



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 01 606 T2 2005.02.17**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 399 681 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F16D 66/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 01 606.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB02/02878**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 730 538.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/002888**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.06.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **09.01.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.03.2004**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **13.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.02.2005**

(30) Unionspriorität:

**01305554      27.06.2001      EP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Federal-Mogul Friction Products GmbH, 65520  
Bad Camberg, DE**

(72) Erfinder:

**STRAUSS, Wilfried, 69483 Wald-Michelbach, DE;  
EMMETT, Allen, Robert, 56477 Rennerod, DE;  
HIGGINS, Denis, 51688 Wipperfuerth, DE**

(74) Vertreter:

**Becker, Kurig, Straus, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **BREMSBELAGVERSCHLEISSENSOR**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Bremssystem, insbesondere ein Bremssystem zur Verwendung zum Bremsen von Fahrzeugen.

**[0002]** Herkömmliche Bremssysteme für Fahrzeuge umfassen ein Bremsselement, das angebracht ist, um mit einem gebremsten Element mit einer Eingriffsfläche davon in Eingriff zu stehen, um dadurch eine Bremskraft darauf aufzubringen, und ein Betriebsmittel, das betreibbar ist, eine relative Annäherungsbewegung von dem Bremsselement und dem gebremsten Element zu verursachen. Insofern das Bremssystem vom Scheibenbremsentyp ist, ist das gebremste Element eine Scheibe, das zur Rotation mit einem Rad des Fahrzeugs angebracht ist, und ist das Bremsselement ein Belag, der Reibmaterial umfasst, der angebracht ist, mit einer Seitenfläche der Scheibe in Eingriff zu stehen, um eine Bremskraft darauf und somit auf das Rad aufzubringen. Insofern das Bremssystem vom Trommelbremsentyp ist, ist das gebremste Element in der Form einer Trommel, die zur Rotation mit einem Rad des Fahrzeugs angebracht ist, und ist das Bremsselement ein Schuh, der einen Belag an Reibmaterial umfasst, der angebracht ist, mit einer inneren Oberfläche der Trommel in Eingriff zu stehen, um Bremskraft darauf aufzubringen. Es ist für das gebremste Element ebenso möglich, das Rad selbst zu sein, und für das Bremsselement, unmittelbar mit einem Randbereich des Rads in Eingriff zu stehen, wobei dieser Bremsentyp häufig in Schienenfahrzeugen verwendet wird.

**[0003]** Insofern ein Bremssystem Reibmaterial umfasst, wird das Reibmaterial im Betrieb abgenutzt und benötigt eventuell Austausch. Es ist daher wünschenswert, die Abnutzung zu erfassen, damit Ersatz erfolgen kann, bevor die Bremse unbrauchbar oder ineffizient wird. Zu diesem Zweck umfassen einige Bremssysteme ebenfalls einen Abnutzungssensor, der betreibbar ist, um Abnutzung des Bremsselements im Betrieb zu erfassen. Viele Typen von Abnutzungssensoren sind vorgeschlagen worden. Zum Beispiel sind elektrische Kontakte in dem Reibmaterial eingebettet worden, um Stromkreise zu schließen, wenn Abnutzung des Reibmaterials den Kontakt freilegt. In einem anderen Beispiel, siehe DE 42 31 107 A, ist eine mit einem weiteren Widerstand gekoppelte metallische Folie in dem Reibmaterial eingebettet, damit die Folie allmählich mit dem Reibmaterial abgeschliffen wird, und wird die Änderung in dem elektrischen Widerstand der Folie gemessen. Jedoch verkompliziert das Einbetten von Objekten in dem Reibmaterial die Herstellung des Materials und kann einen abträglichen Effekt auf seine Funktion haben. Ein anderer Ansatz ist, den Abstand zwischen der Träger für das Reibmaterial und dem gebremsten Element zu messen, da sich dieser Abstand reduziert, wenn sich das Reibmaterial abnutzt, wobei jedoch dies hoch entwi-

ckelte Elektronik benötigt, die in einer rauen Umgebung arbeiten muss.

**[0004]** Beispiele von Abnutzungssensoren, in denen sich ein Element mit dem Reibmaterial abnutzt können in US 6250429, US 5559286, FR 2319880, EP 1052423a und GB 2270383 gefunden werden. In GB 2270383 und FR 2319880 umfasst der Sensor ein Netzwerk an Widerständen, die nacheinander abgeschliffen werden. In den anderen drei Fällen, wird ein einzelner Widerstand stetig abgeschliffen. Da der Widerstand eine relativ kleine Fläche der Scheibe zeigt, verursacht dies lediglich eine kleine Verringerung im Widerstand für einen gegebenen Abnutzungsbetrag.

