

(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
30. März 2006 (30.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/032350 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: ⁷ **F16H 35/02**,
7/02, F02B 67/06, 75/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/009409

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. September 2005 (01.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 045 751.4
21. September 2004 (21.09.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INA-SCHAEFFLER KG** [DE/DE]; Industriestrasse
1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KELM, Peter**
[DE/DE]; Karl-Bröger-Strasse 46, 91074 Herzogenaurach

(DE). **RETTIG, Frank** [DE/DE]; Karl-Bröger-Strasse 34,
91074 Herzogenaurach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **INA-SCHAEFFLER KG**; In-
dustriestrasse 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

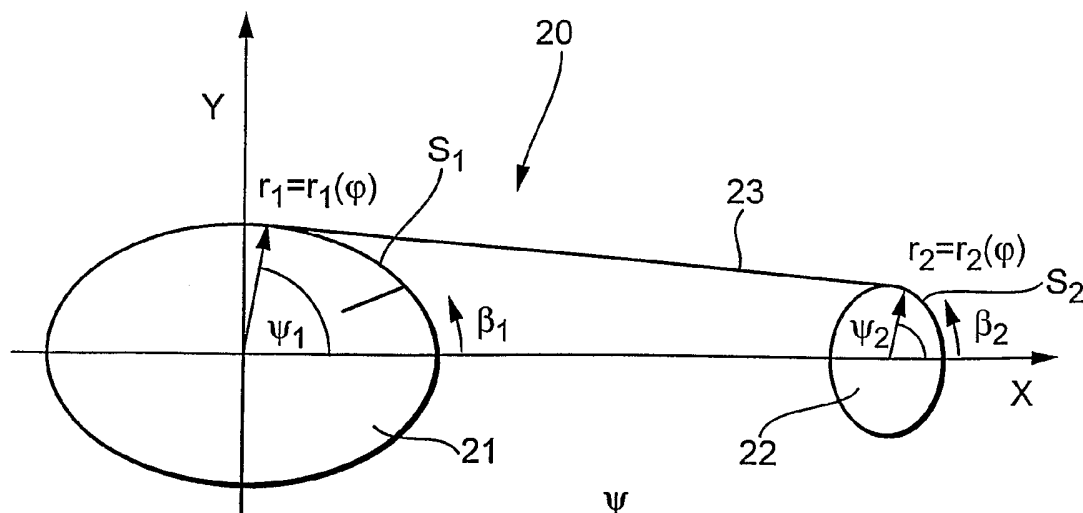
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,
MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DIMENSIONING A CONTROL DRIVE HAVING A NONCIRCULAR DISK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR AUSLEGUNG EINES MINDESTENS EINE UNRUNDE SCHEIBE AUFWEISENDEN
STEUERTRIEBES



(57) Abstract: The invention relates to a method for optimally dimensioning a traction drive of an internal combustion engine, which drive comprises at least one noncircular disk. According to said method, the disk is specifically positioned in accordance with a specific entire excitation of the traction drive, resulting from a dynamic superposition of the excitation of the traction drive resulting from the disk shape during operation and at least one additional excitation of the traction drive. The invention also relates to a corresponding computer system.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur optimierten Auslegung eines mindestens eine un-
runde Scheibe aufweisenden Zugmitteltriebes an einer Brennkraftmaschine, bei dem die Scheibe gesteuert danach positioniert wird,
dass bei dynamischer Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Zugmitteltriebes während des Antriebs
mit mindestens einer weiteren Anregung des Zugmitteltriebes eine spezifische Gesamtanregung des Zugmitteltriebes resultiert. Fer-
ner betrifft die Erfindung ein entsprechendes Computersystem.

WO 2006/032350 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Bezeichnung der Erfindung

Verfahren zur Auslegung eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Steuertriebes

5

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computersystem zur Auslegung
10 eines Steuertriebes unter Berücksichtigung unrunder Scheiben.

Hintergrund der Erfindung

15 Die Zahl von Leistungsabnehmern einer Brennkraftmaschine ist stark angestiegen. Derzeit ist es üblich, dass mit einem Zugmittel, insbesondere einem Riemen, Aggregate wie beispielsweise, Generator, Wasserpumpe, Lenkhilfepumpe, Klimakompressor, Lüfter oder Ölpumpe angetrieben werden. Zur Erzielung eines schlupffreien Antriebs ist dem Zugmitteltrieb eines selbsttätiges
20 Spannsystem zugeordnet. Die zunehmende Elektrifizierung von Kraftfahrzeugen führt zu größer dimensionierten Generatoren, die eine erhöhte Masse aufweisen. Die Anforderungen an Laufruhe und Komfortniveau der Brennkraftmaschinen sind deutlich gestiegen, wobei die Stör- und Geräuschquellen beispielsweise im Motorraum mit enormen Aufwand zurückgedrängt werden. Dies
25 führt dazu, dass neben dem klassischen Auslegungsverfahren für Zugmitteltriebe bspw. die gestiegenen Anforderungen an die Lebensdauer der Zugmittel berücksichtigt werden. Das entscheidende Qualitätskriterium des Zugmitteltriebs ist das dynamische Verhalten. Entsprechend wird in der Konstruktionsphase sowie im Verlauf einer Anwendungsentwicklung die dynamische Problemstellung beachtet.
30

Bisher ist bereits ein Verfahren bekannt, mit dessen Hilfe es möglich ist, im Vorfeld einer eigentlichen Herstellung, d.h. noch im Entwicklungsstadium eines

Zugmitteltriebes, Aussagen über die Dynamik eines kraftschlüssigen Zugmitteltriebes zu machen.

