



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 237 371 A1

4(51) G 01 D 5/20

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 D / 276 410 6

(22) 16.05.85

(44) 09.07.86

(71) VEB Kombinat ORSTA-Hydraulik, 7010 Leipzig, Dr.-Kurt-Fischer-Straße 33, DD

(72) Klose, Werner, DD

(54) Induktive Meßeinrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine induktive Meßeinrichtung zur Messung von Kräften, Wegen oder dergleichen, die in Abhängigkeit einer wegproportionalen Induktivitätsänderung des Meßelementes ein elektrisches Ausgangssignal liefert. Die Meßeinrichtung soll sich durch eine universelle Anwendbarkeit und einen besonders einfachen Aufbau auszeichnen sowie die Rückführung des Meßsignals innerhalb der Meßstrecke ermöglichen. Nach der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Meßelement als längenveränderliche Spule mit vorgegebener Ausgangsinduktivität ausgebildet ist und diese Spule mit einem innerhalb der Proportionalitätsgrenze elastischen Wegaufnehmer eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung aufweist. Die Auswertung der belastungs- bzw. wegproportionalen Änderung der Spuleninduktivität erfolgt durch eine herkömmliche Meßschaltung. Es werden weiterhin zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung hinsichtlich konkreter Meßaufgaben sowie zur baulichen Anordnung des Meßelementes gegenüber dem Wegaufnehmer angegeben. Fig. 1

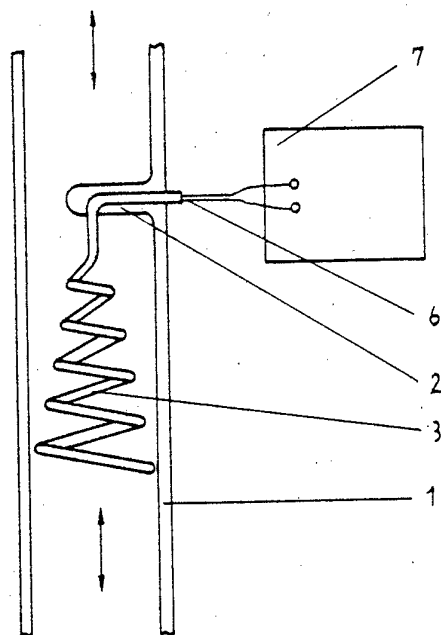


Fig. 1

## **Erfindungsanspruch:**

1. Induktive Meßeinrichtung zur kraft- bzw. druckproportionalen Erfassung und Umformung von Wegänderungen in eine analoge Größe, insbesondere eine elektrische Spannung, nach einer beliebig vorgebbaren, von der Bewegung abhängigen Funktion, bestehend aus einem formveränderlichen Wegaufnehmer und einem Meßelement mit veränderlicher Induktivität, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Meßelement als eine längenveränderliche Spule (4) ausgebildet ist, die mit dem Wegaufnehmer mindestens über einen Teil von dessen Länge eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung aufweist, wobei die Kennlinie der Meßeinrichtung ausschließlich vom Belastungsverhalten des Wegaufnehmers bestimmt ist.
2. Induktive Meßeinrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spule (4) zumindest teilweise innerhalb des Wegaufnehmers angeordnet und vorzugsweise eingegossen oder in Ausnehmungen lagestabilisiert geführt ist.
3. Induktive Meßeinrichtung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spule (4) mit der Oberfläche des Wegaufnehmers verbunden beispielsweise lagestabilisiert aufgewickelt oder aufgeklebt ist.
4. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spule (4) gegenüber dem Wegaufnehmer eine Schutzisolierung (5) aufweist.
5. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Spule (4) bifilar gewickelt ist.
6. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Wegaufnehmer als Schraubenfeder (9), Spiralfeder oder gummi-elastisches, vorzugsweise krümmungsfähiges Band (23) ausgebildet ist.
7. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Wegaufnehmer als dreidimensionaler Verformungskörper (14) mit einer bzw. mehreren parallel oder in Reihe geschalteten Spulen (4) ausgeführt ist.
8. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß am Wegaufnehmer ein Schwimmer (10), Strömungswiderstand oder dgl. angreift.
9. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Wegaufnehmer selbst mit der Spule (4) einen Strömungswiderstand bildet.
10. Induktive Meßeinrichtung nach den Punkten 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Wegaufnehmer beidseitig einer differenzdruckbeaufschlagten Membran (16) angreift.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

## **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine induktive Meßeinrichtung, die eine direkte Messung von Kräften, Drücken, Füllständen oder dgl. ermöglicht und in Abhängigkeit einer wegproportionalen Induktivitätsänderung des Meßelementes ein elektrisches Ausgangssignal liefert.

