welche sich einfach absorbieren lässt.

In einer Variante werden bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor zur Einstellung eines ersten Teillastbetriebes zwei Zylinder deaktiviert. Tendenziell bilden die zwei deaktivierten Zylinder mehr oder weniger das Verhalten eines ursprünglich befeuerten Zylinders nach, so dass Anregungen der Kurbelwellendrehzahl insgesamt harmonischer und gleichmäßiger erfolgen.

In einer Alternative werden bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor zur Einstellung eines zweiten Teillastbetriebes vier Zylinder deaktiviert, wobei der zweite Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors geringer ist als der erste Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors. Auch in einem solchen geringen Teillastmodus kann der Verbren-

nungsmotor durch einen häufigeren Abschaltmodus bei verbessertem Kraftstoffverbrauch betrieben werden.

Das Verfahren kann daher vorsehen, dass für denselben Motor mit 6 Zylindern eine erster Teillastbetrieb mit zwei deaktivierten Zylindern und ein zweiter Teillastbetrieb mit vier deaktivierten Zylindern vorgesehen ist. Insbesondere kann durch eine Ansteuerung vorgesehen sein, dass der passende Teillastbetrieb in Abhängigkeit von der angeforderten Leistung oder der angeforderten Drehzahl ausgewählt wird.

In einer Variante wird zur Absorption einer durch die Zylinderdrücke bzw. Kolbenbewegung entstehenden Anregung einer Kurbelwellendrehzahl ein Fliehkraftpendel verwendet, welches eine Schwingungsfrequenz bzw. -ordnung aufweist, die auf die Anregung der Kurbelwellendrehzahl abgestimmt ist. Ein solches Fliehkraftpendel stellt eine konstruktiv einfache Maßnahme dar, welche in dem Antriebsstrang des Verbrennungsmotors eingebracht wird, um die auftretenden Anregungen der Kurbelwellendrehzahl zu absorbieren.

In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass bei einem Motor mit zwei oben beschriebenen Teillastbetrieben mit unterschiedlichen Anzahlen von deaktivierten Zylindern genau ein Fliehkraftpendel vorgesehen ist, welches auf die Drehzahl der Kurbelwelle in nur einem der Lastbetriebe, d.h. Volllast- oder erster- oder zweiter Teillastbetrieb ausgelegt ist.

Bei dem Betrieb eines 6-Zylinder Verbrennungsmotors hat sich herausgestellt, dass ein einziges Fliehkraftpendel, welches auf eine Betriebsart ausgelegt ist, ausreichend wirksam auch in den anderen Betriebsarten ist. Auf komplexere Auslegungen oder das Vorsehen von weiteren Fliehkraftpendeln kann daher verzichtet werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Betreiben eines Mehrzylinder-Verbrennungsmotors, welche Zylinder des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors aktiviert oder deaktiviert. Bei einer Vorrichtung, bei welcher Anregungen einer Kurbelwellendrehzahl verringert werden, sind Mittel vorhanden, welche von der maximal geradzahligen Anzahl von Zylindern des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors eine begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern sequenziell deaktivieren, wobei die begrenzt geradzahlige Anzahl der Zylinder kleiner ist als die maximal geradzahlige Anzahl der Zylinder des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors. Dies hat den Vorteil, dass Dummy-Expansionen der deaktivierten Zylinder zu einer solchen Kurbelwellenposition

stattfinden, zu welcher im Volllastbetrieb des Verbrennungsmotors ein Arbeitstakt eines aktiven Zylinders stattfindet. Dadurch wird die Anregung der Kurbelwellendrehzahl verringert.

In einer Ausgestaltung deaktivieren die Mittel bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor zur Einstellung eines ersten Teillastbetriebes zwei Zylinder. Die beiden deaktivierten Zylinder bilden dabei tendenziell das Verhalten eines ursprünglich aktiven Zylinders nach, so dass sich die Anregung ähnlich zu der eines vollbefeierten Verbrennungsmotors verhält.

Alternativ deaktivieren die Mittel bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor zur Einstellung eines zweiten Teillastbetriebes vier Zylinder, wobei der zweite Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors geringer ist als der erste Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors. Dies ermöglicht ein kraftstoffsparendes Fahren mit einem Mehrzylinder-Verbrennungsmotor auch bei sehr geringen Teillasten.

Eine weitere Weiterbildung der Erfindung betrifft einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, umfassend einen Mehrzylinder-Verbrennungsmotor, welcher mit einem Steuergerät verbunden ist, das den Verbrennungsmotor in einem Vollmodus mit allen Zylindern oder einem Zylinderabschaltmodus mit nur einer vorgegebenen Anzahl von Zylindern betreibt, wobei die Zylinder mit einer Kurbelwelle verbunden sind. Bei einem solchen Antriebsstrang ist ein Fliehkraftpendel an der Kurbelwelle zur Absorption einer entstehenden Anregung einer Kurbelwellendrehzahl angeordnet, wobei das Fliehkraftpendel eine Schwingungsfrequenz oder -ordnung aufweist, die auf die Anregung 1. Ordnung der Kurbelwellendrehzahl durch die Zylinder abgestimmt ist. Ein solches Fliehkraftpendel stellt dabei ein konstruktiv einfaches Mittel dar, mittels welchem Anregungen der 1. Ordnung der Kurbelwellendrehzahl absorbiert werden können.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zwei davon sollen anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Antriebsstranges,
- 30 Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer Anregungsamplitude eines aktiven Zylinders im Vergleich des Standes der Technik mit dem erfindungsgemäßen Verfahren,

5 Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel zur Abschaltung von 3 Zylindern eines 6-Zylinder-Verbrennungsmotors nach dem Stand der Technik.

