

(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
9. November 2006 (09.11.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/117293 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01L 9/16 (2006.01) **B60T 17/22** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/061676

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2006 (19.04.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102005021010.4 3. Mai 2005 (03.05.2005) DE
102005038008.5 9. August 2005 (09.08.2005) DE
10 2006 018 482.3 19. April 2006 (19.04.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO.OHG**
[DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/M (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ZAHOUT-HEIL,
Carsten** [DE/DE]; Rossdorfer Strasse 68a, 64287 Darm-
stadt (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG
& CO.OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/M (DE).

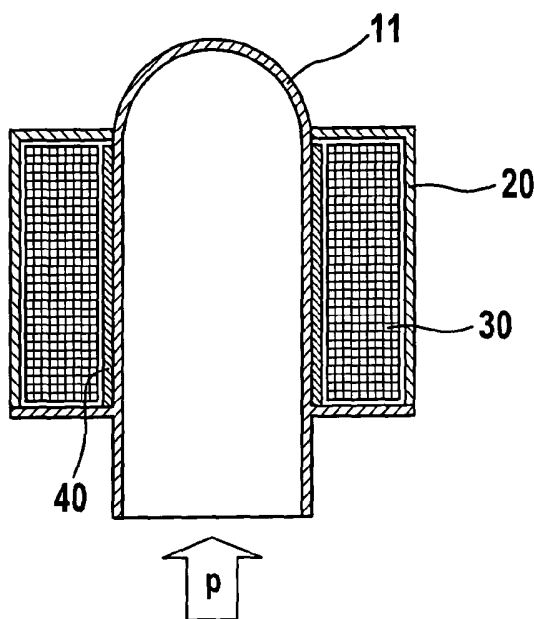
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MAGNETOELASTIC PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung: MAGNETOELASTISCHER DRUCKSENSOR



(57) Abstract: The invention relates to a magnetoelastic pressure sensor used to measure hydraulic pressures in motor vehicle braking systems, said pressure sensor comprising a hollow deformation body (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), a flux concentrating piece (20), and a detection means for detecting a pressure-induced permeability variation. The deformation body consists of a magnetoelastic material or is coated with a magnetoelastic material, or a magnetoelastic sensor element (50) is arranged inside the deformation body. The detection means is a coil (30) or a Hall sensor (8) and a magnetic field generating means, and the pressure sensor is embodied in at least two parts, at least one part being arranged in or on an electronic unit and at least one part being arranged in or on a hydraulic unit of a control unit of the motor vehicle braking system. The pressure sensor is formed when the electronic unit is mounted on the hydraulic unit.

(57) Zusammenfassung: Magnetoelastischer Drucksensor, welcher zur Messung von Hydraulikdrücken in Kraftfahrzeugbremsanlagen geeignet ist, wobei der Drucksensor einen hohlen Verformungskörper (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), ein Flussleitstück (20) und ein Detektionsmittel zum Sensieren einer druckinduzierten Permeabilitätsänderung umfasst, wobei der Verformungskörper aus einem magnetoelastischen Material

besteht oder mit einem magnetoelastischen Material beschichtet ist oder wobei sich im Inneren des Verformungskörpers ein magnetoelastisches Sensorelement (50) befindet, wobei das Detektionsmittel: eine Spule (30) oder ein Hallsensor (8) und ein Magnetfelderzeugungsmittel ist, und wobei der Drucksensor zwei- oder mehrteilig ausgeführt ist, wobei zumindest ein Teil in oder an einer Elektroneinheit und zumindest ein Teil in oder an einer Hydraulikeinheit einer Steuereinheit der Kraftfahrzeugbremsanlagen angeordnet ist und der Drucksensor bei einer Montage der Elektroneinheit an der Hydraulikeinheit durch die sich zusammenfügenden Teile gebildet wird.

WO 2006/117293 A1



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.

Magnetoelastischer Drucksensor

Die Erfindung betrifft einen magnetoelastischen Drucksensor zur Messung von Hydraulikdrücken in Kraftfahrzeugbremsanlagen gemäß Oberbegriff von Anspruch 1.

Zum sicheren und komfortablen Betreiben moderner Kraftfahrzeuge ist es erforderlich, eine Vielzahl von verschiedenen Parametern sensorisch zu erfassen. Beispielsweise werden vielfach elektronisch geregelte Bremsanlagen in Kraftfahrzeugen eingesetzt. Diese weisen vermehrt sicherheitsrelevante Unterfunktionen, wie z.B. ein Antiblockiersystem (ABS) oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) auf. Zur Steuerung bzw. Regelung dieser Bremsanlagen ist es erforderlich, dass die Bremsdrücke bzw. die zu den Bremsdrücken proportionalen Drucksignale erfasst und verarbeitet werden.