## **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Es ist ein kapazitives Meßverfahren zur Ermittlung der Druckverteilung auf Flächen bekannt, bei dem der Meßaufnehmer als Gummimatte ausgebildet ist und auf beiden Seiten Metallstreifen mit um 90° versetzter Anordnung aufweist. Jede Kreuzung von zwei Streifen stellt einen Kondensator dar, dessen Kapazität sich bei einer Abstandsänderung zwischen der Ober- und Unterseite ändert (radio, fernsehen, elektronik — Heft 4/1980). Bei dieser Anordnung ist das nichtlineare Verhalten der Meßanordnung ein prinzipiell bedingter Nachteil, der nur mit einem erhöhten Aufwand in der Auswertetechnik kompensiert werden kann.

Es sind weiterhin induktive Meßeinrichtungen, beispielsweise als Membran-Flüssigkeitsdruckaufnehmer ausgebildet, bekannt, bei denen als Meßwandler eine Stahlmembran eingesetzt ist und deren Verformung durch Verschieben des Kerns innerhalb einer Spulenordnung eine schaltungsmäßig auswertbare Induktivitätsänderung bewirkt (Hottinger — Meßtechnik, Firmenprospekt Juni 1961). Der prinzipielle Mangel derartiger und ähnlicher Anordnungen (DD-PS 44793, DE-PS 2652309) besteht in der Notwendigkeit, den Spulenkern als unumgänglich zusätzliches Bauteil am Meßwandler zu befestigen und eine definiert längsverschiebliche Wirkverbindung mit der Spulenordnung herbeiführen zu müssen.

Schließlich wird durch die DE-OS 3218913 ein Verfahren zur Umformung einer Bewegung in eine analoge oder digitale Größe beschrieben, bei dem der induktive Meßwiderstand als mindestens ein aus elektrisch leitendem Material gefertigtes, Windungen aufweisendes Meßfedererelement ausgebildet ist. Durch die Bewegung wird das Meßfedererelement verformt und ändert seine Induktivität entsprechend einer Kennlinie, die von der funktionellen Abhängigkeit zwischen der Bewegung und der Induktivitätsänderung bestimmt ist. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, für die Rückführung des Signals ein zweites, baugleiches Ergänzungsfedererelement vorsehen zu müssen, woraus sich u. a. auch eine Einsatzbeschränkung auf meßtechnische Aufgaben der Feinwerktechnik ableitet.

Darüber hinaus muß mindestens ein Federende isoliert montiert werden, wodurch ebenfalls nur kleine Kräfte übertragbar sind.

