

(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  
31. Januar 2008 (31.01.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2008/012256 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F16D 66/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/057451

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Juli 2007 (19.07.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 034 167.8 24. Juli 2006 (24.07.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS VDO AUTOMOTIVE AG [DE/DE];  
Siemensstrasse 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ANTE, Johannes [DE/DE]; Droste-Hülshoff-Weg 1, 93055 Regensburg (DE). HEINRICH, Stephan [DE/DE]; Lohstr. 13, 84076 Pfeffenhausen (DE). LANDGRAF, Hans-Peter [DE/DE]; Otto-Hahn-Str. 1, 93053 Regensburg (DE). REITMEIER, Torsten [DE/DE]; Hauptstr. 2, 92442 Wackersdorf (DE).

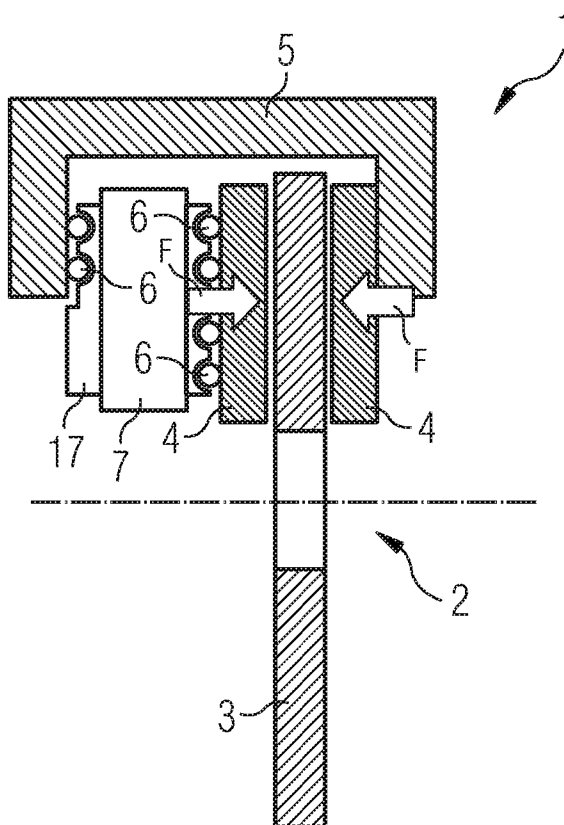
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS VDO AUTOMOTIVE AG; P.O. Box 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VEHICLE BRAKE COMPRISING A BRAKE FORCE MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: FAHRZEUGBREMSE MIT BREMSKRAFTMESSEINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a vehicle brake comprising at least one friction element (4) and a rotatably mounted element for absorbing friction (3), the friction element being pressed against the friction absorbing element in order to create the braking effect, and a sensor for detecting the brake force applied between the friction element and the friction absorbing element. In order to create a vehicle brake in which the applied brake force can be accurately and reliably measured, the sensor is provided with at least one optical waveguide (6) that is disposed within the power flux of the vehicle brake, i.e. between the actuator (7) and the friction element and/or the actuator and the reactive force transducer thereof on the caliper (5), and is deformed by the applied brake force such that the transmission characteristics of the optical waveguide (6) for the incident light waves are modified.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeugbremse mit mindestens einem Reibelement (4) und einem drehbar gelagerten Element zur Reibungsaufnahme (3), wobei zur Erzeugung der Bremswirkung das Reibelemente gegen das Element zur Reibungsaufnahme gepresst wird und mit einem Sensor zur Erfassung der zwischen dem Reibelement und dem Element zur Reibungsaufnahme anliegenden Bremskraft. Um eine Fahrzeugbremse bereitzustellen, bei der die Messung der anliegenden Bremskraft genau und zuverlässig möglich ist, wird vorgeschlagen, dass der Sensor mindestens einen Lichtwellenleiter (6) aufweist, der im Kraftfluss der Fahrzeugbremse d.h. zwischen den Aktuator 7 und dem Reibelement und/oder dem Aktuator und dessen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/012256 A1



LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, 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,

MT, 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).

**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

**FAHRZEUGBREMSE MIT BREMSKRAFTMESSEINRICHTUNG**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeugbremse mit  
mindestens einem Reibelement und einem drehbar gelagerten E-  
lement zur Reibungsaufnahme, wobei zur Erzeugung der Brems-  
wirkung das Reibelemente gegen das Element zur Reibungsauf-  
nahme gepresst wird und mit einem Sensor zur Erfassung der  
10 zwischen dem Reibelement und dem Element zur Reibungsaufnahme  
anliegenden Bremskraft.

Zum Verzögern einer Fahrzeuggeschwindigkeit werden in aller  
Regel Systeme eingesetzt, die die kinetische Energie des  
15 Fahrzeuges über einen Reibungsprozess in Wärme umsetzen. Der-  
artige Bremssysteme werden bei schienengebundenen Fahrzeugen  
genauso eingesetzt wie bei Luftfahrzeugen, bei denen bei der  
Landung die Fahrwerksräder abgebremst werden. Vor allem aber  
bei straßengebundenen Fahrzeugen, wie Personenkraftwagen,  
20 Lastkraftwagen und Motorrädern erfolgt der Bremsprozess mit  
Hilfe eines reibungsbasierten Bremssystems.