Das bekannte Verfahren ist in dem Dokument, "Zur Dynamiksimulation des
5 PKW-Nebenaggregatetriebs", VDI Berichte Nr.: 1467 (1999), S. 271 / 290, P. Solfrank, P. Kelm, sowie in dem Dokument, „Analyse von transversalen Riemenschwingungen bei PKW-Aggregatetriebs“ VDI-Berichte Nr.: 1758 (2003), S. 169 / 183, F. Rettig detailliert beschrieben. Das Verfahren stützt sich auf
10 allgemein bekannte Modellelemente und geht dabei insbesondere von ideal runden Zugmittelscheiben aus. Die vereinfachte Betrachtungsweise von ideal runden Scheiben geht einher mit der Annahme eines gleichförmig übersetzenden Zugmitteltriebes. Dadurch werden allerdings wesentliche durch unrunde Scheiben hervorgerufene Nebeneffekte vernachlässigt, die sich bei nicht Berücksichtigung auch negativ auf die Laufruhe des Zugmitteltriebes und des ihn
15 einbindenden Gesamtsystems auswirken können.

Aufgabe der Erfindung

20 Es war nunmehr eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Auslegung eines Zugmitteltriebes unter Berücksichtigung unrunder Scheiben bereitzustellen.

25

Zusammenfassung der Erfindung

Ausgehend von diesen Überlegungen stellt die vorliegende Erfindung unter spezieller Berücksichtigung unrunder Scheiben ein Verfahren zur Auslegung
30 eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Zugmitteltriebes mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, ein Computersystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7, ein Computerprogramm mit den Merkmalen des Patentanspruchs 12 und ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des

Patentanspruches 14 bereit.

Gemäß Patentanspruch 1 wird ein Verfahren zur Auslegung eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Zugmitteltriebes bereitgestellt, bei dem
5 die Scheibe gesteuert danach positioniert wird, dass bei dynamischer Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Triebes während des Betriebszustandes mit mindestens einer weiteren Anregung des Zugmitteltriebes eine spezifische Gesamtanregung des Zugmitteltriebes resultiert.

10

Unrund bedeutet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, dass der Radius der Scheibe nicht konstant ist, was mit einer ungleichförmigen Übersetzung einhergehen kann. Durch eine unrunde Scheibe kann der insbesondere als Steuertrieb ausgelegte Zugmitteltrieb eine Anregung, d.h. eine Schwingungsanre-
15 gung erfahren, die aus der Scheibenform, d.h. der nicht ideal runden Form, resultiert. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird nun die Scheibe derart positioniert, dass eine sich während des Betriebes des Zugmitteltriebes ergebende Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Triebes mit einer weiteren Anregung des Steuertriebes zu einer spezifischen
20 Gesamtanregung des Zugmitteltriebes führt. Der erfindungsgemäße für einen Steuertrieb oder Aggregattrieb einer Brennkraftmaschine bestimmte Zugmitteltrieb kann sowohl als Riementrieb oder als Kettentrieb ausgelegt werden.

In einer Ausführungsform wird bei Überlagerung einer aus der Scheibenform
25 resultierenden Anregung des Zugmitteltriebes mit mindestens einer weiteren Anregung des Triebes eine minimale Gesamtanregung realisiert. Das bedeutet, dass die durch die Scheibenform resultierende Anregung derart mit der mindestens einen weiteren Anregung überlagert wird, dass dadurch eine Minimierung der aufgrund der Anregungen störenden Nebeneffekte erzielt wird. Bei
30 einer geeigneten Überlagerung phasenverschobener Schwingungen kann es ggf. sogar zur Auslöschung kommen. In einer anderen denkbaren Konstellation ist die durch die Scheibenform resultierende Anregung des Zugmitteltriebes so zu nutzen, dass ein optimales Verhalten hinsichtlich Lebensdauer, Schlupf und

/ oder einer Zugmittelschwingung erreicht wird.

Bei der weiteren Anregung kann es sich bspw. um eine Anregung aus der Ungleichförmigkeit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine oder aus Momentenschwankungen handeln.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine einfache Modellbildung zugrunde gelegt, die wie bereits erwähnt, bereits bei Betrachtung der Dynamik eines kraftschlüssigen Zugmitteltriebes unter bloßer Berücksichtigung ideal runder Riemenscheiben verwendet wurde.

Im Folgenden wird das Modell am Beispiel eines Riementriebes erläutert. Es lässt sich erfindungsgemäß auf alternative Zugmitteltriebe, wie bspw. einen Kettentrieb übertragen.

15

Der als Riementrieb ausgelegte Zugmitteltrieb wird im Rahmen des Modells als ein ebenes System verstanden. Die wesentlichen Modellelemente sind dabei zunächst Riemenscheiben mit fester Drehachse und vorgeschriebener Drehbewegung, Riemenscheiben mit fester Drehachse und einem rotativen Freiheitsgrad sowie einem zeit- bzw. winkelabhängigen Lastmoment, Riementrome als idealisierte Feder-Dämpfer-Elemente nach dem sog. Kevin-Voigt-Modell, Riementrome mit der Möglichkeit von Transversalschwingungen, Riemenscheiben, deren Drehachse auf einem Hebel sitzt, der wiederum um einen festen Drehpunkt rotiert und mechanische und hydraulische Spannsysteme. Ferner wurden Elemente berücksichtigt, die rotatorische Verbindungen zwischen einzelnen Riemenscheiben darstellen, wie bspw. Drehfedern mit viskoser oder Coulombscher Reibung, und Freilauf-Elemente.

Üblicherweise wird eine Drehbewegung einer als Riemenscheibe ausgelegten Scheibe eines Zugmitteltriebs meist in Form einer Zeit- oder Fourierreihe vorgegeben. Dies ist in der Regel bei der Kurbelwelle der Fall, da sie die Schwingungsanregung und gleichzeitig eine Systemgrenze darstellt. Die Verwendung einer Zeitreihe empfiehlt sich dann, wenn Messwerte zu einer untersuchten

Brennkraftmaschine vorliegen, deren gesamter Frequenzinhalt verwendet werden kann. Häufig geht es in solchen Fällen darum, ausgehend von einer Referenzkonfiguration verschiedene Varianten eines Riementriebes bzw. die Auslegung des Spannsystems zu untersuchen. In anderen Anwendungsfällen, wo
 5 das Ziel die Abschätzung eines Konzeptes ohne vorherige Anhaltspunkte ist, kann häufig nur auf Vorgaben aus ähnlichen Brennkraftmaschinen zurückgegriffen werden. Hier ist oft eher die Vorgabe der Kurbelwellendrehungleichförmigkeit in Form einer auf wenige harmonische Anteile reduzierten Fourierreihe sinnvoll.

