

(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. September 2006 (21.09.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/097188 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G10K 15/02 (2006.01)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VOGEL, Friedemann**
[DE/DE]; Weiherweg 2, 85080 Gaimersheim (DE). **HIN-
RICHTSEN, Lars** [DE/DE]; Reigersbergstrasse 10, 85051
Ingolstadt (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/001724

(22) Internationales Anmeldedatum:

24. Februar 2006 (24.02.2006)

(74) **Anwalt: GEISSLER, Manfred;** Audi AG,
Patentabteilung I/EX, 85045 Ingolstadt (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 012 463.1 18. März 2005 (18.03.2005) DE

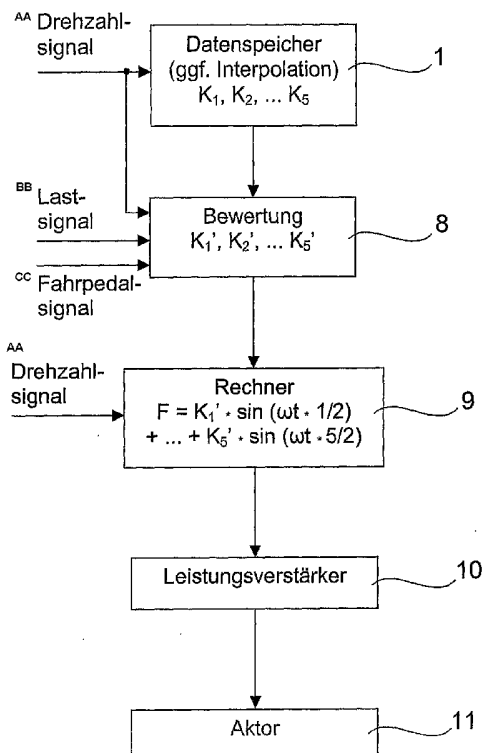
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **AUDI AG** [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(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, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COMPLEMENTING ENGINE NOISE OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERGÄNZUNG EINES MOTORGERÄUSCHES EINES KRAFTFAHRZEUGES



AA ... ROTATIONAL SPEED SIGNAL
BB ... LOAD SIGNAL
CC ... DRIVING PEDAL SIGNAL
1 ... DATA MEMORY (OPTIONALLY, INTERPOLATION)
8 ... EVALUATION
9 ... CALCULATOR
10 ... POWER AMPLIFIER
11 ... ACTUATOR

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for complementing engine noise of a motor vehicle by means of actuator noise. Level values (K_n) are stored in a data store (1) of a control device in a characteristic field on rotational speed support points. Said values correspond, respectively, to a defined engine speed and the associated oscillations thereof with orders (n) as multiples of half of the engine speed. The one current engine speed corresponds to the speed signal and said level values (K_n), which are associated with several orders, are selected and supplied to a calculation unit (9) of the control device. A continuous time signal of the harmonic row type is calculated as an actuator excitement signal (F) with $F = K_1 \cdot \sin(\omega t \cdot 1/2) + \dots + K_n \cdot \sin(\omega t \cdot n/2)$. Said signal (F) is transmitted to an actuator (11) via a power amplifier (10), which engages on the vehicle body, and which produces oscillations which warn about internal noise, and which complement present engine noise in order to provide a pleasant engine noise sound in the inner chamber.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ergänzung eines Motorgeräusches eines Kraftfahrzeugs durch ein Aktorgeräusch. Dazu sind in einem Datenspeicher (1) eines Steuergerätes in einem Kennfeld an Drehzahlstützstellen Pegelwerte (K_n) gespeichert, die jeweils einer definierten Motordrehzahl und deren zugeordneten Schwingungen mit Ordnungen (n) als Vielfache der halben Motordrehzahl entsprechen. Mit einem Drehzahl-signal das einer aktuellen Motordrehzahl entspricht, werden dieser Motordrehzahl zugeordnete Pegelwerte (K_n) mehrerer Ordnungen (n) ausgelesen und einer Rechneinheit (9) des Steuergerätes zugeführt. Dort wird ein kontinuierliches Zeitsignal in der Art einer harmonischen Reihe als Aktorerregersignal (F) berechnet mit $F = K_1 \cdot \sin(\omega t \cdot 1/2) + \dots + K_n \cdot \sin(\omega t \cdot n/2)$. Dieses Signal (F) wird über einen Leistungsverstärker (10) einem Aktor (11) zugeführt, der an der Karosserie angreift und als Innengeräusch wahrnehmbare Schwingungen erzeugt, die ein vorhandenes Motorgeräusch zu einem ansprechenden Motorsound im Innenraum ergänzen.

WO 2006/097188 A1



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, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

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.

Beschreibung

5

**VERFAHREN ZUR ERGÄNZUNG EINES MOTORGERÄUSCHES EINES
KRAFTFAHRZEUGES**

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ergänzung eines Motorgeräusches eines Kraftfahrzeuges mit einem mittels eines Aktors erzeugten Zusatzgeräusch sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

15

Ziel der Erfindung ist es, insbesondere im Fahrzeuginnenraum einen ansprechenden Motorsound, z. B. als Sportsound zu erzeugen.

20

Dazu ist es bekannt (DE 100 16 104 C2) die vom Motor erzeugten Luft- und/oder Körperschallanteile gezielt in den Fahrzeuginnenraum für eine Motorgeräuschverstärkung zu leiten.

