(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 019 095 A1** 2006.10.26

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 019 095.2**
(22) Anmeldetag: **25.04.2005**
(43) Offenlegungstag: **26.10.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***G01B 3/10*** (2006.01)

(71) Anmelder:
Ott Meßtechnik GmbH & Co. KG, 87437 Kempten, DE

(74) Vertreter:
Weickmann & Weickmann, 81679 München

(72) Erfinder:
Kratz, Fabian, 87600 Kaufbeuren, DE; Singer, Ralph, 87487 Wiggensbach, DE; Fend, Peter, Dipl.-Ing. (FH), 87700 Memmingen, DE

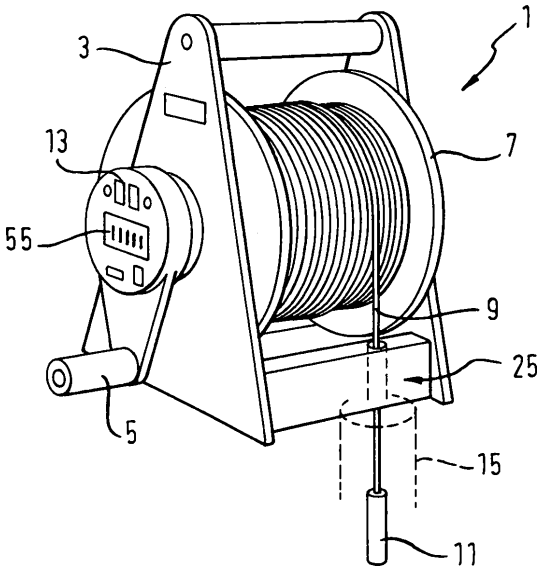
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 102 19 950 C1
DE 32 10 716 A1
US 48 71 624 A
US 47 31 580 A
US 46 12 502 A
US 45 10 371 A
US 24 66 251 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Längenmessgerät**

(57) Zusammenfassung: Das insbesondere für Grundwasser-Pegelmessungen geeignete Längenmessgerät (1) umfasst ein flexibles Maßband (9) mit in Längsrichtung des Maßbands (9) in gleichen Abständen voneinander vorgesehenen Markierungen. Das Maßband weist einen Strang aus einem Magnetfluss leitenden Material auf, der zur Bildung der Markierungen in gleichen Abständen voneinander angeordnete Bereiche hat, in welchen der Wert der relativen Permeabilität des Strangs vom Wert der relativen Permeabilität des Strangs zwischen den die Markierungen bildenden Bereichen abweicht. Dem Maßband (9) ist eine die Markierungen abhängig von einem den Wert der relativen Permeabilität des Strangs repräsentierenden Messparameter erfassende Längenmessanordnung (25) zugeordnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Längenmessgerät, umfassend ein flexibles Maßband mit in Längsrichtung des Maßbands in gleichen Abständen voneinander vorgesehenen Markierungen.

Stand der Technik

[0002] Auf der Basis eines Maßbands aufgebaute Längenmessgeräte für Messbereiche von mehr als 50 m sind meistens relativ groß und schwer, insbesondere wenn, wie dies bei Grundwasser-Pegelmessgeräten der Fall ist an einem Ende ein Berührungssensor angebracht ist, der über in das Maßband integrierte elektrische Leiter mit einer optischen oder akustischen Signalquelle am anderen Ende des Maßbands verbunden ist. Zur Messung des Grundwasserpegels wird der mit einem Gewicht beschwerte Sensor in ein in das Erdreich eingebautes Pegelrohr abgesenkt, bis der Sensor auf die Pegeloberfläche des Grundwassers auftrifft und die optische oder akustische Signalquelle auslöst. Die Entfernung zum Grundwasserpegel kann dann unmittelbar an dem Maßband beispielsweise mit Bezug zum oberen Ende des Pegelrohrs abgelesen werden. Bei solchen, auch als „Kabellichtlot" bezeichneten Pegelmessgeräten ist das die elektrischen Leiter enthaltende Maßband relativ dick, so dass die das Maßband aufnehmende Wickeltrommel voluminös ist. Darüber hinaus ist das die elektrischen Leiter enthaltende Maßband mechanisch relativ empfindlich und teuer.

[0003] Aus US 2 466 251 ist es bekannt das aus magnetisierbarem Stahl bestehende Tragseil eines in ein Ölbohrloch abzusenkenden Bohrgeräts in gleichbleibenden Abständen zu magnetisieren und zur Längenmessung die Magnetisierungsmarken mittels eines auf das Magnetfeld der Marken ansprechenden Magnetfeldsensors zu erfassen und zu zählen. Nachteil eines solchen Längenmesssystems ist, dass sich die Magnetisierungsmarken relativ leicht löschen lassen, insbesondere, wenn sie bei auf einer Wickeltrommel aufgewickeltem Tragseil nebeneinander zu liegen kommen. Das bekannte Messsystem ist deshalb relativ unzuverlässig.

Aufgabenstellung

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Längenmessgerät anzugeben, das relativ kompakt ist und betriebssicher arbeitet.

[0005] Die Erfindung geht von einem Längenmessgerät aus, welches ein flexibles Maßband mit in Längsrichtung des Maßbands in gleichen Abständen voneinander vorgesehenen Markierungen umfasst und ist dadurch gekennzeichnet, dass das Maßband einen Strang aus einem Magnetfluss leitenden Material umfasst und der Strang zur Bildung der Markierungen in gleichen Abständen voneinander angeordnete Bereiche aufweist, in welchen der Wert der relativen Permeabiliät des Strangs vom Wert der relativen Permeabiliät des Stangs zwischen den die Markierungen bildenden Bereichen abweicht, und dass dem Maßband eine die Markierungen abhängig von einem den Wert der relativen Permeabiliät des Strangs repräsentierenden Meßparameter erfassende Längenmessanordnung zugeordnet ist.

[0006] Anders als bei dem aus US 2 466 251 bekannten Längenmesssystem wird der den Magnetfluss leitende Strang nicht permanent magnetisiert, sondern es wird seine relative Permeabiliät, d.h. sein örtlicher spezifischer magnetischer Widerstand im Bereich der Markierungen gezielt verändert. Das Maßband ist damit unempfindlich gegenüber den im Betrieb auftretenden Einflüssen. Das Maßband kann verhältnismäßig kleine Querschnittsabmessungen haben, so dass das Längenmessgerät, selbst wenn es für einen großen Längenmessbereich bestimmt ist, relativ kompakt aufgebaut werden kann.