Gleiche Merkmale sind mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Antriebsstranges 1 eines Kraftfahrzeuges, bei welchem ein Verbrennungsmotor 2 sechs Zylinder aufweist, wobei jeder Zylinder
10 20, 21, 22, 23, 24, 25 über jeweils eine Pleuelstange 3, 4, 5, 6, 7, 8 mit einer Pleuelstange 9 verbunden ist und diese aufgrund der, durch die in den Zylindern 20, 21, 22, 23, 24, 25 ablaufenden Verbrennungen verursachten Druckänderungen antreiben. Die Zylinder 20, 21, 22, 23, 24, 25 sind mit einem Saugrohr 10 verbunden, welches durch eine Drosselklappe 11 gegenüber einem Luftansaugrohr 12 geschlossen ist. In jedem
15 Zylinder 20, 21, 22, 23, 24, 25 ragt eine Düse 13 zur Einspritzung von Kraftstoff und ein Einlassventil 14 für Frischluft, wodurch sich in jedem aktiven Zylinder 20, 21, 22, 23, 24, 25 ein Kraftstoff-Luftgemisch bildet. Darüber hinaus weist jeder Zylinder 20, 21, 22, 23, 24, 25 ein Auslassventil 15 für Abgase auf, die während des Verbrennungsprozesses entstehen. Der Übersichtlichkeit halber sind die Düse 13 zur Kraftstoffeinspritzung, das Einlassventil 14 und das Auslassventil 15 nur an einem Zylinder
20 dargestellt.

Die Pleuelstange 9 trägt ein als Schwingungsabsorber wirkendes Fliehkraftpendel 19. Gegenüberliegend der Pleuelstange 9 ist ein Drehzahlsensor 16 angeordnet, welcher mit einem Steuergerät 17 verbunden ist, das die Verbrennungen der einzelnen Zylinder
25 20, 21, 22, 23, 24, 25 dem Signal des Pleuelstangensensors 16 zuordnet, welches einen Pleuelstangenwinkel präsentiert. Das Steuergerät 17 umfasst dabei einen Mikroprozessor 18. Je nachdem in welchem Betriebsmodus der Verbrennungsmotor 2 betrieben werden soll, steuert das Steuergerät 17 die Düse 13 zum Einspritzen von Kraftstoff und/oder das Einlassventil 14 für Frischluft und/oder das Auslassventil 15
30 für Abgas an. Im Vollastbetrieb werden alle sechs Zylinder 20, 21, 22, 23, 24, 25 in einem Viertakt-Arbeitsmodus (Ansaugen, Verdichten, Arbeiten, Ausstoß) betrieben. In einem Teillastbetrieb wird eine sequenzielle Zylinderabschaltung vorgenommen.

Gemäß Fig. 2 sind in einem ersten Abschaltmodus die vier Zylinder aktiv. Die Bezeichnungen I, II, III, IV, V, VI verdeutlicht die Reihenfolge der Zündsequenzen, die nicht identisch mit der Zylinderabfolge auf der Kurbelwelle 9 ist. Die deaktivierten Zylinder sind dabei mit Frischluft befüllt. Das Einlassventil 13 für Frischluft als auch das Auslassventil 15 werden nach der Befüllung mit Frischluft geschlossen, so dass sich in diesen deaktivierten Zylindern ein abgeschlossenes Gasvolumen bildet. Dieses abgeschlossene Gasvolumen wird während eines Viertakt-Arbeitsmodus der aktiven Zylinder (Fig. 2a) zweimal komprimiert und expandiert (Fig.2b und 2c). Diese Dummy-Expansionen finden mit der Zündsequenz III als auch mit der Zündsequenz VI zu einem Zeitpunkt statt, zu welchem im Vollastbetrieb ein aktiver Zylinder seinen Arbeitstakt hat. Die Dummy-Expansionen, die während eines solchen Zyklus stattfinden, sind um 360° Kurbelwellenwinkel versetzt. Daraus ergibt sich eine tendenziell gleichmäßige Anregung von Drehmoment- und Drehzahlschwankungen der Kurbelwellendrehzahl. Bei der entstehenden Anregung der Kurbelwellendrehzahl handelt es sich um eine Anregung der 1. Ordnung, welche durch das Fliehkraftpendel 19 absorbiert wird, da das Fliehkraftpendel 19 mit seiner Frequenz auf die Anregung der 1.Ordnung der Kurbelwellendrehzahl abgestimmt ist.