10

Auch bei Scheiben von Zugmitteltrieben mit rotatorischem Freiheitsgrad ist eine mathematische Darstellung unproblematisch, da für diese Teilsysteme der Drallsatz in seiner einfachsten Form mit bekannten Momenten gültig ist. Zu den vom Zugmittel auf die Scheiben übertragenen Momente kommen bei den
 15 Scheiben der Aggregate die Lastmomente hinzu, die in der Praxis fast ausschließlich als zeitlich konstant angesehen oder aufgrund fehlender weiterer Informationen nicht anders angegeben werden können. In Einzelfällen können Lastmomente zeit- oder positionsabhängig vorgegeben werden.

20 Unabhängig davon, ob an den durch einen Riementrum miteinander verbundenen Riemenscheiben die Möglichkeit von Schlupf zwischen Riemen und Riemenscheibe vorgesehen wird, ist eine Darstellung der Drehkräfte bei linear elastischem Dehnungsverhalten des Riemens relativ einfach, wenn durch die Modellierung keine Transversalschwingungen zugelassen werden und zudem
 25 von ideal runden Scheiben ausgegangen wird. Bei gegebenen Positionen $\vec{x}_1$ und $\vec{x}_2$ der Riemenscheibenmittelpunkte von zwei Riemenscheiben ergibt sich der Winkel zwischen deren Verbindungslinie $\vec{x}_M$ und der Riemenlaufrichtung $\vec{e}_{Rie}$ unter Annahme von ideal runden Riemenscheiben zu:

$$30 \quad \alpha = \arcsin \left(\frac{d_1 r_1 - d_2 r_2}{|\vec{x}_M|} \right)$$

bzw. die freie Riemenlänge „l“ zu

$$\ell = \left| \vec{x}_M \right| \cos \alpha$$

5

mit d_i als der jeweiligen nominalen Scheibendrehrichtung (± 1) und r_i als jeweiligem Scheibenradius. Wie in Figur 1, wo die Geometrie eines Riementrums unter Voraussetzung ideal runder Riemenscheiben dargestellt ist, gezeigt, erlaubt ein Vergleich dieser Größen für einen Nominal- und einen aktuellen Zu-

10 stand die Berechnung der Riemendehnung zu

$$\Delta \ell = \ell_{akt} - \ell_0 + d_1 r_1 (\alpha_{akt} - \alpha_0 - \varphi_1) - d_2 r_2 (\alpha_{akt} - \alpha_0 - \varphi_2)$$

Mit den Geschwindigkeiten der Kontaktpunkte Riemenscheibe

15

$$\vec{v}_{k,i} = \vec{v}_{M,i} + d_i r_i \omega_i \vec{e}_{Rie}$$

kann die Dehnungsgeschwindigkeit zu

$$\frac{d}{dt} \Delta \ell = \left| \vec{v}_{k,2} - \vec{v}_{k,1} \right|$$

20

berechnet werden. Auf der Basis eines Kevin-Voigt-Modells für den Riemen mit längenspezifischen Steifigkeits- bzw. Dämpfungswerten EA bzw. DA erhält man die aktuelle Riemenkraft zu

$$25 \quad F = \max \left(0, F_0 + \frac{EA}{\ell_0} \Delta \ell + \frac{DA}{\ell_0} \frac{d}{dt} \Delta \ell \right).$$

Eine Modellierung von Riementransversalschwingungen als Saitenschwingungen von freien Trumen lässt sich ohne Berücksichtigung von Dämpfungstermen als eine partielle Differentialgleichung zur Beschreibung der auf ein infinitesi-

males Riemenelement wirkenden Kräfte darstellen:

$$\rho A \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + 2\rho A v \frac{\partial^2 y}{\partial x \partial t} - (F - \rho A v^2) \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + E \ell \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = 0$$

5 Dabei werden Riemenlängsschwingungen vernachlässigt.

Die verwendeten Formelzeichen bedeuten im einzelnen:

- ρA längenspezifische Masse
- y Auslenkung des Riemenelementes quer zur Tangente an die Riemen-
- 10 scheiben
- x Längskoordinate des Riemenelementes
- v Riemengeschwindigkeit in Längsrichtung
- F Riemenlängskraft
- $E \ell$ Biegesteifigkeit des Riemens

15

Unter Verwendung von Ansatzfunktionen für eine Riementransversalbewegung nach dem sogenannten Verfahren von Ritz entsprechend

$$y(x, t) = w^T(x) q(t)$$

20

mit einem Vektor „w“ von rein ortsabhängigen Ansatzfunktionen und einem Vektor „q“ reiner Zeitfunktionen, die im mechanischen Gesamtmodell Freiheitsgrade darstellen, gewinnt man eine in gewöhnliche Differentialgleichungen transformierte Darstellung:

25

$$M\ddot{q} + (G + D)\dot{q} + Kq = 0$$

mit

$$\begin{aligned}
M &= \mu \int w w^T dx \\
G &= 2\mu v \int w w^T dx \\
D &= \delta \int w' w'^T dx \\
K &= (F - \mu v^2) \int w' w'^T dx \\
&\quad + E\ell \int w'' w''^T dx \\
F &= F_0 + \frac{EA}{\ell} \left(\frac{1}{2} q^T \int w' w'^T dx q + \Delta\ell \right) \\
&\quad + \frac{DA}{\ell} \left(q^T \int w' w'^T dx \dot{q} + \frac{d}{dt} \Delta\ell \right)
\end{aligned}$$

