



CH 694 134 A5

⑪

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 694 134 A5

⑤① Int. Cl.⁷: F 16 D 027/112
F 16 D 067/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 02159/99

②② Anmeldungsdatum: 25.11.1999

③① Priorität: 04.12.1998 DE 198 56 069.9

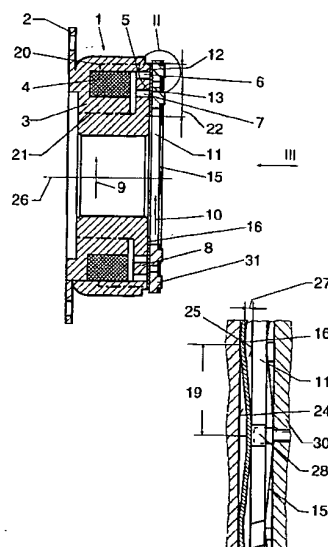
②④ Patent erteilt: 30.07.2004

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 30.07.2004⑦③ Inhaber:
ZF Friedrichshafen AG
88038 Friedrichshafen (DE)⑦② Erfinder:
Frank Miehle, Tobelweg 17
88090 Immenstaad (DE)
Konrad Thoma, Föhnweg 1
88048 Friedrichshafen (DE)
Schneider Rudolf, Dornierstrasse 19
88074 Meckenbeuren (DE)⑦④ Vertreter:
E. Blum & Co., Patentanwälte, Vorderberg 11
8044 Zürich (CH)

⑤④ Elektromagnetisch betätigte Einflächenkupplung oder Einflächenbremse.

⑤⑦ Die Erfindung geht aus von einer elektromagnetisch betätigten Einflächenkupplung oder Einflächenbremse (1), die auf einer Primärseite (9) eine Magnetspule (4) in einem Magnetkörper (3) und eine erste Reibfläche (24) aufweist, die drehfest mit einem zu kuppelnden Bauteil verbunden ist, während auf einer Sekundärseite (10) eine Ankerscheibe (11) mit einer zweiten Reibfläche (25) angeordnet ist, die unter dem Einfluss einer Magnetkraft mit der ersten Reibfläche (24) zusammenwirkt und eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Primärseite (9) und der Sekundärseite (10) herstellt.

Es wird vorgeschlagen, dass zwischen der ersten und zweiten Reibfläche (24, 25) eine dünne, in Umfangsrichtung mehrfach leicht gewellte Lamelle (16) vorgesehen ist, um die Schaltgeräusche zu reduzieren.



CH 694 134 A5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektromagnetisch betätigte Einflächenkupplung oder Einflächenbremse nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Kupplungen unterscheiden sich von Bremsen im Allgemeinen dadurch, dass sie zwei rotierende Bauteile miteinander verbinden, während Bremsen zur Verringerung der Bewegung eines Bauteils dieses an ein feststehendes Bauteil kraftschlüssig ankoppeln. Die Erfindung betrifft gleichermassen Kupplungen und Bremsen. Zur Vereinfachung ist in der folgenden Beschreibung jedoch im Wesentlichen auf Bremsen Bezug genommen.

Gattungsgemässe Einflächenkupplungen und Einflächenbremsen sind seit vielen Jahren auf dem Markt. Sie sind z.B. in dem Katalog KB 1 «Einflächenkupplungen und -bremsen, Kupplungs-Bremseinheiten», September 1997, der ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen, beschrieben. Sie werden wegen ihres einfachen Aufbaus und ihrer günstigen Abmessungen in steigendem Masse zum Automatisieren mechanischer Arbeitsabläufe im Maschinen- und Apparatebau verwendet, z.B. bei Textilmaschinen, Verpackungsmaschinen, Druckmaschinen und Papiermaschinen, Werkzeugmaschinen und Schweissmaschinen, Mikroskopiestationen, wie sie in der Neurochirurgie eingesetzt werden, Büromaschinen, usw. Sie dienen dazu, Drehzahl- oder Geschwindigkeitsstufen zu schalten, Bewegungsabläufe mit Positionierung zu steuern oder Maschinen bei Störungen stillzusetzen.