[0007] Bei dem Längenmessgerät kann es sich um ein inkrementales Messgerät handeln, welches im Verlauf einer Verschiebebewegung des Maßbands relativ zu der Längenmessanordnung die Länge des Verschiebewegs durch Zählen der erfassten Markierungen ermittelt. Es kann sich aber auch um ein die Position des Maßbands als Absolutwert ermittelndes Gerät handeln, wenn die Markierungen jeweils mehrere Bereiche mit von der relativen Permeabiliät der Bereiche zwischen den Markierungen abweichender relativer Permeabiliät umfassen und diese Bereiche eine Positionscodeinformation für die Markierung repräsentieren.

[0008] In den die Markierungen definierenden Bereichen des Strangs lässt sich die relative Permeabiliät des Strangmaterials auf unterschiedlichste Weise gezielt verändern. Beispielsweise lässt sich der Querschnitt des Strangs verändern, indem er mit Vertiefungen, wie zum Beispiel Nuten oder Rillen oder Erhebungen, zum Beispiel Rippen oder Wulste versehen wird. Es genügt, wenn sich die Querschnittsänderungen lediglich über einen Teil der Umfangslänge des Strangs erstrecken. Vorzugsweise erstrecken sich die Querschnittsänderungen jedoch über den gesamten Umfang des Strangs.

[0009] Alternativ aber auch zusätzlich kann der Gehalt an wenigstens einem Materialbestandteil des Strangs in dem die Markierung definierenden Bereich verändert werden. Beispielsweise kann hierzu der Reinheitsgrad oder der Gehalt an Legierungselementen variiert werden. In einer besonders einfach realisierbaren Variante kann die relative Permeabiliät des Strangmaterials auch durch eine im Bereich der Markierung gezielte thermische Behandlung variiert

werden. Durch die thermische Behandlung kann bei hinreichend hoher Temperatur die Härte oder die Festigkeit oder die Einhärtungstiefe des Strangs verändert werden. Die thermische Behandlung kann mit herkömmlichen, örtlich begrenzt einsetzbaren Glüh- oder Schweißverfahren, bespielsweise einem Mikroplasmaschweißverfahren oder dergleichen erreicht werden. In einer weiteren Alternative kann die Materialstruktur des Strangs auch durch gezieltes Dehnen oder Stauchen des Strangmaterials für die Erzeugung der Markierungsbereiche verändert werden.

[0010] Die vorstehend erläuterten Möglichkeiten Markierungsbereiche an dem Strang anzubringen, verändern die Materialeigenschaften des Stangs. Zusätzlich oder alternativ kann jedoch auch die Konstruktion des Strangs als solchen für das Bereitstellen der Markierungen ausgenutzt werden. Der Strang ist in einer bevorzugten Ausgestaltung als Seil ausgebildet, welches mehrere miteinander verdrillte Litzen umfasst, wobei wenigstens eine der Litzen aus dem magnetisch leitenden Material besteht. Der schraubenlinienförmige Verlauf der Litzen sorgt für eine periodische „Modulation" der relativen Permeabiliät längs des Seils. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Seil mehrere magnetisch leitende Litzen aufweist, von denen wenigstens ein Paar in dem Seil in einem Abstand voneinander verläuft, der sich vom Abstand wenigstens eines anderen Paars unterscheidet. Die letztgenannte Variante zeichnet sich durch einen relativ großen Änderungshub der relativen Permeabiliät im Bereich der Markierungen bezogen auf die Bereiche zwischen den Markierungen aus. Die letztgenannte Variante lässt sich beispielsweise dadurch realisieren, dass in dem ansonsten im Querschnitt rotationssymmetrisch aufgebauten Seil ein oder mehrere Litzen aus magnetisch nicht leitendem Material bestehen, während die übrigen Litzen aus dem magnetisch leitenden Material sind.

[0011] Die letztgenannten Varianten eines aus Litzen geschlagenen Seils setzen allerdings voraus, dass das Seil verdrehsicher relativ zu der Längenmessanordnung geführt ist, wenn die vorstehend erläuterte „Modulation" der relativen Permeabiliät längs des Seils erfasst werden soll. Das Seil ist deshalb zweckmäßigerweise mit einer Ummantelung aus nicht magnetisch leitendem Material, insbesondere elektrisch isolierendem Material ummantelt, wobei die Ummantelung eine im Querschnitt von einer Kreiskontur abweichende Umfangskontur hat. An der Längenmessanordnung sind der Umfangskontur entsprechende Führungen vorgesehen, an welchen die Ummantelung verdrehsicher geführt ist.

[0012] Unter Umständen können die zur gezielten Veränderung der relativen Permeabiliät eingesetzten Methoden auch zu einer Schwächung des Strangmaterials, beispielsweise einer Schwächung der mechanischen Zugfestigkeit führen. Um dies auszugleichen, kann der Strang eine zugfeste, aber flexible Ummantelung tragen. Die Ummantelung kann gegebenenfalls auch mehrlagig ausgebildet sein und beispielsweise eine äußere Isolierummantelung aus elektrisch isolierendem Material und eine zwischen der Isolierummantelung und dem Strang angeordnete, zugfeste Zwischenlage, insbesondere aus einem magnetisch im Wesentlichen nicht leitenden Material umfassen. Zweckmäßigerweise ist auch die Zwischenlage aus verseilten Litzen oder Drähten gebildet.

[0013] Die Längenmessanordnung kann den Wert der relativen Permeabiliät des Strangs nach herkömmlichen Methoden direkt oder indirekt über von der relativen Permeabiliät abhängige physikalische Parameter bestimmen. Es kann der absolute Wert bestimmt werden. Für die Zwecke der Erkennung der Markierung genügt es jedoch den ermittelten Parameter mit einer die Abweichung der relativen Permeabiliät im Markierungsbereich von dem Wert in sonstigen Bereichen des Strangs diskriminierenden Schwelle zu vergleichen.

[0014] Ein die relative Permeabiliät repräsentierender Parameter, der sich mit besonders einfachen Mitteln messen lässt, ist das bei einer örtlichen Änderung der relativen Permeabiliät des Strangs sich gleichfalls örtlich ändernde magnetische Streufeld, das ein in dem Strang induzierter Magnetfluss in der Umgebung des Strangs erzeugt. Die Längenmessanordnung umfasst hierzu eine längs des Maßbands in einem Abschnitt des Strangs einen Magnetfluss erzeugende Flusserreger-Anordnung sowie eine auf magnetische Streufelder in der Nachbarschaft dieses Abschnitts ansprechende Magnetfeld-Sensoranordnung. Die Flusserreger-Anordnung kann eine oder mehrere Induktionsspulen oder eine Permanentmagnet-Anordnung umfassen, deren gegensinnige Magnetpole längs des Maßbands im Abstand voneinander angeordnet sind, wobei dann die Magnetfeld-Sensoranordung zwischen den Magnetpolen angeordnet ist.

