



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 198 05 621 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
G 01 B 7/00
G 01 B 7/30
G 01 D 5/20
F 16 H 63/02
H 01 F 1/12

21 Aktenzeichen: 198 05 621.4
22 Anmeldetag: 12. 2. 98
43 Offenlegungstag: 19. 8. 99

DE 198 05 621 A 1

71 Anmelder:
Hydraulik Ring GmbH, 72622 Nürtingen, DE
74 Vertreter:
Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469 Stuttgart

72 Erfinder:
Tischer, Dieter, 73240 Wendlingen, DE; Trzmiel,
Alfred, 72661 Grafenberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Anordnung zur berührungslosen Positionsbestimmung eines Meßobjektes, vorzugsweise einer Schaltwelle eines Kraftfahrzeuggetriebes
- 57 Die Anordnung hat ein auf Magnetkräfte reagierendes Sensorelement, längs dem das Meßobjekt verschiebbar ist. Es ist mit einem Auslöseelement versehen. Um mit der Anordnung auf konstruktiv einfache Weise eine zumindest zweidimensionale Positionsbestimmung eines Meßobjektes zu ermöglichen, weist das Auslöseelement zwei ortsfest zueinander angeordnete Magnete auf, die Abstand voneinander haben und im Bereich neben dem Sensorelement angeordnet sind. Der eine Magnet ist zur Erzeugung eines einseitig verbreiterten virtuellen Luftspaltes gegenüber dem anderen Magneten um einen Winkel verdreht. Bei dieser Anordnung ist nur ein einziges Auslöseelement mit den beiden Magneten erforderlich, um eine translatorische und eine rotatorische Bewegung beim Meßobjekt zu erfassen. Die erfindungsgemäße Anordnung eignet sich zur Erfassung der Position des Meßobjektes in wenigstens zwei Dimensionen.

DE 198 05 621 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur berührungslosen Positionsbestimmung eines Meßobjektes, vorzugsweise einer Schaltwelle eines Kraftfahrzeuggetriebes, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei dieser bekannten Anordnung (DE 44 25 904 A1) ist ein magnetischer Wegsensor zur Erfassung der Lage eines Meßobjektes vorgesehen, welches berührungslos entlang eines stabförmigen, mit einer über die gesamte Länge des zu erfassenden Weges reichenden Meßwicklung versehenen Magnetkerns bewegbar ist. Das Meßobjekt sättigt den Magnetkern an einer dem Meßobjekt benachbarten Stelle und erzeugt so einen virtuellen Luftspalt. An den Enden des Magnetkerns sind zwei weitere in Reihe geschaltete Spulen angeordnet, welchen eine Auswerteschaltung zur Erfassung der induzierten Differenzspannung nachgeschaltet ist, woraus die Position des Meßobjektes ableitbar ist. Eine Konstantstromquelle dient der Erregung der Meßwicklung mit einem Wechselstrom konstanter Amplitude. Der Wegsensor eignet sich jedoch lediglich zur Erfassung eindimensionaler Bewegungen. Um eine mehrdimensionale, beispielsweise eine zweidimensionale Positionsbestimmung durchführen zu können, ist ein zweiter derartiger Sensor erforderlich, wobei mindestens einer der beiden Sensoren direkt oder über einen geeigneten Mechanismus an das Meßobjekt gekoppelt ist. Bei einer direkten Kopplung eines Sensors an das Meßobjekt sind zudem zur Übertragung der Sensorsignale zusätzliche Meßleitungen erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Anordnung so auszubilden, daß mit ihr auf konstruktiv einfache Weise eine zumindest zweidimensionale Positionsbestimmung eines Meßobjektes möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Anordnung erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist lediglich ein einziges Auslöseelement mit den beiden Magneten erforderlich, um die Position des Meßobjektes in wenigstens zwei Dimensionen zu erfassen. So kann beim Meßobjekt eine translatorische und eine rotatorische Bewegung mit dem Auslöseelement erfaßt werden. Durch die voneinander abweichenden Magnetisierungsrichtungen der beiden Magneten entsteht ein Magnetfeld, dessen wirksamer Bereich sich bei Drehung des Auslöseelementes innerhalb eines begrenzten Winkelbereiches verbreitert. Die Ausdehnung des virtuellen Luftspaltes verändert sich dabei lediglich in einer Richtung. Um zu gewährleisten, daß die von den beiden Magneten ausgehenden, einander überlagernden Magnetfelder in der Umgebung des Sensorelementes größenordnungsmäßig ungefähr gleich große Beträge annehmen, müssen die Magneten bezüglich der Magnetvolumina und der Größenverhältnisse aufeinander abgestimmt sein. Die Winkeldifferenz zwischen den Magnetisierungsrichtungen beider Magneten sollte so groß sein, daß allzu starke Wechselwirkungen zwischen den Magneten ausgeschlossen werden können und daß die Verbreiterung des virtuellen Luftspaltes demzufolge lediglich in einer Richtung erfolgt.

