

(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
21. Februar 2002 (21.02.2002)

PCT

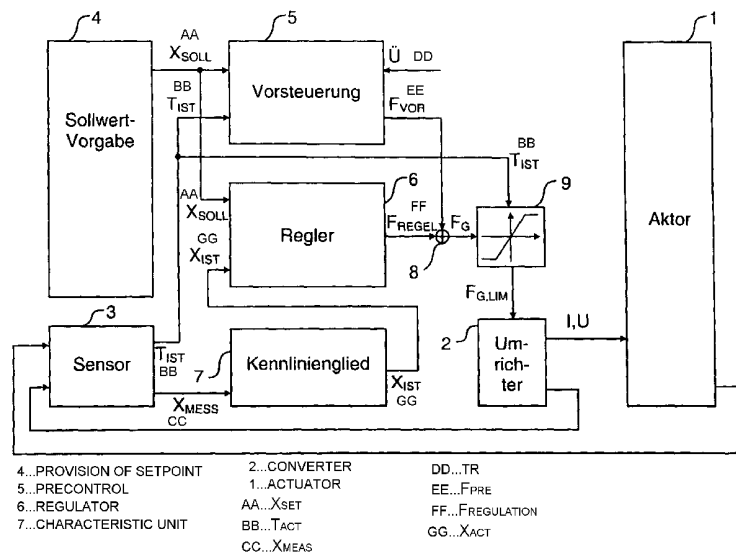
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/14667 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02D 41/14, F02M 25/07, F02D 21/08
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02911
- (22) Internationales Anmeldedatum: 31. Juli 2001 (31.07.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 39 428.0 11. August 2000 (11.08.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STADLER, Wolfgang [DE/DE]; Bayerbacher Strasse 22a, 84061 Ergoldsbach (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (national): US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVER CIRCUIT FOR AN ELECTRICAL ACTUATOR

(54) Bezeichnung: TREIBERSCHALTUNG FÜR EINEN ELEKTRISCHEN AKTOR



(57) Abstract: The invention relates to a driver circuit for an electrical actuator (1), especially for an electromotively activated exhaust gas valve of an internal combustion engine, comprising a first signal input for receiving a setpoint value (XSET) for the actuator position, a second signal input for receiving an actual value (XACT) for the actuator position, a signal output for releasing a control variable (FG) for the actuator (1) and a regulating unit (6) for determining the control variable (FG) for the actuator in dependence on the deviation between the setpoint value (XSET) and the actual value (XACT), this regulating unit being connected to the two signal inputs on the input side and to the signal output on the output side. A control unit (5) that is connected to the first signal input on the input side is provided and determines the control variable for the actuator (1) in dependence on the setpoint value (XSET) of the actuator position.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/14667 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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.

(57) Zusammenfassung: Treiberschaltung für einen elektrischen Aktor (1), insbesondere für ein elektromotorisch betätigtes Abgasventil einer Brennkraftmaschine, mit einem ersten Signaleingang zur Aufnahme eines Soll-Werts (XSOLL) für die Aktorstellung, einem zweiten Signaleingang zur Aufnahme eines Ist-Werts (XIST) der Aktorstellung, einem Signalausgang zur Abgabe einer Steuergröße (FG) für den Aktor (1), sowie mit einer eingangsseitig mit den beiden Signaleingängen und ausgangsseitig mit dem Signalausgang verbundenen Regeleinheit (6) zur Bestimmung der Steuergröße (FG) für den Aktor (1) in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen dem Soll-Wert (XSOLL) und dem Ist-Wert (XIST), wobei eine eingangsseitig mit dem ersten Signaleingang verbundene Steuereinheit (5) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem Soll-Wert (XSOLL) der Aktorstellung die Steuergröße für den Aktor (1) bestimmt.

Beschreibung

TREIBERSCHALTUNG FÜR EINEN ELEKTRISCHEN AKTOR

5 Die Erfindung betrifft eine Treiberschaltung für einen elektrischen Aktor, insbesondere für ein elektromotorisch betätigtes Abgasventil einer Brennkraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Es sind Brennkraftmaschinen bekannt, die zur Steuerung des von dem Abgastrakt zum Ansaugtrakt zurückgeführten Abgasstroms ein elektromotorisch betätigtes Abgasventil aufweisen, das auch als EGR-Ventil (EGR - Exhaust Gas Recirculation) bezeichnet wird. Die Ansteuerung des Abgasventils erfolgt hier-
15 bei durch einen Aktor in Form eines Elektromotors, der über ein Getriebe auf das Abgasventil wirkt. Der Aktor wird wiederum von einer Treiberschaltung angesteuert, die eingangsseitig den Soll-Wert für die Stellung des Abgasventils und den Ist-Wert der Stellung des Abgasventils aufnimmt, und den
20 Aktor in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen dem Soll-Wert und dem Ist-Wert ansteuert, wobei die Treiberschaltung einen PI-Regler aufweist, um die gewünschte Stellung des Abgasventils einerseits möglichst schnell und andererseits möglichst genau einzustellen.

