

(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  
14. Juni 2001 (14.06.2001)

PCT

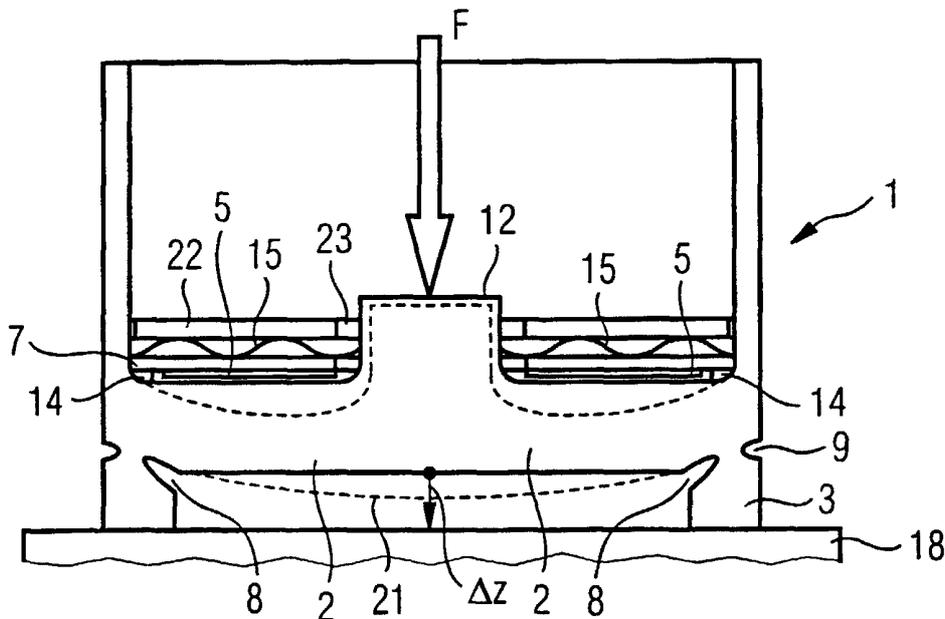
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/42755 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01L 5/28, 1/14 (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/04319 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WÜNSCHE, Hans [DE/DE]; Rainfeldstrasse 8 b, 86929 Penzing/Ramsach (DE). SPRIEGEL, Dieter [DE/DE]; Maria-Einsiedel-Strasse 32, 81379 München (DE). DOEMENS, Günter [DE/DE]; Eichenfeldstr. 4, 83607 Holzkirchen (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 4. Dezember 2000 (04.12.2000)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 199 58 903.8 7. Dezember 1999 (07.12.1999) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacher Platz 2, 80333 München (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATOR-INTEGRATED FORCE SENSOR

(54) Bezeichnung: AKTORINTEGRIERTER KRAFTSENSOR



(57) Abstract: In order to precisely and unambiguously measure braking forces, measurements must be carried out as close as possible to the location where the force is directly introduced onto the brake lining (18). To this end, the invention provides that the deflection  $\Delta Z$  of the actuator bottom (2) is used as a measured variable for the braking force and that the actuator bottom is correspondingly designed for this purpose. The supporting ring (3) of the actuator (1) rests in an annular manner on the brake lining (18). The braking force (F) is centrally applied to the actuator bottom (2). Various measures are taken in order to eliminate, to the greatest possible extent, the influences of temperature and hysteresis effects as the braking force (F) is converted into a proportional deformation  $\Delta Z$ .

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/42755 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.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Zur genauen und eindeutigen Erfassung von Bremskräften muss möglichst nahe an der Stelle gemessen werden, wo die Kraft auf den Bremsbelag unmittelbar eingeleitet wird. Es wird vorgeschlagen, die Durchbiegung  $\Delta Z$  eines Aktorbodens (2) als Messgrösse für die Bremskraft zu nutzen und diesen dafür entsprechend zu gestalten. Der Auflagering (3) des Aktors (1) liegt ringförmig an den Bremsbelag (18) an. Die Bremskraft  $F$  wird zentrisch auf den Aktorboden (2) aufgebracht. Um Temperatureinflüsse sowie Hysterese-Effekte bei der Umsetzung der Bremskraft  $F$  in eine proportionale Verformung  $\Delta Z$  möglichst weitgehend zu eliminieren, werden verschiedene Massnahmen ergriffen.

Beschreibung

Aktorintegrierter Kraftsensor

5 Die Erfindung betrifft einen Kraftsensor, der in einen Aktor zur Erzeugung bzw. Übertragung einer Kraft im Kraftfluß integriert ist und quer zum Kraftfluß einen Aktorboden aufweist.