Einflächenbremsen besitzen jeweils eine Reibfläche auf der Primärseite und der Sekundärseite, wobei eine Reibfläche an einer Ankerscheibe angeordnet ist, die durch Magnetkraft entgegen der Kraft einer Rückstellfeder gegen die andere Reibfläche gezogen wird. Bei einer ersten Variante wird die Magnetkraft von einem Elektromagneten erzeugt, dessen Magnetfeld die Ankerscheibe einmal oder mehrfach durchflutet. Durch eine mehrfache Durchflutung lassen sich grössere Bremsmomente erzielen.

Um die rotierenden Massen klein zu halten, sind die Magnetspule und der sie umschliessende Magnetkörper an einem Gehäuseteil fest installiert, während die Ankerscheibe in der Regel über eine Membranfeder mit dem zu bremsenden Bauteil verbunden ist. Die Einflächenbremse unterscheidet sich von der Einflächenkupplung in der Regel dadurch, dass ein Rotor mit einer Magnetfluss-Leitscheibe getrennt von dem gehäusefesten Magnetkörper mit einem geringen Spiel zu diesem rotiert und mit einem zweiten rotierenden Bauteil verbunden ist. Bei stromdurchflossener Spule baut sich ein Magnetfeld auf, wodurch auf die Ankerscheibe eine Zugkraft wirkt. Die Membranfeder ermöglicht mit ihrer axialen Durchfederung den Ankerhub und bewirkt beim Abschalten der Bremse eine schnelle und völlige Trennung der Reibflächen, sodass kein Restdrehmoment bestehen bleibt.

Bei einer zweiten Variante wird die Zugkraft durch einen oder mehrere Dauermagnete erzeugt. Wenn ein Strom durch die Magnetspule fliesst, werden deren Magnetfelder dabei so geschwächt, dass die Membranfeder die Einflächenkupplung bzw. Einflächenbremse öffnen kann.

Beide Reibflächen bestehen zweckmässigerweise aus Metall. Sie sind somit besonders umweltfreundlich; die sonst üblichen organischen Reibbeläge mit Asbest werden vermieden. Ferner sind sie für Trocken- und Nassbetrieb geeignet und bei Trockenbetrieb unempfindlich gegen ein Verschmutzen durch Öl oder Fett.

Elektromagnetische Einflächenbremsen verursachen beim Ein- und Ausschalten ein metallisches Schaltgeräusch. Dieses Geräusch ist um so lauter, je grösser der Schaltweg und je grösser die Federrückhaltekräfte sind. In besonderen Anwendungsfällen kann dieses Schaltgeräusch ausserordentlich störend sein, z.B. bei Haltebremsen in Drehachsen von Mikroskopiestationen, wie sie in der Neurochirurgie eingesetzt werden. Hier sind bereits leise Klickgeräusche unerwünscht. Um die Geräusche zu verringern, wird der Arbeitsluftspalt der eingesetzten Bremsen extrem klein eingestellt. Dies ist nicht nur äusserst kompliziert und damit teuer, sondern auch sehr unzuverlässig. Wenn sich nämlich der sehr kleine Arbeitsluftspalt nur geringfügig ändert, z.B. durch Temperaturänderungen, kehren entweder bei grösser werdendem Arbeitsluftspalt die Schaltgeräusche wieder zurück oder die Bremsen öffnen bei kleiner werdendem Arbeitsluftspalt nicht mehr korrekt.

Aus der DE 2 840 565 A1 ist eine elektromagnetisch betätigte Bremse bekannt. Eine Feder drückt ihre aus einem lamellierten Blechpaket bestehende Ankerscheibe mit einem Bremsbelag gegen eine Reibfläche, die sich an einem Bremsring befindet. Ein Elektromagnet öffnet die Bremse, indem er den Anker entgegen der Kraft der Feder anzieht. Das Schaltgeräusch, das beim Lösen der Bremse durch das Auftreffen der Ankerscheibe auf den Magnetkörper verursacht wird, wird zum einen durch das lamellierte Blechpaket und zum anderen durch mehrere auf den Umfang verteilte Tellerfedern verringert, die zwischen dem Magnetkörper und der Ankerscheibe angeordnet sind.