## **Ziel der Erfindung**

Die Erfindung hat eine induktive Meßeinrichtung zum Ziel, die sich durch eine universelle Anwendbarkeit auszeichnet und auf Grund des geringen mechanischen Bauteilaufwandes sowie einfachen Aufbaues äußerst billig herstellbar ist.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, innerhalb der induktiven Meßeinrichtung Wegaufnehmer und Meßelement stofflich voneinander unabhängig auszubilden und durch eine Rückführung des Meßsignals innerhalb der Meßstrecke dessen zentralen Abgriff zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Meßelement als längenveränderliche Spule mit vorgegebener Ausgangsgeometrie bzw. Ausgangsinduktivität im Ruhezustand ausgebildet ist und diese Spule mit dem formveränderlichen, innerhalb der Proportionalitätsgrenze elastischen Wegaufnehmer über mindestens einen Teil von dessen Länge eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung aufweist. Dabei wird die geometrische und werkstoffmäßige Abstimmung zwischen Wegaufnehmer und Meßelement entsprechend der konkreten Meßaufgabe derart differenziert, daß die Kennlinie der Meßeinrichtung und damit deren Belastungs- bzw. Rückstellverhalten ausschließlich vom Wegaufnehmer bestimmt werden. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung bestehen in der Anpassung an die konkrete Meßaufgabe und in der baulichen Anordnung des Meßelementes gegenüber dem Wegaufnehmer. In einer ersten Ausführung ist die Spule vollständig oder teilweise vom Wegaufnehmer umschlossen, z. B. eingegossen oder von Ausnehmungen, Bohrungen oder dgl. lagestabilisiert mit ihren Einzelwindungen aufgenommen. In einer weiteren Ausführungsform ist die Spule außerhalb des Wegaufnehmers auf dessen Oberfläche aufgebracht und beispielsweise aufgeklebt oder lagestabilisiert aufgewickelt. Bei beiden Varianten ist es zweckmäßig bzw. notwendig, die Spule mit einer bifilaren Wicklung und bei metallischen Wegaufnehmern mit einer Schutzisolierung zu versehen.

Für im wesentlichen achsgerichtete Meßprobleme, beispielsweise zur Kraft-, Weg-, Füllstands- oder Durchflußmessung, ist der Wegaufnehmer vorzugsweise als Schrauben- oder Spiralfeder ausgeführt. Die Ausbildung als gummi-elastisches und krümmungsfähiges Band ermöglicht darüber hinaus die Ermittlung kraft- oder wegabhängiger Umfangsänderungen. Zur Messung von Druckkräften oder Ermittlung von Druckverteilungen auf Flächen wird der Wegaufnehmer als dreidimensionaler Verformungskörper mit einer bzw. mehreren Spulen ausgebildet, die entweder einzeln oder in Reihe bzw. parallel zusammengeschaltet sind.

Füllstandsmessungen werden durch zusätzliche Anbringung eines Schwimmers am Wegaufnehmer ermöglicht, Durchflußmessungen erfordern die Anordnung eines geeigneten Strömungswiderstandes, z. B. einer Blende, oder die direkte Ausbildung des Wegaufnehmers selbst als Strömungswiderstand. Durch beiderseitigen Angriff zweier Wegaufnehmer mit Spule an einer beidseitig druckbeaufschlagten Membran ist die erfindungsgemäße Meßeinrichtung auch für Differenzdruckmessungen einsetzbar.

Beim Betrieb der Meßeinrichtung bewirken die belastungsproportionalen Längenänderungen des Wegaufnehmers entsprechende Verformungen der Spule, die entsprechend dem Induktivitätsgesetz eine ebenfalls proportionale Änderung der Spuleninduktivität auslösen. Die Ermittlung der Induktivitätsänderung erfolgt durch eine an sich bekannte Meßschaltung und kann beispielsweise durch ein Zeigerinstrument zur Anzeige gebracht werden.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1: die Meßeinrichtung als Durchflußmesser,
- Fig. 2: den Wegaufnehmer mit Spule im Querschnitt,
- Fig. 3: die Meßeinrichtung als Füllstandsmesser,
- Fig. 4: die Wegmessung an einem Hydraulikzylinder,
- Fig. 5: die Meßeinrichtung als Druckmesser,
- Fig. 6: die Differenzdruckmessung an zwei Hydraulikleitungen,
- Fig. 7: eine faltenbalgartige Abbildung des Wegaufnehmers,
- Fig. 8: einen spiralfederartigen Wegaufnehmer mit innenliegender Spule,
- Fig. 9: einen bandförmigen Wegaufnehmer.

Nach Fig. 1 ist die induktive Meßeinrichtung in einer Rohrleitung 1 an einem Halter 2 befestigt und mit einem Wegaufnehmer versehen, der als Kegelstumpffeder 3 mit flachem Federquerschnitt ausgebildet ist. Die Spule 4 erstreckt sich über die gesamte Länge der Kegelstumpffeder 3 und ist mit dieser über eine hüllenartige Schutzisolierung 5 verbunden, die gleichzeitig die Leiterbefestigung bildet. Die Leiterenden 6 der Spule 4 sind über den Halter 2 aus der Rohrleitung 1 herausgeführt und an die Meßschaltung 7 angeschlossen. Beim Durchfluß eines Mediums in der angegebenen Richtung erfährt die Kegelstumpffeder 3 eine Längenänderung, die durch deren eigenen Strömungswiderstand hervorgerufen wird und direkt von der Größe des Volumenstromes abhängt.