25

Durch die DE 195 31 402 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Beeinflussen von Schwingungen in einem Fahrgastraum eines Kraftfahrzeuges bekannt geworden, umfassend eine Speichereinrichtung zum Speichern einer Mehrzahl vor bestimmter Schwingungsmuster, eine Betriebszustand-Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Betriebszustandes des Kraftfahrzeuges, eine Auswahlrichtung zum Auswählen eines Schwingungsmusters aus der Mehrzahl gespeicherter Schwingungsmuster in Abhängigkeit von dem erfassten Betriebszustand des Kraftfahrzeuges, und eine Schwingungsgeneratoreinrichtung zum Ausgeben von dem ausgewählten Schwingungsmuster

30

entsprechenden Schwingungen in den Fahrgastraum des Kraftfahrzeuges. Die Betriebszustand- Erfassungseinrichtung kann übliche, für das Motormanagement vorgesehene Sensoren umfassen. Zum Erzeugen bzw. Ausgeben von dem ausgewählten Schwingungsmuster entsprechenden Schwingungen in den
5 Fahrgastraum dienen dort angeordnete Lautsprecher, wobei die Schwingungen über Mikrofone erfassbar sind. Vorrangiges Ziel ist dabei, nur Geräusche von wirklich störenden Geräuschquellen zu unterdrücken.

Schließlich ist ein Verfahren bekannt (DE 690 23 133 T3), mit dem ein vorhandenes Motorgeräusch durch ein erzeugtes Zusatzgeräusch so ergänzt wird,
10 dass ein ansprechender Motorsound im Innenraum entsteht. Dazu wird der Motorzustand und sein aktuelles Motorgeräusch über ein Mikrofon und/oder einen Vibrationssensor am Motor sowie über ein Lastsignal ermittelt. Dem ermittelten Motorzustand entsprechende Fahrzeugbetriebsgeräusche, beispielsweise ein Sportsound, werden aus einem Tonspeicher ausgelesen und über
15 Lautsprecher zusätzlich zum aktuellen Motorgeräusch im Fahrzeuginnenraum hörbar gemacht. Alternativ oder zusätzlich zu einem Lautsprecher im Innenraum kann

auch ein elektrodynamischer Aktor angesteuert werden, der für eine Zusatzgeräuscherzeugung als Vibrationsgeber an einem Karosserieteil angebracht ist. Bei diesem Verfahren sind ein Mikrofon und/oder Schwingungsgeber in aufwendiger Weise als Sensoren am Motor zu installieren, um ein Sensorsignal
5 für das aktuelle Motorgeräusch zu erhalten. Ein solches Signal ist komplex und für die Ansteuerung und Auslesung des Tonspeichers nicht ohne weiteres verwendbar.

Aufgabe der Erfindung ist es dem gegenüber ein Verfahren vorzuschlagen mit
10 einer einfacheren und kostengünstigeren Möglichkeit ein vorhandenes Motorgeräusch so zu ergänzen, dass ein ansprechender Motorsound im Fahrzeuginnenraum erzeugt wird.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

15

Gemäß Anspruch 1 ist das Verfahren durch folgende Verfahrensschritte gekennzeichnet

a) In einem Datenspeicher eines Steuergerätes wird ein Kennfeld abgelegt
20 dergestalt, dass für definierte Motordrehzahlen an Drehzahlstützstellen und für deren zugeordnete Schwingungen mit Ordnungen (n) als Vielfache der halben Motordrehzahl ggf. durch Randbedingungen bewertete Pegelwerte (K_n) gespeichert werden. Dies stellt eine einfache Maßnahme dar, insbesondere wird darauf hingewiesen, dass entgegen dem Stand der Technik kein gesampelter
25 Motorsound in aufwendiger Weise abgespeichert wird.

b) Ein Drehzahlsignal entsprechend der aktuellen Motordrehzahl wird ermittelt und dem Steuergerät zugeführt. Da die Motordrehzahl für eine Vielzahl von Regel- und Steuerfunktionen am Fahrzeug benötigt wird ist ein entsprechendes Drehzahlsignal ohnehin vorhanden und kann auch für das vorliegende
30 Verfahren einfach genutzt werden. Ein Mikrofon oder ein Vibrationssensor am

Motor zur Sensierung des Motorzustands sind nicht erforderlich, da als Steuerungseingangssignal lediglich das ohnehin im Fahrzeug zur Verfügung stehende Drehzahlsignal verwendet wird.

- 5 c) Aus dem Datenspeicher werden die gespeicherten Pegelwerte entsprechend dem aktuellen Drehzahlsignal und damit der aktuellen Motordrehzahl und deren höheren Ordnungen ausgelesen und einer Recheneinheit des Steuergeräts übermittelt.

- 10 d) In der Recheneinheit wird aus den Pegelwerten ein Aktorerregersignal (F) als kontinuierliches Zeitsignal in der Art einer harmonischen Reihe berechnet mit

$$F = K_1' \cdot \sin(\omega t \cdot 1/2) + K_2' \cdot \sin(\omega t \cdot 1) + \dots + K_n' \cdot \sin(\omega t \cdot n/2), \text{ wobei}$$

- 15 F = Aktorerregersignal

n = laufende Nummer der Ordnung

ω = Kreisfrequenz entsprechend der aktuellen Motordrehzahl

t = Zeit

- 20 d) Dadurch ergibt sich ein Aktorerregersignal (F), welches basierend auf der aktuellen Motordrehzahl aus bewerteten Grund- und Oberschwingungen erzeugt wird.