25 Nachteilig an der vorstehend beschriebenen bekannten Treiberschaltung ist die Tatsache, dass der Aktor bei einer Auslegung des PI-Reglers auf eine möglichst genaue Einstellung des Abgasventils ein unbefriedigendes dynamisches Verhalten auf-
30 weist.

Der Erfindung liegt also die Aufgabe zugrunde, die vorstehend beschriebene bekannte Treiberschaltung dahingehend zu verbessern, dass der Aktor einerseits möglichst schnell und andererseits möglichst genau die gewünschte Stellung einnimmt.
35

Die Aufgabe wird, ausgehend von der eingangs beschriebenen bekannten Treiberschaltung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

5

Die Erfindung umfasst die allgemeine technische Lehre, in der Treiberschaltung zur Ansteuerung des Aktors zusätzlich zu einer Regeleinheit auch eine Steuereinheit vorzusehen, welche die Steuergröße für den Aktor in Abhängigkeit von dem Soll-
10 Wert bestimmt.

Vorzugsweise sind die Ausgänge der Steuereinheit und der Regeleinheit zusammengeführt, wozu beispielsweise ein Addierer verwendet werden kann. Die Steuereinheit bestimmt hierbei
15 vorzugsweise den Arbeitspunkt des Aktors, während die Regeleinheit das dynamische Verhalten speziell bei kleineren und mittleren Änderungen des Soll-Werts festlegt.

Vorzugsweise bildet die Steuereinheit hierbei das physikalische Verhalten der Regelstrecke nach, indem beispielsweise
20 die Rückstellkraft bzw. das Rückstellmoment, die Reibungskraft bzw. das Reibmoment und/oder die Trägheitskraft bzw. das Trägheitsmoment berechnet wird.

Die Einstellung des Arbeitspunktes der Treiberschaltung durch die separate Steuereinheit bietet den Vorteil, dass die Regeleinheit auf das Kleinsignalverhalten ausgelegt werden kann, was gegenüber der eingangs beschriebenen bekannten Treiberschaltung ein verbessertes dynamisches Verhalten er-
30 möglicht.

Vorzugsweise besteht die Regeleinheit aus einem herkömmlichen PI-Regler und einem parallel geschalteten Differenzenglied, das auch als DT_1 -Glied bezeichnet wird. Die Erfindung ist je-
35 doch hinsichtlich der Auslegung der Regeleinheit nicht auf eine derartige konstruktive Ausgestaltung beschränkt. Vielmehr kann die Regeleinheit auch andere Reglertypen beinhal-

ten, wie beispielsweise einen P-Regler, einen PID-Regler oder andere Bauelemente.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird bei der Bestimmung der Steuergröße für den Aktor durch die Steuereinheit und/oder durch die Regeleinheit auch die Temperatur der Umgebung, des Aktors und/oder des Abgasstroms berücksichtigt. Die Steuereinheit und/oder die Regeleinheit weisen deshalb vorzugsweise einen separaten Signaleingang auf, um ein entsprechendes Temperatursignal von einem Temperatursensor aufzunehmen, wobei der Temperatursensor beispielsweise aus einem temperaturabhängigen Widerstand bestehen kann.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet und werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Treiberschaltung zur Ansteuerung eines Aktors in Form eines Blockschaltbildes,

Figur 2 die Steuereinheit der Treiberschaltung aus Figur 1 sowie

Figur 3 die Regeleinheit der Treiberschaltung aus Figur 1.

Im folgenden wird zunächst der strukturelle Aufbau der in Figur 1 dargestellten Treiberschaltung beschrieben, um anschließend unter Bezugnahme auf die Beschreibung des strukturellen Aufbaus der Treiberschaltung deren Funktion zu erläutern.

Die erfindungsgemäße Treiberschaltung dient zur Ansteuerung eines Aktors 1, der im wesentlichen aus einem Elektromotor besteht, der über ein zwischengeschaltetes Getriebe ein Abgasventil einer Brennkraftmaschine betätigt, wobei das Abgasventil auch als EGR-Ventil (Exhaust Gas Recirculation) bezeichnet wird.

4

Der Aktor 1 wird von einem elektrischen Umrichter 2 angesteuert, der die Spannung U und den Strom I für den Aktor 1 vorgibt.

