



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00762/95

22 Anmeldungsdatum: 17.03.1995

24 Patent erteilt: 30.04.2001

45 Patentschrift veröffentlicht: 30.04.2001

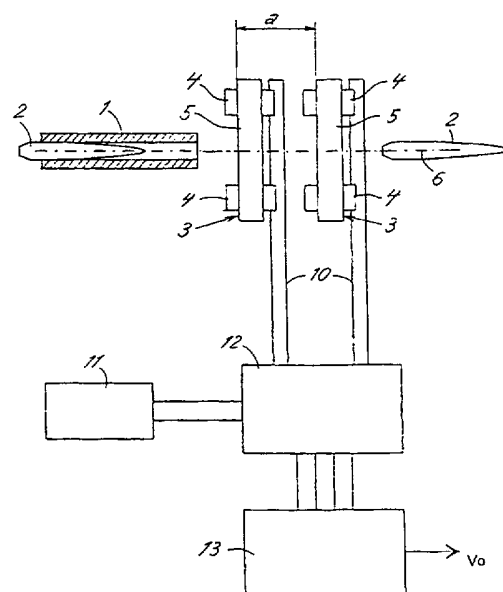
73 Inhaber:
Oerlikon Contraves AG, Birchstrasse 155,
8050 Zürich (CH)

72 Erfinder:
Greuter, André, Dipl.-El.-Ing. ETH,
Zürich (CH)

74 Vertreter:
OK pat AG, Hinterbergstrasse 36, Postfach 5254,
8330 Cham (CH)

54 Vorrichtung zur Messung der Geschossgeschwindigkeit an der Mündung eines Waffenrohres eines Geschützes hoher Kadenz.

57 Vorrichtung zur Messung der Geschossgeschwindigkeit an der Mündung eines Waffenrohres eines Geschützes hoher Kadenz. Die Vorrichtung umfasst zwei in einen Abstand (a) voneinander an einem Tragrohr angeordnete, auf Veränderung eines magnetischen Flusses ansprechende Sensoren (3), die mit einer Auswertelektronik (13) in Verbindung stehen. Jeder Sensor (3) weist ein Spulenpaar aus zwei Spulen (4) und einen geschlossenen magnetischen Kreis (5) auf, an dem die zwei Spulen (4) eines Sensors (3) um einen Spulen-Versatzwinkel von 180° gegeneinander versetzt angeordnet sind. Der magnetische Kreis (5) besteht aus ferro- oder ferrimagnetischem Material und ist in einer Ebene angeordnet, die senkrecht zur Längsachse (6) des Waffenrohres steht.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Geschwindigkeit an der Mündung eines Waffenrohres eines Geschützes hoher Kadenz nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es sind verschiedene Verfahren bzw. Vorrichtungen zur externen Messung der Geschwindigkeit eines Objektes bekannt und gebräuchlich. Zur Messung der Mündungsgeschwindigkeit von Geschossen eines Geschützes hoher Kadenz, ganz besonders eines Mehrlingsgeschützes, sind jedoch nur wenige brauchbar. Hier ist eine Messung ohnehin nur in Mündungsnähe möglich, weil sonst in den meisten Fällen ein nur mit viel Aufwand lösbares Identifikationsproblem entsteht. Diese Forderung wird noch durch die Tatsache unterstrichen, dass eine Programmierung eines Geschosses mit einfachen Mitteln nur sehr nahe der Mündung möglich ist. Sie wird noch verschärft, falls wie bei der beispielsweise nachstehend beschriebenen Anwendung, vor der individuellen Programmierung jedes Geschosses, dessen Geschwindigkeit bestimmt werden soll. Die Verhältnisse an der Mündung eines Geschützes hoher Kadenz sind bezüglich Druck, Temperatur, Rauch, Verbrennungsrückständen, Lichterscheinungen und der Korrosivität der Gase extrem. Es gibt deshalb nur wenige Messverfahren, die diesen Umweltbedingungen standhalten, allen voran das magnetische. Dessen Hauptnachteile liegen darin begründet, dass die magnetischen Feldlinien stets in sich geschlossen sind und sich nur schwer bündeln lassen, und dass es mit Ausnahme bei Supraleitern keine magnetische Isolation gibt.