- 25 e) Das Aktorerregersignal wird über einen Leistungsverstärker als elektrisches Aktorsignal an wenigstens einen Aktor ausgegeben, wobei der wenigstens eine Aktor in der Art eines elektrodynamischen Vibrators das elektrische Aktorsignal in eine Schwingkraft umsetzt. Der Aktor ist an einem Karosserieteil angebracht dergestalt, dass sich das jeweils von der aktuellen Motordrehzahl abgeleitete Motorgeräusch und das zusätzliche Aktorgeräusch zu einem Gesamtgeräusch überlagern, welches im Fahrzeuginnenraum wahrgenommen wird.
- 30

Der insbesondere im Innenraum hörbare und über ein Sounddesign festgelegte Motorsound kann durch die jeweils abgespeicherte Höhe der Pegelwerte bestimmt werden. Insbesondere können im Originalmotorgeräusch für einen gewünschten Sound fehlende Frequenz- bzw. Ordnungsanteile mit dem Akteur erzeugt und dem Originalmotorgeräusch zugespielt werden.

In einer bevorzugten Weiterbildung nach Anspruch 2 wird zusätzlich zum Drehzahlsignal ein Lastsignal entsprechend der aktuellen Motorlast ermittelt und dem Steuergerät zugeführt. Die für die Berechnung der harmonischen Reihe der Recheneinheit zugeführten Pegelwerte werden vorher entsprechend der aktuellen Motorlast für einen realen Motorklang bewertet.

Dazu wird mit Anspruch 3 vorgeschlagen, dass die gespeicherten Pegelwerte Vollastpegelwerte sind, die mittels einer Rechenfunktion in Abhängigkeit des Motorlastsignals bei Teillasten und/oder im Schubbetrieb reduziert werden, so dass damit auch der vom Akteur erzeugte Geräuschpegel gegenüber einem Vollastpegel reduziert ist.

Alternativ dazu können nach Anspruch 4 im Kennfeld den definierten Motordrehzahlen und deren Ordnungen Datensätze mit Pegelwerten zugeordnet werden, wobei diese Pegelwerte jeweils einer bestimmten Motorlast angepasst sind und entsprechend dem aktuellen Lastsignal ausgelesen werden. Es sind somit Pegelwerte für unterschiedliche Motorlasten von vornherein abgespeichert und werden bei entsprechender aktueller Motorlast für die weitere Berechnung des Akteurregersignals abgerufen.

Für eine Reihe von Regel- und Steuerfunktionen im Fahrzeug ist ein Lastsignal erforderlich, so dass dieses ohnehin im Fahrzeug zur Verfügung steht und gemäß Anspruch 5 auch für das vorliegende Verfahren ohne weiteren Aufwand mitverwendet werden kann.

Zur Bildung des Lastsignals können nach Anspruch 6 ein Motormomentsignal und/oder ein Fahrpedalstellungssignal und/oder ein Gangerkennungssignal und/oder Fahrgeschwindigkeitssignal herangezogen werden, wobei diese Signale auch im Fahrzeug ohne zusätzlichen Aufwand für das vorliegende Verfahren zur Verfügung stehen.

Vorteilhaft wird nach Anspruch 7 eine Karosserieübertragungsfunktion für die Geräuschübertragung vom wenigstens einen körperschallerzeugenden Aktor in den Fahrzeuginnenraum ermittelt. Dazu wird der Aktor mit dem am Motor auftretenden Frequenzspektrum angeregt und frequenzselektiv durchgefahren. Das dabei im Fahrzeuginnenraum ankommende Schallsignal wird in seiner Intensität mit einer Mikrofoneinrichtung gemessen. Dadurch kann eine Karosserieübertragungsfunktion erstellt werden, wobei für die einzelnen Frequenzen der Pegel der Körperschallübertragung in den Innenraum aufgetragen wird.

Die für die Berechnung der harmonischen Reihe zur Verfügung gestellten Pegelwerte können unter Verwendung der Karosserieübertragungsfunktion bewertet werden, wobei für Frequenzen die nur wenig übertragen werden der zugeordnete Pegelwert angehoben werden kann. Alternativ dazu kann eine entsprechende Bewertung von vorne herein durchgeführt werden, wobei die Pegelwerte entsprechend der Karosserieübertragungsfunktion korrigiert und abgespeichert werden.

Nach Anspruch 8 kann zusätzlich zur Bewertung der Pegelwerte durch ein Lastsignal und ggf. durch eine Karosserieübertragungsfunktion eine weitere Bewertung und Korrektur durch eine Ansprechfunktion für die Lastabhängigkeit auf ein optimal abgestimmtes Ansprechverhalten überlagert werden.

Die Drehzahlstützstellen sind für einen vertretbaren Speicheraufwand beabstandet und damit in ihrer Anzahl begrenzt. Bei aktuellen Motordrehzahlen denen keine definierten Drehzahlstützstellen entsprechen kann nach Anspruch 9 eine Ermittlung von zugeordneten Pegelwerten durch eine Interpolation zwi-

schen den Pegelwerten der beiden nächstliegenden Drehzahlstützstellen durchgeführt werden womit ein befriedigendes Geräuschergebnis erreicht wird.