Bei einer Ausbildung als Füllstandsmesser gemäß Fig. 3 ist der Halter 2 am Boden des Behälters 8 befestigt und nimmt eine Schraubenfeder 9 auf, an deren freien Ende der Schwimmer 10 angreift. In Abhängigkeit des Füllstandes löst die jeweilige Lage des Schwimmers 10 eine Längenänderung der Schraubenfeder 9 und damit Induktivitätsänderung der Spule 4 aus.

Den Einsatz der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung als Wegmesser zeigt Fig. 4, wonach die Halter 2 an der Kolbenstange 11 und am Hydraulikzylinder 12 angebracht sind und den ebenfalls als Schraubenfeder 9 mit Spule 4 ausgebildeten Wegaufnehmer längs der Meßstrecke führen.

Die Ausbildung als Drucksensor entsprechend Fig. 5 umfaßt ein beispielsweise einschraubbares Gehäuse 13, welches den Verformkörper 14 mit innenliegenden Spulen 4 aufnimmt.

Fig. 6 stellt einen Differenzdruckmesser dar, bei dem das Druckgehäuse 15 von einer innenliegenden Membran 16 in zwei Druckräume 17, 18 geteilt wird, an denen die Leitungen 19, 20 anliegen. Die Wegaufnehmer sind wiederum als Schraubenfeder 9 mit jeweils aufliegender Spule 4 ausgebildet und beiderseits von der Membran 16 aus miteinander fluchtend auf die gegenüberliegenden Wände des Druckgehäuses 15 geführt, wobei die Meßschaltung 7 in diesem Fall beide Meßsignale aufnimmt und miteinander vergleicht.

Weitere Ausführungsmöglichkeiten der Meßeinrichtung zeigen die Fig. 7 und 8, wonach die Wegaufnehmer als Faltenbalg 21 mit innenliegender Schraubenfeder 9 oder auch als Zug-/Druckfeder 22 mit innenliegender Spule 4 ausgebildet sind.

Eine besondere, speziell für Umfangsmessungen geeignete Meßeinrichtung ist in Fig. 9 dargestellt, wo der Meßaufnehmer in Form eines flachen, dehnungs- und krümmungsfähigen Bandes 23 vorgesehen ist. Der Querschnitt der Spule 4 sowie Lage und Abstand der Einzelwindungen können in weiten Grenzen variiert werden, da die Durchstoßpunkte bei einer z. B. gummiartigen Grundstruktur des Bandes 23 freizügig bestimmbar sind.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Meßeinrichtung bestehen im einfachen Gesamtaufbau, da ein Ergänzungsfederelement zur Signalmückführung nicht benötigt wird. Die konkrete Ausbildung der Meßeinrichtung kann uneingeschränkt problembezogen erfolgen, der Einsatz ist auch für die Messung großer Kräfte bzw. Drücke möglich.