Bei straßengebundenen Fahrzeugen werden vielfach Scheiben-  
bremsen eingesetzt. Scheibenbremsen sind dem Fachmann be-  
25 kannt. Als Aktuator dient bei hydraulisch betätigten Schei-  
benbremsen üblicherweise ein Kolben, der mittels Hydraulik-  
druck in Betätigungsrichtung verschiebbar ist. Handelt es  
sich um eine elektromechanisch betätigte Scheibenbremse,  
kommt ein elektromechanischer Aktuator zum Einsatz. Der Aktu-  
30 ator presst die Reibelemente, die bei einer Scheibenbremse  
als Bremsklötze ausgebildet sind, gegen das als Scheibe aus-  
gebildete Element zur Reibungsaufnahme. Zwischen einem elekt-  
romechanischen Aktuator und wenigstens einem Reibbelag kann  
eine Selbstverstärkungseinrichtung angeordnet sein, die die  
35 vom elektromechanischen Aktuator erzeugte Betätigungskraft  
bei einem Bremsvorgang selbsttätig und ohne Zufuhr von Fremd-  
energie verstärkt. Einen solchen Selbstverstärkungseffekt

nutzt zum Beispiel die Keilbremse. Insbesondere bei einer Fahrzeugbremse mit elektromechanischem Aktuator und unabhängig von ihrem genauen konstruktiven Aufbau muss im Betrieb der Fahrzeugbremse die anliegende Bremskraft ständig und möglichst genau erfasst werden, um die Bremskraft zuverlässig und genau so regeln zu können, dass eine von einem Benutzer der Bremse vorgegebene Bremsanforderung eingehalten wird. Mit dem Begriff "anliegende Bremskraft" ist hier die zwischen den Reibelementen und dem Element zur Reibungsaufnahme wirkende Kraft gemeint, die erzeugt wird, wenn die Reibelemente sich zum Abbremsen im Kontakt mit dem Element zur Reibungsaufnahme befinden.

Um die anliegende Bremskraft zu ermitteln, wird beispielsweise ein Dehnungsmessstreifen auf den Bremssattel aufgebracht und dessen Verformung wird während eines Bremsvorgangs gemessen. Jedoch ist die Genauigkeit der Kraftmessung bisher nur unzureichend, da die verwendeten Sensoren Hystereseeffekte zeigen und sich überdies ihr Ausgabesignal mit der Temperatur ändert. Letzteres ist deshalb kritisch, weil sich der Sensor in der Regel in der Nähe eines sich im Bremsbetrieb stark erheizenden Reibelementes befindet. Integrierte Schaltkreise, insbesondere die in Sensoren häufig zum Einsatz kommenden ASICs, haben Probleme damit, den an der Bremse auftretenden hohen Temperaturen standzuhalten und laufen Gefahr, in ihnen gespeicherte Informationen zu verlieren oder völlig zerstört zu werden. Bisher verwendete Sensorelemente, insbesondere Dehnungsmessstreifen, erreichen hinsichtlich prozesstechnischer Qualität und Lebensdauer nicht die Anforderungen, die im Automobilbereich gestellt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Fahrzeugbremse bereitzustellen, bei der die Messung der anliegenden Bremskraft genau und zuverlässig möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

5 Erfindungsgemäß weist der Sensor mindestens einen Lichtwellenleiter auf, der im Kraftfluss der Fahrzeugbremse angeordnet ist und der von der anliegenden Bremskraft verformt wird, womit sich seine Transmissionseigenschaft für die ein-  
10 gestrahlten Lichtwellen ändert. Die Änderung der Transmissionseigenschaften kann sowohl bezüglich der Intensität der Lichtwellen als auch bezüglich der Modenverteilung der Lichtwellen erfolgen. Der Lichtwellenleiter reagiert auch auf kleine  
15 Kräfteänderungen mit gut messbaren Veränderungen der optischen Eigenschaften. Im Bereich der sehr heißen Teile der Fahrzeugbremse müssen keinerlei elektronische Bauteile angeordnet werden, um mittels des Lichtwellenleiters die anliegende Kraft zu bestimmen. Die Änderung der Transmissionseigenschaften des Lichtwelleneiters ist ein direktes Maß für die Änderung der anliegenden Kraft. Im Gegensatz zu Dehnungs-  
20 messstreifen weist der Lichtwellenleiter keine Hystereseeffekte auf.

Bei einer Weiterbildung erfasst der Sensor zur Erfassung der Bremskraft auch den Druck mit dem das Reibelement gegen das  
25 Element zur Reibungsaufnahme gepresst wird. Hierzu muss neben der Information über die anliegende Bremskraft auch die Fläche bekannt sein, mit der das Reibelement auf das Element zur Reibungsaufnahme gepresst wird. Der Bremsdruck stellt ebenfalls eine wertvolle Information zur Steuerung der Fahrzeug-  
30 bremsen dar.

Bei einer nächsten Weiterbildung wird die Veränderung der Transmissionseigenschaften des Lichtwellenleiters für Lichtwellen durch die Verformung des Querschnittes des Lichtwellenleiters zur Bestimmung der Bremskraft verwendet. Auf den  
35 des Querschnittes des Lichtwellenleiters kann eine relativ hohe Kraft ausgeübt werden, ohne, dass der Lichtwellenleiter

dadurch beschädigt werden würde. Damit kann durch die Verformung des Querschnittes des Lichtwellenleiters die relativ hohe Bremskraft besonders vorteilhaft erfasst werden.