5 Dazu ist es nach Anspruch 10 ausreichend, dass die Drehzahlstützstellen im Abstand von 50 Umdrehungen pro Minute bis 1000 Umdrehungen pro Minute bevorzugt in einem Abstand von circa 320 Umdrehungen pro Minute angebracht sind. Je nach dem gewünschten Verfahrensergebnis können Pegelwerte für 0,5 bis 10 Ordnungen ($n = 0,5$ bis 10) vorzugsweise für 10 Ordnungen abgespeichert sein.

10

Nach Anspruch 11 soll der wenigstens eine Aktor an einer Wirkstelle der Karosserie angebracht werden, die eine hohe Empfindlichkeit für die Innengeräuscherzeugung besitzt und bezüglich der akustischen Ortbarkeit dem Motorgeräusch ähnlich ist. Solche Wirkstellen liegen insbesondere am Frontscheibenquerträger und/oder an der Stirnwand.

15

Der Aktor, das Steuergerät sowie der Leistungsverstärker können separat und beabstandet ausgeführt sein. Für einen kompakten Aufbau wird mit Anspruch 12 vorgeschlagen, diese Bauteile in einer Baueinheit und in einem Gehäuse zusammenzufassen.

20

Mit Anspruch 13 wird eine Vorrichtung jeweils zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche beansprucht.

25 Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung weiter erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Flussdiagramm,

30

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein dreidimensionales Kennfeld mit Drehzahlstützstellen,

5 Fig. 3 eine Seitenansicht des Kennfeldes nach Fig. 2 mit dem Verlauf von Pegelwerten an den Drehzahlstützstellen,

Fig. 4 eine Ansprechfunktion für ein Lastsignal, und

10 Fig. 5 den zeitlichen Verlauf eines Aktorerregersignals

In Fig. 1 ist ein Flussdiagramm dargestellt mit einem Datenspeicher 1 eines Steuergerätes, in dem ein Kennfeld abgelegt ist. Dieses Kennfeld ist beispielhaft im einzelnen in den Fig. 2 und 3 näher dargestellt:

15 Aus Fig. 2 ist zu ersehen, dass auf der dargestellten Grundfläche 2 des dreidimensionalen Kennfeldes, an den eingezeichneten Punkten für definierte Motordrehzahlen jeweils im Abstand von 320 Umdrehungen pro Minute Drehzahlstützstellen 4 eingerichtet sind. Einer bestimmten aufgetragenen Drehzahl sind jeweils fünf Stützstellen zugeordnet, denen zugeordnete Schwingungen mit
20 Ordnungen n als Vielfache der halben Motordrehzahl entsprechen. Im vorliegenden Beispiel sind fünf Ordnungen eingezeichnet entsprechend $n=1$ bis 5. Die zu einer bestimmten Ordnung gehörenden Drehzahlstützstellen sind zur Verdeutlichung mit jeweils einer Linie verbunden.

25 In Fig. 3 ist eine Seitenansicht des dreidimensionalen Kennfelds nach Fig. 2 mit einem Schnitt entlang der Linie für die Drehzahlstützpunkte zur vierten Ordnung $n=4$ gezeigt. Beispielfhaft ist der Pegelwert K_4 (K bedeutet die Pegelhöhe und 4 entspricht der vierten Ordnung) am Drehzahlstützpunkt 4 aus Fig. 2 mit einem Pfeil eingezeichnet. Die anderen Pegelhöhen für andere Drehzahlstützpunkte der Ordnung $n=4$ sind mit Punkten eingezeichnet, die durch eine
30 Linie verbunden sind, wobei diese Linie den sich zu höheren Drehzahlen abfla-

chenden Pegelverlauf zeigt. Die gespeicherten Pegelwerte K_n sind Volllastwerte für ein maximal zuspielbares Aktorgeräusch.

5 Dem Datenspeicher 1 wird ein Drehzahlsignal entsprechend der aktuellen Motordrehzahl zugeführt, worauf zugeordnete Pegelwerte K_1 bis K_5 für die zugeordneten fünf Ordnungen ausgelesen und an eine Bewertungseinheit 8 abgegeben werden.

10 Wie aus Fig. 3 ersichtlich sind Pegelwerte 6, 7 an den Drehzahlstützpunkten für 1840 Umdrehungen pro Minute und 2160 Umdrehungen pro Minute gespeichert. Im angenommenen Beispielfall soll die aktuelle Drehzahl jedoch 2000 Umdrehungen pro Minute betragen. Für diesen Fall wird eine lineare Interpolation für geeignete Pegelwerte K_1 bis K_5 vorgenommen, wie dies an der Stelle 2000 Umdrehungen pro Minute eingezeichnet ist.

15 Der Bewertungseinheit 8 wird ein Lastsignal zugeführt, auf dessen Grundlage eine Bewertung der übermittelten Volllastpegelwerte K_1 bis K_5 vorgenommen wird. Insbesondere werden im Teillast- und Schubbetrieb diese Pegelwerte zu den Pegelwerten K_1' bis K_5' reduziert und bewertet.