Zur Messung eines Drucks sind zahlreiche Prinzipien bekannt. Meist führt der zu erfassende Druck bei einem Verformungskörper, welcher als Messelement verwendet wird, zu einer Gestaltsänderung (Verformung) oder zu einer Änderung der mechanischen Spannung. Die Änderung eines nachfolgenden Widerstandsnetzwerkes kann dann über einfache elektronische Schaltungen ausgewertet werden.

Aus der Schrift EP 0 450 933 A1 geht ein Drucksensor hervor, welcher eine dünne Schicht aus einer amorphen Magnetlegierung mit magnetoelastischer Eigenschaft umfasst. Der Drucksensor ist einteilig ausgeführt und aufwändig ausgeformt.

Ferner ist aus der DE 36 04 088 A1 ein Drucksensor nach dem magnetoelastischen (magnetostriktiven) Prinzip bekannt, wobei der dort beschriebene Aufbau einen sehr aufwändigen Verformungskörper und ein sehr aufwändiges Sensorteil aufweist. Letzteres wird durch ein Anschlusskabel elektrisch versorgt.

Ein Sensor, der an einer zu einem Einspritzventil führenden Einspritzleistung einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine angeordnet ist, ist aus der WO 02/066809 A2 bekannt.

Aus der US 6,393,921 B1 geht eine magnetoelastische Sensoranordnung hervor.

Aus der im Jahre 1994 von Herrn Holger Kabelitz an der Technischen Universität Berlin im Fachbereich für Konstruktion und Fertigung verfassten Dissertation mit dem Titel „Entwicklung und Optimierung magnetoelastischer Sensoren und Aktuatoren“ gehen bereits Messmethoden für die magnetischen Eigenschaften dünner Schichten und Folien hervor. Darüber hinaus werden für diese magnetoelastischen Materialien, die nur eine geometrische Strukturierung in nur einer Ebene zulassen, geeignete Bauformen für Sensoren und Aktuatoren vorgestellt.

Aus der JP 2005-280536 A geht eine Vorrichtung zur Regelung des Bremsflüssigkeitsdrucks für Fahrzeuge hervor. Diese umfasst ein Flüssigkeitsdruckerfassungsmittel, welches ein magnetostriktives Element und eine am Umfang des magnetostriktiven Elements angeordnete Erfassungsspule aufweist, wobei das magnetostriktive Element und die Erfassungsspule in einem Hydraulikblock angeordnet sind und die Erfassungs-

spule über einen Anschlussstift mit der Regelelektronik verbunden wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Drucksensor zur Messung von Hydraulikdrücken in Kraftfahrzeugbremsanlagen bereitzustellen, welcher einen modularen, kontaktlosen Aufbau aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den magnetoelastischen Drucksensor nach Anspruch 1 gelöst.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, den magnetoelastischen Effekt zur Erfassung eines Druckes auszunutzen, wobei der Messwert (Druck) berührungs- bzw. kontaktlos an eine Auswerteelektronik übertragen wird. Es wird die druckinduzierte mechanische Spannung in einem Verformungskörper durch ein magnetoelastisches Material ausgewertet, welches seine Permeabilität in Abhängigkeit von der mechanischen Spannung ändert. Dabei kann der Verformungskörper aus einem magnetoelastischen Material bestehen oder mit einem magnetoelastischen Material beschichtet sein oder es befindet sich im Inneren des Verformungskörpers ein magnetoelastisches Sensorelement. Die Änderung der Permeabilität wird mit einem Detektionsmittel, welches entweder eine Spule oder ein Hallelement mit einem Magnetfelderzeugungsmittel ist, ausgewertet. Der Drucksensor ist zwei- oder mehrteilig ausgeführt, wobei jeweils zumindest ein Teil in oder an einer elektronischen Kontrolleinheit (ECU) und in oder an einer hydraulischen Kontrolleinheit (HCU) der Steuereinheit einer Kraftfahrzeugbremsanlage angeordnet ist. Bei der Montage von ECU und HCU zu einer Steuereinheit entsteht so durch das Zusammenfügen der Teile der Drucksensor.

Dabei ist es bevorzugt, dass zumindest eine Spule oder der Hallsensor in oder an der ECU angeordnet ist.

Ebenso ist es bevorzugt, dass zumindest der Verformungskörper in oder an der HCU angeordnet ist. Bei der Montage von ECU und HCU entsteht so durch das Zusammenfügen von ECU und HCU eine magnetische Kopplung zwischen Verformungskörper und Spule oder Hallsensor, die eine Messung der druckproportionalen Änderung der Permeabilität des Verformungskörpers mit Hilfe der Spule oder des Hallsensors ermöglicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Verformungskörper zur Stabilisierung kuppelförmig ausgebildet.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Verformungskörper an einer seiner Oberflächen einen versteiften Deckel auf, welcher eine übermäßige Verformung des Verformungskörpers verhindert.

Außerdem ist es bevorzugt, dass innerhalb und/oder außerhalb des Verformungskörpers mit diesem verbundene Versteifungsringe angeordnet sind, welche eine übermäßige „bauchige“ Verformung des Verformungskörpers verhindern.

