

(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt



(10) **DE 20 2011 103 105 U1** 2012.12.13

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2011 103 105.9**

(22) Anmeldetag: **12.07.2011**

(47) Eintragungstag: **22.10.2012**

(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **13.12.2012**

(51) Int Cl.: **G01N 27/72 (2011.01)**
G01N 27/90 (2011.01)

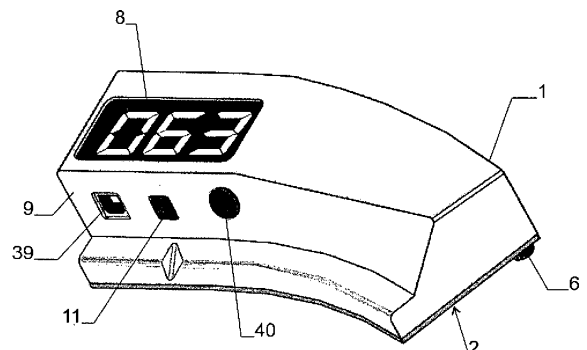
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Prozeq SA, 8603, Schwerzenbach, CH

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Bestimmen des Verschleisszustands einer Karbonkeramik-Bremsscheibe**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Bestimmen des Verschleisszustands einer Karbonkeramik-Bremsscheibe, wobei die Vorrichtung mindestens eine Spule (15) zum Erzeugen eines Magnetfelds in der Bremsscheibe und zum Detektieren eines Wirbelstroms in der Bremsscheibe aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Spule (15) einen bogenförmigen Messbereich (18) besitzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Verschleisszustands einer Karbonkeramik-Bremsscheibe, wobei die Vorrichtung mindestens eine Spule zum Erzeugen eines Magnetfelds in der Bremsscheibe und zum Detektieren eines Wirbelstroms in der Bremsscheibe aufweist.

[0002] Unter einer „Karbonkeramik-Bremsscheibe“ ist dabei eine Bremsscheibe zu verstehen, welche eine Karbonkeramik aufweist, wobei die Karbonkeramik einen keramischen Träger sowie in den Träger eingebettete Kohlenstofffasern besitzt.

[0003] Bei solchen Karbonkeramik-Bremsscheiben kommt es aufgrund hoher Betriebstemperaturen zu einer Oxidation der Kohlenstofffasern und so zu einem Verschleiss. Dieser Verschleiss ist durch rein optische Inspektion nicht zuverlässig zu erkennen. Eine bessere Verschleisserkennung erlauben induktive Verfahren. Das dabei angewandte Prinzip beruht auf der Wirbelstromdämpfung; sei es mittels zweier Spulen (EP 1 387 166), die kontinuierlich arbeiten, oder mit einer oder zwei Spulen im Pulsbetrieb (DE 10 2008 051 802). In diesen Schriftstücken wird die hervorragende Korrelation zwischen induktiver Messung und gravimetrischer Bestimmung des Verschleisszustands offengelegt. Als Messgerät dient ein handelsübliches Profometer 5 (www.proceq.com). Dabei ist es nicht notwendig, die Scheibe zu demontieren. Ebenso wird festgehalten, dass die Messwerte unabhängig von der Verschmutzung und dem Vorhandensein von Flüssigkeit sind.

[0004] Das weitaus grösste Problem solcher Verfahren liegt in der Tatsache, dass infolge der unvermeidlichen Inhomogenität des Werkstoffes die Messwerte örtlich stark unterschiedlich sind (Schwankungen bis zu 100%). Eine weitere Variation entsteht infolge der im Innern der Scheibe verlaufenden Lüftungskanäle. Ein konventionelles Gerät kann bei einer Verschiebung von wenigen Millimetern einen um mehr als 10% abweichenden Wert anzeigen. Da der prozentuale Abfall des Messwertes zwischen einer neuen und einer ausgedienten Scheibe bei ca. 40 bis 50% liegt, ist eine derartige Ortsabhängigkeit der Messung von grossem Nachteil.

[0005] In DE 10 2008 051 802 wird eine Positionierungstechnik mittels einer Schablone und mechanischer Positionierhilfen beschrieben, die sich jedoch als unpraktisch erweist.

[0006] Weiter sei festgehalten, dass nur zuverlässige Messwerte dann aufgenommen werden können, wenn das Prüfgerät auf der Scheibe exakt aufliegt, was durch eine Bedienung von Hand in der Servicestelle zusätzliche Anforderungen an die Gestalt des Gerätes mit sich bringt.

[0007] Einen weiteren Störfaktor bilden die im eingebauten Zustand vorhandenen metallischen Elemente, wie Bremssattel, -topf, Achsschenkel und Schutzblech.

[0008] Es stellt sich deshalb die Aufgabe, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die eine zuverlässigere Messung des Verschleisszustands erlaubt. Diese Aufgabe wird von der Vorrichtung gemäss Anspruch 1 gelöst.