Die Wegerfassung erfolgt bei der erfindungsgemäßen Anordnung vorteilhaft durch Auswertung einer an einer ersten Sekundärwicklung des Sensorelementes induzierten Spannung, während die Winkelinformation aus einer induzierten Differenzspannung zwischen der ersten und einer zweiten Sekundärwicklung ableitbar ist. In vorteilhafter Ausgestaltung ist daher der ersten Sekundärwicklung zur Erfassung einer ersten Meßgröße ein erster Gleichrichter und einer Reihenschaltung beider Sekundärwicklungen zur Erfassung einer zweiten Meßgröße ein zweiter Gleichrichter nachge-

schaltet. Vorzugsweise handelt es sich bei den beiden Gleichrichtern um Spitzenwertgleichrichter, um eine möglichst hohe Güte der Meßsignale zu realisieren. Eine aufwendige Auswerteelektronik zur Aufbereitung und Auswertung der Meßergebnisse ist dadurch nicht notwendig.

Die Erregung einer Primärwicklung des Sensorelementes erfolgt in einer vorteilhaften Ausgestaltung mittels eines dreieckförmigen Wechselstroms. Dies bietet den Vorteil, daß insbesondere bei Anwendungen im Kraftfahrzeugbereich niedrigere Effektivstromwerte möglich sind, um eine ausreichende Erregung der Primärwicklung zu gewährleisten.

Vorteilhaft ist das Sensorelement mit einer Meßspule versehen, die sich parallel zur Verschieberichtung des Meßobjektes erstreckt. Die Meßspule weist vorteilhaft einen Kern aus weichmagnetischem Material auf.

Der Kern besteht vorzugsweise einerseits aus einem längsgestreckten Streifen aus weichmagnetischem, kristallinem Material und andererseits aus mindestens einem Streifen aus amorphem oder nanokristallinem Material. Der Streifen aus weichmagnetischem Material und die amorphen und nanokristallinen Streifen können auf einfache Weise durch die umgebende Primärwicklung miteinander verbunden sein. Alternativ zu den genannten Kernmaterialien ist die Verwendung von Kernen aus kunststoffgebundenem Material möglich. Alle genannten Möglichkeiten dienen der Verbesserung der Störempfindlichkeit infolge von einwirkenden Gleichfeldern. Dadurch führen selbst relativ große Gleichfelder nicht zur Sättigung des Kernes und der damit verbundenen Verschiebung des virtuellen Luftspaltes.

Um sowohl bei der translatorischen Bewegung als auch bei der rotatorischen Bewegung des Meßobjektes ausreichende Spannungshübe an den beiden Sekundärwicklungen zu ermöglichen, sollte die Frequenz des der Primärwicklung ein geprägten Wechselstroms zwischen 3 kHz und 5 kHz betragen und der Effektivwert des Wechselstroms zwischen 5 mA und 20 mA.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt **Fig. 1** ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Anordnung,

Fig. 2 ein Sensor- und Auslöseelement einer erfindungsgemäßen Anordnung in Seitenansicht,

Fig. 3 das Sensor- und das Auslöseelement gemäß **Fig. 2** in Draufsicht mit im Schnitt dargestelltem Sensorelement,

Fig. 4 und **Fig. 5** die Abhängigkeit der Meßsignale des Sensorelementes von der Position des Auslöseelementes,

Fig. 6 in schematischer Darstellung und in Seitenansicht die erfindungsgemäße Anordnung in Verbindung mit einer Schaltwelle eines Kraftfahrzeugschaltgetriebes,

Fig. 7 die Anordnung gemäß **Fig. 6** in Vorderansicht.