Aus der DE 2 853 802 A1 ist ferner eine elektromagnetisch löfbare Federdruckbremse bekannt, die zur Anwendung in feinmechanischen oder medizinischen Geräten vorgesehen ist. Um das Schaltgeräusch zu verringern, sind auf die Stirnseiten des mehrflächigen Reibbelagträgers Gummischichten aufvulkanisiert, auf die jeweils der Reibbelag befestigt ist. Ferner wird die Ankerscheibe durch einige Druckfedern beaufschlagt, die die Verformungsarbeit beim Entspannen oder Zusammenpressen teilweise in Reibarbeit umwandeln. Die Gummischichten sind für viele Beanspruchungen im Allgemeinen nicht dauerhaft.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, bei einer elektromagnetisch betätigten Einflächenkupplung oder Einflächenbremse die Schaltgeräusche zu verringern. Sie wird gemäss der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Nach der Erfindung ist zwischen der ersten und zweiten Reibfläche eine dünne, in Umfangsrichtung mehrfach leicht gewellte Lamelle vorgesehen. Diese besteht zweckmässigerweise aus Federstahl und ist direkt in den Magnetkreis und die Drehmomentüber-

tragung eingeschaltet. Im gelüfteten Zustand der Einflächensbremse liegt sie lose zwischen den Reibflächen, wobei ein normal grosser Arbeitsluftspalt vorgesehen werden kann. Beim Zuschalten der Bremse wird zunächst die Lamelle durchflutet und legt sich an die dem Magnetkörper benachbarte Reibfläche an. Auf Grund des geringen Abstands zwischen der Lamelle und der Reibfläche und der geringen Masse der Lamelle, ist dieser Vorgang praktisch geräuschlos. Gleichzeitig wird die Ankerscheibe angezogen und trifft auf die Hochstellen der Wellen an der Lamelle. Auf Grund des geringen Spiels des Ankers zur Lamelle und dem noch bestehenden grösseren Abstand zum Magnetkörper geschieht dies ebenfalls praktisch geräuschlos. Durch die mit weiter abnehmendem Abstand zum Magnetkörper stark ansteigende Magnetkraft werden die Wellen der Lamelle zunehmend flachgedrückt, bis der vollständige Kraftschluss hergestellt ist. Die Lamelle selbst ist zweckmässigerweise weniger als zwei Millimeter stark und weist auf den Umfang verteilt weniger als sechs Wellen auf.

Beim Abschalten des Elektromagneten löst sich die Ankerscheibe nur langsam, weil auf Grund der trennenden Wirkung der Lamelle die Vorspannung der üblicherweise zur Befestigung der Ankerscheibe verwendeten Membranfeder verringert oder auf die Vorspannung gänzlich verzichtet werden kann. Dadurch geschieht auch das Abschalten völlig lautlos.

Die erfindungsgemässe Lösung eignet sich besonders für Einflächensbremsen, deren Reibflächen aus Metall bestehen die zwar besonders widerstandsfähig sind, aber die zu Schaltgeräuschen neigen. Die Lamelle selbst ist praktisch verschleiss- und wartungsfrei, insbesondere wenn sie aus Federstahl besteht. Ferner eignet sich die erfindungsgemässe Lösung für Einflächensbremsen mit einer mehrfachen magnetischen Durchflutung der Ankerscheibe, bei der die Kraftwirkung des Magnetfeldes mehrfach genutzt wird. Es werden dadurch grosse Schaltkräfte erzeugt, mit denen grosse Drehmomente übertragen werden können. In diesem Fall besitzt die Ankerscheibe zwei oder mehrere coaxial zueinander angeordnete, magnetisch voneinander getrennte ringförmige Bereiche, die jeweils weit gehend magnetisch voneinander isoliert nacheinander durchflutet werden. Die Lamelle überdeckt dabei den gesamten Polflächenbereich und weist in den Bereichen zwischen den ringförmigen Polen Ringnuten auf, die durch schmale Stege unterbrochen sind und eine magnetische Isolierung der radial angrenzenden Bereiche darstellen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmässigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemässe Einflächensbremse im geschlossenen Zustand, Fig. 2 eine Abwicklung im Bereich II nach Fig. 1 zum Zeitpunkt der Anlage einer Ankerscheibe an eine Lamelle und

Fig. 3 Teilansichten der Ankerscheibe und der Lamelle in Richtung des Pfeils III in Fig. 1.