5 Bei einer Ausgestaltung ist dem Lichtwellenleiter eine Lichtquelle zugeordnet, die Lichtwellen in den Lichtwellenleiter abstrahlt. Daneben ist dem Lichtwellenleiter ein Lichtempfänger zugeordnet, der die durch den Lichtwellenleiter transportierten Lichtwellen aufnimmt und in ein elektrisches Signal  
10 wandelt. Die Lichtquelle und der Lichtempfänger bilden zusammen mit dem Lichtwellenleiter einen Bremskraftsensor. Die erzeugten elektrischen Signale aus dem Lichtempfänger lassen sich besonders gut zu Steuerung der Bremskraft weiter verarbeiten.

15 Bei einer nächsten Ausgestaltung wertet eine Auswerteeinheit die Signale des Lichtempfängers aus und verwendet sie zur Steuerung der Bremskraft.

20 Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend unter Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezugnahme auf die Zeichnungen angegeben. In der Zeichnungen zeigen:

25 Figur 1: eine schematisierte Schnittdarstellung einer Fahrzeugbremse;

Figur 2: einen Ausschnitt der in Figur 1 dargestellten Fahrzeugbremse;

30 Figur 3: die Wirkungsweise des Kraftsensors;

Figur 4: die aus der Figur 3 bekannte Sensoranordnung im kräftefreien Zustand;

35 Figur 5: eine Draufsicht auf einen Bremskolben;

Figur 6: eine weitere eine Draufsicht auf einen Bremskolben;

Figur 7: eine Trommelbremse;

5 Figur 8: einen Schnitt durch einen Lichtwellenleiter;

Figur 9: einen Lichtwellenleiter unter der Einwirkung der Bremskraft;

10 Figuren 10 bis 13: beispielhaft Ausgestaltungen der Nuten.

Figur 1 zeigt in schematisierter Darstellung einer Schwimmsattel-Scheibenbremse 1 für ein Kraftfahrzeug im Schnitt. Die  
15 Scheibenbremse 1 weist eine auf einer Nabe 2 eines nicht weiter dargestellten Rades mitlaufende Bremsscheibe 3 auf, an die von beiden Seiten Reibelemente 4 in Form von Bremsbelägen im Rahmen eines Bremsvorgangs gepresst werden. Die Bremsscheibe 3 bildet hier das Element zur Reibungsaufnahme. Die  
20 Reibelemente 4 sind in einem Bremsattel 5 angebracht, der die Bremsscheibe 3 umspannt. Als Schwimmsattelbremse hat die dargestellte Scheibenbremse 1 nur einen Aktuator 7, der auf einer Seite der Bremsscheibe 3 angeordnet ist. Zur im Wesentlichen gleichmäßigen Übertragung der Bremskraft auf beide  
25 Seiten der Bremsscheibe 3 ist der Bremsattel 5 längs verschieblich gelagert, so dass er eine von dem Aktuator 7 aufgebrachte Bremskraft  $F$  gleichmäßig auf beide Seiten der Bremsscheibe 3 aufbringt.

30 Im vorliegenden Beispiel soll ein elektromechanisch wirkender Aktuator 7 in der Fahrzeugbremse 1 verwendet werden. Gegenüber bekannten hydraulischen Scheibenbremsen fehlt bei einer elektromechanisch aktivierten Scheibenbremse jede Rückmeldung einer an der Scheibenbremse 1 anliegenden Bremskraft an einen  
35 Fahrer. Zudem weisen Schwimmsattel-Scheibenbremsen den Nachteil einer relativ großen elastischen Verformung bzw. Verwindung auf, so dass sich ein nur ungenau festlegbarer Druck-

punkt ergibt. Diese beiden vorstehend genannten Eigenschaften machen eine permanente und möglichst genaue Ermittlung einer im Betrieb aktuell an der Bremsscheibe 3 anliegenden Bremskraft  $F$  erforderlich.

5

Der Aktuator 7 weist Bremskolben 17 auf, die beweglich im Aktuator 7 angeordnet sind. Ein Elektromotor beispielsweise, der auch in dem Aktuator angeordnet ist, kann die Bremskolben 17 verschieben und damit die Bremskraft  $F$  gegen die Reibelemente 7 aufbauen. Hierbei entsteht ein Kraftfluss vom Aktuator 7 über den Bremssattel 5 hin zum rechten Reibelement 4 sowie vom Aktuator 7 direkt zum linken Reibelement 4. Damit werden beide Reibelemente 4 gegen die Bremsscheibe 3 gepresst. Zur Messung der anliegenden Bremskraft sind im Kraftfluss der Fahrzeugbremse 1 Sensoren ausgebildet, die die angelegte Bremskraft  $F$  erfassen. Die Sensoren umfassen Lichtwellenleiter 6, die auf den Bremskolben 17 angeordnet sind. Die Anordnung der Lichtwellenleiter 6 auf den Bremskolben 17 ist hier aber nur beispielhaft zu verstehen, da die Lichtwellenleiter 6 an jeder Stelle des Kraftflusses in der Fahrzeugbremse einsetzbar sind. Die vom Aktuator 7 aufgebaute Bremskraft  $F$  verformt die Lichtwellenleiter 6, womit deren optische Transmissionseigenschaften für eingestrahlte Lichtwellen 13 verändert werden. Diese Änderung der Transmissionseigenschaften für eingestrahlte Lichtwellen 13 kann von einem Lichtempfänger 9 detektiert werden. Die Änderung der Transmissionseigenschaften für eingestrahlte Lichtwellen 13 erfolgt entsprechend der Verformung der Lichtwellenleiter 6, die wiederum proportional zu der auf die Lichtwellenleiter 6 wirkenden Bremskraft  $F$  ist. Damit ist die Veränderung der Transmissionseigenschaften für die eingestrahlten Lichtwellen 13 proportional zu der auf den Lichtwellenleiter 6 wirkenden Kraft  $F$ . Mit dem hier vorgestellten Aufbau ist auf einfache Art und Weise eine hochgenaue Messung der an der Fahrzeugbremse 1 anliegenden Bremskraft  $F$  realisierbar. Im heißen Bereich der Fahrzeugbremse 1, der durch die Reibung der Reibelemente 4 an dem Reibungsaufnehmer 3 entsteht, ist kein Ein-