**[0005]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bremssystem bereitzustellen, das ermöglicht, einen einfachen und genauen Abnutzungssensor ohne Einbetten elektrischer Komponenten in das Reibmaterial zu verwenden.

**[0006]** Die Erfindung stellt ein Bremssystem mit einem Bremsbelag-Abnutzungssystem gemäß Anspruch 1 bereit, wobei Folie abgeschliffen wird, wenn sich das Bremsselement abnutzt, wobei das Erfassungsmittel betreibbar ist, den elektrischen Widerstand des Blatts aus Folie zu erfassen.

**[0007]** In einem erfindungsgemäßen Bremssystem ist der Abnutzungssensor von dem Bremsselement separiert, so dass das Reibmaterial nicht in Mitleidenchaft gezogen wird.

**[0008]** In einem erfindungsgemäßen Bremssystem wird das Blatt aus Folie fortschreitend zerstört, wenn sich die Abnutzungsoberfläche abnutzt. Dies ermöglicht, die Abnutzung kontinuierlich zu erfassen, da der elektrische Widerstand des Blatts aus Folie mit seinem Volumen variiert. Der Widerstand wird in einer Richtung transversal zu der Abnutzungsrichtung gemessen. Die Folie kann derart angebracht sein, dass sie sich im wesentlichen normal zu der Abnutzungsoberfläche des Sensorkopfs erstreckt oder so dass sie sich unter einem Winkel zu der Abnutzungsfläche erstreckt. Die Folie kann sich über die gesamte Länge des Sensorkopfs oder nur einem Teil der Länge davon erstrecken, wobei dies angebracht ist, wenn eine anfängliche Abnutzung nicht gemessen werden soll und/oder wenn der Sensorkopf länger ist als die Tiefe des Reibmaterials.

**[0009]** Vorzugsweise ist die Folie gefaltet und/oder aufgewickelt, so dass die Fläche der Folie, die der Abnutzung ausgesetzt ist, vergrößert ist und daher die Genauigkeit der Änderung der elektrischen Widerstandsmessung ebenso erhöht ist. Somit folgt die Folie einem verschlungenen Pfad durch den Block (in einer transversalen Richtung, d. h. parallel zu den Abnutzungsoberfläche), so dass die Länge der Kante

der Folie, die der Abnutzung ausgesetzt ist, vergrößert ist. Eine besonders vorteilhafte Form des verschlungenen Pfads wird erreicht, wenn die Folie in eine Spirale geformt ist. Die Folie kann Öffnungen definieren, durch die das elektrisch isolierende Material des Blocks läuft, so dass die Intaktheit verbessert ist.

**[0010]** Der Sensorkopf umfasst einen Block an elektrisch isolierendem Material, das nicht mehr abnutzungsbeständig als das Bremsselement ist, und die elektrische Komponente kann in dem Block eingebettet sein, wobei jedoch das elektrisch isolierende Material dem Zweck dient, die elektrische Komponente in Position zu halten und ebenso Kurzschlüsse zu verhindern. Der Block kann ein elektrisch isolierendes Material umfassen, das aus der Gruppe ausgewählt ist, die Gläser, Keramiken und warm-aushärtende Harze umfasst.

**[0011]** In einem erfindungsgemäßen Bremssystem kann das gebremste Element eine Scheibe sein und das Bremsselement kann ein Belag an Reibmaterial sein, der angebracht ist, um mit der Seitenfläche der Scheibe in Eingriff zu stehen. In diesem Fall ist die Abnutzungsoberfläche des Sensorkopfs im wesentlichen planar. Das gebremste Element kann alternativ eine Trommel sein und das Bremsselement kann ein Belag an Reibmaterial sein, der angebracht ist, mit der inneren Oberfläche der Trommel in Eingriff zu stehen. In diesem Fall ist die Abnutzungsoberfläche des Sensorkopfs gekrümmt, um an die Krümmung der Trommel angepasst zu sein.