Eine Einflächensbremse 1 besitzt auf Ihrer Primärseite 9 einen Magnetkörper 3, der eine ringförmige Magnetspule 4 umgibt und coaxial zu einer Rotationsachse 26 angeordnet ist. Auf einer Sekundärseite 10 der Einflächensbremse 1 befindet sich coaxial zur Rotationsachse 26 eine Ankerscheibe 11, die vom Magnetkörper 3 magnetisch durchflutet und dadurch angezogen wird, sobald die Magnetspule 4 bestromt wird. Während der Magnetkörper 3 über eine Befestigungsplatte 2 an einem Gehäuseteil befestigt ist, ist die Ankerscheibe 11 über eine Membranfeder 15 drehspielfrei mit einem Anschlusssteil 30 eines Rotationskörpers verbunden (Fig. 2). Dabei ist die Membranfeder 15 über den Umfang verteilt zum einen über Nietteile 31 an der Ankerscheibe 11 und zum anderen mittels Schrauben 28 mit dem Anschlusssteil 30 verbunden.

An den einander zugewandten Stirnflächen des Magnetkörpers 3 und der Ankerscheibe 11 sind eine erste Reibfläche 24 und eine zweite Reibfläche 25 angeordnet, die zusammenwirken und einen Kraftschluss zwischen der Primärseite 9 und der Sekundärseite 10 herstellen, wenn die Magnetspule 4 bestromt wird. Bis zum vollständigen Reibschluss wird die Sekundärseite 10 der Bremse 1 im Schlupfbetrieb durch Reibung abgebremst.

Die Anziehungskraft des Magnetkörpers 3 wird vor allem durch die Stärke des Stroms bestimmt, der durch die Magnetspule 4 fliesst. Weitere Einflussfaktoren sind der Abstand zwischen dem Magnetkörper 3 und der Ankerscheibe 11 sowie die Anzahl der vom Magnetfluss durchfluteten Polflächen. Die Ankerscheibe 11 besitzt deshalb eine äussere Polfläche 12 und eine konzentrische, innere Polfläche 13, die durch eine Ringnut 14 weit gehend magnetisch voneinander isoliert sind. Im Bereich der Isolierung besitzt die Membranfeder 15 eine Ringnut 14, die nur durch schmale, radiale Stege 17 unterbrochen ist, sodass die magnetische Isolierung der inneren Polfläche 13 von der äusseren Polfläche 12 kaum beeinträchtigt ist.

Der Magnetkörper 3 besitzt im Polflächenbereich 22 eine Magnetflussleitplatte 5, bei der ein durch eine äussere Isolierung 6 und eine innere Isolierung 7 vom übrigen Magnetkörper 3 isoliert ist. Der ferromagnetische Bereich 8 überdeckt in radialer Richtung die beiden Polflächen 12 und 13 teilweise, sodass die äussere Polfläche 12 zunächst vom Magnetkörper 3 zum ferromagnetischen Bereich 8 und die innere Polfläche 13 vom ferromagnetischen Bereich 8 zum Magnetkörper 3 durchflutet werden.

Zwischen der ersten Reibfläche 24 und der zweiten Reibfläche 25 ist eine Lamelle 16 aus Federstahl vorgesehen, deren Stärke zweckmässigerweise unter 2 Millimeter liegt. Sie ist in Umfangsrichtung gewellt, und zwar haben die Wellen 19, bis zu sechs an der Zahl, eine maximale Tiefe 27, die vorteilhaft bis zu 0,5 Millimeter beträgt. Fig. 2 zeigt die Tiefe 27 in einem übertriebenen Masse.