[0015] Die Permanentmagnet-Anordnung kann einen Permanentmagnet umfassen, an dessen Pole sich bis in die Nähe des Strangs, jedoch im Abstand voneinander sich erstreckende Polschuhe anschließen. Alternativ können auch zwei im Abstand voneinander angeordnete, bezogen auf das Maßband gegensinnig gepolte Permanentmagnete vorgesehen sein, die durch ein magnetisch leitendes Jochelement miteinander verbunden sind.

[0016] Im Prinzip kann die Magnetfeld-Sensoranordnung mit Hilfe eines einzigen Magnetfeldsensors realisiert werden. Zweckmäßigerweise sind jedoch wenigstens zwei längs des Maßbands gegeneinander versetzt angeordnete Magnetfeldsensoren vorgesehen. Der Abstand der Magnetfeldsensoren ist

ungleich dem Abstand der Markierungen gewählt, um das Auflösungsvermögen der Meßanordnung zu erhöhen. Sind die Magnetfeldsensoren ungefähr um ein Viertel des Abstands der Markierungen oder ungefähr um ein Viertel des Abstands der Markierungen zuzüglich eines ganzzahligen Vielfachen dieses Abstands gegeneinander versetzt, so können die Magnetfeldsensoren zugleich zum Erkennen der Bewegungsrichtung des Maßbands relativ zur Längenmessanordnung ausgenutzt werden, um so bei einer inkrementalen Messweise die Abstandsinkremente in einem Inkrementzähler vorzeichenrichtig summieren zu können.

[0017] Um das im Bereich der Markierungen erfasste Streufeld vom Streufeld des Bereichs zwischen den Markierungen diskriminieren zu können, muss ein Schwellwert vorgegeben sein anhand dem die Längenmessanordnung entscheiden kann, um welchen dieser Bereiche es sich handelt. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Längenmessanordnung diesen Schwellwert während einer Lernphase selbsttätig „erlernt". Hierzu kann vorgesehen sein, dass die Magnetfeldsensoren den Wert der Amplitude des magnetischen Streufelds repräsentierene Signale erzeugen, dass die Längenmessanordnung den die Markierungen repräsentieren Wert der relativen Permeabiliät abhängig von einem vorbestimmten Schwellwert ermittelt und dass die Längenmessanordnung aus den an mehreren Markierungen erfassten Amplitudenwerten einen Mittelwert bildet und den vorbestimmten Schwellwert an den Mittelwert adaptiert. Umgebungsbedingte Schwankungen des Schwellwerts können auf diese Weise während einer „Lernbewegung" des Maßbands relativ zur Längenmessanordnung selbsttätig ausgeglichen werden.

[0018] Die Magnetfeld-Sensoranordnung kann wenigstens eine Spule oder wenigstens ein Hall-Element oder wenigstens eine Feldplatte umfassen.

[0019] Das Längenmessgerät wurde vorstehend anhand eines „Maßbands" erläutert. Es versteht sich, dass unter dem Maßband nicht notwendigerweise zu verstehen ist, dass der mit Markierungen versehene Strang mit einer optisch lesbaren Maßskala oder dergleichen versehen sein muss, wenngleich der Strang oder seine Ummantelung eine solche Skala tragen kann. Es versteht sich ferner, dass das Längenmessgerät anhand der Markierungen auch weitere Parameter erfassen kann, beispielsweise zur Messung der Bewegungsgeschwindigkeit des die Markierungen tragenden Strangs relativ zur Messanordnung erfassen kann. Die Geschwindigkeit der Relativbewegung ist umgekehrt proportional zu den Zeitinkrementen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Markierungen.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung, ist das Längenmessgerät als Pegelmessgerät ausgebildet und hat, wie dies bei herkömmlichen „Kabellichtloten" bereits der Fall ist, an einem Ende des Maßbands ein die Berührung mit einer den Pegel definierenden Oberfläche erfassenden Sensor, der über eine Signalübertragungsverbindung mit der Längenmessanordnung verbunden ist. Für die Signalübertragung von diesem Sensor zur Längenmessanordnung kann der die Markierungen tragende Strang mit ausgenutzt werden. Der die Berührung der Pegeloberfläche erfassende Sensor kann jedoch auch einen drahtlos übertragenden Sender, insbesondere einen Ultraschallsender oder einen Sender für elektromagnetische Funkwellen aufweisen. Es versteht sich, dass der Sensor nicht nur die Berührung der Pegeloberfläche erfassen kann, sondern auch weitere Informationen über die Signalübertragungsverbindung zu der Längenmessanordnung übermitteln kann, beispielsweise Temperaturinformationen.

Ausführungsbeispiel

[0021] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigt:

[0022] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Grundwasser-Pegelmessgeräts;

[0023] Fig. 2 eine Schnittansicht einer Messanordnung des Pegelmessgeräts, gesehen entlang einer Linie II-II in Fig. 3;

[0024] Fig. 3 eine Schnittansicht der Messanordnung, gesehen entlang einer Linie III-III in Fig. 2;

[0025] Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Maßbands des Pegelmessgeräts;

[0026] Fig. 5 ein Diagramm, welches das Ausgangssignal U der Messanordnung in Abhängigkeit von der Längenkoordinate x des Maßbands zeigt;

[0027] Fig. 6 einen Axialquerschnitt durch eine erste Variante des Maßbands;

[0028] Fig. 7 einen Axialquerschnitt durch eine zweite Variante des Maßbands;

[0029] Fig. 8 ein Blockschaltbild einer der Messanordnung zugeordneten Auswerteschaltung und

[0030] Fig. 9 ein Blockschaltbild einer Variante der Auswerteschaltung.

[0031] Fig. 1 zeigt ein Grundwasser-Pegelmessgerät **1** mit einem transportablen Tragrahmen **3** und einer in dem Tragrahmen **3** um eine im Gebrauch horizontale Achse mittels einer Handkurbel **5** drehbaren Wickeltrommel **7**, auf der ein flexibles Maßband **9**

auf- und abwickelbar ist. Das Maßband **9** ist an seinem freien Ende mit einem Sensor **11** versehen, der über eine nicht näher dargestellte Signalübertragungsverbindung, beispielsweise in das Maßband **9** integrierte elektrische Leiter mit einer optischen oder/und akustischen Signalquelle **13** an dem Gestell **3** verbunden ist. Im Betrieb wird das Pegelmessgerät **1** in an sich bekannter Weise auf ein in das Erdreich eingelassene Pegelmessrohr **15** aufgesetzt und die an dem Maßband **9** hängende Sonde **11** bis zum Grundwasserpegel abgesenkt. Die Sonde **11** spricht auf die Berührung der Grundwasseroberfläche an und löst die Signalquelle **13** aus. An einer auf dem Maßband **9** angebrachten Zentimeterskala kann dann bezogen auf eine durch das Pegelmessrohr **15** festgelegte Referenzposition der Abstand zum Grundwasserpegel und damit die Pegelhöhe abgelesen werden.