Das Prinzipschaltbild gemäß **Fig. 1** zeigt eine Spule **1** als Sensorelement und ein Auslöseelement **6**, welches in einem axial in der Spule **1** angeordneten, aus weichmagnetischem Material bestehenden Kern **3** einen virtuellen Luftspalt erzeugt. Das Auslöseelement **6** kann parallel zur Achse **14** der Spule **1** in Richtung x verschoben und um die Verschiebeachse gedreht werden. Die Spule **1** weist ferner eine Primärwicklung **2**, welche durch einen von einer Stromquelle **7** erzeugten Wechselstrom i_p erregt wird, und zwei Sekundärwicklungen **4** und **5** mit entgegengesetztem Wicklungssinn auf. Die in den Sekundärwicklungen **4** und **5** induzierten Spannungen u_1 und u_2 sind von der Lage und von der Ausdehnung des durch das Auslöseelement **6** erzeugten virtuellen Luftspaltes abhängig. Eine erste induzierte Spannung u_1

wird einem ersten Gleichrichter **8** zugeführt, welcher ausgangsseitig eine Gleichspannung U_x liefert, deren Betrag proportional zur Wegposition des Auslöseelementes **6** ist (**Fig. 4**). Einem zweiten Gleichrichter **9** wird die Differenz der an den Sekundärwicklungen **4** und **5** induzierten Spannung u_1 und u_2 zugeführt. Die Differenzbildung erfolgt durch Reihenschaltung der beiden Sekundärwicklungen **4** und **5** bei entgegengesetztem Wicklungssinn. Die gleichgerichtete Differenzspannung U_ϕ verhält sich in guter Näherung proportional zur Winkelposition ϕ des Auslöseelementes **6** (**Fig. 5**). Sowohl die Translations- als auch die Rotationsachse des Auslöseelementes **6** sind im hier betrachteten Anwendungsbeispiel parallel zur Achse **14** der Spule **1**.

Anhand von **Fig. 2** ist ersichtlich, daß ein erster Ringmagnet **10** des Auslöseelementes **6** einen Abstand d_1 zur Spulenachse **14** aufweist.

Die Spule **1** ist vorzugsweise über ihre gesamte Länge von der Primärwicklung **2** umgeben, während die Sekundärwicklungen **4** und **5** vorteilhaft nur an den Enden der Spule **1** angeordnet sind und dort die Primärwicklung **2** umgeben (s. auch **Fig. 3**). Die Sekundärwicklungen **4, 5** haben einen Abstand voneinander, der mindestens dem maximalen translatorischen Verschiebeweg des Auslöseelementes **6** entspricht.

In **Fig. 3** ist das zwei Ringmagneten **10** und **11** aufweisende Auslöseelement **6** in der Draufsicht dargestellt und die Spule **1** in geschnittener Darstellung. Die Verwendung von Stabmagneten anstelle von Ringmagneten ist prinzipiell auch möglich, allerdings nur zur Bestimmung verhältnismäßig kleiner Drehwinkel ϕ . Die Ringmagneten **10** und **11** sind in axialer Richtung magnetisiert. Die beiden Ringmagnete **10, 11** sind im Bereich neben der Spule **1** angeordnet. Ein erster Ringmagnet **10** ist in einer Ebene senkrecht zur Achse **14** der Spule **1** angeordnet, so daß die Achse **12** des Ringmagneten **10** parallel zur Spulenachse **14** liegt. Wie sich aus **Fig. 3** ergibt, ist der Ringmagnet **10** in bezug auf die Spule **1** so angeordnet, daß eine zur Ringmagnetachse **12** senkrechte Mittelachse **13** des Ringmagneten **10** die Spulenachse **14** schneidet. Der zweite Ringmagnet **11** ist gegenüber dem ersten Ringmagneten **10** um eine zur Mittelachse **13** parallele Achse **15** um einen Winkel α verdreht. Die Achse **15** schneidet ebenfalls die Spulenachse **14**. Die beiden Ringmagnete **10, 11** haben einen Abstand d_2 voneinander.