Wenn die Magnetspule 4 über einen Elektroanschluss 29 bestromt wird, zieht der Magnetkörper 3 die Lamelle 16 aus Federstahl an, die sich ge-

räuschlos an den Magnetkörper 3 anlegt. Gleichzeitig bewegt sich die Ankerscheibe 11 zunächst relativ langsam auf Grund des grösseren Abstands vom Magnetkörper 3 auf den Magnetkörper 3 zu und trifft auf die Erhebungen der Lamelle 16. Durch die mit geringer werdendem Abstand zum Magnetkörper 3 zunehmenden, auf die Ankerscheibe 11 wirkenden Magnetkräfte wird die Lamelle 16 flach gedrückt, wodurch sukzessive die Kontaktflächen zwischen der Lamelle 16 und dem Magnetkörper 3 einerseits und der Lamelle 16 und der Ankerscheibe 11 andererseits zunehmen. Diese quasi abrollende Bewegung verursacht keine Geräusche. Beim Öffnen der Bremse 1 läuft der geschilderte Vorgang in umgekehrter Richtung ab. Da die Lamelle 16 die Reibflächen 24, 25 trennt, sind keine oder nur geringe in Öffnungsrichtung wirkende Rückstellkräfte erforderlich, sodass auf eine Vorspannung der Membranfeder 15 weitgehend verzichtet werden kann. Öffnungsgeräusche werden dadurch ebenfalls vermieden.

Damit die Lamelle 16 die oben näher beschriebene mehrfache Durchflutung der Ankerscheibe 11 nicht beeinträchtigt, weist sie Ringnuten 18 auf, die entsprechend der Gestaltung der Magnetflussleitplatte 5 und der Ankerscheibe 11 angeordnet und nur durch schmale, sich radial erstreckende Stege 23 unterbrochen sind. Die Lamelle 16 kann an ihrem äusseren oder inneren Umfang geführt werden.

Um bei Einfächtenbremsen 1 die rotierenden Massen klein zu halten, werden in der Regel die grösseren Massen des Magnetkörpers 3 und der Magnetspule 4 gehäusefest angeordnet, während die leichtere Ankerscheibe 11 mit dem rotierenden Bauteil verbunden wird. Bei Einfächtenkupplungen, bei denen beide zu kuppelnden Bauteile rotieren, wird der Magnetkörper 3 mit der Magnetspule 4 ebenfalls häufig gehäusefest montiert, während ein Rotorteil mit einer Magnetflussleitplatte mit dem rotierenden Bauteil verbunden werden und sich mit einem kleinen Laufspiel zum Magnetkörper 3 bzw. zur Magnetspule 4 bewegt. Der in Fig. 1 dargestellte Magnetkörper könnte in Bereichen 20 und 21 entsprechend geteilt werden.

Bezugszeichen

1. Einfächtenbremse
2. Befestigungsplatte
3. Magnetkörper
4. Magnetspule
5. Magnetflussleitplatte
6. Isolierung
7. Isolierung
8. ferromagnetischer Bereich
9. Primärseite
10. Sekundärseite
11. Ankerscheibe
12. äussere Polfläche
13. innere Polfläche
14. Ringnut
15. Membranfeder
16. Lamelle
17. Steg
18. Ringnut
19. Welle

20. Bereich
21. Bereich
22. Polflächenbereich
23. Steg
24. erste Reibfläche
25. zweite Reibfläche
26. Rotationsachse
27. Tiefe
28. Schraube
29. Elektroanschluss
30. Anschlusssteil
31. Nietteil