Das Flussleitstück und die Spule des erfindungsgemäßen Drucksensors sind bevorzugt außerhalb des Verformungskörpers angeordnet.

Dabei ist es auch bevorzugt, dass zusätzlich eine Referenzspule außerhalb des Verformungskörpers angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist diese in einem sich nicht druckabhängig verformenden Bereich des Verformungskörpers oder des Sensorelements angeordnet. Mit Hilfe der Referenzspule

lassen sich Herstellungs- und Einbautoleranzen und Temperatureinflüsse kompensieren.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind das Flussleitstück und die Spule des erfindungsgemäßen Drucksensors innerhalb des Verformungskörpers angeordnet.

Bei einem magnetoelastischen Drucksensor mit Hallelement ist es bevorzugt, dass das Magnetfeld zur Auswertung der druckinduzierte Änderung des magnetischen Widerstandes des Verformungskörpers durch einen Permanentmagneten oder ein anderes Mittel, welches ein Magnetfeld besitzt, hervorgerufen wird.

Es ist aber auch bevorzugt, dass das Magnetfeld durch eine Spule hervorgerufen wird. Diese wird besonders bevorzugt durch eine Wechselspannung angesteuert. Dadurch kommt es zu einer symmetrischen Aussteuerung des Hallsensors, wodurch sich Störsignale leichter unterdrücken lassen.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Drucksensors ist seine einfache Geometrie sowie seine Zweiteilung, welche eine getrennte Anordnung, Montage und Herstellung der beiden Einzelteile ermöglicht. Außerdem ist die berührungs- bzw. kontaktlose Übertragung des Messwertes von dem mit dem zu messenden Druck beaufschlagten Verformungskörper, welcher z.B. in der HCU angeordnet ist, zu dem Detektionsmittel zum Sensieren einer druckinduzierten Permeabilitätsänderung, welches z.B. in der ECU angeordnet ist, von Vorteil.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen magnetoelastischen Drucksensors ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen an Hand von Figuren.

Es zeigen:

- Fig. 1a einen Drucksensor mit einem magnetoelastischen Verformungskörper,
- Fig. 1b einen Drucksensor mit einem Verformungskörper, welcher mit einem magnetoelastischen Material beschichtet ist,
- Fig. 2a einen Drucksensor mit einem magnetoelastischen Sensorelement im Inneren eines Verformungskörpers,
- Fig. 2b einen Drucksensor mit einem verstärkten Verformungskörper,
- Fig. 3 einen Drucksensor mit einer innerhalb eines Verformungskörpers angeordneten Spule,
- Fig. 4a einen ersten Drucksensor mit einer Referenzspule,
- Fig. 4b einen zweiten Drucksensor mit einer Referenzspule,
- Fig. 5 einen ersten Drucksensor mit einem Hallsensor, und
- Fig. 6 einen zweiten Drucksensor mit einem Hallsensor.

Fig. 1a zeigt einen magnetoelastischen Drucksensor, welcher einen kuppelartigen Verformungskörper 10 aus einem magnetoelastischen Material, ein Flussleitstück 20, und eine

äußere Spule 30 aufweist. In den Verformungskörper 10 wird ein Druck p , z.B. ein Hydraulikdruck einer Kraftfahrzeugbremse, eingeleitet. Durch den Druck p wird eine mechanische Spannung im Verformungskörper 10 hervorgerufen, welche zu einer Permeabilitätsänderung des magnetoelastischen Materials des Verformungskörpers 10 führt. Die Permeabilitätsänderung bewirkt die Änderung der Induktivität der äußeren Spule 30, die durch das Flussleitstück 20 magnetisch an den Verformungskörper 10 angekoppelt ist. Diese Induktivitätsänderung kann nachgewiesen und zur Bestimmung des Druckes p herangezogen werden.

In Fig. 1b ist ein Drucksensor mit einem Verformungskörper 11 dargestellt, wobei hier, im Gegensatz zu dem in Fig. 1a gezeigten Verformungskörper 10, der Verformungskörper 11 eine Schicht 40 aus einem magnetischen Material aufweist. Der übrige Aufbau entspricht dem der Fig. 1a.

Fig. 2a zeigt einen Drucksensor mit einem magnetoelastischen Sensorelement 50 im Inneren eines Verformungskörpers 12. Der Verformungskörper 12 weist hierbei anstelle der kuppelförmigen Ausprägung gemäß Fig. 1 einen versteiften Deckel auf, welcher eine übermäßige Verformung des Verformungskörpers 12 verhindern soll. Die druckinduzierte Verformung des Verformungskörpers 12 sorgt für eine proportionale mechanische Spannung im Sensorelement 50. Der weitere Aufbau ist identisch wie in der Fig. 1 beschrieben.