20 Diese reduzierten Pegelwerte K_1' bis K_5' werden einer Rechneinheit 9 zugeführt, die ein kontinuierliches Zeitsignal als Aktorerregersignal F in der Art einer harmonischen Reihe berechnet mit

$$F = K_1' \cdot \sin(\omega t \cdot 1/2) + \dots + K_5' \cdot \sin(\omega t \cdot 5/2)$$

25 Dieses Aktorerregersignal F wird über einen Leistungsverstärker 10 einem Aktor 11 in der Art eines elektrodynamischen Vibrators zugeführt. Der zeitliche Verlauf eines möglichen Aktorerregersignals F , wie es von der Rechneinheit 9 abgegeben wird, ist beispielhaft in Fig. 5 dargestellt.

30

- Eine weitere Bewertung kann in der Bewertungseinheit 8 ggf. auch am Lastsignal selbst über eine in Fig. 4 dargestellte Ansprechfunktion durchgeführt werden, mit der die Lastabhängigkeit auf ein optimales Ansprechverhalten abgestimmt werden kann. Im dargestellten Beispiel wird ein Lastsignaleingang von 40 % mit einem Lastsignalausgang von 42 % bewertet, wobei dann mit diesem Lastsignalausgang von 42 % die weitere Bewertung der Pegelwerte K_1 bis K_5 erfolgt. Zudem kann eine weitere Bewertung über eine nicht explizit dargestellte Karosserieübertragungsfunktion erfolgen.
- 10 Der Aktor 11 soll in der vorliegenden Ausführungsform als elektrodynamischer Vibrator an einem Frontscheibenquerträger in der Nähe der Stirnwand einer Fahrzeugkarosserie angebracht sein. Der Aktor wandelt das elektrische Aktorsignal in eine Schwingkraft um, die an der Karosserie angreift. Die entstehenden Schwingungen werden als Innengeräusch zusätzlich zum aktuellen Motorgeräusch wahrgenommen, wodurch je nach Auslegung und Dimensionierung der abgelegten Pegelwerte und der Bewertungskurven ein ansprechender Motorsound generiert werden kann.
- 15

Patentansprüche

5

1. Verfahren zur Ergänzung eines Motorgeräusches eines Kraftfahrzeuges mit einem mittels eines Aktors erzeugten Zusatzgeräusch, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

10

a) In einem Datenspeicher (1) eines Steuergeräts wird ein Kennfeld abgelegt dergestalt, dass für definierte Motordrehzahlen an zugeordneten Drehzahlstützstellen (4) und für deren zugeordnete Schwingungen mit Ordnungen (n) als Vielfache der halben Motordrehzahl Pegelwerte (K_n) gespeichert werden;

15

b) Ein Drehzahlsignal entsprechend der aktuellen Motordrehzahl wird ermittelt und dem Steuergerät zugeführt;

20

c) Aus dem Datenspeicher (1) werden die gespeicherten Pegelwerte (K_n) entsprechend dem aktuellen Drehzahlsignal und damit der aktuellen Motordrehzahl und deren höheren Ordnungen ausgelesen und einer Rechneinheit (9) des Steuergeräts übermittelt.

25

d) In der Rechneinheit (9) wird aus den Pegelwerten K_n ein Aktorerregersignal (F) als kontinuierliches Zeitsignal in der Art einer harmonischen Reihe berechnet mit

$$F = K_1 * \sin(\omega t * 1/2) + K_2 * \sin(\omega t * 1) + \dots + K_n * \sin(\omega t * n/2),$$

30

wobei

F = Aktorerregersignal

n = laufende Nummer der Ordnung

ω = Kreisfrequenz entsprechend der aktuellen Motordrehzahl

t = Zeit

5

- e) Das Aktorerregersignal (F) wird über einen Leistungsverstärker (10) als elektrisches Aktorsignal an wenigstens einen Aktor (11) ausgegeben, der wenigstens eine Aktor (11) in der Art eines elektrodynamischen Vibrators setzt das elektrische Aktorsignal in eine Schwingkraft um, wobei der Aktor (11) an einem Karosserieteil zur Erzeugung eines Aktorgeräusches angebracht ist, so dass sich das Motorgeräusch und das jeweils von der aktuellen Motordrehzahl abgeleitete zusätzliche Aktorgeräusch zu einem Gesamtgeräusch überlagern und im Fahrzeuginnenraum wahrgenommen werden.

10

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich ein Lastsignal entsprechend der aktuellen Motorlast ermittelt und dem Steuergerät zugeführt wird, und

20

dass die für die Berechnung der Rechneinheit (9) zugeführten Pegelwerte vorher entsprechend der aktuellen Motorlast für einen realen Motorklang bewertet werden.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gespeicherten Pegelwerte (K_n) Volllastwerte sind, die mittels einer Rechenfunktion in Abhängigkeit des Lastsignals bei Teillast und/oder im Schubetrieb zu bewerteten Pegelwerten (K_n') reduziert werden.