[0032] Das Maßband herkömmlicher Pegelmessgeräte ist vergleichsweise dick empfindlich, da Maßbandlängen von 50 Metern und mehr üblich sind, sind herkömmliche Pegelmessgeräte voluminös und schwer. Da die Zentimeterskala herkömmlicher Pegelmessgeräte von der Bedienungsperson abgelesen werden müssen kann es beim Übertragen des Messwerts in einen Datenspeicher oder dergleichen zu Ablese- und Übertragungsfehlern kommen. Fehler dieser Art vermeidet das erfindungsgemäße Pegelmessgerät **1**, da die Länge des in das Pegelrohr **15** abgesenkten Maßbands **9** mittels einer Längenmessanordnung gemessen und ein die Länge und damit den Grundwasserpegel repräsentierendes Signal insbesondere in digitaler Form auf einem Display angezeigt oder einem Datenspeicher zugeführt werden kann.

[0033] Um die Längenmessung zu ermöglichen umfasst das Maßband **9** einen flexiblen Strang **17** (Fig. 4) aus einem Magnetfluss leitenden Material, hier in Form eines aus mehreren Litzen **19** verdrillten Seils. Das Seil **17** trägt in vorbestimmten, gleichförmig sich wiederholenden Abständen **21** Markierungsbereiche **23**, in welchen in noch nachfolgend näher erläuterter Weise die relative Permeabiliät des Seils **17** bezogen auf die Zwischenbereiche **21** gezielt verändert ist. Mit Hilfe der in den Fig. 2 und Fig. 3 dargestellten Messanordnung **25** können die Markierungsbereiche **23** von den Zwischenbereichen **21** diskriminiert werden. Wie weiterhin noch nachfolgend erläutert wird, kann durch Abzählen der Markierungsbereiche **23** die Länge des beim Absenken des Maßbands **9** an der Messanordnung **25** vorbeibewegten Maßbandabschnitts inkrementell bestimmt werden.

[0034] Die Messanordnung **25** führt das Maßband **9** in einer Führungshülse **27** an einer Flusserreger-Anordnung, hier in Form von zwei im Abstand voneinander angeordneten Permanentmagneten **29**, **31** vorbei, die in dem Seil **17** einen Magnetfluss induzieren. Die Permanentmagnete **29**, **31** sind durch ein aus Magnetfluss leitendem Material bestehendes Joch **33** verbunden und bezogen auf das in der Führungshülse **27** geführte Seil **17** gegensinnig gepolt. Zwischen den Permanentmagneten **29**, **31** sind mehrere Magnetfeldsensoren **35** relativ zu den Permanentmagneten **29**, **31** stationär angeordnet, die auf die durch das Seil **17** beeinflussten magnetischen Streufelder der Permanentmagnete **29**, **31** ansprechen. Bei den Magnetfeldsensoren **35**, **37** kann es sich um Hall-Sensoren oder Feldplatten oder Induktionsspulen handeln. Insbesondere kann es sich um solche Magnetfeldsensoren handeln, deren Ausgangssignal den Amplitudenwert des Streufelds repräsentieren. Fig. 5 zeigt ein Beispiel für das Ausgangssignal U eines der Magnetfeldsensoren **35** bzw. **37** in Abhängigkeit der längs des Seils **17** verlaufenden Ortskoordinate x. Während das Streufeld in den Zwischenbereichen **21** (Fig. 4) um einen ersten Wert U1 schwankt, steigt es in den Markierungsbereichen **23** auf einen Wert U2 an, so dass die Markierungsbereiche **23** durch einen Vergleich mit einem Schwellwert U3 erfasst werden können.

[0035] In den Markierungsbereichen **23** sind die Materialeigenschaften des Seils **17** gezielt beeinflusst, derart, dass sich die relative Permeabiliät in diesen Bereichen gegenüber den Zwischenbereichen **21** verändert. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Markierungsbereiche **23** thermisch behandelt, zum Beispiel mittels eines Mikroschweißverfahrens geglüht. Die thermische Behandlung kann sich über einen Teil des Umfangs des Seils **17** erstrecken, erstreckt sich aber vorzugsweise über den gesamten Umfang. Anstelle einer thermischen Behandlung für die Änderung der relativen Permeabiliät kann das Material des Seils **17** in den Markierungsbereichen **23** auch gestaucht oder gedehnt werden.

[0036] Lokale Veränderungen der relativen Permeabiliät des Seils **17** lassen sich auch durch Verängerung der Umfangskontur des Seils **17** erreichen. Bereits die lokalen Querschnittsänderungen, die sich in achsnormalen Querschnittsebenen aufgrund der Litzen **19** ergeben, führen zu messbaren Markierungsbereichen, wie die mit dem Abstand der Litzen in Längsrichtung des Seils **17** aufeinanderfolgenden Schwankungen des durch das Signal U1 (Fig. 5) repräsentierten Streufelds in den Zwischenbereichen **21** zeigen. Bei hinreichender Auflösung der Messanordnung **25**, lassen sich auch die durch die Verdrillung des Seils **17** entstehenden Schwankungen der relativen Permeabiliät für die inkrementelle Längenmessung ausnutzen.

[0037] Die Schraubenform der Litzen **19** setzt voraus, dass die Änderung der relativen Permeabiliät in einer gleichbleibenden Längsschnittebene erfolgt, das Seil **17** also relativ zur Messanordnung **25** dreh-

fest, aber längsbeweglich geführt ist. In der Variante der Fig. 6 ist das Seil **17** des Maßbands **9** mit einer Kunststoffisolierung **39** ummantelt, deren Außenkontur von der Kreisform abweicht, hier ellyptisch ausgebildet ist. Die Führungshülse **27** der Messanordnung **25** hat zumindest über einen Teil ihrer Länge eine komplementäre Innenkontur, so dass das Maßband **9** mit gleichbleibender Winkelausrichtung die Messanordnung **25** durchläuft.