In Fig. 2b ist ein Drucksensor mit einem magnetoelastischen Verformungskörper 13 dargestellt. Der Verformungskörper 13 weist hierbei, wie in Fig. 2a, einen versteiften Deckel auf. Darüber hinaus ist der Verformungskörper 13 in seinem Inneren (auch von außen möglich) durch Versteifungsringe 60 ergänzt. Diese sollen eine „bauchige“ Verformung des Ver-

formungskörpers 13 verhindern, wodurch eine Reduzierung der radialen Spannungen erreicht wird. Der weitere Aufbau ist analog zu den vorherigen Drucksensoren gemäß Fig. 1 und 2a.

Fig. 3 zeigt einen Drucksensor mit einer innerhalb eines Verformungskörpers 14 angeordneten Spule 30. Die Druckeinkleitung erfolgt hier von der Außenseite, d.h. der Druck p wirkt auf den Deckel des Verformungskörpers 14. Der Verformungskörper 14 ist mit einer Schicht 50 aus magnetoelastischem Material versehen.

In Fig. 4a ist ein erster Drucksensor mit einer Referenzspule 70 dargestellt. Der Verformungskörper 15 ist bei dieser Ausführungsform im oberen Bereich, da wo der Verformungskörper 15 von der Referenzspule 70 umschlossen wird, massiv ausgeführt. Hierdurch wird vermieden, dass sich der Verformungskörper 15 in diesem Bereich verformen kann, so dass die Referenzspule 70 immer die konstante, d.h. nicht die druckabhängige, Induktivität des Verformungskörpers 15 misst. Durch diese Referenzspule 70 lassen sich also Herstellungs- bzw. Einbautoleranzen und Temperatureinflüsse kompensieren. Der weitere Aufbau entspricht dem der Figuren 1 und 2.

Fig. 4b zeigt einen zweiten Drucksensor mit einer Referenzspule 70. Im Gegensatz zu Fig. 4a ist hier der Verformungskörper 16 im Bereich der Referenzspule 70 nicht massiv ausgeführt, sondern es ist durch einen Steg der Verformungskörper 16 in zwei Bereiche, nämlich in einen druckabhängigen Bereich innerhalb der äußeren Spule 30 und einen druckunabhängigen Bereich innerhalb der Referenzspule 70, unterteilt. Der weitere Aufbau entspricht dem der Fig. 4a.

Wie bereits gesagt, wird der Druck durch Messung der Induktivität bestimmt. Misst man zusätzlich noch den ohmschen Widerstand der äußeren Spule 30, so ist dies ein Maß für die Temperatur.

Fig. 5 zeigt einen Drucksensor, welcher einen Verformungskörper 17, ein Flussleitstück 20 (Eisenrückschluss), einen Hallsensor 8 und einen Permanentmagneten 9 umfasst. In Fig. 5a ist der Drucksensor in Frontansicht, in Fig. 5b in räumlicher Ansicht dargestellt. Der Verformungskörper 17 kann aus einem magnetoelastischen Material gefertigt sein oder mit einem solchen beschichtet sein oder ein magnetoelastisches Sensorelement im Inneren enthalten. Durch den Permanentmagneten 9 wird ein magnetischer Fluss erzeugt, welcher durch ein Flussleitstück 20 geführt und durch den Verformungskörper 17 geleitet wird. Der magnetische Fluss wird durch den Hallsensor 8 gemessen. Wird in den Verformungskörper 17 ein Hydraulikdruck einer Kraftfahrzeugbremse eingeleitet, so wird durch den Druck p eine mechanische Spannung im Verformungskörper 17 hervorgerufen, welche zu einer Permeabilitätsänderung des magnetoelastischen Materials führt. Die Permeabilitätsänderung führt zu einer Änderung des magnetischen Widerstandes des Verformungskörpers 17 und damit zu einer Änderung des Flusses durch den eingekoppelten Hallsensor 8. Die Ausgangsspannung des Hallsensors 8 ist dann ein Maß für den zu messenden Druck p .

Der Vorteil des in Fig. 5 dargestellten Drucksensors liegt in der Möglichkeit zur Miniaturisierung des Systems. Durch den Wegfall der Spule(n) 30, 70 (siehe Fig. 1 bis 4) kann dieser beispielgemäße Sensor deutlich kleiner werden. Zusätzlich wird die Auswertung vereinfacht. Es muss nicht die Induktivität der Spule oder aufwendig die Kopplung zwischen zwei magnetischen Kreisen bestimmt werden, sondern

es kann das analoge Signal des Hallsensors ausgewertet werden. Dies ist aus messtechnischer Sicht weitaus weniger anspruchsvoll. Die Ausgangsspannung des Hallsensors ist streng proportional zu dem in den Verformungskörper 17 eingeleiteten Druck p .