Fig. 4 zeigt die Abhängigkeit der Spannung U_x von der Wegposition x eines Meßobjektes, an dem das Auslöseelement **6** vorgesehen ist, für drei unterschiedliche Winkelpositionen ($\phi = 0^\circ$, $\phi = +11^\circ$, $\phi = -11^\circ$). Über den gesamten Meßbereich der Wegposition x ergibt sich ein Spannungsgefälle von 200 mV. Die Spannung U_x nimmt in guter Näherung linear mit wachsender Linearverschiebung x ab und ist dabei weitgehend unbeeinflusst von der Winkelposition ϕ .

Variationen der Winkelposition ϕ des Meßobjektes im Bereich von -20° bis $+20^\circ$ erzeugen gemäß **Fig. 5** bei der Spannung U_ϕ Spannungsveränderungen von mindestens 20 mV. Die Abhängigkeit der Spannung U_ϕ von der Winkelposition ϕ des Meßobjektes ist für drei unterschiedliche Wegpositionen dargestellt ($x = 15$ mm, $x = 30$ mm, $x = 45$ mm). Für eine feste Wegposition x besteht in guter Näherung eine lineare Abhängigkeit zwischen der Differenzspannung U_ϕ und der Winkelposition ϕ . Der Einfluß der Wegposition x auf die Spannung U_ϕ kann beispielsweise durch Bildung eines Summensignals oder durch eine einfache unterlagerte Regelung eliminiert werden.

Die **Fig. 6** und **7** zeigen in schematischer Darstellung ein Anwendungsbeispiel der beschriebenen Anordnung. Vorteilhaft kann diese Anordnung bei Stelleinrichtungen zur Automatisierung von Handschaltgetrieben von Kraftfahrzeugen eingesetzt werden. Solche Stelleinrichtungen sind

beispielsweise in der DE 196 10 491 beschrieben. Um bei einem Schaltgetriebe die Gassen anzuwählen und die Gänge einzulegen, wird eine Schaltwelle axial verschoben sowie um ihre Achse gedreht. **Fig. 6** zeigt das Handschaltgetriebe **16**, dessen Schaltwelle **17** mit einem Gangsteller **18** gekuppelt ist. Innerhalb des Gangstellers **18** ist die Schaltwelle **17** mit einer aus dem Gangsteller **18** ragenden Verlängerung **19** gekuppelt. Es ist selbstverständlich auch möglich, die Schaltwelle **17** durchgehend auszubilden. Die Schaltwelle **19** bildet das Meßobjekt, auf dem das Auslöseelement **6** angeordnet ist. Es weist die beiden Ringmagnete **10** und **11** auf, die in der beschriebenen Weise ortsfest auf der Schaltwelle **17** bzw. deren Verlängerung **19** angeordnet sind. Dem Auslöseelement **6** liegt das Sensorelement **1** in Form der Spule gegenüber. Die Schaltwelle **17/19** kann in x-Richtung axial verschoben und um ihre Achse **20** um den Winkel ϕ gedreht werden. In **Fig. 7** sind beispielhaft die Verdrehwinkel ϕ von $+11^\circ$ und -11° angegeben. Durch Verschieben der Schaltwelle **17/19** in x-Richtung wird, wie sich aus **Fig. 4** ergibt, über die Spannung U_x die Wegposition x ermittelt. Wird die Schaltwelle **17/19** um ihre Achse **20** gedreht, kann aus der Differenzspannung U_ϕ bei der jeweiligen Wegposition x der Drehwinkel einfach festgestellt werden, wie anhand von **Fig. 5** erläutert worden ist. Die beschriebene Verschiebe- und Verdrehbewegung der Schaltwelle **17/19** wird dann, wie in der DE 196 10 491 im einzelnen beschrieben ist, so umgesetzt, daß die gewünschten Gänge eingelegt bzw. die gewünschten Gassen des Getriebes angewählt werden.