5 Darüber hinaus ist der Aktor 1 mit einer Sensoreinheit 3 verbunden, die einen Positionssensor aufweist, der die Stellung des Abgasventils ermittelt und ein entsprechendes Positionssignal X_{Mess} abgibt.

10 Darüber hinaus weist die Sensoreinheit 3 noch einen Temperatursensor auf, der aus einem temperaturabhängigen Widerstand in dem Aktor 1 besteht und ein Temperatursignal T_{IST} erzeugt, das die Temperatur der Spulenwicklung des Aktors 1 wiedergibt.

15

Weiterhin weist die erfindungsgemäße Treiberschaltung eine Ansteuerungseinheit 4 auf, die beispielsweise Bestandteil der Motorelektronik der Brennkraftmaschine sein kann und einen Soll-Wert X_{SOLL} für die Stellung des Abgasventils vorgibt.

20

Ausgangsseitig ist die Ansteuerungseinheit 4 zum einen mit einer Steuereinheit 5 und zum anderen mit einer Regeleinheit 6 verbunden, wobei die Steuereinheit 5 detailliert in Figur 2 dargestellt ist, wohingegen der schaltungstechnische Aufbau
25 der Regeleinheit 6 aus Figur 3 ersichtlich ist.

Die Steuereinheit 5 ist eingangsseitig zum einen mit der Ansteuerungseinheit 4 und zum anderen mit dem Temperatursensor der Sensoreinheit 3 verbunden und berechnet in Abhängigkeit
30 von dem Soll-Wert X_{SOLL} und dem Temperaturwert T_{IST} einen Modulationsfaktor F_{VOR} zwischen -100% und +100% für die Puls-Breiten-Modulation der Spannung des Aktors 1, wobei das Übersetzungsverhältnis $\ddot{U}$ des zwischen dem Aktor 1 und dem Abgasventil angeordneten Getriebes berücksichtigt wird.

35

Die Regeleinheit 6 ist dagegen eingangsseitig zum einen mit der Ansteuerungseinheit 4 und zum anderen mit einem Kennli-

nienglied 7 verbunden, wobei das Kennlinienglied 7 wiederum mit dem Positionssensor der Sensoreinheit 3 verbunden ist. Das Kennlinienglied 7 ermittelt hierbei aus dem von der Sensoreinheit 3 ermittelten Positionssignal X_{Mess} die aktuelle Position X_{IST} des Abgasventils. Die Regeleinheit 6 erhält als Eingangsgrößen also den Soll-Wert X_{SOLL} und den Ist-Wert X_{IST} und berechnet in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen Soll- und Ist-Wert ebenfalls einen Modulationsfaktor F_{REGEL} zwischen -100% und +100% zur Modulation der Aktorspannung.

10

Ausgangsseitig sind die Steuereinheit 5 und die Regeleinheit 6 durch einen Addierer 8 zusammengeführt, der die Summe $F_G = F_{\text{VOR}} + F_{\text{REGEL}}$ der von der Steuereinheit 5 und der Regeleinheit 6 bestimmten Modulationsfaktoren F_{VOR} bzw. F_{REGEL} berechnet.

15

Ausgangsseitig ist der Addierer 8 mit einem Begrenzer 9 verbunden, der eingangsseitig zusätzlich mit dem Temperatursensor der Sensoreinheit 3 verbunden ist und den von dem Addierer 8 erzeugten Modulationsfaktor F_G auf Werte zwischen -100% und +100% begrenzt, so daß am Ausgang des Begrenzers 9 ein entsprechend begrenzter Modulationsfaktor $F_{G, \text{LIM}}$ erscheint.

20

Im folgenden wird nun anhand des detaillierten Blockschaltbildes in Figur 2 der Aufbau der Steuereinheit 5 beschrieben.

25

So weist die Steuereinheit 5 eingangsseitig ein Kennlinienglied 10 auf, das in Abhängigkeit von dem Soll-Wert X_{SOLL} der Position des Abgasventils ein Rückstellmoment berechnet, wobei das Kennlinienglied 10 ausgangsseitig mit einem Multiplizierer 11 verbunden ist, der das von dem Kennlinienglied 10 berechnete Rückstellmoment mit dem Übersetzungsverhältnis $\ddot{U}$ des zwischen dem Aktor 1 und dem Abgasventil angeordneten Getriebes multipliziert und dadurch ein von dem Aktor 1 aufzubringendes Rückstellmoment $M_{\text{RÜCK}}$ berechnet.

35

Weiterhin weist die Steuereinheit 5 eingangsseitig einen Differenzierer 12 auf, der die zeitliche Ableitung des Sollwer-

tes X_{SOLL} berechnet, was der Bewegungsgeschwindigkeit des Abgasventils entspricht. Ausgangsseitig ist der Differenzierer 12 mit einem weiteren Kennlinienglied 13 verbunden, das aus der zeitlichen Ableitung des Sollwertes X_{SOLL} das von dem Ak-
5 tor 1 aufzubringende Reibmoment M_{REIB} berechnet.