10  
15  
20  
25  
30  
35

satz von elektronischen Bauelementen notwendig. Allein die Lichtwellenleiter 6, die zum Beispiel aus robustem Fiberglas hergestellt sein können, werden durch den heißen Bereich der Fahrzeugbremse geführt, womit eine sichere und langzeitstabile Messung der anliegenden Bremskraft  $F$  möglich wird. Darüber hinaus zeigen die Lichtwellenleiter 6 keine Hystereseeffekte und die Messergebnisse sind nicht abhängig von der an den Reibelementen 4 erzeugten Temperatur.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt der in Figur 1 dargestellten Fahrzeugbremse 1. Zu erkennen ist ein Teil des Bremssattels 5 sowie der Aktuator 7 mit seinem Bremskolben 17. Zwischen dem Bremskolben 17 und dem Bremssattel 5 sind die Lichtwellenleiter 6 angeordnet. Die anliegende Bremskraft  $F$  wirkt direkt auf die Lichtwellenleiter 6. Die Lichtwellenleiter 6 sind in Führungsnuten 19 angeordnet. Die Führungsnuten 19 verhindern zum einen das ungewollte Verschieben der Lichtwellenleiter 6, zum anderen können die Führungsnuten 19 derart geformt sein, dass bei einer bestimmten anliegenden Bremskraft  $F$  die Verformung des Lichtwellenleiters 6 in einer ganz speziellen und gezielten Form erfolgt. Dargestellt sind hier zum Beispiel eine spitze Führungsnut 19 und eine Führungsnut 19, die sich als Polygonzug darstellt. Durch eine vorteilhafte Ausgestaltung der Führungsnuten 19 kann gezielt auf die mögliche Änderung der Transmissionseigenschaften für die eingestrahelten Lichtwellen 13 beim Anlegen der Bremskraft  $F$  an die Lichtwellenleiter 6 hingewirkt werden.

Figur 3 zeigt die Wirkungsweise des gesamten Kraftsensors, der aus dem Lichtwellenleiter 6, der Lichtquelle 8 und dem Lichtempfänger 9 besteht. Darüber hinaus ist eine Auswerteeinheit 11 mit einem Mikrocontroller 12 zu erkennen. Die Auswerteeinheit 11 kann zum Beispiel die Lichtquelle 8 ansteuern, die Lichtwellen 13 mit einer bestimmten Intensität und einem bestimmten Spektrum in den Lichtwellenleiter 6 aussendet. Die Lichtwellen 13 werden auf Grund der Totalreflexion an den Wänden des Lichtwellenleiters 6 im Lichtwellenleiter 6

geführt. In Figur 3 ist eine Situation dargestellt, in der der Aktuator 7 mit seinen Bremskolben 17 eine Bremskraft F auf die Reibelemente 4 ausübt. Der zwischen dem Bremskolben 17 und dem Reibelement 4 angeordnete Lichtwellenleiter 6 wird durch die Bremskraft F verformt. Diese Verformung verursacht eine Veränderung der Transmissionseigenschaften des Lichtwellenleiters 6 für die eingestrahlt Lichtwellen 13. Durch die Verformung des Lichtwellenleiters 6 kann die Intensität der Lichtwellen 13 verringert werden, indem sie zum Beispiel im Bereich der Verformung des Lichtwellenleiters 6 aus dem Lichtwellenleiter 6 teilweise herausgestreut werden. Darüber hinaus kann die Modenverteilung der eingestrahlt Lichtwellen 13 verändert werden, was auch mit dem Lichtempfänger 9 detektiert werden kann. Sowohl die Intensitätsinformation als auch die Modeninformation und die Veränderung der spektralen Zusammensetzung der Lichtwellen 13 beim Durchgang durch den unter der Bremskraft F verformten Lichtwellenleiter 6 können zur Bewertung der auf den Lichtwellenleiter 6 ausgeübten Bremskraft F herangezogen werden. Dazu ist der Lichtempfänger 9 mittels elektrischer Leitungen 10 mit der Auswerteeinheit 11 verbunden. In der Auswerteeinheit 11 kann ein Mikrocontroller 12 angeordnet sein, der die empfangenen Signale sofort in Steuersignale für eine Kraftfahrzeugelektronik umsetzt. Die Information über die anliegende Bremskraft F wird von der Auswerteeinheit 11 über die elektrische Leitung 10 der nachfolgenden Fahrzeugelektronik zur Verfügung gestellt. Mit diesen Informationen kann beispielsweise die Bremskraft F in einer elektrischen Keilbremse sehr genau reguliert werden.