[0009] Anspruchsgemäss besitzt die mindestens eine Spule also einen bogenförmigen Messbereich. Unter dem Begriff Messbereich ist dabei derjenige Bereich der Messebene zu verstehen, der von der Spule bzw. den Spulen messtechnisch erfasst wird. Insbesondere umfasst der Messbereich diejenigen Orte der Messebene, bei welchen der Fluss eines von der Spule erzeugten Magnetfelds mindestens 50% eines Maximalwerts des Flusses des Magnetfelds beträgt.

[0010] Durch einen anspruchsgemäss gestalteten Messbereich kann eine nicht-lokale Messung an der Bremsscheibe durchgeführt werden, welcher die Messung unempfindlicher gegenüber lokalen Inhomogenitäten der Karbonkeramik macht.

[0011] Vorzugsweise weist die Vorrichtung mindestens drei Spulen auf, insbesondere mehr als drei Spulen, sowie eine Ansteuerung, um mit den Spulen ein Magnetfeld im Messbereich zu erzeugen.

[0012] Weitere bevorzugte Ausführungen der Vorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie aus der nun folgenden Beschreibung anhand der Figuren. Dabei zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung,

[0014] [Fig. 2](#) eine Ansicht der Vorrichtung angelegt an einer Bremsscheibe,

[0015] [Fig. 3](#) eine Darstellung der Messspulen-Anordnung,

[0016] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung des Messbereichs an der Bremsscheibe,

[0017] [Fig. 5](#) den Messwert als Funktion des Winkels,

[0018] [Fig. 6](#) ein Teilblockschaltbild der Vorrichtung und

[0019] [Fig. 7](#) eine Ausführung mit zwei Reihen von Messspulen.

[0020] Die Vorrichtung gemäss [Fig. 1](#) besitzt ein Gehäuse **1** mit einer Messoberfläche **2**, welche dazu vorgesehen ist, während der Messung an einer Stirnseite **3** der Bremsscheibe **4** anzuliegen (vgl. [Fig. 2](#)). Weiter sind am Gehäuse **1** Anschlagmittel **5**, **6** vorgesehen, welche sich quer, insbesondere senkrecht, zur Messoberfläche **2** erstrecken. Die Anschlagmittel **5**, **6** dienen zum radialen Anschlagen, d. h. der radialen Ausrichtung, des Gehäuses **1** an einer Aussenkante **7** der Bremsscheibe **4**. Die Anschlagmittel **5**, **6** sind als Vorsprünge ausgestaltet, welche über die Messoberfläche **2** hervorstehen. Vorzugsweise sind genau zwei solche Vorsprünge vorgesehen, damit ein definierter radialer Anschlag an der Bremsscheibe **4** sichergestellt ist.

[0021] Die Vorrichtung gemäss [Fig. 1](#) besitzt weiter eine Anzeige **8**, vorzugsweise auf der der Messoberfläche **2** gegenüber liegenden Seite des Gehäuses, so dass sie vom Benutzer gut einsehbar ist. Auf einer Seite **9** des Gehäuses **1**, welche bei korrekt an der Bremsscheibe **4** angeschlagener Vorrichtung der Achse der Bremsscheibe zugewandt ist, befindet sich eine Lichtquelle **11**. Die Lichtquelle **11** umfasst z. B. einen Halbleiterlaser, dessen Lichtstrahl beispielsweise mit einer Zylinderlinse in einer Richtung senkrecht zur Stirnseite **3** zu einem flächigen Lichtfeld **12** aufgefächert wird. Sie dient als Positionierhilfe, indem die Lichtquelle **11** und die Anschlagmittel **5**, **6** so zueinander ausgerichtet sind, dass beim bestimmungsgemässen Anschlagen der Vorrichtung an die Bremsscheibe **4** ein auf der Stirnfläche **3** verlaufender Lichtstrich **13** erzeugt wird. Der Benutzer kann den Lichtstrich **13** dazu verwenden, die Vorrichtung in definierter Weise auf eine von mehreren an der Bremsscheibe angebrachten Markierungen **15** azimuthal auszurichten. Diese Lösung benötigt keinen zusätzlichen mechanischen Zeiger und eignet sich für alle Scheibenabmessungen. Zur besseren Erkennung ist die Lichtquelle helligkeitsmoduliert.

[0022] Der Benutzer kann das Gehäuse **1** in der in [Fig. 2](#) gezeigten Art an die Bremsscheibe anlegen, wobei die Vorsprünge **5**, **6** das Gerät radial positionieren, und die Messoberfläche **2** die axiale Positionierung sicherstellt. Um das Gerät an die richtige azimuthale Winkelposition zu führen, bewegt der Benutzer es dem Umfang der Bremsscheibe **4** entlang. Um diese Bewegung zu vereinfachen, können die Vorsprünge **5**, **6** von Walzen gebildet sein, die auf der Aussenkante **7** der Bremsscheibe **4** abrollen.