In Fig. 6 ist ein Drucksensor dargestellt, bei welchem im Gegensatz zu dem in Fig. 5 gezeigten Drucksensor das Magnetfeld nicht durch einen Permanentmagneten 9 sondern durch eine Spule 80 erzeugt wird. Der übrige Aufbau entspricht dem der Fig. 5. Der beispielegemäße Drucksensor umfasst zwar zusätzlich zum Hallsensor 8 wieder - wie in den Figuren 1 bis 4 - eine Spule, diese kann jedoch deutlich kleiner ausfallen. Der Vorteil dieses Sensors liegt in der Möglichkeit zur symmetrischen Aussteuerung des Hallsensors 8 durch Anregung der Spule 80 mit einer Wechselspannung. Dadurch lassen sich Störsignale, die von außen eingekoppelt werden, leichter unterdrücken.

Neben den in Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsformen eines magnetoelastischen Drucksensors mit einem Flussleitstück 20, einem Hallsensor 8 und einem Magnetfelderzeugungsmittel ist auch eine entsprechende Ausführungsform eines magnetoelastischen Drucksensors ohne Flussleitstück denkbar. Ein entsprechender magnetoelastischer Drucksensor umfasst dann einen Verformungskörper, einen Hallsensor und ein Magnetfelderzeugungsmittel. Die Empfindlichkeit eines solchen Drucksensors ist dann im Vergleich zur Ausführungsform mit Flussleitstück herabgesetzt.

Bei modernen Steuereinheiten für Kraftfahrzeugbremsanlagen wird ein/e elektronische/r Kontrolleinheit/Regler (ECU) meist unabhängig von einer hydraulischen Kontrolleinheit (HCU) hergestellt. Diese beiden Teile (ECU und HCU) werden

anschließend zu einer Steuereinheit, beispielsweise für ein Anti-Blockier-System (ABS) zusammengefügt. Durch den in Fig. 1, 2, 4, 5 und 6 gezeigten Aufbau kann der Verformungskörper 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 unabhängig von den anderen Komponenten (äußere Spule 30, ggf. vorhandene Referenzspule 70, Hallsensor 8, Flussleitstück 20, Permanentmagnet 9 oder Spule 80) in der HCU montiert werden, während die äußere Spule 30 und ggf. die Referenzspule 70 oder der Hallsensor 8 und der Permanentmagnet 9 oder die Spule 80 (ähnlich wie bei den Spulen zur Ansteuerung von Schaltventilen) in der ECU angebracht wird. Bei der Endmontage entsteht durch das Zusammenfügen (Aufstecken über den Verformungskörper) eine magnetische Kopplung, die eine Messung der Induktivität des Verformungskörpers durch die Spule 30 und ggf. die Referenzspule 70 oder durch den Magnetfeldfluss durch den Hallsensor 8, welcher von dem Permanentmagneten oder einer Spule erzeugt wird, ermöglicht. Die druckproportionale Permeabilität des Verformungskörpers wird also mit Hilfe der übergestülpten Spule 30 oder des aufgesteckten Hallensors 8 gemessen. Es erfolgt also eine drahtlose bzw. kontaktlose Übertragung des Druckwertes von der HCU zur ECU. Die elektrische Verbindung der äußeren Spule 30 und ggf. der Referenzspule 70 oder des Hallensors 8 und ggf. der Spule 80 erfolgt innerhalb der ECU. Es ist also nicht mehr erforderlich, dass zur Messung des Hydraulikdrucks innerhalb der HCU eine elektrische Verbindung, z.B. über Federkontakte oder Steckverbindungen, zwischen der ECU und der HCU besteht.

Bei dem in Fig. 3 abgebildeten Drucksensor ist eine elektrische Verbindung zwischen der Spule 30 und der ECU erforderlich. Diese Verbindung kann auf herkömmliche Weise (z.B. Federkontakte, Steckverbinder) hergestellt werden.

Als magnetoelastische Materialien sind ferromagnetische Materialien, insbesondere ferromagnetische Metalle (z.B. Eisen, Kobalt, Nickel (bei Raumtemperatur) oder Lanthanoide (bei tiefen Temperaturen)), geeignet. Auch zahlreiche Legierungen zeigen ein magnetoelastisches Verhalten, z.B. metallische Gläser, die oftmals Terbium enthalten. Besonders geeignet sind auch Nickel-Eisen-Legierungen, wie beispielsweise Permenorm® (Marke der Firma Vacuumschmelze, Hanau), oder Kobalt-Eisen-Legierungen, wie beispielsweise Vacoflux® und Vacodur® (Marken der Firma Vacuumschmelze, Hanau). Auch hoch legierte Edelstahlverbindungen können verwendet werden. Darüber hinaus weist eine Großzahl von Stählen einen magnetoelastischen Effekt auf, wobei je nach Anwendung das ein oder andere Material zu bevorzugen ist.