- Dabei wurde eine geschwindigkeitsproportionale Dämpfung hinzugefügt, deren Matrix in Anlehnung an die Steifigkeitsmatrix gebildet wurde. Drehpunkte sind
- 5 hier als ortsfest angenommen. Bei Berechnung einer Riemenlängskraft erkennt man eine Analogie zur Berechnung der Riemenkräfte ohne Transversalschwingungen, lediglich Längenänderungen und entsprechende Dehnungsgeschwindigkeiten aufgrund der Transversalschwingungen sind hinzugekommen.
- 10 Als Ansatzfunktion für eine Transversalschwingung werden Sinusfunktionen verwendet, für die ein ganzzahliges Vielfaches einer halben Wellenlänge gerade der freien Länge des Riementrums entspricht, nämlich

$$w_i(x) = \sin\left(i \frac{\pi}{\ell_0} * x\right).$$

15

Dadurch können Ortsintegralmatrizen explizit angegeben werden. Für die j-te Ansatzfunktion ergibt sich damit folgende gewöhnliche Differentialgleichung:

$$\begin{aligned}
&\frac{\mu \ell_0}{2} \ddot{q}_j + 4\mu v_j \sum_{k=\text{mod}_2(j)+1}^{n,\text{step}2} \frac{k \dot{q}_k}{j^2 - k^2} + \delta \frac{(j\pi)^2}{2\ell_0} \dot{q}_j \\
&+ \left[(F - \mu v^2) \frac{(j\pi)^2}{2\ell_0} + E\ell \frac{(j\pi)^4}{2\ell_0^3} \right] q_j = 0
\end{aligned}$$

20

Bezüglich der Modellelemente mechanischer Spanner und hydraulischer Span-

ner wird auf die zitierte Druckschrift verwiesen.

Zu einer Integration der genannten Bewegungsgleichungen kommen klassische Integrationsverfahren mit Schrittweitensteuerung zum Einsatz. Neben dem bekannten Runge-Kutta Verfahren 4./5. Ordnung hat sich in umfangreichen Vergleichsrechnungen vor allem das Verfahren nach Stoer und Bulirsch für das zitierte Modell als effizient erwiesen. Dabei wurden bei allen implementierten Verfahren entsprechende Anpassungen zur Berücksichtigung von Nebenbedingungen ebenso wie zur äquidistanten Ergebnisausgabe vorgenommen. Das beschriebene System von Modellelementen kann in einem Berechnungsprogramm bspw. in der Programmiersprache C++ weitgehend objektorientiert implementiert werden. Die Einzelelemente sind dabei frei anordenbar und kombinierbar, so dass beliebige Konfigurationen generiert werden können. Auch ist die Beschreibung einzeln dazu zu untersuchender Betriebszustände orientiert an einem derartigen Vorgehen, so dass es möglich ist, beliebig viele Betriebsfälle in einem Berechnungslauf sukzessiv abzuarbeiten. Für die enthaltene Teilmodelle müssen geeignete Parameter bestimmt bzw. eingesetzt werden. Die notwendigen Parameter lassen sich in drei Klassen einordnen, nämlich in Standardparameter wie Massen, Massenträgheitsmomente, Lastmomente der Aggregate und geometrische Abmessungen und Größen, die nur mit einem gewissen zusätzlichen Aufwand bestimmbar sind oder solche, die ausschließlich für das Modell beschafft werden müssen.

Die letztgenannten Größen können bspw. durch eine Messung an einem Prototypen gewonnen werden. Eine dritte Klasse von Modellparametern sind solche, die zumeist gar nicht messbar sind, wie bspw. Dämpfungsparameter des Riemens oder Reibwerte in Kontakt zwischen Riemen und Riemenscheibe. Zur Problemlösung wird dabei auf Abgleichrechnungen verwiesen: ausgehend von einer Anwendung, die dem Zielsystem möglichst nahekommt und für die Messungen vorliegen, werden nur für ein Gesamtsystem Messung und Rechnung gezielt durch Parameteranpassung in Übereinstimmung gebracht. Auf diese Weise wird ein realitätsnaher Parametersatz ermittelt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird jedoch nicht von ideal runden Riemenscheiben bzw. allgemein Scheiben sondern von zumindest einer un-
runden Riemenscheibe bzw. Scheibe ausgegangen. Während sich die Deh-
nung bei ideal runden Scheiben einfach als lineare Gleichung formulieren
5 lässt, muss dies unter Berücksichtigung unrunder Scheiben durch einen kom-
plexeren Ausdruck beschrieben werden.

Unter der Annahme von ideal runden Scheiben können in den entsprechenden
Berechnungen zahlreiche Vereinfachungen gemacht werden. So bleibt bei-
10 spielsweise die Trumgeometrie zwischen ortsfesten runden Scheiben nähe-
rungsweise konstant. Gleiches gilt für die Länge und die Positionierung von
entsprechenden Umschlingungsbögen der Scheiben. Die Dehnung eines
Trums lässt sich dabei sehr einfach formulieren. Ein Riemen oder eine Kette
bspw. läuft auf eine erste Scheibe auf und gleichzeitig von einer zweiten
15 Scheibe ab. Es wird dabei angenommen, dass beide Scheiben eine ideal runde
Form aufweisen, das heisst die erste Scheibe besitzt einen festen Radius r_1 ,
und die zweite Scheibe einen festen Radius r_2 . Die erste Scheibe dreht sich
nunmehr um einen Winkel β_1 , während der Riemen oder die Kette aufläuft. Die
zweite Scheibe dreht sich bei Ablauen des Riemen oder der Kette während-
20 dessen um einen Winkel β_2 . Es ergibt sich dabei eine Längenänderung des
Riemens oder der Kette Δl , der sich wie folgt berechnen lässt:

$$\Delta l = r_1 \beta_1 - r_2 \beta_2$$

25 Die Dehnung entspricht dann $\Delta l/l$.

Unter Berücksichtigung unrunder Scheiben wird nun gemäß einer Ausführ-
ungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Scheibenform der unrunder
Scheibe durch einen winkelabhängigen Radius beschrieben.