**[0012]** Der Block kann in einer Ausnehmung angebracht sein, die durch das Reibmaterial des Bremsselements definiert ist. Die Ausnehmung kann von dem Reibmaterial vollständig umgeben sein, d. h. der Block ist in ein Loch in dem Reibmaterial eingefügt, das entweder gebildet werden kann, wenn das Reibmaterial geformt wird, oder maschinell hergestellt werden kann. Alternativ kann die Ausnehmung in eine Kante des Reibmaterials geformt oder maschinell hergestellt werden, so dass der Block nur teilweise durch das Reibmaterial umgeben ist. Der Block kann von dem Reibmaterial getragen werden oder der Block kann auf einem Träger für das Reibmaterial des Bremsselements, zum Beispiel eine Stahl- oder Gusseisen-Rückplatte für das Reibmaterial, angebracht sein. Vorteilhafterweise ist der Block zur einfachen Entfernung und Austausch zum Beispiel durch eine Klippanordnung oder durch Schrauben angebracht.

**[0013]** Nun folgt eine detaillierte unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen zu lesende Beschreibung von Bremssystemen, die beispielhaft für die Erfindung sind.

**[0014]** In den Zeichnungen:

**[0015]** Fig. 1 ist eine schematische Endansicht eines Abnutzungssensors eines ersten beispielhaften Bremssystems;

**[0016]** Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des in Fig. 1 gezeigten Abnutzungssensors;

**[0017]** Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht einer Modifikation des in Fig. 1 und 2 gezeigten Abnutzungssensors;

**[0018]** Fig. 4 ist eine seitliche Aufrissansicht des in Fig. 3 gezeigten Abnutzungssensors;

**[0019]** Fig. 5 ist eine diagrammatische Querschnittsansicht eines Teils eines ersten beispielhaften Bremssystems, das den in Fig. 1 und 2 gezeigten Abnutzungssensor umfasst;

**[0020]** Fig. 6 ist eine Ansicht, die ähnlich zu Fig. 5 ist, die jedoch eine Modifikation an dem Bremssystem zeigt;

**[0021]** Fig. 7 ist eine Planansicht eines Bremsselements des in Fig. 5 gezeigten Bremssystems, jedoch in einem verringerten Maßstab;

**[0022]** Fig. 8 ist eine Ansicht, die ähnlich zu Fig. 7 ist, die jedoch eine weitere Modifikation an dem in Fig. 5 gezeigten Bremssystem illustriert;

**[0023]** Fig. 9 ist eine diagrammatische Ansicht, die eine Schaltung des in Fig. 5 gezeigten Bremssystems zeigt;

**[0024]** Fig. 10 bzw. 11 sind graphische Darstellungen der Eingabe- und Ausgabesignale der in Fig. 9 gezeigten Schaltung; und

**[0025]** Fig. 12 ist eine schematische perspektivische Ansicht eines zweiten beispielhaften Bremssystems.

**[0026]** Das erste beispielhafte Bremssystem **10** ist vom Scheibenbremstyp und umfasst zwei Bremsselemente **12** (von denen lediglich eines in den Zeichnungen gezeigt ist), die auf gegenüberliegenden Seiten eines gebremsten Elements in der Form einer Scheibe **14** angeordnet sind. Jedes Bremsselement **12** umfasst einen Block an Reibmaterial **12a**, der auf einer tragenden Rückplatte **12b** angebracht ist. Die Scheibe **14** ist in herkömmlicher Weise an einer Nabe (nicht gezeigt) angebracht, die zur Rotation an einem Fahrzeug angebracht ist und angeordnet ist, ein Rad des Fahrzeugs zu tragen. Das Bremssystem **10** umfasst ebenso ein Betriebsmittel (nicht gezeigt) in der Form einer hydraulischen Kolben- und Zylinder-Anordnung, das betreibbar ist, die Bremsselemente **12** zu veranlassen, sich in Richtung auf gegenüberliegende Seiten der Scheibe **14** zu bewegen. Jedes

Bremselement **12** ist derart angebracht, dass eine im wesentlichen planare Eingriffsfläche **12c** davon mit der Scheibe **14** in Eingriff stehen kann, um eine Bremskraft darauf aufzubringen.

**[0027]** Das Bremssystem **10** umfasst ebenso zwei Abnutzungssensoren **20**, von denen jeder betreibbar ist, die Abnutzung des Blocks an Reibmaterial **12a** von einem der beiden Brems Elemente **12** zu erfassen. Jeder Sensor **20** ist betreibbar, um die Abnutzung zu erfassen, während das Bremssystem **10** in Betrieb ist.

