



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 659 324 A5

⑤① Int. Cl.4: G 01 G 7/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑫① Gesuchsnummer: 1629/83

⑫② Anmeldungsdatum: 24.03.1983

⑫③ Priorität(en): 26.03.1982 DE 3211163

⑫④ Patent erteilt: 15.01.1987

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.01.1987

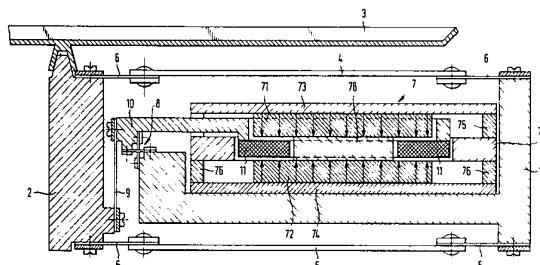
⑫⑦ Inhaber:
Sartorius GmbH, Göttingen (DE)

⑫⑦ Erfinder:
Maaz, Günther, Dr., Uslar-Wiensen (DE)

⑫④ Vertreter:
A. Braun, Braun, Hérítier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑫⑤ Elektromagnetisch kraftkompensierende Waage.

⑫⑦ Die Waage enthält zur elektromagnetischen Kraftkompensation eine stromdurchflossene Tragspule (11) in einem Permanentmagnetsystem (7), um eine gewichtsproportionale Gegenkraft zu erzeugen. Das Permanentmagnetsystem (7) ist im wesentlichen symmetrisch zur Mittelebene der Tragspule ausgebildet und weist oberhalb und unterhalb der Mittelebene je eine senkrecht magnetisierte Platte (71, 72) auf, deren gleichnamige Pole einander zugewandt sind. Charakteristisch für die Waage ist, dass der Innendurchmesser der Spule (11) kleiner ist als der grösste Durchmesser der magnetisierten Platten (71, 72). Dies ermöglicht, die üblicherweise zwischen den gleichnamigen Polen der magnetisierten Platten (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial vorhandene Polplatte (78) aus Weicheisen in ihrem Durchmesser kleiner zu halten bzw. ganz wegzulassen und die Spule (11) in diesem Raum zwischen den magnetisierten Platten (71, 72) hineinreichen zu lassen. Zusammen mit dem Einsatz hochkoerzitiver Magnetmaterialien lässt sich dadurch eine sehr geringe Bauhöhe erreichen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Waage nach dem Prinzip der elektromagnetischen Kraftkompensation

- mit mindestens einer ringförmigen Tragspule mit senkrechter Achse
- und mit einem Permanentmagnetsystem, das im wesentlichen symmetrisch zur Mittelebene der Tragspule ausgebildet ist und oberhalb und unterhalb dieser Mittelebene je eine Platte aktiven Magnetmaterials mit senkrechter Magnetisierungsrichtung enthält, wobei die gleichnamigen Pole dieser Platten einander zugewandt sind,

dadurch gekennzeichnet, dass der innere Durchmesser der Tragspule (11) kleiner ist als die grösste Diagonale der Platten (71, 72, 82, 83, 84) aus aktivem Magnetmaterial.

2. Waage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Permanentmagnetsystem eine Polplatte (78, 78a, 78b) aus Weicheisen auf den einander zugewandten Polen der Platten (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial aufweist, wobei der Aussendurchmesser dieser Polplatte geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser der ringförmigen Tragspule (11).

3. Waage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial die Form von runden Scheiben aufweisen.

4. Waage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragspule (11) zylinderförmig ausgebildet ist.

5. Waage nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser der zylinderförmigen Tragspule (11) etwa gleich dem Aussendurchmesser der Scheiben (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial ist.

6. Waage nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser der zylindrischen Tragspule (11) 50 bis 70% des Aussendurchmessers der runden Scheiben (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial beträgt.

7. Waage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser der zylindrischen Tragspule (11) 50 bis 70% des Aussendurchmessers der runden Scheiben (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial beträgt.