30

In einer weiteren Ausführungsform wird bei einer Drehung der Scheibe eine
von einem über die mindestens eine unrunde Scheibe laufenden Zugmittel
überlaufene Bogenlänge der Scheibe als integraler Zusammenhang des win-

kelabhängigen Radius mit bei der Drehung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben. Bei dem Zugmittel kann es sich dabei bspw. um einen Riemen oder eine Kette handeln.

- 5 Ferner wird in einer anderen möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens die Bogenlänge dabei als dynamische Größe mittels dynamisch sich ändernder bei der Drehung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben.
- 10 Das im Folgenden für den Fall eines Riemens Erklärte gilt sinngemäß auch für andere Zugmittel.

- Eine Dehnung bspw. eines Riemens, der auf eine erste Riemenscheibe auf- und gleichzeitig von einer zweiten Riemenscheibe abläuft, ergibt sich als Differenz zwischen den auf den jeweiligen Riemenscheiben von dem Riemen überlaufenden Bogenlängen. Somit wird dann eine Dehnung eines über die unrun-
- 15 renz zwischen den auf den jeweiligen Riemenscheiben von dem Riemen überlaufenden Bogenlängen. Somit wird dann eine Dehnung eines über die unrun-
- de Riemenscheibe laufenden Riemens als funktionaler Zusammenhang des winkelabhängigen Radius mit bei der Dehnung von der Riemenscheibe überstrichenen Winkeln beschrieben. Das bedeutet, dass sich die Dehnung nun-
- 20 mehr nur über eine komplexere Formulierung bestimmen lässt, wobei die Dehnung für jeden geeigneten Zeitschritt bestimmt werden muss, um die Dynamik des Riementriebes beschreiben zu können. Diese erweiterte Formulierung der Dehnung und entsprechend des Radius wird nun erfindungsgemäß in die entsprechenden Modellgleichungen und Modellformulierungen des eingangs er-
- 25 wählten und kurz beschriebenen Modells für Riementriebe mit ideal runden Riemenscheiben eingesetzt. Dadurch werden dann neben der geänderten Formulierung für die Dehnung auch die permanente Veränderung der Geometrie berücksichtigt, die mit der unrun-
- den Riemenscheibenform einhergeht. Die erweiterte Formulierung der Dehnung und des winkelabhängigen Radius bei
- 30 Gegenwart mindestens einer unrun-
- den Riemenscheibe wirkt sich unter anderem unmittelbar auf die Riemenkraft, auf die Dehnung des Riemens und dadurch letztlich auf die Bewegungsgleichungen des oben genannten Modells des Gesamtsystems aus, auf welches hier vollumfänglich Bezug genommen

wird. Ferner wird das genannte Modell vom Rahmen der Erfindung vollumfänglich mit umfasst.

5 Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Computersystem zur Modellierung eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Steuertriebes mit Eingabemitteln zur Eingabe von den Steuertrieb beschreibenden Modellelementen und Parametern und mit Berechnungsmitteln zum Berechnen einer bei dynamischer Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Steuertriebes während des Betriebs des Steuertriebes mit mindestens einer
10 weiteren Anregung des Steuertriebes resultierenden spezifischen Anregung des Steuertriebes, anhand derer die Scheibe gesteuert positioniert wird.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Computersystems wird als resultierende spezifische Anregung eine minimale Anregung berechnet.

15

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Computersystems wird die Scheibenform der unrunder Scheibe durch einen winkelabhängigen Radius beschrieben.

20 Es wird ferner vorgeschlagen bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Computersystems eine Dehnung eines über die unrunde Scheibe laufenden Zugmittels als funktionalen Zusammenhang des winkelabhängigen Radius mit bei der Dehnung von der Riemenscheibe überstrichenen Winkeln zu beschreiben.

25

Ferner kann in einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Computersystems die Dehnung als dynamische Größe mittels dynamisch sich ändernder bei der Dehnung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben werden.
30

Darüber hinaus stellt die vorliegende Erfindung ein Erzeugnis zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens bereit, wobei das Erzeugnis ein Compu-

terprogramm mit Programmcode ist, der bei Ablauf des Computerprogrammes auf einem Computer dazu geeignet ist, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

- 5 Das erfindungsgemäße Computerprogramm ist dabei beispielsweise auf einem computerlesbaren Medium gespeichert.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen computerlesbaren Datenträger mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm, das einen Programmcode
10 umfasst, der bei Ablauf des Computerprogrammes auf einem Computer dazu geeignet sind, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

Weiter wird ein Computersystem mit einem Speichermittel bereitgestellt, in dem ein Computerprogramm mit Programmcode gespeichert ist, der bei Ablauf des
15 Computerprogramms auf einem Computer dazu geeignet sind, ein erfindungsgemäßes Verfahren durchzuführen.

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

20

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

25

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels im Vergleich zu einem Beispiel aus dem Stand der Technik ausführlich beschrieben. Dabei zeigt

30

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Riementriebes mit zwei ideal runden Riemenscheiben, die über einen über sie laufenden Riemen miteinander gekoppelt sind.

Figur 3 zeigt demgegenüber eine schematische Darstellung eines Riementriebes mit zwei unrunen Riemenscheiben, die ebenfalls über einen über sie laufenden Riemen miteinander gekoppelt sind.