**[0028]** Jeder Abnutzungssensor **20** umfasst einen Sensorkopf **22** (siehe **Fig. 1** und **2**), der angrenzend an die Brems Elemente **12** angebracht ist, dem er zugeordnet ist. Insbesondere ist der Sensorkopf **22** in einer zylindrischen Ausnehmung **24** angebracht, die in dem Reibmaterial **12a** des Elements **12** wie in **Fig. 5** und **7** gezeigt gebildet ist. Die Ausnehmung **24** wird, nachdem das Reibmaterial gebildet worden ist, in dem Reibmaterial **12a** durch Bohren in die Oberfläche **12c** gebildet, so dass die Ausnehmung **24** eine Öffnung in der Oberfläche **12c** aufweist. Der Boden der Ausnehmung **24** wird durch die Rückplatte **12b** gebildet.

**[0029]** Der Sensorkopf **22** umfasst einen Block an elektrisch isolierendem Material **22a** und eine elektrische Komponente **22b**, die in das Material **22a** eingebettet ist. Der Block an Material **22a** ist in Form eines Zylinders, der einen Durchmesser ausweist, der ein wenig geringer ist als der Durchmesser der Ausnehmung **24**, so dass der Block genau in die Ausnehmung passen kann. Die Länge des Blocks ist im wesentlichen gleich der Tiefe des Reibmaterials **12a** des Brems Elements **12**, so dass, wenn der Abnutzungssensor **22** in die Ausnehmung **24** eingefügt ist, ein Endoberfläche **22d** des Blocks mit der Rückplatte **12b** in Eingriff steht und das andere Ende eine Oberfläche **22c** aufweist, die im wesentlichen bündig mit der Eingriffsfläche **12c** (siehe **Fig. 5**) ist. Auf die Oberfläche **22c** wird hier nachfolgend als die Abnutzungsoberfläche des Sensorkopfs **22** Bezug genommen.

**[0030]** Das elektrisch isolierende Material **22a**, das in diesem Fall ein phenolisches Harz ist, ist ausgewählt, nicht mehr abnutzungsbeständig als das Reibmaterial **12a** des Brems Elements **12** zu sein. In diesem Fall ist das Reibmaterial vom herkömmlichen Typ, bei dem partikelförmige Materialien durch ein phenolisches Harz gebunden sind. Die elektrische Komponente **22b** ist in das Material **22a** eingebettet, indem die Komponente in einem Hohlraum einer Gussform (nicht gezeigt) angeordnet wird, der Hohlraum mit dem phenolischen Harz in einem nichtausgehärteten Zustand befüllt wird, und das Harz unter Wärme und Druck ausgehärtet wird. Die Komponente **22b** ist in der Form einer Metallfolie, die rechteckig

ist und eine Dicke von 0,05 mm aufweist. Die Folie ist in eine Spiralgestalt mit der Achse der Spirale, die mit der Achse des zylindrischen Blocks des Materials **22a** zusammenfällt, geformt. Die Länge der Spirale ist gleich der Länge des Blocks an Material **22a**, so dass die Enden der Spirale, die durch die Folie gebildet ist, an den Endoberflächen des Blocks **22c** und **22d** freiliegen. Die Spiralform der Folie **22b** ermöglicht dem Material **22a**, durchgängig durch den Block vorzuliegen, wobei dadurch die Intaktheit des Blocks gewährleistet ist. Das Material **22a** dient sowohl, die Folie **22b** in ihrer Spiralform zu bewahren, als auch ebenso, sicherzustellen, dass Strom nicht von einem Teil der Folie zu einem anderen springen kann, d. h. Kurzschlüsse werden verhindert. Die Folie **22b** ist aus der Legierung gebildet, die als Konstantan bekannt ist. Die Oberfläche **22d** des Blocks **22a**, die mit der Rückplatte **12b** in Eingriff steht, weist zwei elektrische Kontakte **26** auf, die davon hervorstehen (nicht gezeigt in **Fig. 2** aber sichtbar in **Fig. 5**). Einer der Kontakte **26** ist mit der Folie **22b** an der äußeren Kante der Spirale, die durch die Folie gebildet ist, verbunden und der andere Kontakt **26** ist mit der Folie an dem inneren Ende der Spirale verbunden. Somit fließt ein elektrischer Strom, der zwischen den Kontakten **26** geführt wird, um die Spirale herum, die durch die Folie **22b** gebildet ist.