Zur weiteren Reduzierung des Kraftstoffverbrauches bei weiter verringerter Drehmomentenanforderung ist ein zweiter Abschaltmodus vorgesehen, welcher in Fig. 3 verdeutlicht ist. Bei diesem zweiten Abschaltmodus sind nur zwei Zylinder aktiv und es erfolgen zwei Zündsequenzen I und IV (Fig.3a). Die vier anderen Zylinder sind deaktiviert und umfassen in der beschriebenen Art und Weise ein Gasvolumen, was bei jedem deaktivierten Zylinder in einem Abstand von 360° Kurbelwellenwinkel einer Dummy-Expansion mit Zündsequenzen II, III, V, VI ausgesetzt ist (Fig. 3b und 3c). Auch hier erfolgen die einzelnen Dummy-Expansionen zu solchen Kurbelwellenwinkeln, zu welchen im Vollastbetrieb ein Arbeitstakt eines aktiven Zylinders aufgetreten wäre. Auch in diesem Modus überlagern sich jeweils zwei Dummy-Expansionen (Zündsequenz II, V; III, VI; V, II; VI, III) vorteilhafterweise an den Stellen, wo sich ursprünglich ein aktiver Zylinder im Arbeitstakt im Vollastmodus befindet. Damit ist die Anregungsamplitude auch in diesem zweiten Modus geringer als im Stand der Technik.

Nachdem die Periodendauer der Sequenz von aktiven und deaktivierten Zylindern auch genau eine Kurbelwellenumdrehung beträgt, handelt es sich auch in diesem

zweiten Teillastmodus um eine Anregung einer Harmonischen 1. Ordnung. Diese Anregung 1. Ordnung wird ebenfalls von dem Fliehkraftpendel 19 absorbiert, da das Fliehkraftpendel 19 eine Schwingungsfrequenz aufweist, welche der Anregung 1. Ordnung entspricht.

- 5 In Fig. 4 ist ein Vergleich der Anregungsamplitude der Kurbelwellendrehzahl über einer Frequenz am Verbrennungsmotor 2 (Fig. 4a) und am Getriebeeingang (Fig. 4b) dargestellt. Dabei zeigt die Kurve A den 6-Zylinder-Verbrennungsmotor im Volllastbetrieb, während die Kurve B das aus dem Stand der Technik bekannte Abschalten von drei der insgesamt sechs Zylinder des Verbrennungsmotors 2 darstellt. Die Kurve C
10 verdeutlicht das Abschalten von zwei Zylindern, während die Kurve D das Abschalten von vier Zylindern darstellt. Das Drehmoment des Verbrennungsmotors 2 beträgt dabei im Volllastbetrieb 450 Nm, während bei der Abschaltung von drei Zylindern nach dem Stand der Technik das Drehmoment nur 150 Nm beträgt und die Amplitude der Kurbelwellendrehzahl Anregungen 1.5ter Ordnung umfasst. Bei der vorgeschlagenen
15 Lösung gibt der Verbrennungsmotor 2 bei Deaktivierung von zwei Zylindern ein Drehmoment von 200 Nm bei durch das Fliehkraftpendel 19 absorbierten Anregungen der 1. Ordnung der Kurbelwellendrehzahl aus. Bei Deaktivierung von vier Zylindern des 6-Zylinder-Verbrennungsmotors 2 wird ein Drehmoment von 100 Nm eingestellt, was ebenfalls bei Absorption der Anregungen 1. Ordnung durch das Fliehkraftpendel
20 19 möglich wird.

Die erfindungsgemäß vorgestellte Lösung erlaubt den Betrieb des Verbrennungsmotors 2 je nach Leistungs- bzw. Drehmomentanforderungen in drei Betriebsmodi, den 6-Zylinder-Vollmodus und den sequenziellen Zylinderabschaltungen von vier bzw. zwei Zylindern, wobei die bei der Zylinderabschaltung in den Teillastmodi entstehenden Anregungen von einem Fliehkraftpendel 1. Ordnung absorbiert werden, wodurch
25 unerwünschte Geräusche im Kraftfahrzeug vermindert werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Antriebsstrang
- 2 Verbrennungsmotor
- 3 Pleuelstange
- 4 Pleuelstange
- 5 Pleuelstange
- 6 Pleuelstange
- 7 Pleuelstange
- 8 Pleuelstange
- 9 Kurbelwelle
- 10 Saugrohr
- 11 Drosselklappe
- 12 Luftansaugrohr
- 13 Düse zur Einspritzung von Kraftstoff
- 14 Einlassventil für Frischluft
- 15 Auslassventil für Abgas
- 16 Kurbelwellensensor
- 17 Steuergerät
- 18 Mikroprozessor
- 19 Fliehkraftpendel
- 20 Zylinder
- 21 Zylinder
- 22 Zylinder
- 23 Zylinder
- 24 Zylinder
- 25 Zylinder
- I Zündsequenz
- II Zündsequenz
- III Zündsequenz
- IV Zündsequenz
- V Zündsequenz
- VI Zündsequenz