Figur 2 zeigt einen Riementrieb 10 mit zwei ideal runden Riemenscheiben 11 und 12. Der Riementrieb 10 wird dabei als ebenes System verstanden. Die Riemenscheiben 11 und 12 sind im vorliegenden Beispiel jeweils um eine feste Achse drehbar. Im Allgemeinen ist es aber auch denkbar, dass die Riemenscheiben selbst eine transversale Bewegung ausführen können, was hier zugunsten der Anschaulichkeit nicht betrachtet wird. Die Riemenscheibe 11 hat einen konstanten Radius r_1 , während die Riemenscheibe 12 einen konstanten Radius r_2 aufweist. Im hier dargestellten Fall ist r_1 größer als r_2 . Die Riemenscheibe 11 wird nun beispielsweise um einen Winkel β_1 gedreht. Die Riemenscheibe 11 treibt dabei die Riemenscheibe 12 an, so dass die Riemenscheibe 12 dadurch um einen Winkel β_2 gedreht wird. Demzufolge wird ein Riemen 13, der über die Riemenscheiben 11 und 12 läuft, um einen Betrag Δl gedehnt. Δl ergibt sich dabei sehr einfach aus der folgenden Gleichung:

$$\Delta l = r_1 \beta_1 - r_2 \beta_2$$

wobei $r_1 \beta_1$ die seitens des Riemens auf der Riemenscheibe 11 aufgelaufene Bogenlänge und $r_2 \beta_2$ entsprechend die seitens des Riemens auf der Riemenscheibe 12 abgelaufene Bogenlänge angibt.

Figur 3 zeigt demgegenüber einen Riementrieb 20 mit zwei unrunen Riemenscheiben 21 und 22. Die Riemenscheiben 21 und 22 sind dabei wiederum jeweils um eine feste Achse drehbar. Ferner ist ein Riemen 23 gezeigt, der über die Riemenscheiben 21 und 22 läuft und diese dadurch miteinander koppelt. Wird die Riemenscheibe 21, wie hier dargestellt gegen den Uhrzeigersinn um einen Winkel Ψ_1 gedreht, so läuft der Riemen 23 auf die Riemenscheibe 21 auf. Gleichzeitig wird die Riemenscheibe 22 um einen Winkel Ψ_2 gedreht und der

Riemen 23 läuft dabei von der Riemenscheibe 22 ab. Die seitens des Riemens 23 dabei auf der jeweiligen Riemenscheibe 21 bzw. 22 überlaufene Bogenlänge s_1 bzw. s_2 ergibt sich als Integral über das Differential ds_1 bzw. ds_2 der Bogenlänge, was in Polarkoordinaten folgendem Ausdruck entspricht:

5

$$s_1 = \int_0^{\psi_1} ds_1$$

$$ds_1 = \sqrt{r_1(\varphi)^2 + r_1'(\varphi)^2} d\varphi$$

$$10 \quad s_2 = \int_0^{\psi_2} ds_2$$

$$ds_2 = \sqrt{r_2(\varphi)^2 + r_2'(\varphi)^2} d\varphi$$

$r_1(\varphi)$ ist dabei der winkelabhängige Radius der Riemenscheibe 21 und $r_2(\varphi)$ der entsprechend winkelabhängige Radius der Riemenscheibe 22. Aufgrund der seitens des Riemens 23 unterschiedlich überlaufenden Bogenlängen der Riemenscheibe 21 bzw. 22 ergibt sich dabei eine Dehnung Δl des Riemens 23 zu:

$$20 \quad \Delta l = \int_0^{\psi_1} \sqrt{r_1(\varphi)^2 + r_1'(\varphi)^2} d\varphi - \int_0^{\psi_2} \sqrt{r_2(\varphi)^2 + r_2'(\varphi)^2} d\varphi$$

Die enthaltenen Integrale müssen dabei für jeden geeigneten Zeitschritt gelöst werden, um die Dynamik des Riemetriebes adäquat beschreiben zu können. Alternativ können die Integrale auch vorab gelöst werden oder durch eine adäquate Näherung wie bspw. geeignete Polynome ersetzt werden.

Bei Verwendung dieses auf unrunde Riemenscheiben erweiterten Dehnungsausdrucks in dem bereits für ideal runde Riemenscheiben bekannten und ein-

gangs erwähnten Verfahren zur optimierten Auslegung von Riementrieben, können die aus der Scheibenform resultierenden Effekte berücksichtigt und hinsichtlich einer optimalen Auslegung des entsprechenden Riementriebes eingesetzt werden. Dabei kann auch die aufgrund der Scheibenform resultie-

5 rende permanente Veränderung der Geometrie berücksichtigt werden.

Patentansprüche

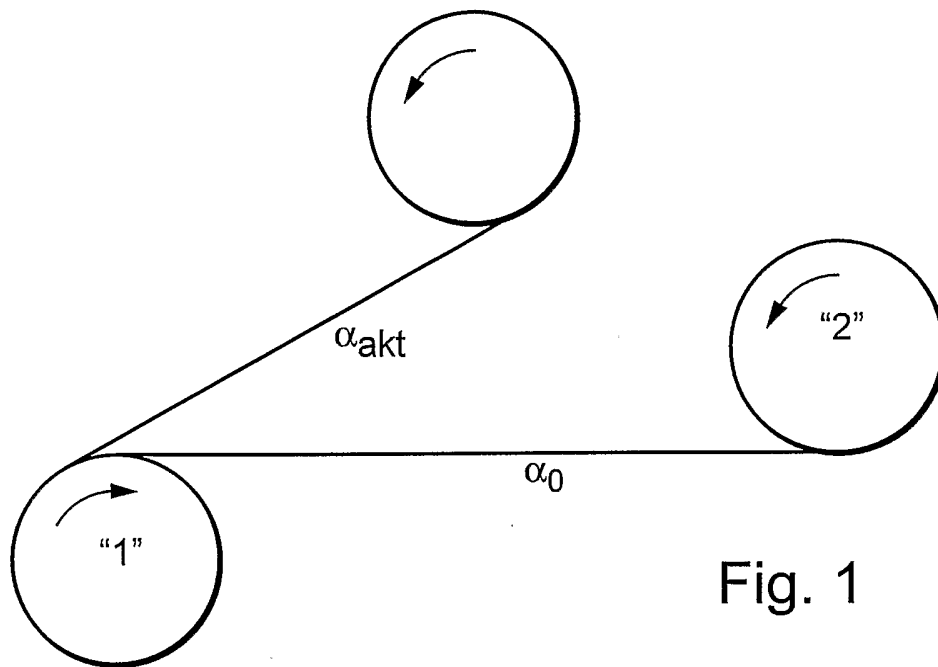
- 5 1. Verfahren zur Auslegung eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Zugmitteltriebes, insbesondere eines Steuertriebes, bei dem die Scheibe gesteuert danach positioniert wird, dass bei dynamischer Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Zugmitteltriebes während des Betriebs des Zugmitteltriebes mit mindestens einer weiteren Anregung des Zugmitteltriebes eine spezifische Gesamtanregung des Zugmitteltriebes resultiert.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als spezifische Gesamtanregung eine minimale Anregung realisiert wird.
- 15 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem als mindestens eine weitere Anregung des Zugmitteltriebes eine durch Ungleichförmigkeit einer Kurbelwelle einer Brennkraftmaschine hervorgerufene Anregung eingesetzt wird.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Scheibenform der unrunder Scheibe durch einen winkelabhängigen Radius beschrieben wird.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem bei einer Drehung der Scheibe eine von einem über die mindestens eine unrunde Scheibe laufenden Zugmittel überlaufene Bogenlänge der Scheibe als integraler Zusammenhang des winkelabhängigen Radius mit bei der Drehung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben wird.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Bogenlänge als dynamische Größe mittels dynamisch sich ändernder bei der Drehung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben wird.