Figur 4 zeigt die aus der Figur 3 bekannte Sensoranordnung im kräftefreien Zustand. Wiederum ist ein Mikrocontroller 12 zu erkennen, der in einer Auswerteeinheit 11 angeordnet ist. Die Auswerteeinheit 11 steuert die Lichtquelle 8 an, die die Lichtwellen 13 in den Lichtwellenleiter 6 aussendet. Der Aktuator 7 erzeugt nun keine Kraft mit seinem Bremskolben 17, womit auch keine Verformung des Lichtwellenleiters 6 erfolgt. Die in den Lichtwellenleiter 6 eingestrahlt Lichtwellen 13

können den Lichtwellenleiter 6 nun ungehindert passieren und gelangen so zum Lichtempfänger 9. Der Lichtempfänger 9 detektiert ein Signal, das sich deutlich von dem unterscheidet, das sich nach der in der Figur 3 dargestellten Situation ergibt. Auf diese Art und Weise ist es möglich, den kräftefreien Fall der Fahrzeugbremse sicher zu erfassen. Die Signale des Lichtempfängers 9 werden über elektrische Leitungen 10 an die Auswerteeinheit 11 übermittelt. Die Auswerteeinheit 11 kann mit dem in ihr integrierten Mikrocontroller 12 die Signale verarbeiten und entsprechende Informationen an die nachfolgende Fahrzeugelektronik über elektrische Leitungen 10 ausgeben. In den Figuren 3 und 4 ist deutlich zu erkennen, dass im heißen Bereich der Fahrzeugbremse, nämlich in der Nähe des Reibelementes 4, nur die Lichtwellenleiter 6 angeordnet sind. Lichtwellenleiter 6 können aus sehr robusten Materialien hergestellt werden, die vor allem gegen hohe Temperaturen beständig sind. Die notwendige elektronische Auswerteeinheit 11 kann in entsprechender Entfernung vom heißen Bereich der Fahrzeugbremse 1 angeordnet sein, wodurch die in der Auswerteeinheit 11 vorhandene Elektronik nicht thermisch belastet wird.

Figur 5 zeigt eine Draufsicht auf den Bremskolben 17. Zu erkennen ist der auf dem Bremskolben 17 angeordnete Lichtwellenleiter 6. Als mögliche Anordnung ist hier in Figur 5 eine schlangenlinienförmige Aufbringung des Lichtwellenleiters 6 auf den Bremskolben 17 gezeigt. Auch Figur 6 zeigt den Bremskolben 17 mit dem darauf angeordneten Lichtwellenleiter 6. Hier ist der Lichtwellenleiter 6 in einer schneckenförmigen Weise auf der Oberfläche des Bremskolbens 17 angeordnet.

Die Figuren 5 und 6 zeigen nur beispielhaft die Anordnung des Lichtwellenleiters 6 auf dem Bremskolben 17. Es sind jedoch vielfältige Anordnungen des Lichtwellenleiters 6 im gesamten Kraftfluss der Fahrzeugbremse denkbar.

Als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Figur 7 eine Fahrzeugbremse 1 in Form einer Trommelbremse dargestellt. Die Trommelbremse besteht aus einer Bremstrommel 15, die hier das Element zur Reibungsaufnahme bildet, und Bremsbacken 14, die hier die Reibelemente 4 darstellen. Der Radbremszylinder 16 bildet den Aktuator 7, der wiederum Bremskolben 17 enthält, die die vom Aktuator 7 erzeugte Bremskraft F auf die Reibelemente 4 übertragen. Zwischen den Bremskolben 17 und den Reibelementen 4 sind abermals die Lichtwellenleiter 6 angeordnet. Die Bremskraft F setzt sich über die Bremskolben 17 und die Lichtwellenleiter 6 auf die Reibelemente 4 fort. Die zwischen den Reibelementen 4 und den Bremskolben 17 angeordneten Lichtwellenleiter 6 werden unter dem Einfluss der Bremskraft F verformt. Diese Verformung kann genutzt werden, um die anliegende Bremskraft F zu ermitteln und das Bremssystem entsprechend zu steuern.

Figur 8 zeigt einen Schnitt durch einen Lichtwellenleiter 6, wobei im Lichtwellenleiter 6 die Mittelachse 18 gekennzeichnet ist. Im Beispiel der Figur 8 ist der Lichtwellenleiter 6 kräftefrei gelagert, was bedeutet, dass keine Bremskraft F vom Aktuator 7 erzeugt wird. Der Lichtwellenleiter 6 hat eine ideale runde Form, und er kann die eingestrahelten Lichtwellen 13 optimal übertragen.

In Figur 9 ist der Lichtwellenleiter 6 in einem Schnitt unter der Einwirkung der Bremskraft F dargestellt. Die Verformung des Querschnittes Lichtwellenleiters 6 wird zur Bestimmung der Bremskraft F verwendet. Der Lichtwellenleiter 6 zeigt nun eine elliptische Verformung, wodurch sich seine Transmissionseigenschaften für die eingestrahelten Lichtwellen 13 im Vergleich zu der in Figur 8 dargestellten Situation verändern. Diese Veränderung der Transmissionseigenschaften für die eingestrahelten Lichtwellen 13 kann hervorragend genutzt werden, um die anliegende Bremskraft F zu ermitteln.

Die Figuren 10 bis 13 zeigen beispielhaft Ausgestaltungen der Nuten 19, in denen die Lichtwellenleiter 6 angeordnet sind. Auch bei der Ausgestaltung dieser Nuten 19 gibt es vielfältige Variationsmöglichkeiten. Mit der Ausgestaltung der Nuten 5 19 kann eine bestimmte gewollte Änderung der Transmissionseigenschaften des Lichtwellenleiters 6 unter dem Einfluss der Bremskraft  $F$  modelliert werden. Somit kann eine optimale Abhängigkeit des Transmissionsverhaltens des Lichtwellenleiters 6 von der angelegten Bremskraft  $F$  erreicht werden.