Ferner verfügt die Steuereinheit 5 über einen weiteren Differenzierer 14, der die zweite seitliche Ableitung des Sollwerts X_{SOLL} bildet, was der Beschleunigung des Abgasventils
10 entspricht. Ausgangsseitig ist der Differenzierer 14 mit einem Kennlinienglied 15 verbunden, das aus der Beschleunigung des Abgasventils das zu überwindende Trägheitsmoment M_a ermittelt.

15 Ausgangsseitig sind die beiden Kennlinienglieder 13, 15 mit einem Addierer 16 verbunden, dessen Ausgangssignal einem weiteren Addierer 17 zugeführt wird, der die Summe $M_{Ges} = M_{RÜCK} + M_{REIB} + M_a$ berechnet, wobei das auf diese Weise berechnete Moment M_{Ges} dem von dem Akteur 1 aufzubringenden Gesamtmo-
20 ment entspricht.

Ausgangsseitig ist der Addierer 17 mit einem Kennlinienglied 18 verbunden, das aus dem Moment M_{Ges} anhand einer vorgegebenen aktorspezifischen Kennlinie einen Stromwert I berechnet,
25 wobei das Kennlinienglied 18 ausgangsseitig mit einem Multiplizierer 19 verbunden ist, der den Stromwert I mit dem Ausgangssignal eines Kennliniengliedes 20 multipliziert, das eingangsseitig mit dem Temperatursensor der Sensoreinheit 3 verbunden ist und den Widerstand der Spulenwicklung des Elektromotors berücksichtigt. Am Ausgang des Kennlinienglieds
30 20 erscheint also der Wert $R(T_{IST})$ des temperaturabhängigen Widerstands. Dementsprechend berechnet der Multiplizierer 19 einen Spannungswert U , der einem Umrichter 25 zugeführt wird, um den Modulationsfaktor F_{VOR} im Bereich von -100% bis +100%
35 zu berechnen, wobei der Wert des Modulationsfaktors F_{VOR} durch den Soll-Wert X_{SOLL} gesteuert wird.

Im folgenden wird nun anhand des detaillierten Blockschaltbildes in Figur 3 der Aufbau der Regeleinheit 6 beschrieben.

5 Eingangsseitig weist die Regeleinheit 6 zunächst einen Addierer 21 auf, der die Differenz $\Delta X = X_{\text{SOLL}} - X_{\text{IST}}$ zwischen dem Sollwert X_{SOLL} und dem Ist-Wert X_{IST} berechnet.

10 Ausgangsseitig ist der Addierer 21 mit einem PI-Regler 22 verbunden, der im Hinblick auf die Dynamik des Stellverhaltens hauptsächlich als P-Regler betrieben wird. Darüber hinaus weist der PI-Regler 22 einen kleinen I-Anteil auf, um eine ausreichende Genauigkeit der Regeleinheit 6 zu erreichen.

15 Darüber hinaus ist der Addierer 21 ausgangsseitig mit einem Differenzenglied 23 verbunden, das auch als DT_1 -Glied bezeichnet wird. Das Differenzenglied 23 dient hauptsächlich zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens des Aktors 1 beim Schließen des Abgasventils, speziell bei mittleren und kleineren Sollwertsprüngen.

20 Ausgangsseitig sind der PI-Regler 22 und das Differenzenglied 23 mit einem Addierer 24 verbunden, der ausgangsseitig den geregelten Modulationsfaktor F_{REGEL} ausgibt.

25 Im folgenden wird nun unter Bezugnahme auf die voranstehende Beschreibung des strukturellen Aufbaus der erfindungsgemäßen Treiberschaltung deren Funktion kurz erläutert.

30 Die Steuereinheit 5 hat im wesentlichen die Aufgabe, in Abhängigkeit von dem Soll-Wert X_{SOLL} den Arbeitspunkt der Treiberschaltung einzustellen. Hierzu berechnet die Steuereinheit 5 in Abhängigkeit von dem Soll-Wert X_{SOLL} und der Temperatur T_{IST} einen Modulationsfaktor F_{VOR} , der als Arbeitspunkt geeignet ist, um die von der Ansteuerungseinheit 4 vorgegebene gewünschte Stellung des Abgasventils einzustellen.