Wie vorstehend bereits angedeutet, können aufgrund der Messdaten derartiger Vorrichtungen z.B. in Geschossen zur Abwehr von kleinen Lenk Waffen hoher Geschwindigkeit eingebaute hochpräzise Zünder so programmiert werden, dass eine grosse Anzahl in solchen Geschossen mitgeführter Subprojekte in einem genau definierten optimalen Zeitpunkt ausgestossen wird. Wie aus einer Druckschrift OC 2057 d 94 der Firma Oerlikon Contraves AG Zürich, bekannt, erfolgt die Programmierung des Zünders unmittelbar nach dem Verlassen der Geschütz mündung. Dies bringt den Vorteil, dass das Zeitintervall, für das die Flugbahn des abzuwehrenden Objektes extrapoliert werden muss, minimal wird. Zusätzlich bietet diese Version die Möglichkeit, dem Geschoss die Tempierung, berechnet aufgrund der tatsächlich gemessenen Mündungsgeschwindigkeit, zu übergeben. An die Präzision eines solchen Messverfahrens, das auf einer kurzen Wegstrecke unmittelbar ausserhalb der Mündung durchzuführen ist, werden hohe Anforderungen gestellt. Die Forderungen liegen bei Luftabwehrsystemen im Bereich von 1 bis 3 Promillen. Die eigentliche Messbasis muss nahe der Mündung angebracht sein und darf nur eine geringe Länge aufweisen, weil bei Treibspiegelmunition ein konisch sich öffnender Freiraum für die seitlich wegfliegenden Führungselemente (Sabots) vorhanden sein muss.

Die geringe Länge und die Mündungsnähe sind

auch deshalb erforderlich, weil die mit dem Geschützrohr starr verbundene Messanordnung die Eigenfrequenz der Biegeschwingungen des Geschützrohres umso mehr senkt, je grösser diese Masse und je weiter von der Geschütz mündung entfernt ihr Schwerpunkt ist. Bei bestehenden, festigkeitsmässig korrekt ausgelegten (d.h. möglichst leichten) Rohren kann dies unter Umständen beim nachträglichen Anbringen zu einer Vergrösserung der Waffenstreuung führen.

Bei einer mit der EP-A 0 108 973 bekannt gewordenen Vorrichtung gemäss Oberbegriff, bei der die Messung der Geschwindigkeit auf der Veränderung des magnetischen Feldes zweier in einem bestimmten Abstand voneinander angeordneter, magnetisch offener Ringspulen beim Geschossdurchgang beruht, ist nachteilig, dass sich die beiden Ringspulen, die den Geschosskanal in einem Abstand umschliessen, gegenseitig beeinflussen (Fig. 1), wobei die Linien gleicher Induktion derart verlaufen (Fig. 2), dass sich der Einfluss von Form und Aufbau eines Geschosses auf die Genauigkeit der Messung nachteilig auswirken kann.

Wegen des geringen Abstandes von der Mündung des aus ferromagnetischem Material gefertigten Geschützrohres ist die Feldverteilung zusätzlich verformt. Dadurch wird die Messpräzision in nicht tragbarer Weise beeinflusst. Prinzipiell kann der Abstand der Ringspulen voneinander durch ein Eichschliessen festgestellt und bei der Geschwindigkeitsberechnung berücksichtigt werden. Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, dass diese Eichung für jeden Geschosstyp durchgeführt werden muss und je nach der zufälligen Magnetisierung von Geschoss und Mündung um mehrere Prozente abweichen kann. Bei der zufälligen Magnetisierung ist typisch, dass sie im Verlauf des Schiessens ständig ändert. Dies ist auf die hohe Beanspruchung des zumeist aus ferromagnetischem Material gefertigten Rohres bei der Schussabgabe und auf die hohen Temperaturen an der Mündung zurückzuführen.

Eine weitere nachteilige Verzerrung des Feldverlaufes wird durch äussere Magnetfelder, z.B. durch das durch die ferromagnetischen Teile des Geschützrohres und dessen Führungsteile gebündelte Erdfeld und durch eine bei der Bearbeitung oder Montage zufällig erfolgte Magnetisierung des Rohres oder der Geschosse bewirkt. Bei den herkömmlichen Messsystemen mit offenen (Luft-) Spulen entstehen dabei grosse, nicht prädiktierbare Messfehler, die zudem von Munitionstyp zu Munitionstyp verschieden sind, und die auch mit einem Eichschliessen nicht ausreichend und zuverlässig korrigiert werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, die vorstehend erwähnte Nachteile nicht aufweist, und bei der zwecks Erreichen einer hohen Messgenauigkeit insbesondere die gegenseitige Beeinflussung der beiden Spulen sowie der Einfluss des Geschützrohres und Geschosses vermieden wird.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebene Erfindung gelöst.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der erfindungs-

gemässen Vorrichtung sind durch die abhängigen Patentansprüche 2 bis 9 definiert.