[0023] Wie bereits erwähnt, erfolgt die Messung über eine oder mehrere Spulen. [Fig. 3](#) zeigt eine bevorzugte Anordnung mit mehreren Spulen **15**. In dieser Ausführung sind die Spulen **15** in einer Reihe nebeneinander angeordnet, derart, dass ihre Zentren auf einer gekrümmten Kurve **16**, insbesondere einem Kreissegment, zu liegen kommen.

[0024] Die Spulen **15** bilden einen gekrümmten Messbereich **18**, wie er gestrichelt in [Fig. 4](#) dargestellt ist. Der Messbereich liegt in einem Ring **19** zwischen zwei konzentrischen Kreislinien **20**, **21**. Die radiale Dicke D des Rings (d. h. der Abstand der Kreislinien **20**, **21**) ist kleiner als 2 cm. Die Länge L des Messbereichs tangential zum Ring beträgt mindestens 8 cm. Der innere Radius R des Rings **19** liegt zwischen xx und yy cm. Mit einem so gestalteten Messbereich kann ein beträchtlicher Bereich einer üblichen Bremsscheibe erfasst werden, ohne dass metallische Teile der Befestigung oder Randbereiche der Bremsscheibe in den Messbereich fallen.

[0025] Anstelle einer einzelnen Reihe von Spulen ist es auch denkbar, mindestens zwei Reihen von Spulen zu verwenden. Dies ist in [Fig. 7](#) illustriert, wo die beiden Reihen von Spulen **15** auf zwei parallelen, gekrümmten Kurven **16'**, **16''**, insbesondere auf zwei konzentrischen Kreissegmenten, angeordnet sind. Vorzugsweise sind dabei jeweils zwei zueinander benachbarte, auf unterschiedlichen Kurven liegende Spulen **15** antiparallel gepolt, wie dies durch die Zeichen + und – in [Fig. 7](#) illustriert ist. Dadurch wird das Feld der einen Spule in die jeweils benachbarte Spule umgelenkt, wodurch es zwar ein beträchtliches Volumen der Bremsscheibe **4** durchsetzt, aber im Verhältnis hierzu nicht sehr tief in die Bremsscheibe **4** eindringt. Dadurch kann vermieden werden, dass das Feld auf der den Spulen **15** gegenüber liegenden Seite der Bremsscheibe **4** austritt und dort von Metallteilen beeinflusst wird.

[0026] Grundsätzlich können auch bei der Ausführung nach [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) jeweils zwei zueinander benachbarte Spulen antiparallel gepolt sein. Es zeigt sich jedoch, dass die Verwendung von antiparallel gepolten Spulen in einer Anordnung mit zwei Reihen von Spulen gemäss [Fig. 7](#) besonders vorteilhaft ist.

[0027] Der Begriff „antiparallel gepolt“ ist dabei so zu verstehen, dass die von den beiden Spulen erzeugten Felder antiparallel zueinander sind. Dies kann z. B. dadurch erreicht werden, dass die beiden Spulen im umgekehrten Drehsinn gewickelt sind und von gleichphasigen Strömen durchflossen werden, oder indem die beiden Spulen im gleichen Drehsinn gewickelt sind und von gegenphasigen Strömen durchflossen werden.

[0028] Die in [Fig. 3](#) gezeigten Spulen **15** sind vorzugsweise auf einer gemeinsamen Trägerplatte **25** angeordnet, wodurch deren Montage und gegenseitige Ausrichtung erleichtert wird. Sie sind vorteilhaft als konzentrische Leiterbahnen auf dem Träger **25** ausgeführt, in Form einer mehrschichtigen gedruckten Schaltung.

[0029] Die Trägerplatte **25** liegt in der in [Fig. 3](#) gezeigten Ausführung am denjenigen Wandabschnitt

26 des Gehäuses an, der die Messoberfläche **2** bildet, und ist vorzugsweise flächig mit diesem verbunden. Alternativ hierzu kann die Trägerplatte **25** selbst die Aussenwand des Gehäuses und somit die Messoberfläche **2** bilden. Beide diese Ausgestaltungen erlauben es, die Spulen **15** nahe und in sehr gut definierter räumlicher Position relativ zur Oberfläche der Bremsscheibe **4** zu positionieren. Insbesondere ändert sich der Abstand zwischen den Spulen **15** und dem Prüfling nicht, wenn die Andruckkraft variiert wird. Dies ist wichtig, da eine Änderung des Abstands um nur wenige Zehntel Millimeter zu sehr grossen Signalschwankungen führen kann.

[0030] Die Spulen **15** haben einen Durchmesser, der ungefähr der halben Dicke des Prüflings entspricht, so dass ihr Feld ausreichend tief in die Bremsscheibe eindringt, ohne dass ein wesentlicher Feldanteil auf der gegenüber liegenden Seite aus der Bremsscheibe austritt. Um diese Anordnungen bei typischen Bremsscheiben zu erfüllen, liegt ein bevorzugter Durchmesser der Spulen **15** im Bereich von 10–15 mm. Bei nicht rotationssymmetrischen Spulen handelt es sich hierbei um den Durchmesser tangential zur Bremsscheibe, wenn die Messvorrichtung bestimmungsgemäss an die Bremsscheibe angelegt ist.