35

Die Regeleinheit 6 hat dagegen die Aufgabe, das Kleinsignalverhalten der Treiberschaltung bei kleineren und mittleren Änderungen des Sollwertes X_{SOLL} festzulegen. Hierzu wird in Abhängigkeit von der Abweichung $\Delta X = X_{SOLL} - X_{IST}$ zwischen dem

5 Soll-Wert X_{SOLL} und dem Ist-Wert X_{IST} ein weiterer Modulationsfaktor F_{REGEL} berechnet, der zu dem gesteuerten Modulationsfaktor F_{VOR} addiert wird.

Die Steuereinheit 5 gibt also das stationäre Verhalten der

10 Treiberschaltung vor, während die Regeleinheit 6 das dynamische Verhalten bestimmt. Diese Funktionstrennung zwischen der Steuereinheit 5 und der Regeleinheit 6 ermöglicht eine Optimierung der Regeleinheit 6 in Richtung eines guten dynamischen Verhaltens.

15

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene bevorzugte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen denkbar, die von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb ebenfalls in

20 den Schutzbereich fallen.

Patentansprüche

1. Treiberschaltung für einen elektrischen Aktor (1), insbesondere für ein elektromotorisch betätigtes Abgasventil einer Brennkraftmaschine, mit

einem ersten Signaleingang zur Aufnahme eines Soll-Werts (X_{SOLL}) für die Aktorstellung,

10 einem zweiten Signaleingang zur Aufnahme eines Ist-Werts (X_{IST}) der Aktorstellung,

einem Signalausgang zur Abgabe einer Steuergröße (F_G) für den Aktor (1), sowie mit

15 einer eingangsseitig mit den beiden Signaleingängen und ausgangssseitig mit dem Signalausgang verbundenen Regeleinheit (6) zur Bestimmung der Steuergröße (F_G) für den Aktor (1) in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen dem Soll-Wert (X_{SOLL}) und dem Ist-Wert (X_{IST}),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

25 daß eine eingangsseitig mit dem ersten Signaleingang verbundene Steuereinheit (5) vorgesehen ist, die in Abhängigkeit von dem Soll-Wert (X_{SOLL}) der Aktorstellung die Steuergröße (F_G) für den Aktor (1) bestimmt.

2. Ansteuerungseinheit nach Anspruch 1,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuereinheit (5) und die Regeleinheit (6) ausgangssseitig zusammengeführt sind.

3. Ansteuerungseinheit nach Anspruch 2,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuereinheit und die Regeleinheit ausgangssseitig durch einen Addierer (8) zusammengeführt sind.

4. Ansteuerungseinheit nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
5 daß die Regeleinheit (6) einen PI-Regler (22) und ein Differenzenglied (23) aufweist.
5. Treiberschaltung nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 daß der PI-Regler (22) und das Differenzglied (23) parallel zueinander geschaltet sind.
6. Treiberschaltung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuereinheit (5) eine erste Recheneinheit (10, 11) aufweist, die aus dem Soll-Wert (X_{SOLL}) der Aktorstellung die Rückstellkraft oder das Rückstellmoment ($M_{\text{RÜCK}}$) berechnet.
- 20 7. Treiberschaltung nach mindestens einem der vorgehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuereinheit (5) einen ersten Differenzierer (12) aufweist, der die zeitliche Änderung des Soll-Werts (X_{SOLL})
25 der Aktorstellung berechnet, wobei dem ersten Differenzierer (12) eine zweite Recheneinheit (13) nachgeschaltet ist, die aus der zeitlichen Änderung des Sollwerts der Aktorstellung die Reibungskraft oder das Reibmoment (M_{REIB}) berechnet.
- 30 8. Treiberschaltung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuereinheit (5) einen zweiten Differenzierer (14) aufweist, der die Änderungsgeschwindigkeit des Sollwerts der
35 Aktorstellung berechnet, wobei dem zweiten Differenzierer (14) eine dritte Recheneinheit (15) nachgeschaltet ist, die

aus der Änderungsgeschwindigkeit des Soll-Werts (XSOLL) die Trägheitskraft oder das Trägheitsmoment berechnet.

5 9. Treiberschaltung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Recheneinheiten (10, 11, 13, 15) ausgangsseitig zusammengeführt sind.

10 10. Treiberschaltung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Recheneinheiten (10, 11, 13, 15) ausgangsseitig durch einen Addierer (16, 17) zusammengeführt sind.

15 11. Treiberschaltung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Aufnahme eines Temperatursignals (T_{IST}) ein dritter Signaleingang vorgesehen ist, wobei die Regeleinheit (6)
20 und/oder die Steuereinheit (5) eingangsseitig mit dem dritten Signaleingang verbunden sind.

12. Treiberschaltung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß an den zweiten Signaleingang ein Positionssensor angeschlossen ist.