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Mehrzylinder-Verbrennungsmotors, bei welchem jeder aktive Zylinder in einem Viertaktbetrieb arbeitet und jeder mit einer annähernd abgeschlossenen Gasfüllung befüllte deaktivierte Zylinder während des Viertaktbetriebes des aktivierten Zylinders komprimiert bzw. expandiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass von dem, eine maximale geradzahlige Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) aufweisenden Mehrzylinder-Verbrennungsmotor (2) eine begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) sequenziell deaktiviert wird, wobei die begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) kleiner ist als die maximal geradezahlige Anzahl der Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors (2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die sequentielle Deaktivierung der begrenzt geradzahligen Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) in Abhängigkeit von einer Leistungs- und/oder einer Drehzahlanforderung an dem Verbrennungsmotor (2) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Periodendauer der Sequenz von aktiven und deaktivierten Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) einer Kurbelwellenumdrehung entspricht.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor (2) zur Einstellung eines ersten Teillastbetriebes zwei Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) deaktiviert werden und zur Einstellung eines zweiten Teillastbetriebes vier Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) deaktiviert werden, wobei der zweite Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors (2) geringer ist als der erste Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors (2).
5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Absorption einer, durch die Zylinderdrücke bzw. Kolbenbewegung entstehenden Anregung einer Kurbelwellendrehzahl genau ein Fliehkraftpendel (19) verwendet wird, welches eine Schwingungsfrequenz bzw.

-ordnung aufweist, die auf die Anregung der Kurbelwellendrehzahl abgestimmt ist und sowohl im ersten, als auch im zweiten Teillastbetrieb wirksam ist.

6. Vorrichtung zum Betreiben eines Mehrzylinder-Verbrennungsmotors, welche Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors (2) aktiviert oder deaktiviert, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (18) vorhanden sind, welche von der maximalen geradzahligen Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors (2) eine begrenzt geradzahlige Anzahl von Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) sequenziell deaktivieren, wobei die begrenzt geradzahlige Anzahl der Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) kleiner ist als die maximal geradzahlige Anzahl der Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) des Mehrzylinder-Verbrennungsmotors (2).
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (18) bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor (2) in einem ersten Betriebsmodus zwei Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) zur Einstellung eines ersten Teillastbetriebes deaktivieren.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (18) bei einem 6-Zylinder-Verbrennungsmotor (2) in einem zweiten Betriebsmodus vier Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) zur Einstellung eines zweiten Teillastbetriebes deaktivieren, wobei der zweite Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors (2) geringer ist als der erste Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors (2).
9. Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, umfassend einen Mehrzylinder-Verbrennungsmotor (2), welcher mit einem Steuergerät (17) verbunden ist, das den Verbrennungsmotor (2) in einem Vollmodus mit allen Zylindern (20, 21, 22, 23, 24, 25) oder einem Zylinderabschaltmodus mit nur einer vorgegebenen Anzahl von Zylindern betreibt, wobei die Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) mit einer Kurbelwelle (9) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass ein Fliehkraftpendel (19) an der Kurbelwelle (9) zur Absorption einer entstehenden Anregung einer Kurbelwellendrehzahl angeordnet ist, wobei das Fliehkraftpendel (19) eine Schwingungsfrequenz bzw. -ordnung aufweist, die auf die Anregung der Kurbelwellendrehzahl durch die Zylinder (20, 21, 22, 23, 24, 25) abgestimmt ist.