Die Magnete **10, 11** müssen nicht ringförmig ausgebildet sein. Da der Verdrehwinkel ϕ der Schaltwelle **17/19** nur über einen bestimmten Winkelbereich erfolgt, reicht es aus, diese Magnete **10, 11** teiltringförmig auszubilden.

Patentansprüche

1. Anordnung zur berührungslosen Positionsbestimmung eines Meßobjektes, vorzugsweise einer Schaltwelle eines Kraftfahrzeuggetriebes, mit einem auf Magnetkräfte reagierenden Sensorelement, längs dem das Meßobjekt verschiebbar ist, das mit wenigstens einem Auslöseelement versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Auslöseelement (**6**) zwei ortsfest zueinander angeordnete Magnete (**10, 11**) aufweist, die Abstand voneinander haben und im Bereich neben dem Sensorelement (**1**) angeordnet sind, und daß der eine Magnet (**11**) zur Erzeugung eines einseitig verbreiterten virtuellen Luftspaltes gegenüber dem anderen Magneten (**10**) um einen Winkel (α) verdreht ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Magnete (**10, 11**) wenigstens teiltringförmig ausgebildet, vorzugsweise Ringmagnete sind.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß beide Magnete (**10, 11**) gleich ausgebildet sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Sensorelement (**1**) eine Meßspule aufweist, die sich parallel zur Verschieberichtung (x) des Meßobjektes (**17, 19**) erstreckt.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Primärwicklung (**2**) der Meßspule an eine Stromquelle (**7**), vorzugsweise eine Wechselstromquelle, angeschlossen ist.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Primärwicklung (**2**) zwei Sekundärwicklungen (**4, 5**) angeordnet sind, deren Abstand voneinander dem maximalen Verschiebeweg des Meßkör-

- pers (17, 19) angepaßt ist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sekundärwicklungen (4, 5) entgegengesetzten Wicklungssinn aufweisen.
8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Sekundärwicklungen (4, 5) in Reihe geschaltet sind.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspule einen Kern (3) aus weichmagnetischem Material aufweist.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Auslöseelement (6) zur Sättigung des Kerns (3) an einer dem Meßobjekt (17, 19) benachbarten Stelle vorgesehen ist.
11. Anordnung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß beide Magnete (10, 11) einen Abstand (d_1) zur Achse (14) der Meßspule haben.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Magnet (10) so angeordnet ist, daß seine Achse (12) parallel zur Achse (14) des Sensorelementes (1) liegt.
13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine senkrecht zur Achse (12) liegende Mittelachse (13) des einen Magneten (10) die Achse (14) des Sensorelementes (1) schneidet.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Magnet (11) gegenüber dem ersten Magneten (10) um eine zur Mittelachse (13) des ersten Magneten (10) parallele Achse (15) um den Winkel (α) verdreht ist.
15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Achse (15) des zweiten Magneten (11) die Achse (14) des Sensorelementes (1) schneidet.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Achse (14) des Sensorelementes (1) parallel zu einer rotatorischen Bewegungsachse (20) des Meßobjektes (17, 19) erstreckt.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Achse (14) des Sensorelementes (1) senkrecht zu einer rotatorischen Bewegungsachse (20) des Meßobjektes (17, 19) erstreckt.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der einen Sekundärwicklung (4) zur Erfassung einer induzierten Spannung (U_x) als einer ersten Meßgröße ein erster Gleichrichter (8) nachgeschaltet ist.
19. Anordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Reihenschaltung beider Sekundärwicklungen (4, 5) zur Erfassung einer induzierten Differenzspannung (U_ϕ) als einer zweiten Meßgröße ein zweiter Gleichrichter (9) nachgeschaltet ist.
20. Anordnung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Gleichrichter (8, 9) Mittel zur Spitzenwertgleichrichtung aufweisen.
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die an die Primärwicklung (2) angeschlossene Stromquelle (7) Mittel zur Erzeugung eines dreieckförmigen Wechselstroms (i_p) aufweist.
22. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (3) einerseits aus einem längsgestreckten Streifen aus weichmagnetischem, kristallinem Material und andererseits aus mindestens einem Streifen aus amorphem Material besteht.
23. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 21,

dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (3) einerseits aus einem längsgestreckten Streifen aus weichmagnetischem, kristallinem Material und andererseits aus mindestens einem Streifen aus nanokristallinem Material besteht.

24. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (3) aus kunststoffgebundenem Material besteht.

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des der Primärwicklung (2) eingepprägten Wechselstroms (i_p) zwischen 3 kHz und 5 kHz beträgt.

26. Anordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Effektivwert des der Primärwicklung (2) eingepprägten Wechselstroms (i_p) zwischen 5 mA und 20 mA beträgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

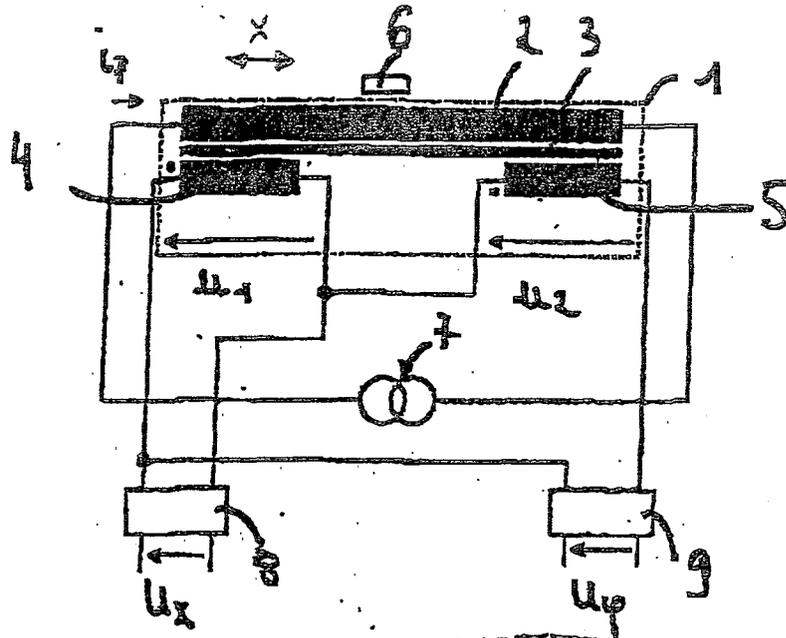


Fig. 2

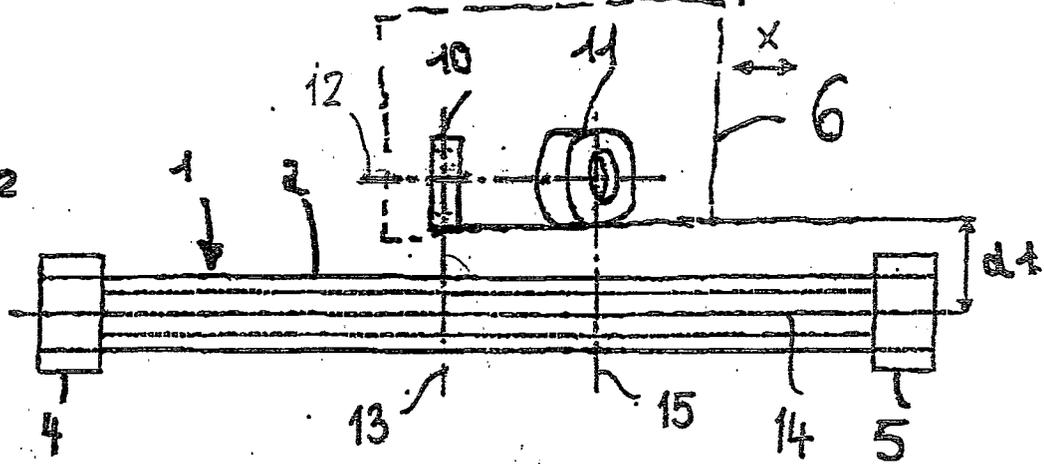


Fig. 3

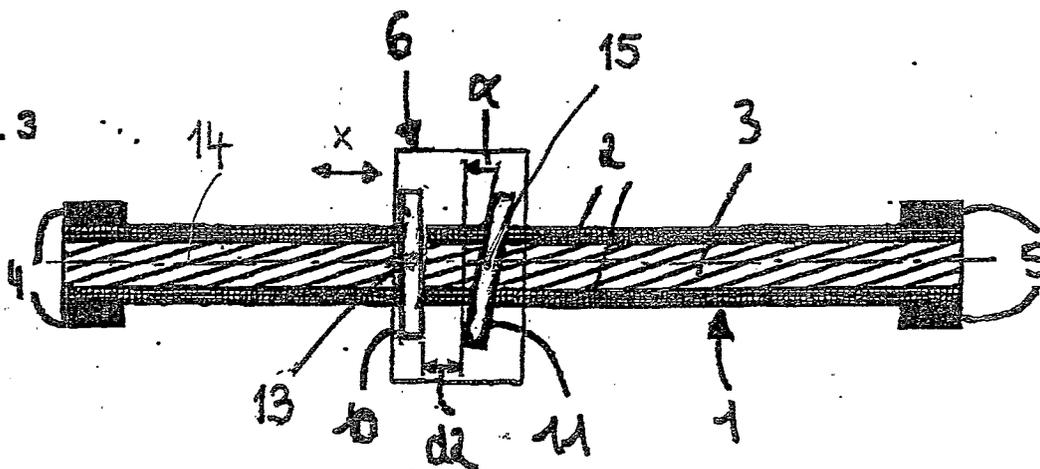


Fig. 4

U_x
/
[mV]

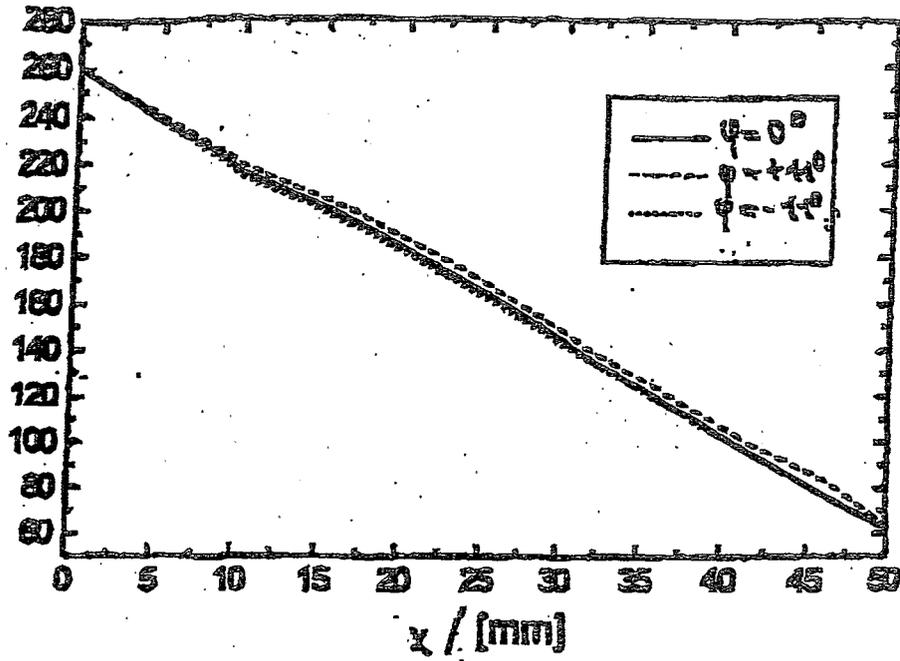
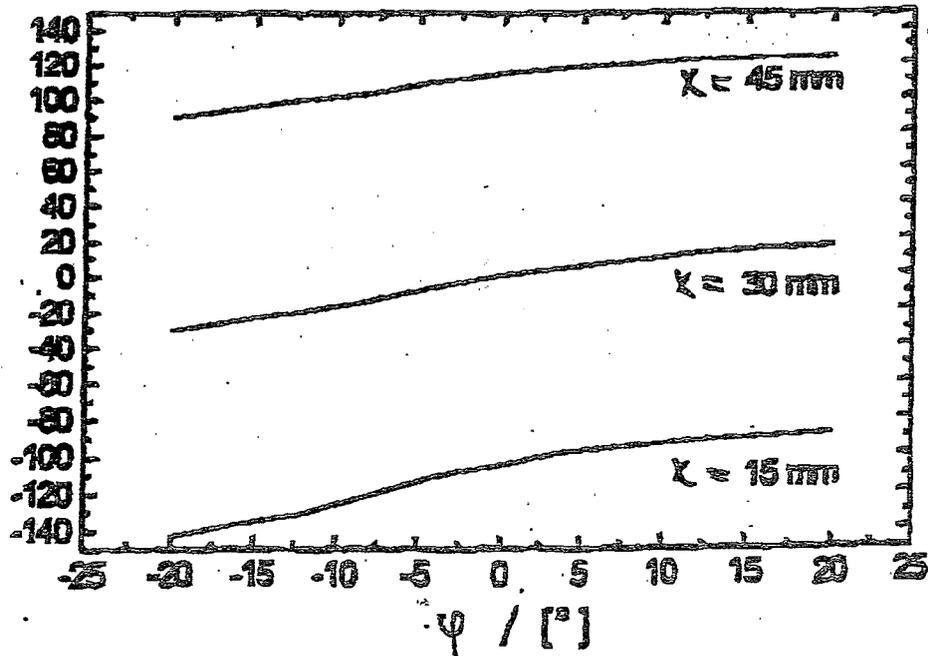