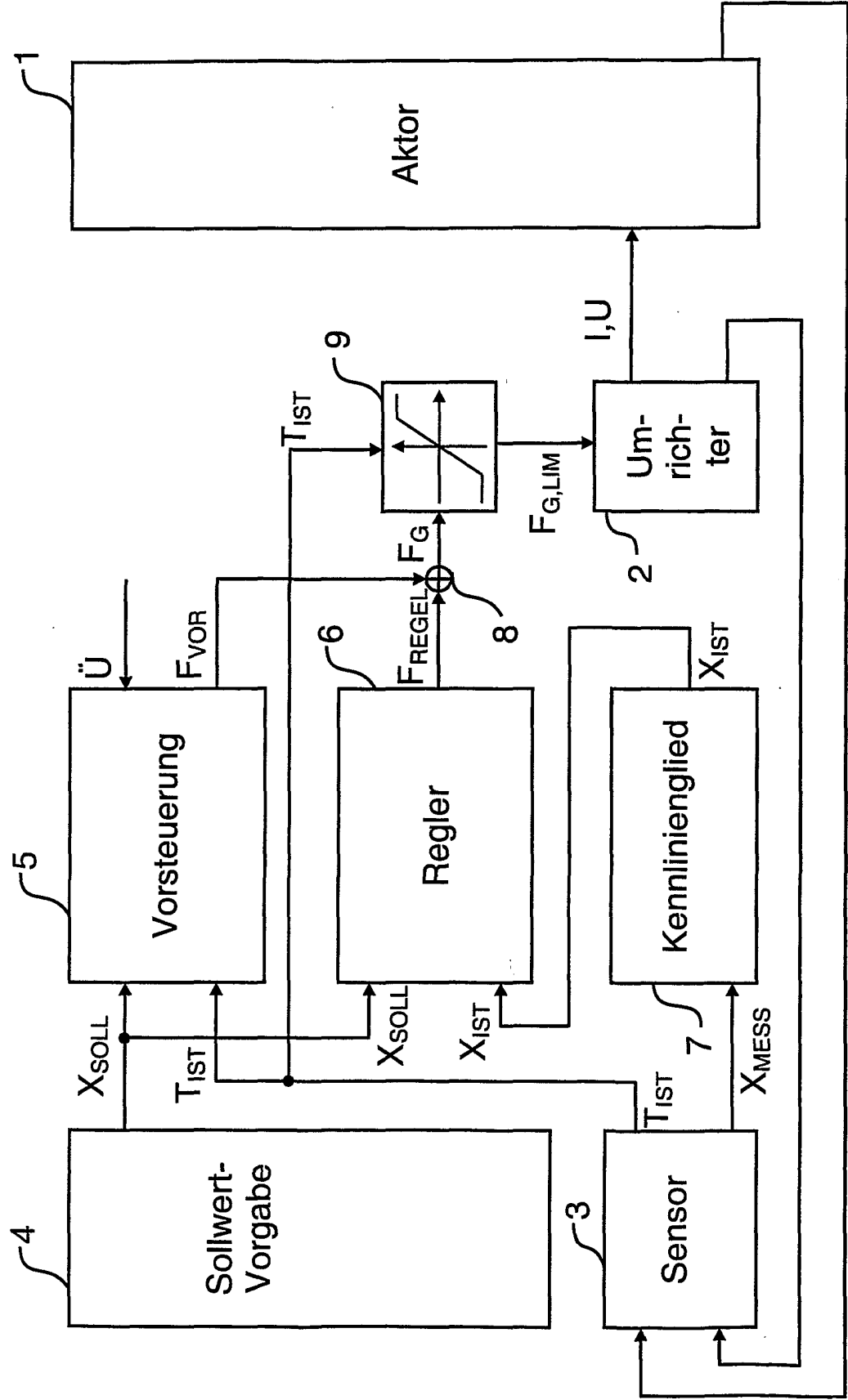


Fig. 1

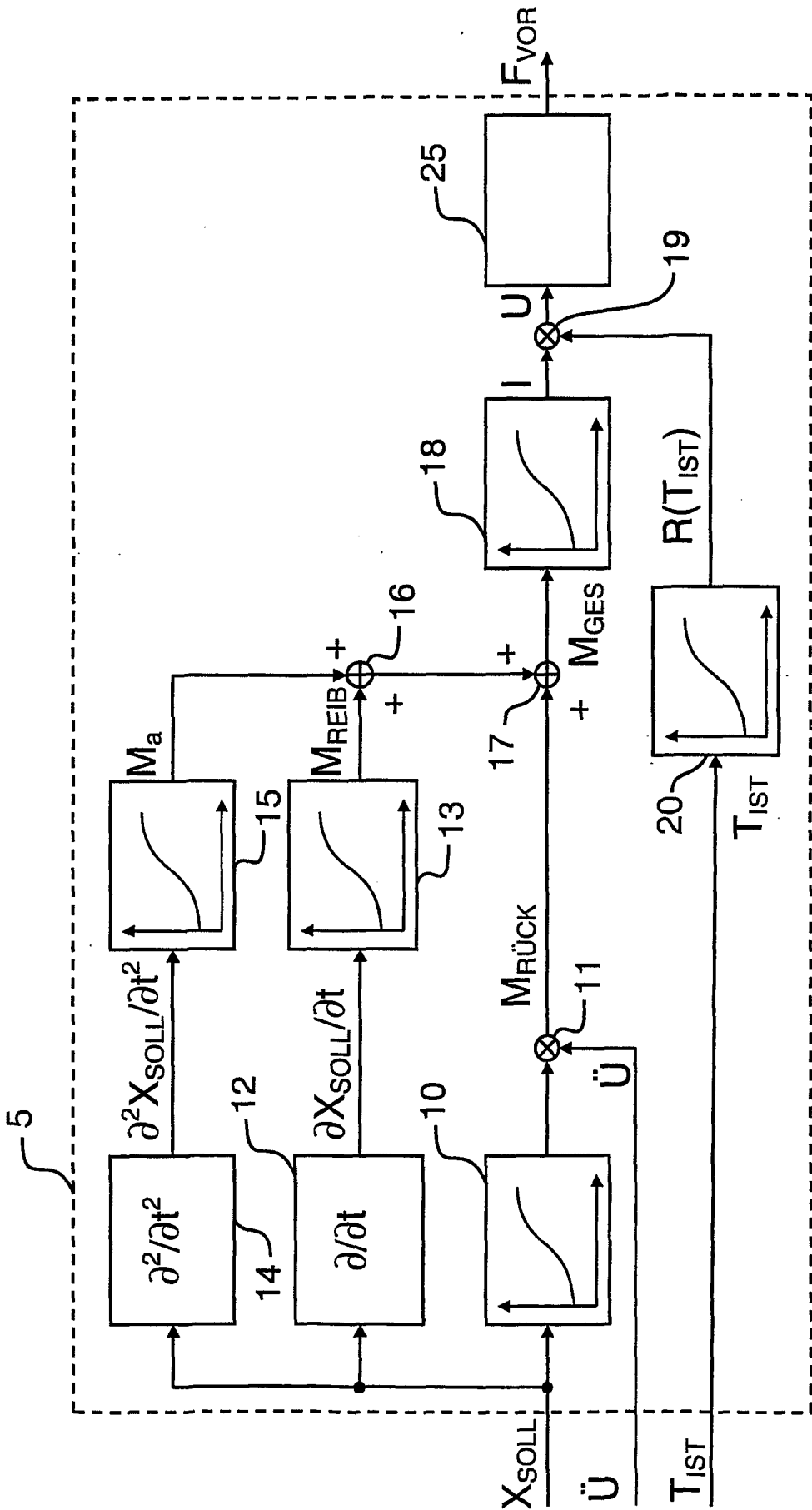


Fig. 2

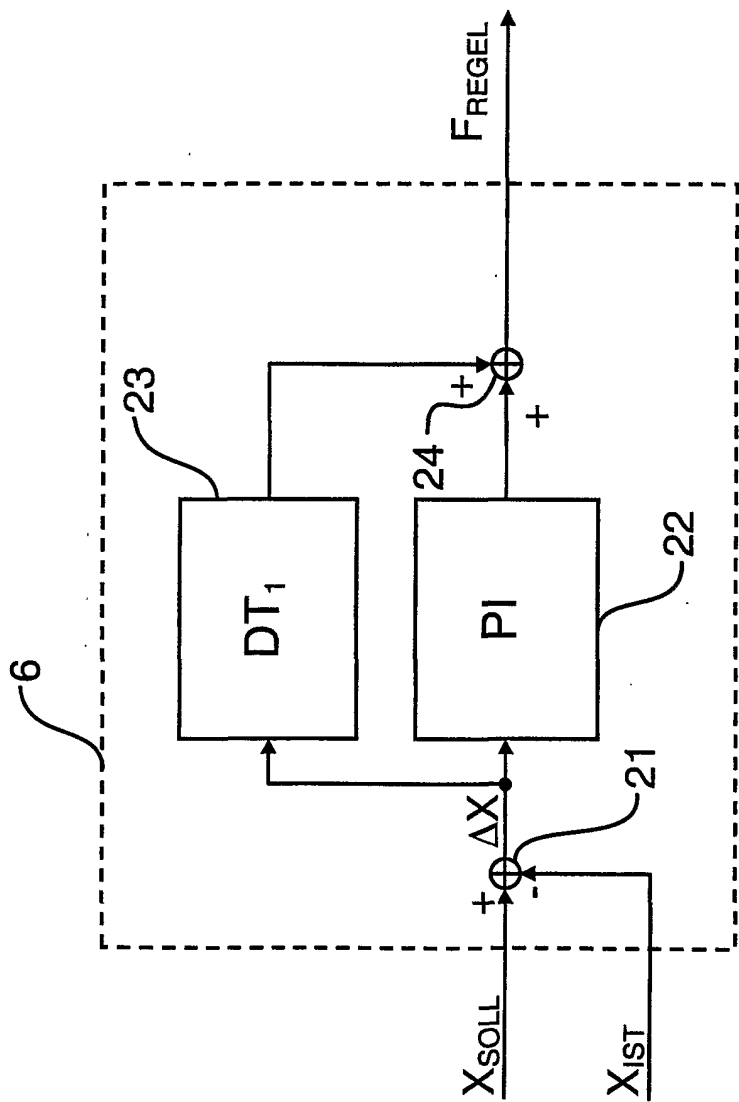


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02D41/14 F02M25/07 F02D21/08

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 F02D F02M

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	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31 August 1998 (1998-08-31) & JP 10 122059 A (UNISIA JECS CORP), 12 May 1998 (1998-05-12)	1-6, 12
Y	abstract	11

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 05, 14 September 2000 (2000-09-14) & JP 2000 054917 A (FUJI HEAVY IND LTD), 22 February 2000 (2000-02-22)	1-5, 12
	abstract	

	-/--	



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

21 December 2001

Date of mailing of the international search report

03/01/2002

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

Röttger, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02911

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30 April 1997 (1997-04-30) & JP 08 326608 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 10 December 1996 (1996-12-10) abstract -----	11
A	EP 0 604 149 A (HONDA MOTOR CO LTD) 29 June 1994 (1994-06-29) abstract page 1, line 12 - line 30 -----	6,8-10