[0038] Die Messanordnung **25** muss ein vergleichsweise hohes Auflösungsvermögen haben, wenn die Periodizität und Konturschwankung einzelner Litzen **19** des Seils **17** für die Unterscheidung zwischen Markierungsbereichen **23** und Zwischenbereichen **21** ausgenutzt werden soll. Die Periodenlänge der Veränderung der relativen Permeabiliät längs des Seils **17** wie auch der Amplitudenhub der Veränderung kann vergrößert werden, wenn ein oder mehrere der Litzen des Seils **17** nicht aus magnetisch leitendem Material, sondern einem nicht magnetischen Material, wie zum Beispiel rostfreiem Stahl bestehen, wie dies für die Litze **19'** in Fig. 6 angedeutet ist. Die Markierungsbereiche **23** folgen dann mit der Steigungshöhe der Litze **19'** aufeinander. Es versteht sich, dass die Litze **19'** auch insgesamt fehlen kann, wobei dann zweckmäßigerweise die entstehende Lücke durch das Material der Kunststoffisolierung **39** ausgefüllt ist. Es versteht sich ferner, dass auch mehrere der aus magnetisch leitendem Material gebildeten Litzen **19** fehlen oder aber durch magnetisch nicht leitende Litzen ersetzt sein können.

[0039] Fig. 7 zeigt eine weitere Variante des Maßbands **9**. Das den magnetisch leitenden Strang bildende Seil **17** ist entsprechend Fig. 4 gestaltet und hat durch thermische Behandlung oder Stauchung oder Quetschung gebildete Markierungsbereiche **23**, im übrigen aber Kreisform, so dass eine drehfeste Führung des Maßbands **9** an der Messanordnung **25** nicht erforderlich ist. Das Seil **17** ist von einem Isoliermantel **41** aus elektrisch leitendem Material umgeben. Eine weitere Lage miteinander verseilter Litzen **43** umschließt das Seil **17** und dessen Isoliermantel **41**. Die Lage der Litzen **43** ist von einem weiteren Isoliermantel **45** aus elektrisch isolierendem Material umschlossen. Der Isoliermantel **41** isoliert das Seil **17** elektrisch von den Litzen **43**, so dass die Litzen **19** einerseits und **43** andererseits als elektrische Leitungen für die Verbindung des Sensors **11** mit der Warnanordnung **13** (Fig. 1) genutzt werden können. Der Isoliermantel **45** isoliert das Maßband **9** nach außen und schützt seine inneren Lagen vor Beschädigung. Die Litzen **43** verstärken die Zug- und Bruchfestigkeit des Maßbands **9**, insbesondere wenn das Seil **17** durch die thermisch behandelten Markierungsbereiche **23** in einem gewissen Umfang mechanisch geschwächt ist. Die Litzen **43** bestehen zweckmäßigerweise aus einem nicht magnetisch leitendem Material oder aber sind so dünn oder/und im Abstand voneinander angeordnet, dass sich die magnetische Abschirmung des Seils **17** in vertretbaren Grenzen hält.

[0040] Es versteht sich, dass auch nur die Litzen **43** oder nur die Litzen **19** für die elektrische Verbindung des Sensors **11** zur Signalquelle **13** ausgenutzt werden können. Für die Gegenleitung kann gegebenenfalls das Pegelrohr **15** oder der Erdboden selbst ausgenutzt werden. Der Isoliermantel **41** kann dann gegebenenfalls entfallen. In einer Variante kann der Sensor **11** auch über eine drahtlose Verbindungsstrecke mit der Signalquelle **13** verbunden sein, beispielsweise einer Ultraschallverbindungsstrecke oder einer elektromagnetischen Funkverbindungsstrecke.

[0041] Das Pegelmessgerät arbeitet zweckmäßigerweise als inkrementelles Messgerät, welches die Markierungsbereiche **23** zählt, während der Sensor **11** aus der durch die Bezugsposition des Pegelrohrs **15** festgelegten Lage bis zur Grundwasseroberfläche abgesenkt wird. Um die Markierungsbereiche **23** bewegungsrichtungsabhängig zählen zu können, sind die beiden Magnetfeldsensoren **35**, **37** längs des Maßbands **9** um ein Viertel des Abstands benachbarter Markierungsbereiche **23** gegeneinander versetzt. Der Versatz der beiden Magnetfeldsensoren **35**, **37** kann gegebenenfalls auch um ein ganzzahliges Vielfaches des Abstands der Markierungsbereiche **23** größer sein. Wie Fig. 8 zeigt, sind an die Ausgänge der Magnetfeldsensoren **35**, **37** Komparatoren **47** bzw. **49** angeschlossen, deren Referenzeingänge auf eine der Schwellwertspannung U3 (Fig. 5) entsprechende Spannung eingestellt ist. Wenn das Signal der Feldstärkesensoren **35**, **37** den Schwellwert übersteigt, liefern die Ausgänge der Komparatoren **47**, **49** damit über eine die Reihenfolge der Impulse erkennende Logik **50** Impulse an einen Aufwärts-/Abwärtszähler **51**, der im dargestellten Ausführungsbeispiel die Impulse abhängig von der Reihenfolge ihres Auftretens aufwärts oder abwärts zählt. Der Zähler **51** kann in der Anfangsphase über einen Reseteingang **53** zur Nullstellung des Messgeräts zurückgesetzt werden. Der Zählerinhalt wird in einem Display **55** des Pegelmessgeräts **1** als Längenmaß angezeigt. Selbst wenn der Sensor **11** im Verlauf der Pegelmessung nicht nur abgesenkt, sonder bereichsweise auch wieder angehoben wird, zeigt das Display **55** den Pegel an, sobald der Sensor **11** den Grundwasserpegel erreicht hat.

[0042] Es versteht sich, dass die Schaltung gemäß Fig. 8 in diskreten Bauelementen aufgebaut sein kann, die Komparatorfunktion oder Zählerfunktion aber auch digital mittels eines Mikroprozessors oder dergleichen realisiert sein kann.