Patentansprüche

1. Elektromagnetisch betätigte Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1), die auf einer Primärseite (9) eine Magnetspule (4) in einem Magnetkörper (3) und eine erste Reibfläche (24) aufweist, die drehfest mit einem zu kuppelnden Bauteil verbunden ist, während auf einer Sekundärseite (10) eine Ankerscheibe (11) mit einer zweiten Reibfläche (25) angeordnet ist, die unter dem Einfluss einer Magnetkraft mit der ersten Reibfläche (24) zusammenwirkt und eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Primärseite (9) und der Sekundärseite (10) herstellt, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten und zweiten Reibfläche (24, 25) eine in Umfangsrichtung mehrfach gewellte Lamelle (16) vorgesehen ist.
2. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamelle (16) aus Federstahl besteht.
3. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamelle (16) auf den Umfang verteilt weniger als sechs Wellen (19) aufweist.
4. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lamelle (16) weniger als zwei Millimeter stark ist.
5. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerscheibe (11) mehrere coaxial zueinander angeordnete, magnetisch voneinander weitgehend isolierte, ringförmige Polflächen (12, 13) hat, die jeweils magnetisch nacheinander getrennt durchflutet werden, und dass die Lamelle (16) den gesamten Polflächenbereich (22) überdeckt und in diesem Bereich Ringnuten (18) aufweist, die durch Stege (23) unterbrochen sind.
6. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Tiefe der Wellen (19) der Lamelle (16) wenige Zehntelmillimeter, vorzugsweise bis zu 0,4 mm, beträgt.
7. Einfächtenkupplung oder Einfächtenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerscheibe (11) drehspielfrei über eine Membranfeder (15) mit einem rotierenden Bauteil verbunden ist, wobei die Membranfeder (15) ohne eine axiale Vorspannung montiert ist.