Fig. 5

U_ψ
/
[mV]



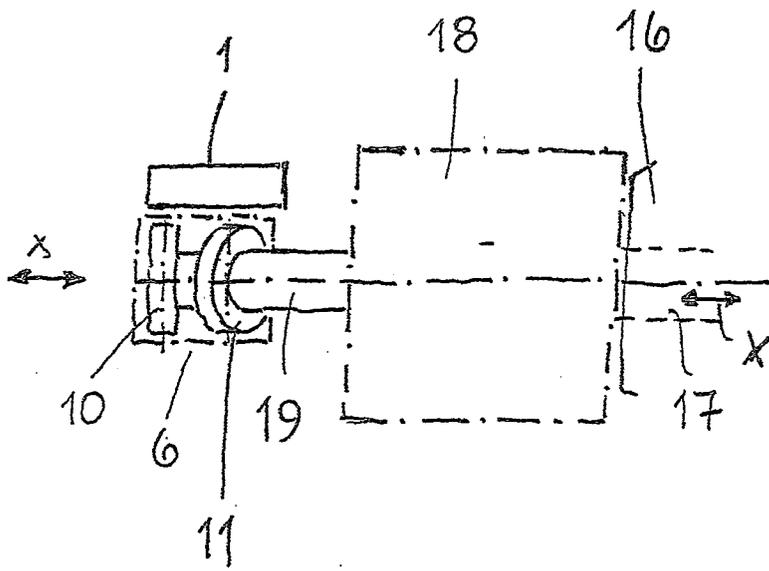


Fig. 6

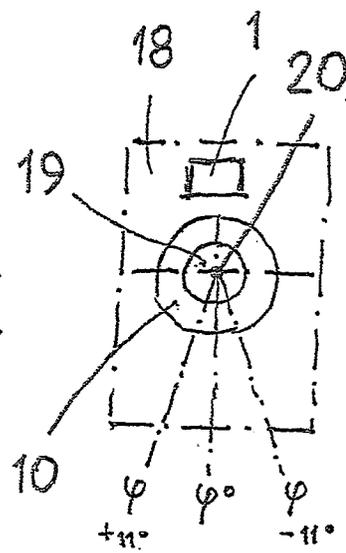


Fig. 7