[0031] Ein Blick auf [Fig. 5](#) zeigt, dass die gewählte Geometrie die geforderten Ansprüche befriedigt. Die stark wellige Linie entspricht dem Verlauf beim Messen mit einer Einzelspule, deren Durchmesser in etwa der Scheibendicke entspricht. Ein Teil der Modulation entsteht durch die Lüftungskanäle – überlagert und aperiodisch sind die Schwankungen durch die naturgemässe Inhomogenität des Gefüges. Die geglättete Kurve entsteht bei einer Abtastung mit der hier beschriebenen Anordnung. Die vertikale Skala zeigt den Messwert, in einer linearen Einheit, die horizontale Skala den Winkel bzw. die azimutale Position des Geräts entlang der Aussenkante der Bremsscheibe **4**.

[0032] [Fig. 6](#) zeigt eine mögliche Ausgestaltung der Spulenbeschaltung. Demgemäss ist eine Ansteuerung **30** vorgesehen, welche den Betrieb der Spulen **15** steuert und mittels der Spulen **15** ein Magnetfeld im Messbereich **18** erzeugt. Jeder Spule ist ein elektronischer Schalter **31** zugeordnet, und zwar so, dass die Spulen **15** durch Schliessen der Schalter **31** parallel zueinander mit der Versorgungsspannung von einer Spannungsquelle **32** verbunden werden können. Diese Parallelschaltung erlaubt es, ohne Spannungsumrichter eine Spannungsquelle **32** mit geringer Spannung, wie z. B. eine einfache Batterie, einzusetzen. Werden die Schalter **31** geöffnet, so werden die Spulen von der Versorgungsspannung getrennt. Dabei entsteht über jeder Spule eine Induktionsspannung aufgrund der Wirbelströme in der Bremsscheibe. Diese Induktionsspannungen werden von der Ansteuerung **30** rechnerisch oder elektrisch aufaddiert.

Auf diese Weise entsteht ein relativ starkes Signal, obwohl mit einer nur geringen Versorgungsspannung gearbeitet wird.

[0033] Vorzugsweise ist die Vorrichtung mit einem Anschluss **39** ausgestattet, um Daten mit externen Geräten auszutauschen, z. B. um durchgeführte Messungen zu protokollieren. Weiter können an der Vorrichtung eine oder mehrere Tasten **40** zum Speichern und/oder Markieren des jeweiligen Messwertes angeordnet sein.

[0034] Grundsätzlich denkbar ist es auch, das Gerät mit nur einer Spule auszurüsten, welche einen gebogenen Querschnitt hat. Eine entsprechende Spule besitzt jedoch eine hohe Induktivität, braucht mehr Leistung und ist langsamer im Betrieb. Zudem reicht ihr Feld relativ tief, was die Gefahr mit sich bringt, dass auch hinter der Bremsscheibe angeordnete Bauteile von der Messung erfasst werden. Aus diesen Gründen ist die Verwendung mehrerer Spulen, und insbesondere von mehr als drei Spulen, bevorzugt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1387166 [0003]
- DE 102008051802 [0003, 0005]

Schutzansprüche

1. Vorrichtung zum Bestimmen des Verschleisszustands einer Karbonkeramik-Bremsscheibe, wobei die Vorrichtung mindestens eine Spule (15) zum Erzeugen eines Magnetfelds in der Bremsscheibe und zum Detektieren eines Wirbelstroms in der Bremsscheibe aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Spule (15) einen bogenförmigen Messbereich (18) besitzt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der bogenförmige Messbereich (18) in einem Ring liegt, wobei eine radiale Dicke (D) des Rings kleiner als 2 cm und ein innerer Radius (R) des Rings zwischen 10 und 15 cm liegt, und wobei eine Länge (L) des Messbereichs (18) tangential zum Ring mindestens 8 cm beträgt.

3. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung mindestens drei, insbesondere mehr als drei, Spulen (15) aufweist, sowie eine Ansteuerung (30), mit welcher mit den Spulen (15) im Messbereich (18) ein Magnetfeld erzeugbar ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei mit der Ansteuerung (30) die Spulen (15) parallel zueinander mit einer Versorgungsspannung verbindbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Ansteuerung (30) dazu ausgestaltet ist, die Spulen (15) von der Versorgungsspannung zu trennen und die bei der Unterbrechung erzeugten Induktionsspannungen über den Spulen (15) aufzusummieren.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die Spulen (15) auf einer gemeinsamen Trägerplatte (25) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Spulen (25) als Leiterbahnen auf der Trägerplatte (25) ausgestaltet sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Zentren der Spulen (25) auf einer gekrümmten Kurve (16), insbesondere einem Kreissegment, liegen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Zentren der Spulen (15) auf mindestens zwei gekrümmten, parallelen Kurven (16'), insbesondere auf mindestens zwei konzentrischen Kreissegmenten, liegen.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jeweils benachbarte Spulen (15) antiparallel gepolt sind.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, wobei jeweils zwei zueinander benachbarte, auf unter-