Hierbei weist jeder Sensor zwei Spulen und einen in einer senkrecht zu einer verlängerten Rohrachse des Geschützes verlaufenden Ebene angeordneten, aus ferro- oder ferrimagnetischem Material bestehenden geschlossenen magnetischen Kreis auf, wobei die zwei Spulen jedes Sensors bezüglich der Längsachse des Waffenrohres des Geschützes um einen Spulen-Versatzwinkel von 180° gegeneinander versetzt angeordnet sind.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung sind die magnetischen Kreise als runde Scheiben ausgebildet und weisen zwei Ansätze für die Festhaltung der Spulen und eine Durchlassöffnung für Geschosse auf, wobei die Durchlassöffnung einen Nutzbereich für die Messung darstellt.

Gemäss einer besonderen Ausführung sind die beiden Sensoren um einen Sensor-Versatzwinkel von 90° um die verlängerte Rohrachse gegeneinander verdreht angeordnet, sodass die magnetischen Felder der beiden Sensoren im Nutzbereich senkrecht zueinander verlaufen.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind darin zu sehen, dass die gegenseitige Beeinflussung der Spulen bzw. der beiden Sensoren weitgehend vermieden wird, und die Feldlinien des magnetischen Flusses in ihrer ganzen Länge im Wesentlichen in Ebenen senkrecht zur Achse des Waffenrohres verlaufen, sodass eine präzise, von der Form und vom Aufbau des Geschosses unabhängige Messung gewährleistet ist. Durch die vorgeschlagene Versetzung der beiden Sensoren bzw. magnetischen Felder gegeneinander kann die durch den geringen Abstand der beiden Sensoren möglicherweise noch vorhandene Feldverzerrung weiter verringert werden. Die Versetzung hat ausserdem den Vorteil, dass bei Geschossen aus ferromagnetischem Material mit relativ grosser Hysterese eine allfällig negative Wirkung des durch die Startspule erzeugten remanenten Feldes auf dem Geschoss bei der Stoppspule minimiert wird.

Dadurch, dass der für die Messung genutzte magnetische Fluss erfindungsgemäss senkrecht zur verlängerten Rohrachse gerichtet ist, können die im Wesentlichen axial gerichteten Felder von Geschützrohr und Geschoss nur einen geringen Einfluss auf den magnetischen Fluss der Sensoren ausüben. Weil das Magnetfeld nur einen gegenüber den bekannten Messsystemen mit offenen Luftspulen kurzen Weg durch den freien Raum zurücklegen muss, kann mit einer erheblich höheren magnetischen Feldstärke im Messbereich gearbeitet werden, was den Einfluss von externen Magnetfeldern auf die Messgenauigkeit und die Reproduzierbarkeit signifikant vermindert.

Besondere Vorteile der vorgeschlagenen Vorrichtung ergeben sich bei der Messung der Geschwindigkeit programmierbarer Geschosse, da im Gegensatz zu bekannten Vorrichtungen, bei denen für die Messung und Programmierung axiale magnetische Felder verwendet werden, die Gefahr einer nachteiligen Beeinflussung des Programmiervorganges durch das Messfeld vermieden wird. Die erfindungsgemässe Vorrichtung macht es weiterhin möglich,

die Feldverzerrungen soweit zu reduzieren, dass mit einer relativ kleinen Messbasis bzw. kleinem Abstand der beiden Sensoren voneinander praktisch brauchbare Abmessungen und die geforderte Messgenauigkeit erreicht werden können.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm des Verlaufes der magnetischen Feldlinien zweier benachbarter Spulen bei einer Vorrichtung gemäss Stand der Technik,

Fig. 2 ein Diagramm des Verlaufes der Linien gleicher Induktion zweier benachbarter Spulen bei der Vorrichtung gemäss Stand der Technik,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführung der erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Sensor gemäss Fig. 3,

Fig. 5 einen Längsschnitt einer zweiten Ausführung der Vorrichtung,

Fig. 6 eine Ansicht der Vorrichtung in Pfeilrichtung A der Fig. 5, und

Fig. 7 einen Längsschnitt der mit einer Mündungsbremse verbundenen Vorrichtung.