10 Heute wird bei Kraftfahrzeugen die Bremsfunktion durch hydraulisch betätigte Aktoren realisiert. Bei dem als "Brake-by-Wire" bezeichneten Verfahren handelt es sich um elektrisch betriebene Bremsvorrichtungen. Darin werden Aktoren, d.h. Elemente, in denen die Bremskraft erzeugt wird, und mittels der die Bremskraft übertragen wird, über elektromotorische  
15 Untersetzungsantriebe betätigt. Die daraus resultierenden Vorteile liegen in der individuellen und variablen Gestaltung des Bremsprozesses sowie in der gleichzeitigen Wahrnehmung anderer Funktionen, wie beispielsweise der ABS-Funktion (Anti-Blockier-System). Da ein elektromechanisches Bremssystem  
20 in der Regel bremskraftgeregelt arbeiten wird, stellt die präzise Bremskraftmessung eine wesentliche Grundlage für die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems dar. An die Genauigkeit des Systems werden dabei aufgrund des Gleichlaufes hohe Anforderungen gestellt. Beispielsweise sollen Fehlertoleranzen  
25 < 1% sein, auch wenn die Bremskraft beispielsweise 5 t beträgt. Die Meßaufgabe wird ferner durch die eingeschränkte Zugänglichkeit relevanter Meßorte, durch den geringen Freiraum in Kraftrichtung sowie den extrem hohen räumlichen sowie zeitlichen Temperaturgradienten erheblich erschwert.  
30 Diese Aspekte schließen die Verwendung von bekannten Kraftsensoren, wie z.B. Dehnungsmeßstreifen weitgehend aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine genaue und eindeutige Erfassung von Bremskräften möglichst nahe am Wirkungsort der Bremskraft zu ermöglichen.  
35

Die Lösung dieser Aufgabe geschieht durch die Merkmalskombination entsprechend Anspruch 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein Kraftsensor in einfacher Weise in einem Aktor integrierbar ist. Die Durchbiegung eines Aktorbodens bzw. eines Bremskolbenbodens (eine Bezeichnung in Anlehnung an hydraulische Systeme) kann als Meßgröße für die Bremskraft genutzt werden. Der Aktorboden wird dazu entsprechend ausgestaltet. Der Aktor ist in der Regel hohlzylinderförmig aufgebaut, weist einen Aktorboden auf und enthält weiterhin einen Auflagering mit dem er am Bremsbelag einer Bremse direkt oder mittelbar anliegt. Die Bremskraft wird zentrisch erzeugt und auf den Aktorboden eingeleitet.

In vorteilhafter Weise wird die Verformung des Aktorbodens mittels verschiedener Meßverfahren ermittelt. Ein serientaugliches Verfahren ist das kapazitive Meßverfahren, wobei der Aktorboden eine Elektrode eines Kondensators darstellt, dessen mit der Verformung veränderte Kapazität ermittelt wird. Der Kondensator wird also in der Regel ein Plattenkondensator sein, wobei die dem Aktorboden gegenüberliegende Elektrode plattenförmig ausgebildet und federunterstützt an eine Auflage gedrückt wird, so daß durch die hohen Temperaturgradienten keine mechanischen Spannungen in den Isolator der Elektrode übertragen werden und demnach ein definierter Elektrodenabstand sichergestellt ist, wie es beispielsweise in der Europäischen Patentschrift EP 0 849 576 B1 beschrieben wird.

Da die Verbindungsstelle zwischen Aktorboden und dem in der Regel zylindrisch ausgeführten rückwärtigen Teil des Aktors einerseits und andererseits dem Auflagering relativ starr ausgebildet ist, können durch die Bremskraft an dieser Stelle Drehmomente auf den Auflagering übertragen werden, welche durch Reibungseffekte zu einem hysteresebehafteten Messen führen. Deshalb wird der Materialquerschnitt an dieser Ver-

bindungsstelle in vorteilhafter Weise durch eine innen umlaufende Nut, eine außen umlaufende Nut oder durch eine Kombination daraus verringert, so daß nur minimale Drehmomente übertragen werden.

5

Die für eine minimierte Hysterese vorgesehenen Maßnahmen sind ebenso dazu geeignet, in axialer Richtung einen Temperaturgradienten im Aktorboden durch weitgehend radiale Wärmeleitung zu unterdrücken. Axiale Temperaturgradienten hätten  
10 eine Verwölbung des Aktorbodens in Richtung der zu messenden Kraft und dadurch ein Fehlmessung zur Folge.

Im folgenden werden anhand von schematischen die Erfindung nicht einschränkenden Figuren Ausführungsbeispiele beschrieben.  
15

Figur 1 zeigt einen Aktorboden mit Auflagering, wobei Isothermen und Wärmefluß eingetragen sind,

20 Figur 2 zeigt einen Aktorboden im Ruhezustand, sowie im verformten Zustand,

Figur 3 zeigt einen Aktor mit innen und außen umlaufend angebrachten Nuten zur Verringerung des Materialquerschnittes zwischen Aktorboden und Auflagering,  
25

Figur 4 zeigt eine ähnliche Darstellung entsprechend Figur 2, jedoch mit hysteresefreiem Verformungsweg des Aktorbodens,  
30

Figur 5 zeigt einen Aktor mit Meßelementen für die Verformung  $\Delta z$ ,

35 Figur 6 zeigt einen Aktor mit kapazitiver Meßeinrichtung für die Verformung  $\Delta z$ ,

Figur 7 zeigt eine schematische Schnittdarstellung eines Kraftfahrzeug-Bremssystemes mit im Kraftschluß und im Aktor integrierten Sensor.