## Patentansprüche

1. Fahrzeugbremse (1) mit mindestens einem Reibelement (4) und einem drehbar gelagerten Element (3) zur Reibungs-  
5 aufnahme, wobei zur Erzeugung der Bremswirkung das Reibelemente (4) gegen das Element (3) zur Reibungsaufnahme gepresst wird und mit einem Sensor zur Erfassung der zwischen dem Reibelement (4) und dem Element (3) zur Reibungsaufnahme anliegenden Bremskraft (F), da -  
10 durch gekennzeichnet, dass der Sensor mindestens einen Lichtwellenleiter (6) aufweist, der im Kraftfluss der Fahrzeugbremse (1) angeordnet ist und der von der anliegenden Bremskraft (F) verformt wird, womit sich seine Transmissionseigenschaft für die ein-  
15 gestrahlten Lichtwellen (13) ändert.
2. Fahrzeugbremse (1) nach Anspruch 1, da durch  
gekennzeichnet, dass der Sensor zur Erfassung der Bremskraft (F) auch den Druck erfasst mit dem  
20 das Reibelement (4) gegen das Element (3) zur Reibungsaufnahme gepresst wird.
3. Fahrzeugbremse (1) nach Anspruch 1 oder 2, da -  
25 durch gekennzeichnet, dass die Veränderung der Transmissionseigenschaften des Lichtwellenleiters (6) für Lichtwellen (13) durch die Verformung des Querschnittes des Lichtwellenleiters (6) zur Bestimmung der Bremskraft (F) verwendet wird.
- 30  
4. Fahrzeugbremse (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, da durch gekennzeichnet, dass dem  
Lichtwellenleiter (13) eine Lichtquelle (8) zugeordnet  
ist, die Lichtwellen (13) in den Lichtwellenleiter (6)  
35 abstrahlt.

5. Fahrzeugbremse (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass dem Lichtwellenleiter (6) ein Lichtempfänger (9) zugeordnet ist, der die durch den Lichtwellenleiter (6) transportierten Lichtwellen (13) aufnimmt und in ein elektrisches Signal wandelt.
- 5
6. Fahrzeugbremse (1) nach Anspruch 4, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass eine elektronische Auswerteeinheit (11) die Abstrahlung der Lichtwellen (13) aus der Lichtquelle (8) steuert.
- 10
7. Fahrzeugbremse (1) nach Anspruch 5, da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass eine Auswerteeinheit die (11) Signale des Lichtempfängers (9) auswertet und zur Steuerung der Bremskraft (F) verwendet.
- 15