A	DE 39 37 102 A (HITACHI LTD ;HITACHI AUTOMOTIVE ENG (JP)) 10 May 1990 (1990-05-10) abstract column 3, line 31 - line 50 -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In International Application No

PCT/DE 01/02911

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10122059 A	12-05-1998	NONE	
JP 2000054917 A	22-02-2000	NONE	
JP 08326608 7 A		NONE	
EP 0604149 A	29-06-1994	DE 69324338 D1	12-05-1999
		DE 69324338 T2	26-08-1999
		EP 0604149 A2	29-06-1994
		JP 3189996 B2	16-07-2001
		JP 6241098 A	30-08-1994
		US 5406920 A	18-04-1995
DE 3937102 A	10-05-1990	JP 2125937 A	14-05-1990
		JP 2559480 B2	04-12-1996
		DE 3937102 A1	10-05-1990
		KR 9402216 B1	19-03-1994
		US 4982710 A	08-01-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02911

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F02D41/14 F02M25/07 F02D21/08

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M

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	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 10, 31. August 1998 (1998-08-31) & JP 10 122059 A (UNISIA JECS CORP), 12. Mai 1998 (1998-05-12)	1-6, 12
Y	Zusammenfassung	11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 05, 14. September 2000 (2000-09-14) & JP 2000 054917 A (FUJI HEAVY IND LTD), 22. Februar 2000 (2000-02-22) Zusammenfassung	1-5, 12

	--- -/--	

☒ 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