---

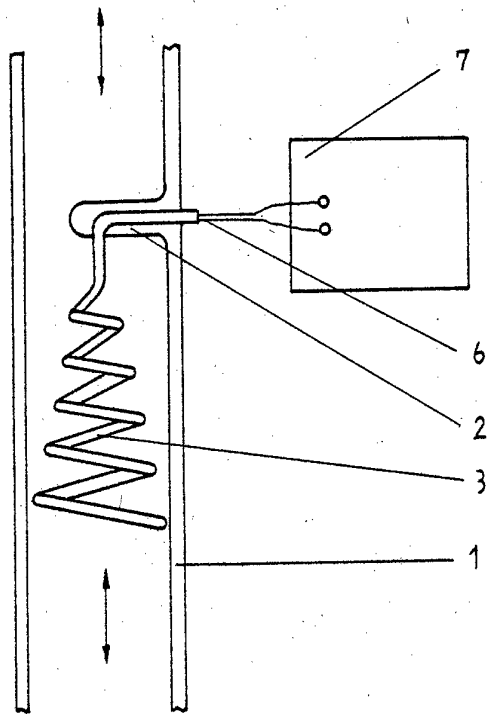


Fig. 1

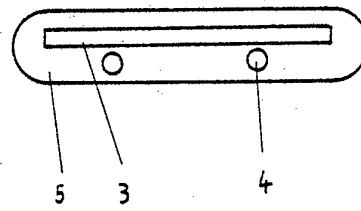


Fig. 2

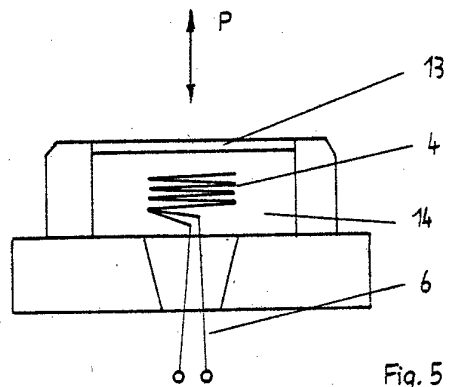


Fig. 5

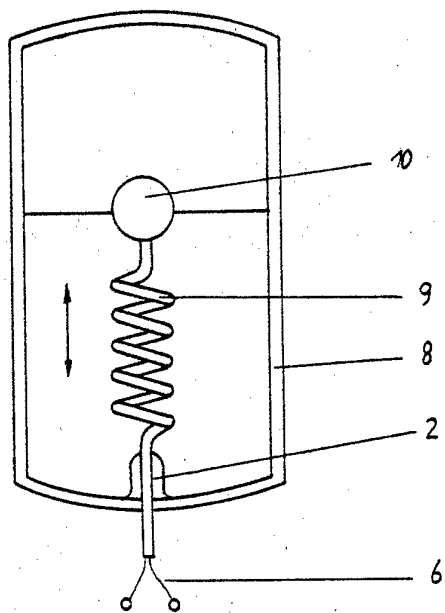


Fig. 3

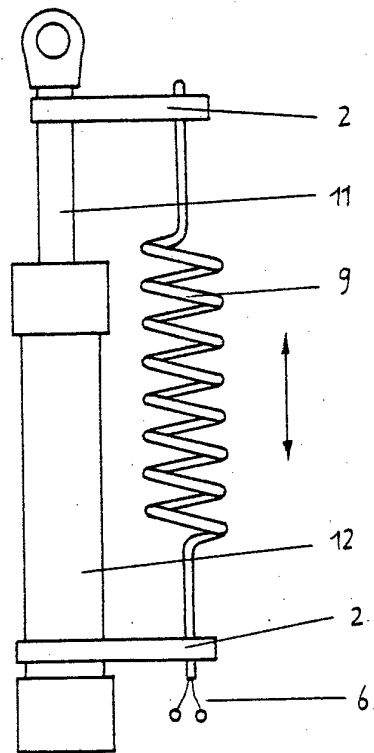