5 Ein wesentliches Element der Erfindung besteht in der Integration des Kraftsensors im Aktor, wobei der Aktorboden als Meßelement herangezogen wird. Die elastische Deformation des Aktorbodens bei entsprechender Aufbringung einer Kraft ist somit die Meßgröße an diesem Verformungselement. Von der Ver-  
10 formung kann auf die Größe der Kraft geschlossen werden.

Zur Verhinderung einer temperaturbedingten Verformung am Aktorboden in Meßrichtung, d. h. in Kraftrichtung, wird dafür gesorgt, daß an der Verbindungsstelle Aktorboden-Auflagering  
15 die Temperatureinleitung bzw. der Wärmeeinfluß derart gestaltet ist, daß Temperaturgradienten in Kraftrichtung minimiert werden, was gleichbedeutend mit einem annähernd axialen in Kraftrichtung ausgebildeten Verlauf der Isothermen. Somit wird der Wärmefluß fast ausschließlich in radialer Richtung  
20 nach innen laufen.

Zur Verhinderung von Hysterese-Effekten während verschiedener Lastwechsel, in denen die Kraft auf- und abgefahren wird, wird die Entstehung von Drehmomenten bzw. deren Übertragung  
25 auf den Auflagering gezielt minimiert. Dies führt zu einer gelenkähnlichen Ausführung der Verbindungsstelle zwischen Aktorboden und Auflagering. Da der Aktorboden als membranartiger Verformungskörper dient, wird bei Kraftbeaufschlagung an der Verbindungsstelle zwischen Aktorboden und äußerem Zylinder  
30 bzw. Auflagering ein Drehmoment entstehen, dessen Drehpunkt innerhalb dieser T-Verbindung positioniert ist. Dies führt zu einem radialen Auswandern der Auflagefläche des Auflageringes auf dem Bremsbelag. Durch an der Auflagestelle vorhandene Reibungskräfte wird beim Zurückfahren der Last die  
35 ursprüngliche Auflageposition nicht mehr erreicht, so daß Hysterese-Effekte auftauchen, die reproduzierbare Messungen verhindern. Durch entsprechend eingebrachte Nuten, die umlau-

fend ausgebildet sind, wird die Übertragung von Drehmomenten an der angesprochenen Stelle verhindert.

Figur 1 zeigt den Schnitt durch einen Aktor 1, wobei der Ak-  
5 torboden 2 senkrecht zur Kraftrichtung angeordnet ist. Die  
Kraftrichtung wird in Figur 2 dargestellt. In Figur 1 sind  
weiterhin eine Sockelebene 12 als Angriffspunkt für die  
Kraft, ein Auflagering 3, ein Bremsbelag 18 sowie die Rich-  
10 tung des Wärmeflusses eingezeichnet. Der Aktor 1 ist insge-  
samt zylinderförmig, größtenteils hohlzylinderförmig, ausge-  
bildet. Dabei ist in Kraftrichtung hinter dem Aktorboden 2  
der Auflagering 3 im Bereich des äußeren Umfanges des Aktor-  
bodens 2 angeordnet. Zur Führung des Aktorbodens ist gegen-  
überliegend vom Auflagering 3 die hohlzylinderförmige Ausbil-  
15 dung über den Aktorboden 2 hinaus entgegen der Kraftrichtung  
verlängert. Weiterhin sind im Aktorboden 2 Isothermen 11 ein-  
getragen, die verschiedene Temperaturen  $T_1$  bis  $T_4$  kennzeich-  
nen. Die Ausführung entsprechend Figur 1 enthält keinerlei  
Sensorelemente und weist keine Merkmale auf, die Temperatur-  
20 bzw. Hysterese-Effekte verhindern können. Wesentlich in Figur  
1 ist, daß der Wärmefluß  $Q$ , ausgehend von dem Bremssystem mit  
dem Bremsbelag 18, auf dem der Auflagering 3 aufliegt, in ei-  
ner Art und Weise in den Aktorboden 2 eingeleitet wird, daß  
im Aktorboden 2 Temperaturgradienten in Kraftrichtung auftre-  
25 ten. Dies führt zu temperaturbedingten Verformungen des Ak-  
torbodens, welche eine fehlerhafte Kraftmessung zur Folge  
hat.

Figur 2 zeigt eine Darstellung entsprechend Figur 1, wobei  
30 die Kraft  $F$ , die Bremskraft, schematisch angetragen ist sowie  
die Verformung des Aktorbodens 2 in Form des durchgebogenen  
Aktorbodens 2. Die maximale Durchbiegung  $\Delta Z$  wird in der Mitte  
des meist radialsymmetrischen Bauteiles auftreten. Die einge-  
zeichnete Verformung wird an der Verbindungsstelle zwischen  
35 Aktorboden 2 und Auflagering 3 ein Drehmoment erzeugen, des-  
sen Drehpunkt 10 markiert ist. Durch dieses Drehmoment wird  
bei Kraftbeaufschlagung die auf dem Bremsbelag 18 aufliegende

Fläche des Auflagerings 3 nach außen versetzen. Die Drehmomente M sind schematisch angetragen.