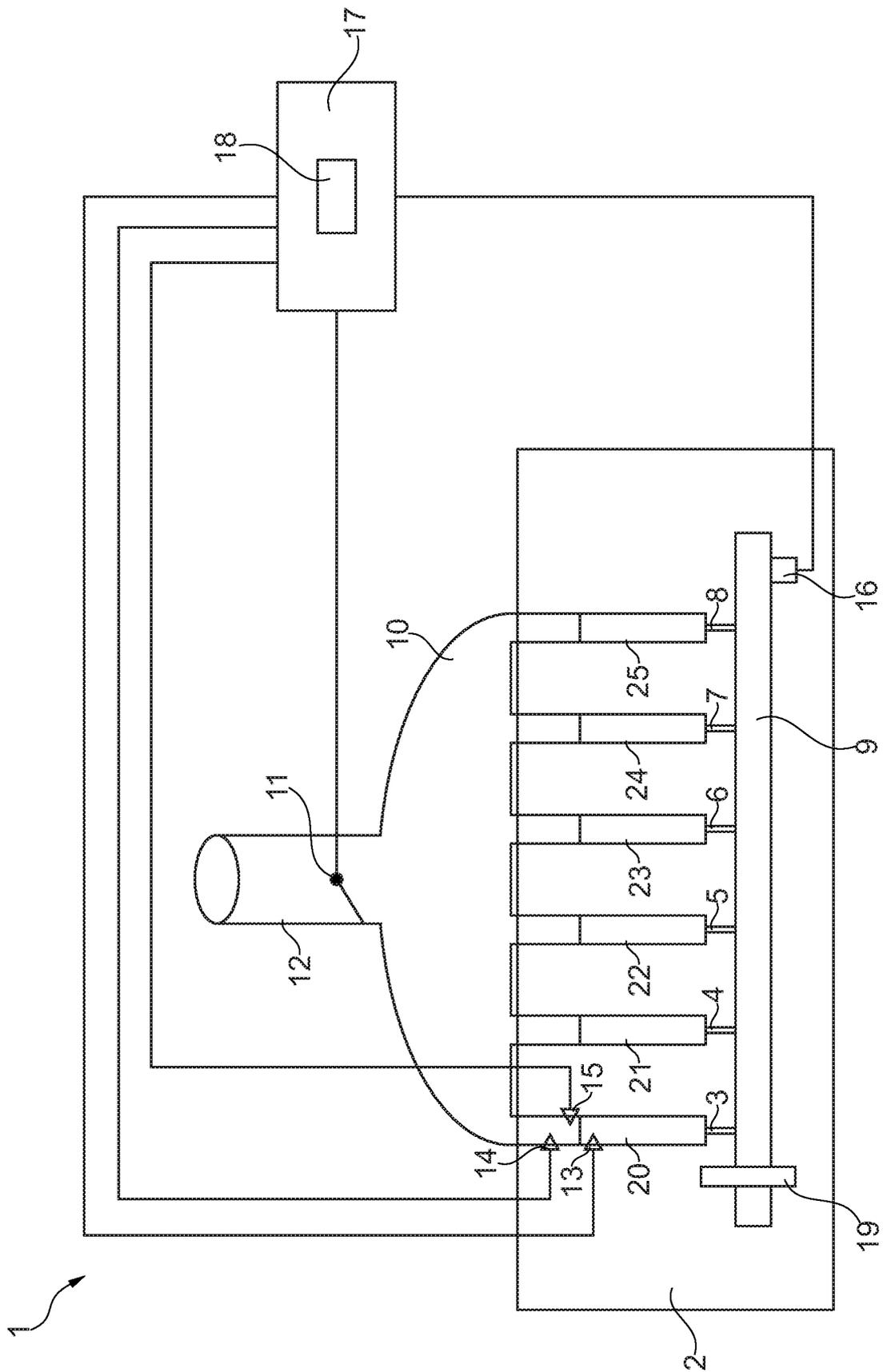


Fig. 1

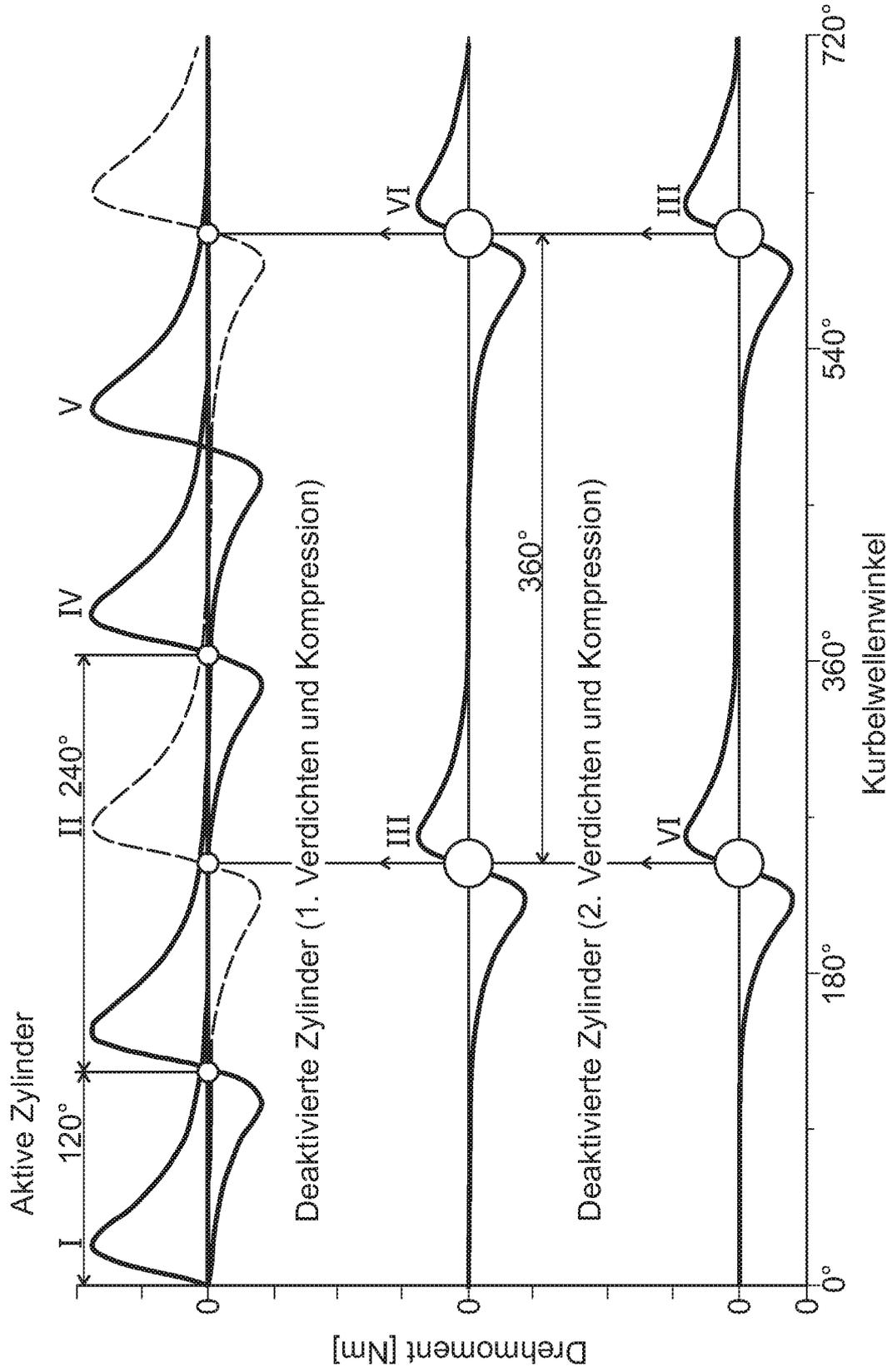


Fig. 2

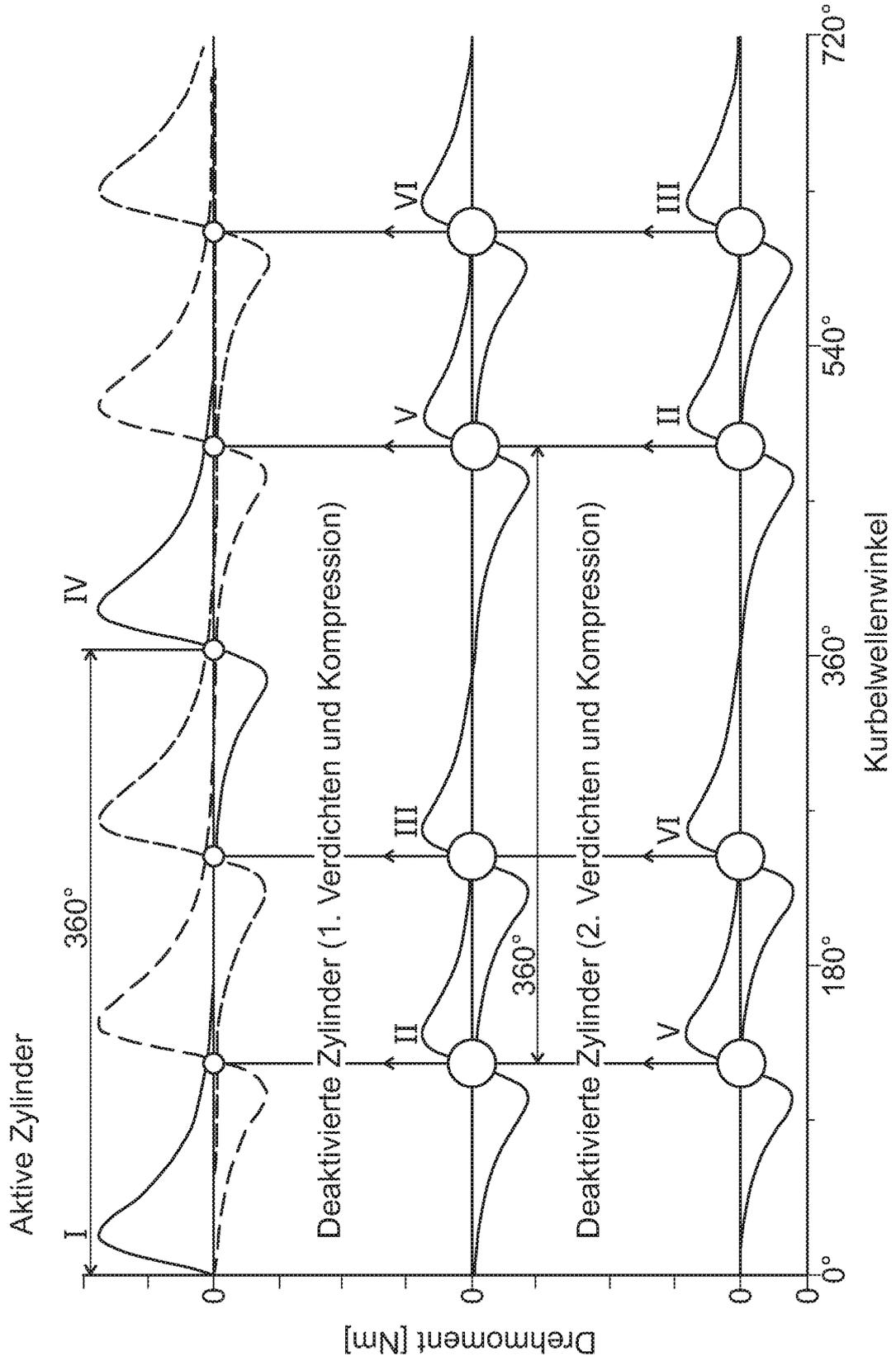


Fig. 3

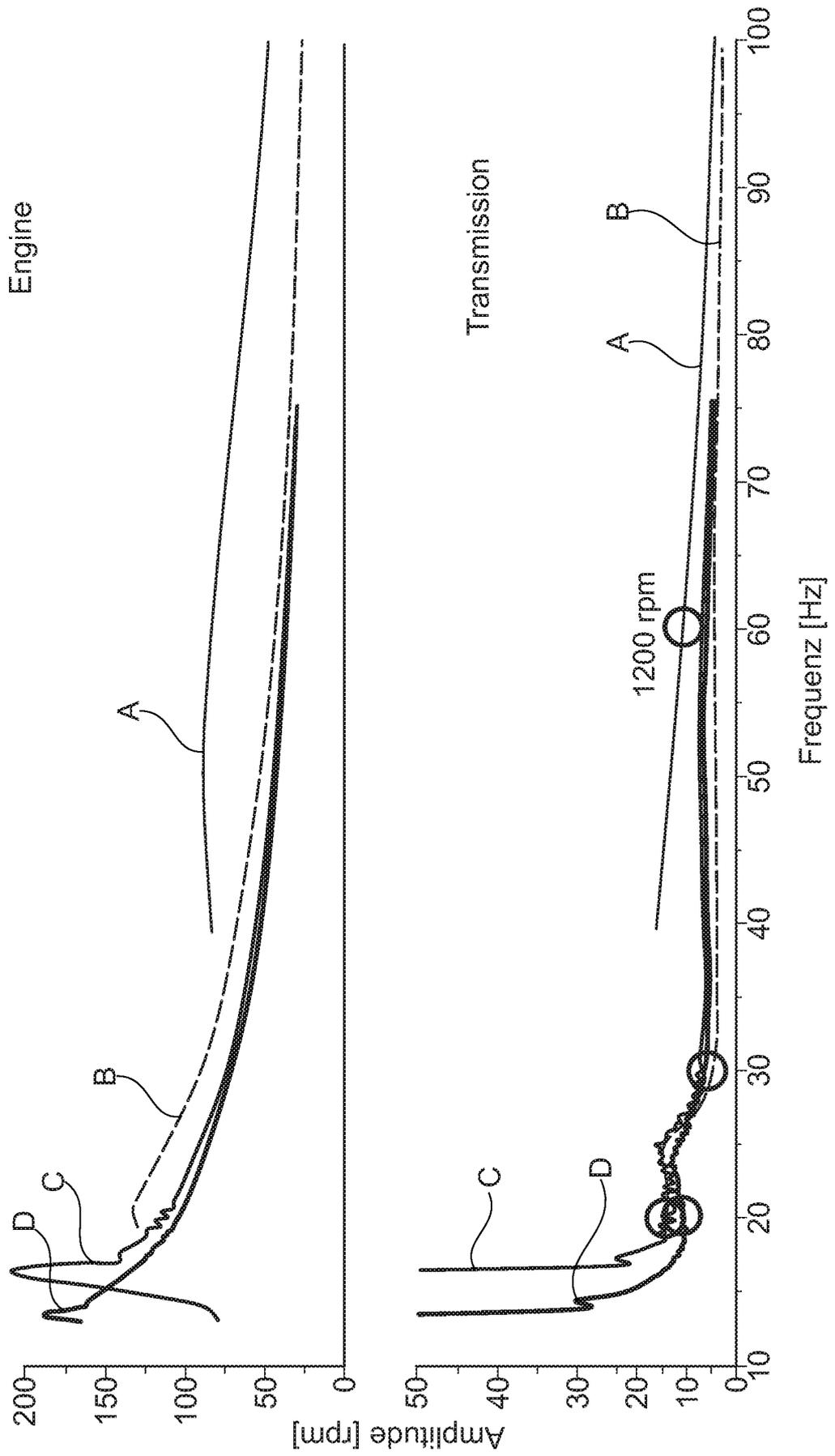


Fig. 4

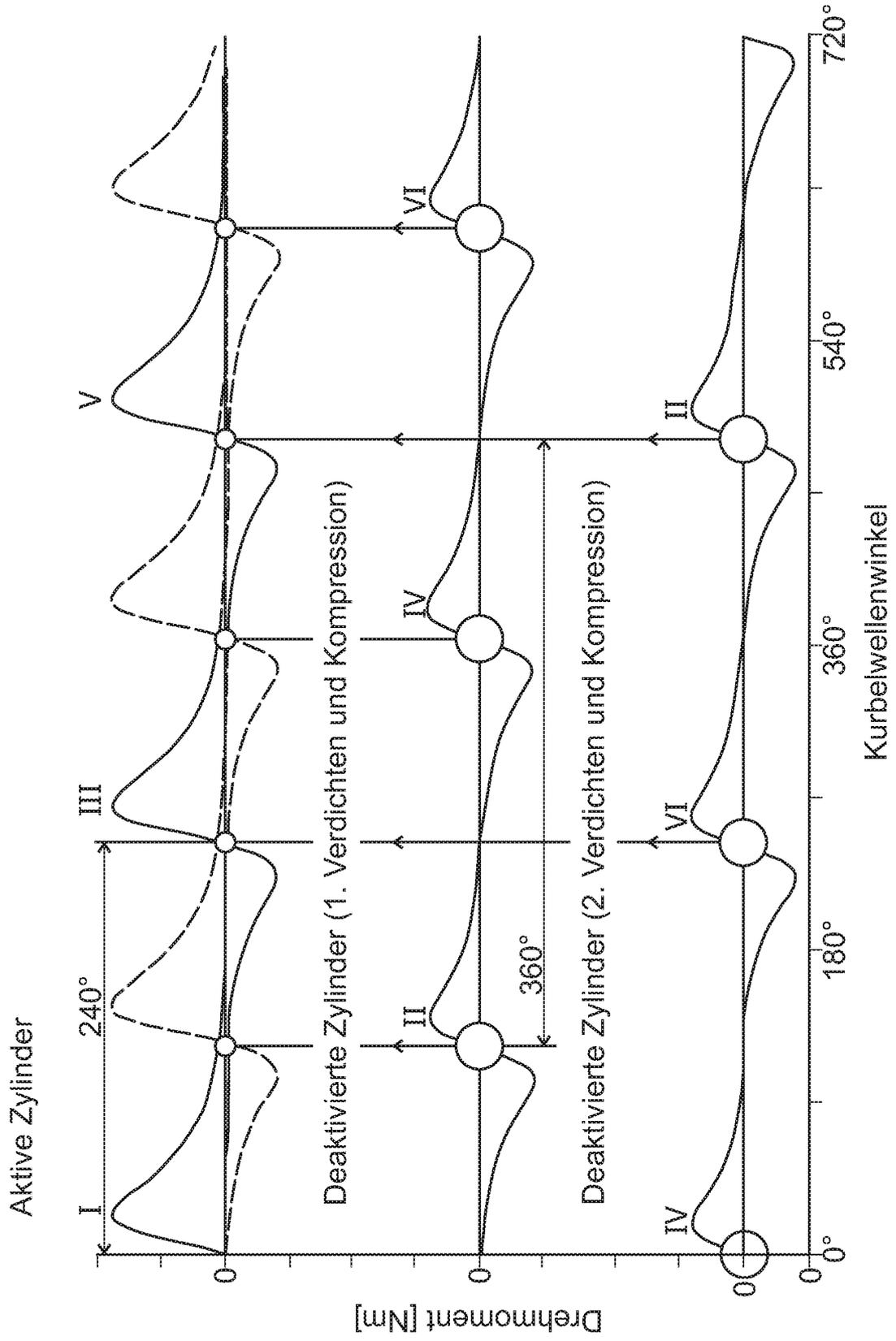


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D13/06 F02B75/18 F02D41/00 F16F15/14
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 F01L F16F
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 A	US 2009/248278 A1 (NAKASAKA YUKIHIRO) 1 October 2009 (2009-10-01) abstract; figures paragraphs [0006] - [0009], [0027], [0028], [0033] - [0038] -----	1-4,6-8 5,9
X A	US 2003/221653 A1 (BREVICK JOHN EDWARD ET AL) 4 December 2003 (2003-12-04) abstract; figures paragraphs [0001] - [0005], [0011] - [0014], [0033] - [0070] -----	1-3,5,6, 9 4,7,8
X A	DE 10 2012 221544 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO KG) 6 June 2013 (2013-06-06) abstract; figures paragraphs [0001], [0004], [0005], [0023] - [0033] -----	1-3,5,6, 9 4,7,8