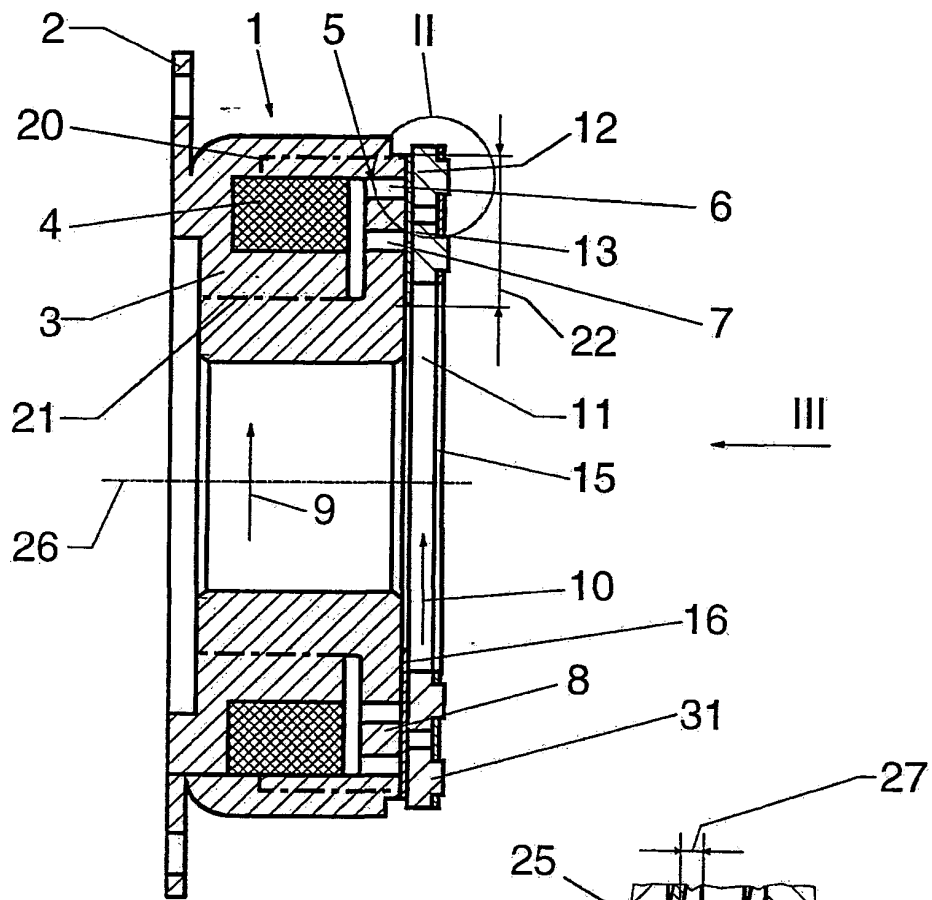


Fig. 1

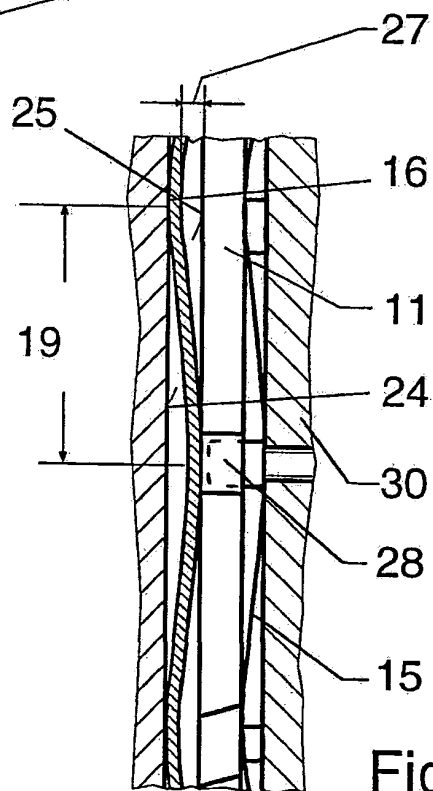


Fig. 2

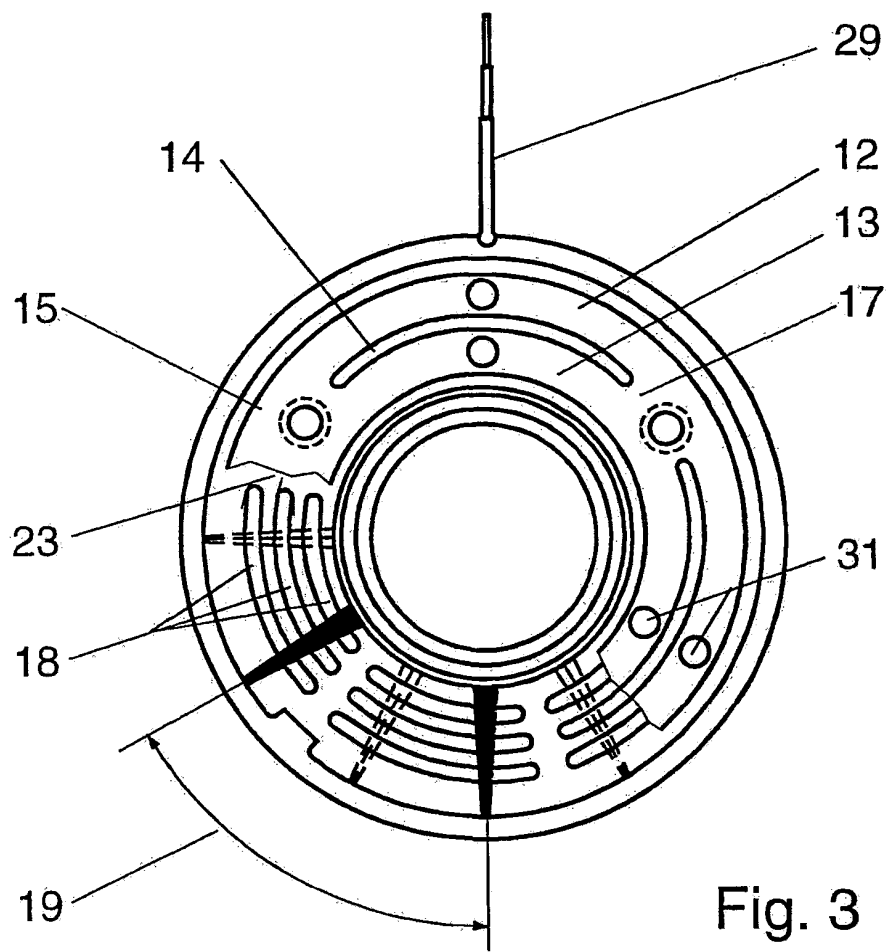


Fig. 3