Figur 3 zeigt eine Darstellung entsprechend Figur 1, wobei  
5 durch eine innen umlaufende Nut 8 und eine außen umlaufende Nut 9 die Einleitung des Wärmeflusses in den Aktorboden 2 annähernd senkrecht zur Kraftrichtung, d. h. radial von außen nach innen, geschieht. Dies führt zu annähernd kraftparallelen Isothermen 11. Durch diese Maßnahme werden keine temperaturbedingten Verformungen auftreten.  
10

Figur 4 zeigt eine Anordnung entsprechend Figur 2, wobei ebenfalls durch umlaufende Nuten 8 und 9 zwischen Aktorboden 2 und Auflagering 3 Maßnahmen ergriffen wurden, um bei Kraft-  
15 einwirkung auftretende Drehmomente M zu eliminieren. Somit kann sich der Aktorboden 2 um einen maximalen Betrag von  $\Delta Z$  durchbiegen, ohne daß an seinen äußeren Rändern Drehmomente auf den Auflagering 3 wirken, die dessen Auflagefläche auf den Bremsbelag 18 nach außen auswandern lassen. Durch die Nu-  
20 ten 8 und 9 ist der Materialquerschnitt entsprechend verringert, so daß eine gelenkartige Ausbildung erreicht wird.

Figur 5 zeigt eine Aktoranordnung mit einer Messung der Aktorbodendurchbiegung  $\Delta Z$  mit unterschiedlichen Sensoren. Zum  
25 einen kann die Durchbiegung des Aktorbodens 2 mit einem berührungslosen Abstandssensor 13 induktiv oder optisch gemessen werden. Dieser berührungslose Sensor ist dazu auf der senkrecht zur Kraftrichtung ausgerichteten Sockelebene 12 montiert und wird somit entsprechend dem zentralen Bereich  
30 des Aktorbodens 2 um  $\Delta Z$  versetzt. Diese Versetzung wird berührungslos durch Annäherung des Sensors an den Aktorboden 2 durchgeführt.

Eine weitere Meßmethode beinhaltet den Einsatz von Dehnungssensoren 6, die für höhere Temperaturen geeignet sind. Diese  
35 Sensoren messen entsprechend ihrer Bezeichnung eine Dehnung  $\epsilon$ , die auftritt, wenn eine Kraft F auf den Aktorboden 2

wirkt. Als Dehnungssensoren können metallische, Halbleiter- oder piezoresistive Dehnungsmeßstreifen, sowie kapazitive Dehnungssensoren in Silizium-Oberflächenmikromechanik verwendet werden. Wie bisher sind die umlaufenden Nuten 8 und 9 in  
5 Figur 5 dargestellt sowie die Auflage des Auflageringes 3 auf dem Bremsbelag 18.

Figur 6 zeigt den Aktor 1 mit einer kapazitiven Meßanordnung. Gemessen wird wiederum  $\Delta Z$ . Die kapazitive Meßanordnung bein-  
10 haltet eine auf einer Elektrodenhalterung 7 angebrachte Elektrode 5. Die Elektrodenhalterung ist in ihrem äußeren Bereich auf einer Auflage 14 federunterstützt angedrückt. Die Auflage 14 wird, auch bei Krafteinwirkung, ortsfest bleiben. Die Federunterstützung wird durch die Feder 15 bewerkstelligt, die  
15 sich an einem rückwärtigen Deckel 4 abstützt. Somit ist gewährleistet, daß die Elektrode 5 in Ruhestellung annähernd planparallel zum Aktorboden 2 ausgerichtet ist. Der Aktorboden 2 stellt somit die Gegenelektrode zur Elektrode 5 dar. Eine Veränderung des Abstandes dieser beiden Elektroden er-  
20 zeugt ein zu  $\Delta Z$  proportionales Signal.

Figur 7 zeigt die gesamte Anordnung eines Bremssystemes, das an einer Bremsscheibe 17 angreift. Die durch den Bremssattel 16 zusammengehaltenen Bremsbeläge 18 werden beiderseitig an  
25 die Bremsscheibe 17 angedrückt, wenn über den Motor 19 eine Spindel 20 elektromotorisch eine Bremskraft auf den Aktor 1 ausübt. Der elektromotorische Antrieb ist meist mit einer Untersetzung verbunden. Die Spindel 20 überträgt die Bremskraft zentral auf den Aktorboden 2, wobei sich der Motor 19 rück-  
30 wärtig an einem Teil des Bremssattels 16 abstützt. Weiterhin ist der kapazitive Sensor 22 schematisch eingetragen. In der Darstellung entsprechend Figur 7 läßt sich der Wärmefluß verdeutlichen, der ausgehend von den Kontaktflächen zwischen Bremsscheibe 17 und Bremsbelag 18 über den Bremsbelag nach  
35 hinten in den Auflagering 3 und über diesen in den Aktorboden 2 eingeleitet wird. Nachdem hier Temperaturunterschiede von mehreren 100°C auftreten können, wird deutlich, daß tempera-

turbedingte Verformungen reproduzierbare Messungen verhindern können.

In Bezug auf Temperatureinfluß und Hysterese ist weiterhin  
5 folgendes anzumerken. Der Temperatureinfluß an einer Bremse  
kann enorm sein, da beim Bremsvorgang in wenigen Sekunden ei-  
ne erhebliche Erwärmung des Aktors 1 geschieht. Der Wärmefluß  
Q geschieht dabei ausschließlich über den Auflagering 3 und  
verteilt sich dann in den Aktorboden 2. Dabei treten erhebli-  
10 che axiale Temperaturgradienten im Aktorboden auf, was in Fi-  
gur 1 dargestellt ist. Dies führt zu einer temperaturabhängi-  
gen Verwölbung  $\Delta Z$  des Aktorbodens 3 und damit zu einer Fehl-  
messung. Bringt man jedoch im Innenraum des Auflageringes 3  
eine Eindrehung in Form einer umlaufenden Nut 8 an, so wird  
15 der Wärmestrom nahezu radial in den Aktorboden 3 eingeleitet  
und damit eine temperaturbedingte axiale Verwölbung  $\Delta Z$  ausge-  
schlossen.

Die Hysterese-Erscheinungen an dem beschriebenen Aktor treten  
20 aufgrund der relativ starren Verbindung des Aktorbodens 2 mit  
dem Auflagering 3 auf. Die zentrisch eingeleitete Bremskraft  
verursacht nicht nur eine Durchbiegung  $\Delta Z$  am Aktorboden 2,  
sondern erzeugt auch ein Drehmoment M entsprechend Figur 2.  
Dieses Drehmoment sorgt für ein radiales Auswandern der Auf-  
25 lagefläche des Auflageringes 3. Bei Entlastung tritt jedoch  
dann aufgrund der beträchtlichen Reibungskräfte eine erhebli-  
che Hysterese auf, die ein der Kraft F proportionales Zurück-  
gehen der Verformung  $\Delta Z$  zu einem gewissen Teil verhindert.  
Erfindungsgemäß wird die Hysterese dadurch vermieden, daß die  
30 starre Verbindung zwischen Aktorboden 2 und Auflagering er-  
heblich im Querschnitt geschwächt wird. Weiterhin wird die  
Verbindung zwischen diesen beiden Teilen in etwa mittig zur  
Auflagefläche angeordnet, wie in Figur 4 dargestellt. Darüber  
hinaus wird zur Herstellung des Sensors ein hystereseärmer  
35 Werkstoff verwendet. Vorzugsweise werden hier ausscheidungs-  
härthbare rostfreie Edelstähle, beispielsweise vom Typ 17-4PH  
eingesetzt. Die Messung der Bremskraft proportionalen Verfor-

5 mung  $\Delta Z$  wird zweckmäßigerweise relativ zum Rand des Aktors durchgeführt. Hierfür können induktive sowie optische Methoden verwendet werden. Besonders geeignet sind aufgrund der hohen Temperaturen auch kapazitive Meßprinzipien wie es in  
10 Figur 6 dargestellt wird. Die entsprechende Kapazitätsänderung entsteht durch eine bremskraftabhängige Änderung des Elektrodenabstandes zum Aktorboden 2. Ein zur Verformung  $\Delta Z$  und damit zur Bremskraft  $F$  proportionales Meßsignal ergibt sich auch aus der radialen Dehnung  $\epsilon$  des Aktorbodens 2. Als  
15 Dehnungssensoren kommen in diesem Fall Hochtemperatur-Meßstreifen, piezoresistive Sensoren oder kapazitive mikromechanische Dehnungssensoren in Frage.

Die Erfindung basiert auf der Nutzung des bereits vorhandenen  
15 Aktorbodens 2 als Verformungskörper für eine direkte Bremskraftmessung sowie in dessen geometrische Gestaltung hinsichtlich einer weitgehend temperaturunabhängigen und hysteresefreien Kraftmessung.

## Patentansprüche

1. Aktorintegrierter Kraftsensor zur Kraftmessung im Kraftfluß mit einem quer zum Kraftfluß ausgebildeten Aktorboden  
5 (2), auf den die Kraft (F) zentral einwirkt und einem am Aktorbodenaußenrand in Kraftrichtung umlaufend angeordneten Auflagering (3) zur Weiterleitung der Kraft (F), wobei der mit der Kraft (F) verformbare Aktorboden (2) Teil des Kraftsensors ist und dessen detektierbare Verformung ein  
10 Maß für die Kraft (F) darstellt.
2. Kraftsensor nach Anspruch 1, wobei die Verformung mittels induktiver oder optischer Meßverfahren oder mit metallischen, piezoresistiven oder Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen  
15 oder mit Dehnungssensoren in Silizium-Oberflächenmikromechanik detektierbar ist.
3. Kraftsensor nach Anspruch 1, wobei die Verformung mittels kapazitiver Meßverfahren detektierbar ist.  
20
4. Kraftsensor nach Anspruch 3, wobei eine zentrale Durchbiegung ( $\Delta z$ ) des Aktorbodens (2) relativ zum Aktorrand mittels einer Plattenkondensatoranordnung, bestehend aus einer auf einer federunterstützt an eine Auflage (14) ange  
25 drückten Elektrodenhalterung (7) aufgebrachten Elektrode (5) und einer durch den Aktorboden (2) dargestellten Gegenelektrode, detektierbar ist.
5. Kraftsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
30 der Querschnitt der Verbindung zwischen Aktorboden (2) und Auflagering (3) mittels einer inneren umlaufenden Nut (8) verringert ist, so dass im Aktorboden minimierte Temperaturgradienten in Kraftrichtung auftreten.
- 35 6. Kraftsensor nach Anspruch 5, wobei zur verminderten mechanischen Kopplung zwischen Aktorboden (2) und Auflagering (3) eine Verringerung im Materialquerschnitt vorgesehen

ist, so dass eine Momentenübertragung vom Aktorboden auf den Auflagering minimiert ist.

5 7. Kraftsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Auflagering (3) mindestens eine Öffnung aufweist.

8. Kraftsensor nach Anspruch 7, wobei mehrere Öffnungen gleichmäßig über den Umfang des Auflageringes (3) verteilt sind.

10



FIG 3

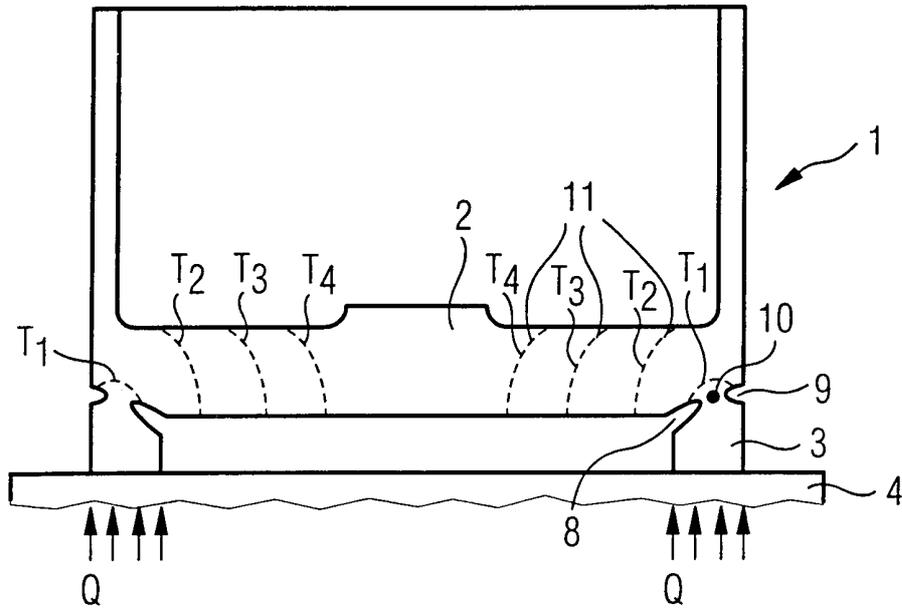


FIG 4

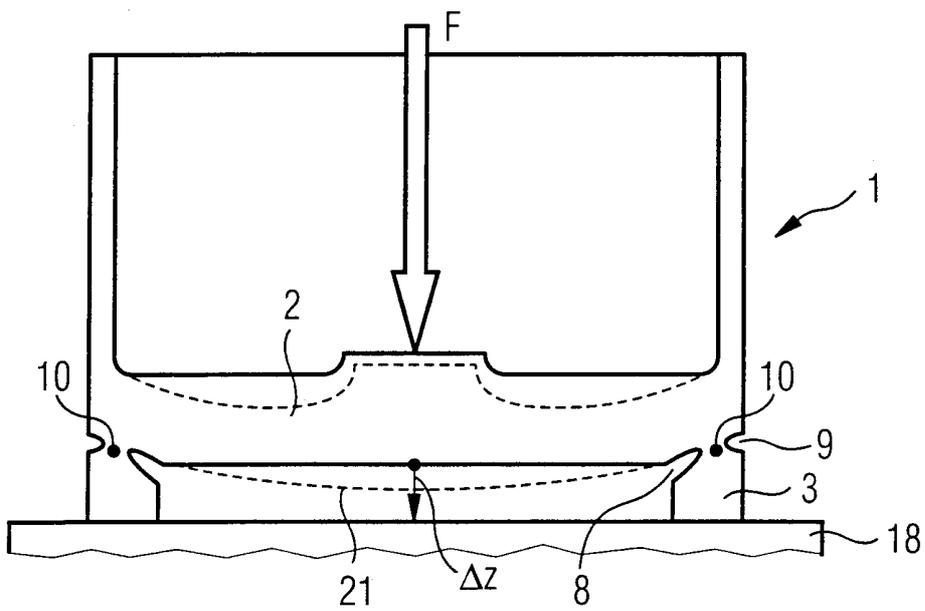


FIG 5

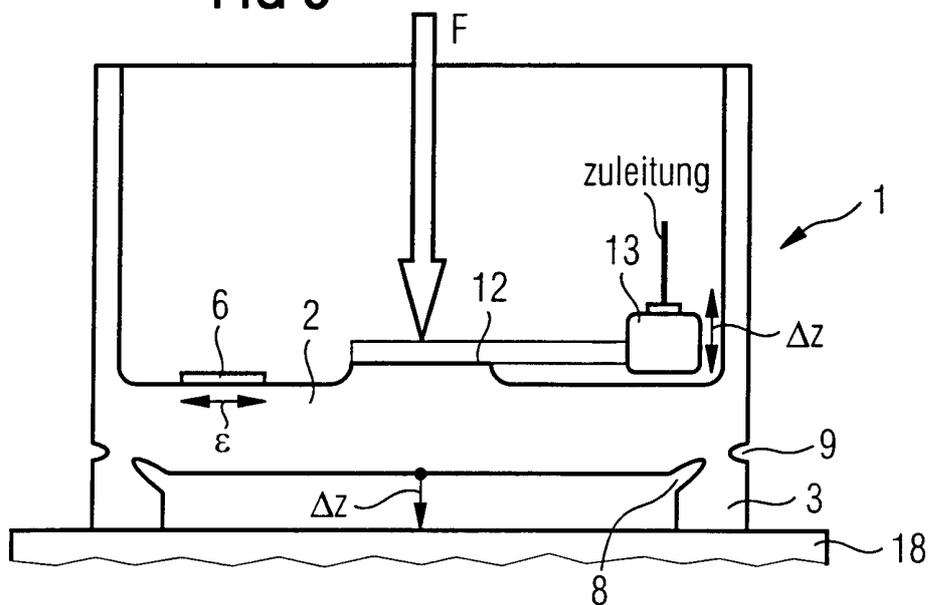
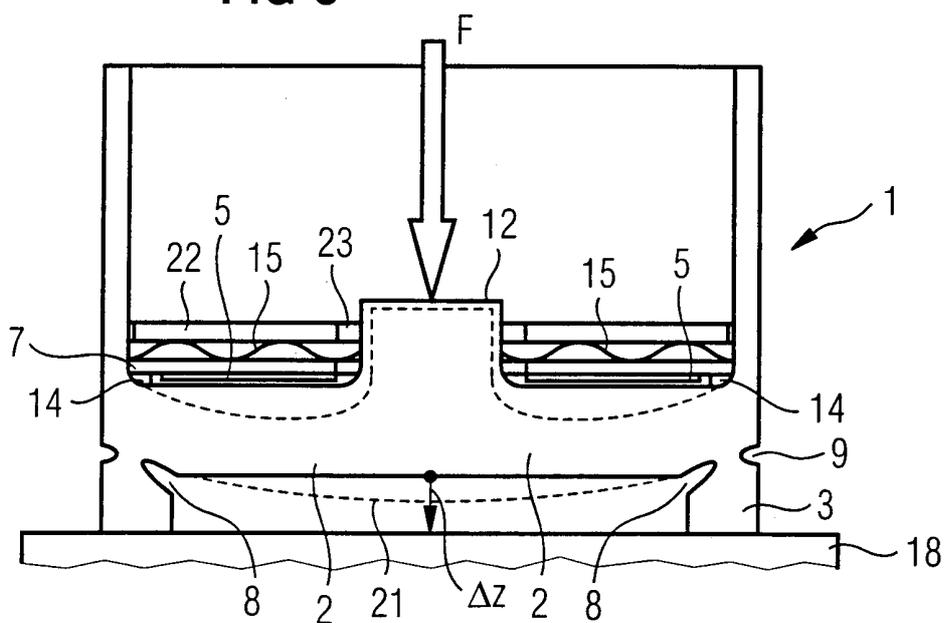
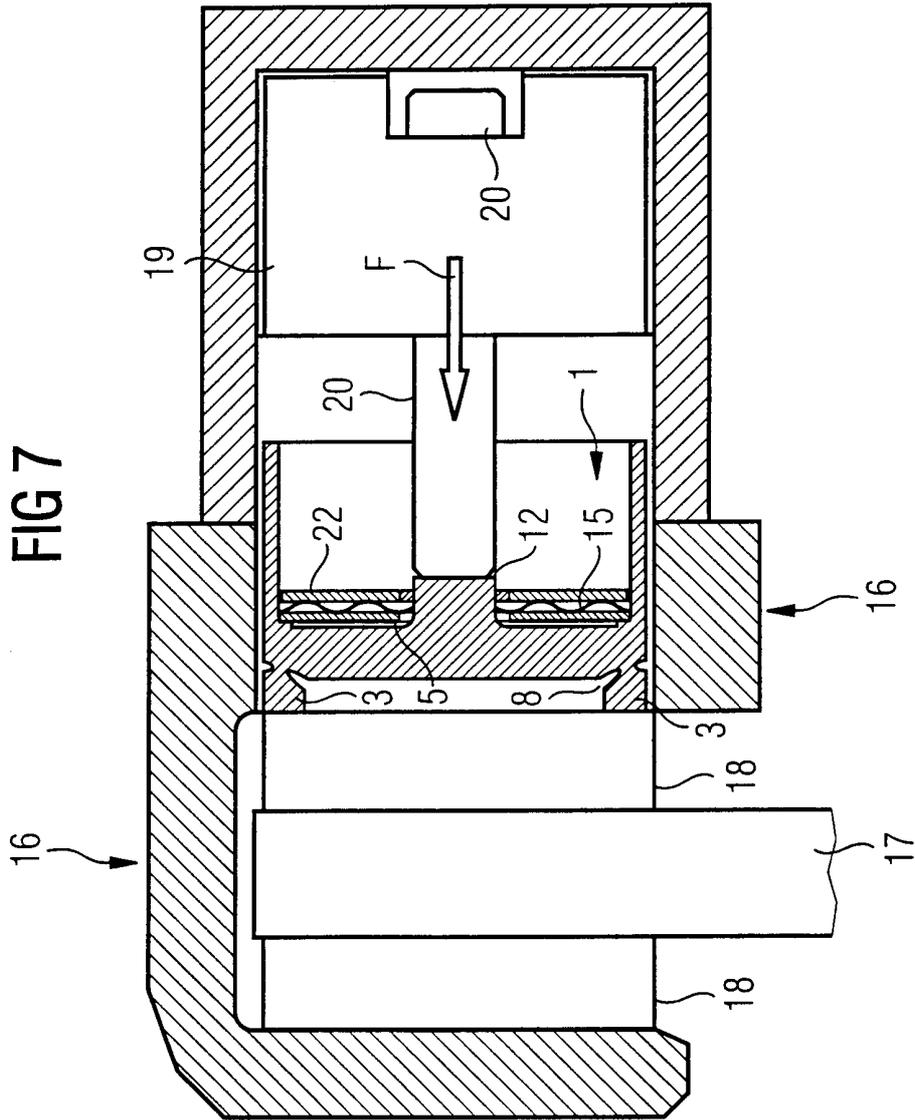