Patentansprüche:

1. Magnetoelastischer Drucksensor, welcher zur Messung von Hydraulikdrücken in Kraftfahrzeugbremsanlagen geeignet ist, wobei der Drucksensor einen hohlen Verformungskörper (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), ein Flussleitstück (20) und ein Detektionsmittel zum Sensieren einer druckinduzierten Permeabilitätsänderung umfasst, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Verformungskörper aus einem magnetoelastischen Material besteht oder mit einem magnetoelastischen Material beschichtet ist oder dass sich im Inneren des Verformungskörpers ein magnetoelastisches Sensorelement (50) befindet, dass das Detektionsmittel
 - eine Spule (30) oder
 - ein Hallsensor (8) und ein Magnetfelderzeugungsmittelist, und dass der Drucksensor zwei- oder mehrteilig ausgeführt ist, wobei zumindest ein Teil in oder an einer Elektronikeinheit und zumindest ein Teil in oder an einer Hydraulikeinheit einer Steuereinheit der Kraftfahrzeugbremsanlagen angeordnet ist und der Drucksensor bei einer Montage der Elektronikeinheit an der Hydraulikeinheit durch die sich zusammenfügenden Teile gebildet wird.
2. Magnetoelastischer Drucksensor nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Verformungskörper (12, 13, 14) an einer seiner Oberflächen einen versteiften Deckel aufweist, welcher eine übermäßige Verformung des Verformungskörpers verhindert.
3. Magnetoelastischer Drucksensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass innerhalb und/oder außer-

halb des Verformungskörpers mit diesem verbundene Versteifungsringe (60) angeordnet sind, welche eine übermäßige „bauchige“ Verformung des Verformungskörpers verhindern.

4. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Flussleitstück (20) und die Spule (30) außerhalb des Verformungskörpers (10, 11, 12, 13, 15, 16) angeordnet sind.
5. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Flussleitstück (20) und die Spule (30) innerhalb des Verformungskörpers (14) angeordnet sind.
6. Magnetoelastischer Drucksensor nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass zusätzlich eine Referenzspule (70) außerhalb des Verformungskörpers angeordnet ist.
7. Magnetoelastischer Drucksensor nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Referenzspule in einem sich nicht druckabhängig verformenden Bereich des Verformungskörpers oder des Sensorelements angeordnet ist.
8. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Verformungskörper (10, 11) kuppelförmig ausgebildet ist.
9. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Magnetfelderzeugungsmittel ein Permanentmagnet (9) ist.

10. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Magnetfelderzeugungsmittel eine, insbesondere mit einer Wechselspannung angesteuerte, Spule (80) ist.
11. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Teil des Drucksensors, welcher in oder an der Elektronikereinheit angeordnet ist, zumindest eine Spule oder den Hallsensor umfasst.
12. Magnetoelastischer Drucksensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Teil des Drucksensors, welcher in oder an der Hydraulikeinheit angeordnet ist, zumindest den Verformungskörper umfasst.