[0043] Die letztgenannte Ausgestaltung ist von Vorteil, wenn der den Schwellwert U3 (Fig. 5) repräsentierende Signalwert in einem Lernmodus selbsttätig

bestimmt wird. In dem Blockschaltbild der Fig. 9 sind die Magnetfeldsensoren **35**, **37** über Analog-/Digital-Wandler **57** bzw. **59** an den Mikroprozessor **61** angeschlossen, der aus den feldstärkeproportionalen Ausgangssignalen der Feldstärkesensoren **35**, **37** einen Mittelwert errechnet. Der Mittelwert wird während einer Lernbewegung des Maßbands **9**, bei welcher die Feldstärkesensoren **35**, **37** jeweils mehrere Markierungsbereiche überfährt, ermittelt, nachdem über einen Reseteingang **63** zunächst der Rechenwert auf Null zurückgesetzt worden ist. Der in dem Lernmodus auf diese Weise ermittelte Mittelwert kann unmittelbar oder nach einer Gewichtung für die Schwelle der Komparatorfunktion (Fig. 8) genutzt werden. Der Mikroprozessor **61** übernimmt im Messbetrieb die Funktion des Zählers **51** und zeigt den Pegel wiederum auf dem Display **55** an.

[0044] Das Pegelmessgerät **1** kann jedoch auch als absolut messendes Messgerät ausgebildet sein. Hierzu können die vorangegangen erläuterten Markierungsbereiche **23** jeweils aus mehreren Teilbereichen bestehen, die in einem vorbestimmten Codierungsmuster angeordnet sind. Das Codierungsmuster kann seriell durch einzelne Magnetfeldsensoren erfasst werden. Bei mehreren Magnetfeldsensoren kann das Codierungsmuster aber auch parall gelesen werden. Die Codierung kann so erfolgen, dass sie Absolutwerte des Abstands zum Sensor **11** repräsentiert.

Patentansprüche

1. Längenmessgerät, umfassend:
ein flexibles Maßband (**9**) mit in Längsrichtung des Maßbands (**9**) in gleichen Abständen voneinander vorgesehenen Markierungen,
dadurch gekennzeichnet, dass das Maßband (**9**) einen Strang (**17**) aus einem Magnetfluss leitenden Material umfasst und der Strang (**17**) zur Bildung der Markierungen in gleichen Abständen voneinander angeordnete Bereiche (**23**) aufweist, in welchen der Wert der relativen Permeabiliät des Strangs (**17**) vom Wert der relativen Permeabiliät des Strangs (**17**) zwischen den die Markierungen bildenden Bereichen (**23**) abweicht,
und dass dem Maßband (**9**) eine die Markierungen abhängig von einem den Wert der relativen Permeabiliät des Strangs (**17**) repräsentierenden Messparameter erfassende Längenmessanordnung (**25**) zugeordnet ist.

2. Längenmessgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Längenmessanordnung (**25**) als inkrementelle Meßanordnung ausgebildet ist und im Verlauf einer Relativbewegung zwischen dem Maßband (**9**) und der Längenmessanordnung (**27**) die Länge des Verschiebewegs durch Zählen der erfassten, die Markierungen bildenden Bereiche des Strangs (**17**) ermittelt.

3. Längenmessgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungen jeweils mehrere Bereich mit von der relativen Permeabiliät der Bereiche zwischen den Markierungen abweichender relativer Permeabiliät umfassen und diese Bereiche eine Positionscodeinformation für die Markierung repräsentieren und dass die Längenmessanordnung ihre Position relativ zu dem Maßband abhängig von der Positionscodeinformation ermittelt.

4. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in den die Markierungen bildenden Bereichen (**23**) des Strangs der Querschnitt des Strangs (**17**) oder/und der Gehalt an wenigstens einem Materialbestandteil des Strangs oder/und eine durch thermische Behandlung sich ergebende Materialeigenschaft des Strangs (**17**) verglichen mit den Bereichen (**21**) zwischen den Markierungen geändert ist.

5. Längenmessgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungen durch Vertiefungen, insbesondere Nuten oder Rillen oder Erhebungen, insbesondere Rippen oder Wulste gebildet sind.

6. Längenmessgerät nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungen durch Dehnbereiche oder Stauchbereiche gebildet sind.

7. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Strang als mehrere miteinander verdrillte Litzen (**19**) umfassendes Seil (**17**) ausgebildet ist, wobei wenigstens eine der Litzen (**19**) aus dem magnetisch leitenden Material besteht.

8. Längenmessgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Seil (**17**) mehrere magnetisch leitende Litzen (**19**) aufweist, von denen wenigstens ein Paar in dem Seil (**17**) in einem Abstand voneinander verläuft, der sich vom Abstand wenigstens eines anderen Paars unterscheidet.

9. Längenmessgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Seil (**17**) aus magnetisch leitenden Litzen (**19**) und wenigstens einer Litze (**19'**) aus einem dem Magnetfluss im Wesentlichen nicht leitenden Material gebildet ist.

10. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Seil (**17**) mit einer Ummantelung (**39**) aus nicht magnetisch leitendem Material, insbesondere elektrisch isolierendem Material und einer im Querschnitt von einer Kreiskontur abweichenden Umfangskontur und dass die Ummantelung relativ zu der Längemessanordnung (**25**) verdrehsicher geführt ist.

11. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Strang (**17**) eine zugfeste, aber flexible Ummantelung trägt.

12. Längenmessgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelung eine äußere Isolierummantelung (**45**) aus elektrisch isolierendem Material und eine zwischen der Isolierummantelung (**45**) und dem Strang (**17**) eine zugfeste Zwischenlage (**43**) insbesondere aus einem magnetisch im Wesentlichen nicht leitenden Material aufweist.

13. Längenmessgerät nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlage (**43**) als Draht-Zwischenlage ausgebildet ist.

14. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Längenmessanordnung (**25**) eine längs des Maßbands (**9**) in einem Abschnitt des Strangs (**17**) einen Magnetfluss erzeugende Flusserreger-Anordnung (**29**, **31**, **33**) sowie eine auf magnetische Streufelder in der Nachbarschaft dieses Abschnitts ansprechende Magnetfeld-Sensoranordnung (**35**, **37**) aufweist.

15. Längenmessgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Flusserreger-Anordnung eine Permanentmagnet-Anordnung (**29**, **31**, **33**) umfasst, deren gegensinnige Magnetpole längs des Maßbands im Abstand voneinander angeordnet sind und dass die Magnetfeld-Sensoranordnung (**35**, **37**) zwischen den Magnetpolen angeordnet ist.

16. Längenmessgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnet-Anordnung zwei im Abstand voneinander angeordnete, bezogen auf das Maßband (**9**) gegensinnig gepolte Permenentmagnete (**29**, **31**) aufweist, die durch ein magnetisch leitendes Jochelement (**33**) miteinander verbunden sind.

17. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Längenmessanordnung (**25**) eine das Maßband (**9**) zwischen an den Magnetpolen quer zu dessen Längsrichtung führende Führungshülse (**27**) aufweist.

18. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetfeld-Sensoranordnung wenigstens zwei längs des Magnetfelds gegeneinander versetzt angeordnete Magnetfeldsensoren (**35**, **37**) aufweist.