FIG 3

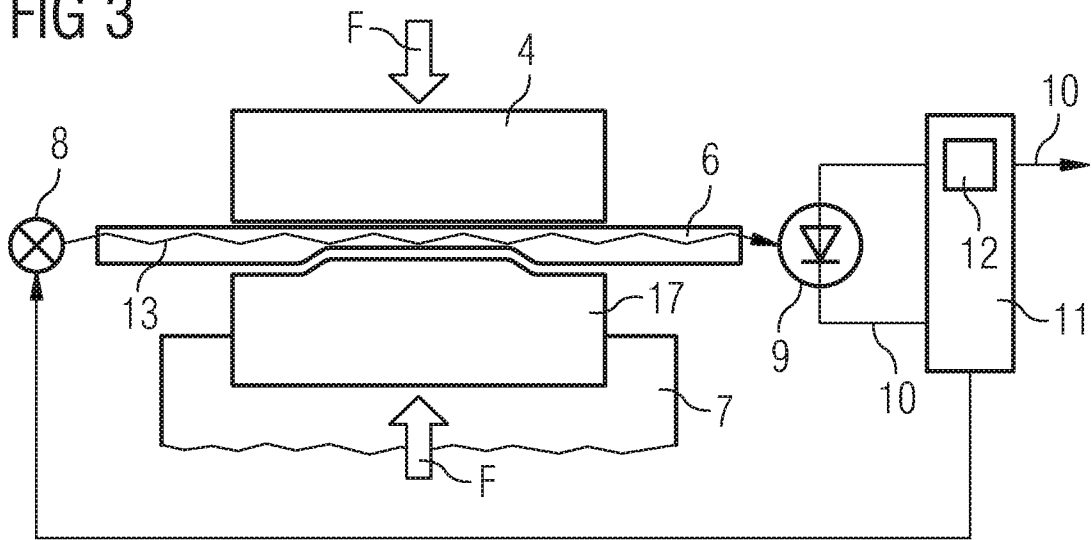


FIG 4

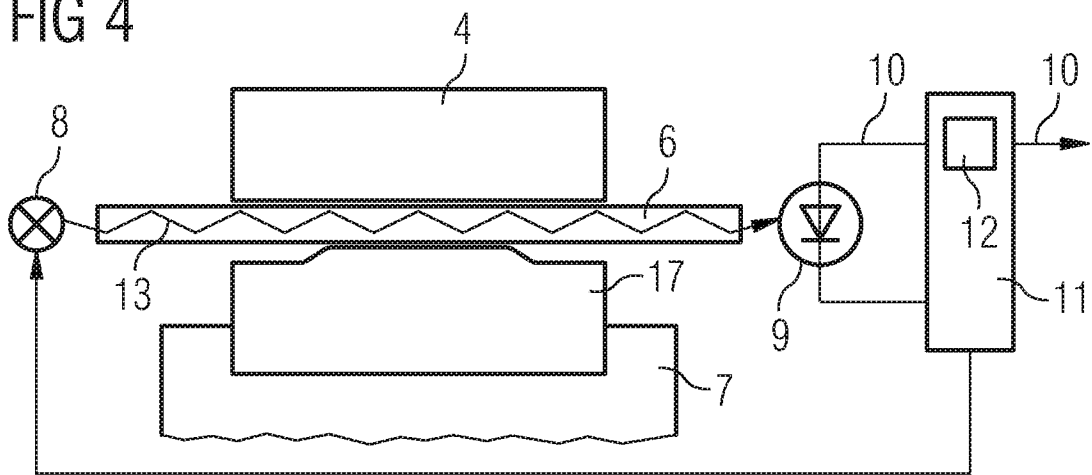


FIG 5

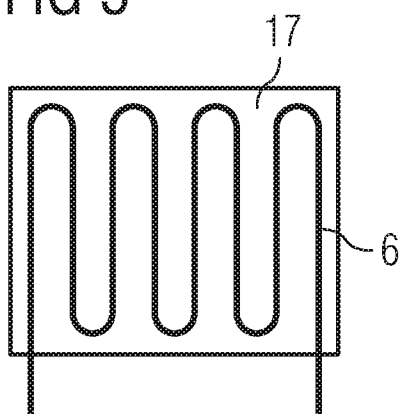


FIG 6

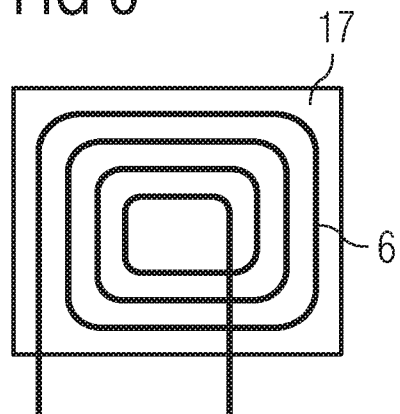


FIG 7

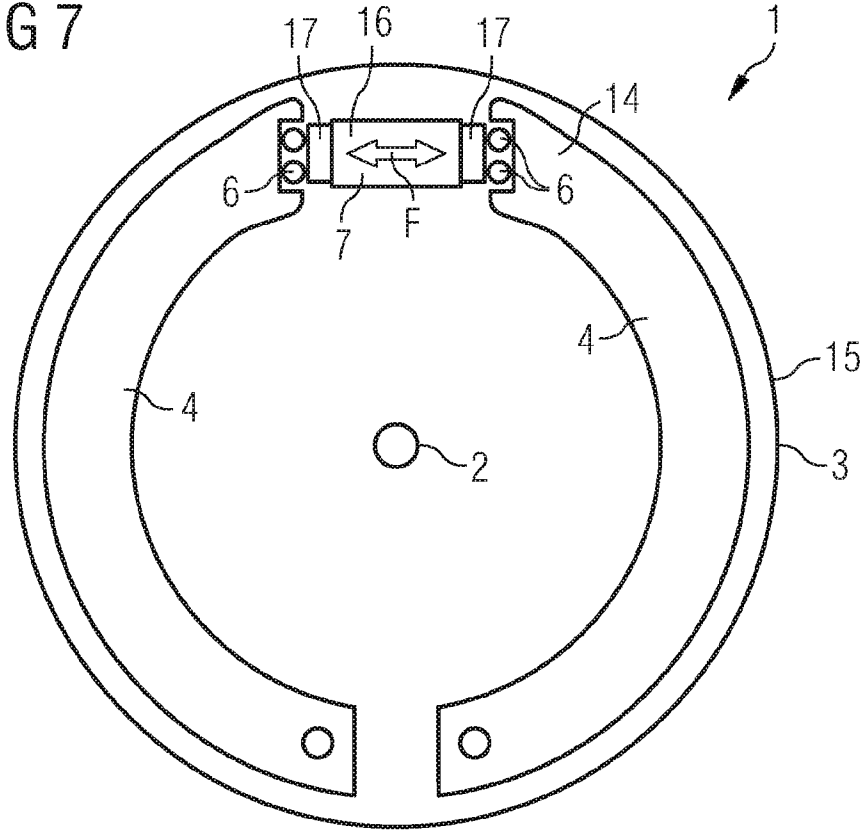


FIG 8



FIG 9

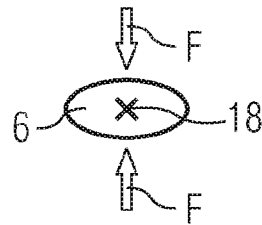


FIG 10

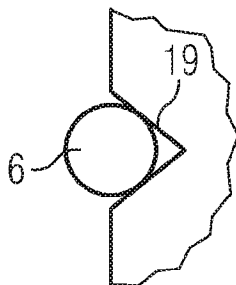


FIG 11

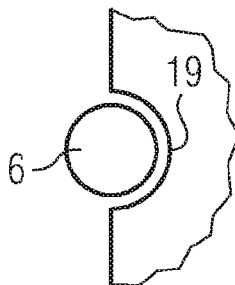


FIG 12

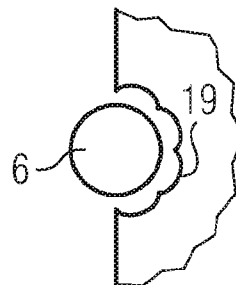
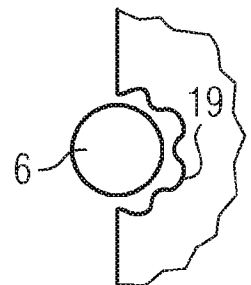