1 / 4

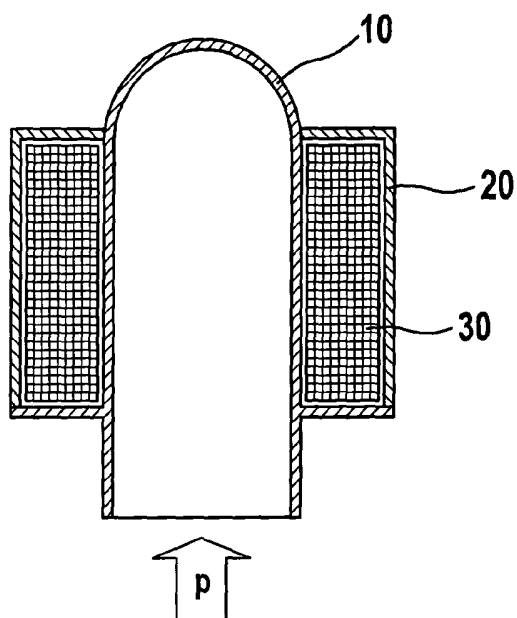


Fig. 1a

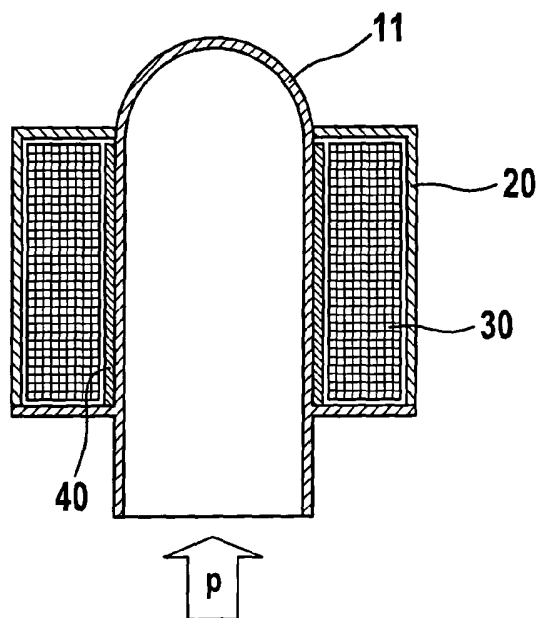


Fig. 1b

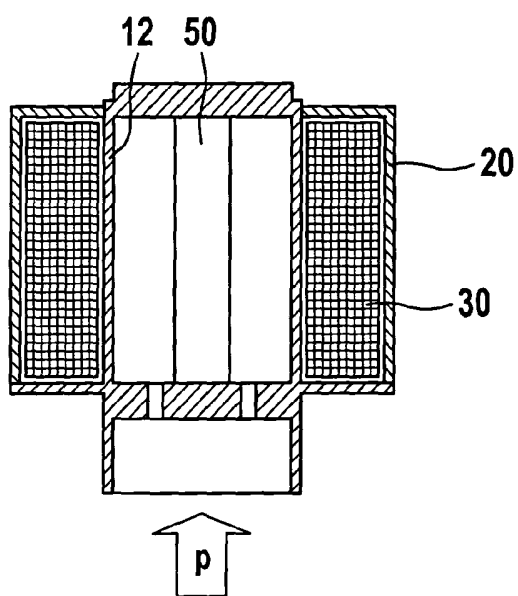


Fig. 2a

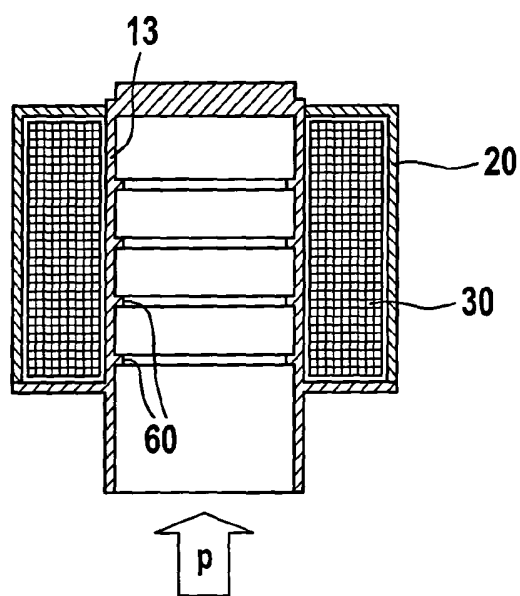


Fig. 2b

2 / 4

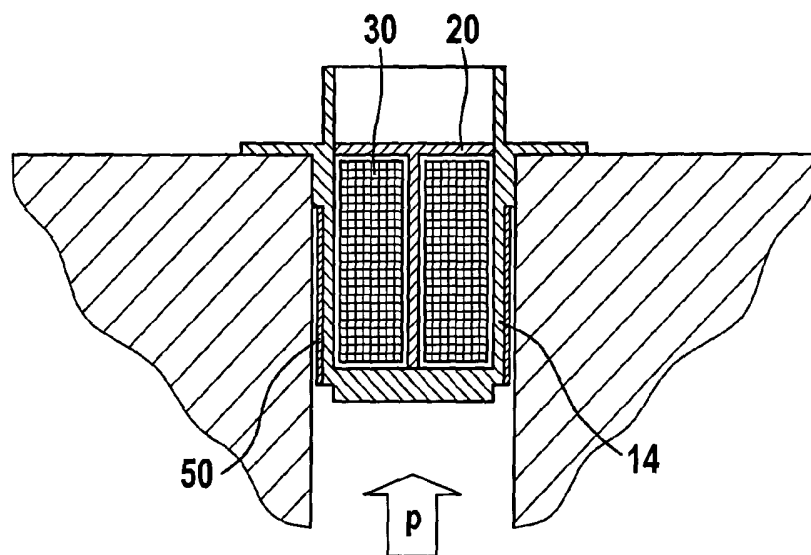


Fig. 3

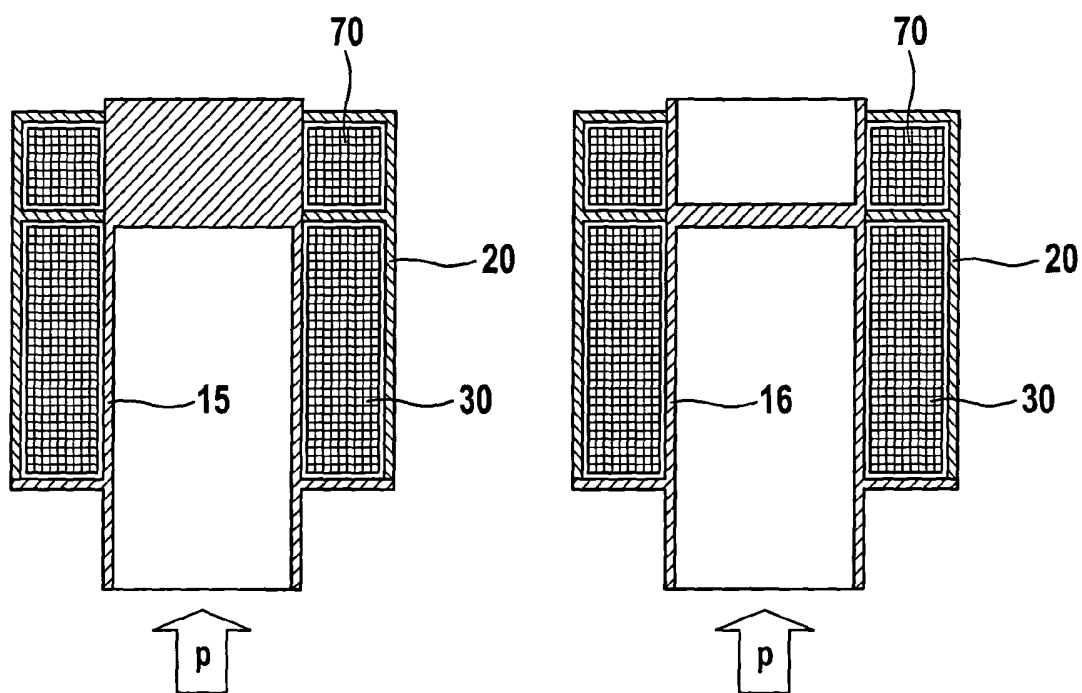


Fig. 4a

Fig. 4b

3 / 4

Fig. 5a

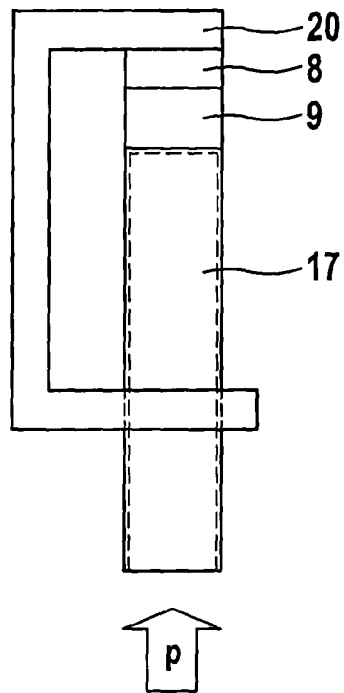
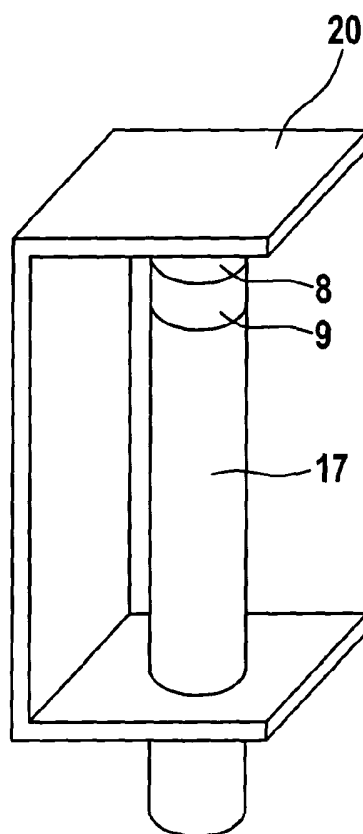


Fig. 5b



4 / 4

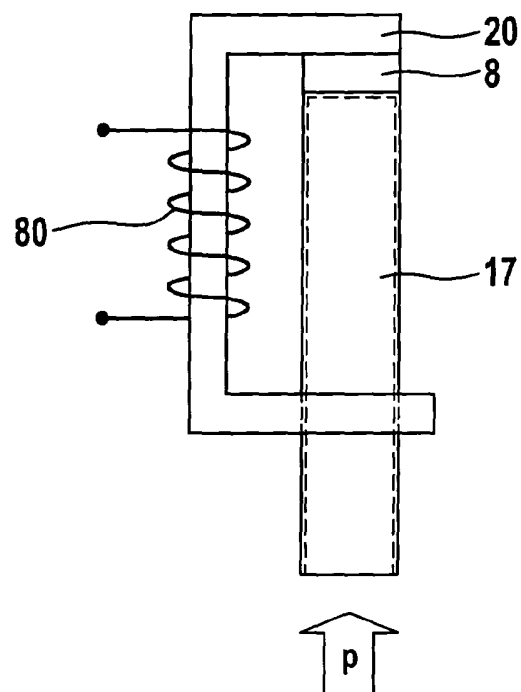


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/061676

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01L9/16 B60T17/22

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)
G01L B60T

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.
A	US 2004/093951 A1 (J.L. VIOLA U.A.) 20 May 2004 (2004-05-20) abstract; figure 1A -----	1

☐ 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

14 June 2006

Date of mailing of the international search report

28/06/2006

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

Van Assche, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/061676

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004093951	A1	20-05-2004	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/061676

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01L9/16 B60T17/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01L B60T

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.
A	US 2004/093951 A1 (J.L. VIOLA U.A.) 20. Mai 2004 (2004-05-20) Zusammenfassung; Abbildung 1A	1

☐ 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

14. Juni 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2006

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

Van Assche, P

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2006/061676

Datum der
Veröffentlichung

US 2004093951 A1 · 20-05-2004 KEINE