Fig. 4

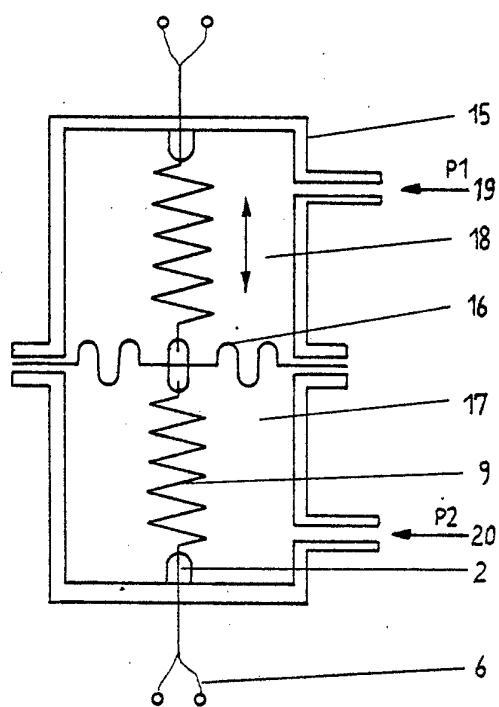


Fig. 6

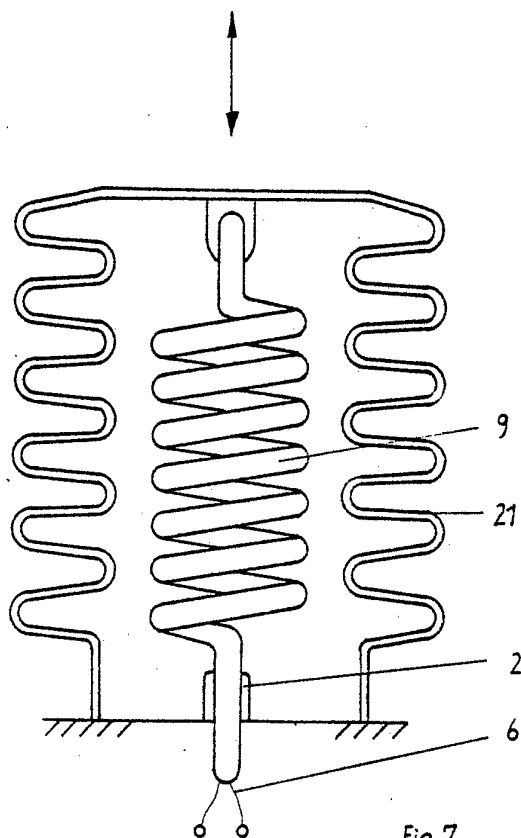


Fig. 7

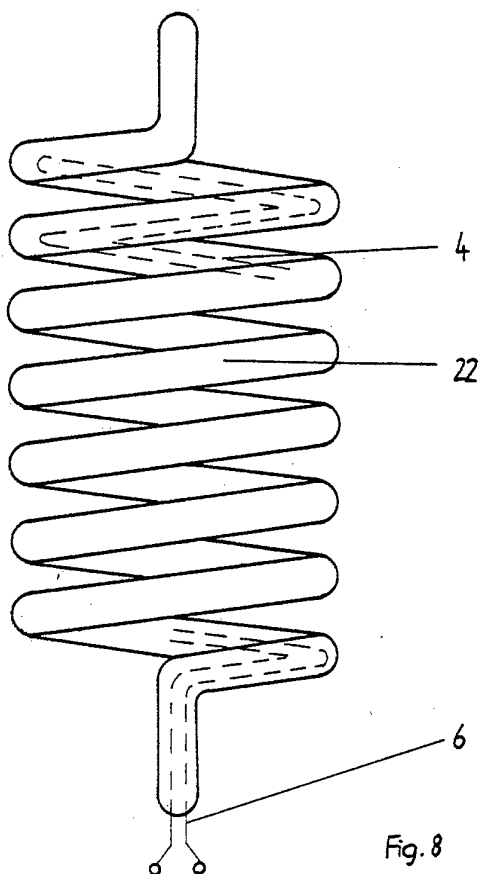


Fig. 8

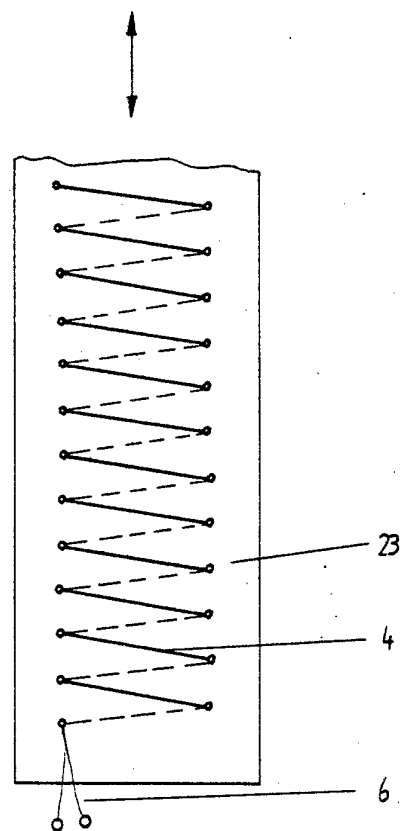


Fig. 9