30

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass im Kennfeld Datensätze mit Pegelwerten (K_n') jeder definierten Motordrehzahl und deren Ordnungen zugeordnet sind, wobei diese Pegelwerte (K_n') einer bestimmten Motorlast angepasst sind und entsprechend dem aktuellen Lastsignal und Drehzahlsignal ausgelesen werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehzahlsignal und/oder das Lastsignal aus einem ohnehin im Fahrzeug verwendeten Signalbussystem verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung des Lastsignals ein Motormomentsignal und/oder ein Fahrpedalstellungssignal und/oder ein Gangerkennungssignal und/oder Fahrgeschwindigkeitssignal verwendet sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Karosserieübertragungsfunktion für die Geräuschübertragung vom wenigstens einen körperschallerzeugenden Aktuator in den Fahrzeuginnenraum ermittelt wird, indem der Aktuator mit dem am Motor auftretenden Frequenzspektrum angeregt und frequenzselektiv durchgefahren wird, wobei das dadurch im Fahrzeuginnenraum ankommende Schallsignal hinsichtlich seiner Intensität mit einer Mikrofoneinrichtung gemessen wird, und dass die für die Berechnung zur Verfügung gestellten Pegelwerte (K_n) frequenzselektiv entsprechend der ermittelten Karosserieübertragungsfunktion bewertet werden oder von vorneherein mit dieser Bewertung abgespeichert sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertung der Pegelwerte (K_n') durch ein Lastsignal zudem durch eine Ansprechfunktion für die Lastabhängigkeit auf ein optimal abgestimmtes Ansprechverhalten überlagert wird.
- 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei aktuellen Motordrehzahlen, denen keine definierten Drehzahlstützstellen (4) entsprechen, eine Ermittlung von zugeordneten Pegelwerten (K_n') durch eine Interpolation zwischen den Pegelwerten (6, 7) der beiden nächstliegenden Drehzahlstützstellen erfolgt.
- 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Drehzahlstützstellen im Abstand von 10 U/min bis 1000 U/min bevorzugt im Abstand von ca. 50 U/min angebracht sind, und
- 15
- dass Pegelwerte (K_n') für 0,5 bis 10 Ordnungen ($n = 0,5$ bis 10), vorzugsweise für 10 Ordnungen abgespeichert sind.
- 20
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Aktor (11) an einer Wirkstelle der Karosserie angebracht wird, die eine hohe Empfindlichkeit für die Innengeräuscherzeugung besitzt und bezüglich der akustischen Ortbarkeit dem Motorgeräusch ähnlich ist, vorzugsweise wird der Aktor (11) am Frontscheibenquerträger oder an der Stirnwand angeordnet.
- 25
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor (11), das Steuergerät (1, 8, 9) und der Leistungsverstärker (10) in einer Baueinheit zusammengefasst sind.