schiedlichen Kurven liegende Spulen (15) antiparallel gepolt sind.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung ein Gehäuse aufweist, an welchem Anschlagmittel (5, 6) zum radialen Anschlagen des Gehäuses (1) an die Bremsscheibe angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12 mit einer Messoberfläche (2) zum Anlegen an eine Stirnfläche der Bremsscheibe, wobei die Anschlagmittel (5, 6) als quer zur Messoberfläche verlaufende Vorsprünge ausgestaltet sind.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 9, wobei die Trägerplatte die Messoberfläche (2) bildet oder innenseitig an einem die Messoberfläche (2) bildenden Wandabschnitt (26) anliegt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, wobei die Vorsprünge von Walzen gebildet werden.

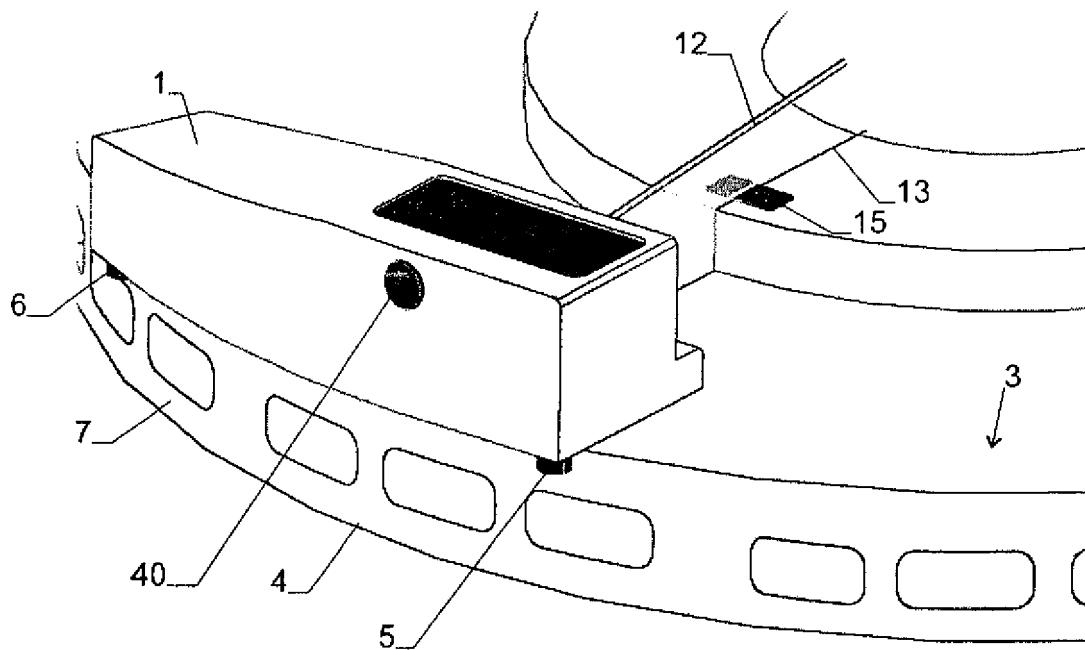
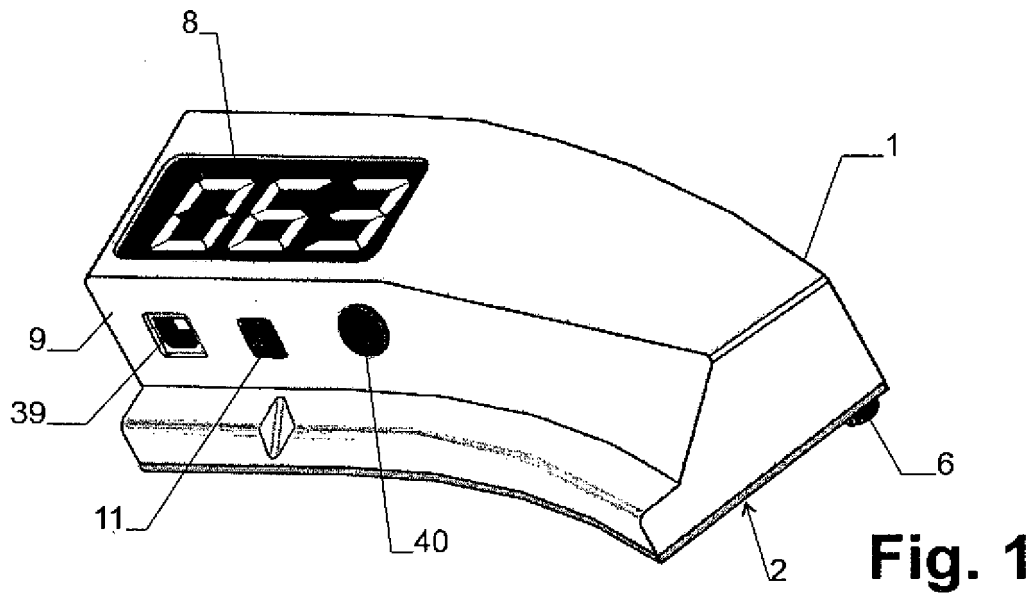
16. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einer Lichtquelle (11) zum Erzeugen eines Lichtfelds (12) als Positionierhilfe.