	-/--	

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 29 February 2016	Date of mailing of the international search report 04/03/2016
---	--

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 Döring, Marcus
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200486

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 490 486 A (DIGGS MATTHEW B) 13 February 1996 (1996-02-13)	1-3,6
A	abstract; figures column 1, line 51 - column 2, line 22 column 2, line 45 - column 4, line 61 -----	4,5,7-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2015/200486

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009248278	A1	01-10-2009	JP 4780351 B2 JP 2009264373 A US 2009248278 A1

US 2003221653	A1	04-12-2003	NONE

DE 102012221544	A1	06-06-2013	CN 103975145 A DE 102012221544 A1 DE 112012005067 A5 EP 2788604 A1 US 2014298952 A1 WO 2013083106 A1

US 5490486	A	13-02-1996	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F02D13/06 F02B75/18 F02D41/00 F16F15/14 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F02D F02B F01L F16F		
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 A	US 2009/248278 A1 (NAKASAKA YUKIHIRO) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) Zusammenfassung; Abbildungen Absätze [0006] - [0009], [0027], [0028], [0033] - [0038] -----	1-4,6-8 5,9
X A	US 2003/221653 A1 (BREVICK JOHN EDWARD ET AL) 4. Dezember 2003 (2003-12-04) Zusammenfassung; Abbildungen Absätze [0001] - [0005], [0011] - [0014], [0033] - [0070] -----	1-3,5,6, 9 4,7,8
X A	DE 10 2012 221544 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO KG) 6. Juni 2013 (2013-06-06) Zusammenfassung; Abbildungen Absätze [0001], [0004], [0005], [0023] - [0033] -----	1-3,5,6, 9 4,7,8
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
29. Februar 2016		04/03/2016
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 Döring, Marcus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 490 486 A (DIGGS MATTHEW B) 13. Februar 1996 (1996-02-13)	1-3,6
A	Zusammenfassung; Abbildungen Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 2, Zeile 22 Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 4, Zeile 61 -----	4,5,7-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2015/200486

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009248278 A1	01-10-2009	JP 4780351 B2	28-09-2011
		JP 2009264373 A	12-11-2009
		US 2009248278 A1	01-10-2009

US 2003221653 A1	04-12-2003	KEINE	

DE 102012221544 A1	06-06-2013	CN 103975145 A	06-08-2014
		DE 102012221544 A1	06-06-2013
		DE 112012005067 A5	04-09-2014
		EP 2788604 A1	15-10-2014
		US 2014298952 A1	09-10-2014
		WO 2013083106 A1	13-06-2013

US 5490486 A	13-02-1996	KEINE	