7. Computersystem zur Modellierung eines mindestens eine unrunde Scheibe aufweisenden Zugmitteltriebes mit Eingabemitteln zur Eingabe von den Zugmitteltrieb beschreibenden Modellelementen und Parametern und mit Berechnungsmitteln zum Berechnen einer bei dynamischer Überlagerung einer aus der Scheibenform resultierenden Anregung des Zugmitteltriebes während des Betriebs des Zugmitteltriebs mit mindestens einer weiteren Anregung des Zugmitteltriebes resultierenden spezifischen Anregung des Zugmitteltriebes, anhand derer die Scheibe gesteuert positioniert wird.
8. Computersystem nach Anspruch 7, bei dem als resultierende spezifische Anregung eine minimale Anregung berechnet wird.
9. Computersystem nach Anspruch 8, bei dem die Scheibenform der ungerunden Scheibe durch einen winkelabhängigen Radius beschrieben wird.
10. Computersystem nach Anspruch 9, bei dem eine Dehnung eines über die unrunde Scheibe laufenden Zugmittels als funktionaler Zusammenhang des winkelabhängigen Radius und von bei der Dehnung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben wird.
11. Computersystem nach Anspruch 10, bei dem die Dehnung als dynamische Größe mittels dynamisch sich ändernder bei der Dehnung von der Scheibe überstrichenen Winkeln beschrieben wird.
12. Erzeugnis zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Erzeugnis ein Computerprogramm mit Programmcode ist, der bei Ablauf des Computerprogramms auf einem Computer dazu geeignet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen.
13. Computerprogramm nach Anspruch 12, das auf einem computerlesba-

ren Medium gespeichert ist.

- 5 14. Computerlesbarer Datenträger mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm, das einen Programmcode umfasst, der bei Ablauf des Computerprogramms auf einem Computer dazu geeignet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen.
- 10 15. Computersystem mit einem Speichermittel, in dem ein Computerprogramm mit Programmcode gespeichert ist, der bei Ablauf des Computerprogrammes auf einem Computer dazu geeignet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen.