17. Vorrichtung nach den Ansprüchen 12 und 16, wobei die Lichtquelle (11) und die Anschlagmittel (5, 6) so zueinander ausgerichtet sind, dass mit dem Lichtfeld (12) beim Anschlagen der Vorrichtung an die Bremsscheibe ein auf einer Stirnfläche der Bremsscheibe verlaufender Lichtstrich (13) erzeugbar ist.

18. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein Durchmesser der Spulen (15) zwischen 10 und 15 mm liegt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



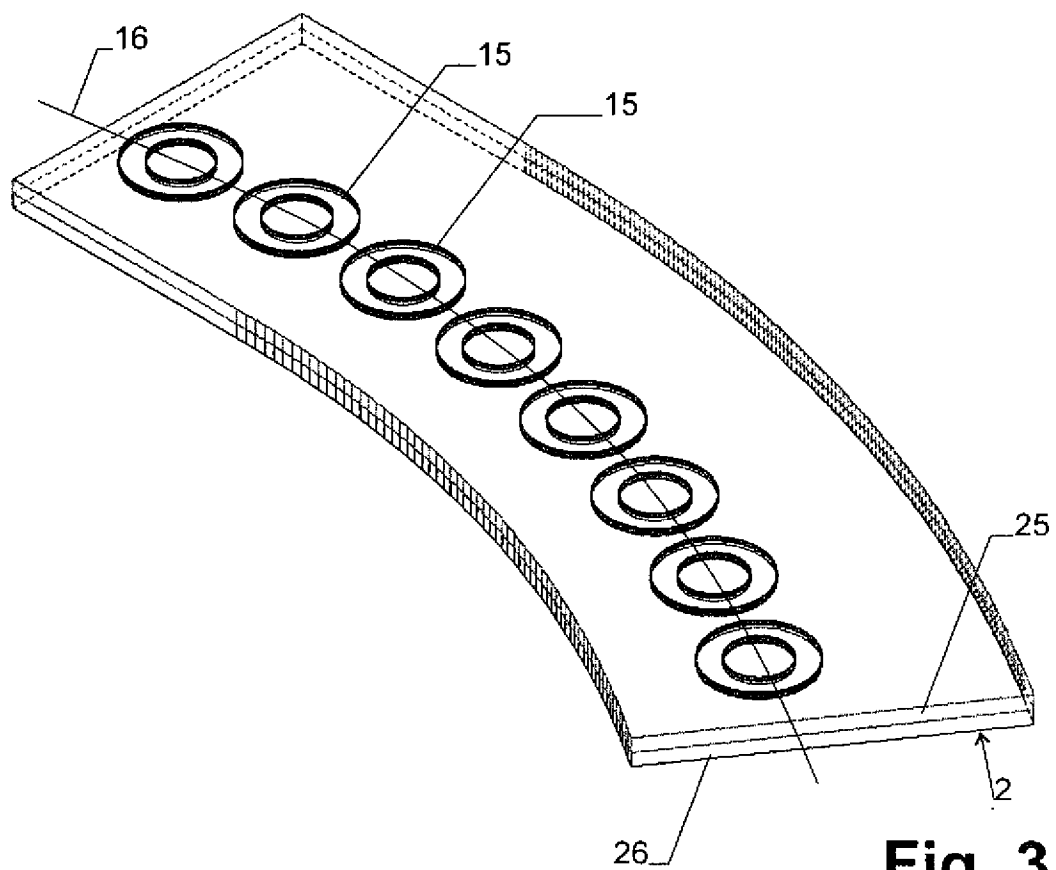


Fig. 3

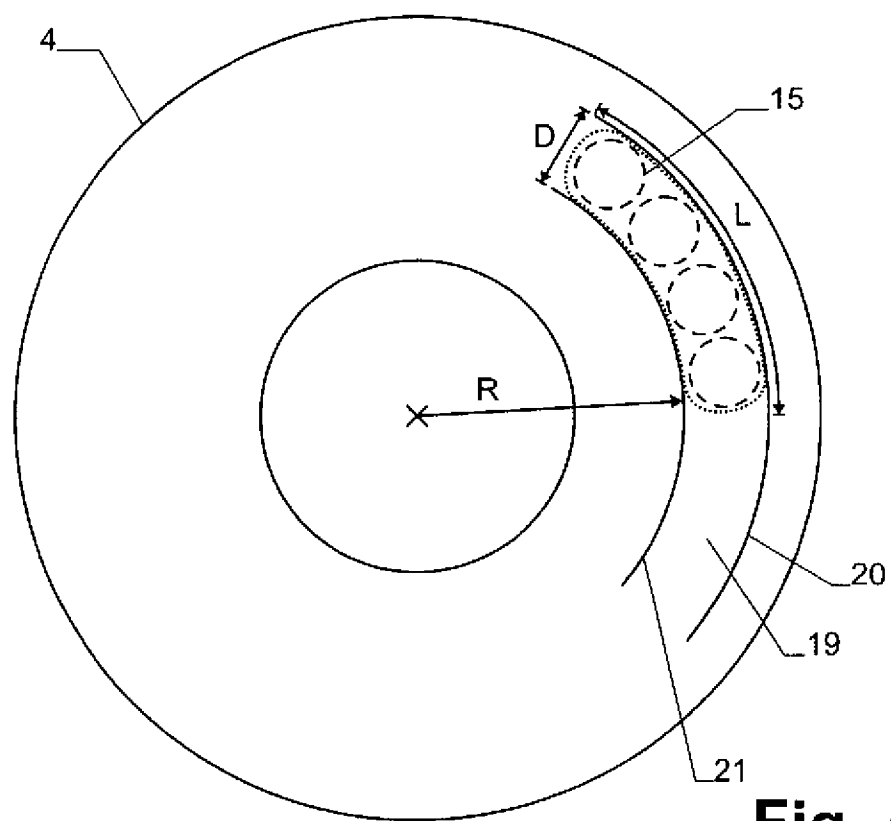


Fig. 4

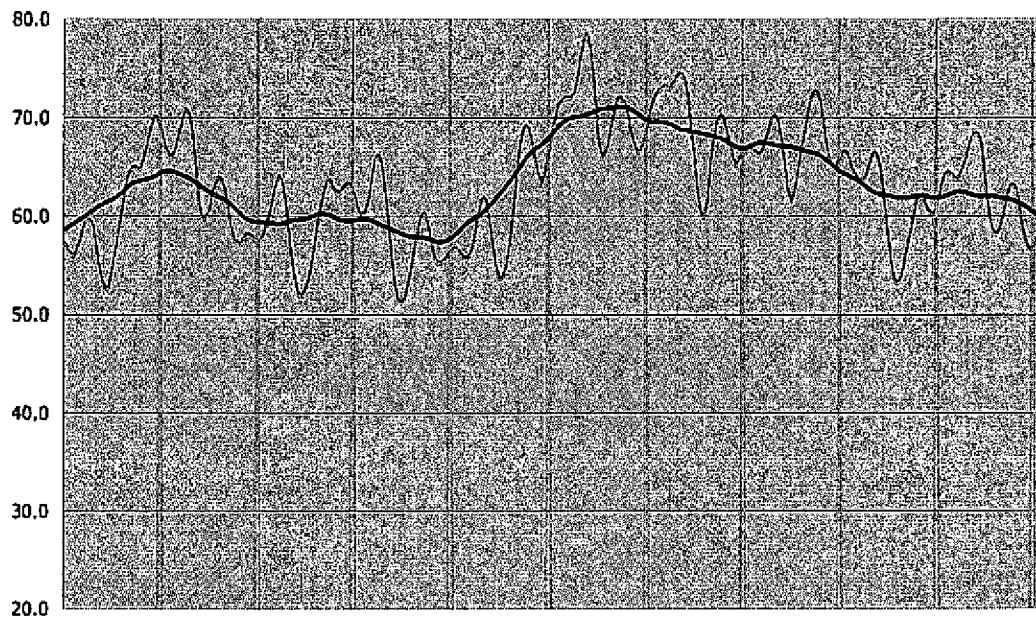


Fig. 5

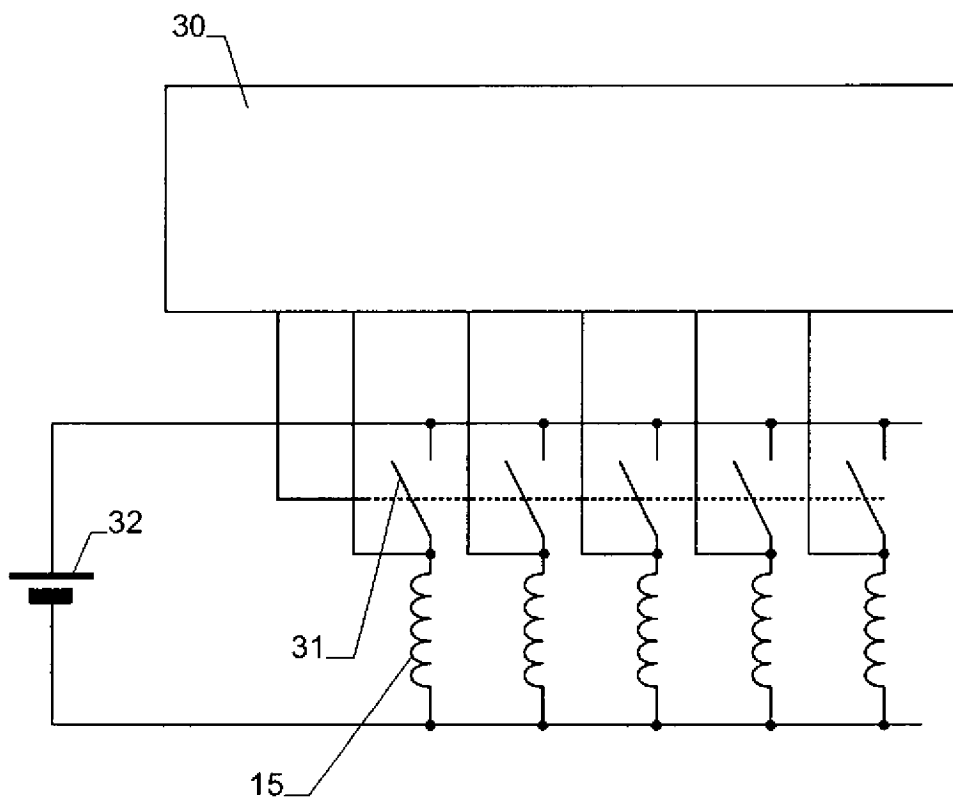


Fig. 6

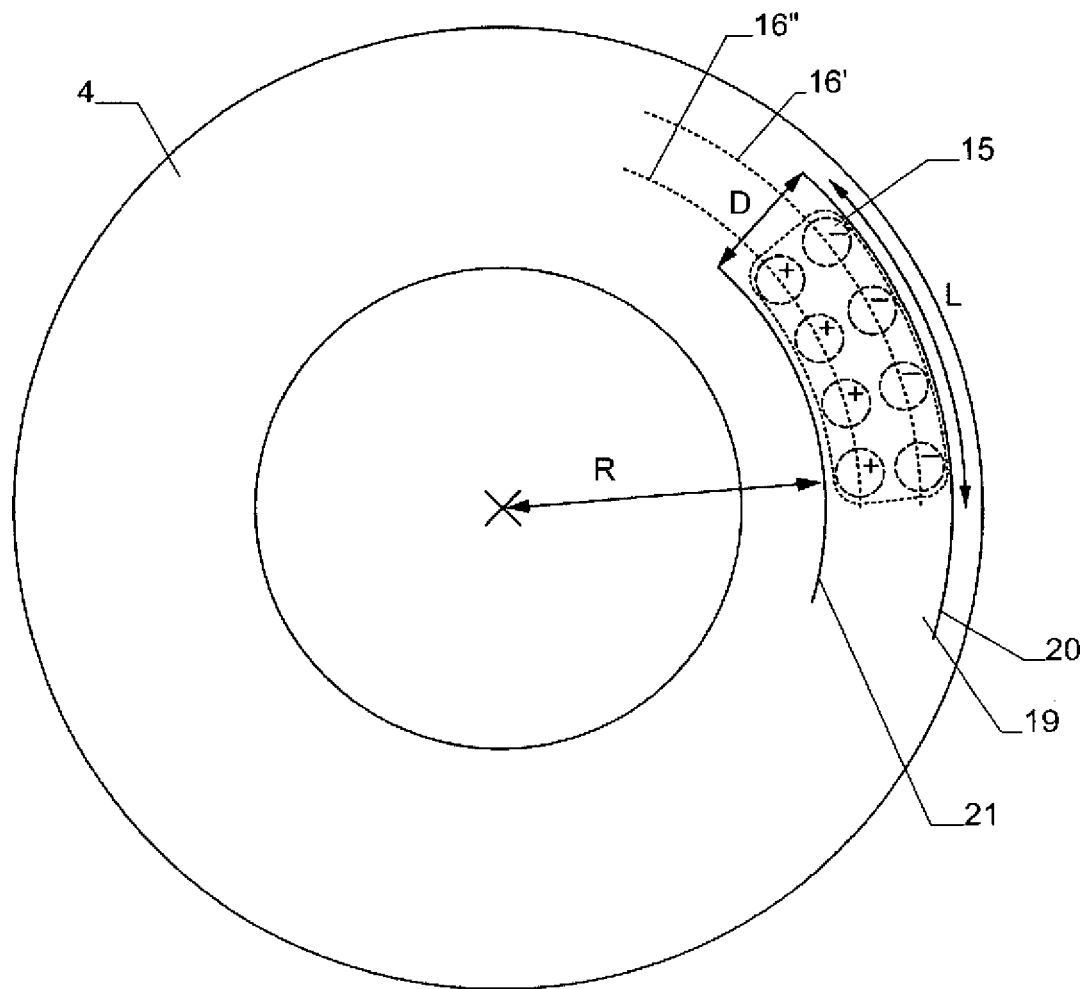


Fig. 7