**[0031]** **Fig. 3** und **4** illustrieren eine alternative Form des Sensorkopfs **22**, in dem die Gestalt des Blocks, der durch das Material **22a** gebildet ist, im transversalen Querschnitt quadratisch ist. Abgesehen von seinem transversalen Querschnitt ist die alternative Form des Sensorkopfs identisch mit dem Sensorkopf, der in **Fig. 1** und **2** gezeigt ist, und gleiche Bezugszeichen werden für seine Komponenten ohne deren weitere Beschreibung verwendet.

**[0032]** Die Kontakte **26** sind angeordnet, durch die Löcher in der Rückplatte **12b** vorzustehen, und sind mit einem Kabel **28** verbunden, das zu einer elektrischen Schaltung **30** (siehe **Fig. 9**) führt. Die elektrische Schaltung stellt ein Erfassungsmittel bereit, das betreibbar ist, um die Abnutzung des Sensorkopfs zu erfassen.

**[0033]** In der Modifikation des Bremssystems **10**, das in **Fig. 6** gezeigt ist, stehen die Kontakte **26** durch die Löcher in der Rückplatte **12b** hervor, jedoch stattdessen ist ein Stecker **32** in einem Loch in der Rückplatte angebracht und die Kontakte **26** ragen in den Stecker **32** hinein, der ebenso mit dem Kabel **28** verbunden ist.

**[0034]** In dem Betrieb des Bremssystems **10**, wenn das Reibmaterial **12a** mit der Scheibe **14** über die Eingriffsfläche **12c** in Eingriff steht, steht die Abnutzungsoberfläche **22c** ebenso mit der Scheibe **14** in Eingriff. Da das Material **22a** weniger abnutzungsbeständig ist als das Reibmaterial **12a**, wird der Sen-

sorkopf **22** mit der gleichen Rate wie das Reibmaterial **12a** abgeschliffen und beschädigt nicht die Scheibe **14**. Da die Abnutzungsoberfläche **22c** abgeschliffen wird, wird die Folie **22b** ebenfalls abgeschliffen, so dass sich die Länge der Folie verringert und sich ihr elektrischer Widerstand erhöht. Dieser elektrischer Widerstand kann durch die elektrische Schaltung **30** erfasst werden, die dadurch eine Messung der Länge des Sensorkopfs **22** ergibt und, da die Länge des Sensorkopfs **22** der Tiefe des Reibmaterials **12a** entspricht, ergibt dies eine Messung der verbleibenden Menge an Reibmaterial. Insbesondere umfasst die elektrische Schaltung **30** einen Stecker **30a**, in den eine Prozessoreinheit **34** eingesteckt werden kann, um periodisch oder kontinuierlich Abnutzung des Reibmaterials prüfen kann. **Fig. 10** zeigt Spannung gegen Reibmaterialabnutzung, wobei die y-Achse die Spannung wiedergibt. Die Prozessoreinheit **34** empfängt Signale von allen Reibmaterialblöcken in dem Fahrzeug und wandelt alle individuellen Signale in eine Form um, die von einem Bordcomputer des Fahrzeugs verwendet werden kann, um Anzeigen über den Grad der Abnutzung und/oder Warnungen zu geben, wenn die Abnutzung bis einen gewissen Punkt vorangeschritten ist. **Fig. 11** zeigt ein typisches Beispiel der Ausgabe, wobei in diesem Fall die y-Achse die Abnutzung wiedergibt.

**[0035]** In dem Bremssystem **10** ist der Sensorkopf **22** von dem Reibmaterial **12a** umgeben, so dass sichergestellt ist, dass die gesamte Abnutzungsoberfläche **22c** mit der Scheibe **14** in Eingriff stehen wird und der Sensorkopf wird durch das umgebende Reibmaterial gegen eine Verschiebung gehalten. Vorausgesetzt jedoch, dass die gesamte Abnutzungsoberfläche **22c** mit der Scheibe **14** in Eingriff steht und der Sensorkopf gegen eine Verschiebung gehalten wird, kann der Sensorkopf in einer Ausnehmung **36** in der Kante des Blocks an Reibmaterial **12a** angebracht sein (wie in **Fig. 8** gezeigt) und ist daher lediglich teilweise von dem Reibmaterial **12a** umgeben, oder der Sensorkopf kann auf der Rückplatte **12b** an einem Teil davon angebracht sein, das sich über die Kante des Reibmaterials hinaus erstreckt, zum Beispiel kann der Sensorkopf an die Rückplatte **12b** angeklippt oder angeschraubt sein.