FIG 6





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/04319

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G01L5/28 G01L1/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 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, PAJ, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 849 576 A (SIEMENS AG) 24 June 1998 (1998-06-24) cited in the application the whole document ---	1, 3, 4
A	DE 196 37 614 A (BOSCH GMBH ROBERT) 13 November 1997 (1997-11-13) abstract; figure 2 ---	1, 2
A	DE 41 32 110 A (SIEMENS AG) 1 April 1993 (1993-04-01) column 2, line 4 - line 43; figure 1 ---	2
A	DE 18 07 613 A (TRAYVOU S.A.) 24 July 1969 (1969-07-24) the whole document -----	1, 3-8

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2001

Date of mailing of the international search report

26/03/2001

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

Gerken, S

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
 Information on patent family members

International Application No  
 PCT/DE 00/04319

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0849576 A	24-06-1998	DE 19653427 A DE 59700172 D JP 3065291 B JP 10339675 A US 5969270 A	02-07-1998 01-07-1999 17-07-2000 22-12-1998 19-10-1999
DE 19637614 A	13-11-1997	NONE	
DE 4132110 A	01-04-1993	NONE	
DE 1807613 A	24-07-1969	FR 1552069 A NL 6815533 A	03-01-1969 09-05-1969

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/04319

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 IPK 7 G01L5/28 G01L1/14

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 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, PAJ, INSPEC

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 849 576 A (SIEMENS AG) 24. Juni 1998 (1998-06-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1, 3, 4
A	DE 196 37 614 A (BOSCH GMBH ROBERT) 13. November 1997 (1997-11-13) Zusammenfassung; Abbildung 2 ---	1, 2
A	DE 41 32 110 A (SIEMENS AG) 1. April 1993 (1993-04-01) Spalte 2, Zeile 4 - Zeile 43; Abbildung 1 ---	2
A	DE 18 07 613 A (TRAYVOU S.A.) 24. Juli 1969 (1969-07-24) das ganze Dokument -----	1, 3-8

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 nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

26/03/2001

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

Gerken, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 00/04319

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0849576 A	24-06-1998	DE 19653427 A DE 59700172 D JP 3065291 B JP 10339675 A US 5969270 A	02-07-1998 01-07-1999 17-07-2000 22-12-1998 19-10-1999
DE 19637614 A	13-11-1997	KEINE	
DE 4132110 A	01-04-1993	KEINE	
DE 1807613 A	24-07-1969	FR 1552069 A NL 6815533 A	03-01-1969 09-05-1969