19. Längenmessgerät nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (**35**, **37**) ungefähr um ein Viertel des Abstands der Markierungen oder ungefähr um ein Viertel des Abstands der Markierungen zuzüglich eines ganzzahligen Vielfachen dieses Abstands gegeneinander versetzt sind und dass die Längenmessanordnung (**25**) Signale eines ersten der beiden Magnetfeldsensoren (**35**, **37**) aufwärts und Signale eines zweiten der Magnetfeldsensoren abwärts zählt.

20. Längenmessgerät nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeldsensoren (**35**, **37**) den Wert der Amplitude des magnetischen Streufelds repräsentierende Signale erzeugen, dass die Längenmessanordnung (**25**) den die Markierung repräsentierenden Wert der relativen Permeabiliät abhängig von einem vorbestimmten Schwellwert ermittelt und dass die Längenmessanordnung (**25**) aus den an mehreren Markierungen erfassten Amplitudenwerten einen Mittelwert bildet und den vorbestimmten Schwellwert von dem Mittelwert adaptiert.

21. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnetfeld-Sensoranordnung wenigstens eine Spule oder wenigstens ein Hall-Element oder wenigstens eine Feldplatte umfasst.

22. Längenmessgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Längenmessgerät als Pegelmessgerät (**1**) ausgebildet ist und an einem Ende des Maßbands (**9**) ein die Berührung mit einer den Pegel definierenden Oberfläche erfassenden Sensor (**11**) angebracht ist, der über eine Signalübertragungsverbindung mit der Längemessanordnung (**25**) verbunden ist.

23. Längenmessgerät nach Anspruch 22 in Verbindung mit einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Strang (**17**) als elektrischer Leiter ausgebildet ist und für die Signalübertragungsverbindung zu dem die Berührung der Pegeloberfläche erfassenden Sensor ausgenutzt ist.

24. Längenmessgerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der Strang (**17**) koaxial von einem weiteren, gegen den Strang (**17**) elektrisch isolierten Leiter (**43**) umschlossen ist.

25. Längenmessgerät nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der die Berührung der Pegeloberfläche erfassende Sensor (**11**) einen drahtlos übertragenden Sender insbesondere einen Ultraschallsender oder einen Sender für elektromagnetische Funkwellen aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

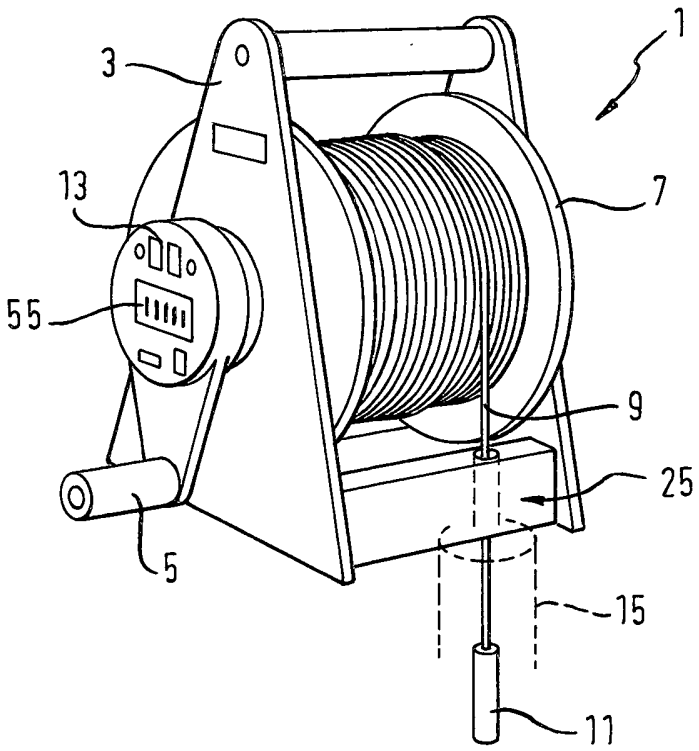


Fig. 2

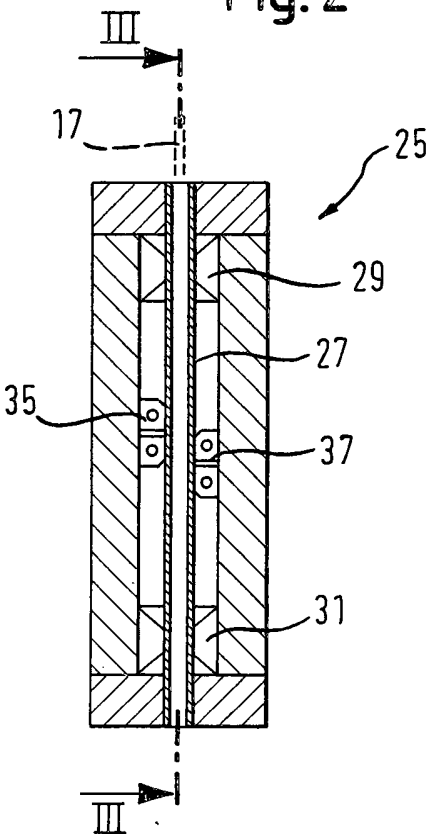
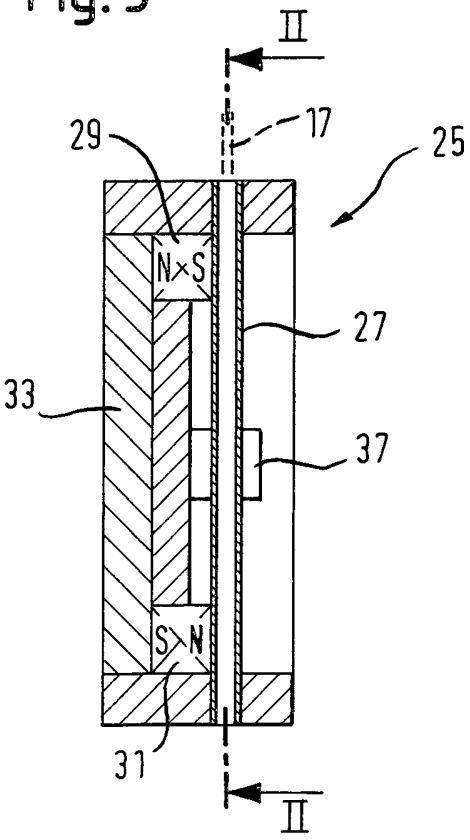