FIG 13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/057451

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. F16D66/00

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)  
F16D G01L

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 196 52 230 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18 June 1998 (1998-06-18) abstract; figure 1 -----	1-7
Y	FR 2 658 291 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 16 August 1991 (1991-08-16) abstract; figure -----	1-7
Y	WO 03/035444 A (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]; GILLES LEO [DE]) 1 May 2003 (2003-05-01) abstract; figure 1 -----	1-7
Y	US 4 990 769 A (HAZAN JEAN-PIERRE [FR] ET AL) 5 February 1991 (1991-02-05) abstract; figures 9A-10 column 6, line 1 - line 52 -----	1-7
-/--		

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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.</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30 Oktober 2007	07/11/2007

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  <p style="text-align: center;">Junk, Michael</p>
---	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/057451

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 834 671 A (CONTINENTAL AG [DE]) 8 April 1998 (1998-04-08) abstract; figure 1 column 8, line 2 - line 47; figure 5 -----	1, 2, 4-7
A	EP 0 388 040 A2 (LUCAS IND PLC [GB]) 19 September 1990 (1990-09-19) column 2, line 17 - column 3, line 33; figure 2 -----	1, 4-7
A	JP 2005 308147 A (HONDA MOTOR CO LTD) 4 November 2005 (2005-11-04) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/057451

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19652230	A1	18-06-1998	AU 5853998 A 15-07-1998
			CZ 9902019 A3 15-12-1999
			WO 9827357 A1 25-06-1998
			EP 0943061 A1 22-09-1999
			JP 2001507779 T 12-06-2001
			KR 20000057578 A 25-09-2000
			PL 333929 A1 31-01-2000
			SK 74499 A3 16-05-2000
			US 6230854 B1 15-05-2001
			-----
FR 2658291	A1	16-08-1991	NONE
-----			
WO 03035444	A	01-05-2003	AT 295491 T 15-05-2005
			DE 10152422 A1 08-05-2003
			EP 1438519 A2 21-07-2004
			ES 2242881 T3 16-11-2005
			US 2004195055 A1 07-10-2004
-----			
US 4990769	A	05-02-1991	DE 68904391 D1 25-02-1993
			EP 0365062 A1 25-04-1990
			FR 2637080 A1 30-03-1990
			JP 2126127 A 15-05-1990
-----			
EP 0834671	A	08-04-1998	DE 19640995 A1 16-04-1998
			US 6176352 B1 23-01-2001
-----			
EP 0388040	A2	19-09-1990	DE 69001840 D1 15-07-1993
			DE 69001840 T2 28-10-1993
			JP 2266133 A 30-10-1990
			US 4995480 A 26-02-1991
-----			
JP 2005308147	A	04-11-2005	NONE
-----			

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2007/057451

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. F16D66/00

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F16D G01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 196 52 230 A1 (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 18. Juni 1998 (1998-06-18) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-7
Y	FR 2 658 291 A1 (CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]) 16. August 1991 (1991-08-16) Zusammenfassung; Abbildung -----	1-7
Y	WO 03/035444 A (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]; GILLES LEO [DE]) 1. Mai 2003 (2003-05-01) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-7
Y	US 4 990 769 A (HAZAN JEAN-PIERRE [FR] ET AL) 5. Februar 1991 (1991-02-05) Zusammenfassung; Abbildungen 9A-10 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 52 ----- -/--	1-7

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
30. Oktober 2007	07/11/2007
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  Junk, Michael

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/057451

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 834 671 A (CONTINENTAL AG [DE]) 8. April 1998 (1998-04-08) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 2 - Zeile 47; Abbildung 5 -----	1,2,4-7
A	EP 0 388 040 A2 (LUCAS IND PLC [GB]) 19. September 1990 (1990-09-19) Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 33; Abbildung 2 -----	1,4-7
A	JP 2005 308147 A (HONDA MOTOR CO LTD) 4. November 2005 (2005-11-04) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2007/057451**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19652230	A1	18-06-1998	AU 5853998 A 15-07-1998
			CZ 9902019 A3 15-12-1999
			WO 9827357 A1 25-06-1998
			EP 0943061 A1 22-09-1999
			JP 2001507779 T 12-06-2001
			KR 20000057578 A 25-09-2000
			PL 333929 A1 31-01-2000
			SK 74499 A3 16-05-2000
			US 6230854 B1 15-05-2001
FR 2658291	A1	16-08-1991	KEINE
WO 03035444	A	01-05-2003	AT 295491 T 15-05-2005
			DE 10152422 A1 08-05-2003
			EP 1438519 A2 21-07-2004
			ES 2242881 T3 16-11-2005
			US 2004195055 A1 07-10-2004
US 4990769	A	05-02-1991	DE 68904391 D1 25-02-1993
			EP 0365062 A1 25-04-1990
			FR 2637080 A1 30-03-1990
			JP 2126127 A 15-05-1990
EP 0834671	A	08-04-1998	DE 19640995 A1 16-04-1998
			US 6176352 B1 23-01-2001
EP 0388040	A2	19-09-1990	DE 69001840 D1 15-07-1993
			DE 69001840 T2 28-10-1993
			JP 2266133 A 30-10-1990
			US 4995480 A 26-02-1991
JP 2005308147	A	04-11-2005	KEINE