1 / 3

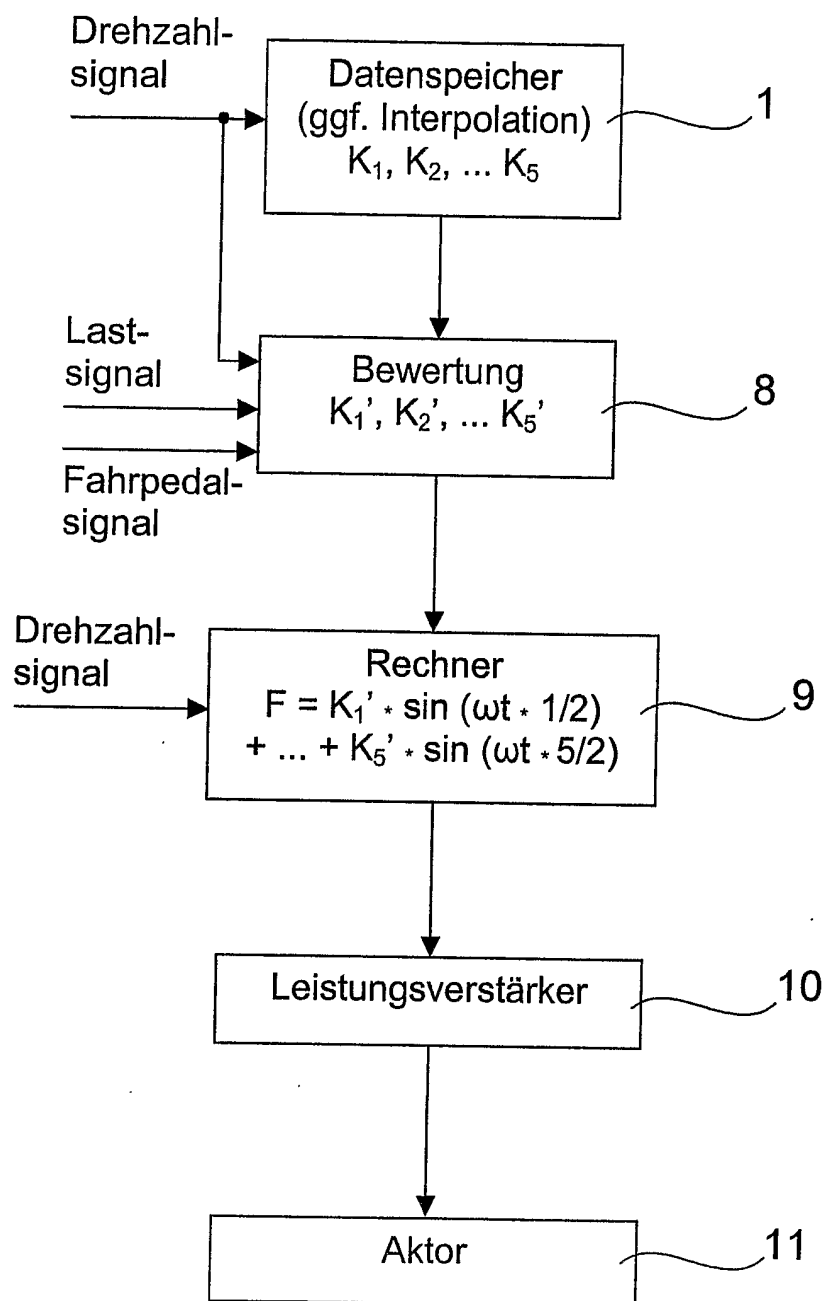


Fig. 1

2 / 3

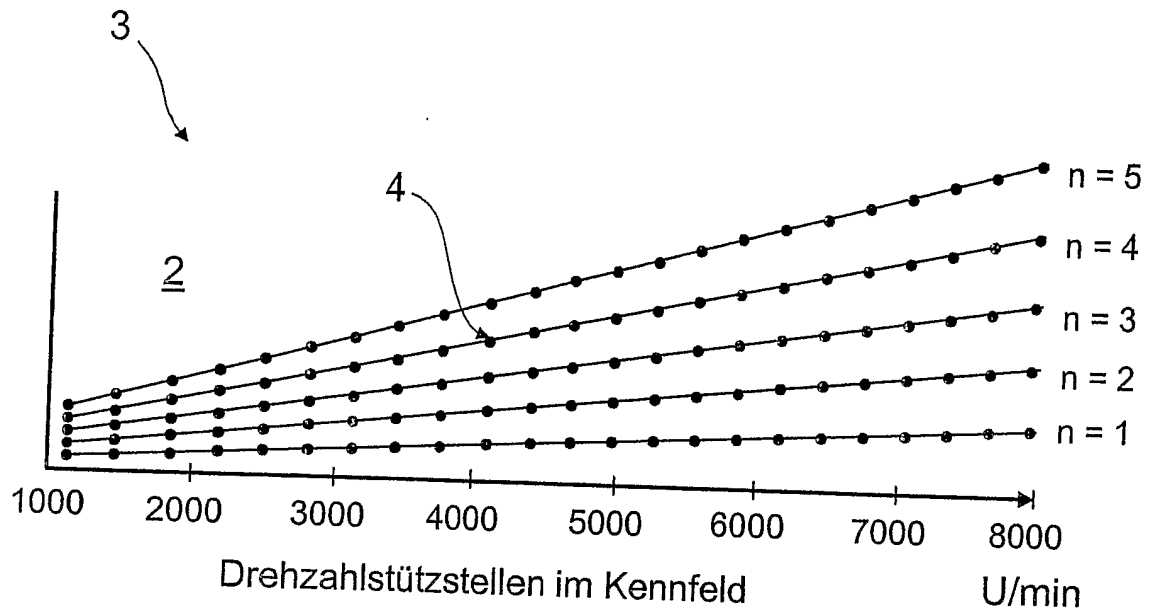


Fig. 2

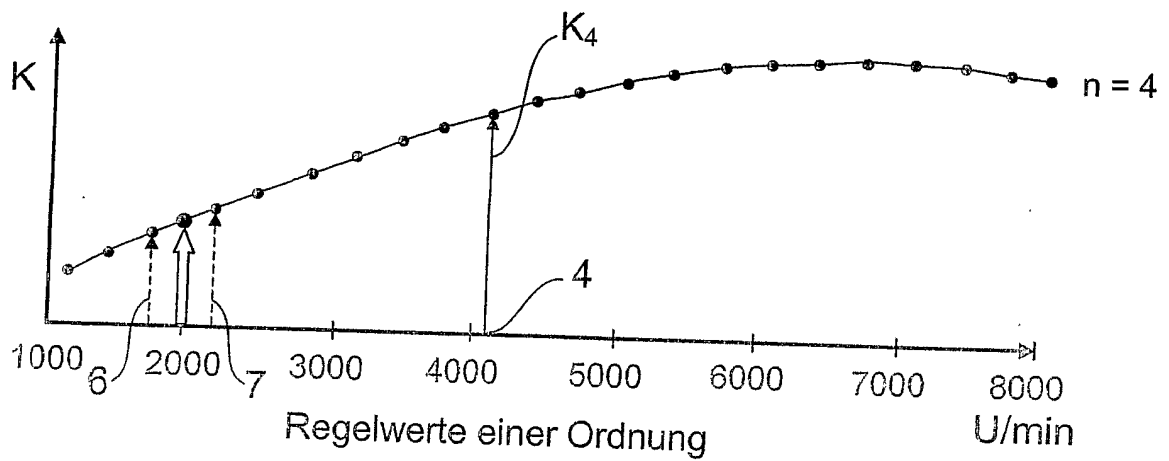
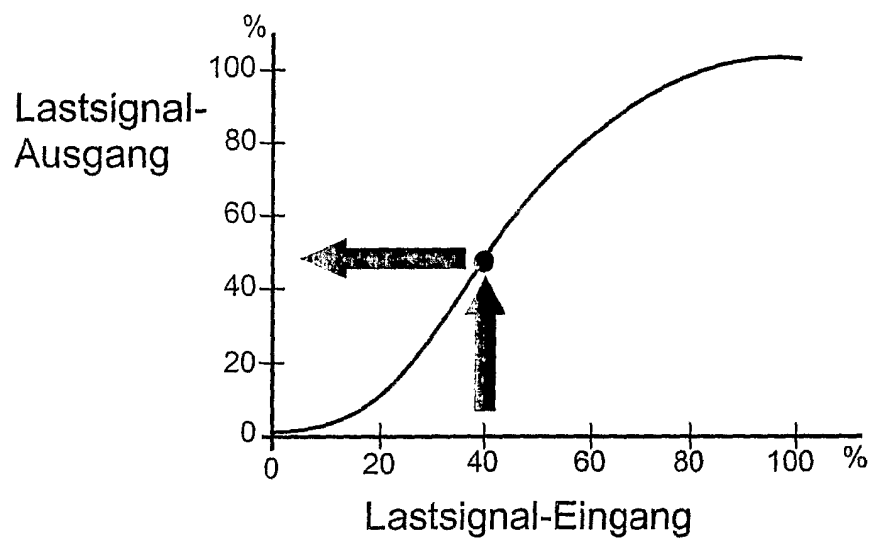
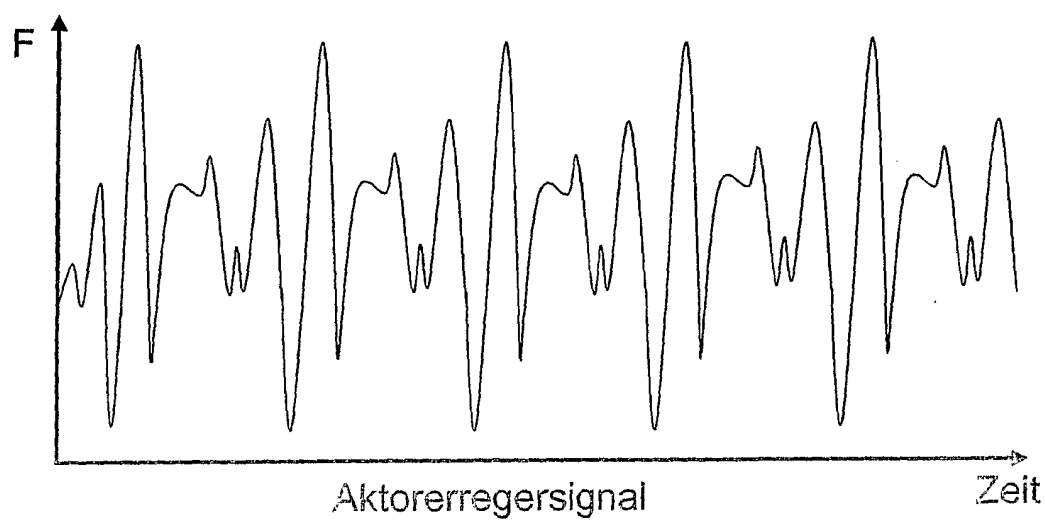


Fig. 3

3 / 3

Fig. 4Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/001724

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G10K15/02

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)
G10K

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.
Y	DE 199 45 259 C1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 11 January 2001 (2001-01-11) column 3, line 8 - column 5, line 11; figure -----	1-12
Y	WO 90/13109 A (GROUP LOTUS PLC) 1 November 1990 (1990-11-01) page 1, line 13 - line 21 page 5, line 21 - line 34 -----	1-12
A	DE 197 46 523 A1 (VOLKSWAGEN AG, 38440 WOLFSBURG, DE) 7 May 1998 (1998-05-07) column 4, line 1 - line 67 -----	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier 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

1 June 2006

Date of mailing of the international search report

12/06/2006

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

Häusser, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/001724

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19945259	C1	11-01-2001	EP 1087376 A2 28-03-2001
		JP 2001130337 A	15-05-2001
WO 9013109	A	01-11-1990	AT 129352 T 15-11-1995
		DE 69023133 D1	23-11-1995
		DE 69023133 T2	21-03-1996
		EP 0469023 A1	05-02-1992