Fig. 3



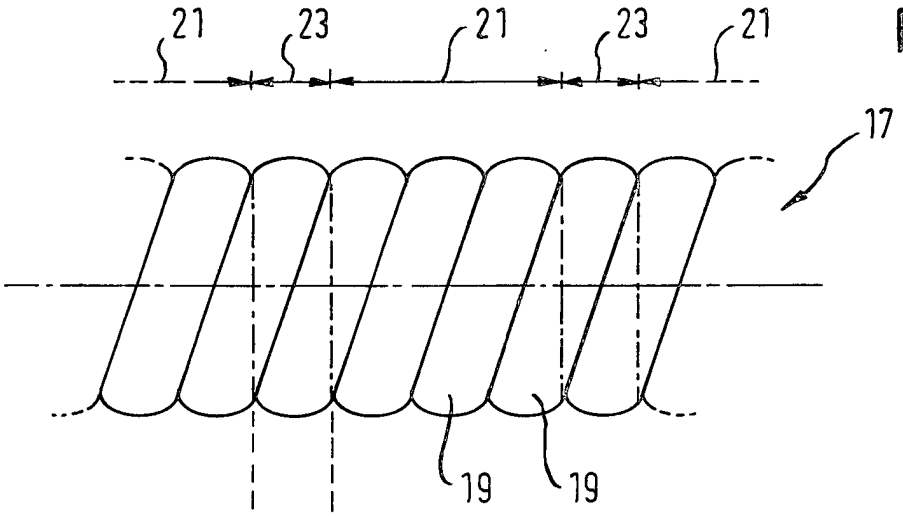


Fig. 4

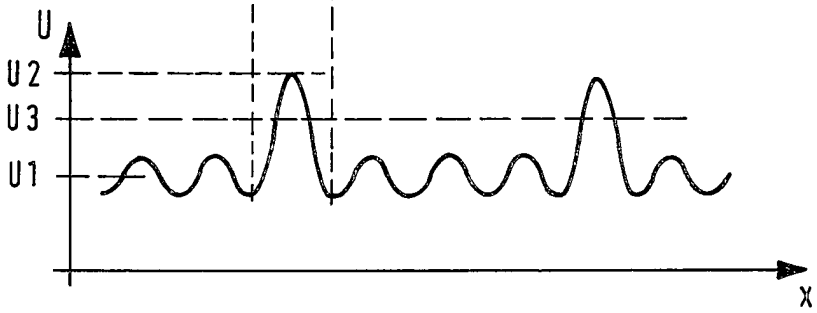


Fig. 5

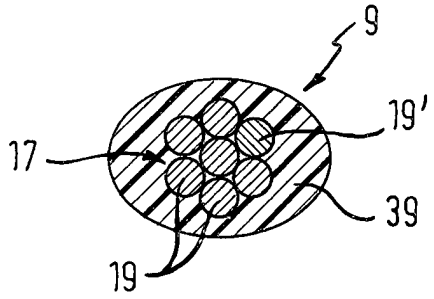


Fig. 6

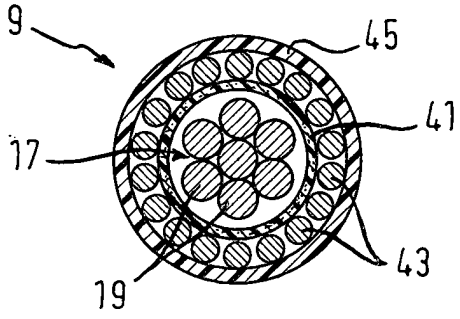


Fig. 7

Fig. 8

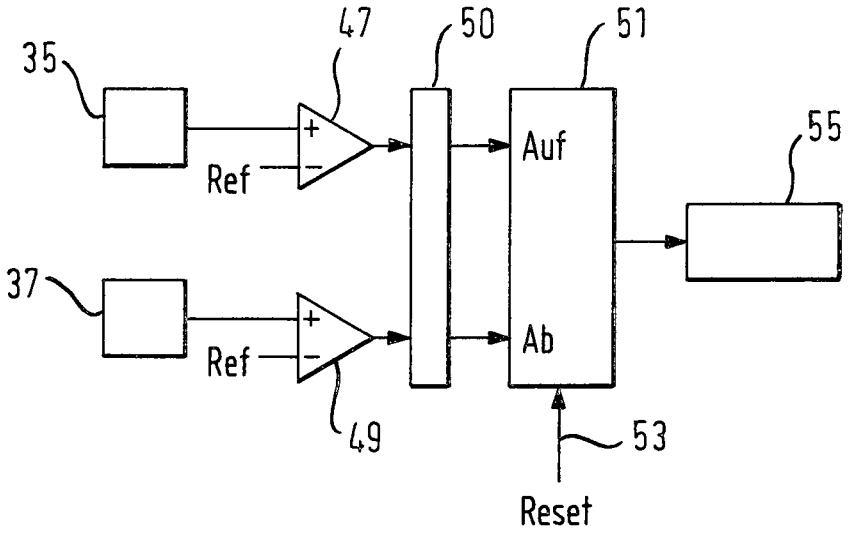
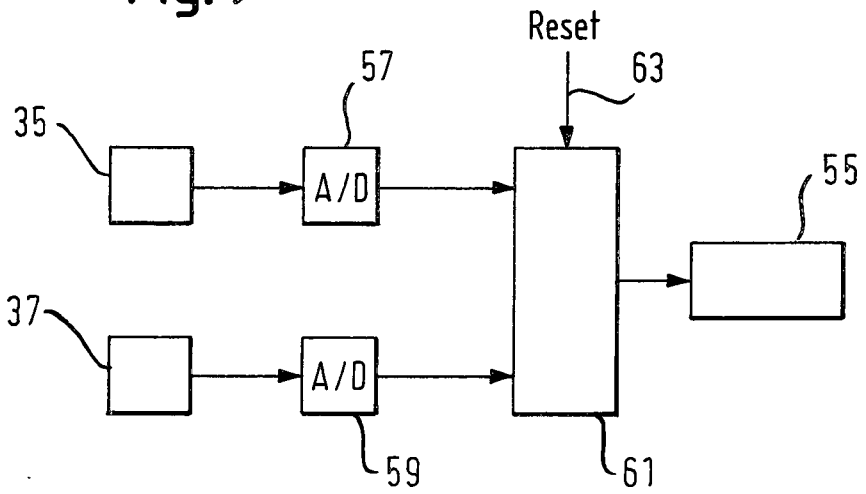

35
47
50
51
55
Ref
Auf
37
Ref
Ab
49
53
Reset

Fig. 9


Reset
57
63
35
A/D
55
37
A/D
59
61