**[0036]** **Fig. 12** illustriert ein zweites beispielhaftes Bremssystem **50**, das vom Trommelbremstyp ist. Das Bremssystem **50** ist darin ähnlich dem Bremssystem **10**, dass es einen Abnutzungssensor **60** umfasst, der identische mit dem Abnutzungssensor **20** ist, ausgenommen, dass er in einer Ausnehmung in dem Reibmaterial **52a** angebracht ist, das auf einem Bremsselement **52** in der Form eines Schuhs einer Trommelbremse angebracht ist.

### Patentansprüche

1. Bremssystem (**10**; **50**), das ein Bremsselement

(**12**; **52**) umfasst, das derart angebracht ist, dass eine Eingriffssoberfläche (**12c**) des Bremsselements mit einem gebremsten Element (**14**) in Eingriff stehen kann, um eine Bremskraft darauf anzuwenden, wobei das Bremssystem ebenfalls einen Abnutzungssensor (**20**; **60**) umfasst, der betreibbar ist, um eine Abnutzung des Bremsselements im Betrieb zu erfassen, wobei der Abnutzungssensor einen Sensorkopf (**22**) umfasst, der derart angebracht ist, dass eine Abnutzungsoberfläche (**22c**) des Sensorkopfs im wesentlichen bündig mit der Eingriffssoberfläche (**12c**) des Bremsselements (**12**) ist und mit dem gebremsten Element (**14**) in Eingriff steht, wenn dies die Eingriffssoberfläche tut, so dass die Eingriffs- und Abnutzungsoberflächen im wesentlichen einer gleichen Abnutzung unterworfen sind, wobei der Abnutzungssensor ebenfalls ein Erfassungsmittel (**30**) umfasst, das betreibbar ist, die Abnutzung des Sensorkopfs (**22**) zu erfassen und wobei der Sensorkopf (**22**) einen Block an elektrisch-isolierendem Material (**22a**) umfasst, das nicht mehr abnutzungsbeständig ist als das Bremsselement (**12**), **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Blatt aus Metallfolie (**22b**) in den Block eingebettet ist, wobei entgegen gesetzte Kanten davon durch Leiter (**26**) mit einer elektrischen Schaltung verbunden sind, wobei ein Ende des Blatts, das sich zwischen den entgegen gesetzten Kanten erstreckt, derart angeordnet ist, dass es an der Abnutzungsfläche einer Abnutzung durch das gebremste Element ausgesetzt wird, die eine fortwährende Variation in der Länge des Blatts als eine Funktion der Abnutzung verursacht und wobei das Erfassungsmittel betreibbar ist, den elektrischen Widerstand des Blatts aus Folie (**22b**) zu erfassen.

2. Bremssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Folie (**22b**) im wesentlichen normal zu der Eingriffssoberfläche (**22c**) des Sensorkopfs (**22**) erstreckt.

3. Bremssystem gemäß einem der beiden Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (**22b**) gefaltet und/oder aufgewickelt ist, so dass die Fläche der Folie (**22b**), die der Abnutzung ausgesetzt ist, vergrößert ist.

4. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (**22b**) in einer Spirale geformt ist.

5. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch isolierende Material (**22a**) aus einer Gruppe ausgewählt ist, die Gläser, Keramiken und warm-aushärtende Harze umfasst.

6. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das gebremste Element (**14**) eine Scheibe ist und das Bremsselement (**12**) Reibmaterial (**12a**) umfasst, das angebracht ist,

mit einer Seitenfläche der Scheibe in Eingriff zu stehen.

7. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das gebremste Element eine Trommel ist und das Bremsselement ein Belag an Reibmaterial (**52a**) ist, das angebracht ist, um mit einer inneren Oberfläche der Trommel in Eingriff zu stehen.

8. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorkopf (**22**) innerhalb einer Ausnehmung (**24**; **36**) angebracht ist, die durch Reibmaterial (**12a**) des Bremsselements (**12**) definiert ist.

9. Bremssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorkopf (**22**) auf einem Träger (**12b**) für das Reibmaterial (**12a**) des Bremsselements (**12**) angebracht ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen





