



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G01D 5/20</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/04886</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 5. Februar 1998 (05.02.98)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/01611</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 30. Juli 1997 (30.07.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 196 30 657.4 30. Juli 1996 (30.07.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GMBH & CO. KG [DE/DE]; Königbacher Strasse 15, D-94496 Ortenburg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEDNIKOV, Felix [RU/RU]; Ul. Klinitscheskaja, 14-139, Samara, 443096 (RU).</p> <p>(74) Anwalt: ULLRICH & NAUMANN; Gaisbergstrasse 3, D-69115 Heidelberg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: NON-CONTACT POSITION SENSOR

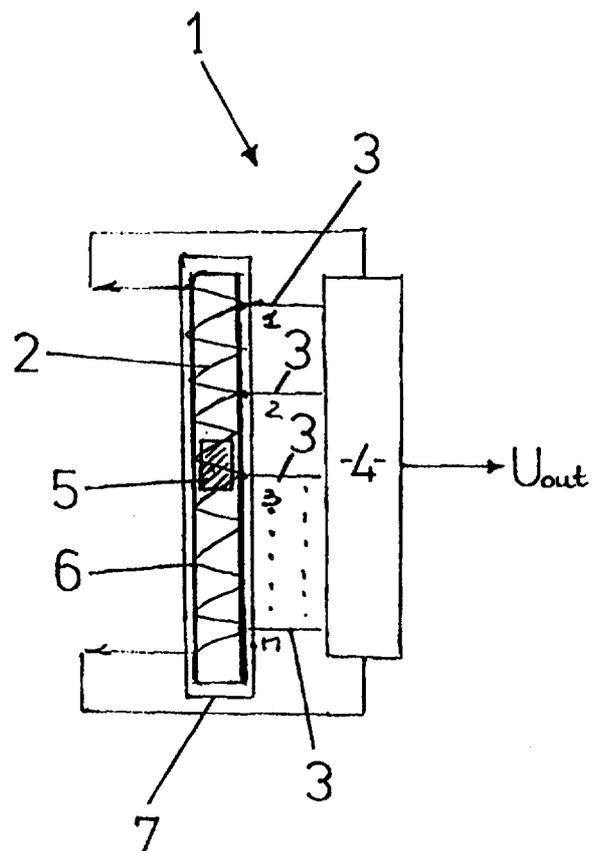
(54) Bezeichnung: BERÜHRUNGSLOS ARBEITENDER WEGMESSSENSOR

(57) Abstract

A non-contact position sensor (1) is proposed, having a measuring coil (2) to which alternating current can be applied, this measuring coil (2) having two or more voltage taps (3); an electrically and/or magnetically conductive measuring object (5); and an evaluation circuit (4) for evaluating and /where applicable) determining an output voltage that corresponds to the position of the measuring object (5) with respect to the voltage taps (3). In order that the position sensor be of as compact construction as possible, the measuring object (5) is positioned in the interior of the measuring coil (2) and can slide, with the total impedance of the measuring coil (2) being independent of the measuring object's (5) position.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein berührungslos arbeitender Wegmeßsensor (1) vorgeschlagen mit einer mit Wechselstrom beaufschlagbaren Meßspule (2), wobei die Meßspule (2) mindestens zwei Spannungsabgriffe (3) aufweist, mit einem elektrisch und/oder magnetisch leitenden Meßobjekt (5) und mit einer Auswerteschaltung (4) zum Auswerten und ggf. Ermitteln einer der Position des Meßobjekts (5) in Bezug auf die Spannungsabgriffe (3) entsprechenden Ausgangsspannung. Damit der Wegmeßsensor eine möglichst kompakte Bauform aufweist, ist das Meßobjekt (5) im Inneren der Meßspule (2) angeordnet und verschiebbar, wobei die Gesamtimpedanz der Meßspule (2) unabhängig von der Position des Meßobjekts (5) ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

"Berührungslos arbeitender Wegmeßsensor"

Die Erfindung betrifft einen berührungslos arbeitenden Wegmeßsensor mit einer mit Wechselstrom beaufschlagbaren Meßspule, wobei die Meßspule mindestens zwei Spannungsabgriffe aufweist, mit einem elektrisch und/oder magnetisch leitenden Meßobjekt und mit einer Auswerteschaltung zum Auswerten und ggf. Ermitteln einer der Position des Meßobjekts in Bezug auf die Spannungsabgriffe entsprechenden Ausgangsspannung.

Ein berührungslos arbeitender Wegmeßsensor der in Rede stehenden Art wird bereits in der internationalen Patentanmeldung PCT/DE 93/00703 beschrieben. Die Meßspule des bekannten Sensors weist mehrere in definierten Abständen angeordnete Spannungsabgriffe auf und ist in einem Gehäuse gekapselt. Als Meßobjekt dient ein Ring, der das Gehäuse mit Abstand umgreift und entlang der Gehäusewandung verschiebbar ist. Mit Hilfe des bekannten Wegmeßsensors kann nun die Position des Ringes in Bezug auf die an der Meßspule angeordneten Spannungsabgriffe bestimmt werden. Die Anwesenheit des Rings zwischen zwei Spannungsabgriffen wirkt sich nämlich auf die Impedanz des zwischen diesen Spannungsabgriffen liegenden Abschnitts der Meßspule aus und auf alle derartigen "Teil"-Impedanzen der sich in einer Richtung anschließenden Abschnitte der Meßspule. D.h., je nach dem an welcher Stelle der Meßspule sich der Ring befindet, werden unterschiedlich viele Teilimpedanzen beeinflusst. Mit dem bekannten Wegmeßsensor werden nun die an aufeinanderfolgenden Abschnitten der Meßspule abgreifbaren Spannungen aufaddiert, wobei jeweils Zwischensummen gebildet werden, die sich in der steigenden Anzahl der berücksichtigten Spannungswerte unterscheiden. Diese Zwischensummen werden dann abermals zu einer Ausgangsspannung aufaddiert, die sich dann eindeutig zur Position des Rings in Beziehung setzen läßt.

Das Meßobjekt des bekannten Wegmeßsensors befindet sich außerhalb des Spulengehäuses. Dadurch bedingt ist das Meßobjekt relativ exponiert und ungeschützt. Außerdem benötigt der bekannte Wegmeßsensor relativ viel Raum, um eine Beweglichkeit des Meßobjekts auf der Außenseite des Spulengehäuses zu gewährleisten.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen berührungslos arbeitenden Wegmeßsensor der in Rede stehenden Art anzugeben, der eine möglichst kompakte Bauform aufweist und nur relativ wenig Platz für sich beansprucht.

Der erfindungsgemäße, berührungslos arbeitende Wegmeßsensor löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist der erfindungsgemäße Wegmeßsensor derart ausgebildet, daß das Meßobjekt im Inneren der Meßspule angeordnet und verschiebbar ist, wobei die Gesamtimpedanz der Meßspule unabhängig von der Position des Meßobjekts ist.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß sich die Teilimpedanzen der einzelnen Abschnitte der Meßspule nicht nur über einen die Meßspule umgreifenden Ring als Meßobjekt beeinflussen lassen, sondern auch über ein im Inneren der Spule geführtes Meßobjekt aus einem elektrisch und/oder magnetisch leitenden Material. Bei dieser Anordnung kann das Meßobjekt gezielt bestimmten zu erfassenden Kräften oder Drücken ausgesetzt werden, während es gegen andere unerwünschte Einflüsse abgeschirmt ist. Außerdem führt die Anordnung des Meßobjekts im Inneren der Meßspule zu einem äußerst kompakten Sensoraufbau. Bei dem erfindungsgemäßen Wegmeßsensor ist die Gesamtimpedanz der Meßspule unabhängig von der Position des Meßobjekts, so daß der durch die Meßspule fließende Strom nur von der anliegenden Spannung und nicht von der Position des Meßobjekts abhängt. Dementsprechend ist die Ausgangsspannung des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors im Idealfall auch nur von der Position des Meßobjekts abhängig.

Im Hinblick auf eine einfache Auswertung der Ausgangsspannung ist es von besonderem Vorteil, wenn die Positionen der Spannungsabgriffe so gewählt sind, daß bei Abwesenheit des Meßobjekts zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen immer im wesentlichen die gleiche Spannung abgreifbar ist. Im Falle einer Meßspule mit über ihrer Länge konstantem Spulenquerschnitt und gleichförmigen Spulenwicklungen führt dies zu einer äquidistanten Anordnung der Spannungsabgriffe.

Im Hinblick auf eine einfache und zuverlässige Auswertung der Ausgangsspannung sollte die Dimensionierung des Meßobjekts außerdem auch auf den Abstand zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen abgestimmt sein. Das Meßobjekt sollte sich nämlich in vorteilhafter Weise maximal über den Abstand zwischen zwei

benachbarten Spannungsabschnitten erstrecken, damit es einfach zwischen zwei Spannungsabgriffen lokalisiert werden kann.

Als vorteilhafte Materialien für das Meßobjekt kommen sämtliche aus der Praxis bekannten Werkstoffe in Frage, mit denen Spulenkern realisiert werden. Insbesondere geeignet sind ferromagnetische Werkstoffe und Werkstoffe mit einem geringen spezifischen elektrischen Widerstand.

Der erfindungsgemäße Wegmeßsensor kann je nach Einsatzgebiet mit unterschiedlichen Meßspulen, d.h. mit unterschiedlichen Spulengeometrien, realisiert werden. So könnte bspw. eine Langspule in Form einer Zylinderspule oder einer Spule mit eckigem Querschnitt als Meßspule verwendet werden. Genauso möglich wäre aber auch der Einsatz einer Toroidspule als Meßspule.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors ist im Inneren der Meßspule ein sich vorzugsweise über die gesamte Länge der Meßspule erstreckendes Spulenrohr angeordnet, in dem wiederum das Meßobjekt angeordnet und verschiebbar ist. Das Spulenrohr dient zum einen zur Stabilisierung der Meßspule, da die Meßspule praktisch um das Spulenrohr gewickelt werden kann, und zum anderen auch als Führung für die Bewegung des Meßobjekts. Dadurch kann in wirkungsvoller Weise die mechanische Beanspruchung der Meßspule durch das Meßobjekt reduziert werden. Das Spulenrohr sollte aus einem Material hergestellt sein, das eine elektrische Isolation zwischen der Meßspule und dem Meßobjekt gewährleistet. Es sollte sich daher um einen nicht ferromagnetischen Werkstoff mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand handeln. In Frage kommt hier rostfreier Stahl mit entsprechenden Eigenschaften aber auch Kunststoff oder Glas.

Der erfindungsgemäße Wegmeßsensor kann je nach Anwendungsfall mit einem Gehäuse versehen sein, das entweder nur die Meßspule mit dem Meßobjekt kapselt und in vorteilhafter Weise auch gegen Störeinflüsse abschirmt, oder zusätzlich auch noch die Auswerteschaltung einschließt und schützt.

Ebenfalls im Hinblick auf eine einfache Auswertung der Ausgangsspannung des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors sollte die Meßspule symmetrisch und gegenseitig mit Wechselspannung gespeist werden. Als Wechselspannung kann beispielsweise eine Sinusspannung oder auch eine Rechteckspannung angelegt werden.

Grundsätzlich kann die Ausgangsspannung auf drei verschiedenen Wegen ermittelt werden.

Eine erste Möglichkeit besteht darin, jeweils die Spannung zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen der Meßspule zu erfassen. Diese Spannungswerte müssen dann in der durch die Anordnung der entsprechenden Spulenabschnitte vorgegebenen Reihenfolge aufaddiert werden, und zwar zunächst zu allen möglichen sich bei dieser Reihenfolge ergebenden Zwischensummen. Die Ausgangsspannung ergibt sich dann als Summe dieser Zwischensummen. Bei dieser Vorgehensweise werden also lediglich die zwischen benachbarten Spannungsabgriffen abgreifbaren Spannungen erfaßt, d.h. gemessen. Mit Hilfe der Auswerteschaltung wird dann aus diesen Spannungswerten die Ausgangsspannung berechnet, und erst durch Auswertung der so berechneten Ausgangsspannung kann die Position des Meßobjekts bestimmt werden.

In einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors werden jeweils die Spannungen zwischen den einzelnen Spannungsabgriffen und einem Referenzpotential erfaßt, was den vorab erläuterten Zwischensummen entspricht. Mit Hilfe der Auswerteschaltung werden diese erfaßten, also gemessenen Spannungswerte dann zu der Ausgangsspannung aufaddiert. Das Aufaddieren kann in vorteilhafter Weise mit Hilfe eines summierenden Verstärkers erfolgen, der vorzugsweise einen invertierenden und einen nicht invertierenden Eingang aufweist.

Schließlich können die einzelnen Spannungsabgriffe des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors auch an einem gemeinsamen Meßwertabgriff zusammengeführt sein. An diesem gemeinsamen Meßwertabgriff ist dann die Ausgangsspannung abgreifbar. Hier wird die Ausgangsspannung also schaltungstechnisch realisiert und direkt gemessen. Die Auswerteschaltung dient hier tatsächlich nur zum Auswerten und nicht zum Ermitteln der Ausgangsspannung.

Werden die einzelnen Spannungsabgriffe nun an einem gemeinsamen Meßwertabgriff zusammengeführt, so ist es vorteilhaft, wenn zwischen die einzelnen Spannungsabgriffe und den gemeinsamen Meßwertabgriff jeweils mindestens ein Widerstand geschaltet ist. Es könnte sich dabei entweder um Widerstände mit im wesentlichen identischem Nennwert oder auch um Widerstände mit unterschiedlichen Nenn-

werten handeln. Zur Vereinfachung der Auswertung der Ausgangsspannung ist jedoch die Verwendung von Widerständen mit identischem Nennwert vorzuziehen. In diesem Zusammenhang ist es auch vorteilhaft, wenn die Widerstände einen Nennwert aufweisen, der um etwa zwei Ordnungen höher liegt als der Ausgangswiderstand der Meßspule.

Da die Impedanz der Meßspule in der Regel temperaturabhängig ist und damit auch die Teilimpedanzen temperaturabhängig sind, wirken sich Temperaturschwankungen in der Regel auch auf das Ausgangssignal bzw. die Ausgangsspannung des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors aus, was zu Meßfehlern führen kann. In einer besonders vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors sind daher Mittel zur Kompensation von Temperatureinflüssen vorgesehen.

Um nun den Temperatureinfluß auf die Ausgangsspannung des Wegmeßsensors zu ermitteln, ist es vorteilhaft, die Meßspule nicht nur mit einer Wechselspannung, sondern zusätzlich noch mit einer Gleichspannung zu speisen, d.h. der Wechselspannungskomponente der Ausgangsspannung eine Gleichspannungskomponente zu überlagern. Die Position des Meßobjekts wirkt sich lediglich auf die Wechselspannungskomponente, nicht aber auf die Gleichspannungskomponente aus. Dementsprechend kann durch Separierung der Gleichspannungskomponente der Ausgangsspannung der Temperatureinfluß auf die Wechselspannungskomponente der Ausgangsspannung ermittelt werden. Anschließend kann dann dieser Temperatureinfluß kompensiert werden.

Um auch die Temperaturcharakteristik der Meßspule insgesamt berücksichtigen zu können, ist es vorteilhaft, wenn die Auswerteschaltung auch Mittel zur Temperaturerfassung umfaßt. Dazu kann z.B. ein temperaturabhängiger Gleichstrom- oder Wechselstromwiderstand bestimmt werden. Bspw. mit Hilfe eines Mikroprozessors, in dem das Temperaturverhalten der Meßspule abgespeichert ist, kann dann die Temperaturcharakteristik der Meßspule berücksichtigt werden.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung von mehreren bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevor-

zugten Ausführungsbeispiele der Erfindung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

- Fig. 1 in schematischer Darstellung einen erfindungsgemäßen Wegmeßsensor,
- Fig. 2 ein erstes Schema zur Erläuterung der unterschiedlichen Abgriffs- und Auswertungsvarianten,
- Fig. 3 ein zweites Schema zur Erläuterung einer Meßwertauswertung durch das Aufsummieren von Strömen,
- Fig. 4 den in Figur 1 dargestellten Wegmeßsensor mit einem die Einzelspannungen summierenden Verstärker,
- Fig. 5 den in Figur 1 dargestellten Wegmeßsensor, bei dem die Ströme aufsummiert werden,
- Fig. 6 ein dem in Fig. 4 dargestellten Wegmeßsensor entsprechender Wegmeßsensor, der zusätzlich mit Mitteln zur Temperaturkompensation ausgestattet ist, und
- Fig. 7 eine weitere konstruktive Variante für einen erfindungsgemäßen Wegmeßsensor.

In Fig. 1 ist ein Wegmeßsensor 1 mit einer Meßspule 2 dargestellt, wobei die Meßspule 2 mit Wechselstrom beaufschlagbar ist. An der Meßspule 2 sind mindestens zwei Spannungsabgriffe 3 vorgesehen. Da je nach Anwendung des Wegmeßsensors 1 eine beliebige Anzahl von Spannungsabgriffen 3 vorgesehen sein kann, sind in Fig. 1 1, 2, 3, ... n Spannungsabgriffe 3 angedeutet. Die Spannungsabgriffe 3 werden einer Auswerteschaltung 4 zugeführt. Über die Auswerteschaltung 4 erfolgt in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel auch die Spannungsversorgung der Meßspule 2. Der dargestellte Wegmeßsensor 1 umfaßt ferner noch ein Meßobjekt 5. Erfindungsgemäß ist das Meßobjekt 5 im Inneren der Meßspule 2 angeordnet und innerhalb der Meßspule 2 verschiebbar. Die Meßspule 2 ist derart konzipiert, daß ihre Gesamtimpedanz

pedanz unabhängig von der Position des Meßobjekts 5 ist. Die Anwesenheit des Meßobjekts 5 in einem der durch die Spannungsabgriffe 3 definierten Abschnitte der Meßspule 2 beeinflusst aber die Teilimpedanzen des entsprechenden Spulenabschnitts und der sich in einer Richtung daran anschließenden Spulenabschnitte. Mit Hilfe der Auswerteschaltung 4 läßt sich daher die Position des Meßobjekts 5 bezüglich der Spannungsabgriffe 3 bestimmen. Einzelheiten der Meßwertauswertung werden in Verbindung mit Fig. 4 näher erläutert.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Meßspule 2 handelt es sich um eine Langspule, nämlich um eine Zylinderspule mit gleichmäßigen Wicklungen. Die Positionen der Spannungsabgriffe 3 sind hier so gewählt, daß bei Abwesenheit des Meßobjekts 5 zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen 3 immer im wesentlichen die gleiche Spannung abgreifbar ist. Dazu sind die Spannungsabgriffe 3 im wesentlichen äquidistant angeordnet.

Das Meßobjekt 5 ist hier so dimensioniert, daß es sich maximal über den Abstand zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen 3 erstreckt. Da es sich auf die Teilimpedanzen der jeweiligen Abschnitte der Meßspule 2 auswirken soll, ist das Meßobjekt 5 aus einem ferromagnetischen Werkstoff oder aus einem Werkstoff mit einem geringen spezifischen elektrischen Widerstand gebildet.

Die Meßspule 2 ist hier um ein Spulenrohr 6 gewickelt. Im Inneren des Spulenrohrs 6 befindet sich das Meßobjekt 5. Damit nun die Funktionsfähigkeit des Wegmeßsensors 1 nicht gestört wird, ist das Spulenrohr 6 aus einem nicht ferromagnetischen Werkstoff mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand gebildet. Dabei könnte es sich um einen rostfreien Stahl mit entsprechenden Eigenschaften handeln. Als Spulenrohr 6 könnte aber auch ein Kunststoff- oder Glasrohr dienen.

Schließlich umfaßt der in Fig. 1 dargestellte Wegmeßsensor 1 noch ein Gehäuse 7, das lediglich die Meßspule 2 mit dem Spulenrohr 6 und dem Meßobjekt 5 umfaßt. Aus dem Gehäuse 7 herausgeführt sind einerseits die Anschlüsse an die Versorgungs- und Auswerteschaltung 4 und andererseits die Spannungsabgriffe 3. In einer vorteilhaften Variante des dargestellten Wegmeßsensors 1 könnte das Gehäuse 7 auch die Auswerteschaltung 4 mit sämtlichen Zuleitungen einschließen.

Die Auswertung der von dem in Fig. 1 dargestellten Wegmeßsensor erfaßten Spannungswerte wird nachfolgend anhand von Fig. 2 näher erläutert.

Im linken Teil der Fig. 2 ist die Meßspule 2 schematisch als eine Reihenschaltung von Impedanzen Z_1 bis - hier beispielhaft - Z_5 dargestellt. Diese Impedanzen Z_1 bis Z_5 entsprechen den Teilimpedanzen der zwischen den Spannungsabgriffen 3 liegenden Abschnitte der Meßspule 2. Die Meßspule 2 wird von einer Wechselspannung U_{ω} gespeist.

Die Spannungen U_1 bis U_5 entsprechen den Spannungen, die jeweils zwischen benachbarten Spannungsabgriffen 3 erfaßbar sind, also den über den Impedanzen Z_1 bis Z_5 abfallenden Spannungen U_1 bis U_5 . Je nach der schaltungstechnischen Realisierung können auch die in aufsteigender Reihenfolge aufsummierten Spannungen U_1 bis U_5 , in Form der Zwischensummen U_a bis U_e abgegriffen werden, wobei

$$\begin{aligned} U_a &= U_1 \\ U_b &= U_1 + U_2 \\ U_c &= U_1 + U_2 + U_3 \\ U_d &= U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \quad \text{und} \\ U_e &= U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5. \end{aligned}$$

Diese Zwischensummen U_a bis U_e werden dann abermals aufaddiert zu der Ausgangsspannung, die nachfolgend als U_{out} bezeichnet wird.

$$U_{\text{out}} = U_a + U_b + U_c + U_d + U_e \quad (1)$$

oder

$$U_{\text{out}} = U_1 + 2U_2 + 3U_3 + 4U_4 + 5U_5 \quad (2)$$

Zur Bestimmung der Ausgangsspannung U_{out} stehen also zwei Vorgehensvarianten zur Verfügung:

Variante 1: Die abgegriffenen Spannungswerte U_a , U_b , U_c , U_d , U_e werden von einem Addierer zu einer Gesamtspannung - der Ausgangsspannung U_{out} - aufaddiert (Gleichung (1)).

Variante 2: Die zwischen den Spannungsabgriffen 3 erfaßten Einzelspannungen U_1, U_2, U_3, U_4, U_5 werden entsprechend der Gleichung (2) gewichtet mit einem Addierer zu der Ausgangsspannung U_{out} aufaddiert.

Bei beiden Varianten kann die Addition der Spannungen mit der in Fig. 1 dargestellten Auswerteschaltung 4 sowohl analog als auch digital ausgeführt werden.

Je nach dem, an welcher Position sich das Meßobjekt 5 befindet, werden jeweils nur bestimmte Impedanzen der Impedanzen Z_1 bis Z_5 beeinflusst. Befindet sich das Meßobjekt 5 bspw. im Bereich des ersten Abschnitts der Meßspule 2, so werden alle Impedanzen Z_1 bis Z_5 beeinflusst. Befindet sich das Meßobjekt 5 hingegen im Bereich des mittleren, dritten Abschnitts der Meßspule 2, so werden lediglich die Impedanzen Z_3 bis Z_5 beeinflusst. Wie aus Gleichung (2) folgt, hat Z_2 den doppelten Einfluß auf die Ausgangsspannung U_{out} wie Z_1 , Z_3 den dreifachen Einfluß usw.. Entsprechend wirkt sich die Position des Meßobjekts 5 nicht nur auf die betroffenen Impedanzen aus sondern auch auf die Zwischensummen U_a bis U_e und letztlich auf die Ausgangsspannung U_{out} . Daher läßt sich die Ausgangsspannung U_{out} eindeutig einer Position des Meßobjekts 5 bezüglich der Spannungsabgriffe 3 zuordnen.

Fig. 3 zeigt ein zweites Schema zur Erläuterung der Auswertevarianten. Hier wird die Meßspule 2 - ähnlich wie in Fig. 2 - schematisch als Reihenschaltung von Impedanzen Z_1 bis Z_5 dargestellt. Die Meßspule 2 wird von fünf Wechselstromquellen gespeist. Deshalb fließt über die Impedanz Z_1 ein Strom I , über die Impedanz Z_2 ein Strom $2I$, über die Impedanz Z_3 ein Strom $3I$, über die Impedanz Z_4 ein Strom $4I$ und über die Impedanz Z_5 ein Strom $5I$. Bei diesem Schema werden die Ströme I direkt in der Meßspule 2 addiert. Ausgangssignal ist:

$$U_{out} = I (Z_1 + 2Z_2 + 3Z_3 + 4Z_4 + 5Z_5) \quad (3)$$

Fig. 4 zeigt eine Variante der Meßwerterfassung im Rahmen eines Wegmeßsensors 1 mit einer mit Wechselspannung beaufschlagbaren Meßspule 2, wobei die Meßspule 2 mehrere Spannungsabgriffe 3 aufweist und im Inneren der Meßspule 2 das Meßobjekt 5 angeordnet ist. Die Addition der Spannungswerte erfolgt hier mit Hilfe eines Addierers. Die einzelnen Spannungsabgriffe 3 werden über Widerstände 9 (R_1 bis R_n) und einen Knotenpunkt 11 an den invertierenden Eingang eines Differentialverstärkers 12 geführt. Das Potential des invertierenden Eingangs des Differential-

verstärkers 12 ist "0", während der nicht invertierende Eingang auf Erde liegt. Dies bedeutet, daß die abgegriffenen Spannungswerte unabhängig voneinander addiert werden können. Parallel zum invertierenden Eingang und Ausgang des Differentialverstärkers 12 ist ein Widerstand R_0 geschaltet. Wenn alle Widerstände 9 (R_1 bis R_n) gleich sind ($R_1=R_2=\dots=R_n$), ergibt sich der Verstärkungsfaktor K des Differentialverstärkers 12 als:

$$K = \frac{R_0}{R}$$

Für die durch den Differentialverstärker 12 verstärkte Ausgangsspannung U_{out} gilt dann

$$U_{out} = - \frac{U_{\sim}}{Z} + K \sum_{i=1}^n i \cdot Z_i ,$$

wobei U_{\sim} die an der Meßspule 2 anliegende Wechselspannung und Z die Gesamtimpedanz der Meßspule 2 ist.

Die Widerstände 9 (R_1 bis R_n) können auch unterschiedliche Nennwerte aufweisen. Dadurch kann die Empfindlichkeit des Wegmeßsensors in bestimmten Bereichen, z.B. in den Randbereichen, erhöht werden.

Entsprechend dem in Fig. 3 dargestellten Auswerteschema werden die einzelnen Abschnitte der Meßspule 2 bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wegmeßsensors jeweils mit einem bestimmten Strom I gespeist. Die entsprechenden Stromquellen werden durch eine Spannungsquelle U und Widerstände R_1 bis R_n realisiert, wobei

$$R_1 = R_2 = \dots = R_n \gg Z_1 = Z_2 = \dots = Z_n.$$

Die Meßspule 2 wird an den invertierenden und an den nicht invertierenden Eingang des Differentialverstärkers 12 angeschlossen. Mit einem zwischengeschalteten Lastpotentiometer R_L kann der Nullpunkt am Ausgang des Differentialverstärkers 12 eingestellt werden, wenn sich das Meßobjekt 5 in der Mitte der Meßspule 2 befindet.

Wird das Meßobjekt 5 aus der Mittellage ausgelenkt, so ändert sich die Ausgangsspannung U_{out} proportional und die Phase ändert sich um 180° .

Fig. 6 zeigt einen Wegmeßsensor 1, der im wesentlichen wie der in Fig. 4 dargestellte Wegmeßsensor aufgebaut ist, wobei hier allerdings die Auswerteschaltung durch Mittel zur Temperaturkompensation ergänzt ist. Dazu ist die Meßspule 2 nicht nur an eine Wechselspannungsquelle 13 angeschlossen, sondern auch - über Widerstände $R_{1=}$ und $R_{2=}$ - an eine Gleichspannungsquelle 14. Dementsprechend wird dem Verstärker 12 ein Ausgangssignal bzw. eine Ausgangsspannung zugeführt, in der sich eine Wechselstromkomponente und eine Gleichstromkomponente überlagern. Die Gleichstromkomponente ist unabhängig von der Position des Meßobjekts 5, hängt aber - genauso wie die Wechselstromkomponente - von der Temperatur ab.

Das über den Verstärker 12 verstärkte Ausgangssignal wird nun auf zwei Kanäle 15 und 16 aufgespalten. Im Kanal 15 wird mit Hilfe eines Niederfrequenzfilters 17 und eines nachgeschalteten Gleichstromverstärkers 18 die Gleichstromkomponente des Ausgangssignals ermittelt. Im Kanal 16 wird mit Hilfe eines Demodulators 19 und eines nachgeschalteten Filters und ggf. Verstärkers 20 die Wechselstromkomponente des Ausgangssignals ermittelt. Da die Gleichstromkomponente lediglich der Temperaturbeeinflussung unterliegt und die Wechselstromkomponente sowohl von der Temperatur als auch von der Position des Meßobjekts 5 abhängig ist, kann nun mit Hilfe der Gleichstromkomponente die Temperaturbeeinflussung der Wechselstromkomponente kompensiert werden, wozu die beiden Kanäle 15 und 16 in dem Endverstärker 21 zusammengeführt und verrechnet werden. Am Ausgang des Endverstärkers 21 ist dann die von Temperatureinflüssen bereinigte Ausgangsspannung U_{out} abgreifbar. Wenn die Meßspule 2 mit zwei zueinander komplementären Spannungen gespeist wird (symmetrisch zu dem Referenzpotential) und sich das Meßobjekt 5 in der Mitte der Meßspule 2 befindet, wird das Ausgangssignal gleich "0", der Wegmeßsensor 1 funktioniert dann wie ein Differentialsensor (Null in der Mitte).

Mit Hilfe der hier dargestellten Schaltung kann außerdem noch auf dem Wege der Widerstandsbestimmung mit Hilfe des Bauteils 22 der Absolutwert der Temperatur ermittelt werden, was für bestimmte Anwendungen des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors 1 vorteilhaft sein kann.

Fig. 7 zeigt eine spezielle Bauform des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors 1 mit einer Toroidspule als Meßspule 2. Die Meßspule 2 ist hier auf ein ringförmiges Spulenrohr 6 gewickelt, welches zwei Öffnungen zur Druckbeaufschlagung (p_1 und p_2) aufweist. Als Meßobjekt dient hier eine Kugel 5, deren Position sich aufgrund der anliegenden Drücke p_1 und p_2 einstellt. Die Verschaltung der Spannungsabgriffe 3 kann hier entsprechend einer beliebigen der in den Fig. 1 bis 6 dargestellten Varianten erfolgen.

Hinsichtlich weiterer, in den Figuren nicht dargestellter vorteilhafter Varianten des erfindungsgemäßen Wegmeßsensors wird auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Berührungslos arbeitender Wegmeßsensor (1) mit einer mit Wechselstrom beaufschlagbaren Meßspule (2), wobei die Meßspule (2) mindestens zwei Spannungsabgriffe (3) aufweist, mit einem elektrisch und/oder magnetisch leitenden Meßobjekt (5) und mit einer Auswerteschaltung (4) zum Auswerten und ggf. Ermitteln einer der Position des Meßobjekts (5) in Bezug auf die Spannungsabgriffe (3) entsprechenden Ausgangsspannung,
dadurch gekennzeichnet, daß das Meßobjekt (5) im Inneren der Meßspule (2) angeordnet und verschiebbar ist, wobei die Gesamtimpedanz der Meßspule (2) unabhängig von der Position des Meßobjekts (5) ist.
2. Wegmeßsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionen der Spannungsabgriffe (3) so gewählt sind, daß bei Abwesenheit des Meßobjekts (5) zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen (3) immer im wesentlichen die gleiche Spannung abgreifbar ist.
3. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Meßobjekt (5) maximal über den Abstand zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen (3) erstreckt.
4. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßobjekt (5) aus einem ferromagnetischen Werkstoff gebildet ist.
5. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßobjekt (5) aus einem Werkstoff mit einem geringen spezifischen elektrischen Widerstand gebildet ist.
6. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Meßspule (2) um eine Langspule handelt.
7. Wegmeßsensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Meßspule (2) um eine Zylinderspule handelt.

8. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule einen eckigen Querschnitt aufweist.
9. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei der Meßspule (2) um eine Toroidspule (Ringspule) handelt.
10. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß im Innern der Meßspule (2) ein sich vorzugsweise über die gesamte Länge der Meßspule (2) erstreckendes Spulenrohr (6) angeordnet ist und daß das Meßobjekt (5) im Innern des Spulenrohres (6) angeordnet ist.
11. Wegmeßsensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulenrohr (6) aus einem nicht ferromagnetischen Werkstoff mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand gebildet ist.
12. Wegmeßsensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulenrohr aus rostfreiem Stahl gebildet ist.
13. Wegmeßsensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulenrohr aus einem Kunststoff gebildet ist.
14. Wegmeßsensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulenrohr aus Glas gebildet ist.
15. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Meßspule (6) und die Auswerteschaltung kapselndes und ggf. abschirmendes Gehäuse (7) vorgesehen ist.
16. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule (6) symmetrisch mit zwei zueinander komplementären Spannungen gespeist wird.
17. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule mit einer Rechteckspannung gespeist wird.

18. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei jeweils die Spannung zwischen zwei benachbarten Spannungsabgriffen (3) erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) Mittel zum Aufaddieren der erfaßten Spannungswerte vorzugsweise in der Reihenfolge ihrer Anordnung und Mittel zum Aufaddieren der sich dabei ergebenden Zwischensummen zu der Ausgangsspannung umfaßt.

19. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei jeweils die Spannung zwischen den einzelnen Spannungsabgriffen (3) und einem Referenzpotential (8) erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) Mittel (10) zum Aufaddieren der erfaßten Spannungswerte zu der Ausgangsspannung umfaßt.

20. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) als Mittel (10) zum Aufaddieren von Spannungswerten mindestens einen summierenden Verstärker umfaßt.

21. Wegmeßsensor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärker (10) einen invertierenden und einen nicht invertierenden Eingang aufweist.

22. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 17, wobei die einzelnen Spannungsabgriffe (3) an einem gemeinsamen Meßwertabgriff (11) zusammengeführt sind, an dem dann die Ausgangsspannung abgreifbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die einzelnen Spannungsabgriffe (3) und den Meßwertabgriff (11) jeweils mindestens ein Widerstand (9) geschaltet ist.

23. Wegmeßsensor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (9) einen im wesentlichen identischen Nennwert aufweisen.

24. Wegmeßsensor nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände unterschiedliche Nennwerte aufweisen.

25. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstände (9) einen Nennwert aufweisen, der um etwa zwei Ordnungen höher liegt als der Ausgangswiderstand der Meßspule.

26. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Kompensation von Temperatureinflüssen vorgesehen sind.
27. Wegmeßsensor nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule (2) zusätzlich mit Gleichspannung gespeist wird.
28. Wegmeßsensor nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule (2) über mindestens einen Widerstand (R1, R2) an eine Gleichspannungsquelle (14) angeschlossen ist.
29. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) Mittel (22) zur Temperaturerfassung und zum Berücksichtigen der Temperaturcharakteristik der Meßspule (2) bei der Auswertung der erfaßten Spannung umfaßt.
30. Wegmeßsensor nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerfassung durch Ermittlung eines Gleichstrom- oder Wechselstromwiderstandes erfolgt.
31. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) Mittel zum Separieren und getrennten Verarbeiten der Wechselspannungs- und der Gleichspannungskomponente der erfaßten Spannung und Mittel zum Eliminieren des Temperatureinflusses auf die Wechselstromkomponente umfaßt.
32. Wegmeßsensor nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) als Mittel zum Separieren und Verarbeiten der Wechselspannungs- und der Gleichspannungskomponente jeweils mindestens einen Filter (17, 20) umfaßt und daß zur Verarbeitung der Wechselstromkomponente zusätzlich ein Demodulator (19) vorgesehen ist.
33. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteschaltung (4) als Mittel zum Eliminieren des Temperatureinflusses auf die Wechselstromkomponente einen Differentialverstärker (21) umfaßt, wobei die demodulierte, gefilterte und ggf. verstärkte Wechselstromkomponente an einen Eingang des Differentialverstärkers (21) geführt ist und die gefilterte und ggf. ver-

stärkte Gleichstromkomponente an den anderen Eingang des Differentialverstärkers (21) geführt ist.

34. Wegmeßsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule in Form einer Reihenschaltung einzelner, mindestens eine Spulenwindung umfassender Abschnitte realisiert ist und daß die einzelnen Abschnitte der Meßspule jeweils von einer Wechselstromquelle gespeist werden.

1/7

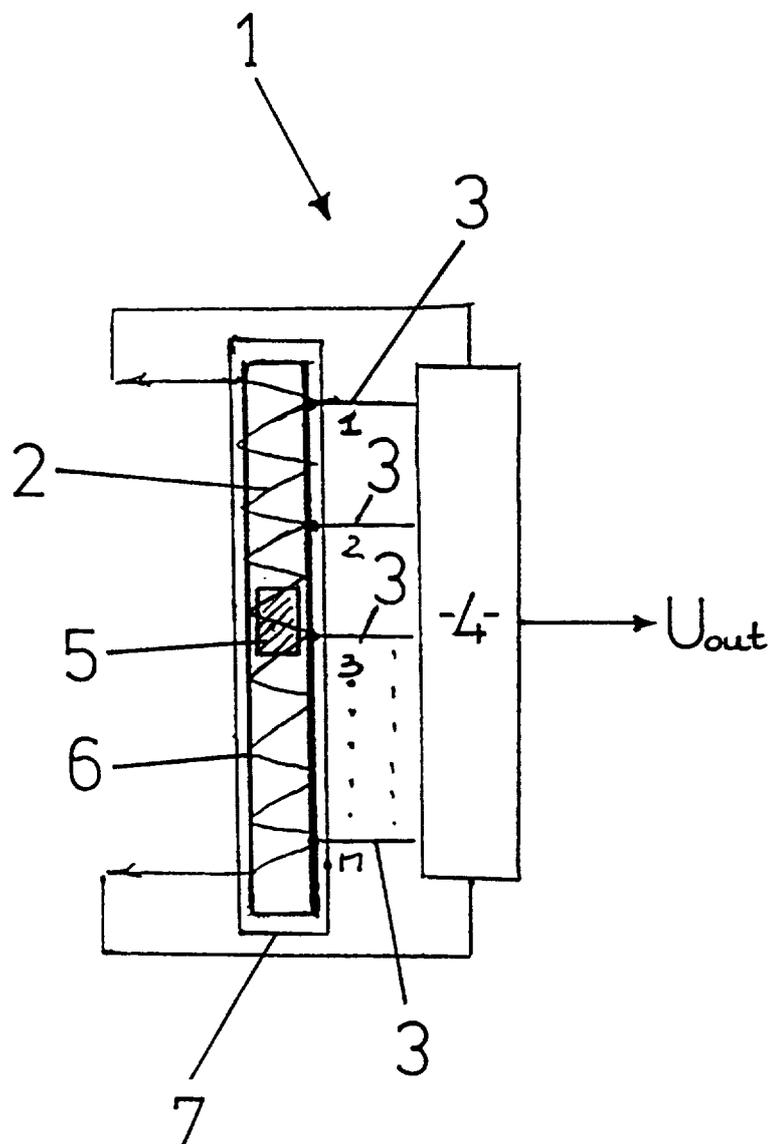


Fig. 1

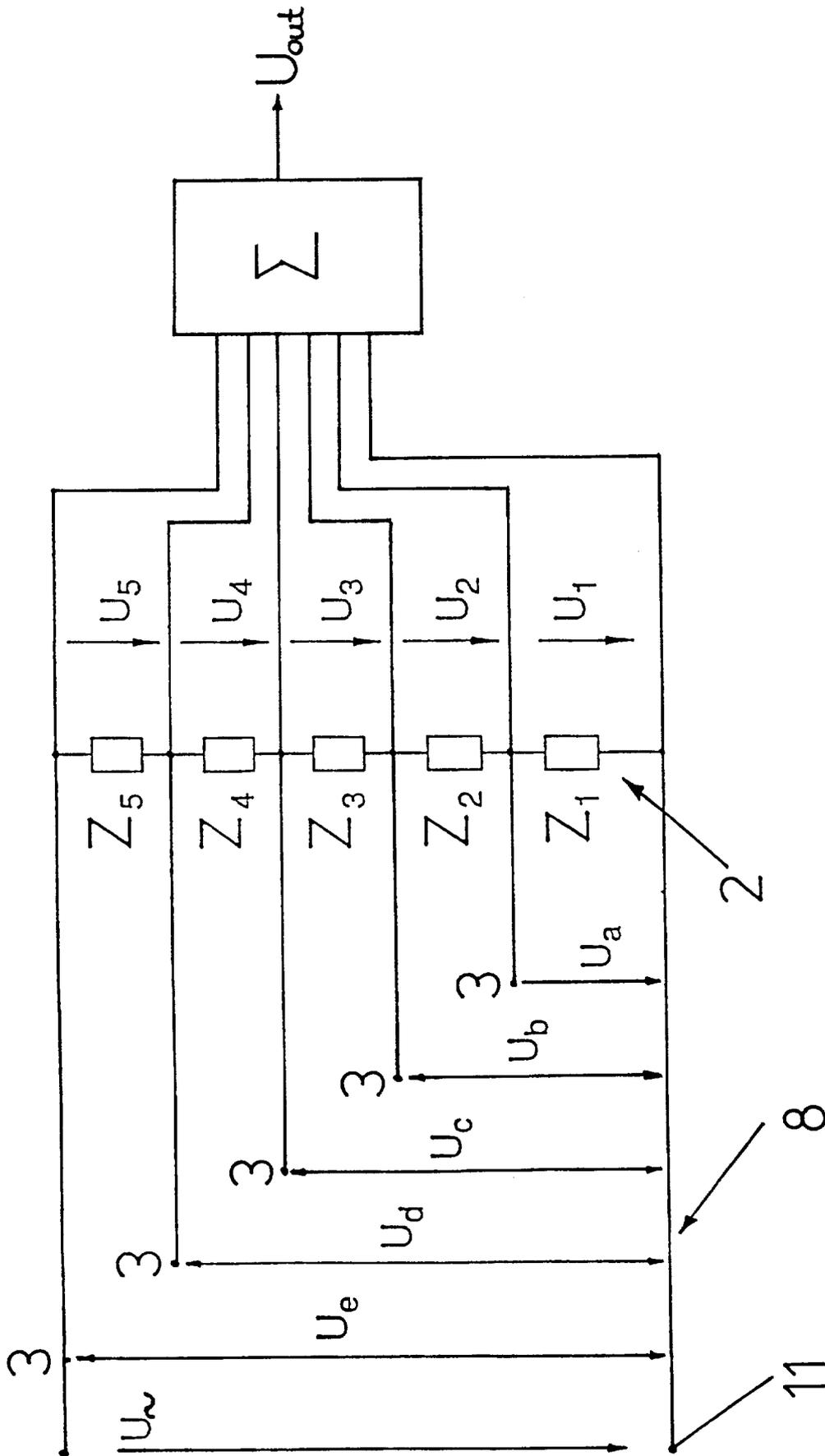


Fig. 2

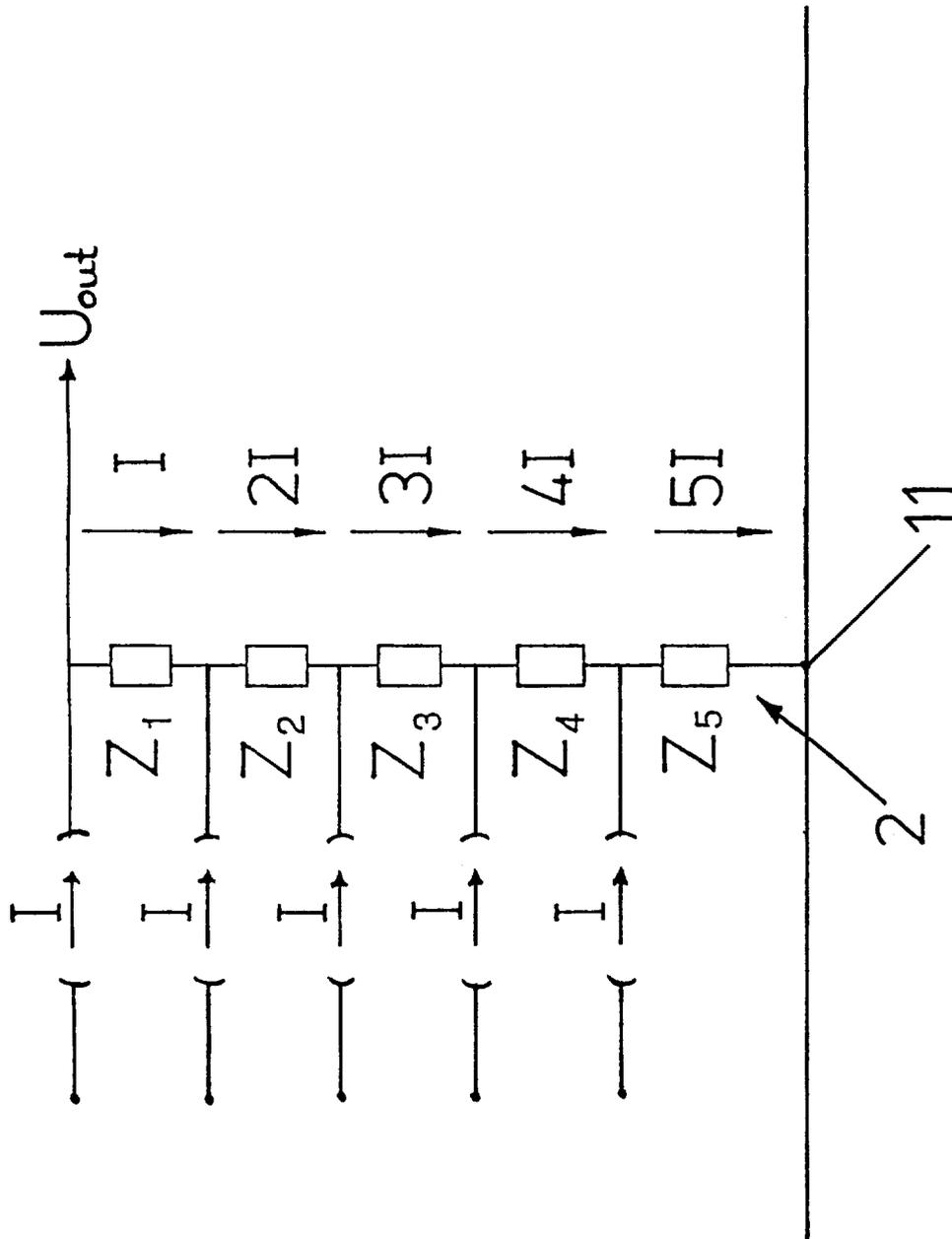


Fig. 3

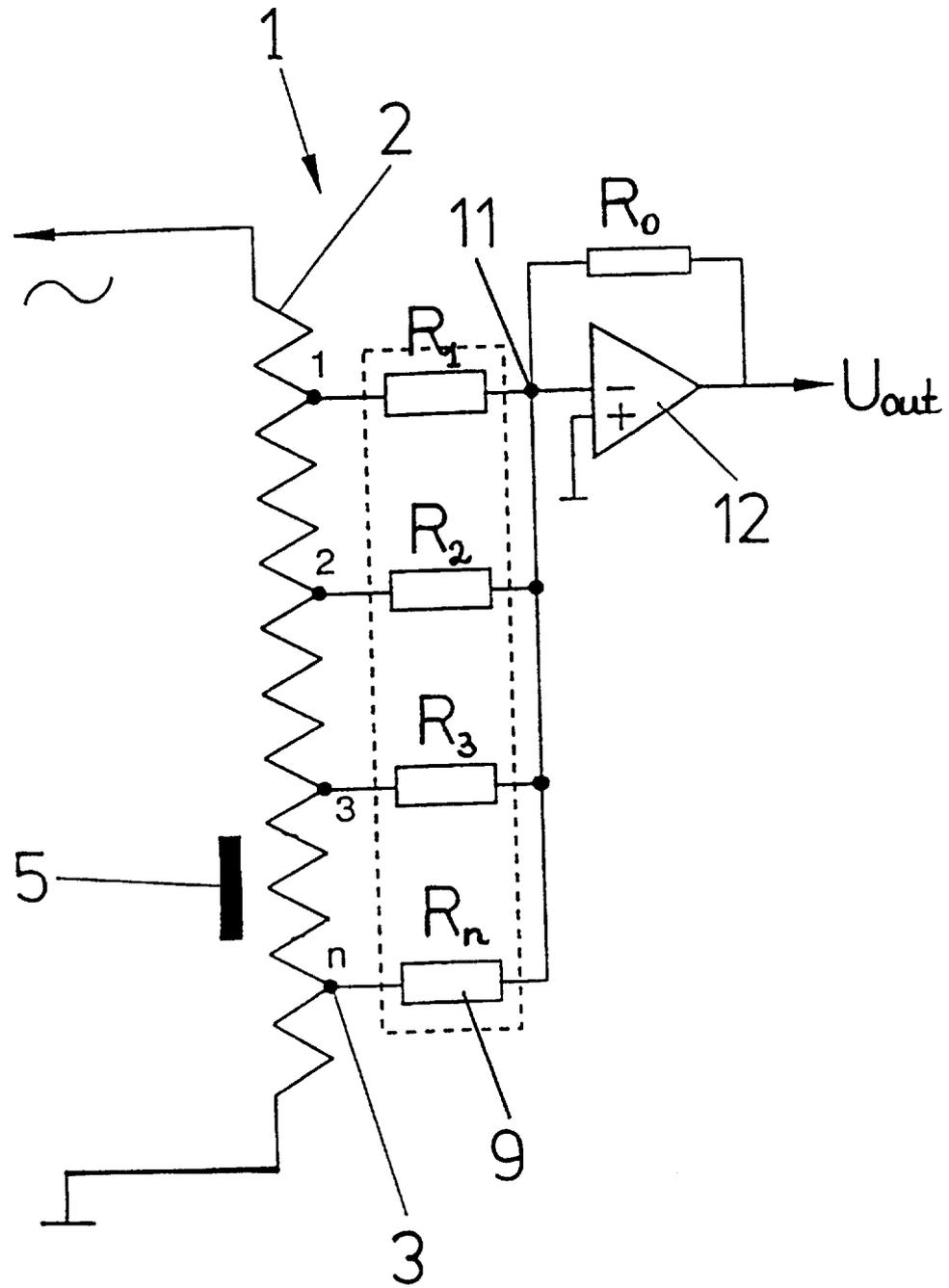


Fig. 4

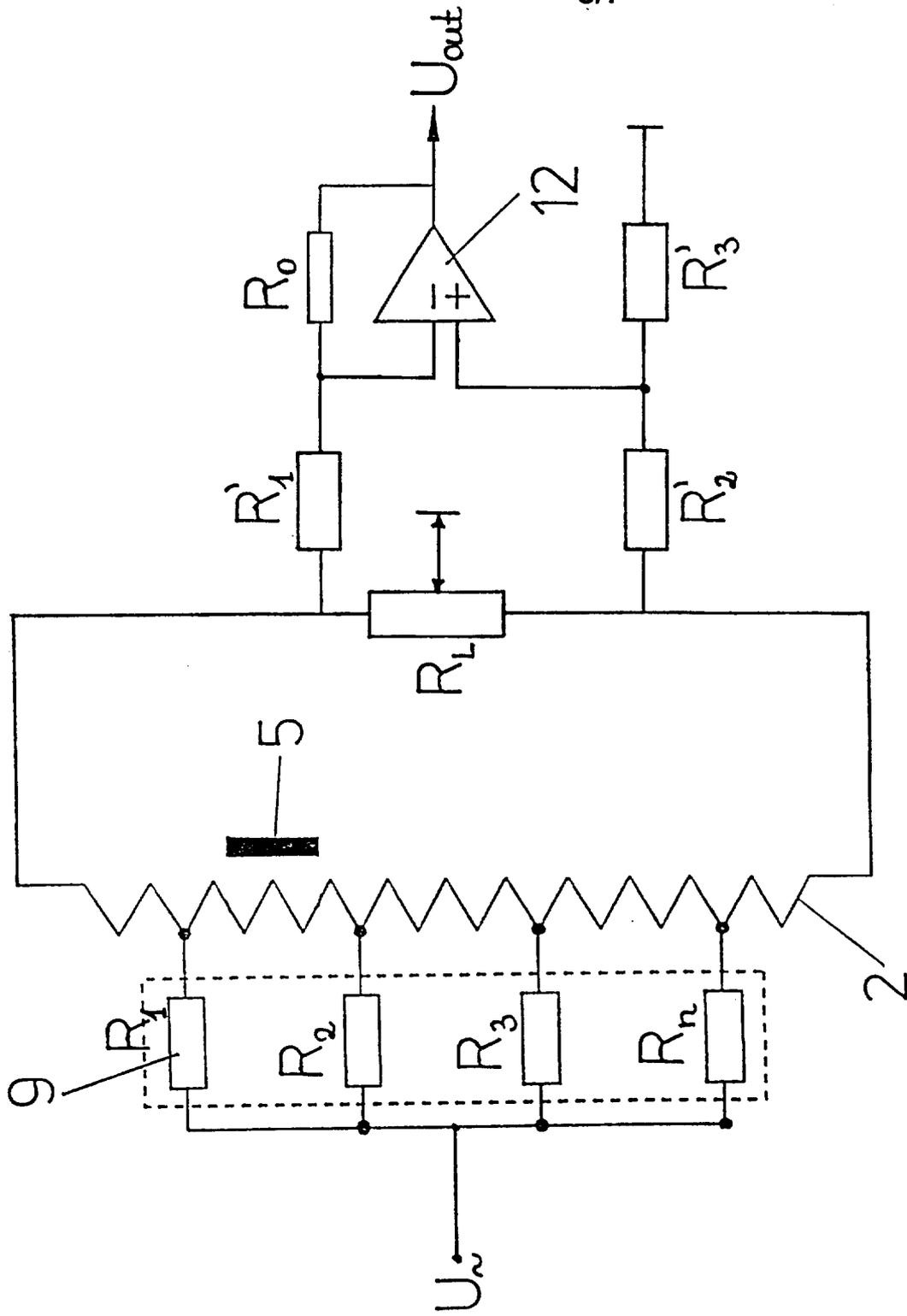


Fig. 5

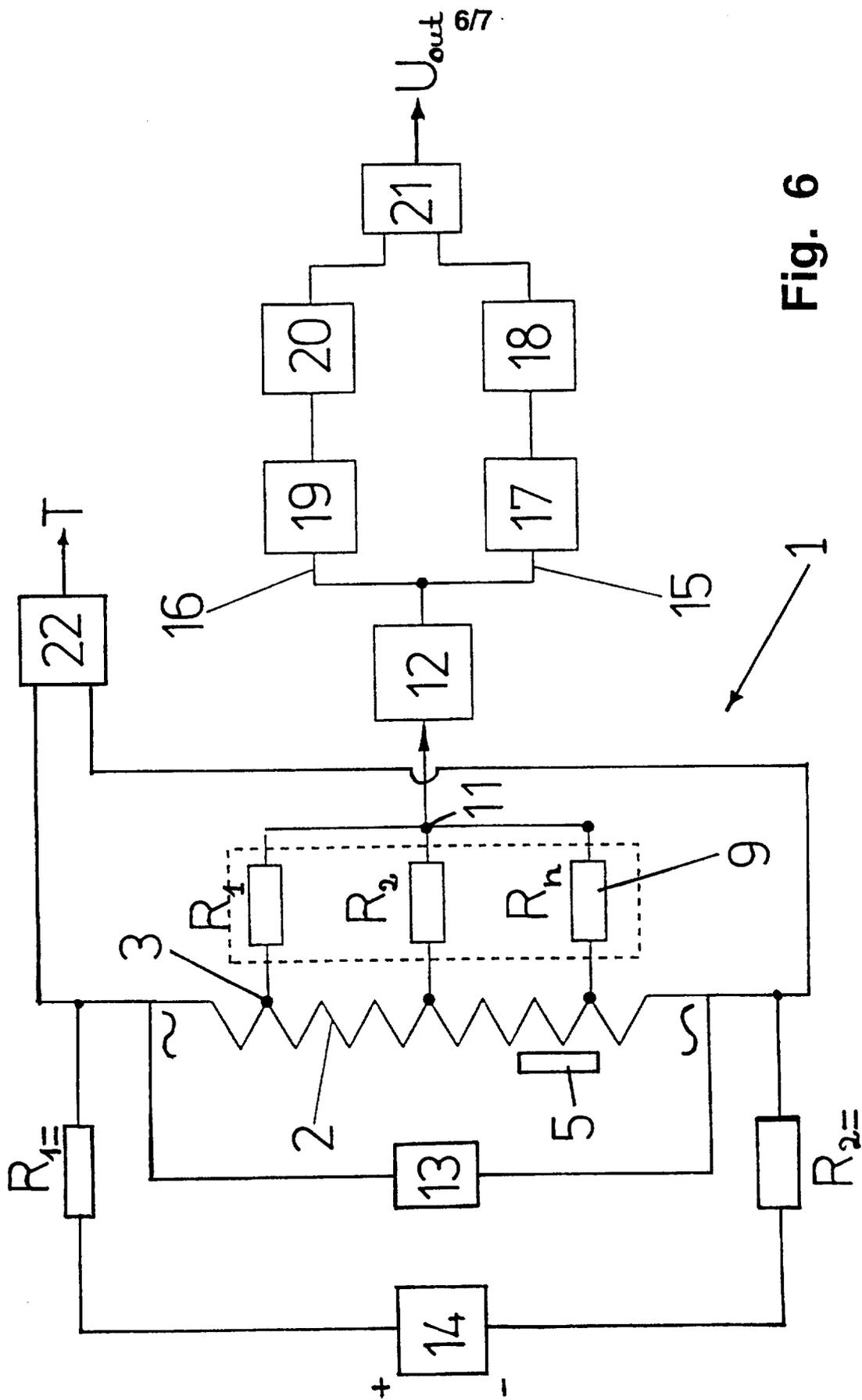


Fig. 6

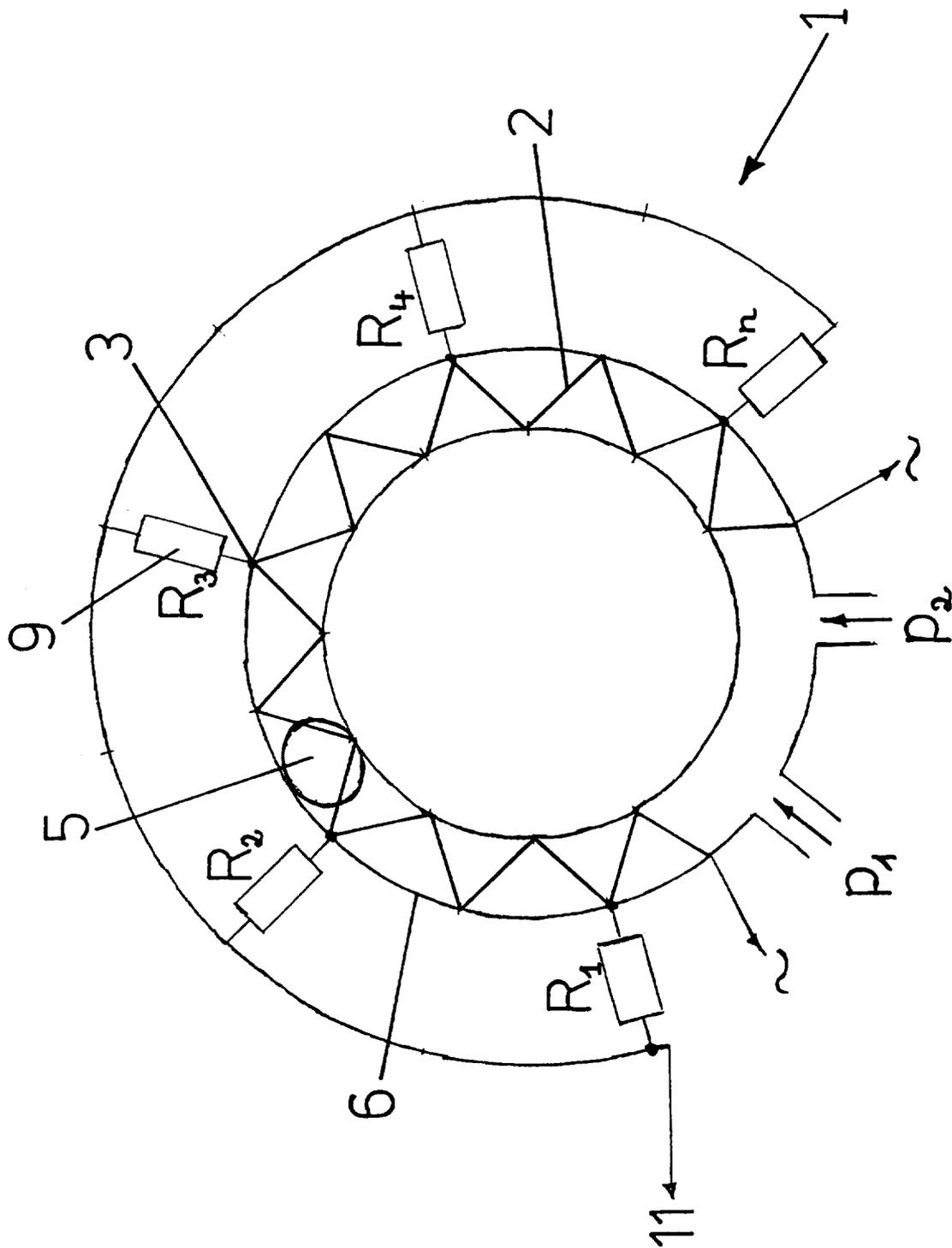


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. Application No

PCT/DE 97/01611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G01D5/20

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01D G01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 88 06716 A (RADIO-DETECTION LIMITED) 7 September 1988 see page 7, line 5 - page 10, line 9; figures 1-3 ---	1, 2, 9, 15
Y	WO 94 03778 A (MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GMBH & CO. KG) 17 February 1994 cited in the application see the whole document ---	1, 6, 7, 10, 11, 13, 18-25
Y	DE 34 24 461 A (KABUSHIKI KAISHA TOKYO KOKI SEIZOSHO) 24 January 1985 see page 4, line 28 - page 6, line 2 ---	1, 6, 7, 10, 11, 13, 18-25
A	DE 41 28 159 A (ROBERT BOSCH GMBH) 25 February 1993 see column 3, line 53 - line 58 ---	4, 5
-/--		

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 November 1997

Date of mailing of the international search report

25/11/1997

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lut, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/01611

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 22 61 379 A (FERNSTEUERGERÄTE KURT OELSCH KG) 25 July 1974 see figure 2 -----	17
A	EP 0 339 759 A (PENNY & GILES CONTROLS LIMITED) 2 November 1989 see column 4, line 44 - column 6, line 49 -----	26,29-33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/01611

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 8806716 A	07-09-88	DE 3880829 A	09-06-93
		DE 3880829 T	05-01-94
		EP 0349547 A	10-01-90
		GB 2223590 A, B	11-04-90
		JP 2502670 T	23-08-90
		US 4991301 A	12-02-91
WO 9403778 A	17-02-94	DE 4225968 A	10-02-94
		DE 59302289 D	23-05-96
		EP 0654140 A	24-05-95
		JP 8012082 B	07-02-96
		JP 7506190 T	06-07-95
		US 5629619 A	13-05-97
DE 3424461 A	24-01-85	US 4623840 A	18-11-86
DE 4128159 A	25-02-93	WO 9304341 A	04-03-93
		DE 59205249 D	14-03-96
		EP 0554417 A	11-08-93
DE 2261379 A	25-07-74	NONE	
EP 0339759 A	02-11-89	DE 68912183 D	24-02-94
		DE 68912183 T	28-04-94
		US 4954776 A	04-09-90

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/01611

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 G01D5/20				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK				
B. RECHERCHIERTE GEBIETE				
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G01D G01F				
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen				
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)				
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN				
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.		
X	WO 88 06716 A (RADIO-DETECTION LIMITED) 7. September 1988 siehe Seite 7, Zeile 5 - Seite 10, Zeile 9; Abbildungen 1-3 ---	1, 2, 9, 15		
Y	WO 94 03778 A (MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GMBH & CO. KG) 17. Februar 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	1, 6, 7, 10, 11, 13, 18-25		
Y	DE 34 24 461 A (KABUSHIKI KAISHA TOKYO KOKI SEIZOSHO) 24. Januar 1985 siehe Seite 4, Zeile 28 - Seite 6, Zeile 2 ---	1, 6, 7, 10, 11, 13, 18-25		
A	DE 41 28 159 A (ROBERT BOSCH GMBH) 25. Februar 1993 siehe Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 58 --- -/--	4, 5		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist </td> </tr> </table>			* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts		
12. November 1997		25/11/1997		
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lut, K		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/01611

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ²	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 22 61 379 A (FERNSTEUERGERÄTE KURT OELSCH KG) 25.Juli 1974 siehe Abbildung 2 -----	17
A	EP 0 339 759 A (PENNY & GILES CONTROLS LIMITED) 2.November 1989 siehe Spalte 4, Zeile 44 - Spalte 6, Zeile 49 -----	26,29-33

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/01611

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 8806716 A	07-09-88	DE 3880829 A	09-06-93
		DE 3880829 T	05-01-94
		EP 0349547 A	10-01-90
		GB 2223590 A,B	11-04-90
		JP 2502670 T	23-08-90
		US 4991301 A	12-02-91
WO 9403778 A	17-02-94	DE 4225968 A	10-02-94
		DE 59302289 D	23-05-96
		EP 0654140 A	24-05-95
		JP 8012082 B	07-02-96
		JP 7506190 T	06-07-95
		US 5629619 A	13-05-97
DE 3424461 A	24-01-85	US 4623840 A	18-11-86
DE 4128159 A	25-02-93	WO 9304341 A	04-03-93
		DE 59205249 D	14-03-96
		EP 0554417 A	11-08-93
DE 2261379 A	25-07-74	KEINE	
EP 0339759 A	02-11-89	DE 68912183 D	24-02-94
		DE 68912183 T	28-04-94
		US 4954776 A	04-09-90