8. Waage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Permanentmagnetsystem (7) weitgehend aus ebenen, aus Blechen ausgestanzten Teilen besteht.

9. Waage nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der freien, nicht von einer Polplatte (78, 78a, 78b) bedeckten Polfläche der Platten (71, 72) aus aktivem Magnetmaterial ein dünnes Blech (70) aus einem Material mit temperaturabhängiger Sättigungsmagnetisierung befestigt ist.

10. Waage nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einer zweiten Tragspule, die zu einem Referenzwägesystem gehört, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Durchmesser der zweiten Tragspule (81) ebenfalls kleiner ist als die grösste Diagonale der Platten (83, 84, 85) aus aktivem Magnetmaterial.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Waage nach dem Prinzip der elektromagnetischen Kraftkompensation mit einer ringförmigen Tragspule mit senkrechter Achse und mit einem Permanentmagnetsystem, das im wesentlichen symmetrisch zur Mittelebene der Tragspule ausgebildet ist und oberhalb und unterhalb dieser Mittelebene je eine Platte aktiven Magnetmaterials mit senkrechter Magnetisierungsrichtung enthält, wobei die gleichnamigen Pole dieser Platten

einander zugewandt sind. Waagen dieser Art sind zum Beispiel aus der US-PS 4 034 819 bekannt.

Diese Anordnung hat den Vorteil, dass sich direkt eine senkrechte Kompensationskraft ergibt und dass die Spule auf ihrer ganzen Länge voll zur Krafterzeugung beiträgt. Der symmetrische Aufbau des Permanentmagnetsystems bietet darüber hinaus den Vorteil einer geringen Rückwirkung der Tragspule auf die magnetische Feldstärke des Permanentmagnetsystems, geringe Hysterese und guter Abschirmbarkeit gegen magnetische Fremdfelder. Nachteilig ist jedoch die grosse Bauhöhe des Permanentmagnetsystems, wodurch auch die ganze Waage sehr hoch wird. Auch der Einsatz magnetischer Materialien mit hoher Koerzitivfeldstärke (z.B. Materialien auf der Basis von Samarium-Kobalt-Legierungen) konnte diese Bauhöhe nicht im gewünschten Mass reduzieren, da die verminderte Dicke der Platten aus aktivem Magnetmaterial bei unveränderter Luftspaltgeometrie zu einem starken Anwachsen des Streuflusses wegen der räumlichen Nähe der weichmagnetischen Rückschlüsse führt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Waage der oben angegebenen Art so weiterzubilden, dass sich beim Einsatz magnetischer Materialien hoher Koerzitivfeldstärke eine geringe Bauhöhe des Permanentmagnetsystems ergibt, ohne dass die magnetischen Streuverluste zu stark zunehmen.

Dies wird erfindungsgemäss dadurch erreicht, dass der innere Durchmesser der Tragspule kleiner ist als die grösste Diagonale der Platten aus aktivem Magnetmaterial.

Auf die feldliniensammelnde und -leitende Funktion einer üblicherweise vorhandenen Polplatte aus Weicheisen wird also teilweise oder ganz verzichtet, statt dessen erstreckt sich die Tragspule auch in den Bereich zwischen den beiden Platten aus aktivem Magnetmaterial hinein.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Zeichnungen beispielsweise beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 die wesentlichen Teile der Waage im Schnitt,

Fig. 2 eine andere Ausgestaltung des Permanentmagnetsystems und der Tragspule aus Fig. 1 und

Fig. 3 das Permanentmagnetsystem in einer weiteren Ausgestaltung, die besonders für den Einbau einer zweiten Tragspule ausgebildet ist.

Die elektromagnetisch kraftkompensierende Waage in Fig. 1 besteht aus einem gehäusefesten Stützteil 1, an dem über zwei Lenker 4 und 5 mit den Gelenkstellen 6 ein Lastaufnehmer 2 in senkrechter Richtung beweglich befestigt ist. Der Lastaufnehmer trägt in seinem oberen Teil die Lastschale 3 zur Aufnahme des Wägegutes und überträgt die der Masse des Wägegutes entsprechende Kraft über ein Koppelglied in Form eines dünnen Spannbandes 9 auf den kürzeren Hebelarm des Übersetzungshebels 10. Der Übersetzungshebel 10 ist durch ein Kreuzfedergelenk 8 am Stützteil 1 gelagert. Am längeren Hebelarm des Übersetzungshebels 10 ist eine Spule 11 befestigt, die im Zusammenwirken mit dem Permanentmagnetsystem 7 die elektromagnetische Kompensationskraft erzeugt. Die zugehörige Regelelektronik ist nicht dargestellt, da sie allgemein bekannt und für die Erfindung nicht wesentlich ist.

Das Permanentmagnetsystem 7 besteht aus zwei Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial mit hoher Koerzitivfeldstärke, beispielsweise aus einer Samarium-Kobalt-Legierung, und je einem weichmagnetischen Rückschluss. Die beiden Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial sind dabei in senkrechter Richtung gegensinnig magnetisiert (in der Zeichnung durch die Richtung der Pfeile angedeutet), so

dass ihre gleichnamigen Pole einander zugewandt sind. Der magnetische Rückschluss für die obere Scheibe 71 aus aktivem Magnetmaterial wird durch die obere Platte 73, die seitlichen Stege 75 und die mittlere Platte 77 gebildet. Der magnetische Rückschluss für die untere Scheibe 72 aus aktivem Magnetmaterial wird entsprechend durch die untere Platte 74, die seitlichen Stege 76 und die mittlere Platte 77 gebildet. Der Durchmesser des Loches in der mittleren Platte 77 ist dabei nur etwas grösser gewählt als der Durchmesser der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial, um die Nutzlufthaltlänge und ebenso den Streufluss beispielsweise von der unteren Polfläche der Scheibe 71 direkt durch den Luftraum zur oberen Platte 73 gering zu halten. Die Polplatte 78 zwischen den beiden Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial weist nur einen wesentlich geringeren Durchmesser auf als die Scheiben 71 und 72. Diese Polplatte 78 sammelt also nur die magnetischen Feldlinien aus dem inneren Bereich der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial und lässt sie radial aus der Mantelfläche der Polplatte wieder austreten. Die weiter aussen aus den Polflächen austretenden magnetischen Feldlinien werden nur durch die abstossende Wirkung der gegenüberliegenden, gleichnamigen Polfläche seitlich weggedrängt und nach aussen gelenkt.

Wegen der hohen Koerzitivfeldstärke des verwendeten aktiven Magnetmaterials stört diese starke Entmagnetisierungstendenz jedoch nicht.

Die Tragspule 11 erstreckt sich innerhalb des Loches in der mittleren Platte 77 bis weit in den Bereich zwischen den beiden Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial hinein. Dieser innere Bereich weist zwar eine nach innen zu abnehmende magnetische Feldstärke auf, kann jedoch trotzdem einen erheblichen Anteil zur elektromagnetisch erzeugten Kraft liefern. Erfahrungsgemäss ergibt sich ein Optimum, wenn der Innendurchmesser der Tragspule 11 etwa zwischen 50 und 70% des Aussendurchmessers der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial beträgt. Befestigt ist die Tragspule 11 am ringförmig ausgebildeten Ende des Übersetzungshebels 10.

Die Platten 73, 74 und 77 sowie die Stege 75 und 76 können leicht aus Blechen ausgestanzt werden, so dass sich eine kostengünstige Herstellung ergibt. Die Verbindung der einzelnen Teile des weichmagnetischen Rückschlusses erfolgt durch (in Fig. 1 nicht gezeigte) Schrauben oder Niete.

Das aktive Magnetmaterial wird vorzugsweise in Form runder Scheiben eingesetzt. Es ist jedoch auch die Benutzung quadratischer, sechseckiger oder achteckiger Platten aus aktivem Magnetmaterial möglich, die sich leichter herstellen lassen. Die Tragspule kann dann zylinderförmig ausgebildet sein, was zu einfacher Herstellung, aber nicht optimaler Ausnutzung des Magnetmaterials führt; oder die Tragspule wird in ihrer Form der Form der Platten aus aktivem Magnetmaterial angepasst, wodurch die magnetische Ausnutzung, aber auch die Herstellkosten ansteigen. Hier ist jeweils eine individuelle Optimierung notwendig.

Ebenso kann der weichmagnetische Rückschluss 73...77 in seiner Aussenform rund oder rechteckig oder sechseckig oder achteckig ausgeführt sein, ohne dass sich an seiner Funktionsweise etwas ändert. Auch hierbei müssen Materialaufwand, Herstellkosten und Platzverhältnisse individuell berücksichtigt werden.

Eine andere Ausgestaltung des Permanentmagnetsystems 7 und der Tragspule 11 zeigt Fig. 2. Die in senkrechter Richtung und gegensinnig magnetisierten runden Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial sind jeweils auf der Innenseite einer oberen Platte 73 und einer unteren Platte 74 aus Weicheisen befestigt. Diese beiden Platten 73 und 74 werden durch ein Rohr 79 aus Weicheisen verbunden, wobei

der Innendurchmesser des Rohres 79 nur wenig grösser ist als der Durchmesser der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial. Die Spule 11 befindet sich ganz zwischen den beiden Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial, ihr Aussendurchmesser ist etwa gleich dem Durchmesser dieser Scheiben 71 und 72. Befestigt ist die Spule 11 an einer hülsenförmig abgewinkelten Öffnung am Ende des Übersetzungshebels 10, der wie in Fig. 1 am gehäusefesten Stützteil gelagert und über ein Koppelband 9 mit der Parallelführung verbunden ist.

Die weichmagnetische Polplatte besteht aus zwei runden Scheiben 78a und 78b, wobei die obere Scheibe 78a an der oberen Scheibe 71 aus aktivem Magnetmaterial befestigt ist und die untere Scheibe 78b an der unteren Scheibe 72 aus aktivem Magnetmaterial. Die Aufteilung in zwei Scheiben 78a und 78b, die selbstverständlich auch in der Ausgestaltung nach Fig. 1 möglich ist, erfolgt, damit Dickentoleranzen dieser Scheiben sowie der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial und die Höhentoleranz des Rohres 79 bei der Montage durch einen mehr oder weniger breiten Spalt zwischen den Scheiben 78a und 78b aufgefangen werden können.

Die magnetischen Feldlinien, die an der unteren Polfläche der Scheibe 71 aus aktivem Magnetmaterial und an der oberen Polfläche der Scheibe 72 aus aktivem Magnetmaterial austreten, werden wieder teilweise durch die Polplatten 78a und 78b gebündelt und durch die abstossende Wirkung der gegenüberliegenden, gleichnamigen Polfläche nach aussen gedrängt, durchsetzen den Bereich der Spule 11 etwa waagrecht und werden durch das Rohr 79 und die Platten 73 bzw. 74 aus Weicheisen wieder zurückgeleitet.

Die weichmagnetischen Polplatten 78a und 78b können natürlich ganz entfallen, falls die Koerzitivkraft der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Material ausreicht. Trotz der verschiedenen Luftspaltlängen für Feldlinien aus dem inneren Bereich und dem äusseren Bereich der Scheiben 71 und 72 ist die Feldliniendichte innerhalb der Scheiben 71 und 72 wegen der hohen Koerzitivfeldstärke nicht im wesentlichen Masse ortsabhängig.

Weiter sind in Fig. 2 ausserhalb der Polplatten 78a und 78b dünne Bleche 70 aus einem Material mit einem grossen Temperaturkoeffizienten der Sättigungsmagnetisierung auf den einander zugewandten Polen der Scheiben 71 und 72 aus aktivem Magnetmaterial vorgesehen. Solche dünnen Bleche werden in bekannter Weise in einem magnetischen Nebenschluss angeordnet und dienen zur Temperaturkompensation des Permanentmagnetsystems.

Fig. 3 zeigt das Permanentmagnetsystem 7 und die zwei Tragspulen 11 und 81 einer weiteren Ausgestaltung der Waage. Diese Ausgestaltung ist für ein Quotientenmesssystem entworfen, das eine zweite Tragspule, die mit einer konstanten Referenzmasse in Wirkverbindung steht, enthält. Solche Quotientenmesssysteme sind allgemein bekannt und z.B. in der DE-PS 1 194 167 beschrieben, so dass hier auf eine detaillierte Beschreibung des Gesamtaufbaus und der Wirkungsweise verzichtet werden kann.

Das Permanentmagnetsystem in Fig. 3 enthält drei Scheiben 82, 83 und 84 aus aktivem Magnetmaterial. Die Magnetisierungsrichtung ist dabei durch die Richtung der Pfeile angedeutet. Zwischen diesen Scheiben aus aktivem Magnetmaterial befinden sich kleine Polplatten 85 und 86 aus Weicheisen und die beiden Spulen 11 und 81. Die obere Platte 73, die untere Platte 74 und das Rohr 79 bilden den äusseren, weichmagnetischen Rückschluss. Die Feldlinien der oberen Scheibe 84 aus aktivem Magnetmaterial verlaufen teilweise durch die Polplatte 85, dann radial nach aussen durch die Spule 11 und dann über den oberen Teil des Rohres

79 und die obere Platte 73 als weichmagnetischen Rückschluss zurück zur Scheibe 84 aus aktivem Magnetmaterial. Die Feldlinien der in entgegengesetzter Richtung magnetisierten Scheibe 82 aus aktivem Magnetmaterial verlaufen teilweise durch die Polplatte 85, dann radial nach aussen durch die Spule 11, durch den mittleren Abschnitt des Rohres 79, durch die Spule 81 und teilweise durch die Polplatte 86 zurück in die Scheibe 82 aus aktivem Magnetmaterial. Die magnetischen Feldlinien der Scheibe 83 aus aktivem

Magnetmaterial verlaufen durch die untere Platte 74 und den unteren Teil des Rohres 79, dann radial nach innen durch die Spule 81 und teilweise durch die Polplatte 86 zurück in die Scheibe 83 aus aktivem Magnetmaterial.

⁵ Die Spule 11 ist wieder am Ende des Übersetzungshebels 10 befestigt und so mit dem Lastsystem verbunden. Entsprechend ist die Spule 81 an einem Teil 80 befestigt und steht über dieses Teil 80 in Wirkverbindung mit dem Referenzsystem.

Fig. 1

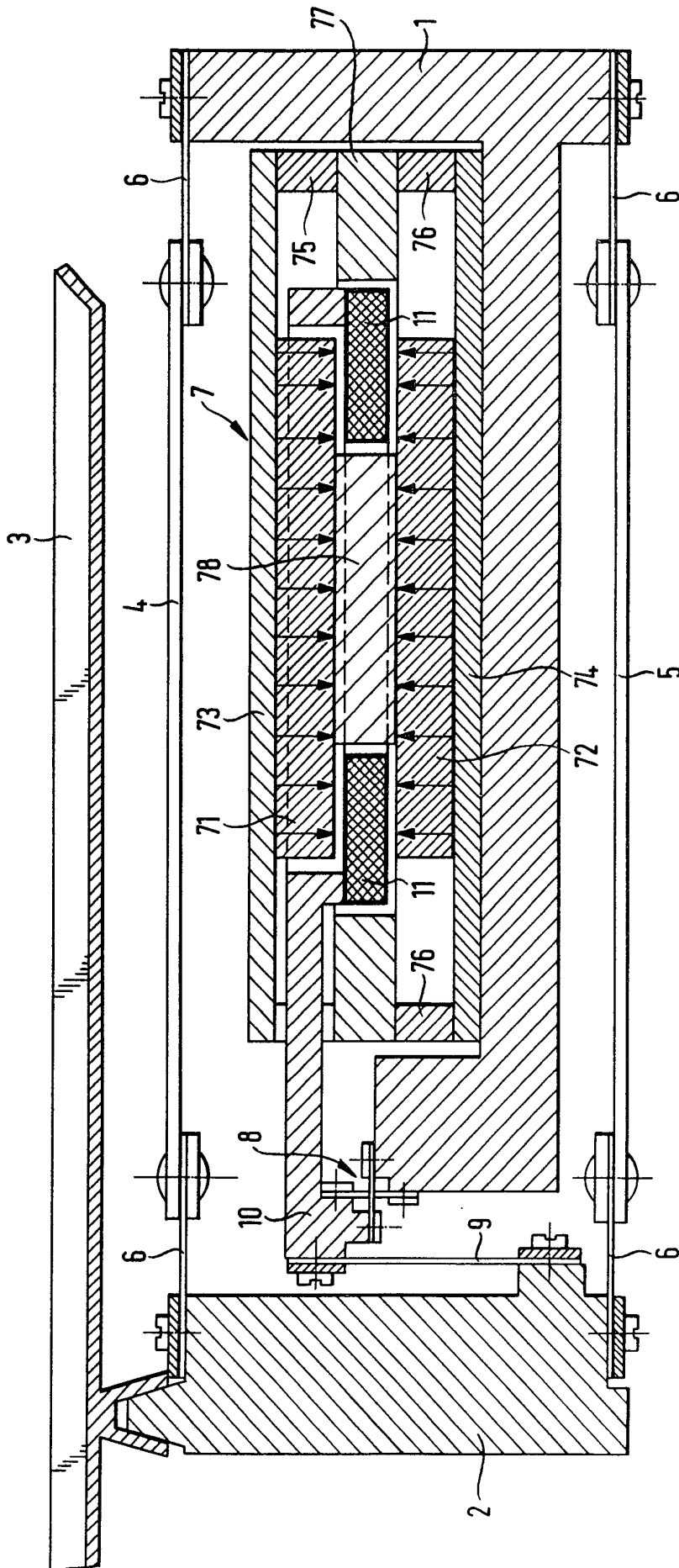
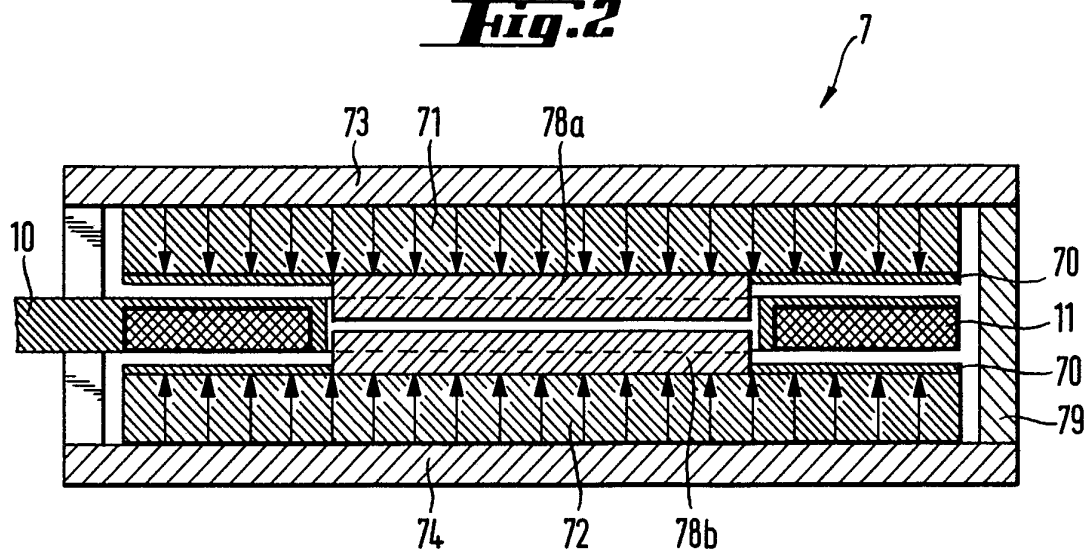


Fig. 2**Fig. 3**