21. Dezember 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/01/2002

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

Röttger, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In  onales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02911

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 04, 30. April 1997 (1997-04-30) & JP 08 326608 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 10. Dezember 1996 (1996-12-10) Zusammenfassung -----	11
A	EP 0 604 149 A (HONDA MOTOR CO LTD) 29. Juni 1994 (1994-06-29) Zusammenfassung Seite 1, Zeile 12 - Zeile 30 -----	6,8-10
A	DE 39 37 102 A (HITACHI LTD ;HITACHI AUTOMOTIVE ENG (JP)) 10. Mai 1990 (1990-05-10) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 31 - Zeile 50 -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In ☐ nationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02911

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10122059	A	12-05-1998	KEINE		
JP 2000054917	A	22-02-2000	KEINE		
JP 08326608 7	A		KEINE		
EP 0604149	A	29-06-1994	DE	69324338 D1	12-05-1999
			DE	69324338 T2	26-08-1999
			EP	0604149 A2	29-06-1994
			JP	3189996 B2	16-07-2001
			JP	6241098 A	30-08-1994
			US	5406920 A	18-04-1995
DE 3937102	A	10-05-1990	JP	2125937 A	14-05-1990
			JP	2559480 B2	04-12-1996
			DE	3937102 A1	10-05-1990
			KR	9402216 B1	19-03-1994
			US	4982710 A	08-01-1991