1/2



2/2

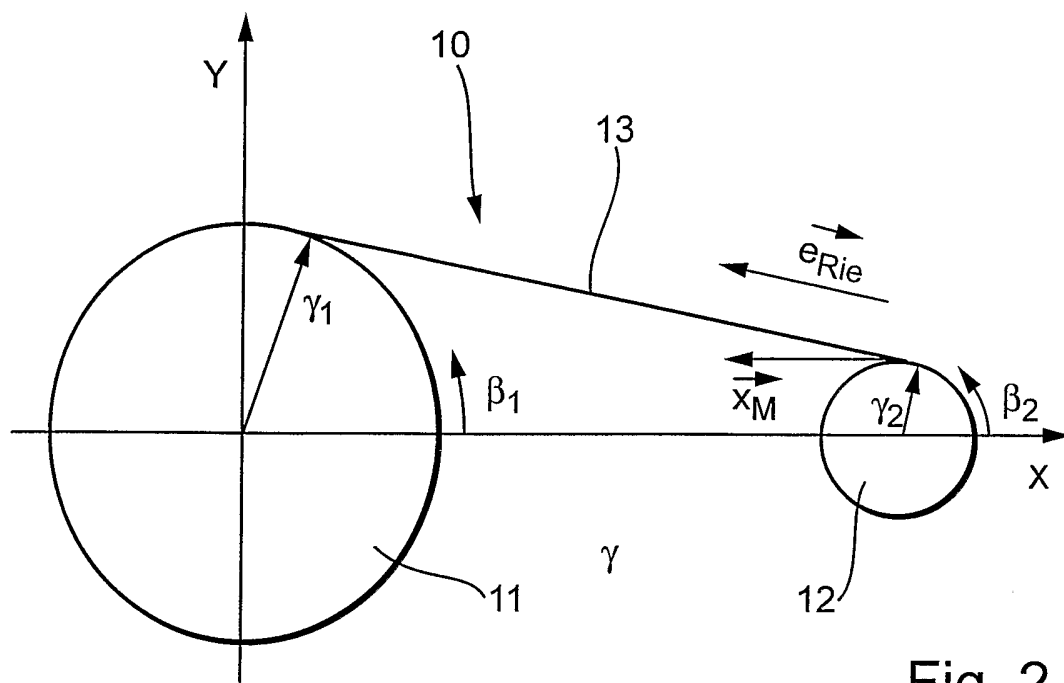


Fig. 2

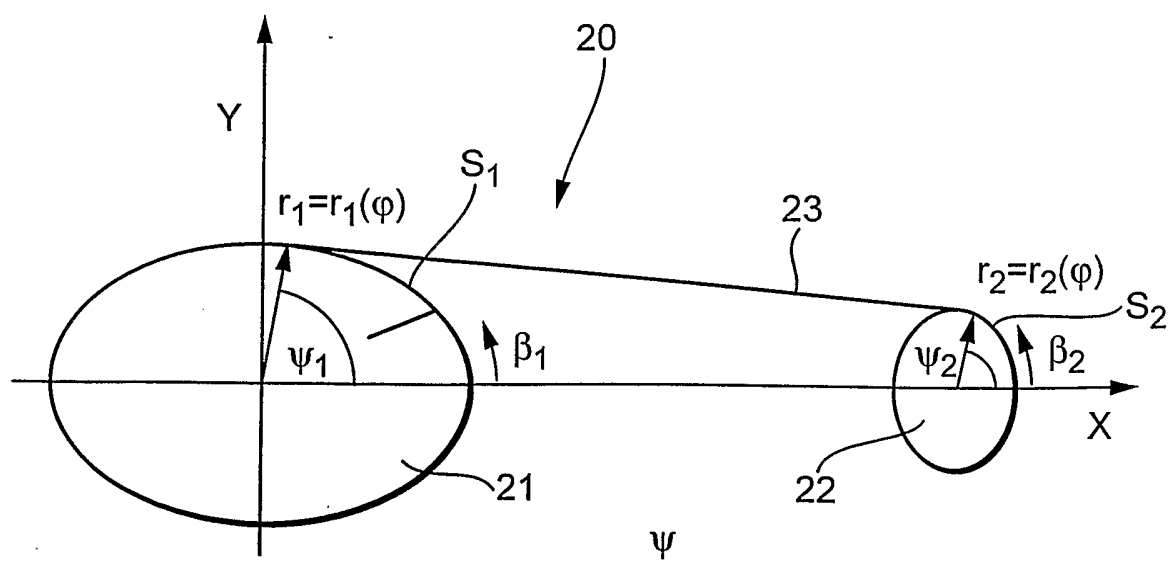


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/009409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16H35/02 F16H7/02 F02B67/06 F02B75/06

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)

IPC 7 F16H 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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 202 20 367 U1 (LITENS AUTOMOTIVE, WOODBRIDGE) 24 July 2003 (2003-07-24) page 2, paragraphs 2,3; figures 1,2	1-4, 7-9, 12-15
Y		5, 6
Y	DE 42 41 231 A1 (RAHE, WILFRIED, 59505 BAD SASSENDORF; RAHE, WILFRIED, 59505 BAD SASSEN) 9 June 1994 (1994-06-09) column 2, lines 16-23	5, 6
X	DE 203 19 172 U1 (LITENS AUTOMOTIVE PARTNERSHIP, WOODBRIDGE) 22 April 2004 (2004-04-22) paragraphs '0005!, '0006!; figures 1,2,7	1,2,4, 7-9, 12-15
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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

4 November 2005

Date of mailing of the international search report

16/11/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hassiotis, V

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/009409

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 20 508 A1 (AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 5 December 1996 (1996-12-05) column 1, lines 28-45; figures 1,3 -----	1,3,7, 12-15
X	DE 195 41 790 A1 (AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 15 May 1997 (1997-05-15) column 1, lines 15-25; figure 1 -----	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2005/009409

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 20220367	U1	24-07-2003	
		AU 2002333137 A1	10-06-2003
		BR 0214257 A	21-09-2004
		WO 03046413 A1	05-06-2003
		CA 2463715 A1	05-06-2003
		CN 1592825 A	09-03-2005
		EP 1448916 A1	25-08-2004
		HU 0401957 A2	28-01-2005
		JP 2005510677 T	21-04-2005
DE 4241231	A1	09-06-1994	NONE
DE 20319172	U1	22-04-2004	WO 2005026583 A1 24-03-2005
DE 19520508	A1	05-12-1996	NONE
DE 19541790	A1	15-05-1997	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/009409

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16H35/02 F16H7/02 F02B67/06 F02B75/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16H 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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 202 20 367 U1 (LITENS AUTOMOTIVE, WOODBRIDGE) 24. Juli 2003 (2003-07-24) Seite 2, Absätze 2,3; Abbildungen 1,2	1-4, 7-9, 12-15
Y	-----	5, 6
Y	DE 42 41 231 A1 (RAHE, WILFRIED, 59505 BAD SASSENDORF; RAHE, WILFRIED, 59505 BAD SASSEN) 9. Juni 1994 (1994-06-09) Spalte 2, Zeilen 16-23	5, 6
X	DE 203 19 172 U1 (LITENS AUTOMOTIVE PARTNERSHIP, WOODBRIDGE) 22. April 2004 (2004-04-22) Absätze '0005!, '0006!; Abbildungen 1,2,7 ----- -/--	1, 2, 4, 7-9, 12-15

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. November 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/11/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hassiotis, V

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 20 508 A1 (AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 5. Dezember 1996 (1996-12-05) Spalte 1, Zeilen 28-45; Abbildungen 1,3 -----	1,3,7, 12-15
X	DE 195 41 790 A1 (AUDI AG, 85057 INGOLSTADT, DE) 15. Mai 1997 (1997-05-15) Spalte 1, Zeilen 15-25; Abbildung 1 -----	1-3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP2005/009409

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 20220367	U1	24-07-2003	AU	2002333137 A1	10-06-2003
			BR	0214257 A	21-09-2004
			WO	03046413 A1	05-06-2003
			CA	2463715 A1	05-06-2003
			CN	1592825 A	09-03-2005
			EP	1448916 A1	25-08-2004
			HU	0401957 A2	28-01-2005
			JP	2005510677 T	21-04-2005
DE 4241231	A1	09-06-1994	KEINE		
DE 20319172	U1	22-04-2004	WO	2005026583 A1	24-03-2005
DE 19520508	A1	05-12-1996	KEINE		
DE 19541790	A1	15-05-1997	KEINE		