		ES 2078341 T3	16-12-1995
		JP 4504916 T	27-08-1992
		JP 3261128 B2	25-02-2002
DE 19746523	A1	07-05-1998	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/001724

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G10K15/02

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G10K

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.
Y	DE 199 45 259 C1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 11. Januar 2001 (2001-01-11) Spalte 3, Zeile 8 - Spalte 5, Zeile 11; Abbildung	1-12
Y	WO 90/13109 A (GROUP LOTUS PLC) 1. November 1990 (1990-11-01) Seite 1, Zeile 13 - Zeile 21 Seite 5, Zeile 21 - Zeile 34	1-12
A	DE 197 46 523 A1 (VOLKSWAGEN AG, 38440 WOLFSBURG, DE) 7. Mai 1998 (1998-05-07) Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 67	7

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* 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
 - *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
1. Juni 2006	12/06/2006
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 Häusser, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/001724

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19945259	C1	11-01-2001	EP 1087376 A2 28-03-2001
			JP 2001130337 A 15-05-2001
WO 9013109	A	01-11-1990	AT 129352 T 15-11-1995
			DE 69023133 D1 23-11-1995
			DE 69023133 T2 21-03-1996
			EP 0469023 A1 05-02-1992
			ES 2078341 T3 16-12-1995
			JP 4504916 T 27-08-1992
			JP 3261128 B2 25-02-2002
DE 19746523	A1	07-05-1998	KEINE