In der Fig. 1 sind die Abszisse einer Längsachse bzw. Rohrachse eines Waffenrohres eines Geschützes und die Ordinate radialen Abständen von der Rohrachse zugeordnet. Unter dem Begriff einer Längsachse bzw. Rohrachse soll hierbei nicht nur die auf die Länge des Waffenrohres beschränkte Achse verstanden werden, sondern auch deren über das Waffenrohr hinausgehende Bereiche. Die Abszisse und die Ordinate sind in Abstände gleicher Länge von z.B. 0,1 m eingeteilt. Mit P1 und P2 sind die Mittelpunkte zweier gleichsinnig gepolter Ringspulen bezeichnet, die in dem vorstehend definierten Abstand (auch Messbasis oder Messstrecke genannt) nebeneinander angeordnet sind. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, bleibt ein grosser Teil der in einer verlängerten Rohrachse enthaltenden Ebene verlaufenden Feldlinien nicht auf die unmittelbare Umgebung jeder einzelnen Spule beschränkt, wie dies eine genaue Messung eigentlich erfordert, sondern umfasst beide Spulen. Beim dargestellten Feldlinienverlauf ist der Einfluss der Mündung des Waffenrohres nicht berücksichtigt.

Gemäss Fig. 2 sind die Abszisse der Rohrachse des Geschützes und die Ordinate den radialen Abständen von der Rohrachse aus zugeordnet. Die Abszisse und die Ordinate sind in Abstände gleicher Länge von z.B. 0,05 m eingeteilt. Die Mittelpunkte P1 und P2 der beiden Ringspulen sind im doppelten vorstehend definierten Abstand nebeneinander angeordnet, wobei der doppelte Abstand die Messbasis bildet. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, verlaufen die Linien gleicher Induktion symmetrisch zu einer Mittelebene ME der Messbasis, sodass eine präzise, von der Form und vom Aufbau eines Geschosses unabhängige Messung nicht gewährleistet ist. Weil sich das Geschoss nur in einer Richtung durch die Messstrecke bewegt, trifft es nicht, wie für eine genaue Messung notwendig wäre, zweimal den gleichen Feldverlauf an. Bei Mess-

systemen kurzer Länge, die auch zur Messung von Treibspiegelmunition geeignet sind, können allein schon dadurch Messfehler von 10% und mehr entstehen. Beim dargestellten Verlauf der Linien gleicher Induktion ist der Einfluss der Mündung des Waffenrohres nicht berücksichtigt.

In den Fig. 3 und 4 sind mit 1 der Mündungsbe-
reich eines Waffenrohres und mit 2 Geschosse
während einer Abschussfolge bezeichnet. Nahe der
Mündung 1 sind zwei in einem Abstand a voneinan-
der angeordnete Sensoren 3 vorgesehen, wobei der
Abstand a die Messbasis darstellt und beispielswei-
se 18 cm beträgt. Jeder der Sensoren 3 weist ein
Spulenpaar aus zwei Spulen 4 und einen in einer
senkrecht zu einer verlängerten Längsachse bzw.
Rohrachse 6 des Waffenrohres des Geschützes
verlaufenden Ebene angeordneten, aus ferro- oder
ferrimagnetischem Material bestehenden geschlos-
senem magnetischen Kreis 5 auf, an dem die Spu-
len 4 um einen Spulen-Versatzwinkel von 180° von-
einander versetzt angeordnet sind.

Der magnetische Kreis 5 ist als runde Scheibe
ausgebildet und weist zwei Ansätze 7 für die Fest-
haltung der Spulen 4 sowie eine Durchlassöffnung
8 für die Geschosse 2 auf, wobei die Durchlass-
öffnung 8 einen Nutzbereich für die Messung dar-
stellt. Um den Einfluss von Wirbelströmen gering zu
halten, können die magnetischen Kreise 5, wie an
sich bekannt, aus einem Paket geschichteter Ble-
che hergestellt werden, die aus ferro- oder ferrima-
gnetischem Material mit hohem elektrischen Wider-
stand bestehen. In den magnetischen Kreisen 5
sind Löcher 9 vorgesehen, mittels welchen die Sen-
soren 3, wie nachstehend anhand der Fig. 7 näher
beschrieben, konzentrisch zur verlängerten Roh-
rachse 6 an einer Halterung befestigt sind, die mit
dem Waffenrohr verbunden ist. Die Spulen 4 der
Sensoren 3 sind über elektrische Leiter 10 mit einer
an einer Stromquelle 11 angeschlossenen Weiche
12 verbunden, die mit einer Auswertelektronik 13
in Verbindung steht.

Wie aus der Fig. 4 ersichtlich, ist der magneti-
sche Kreis 5 weitgehend geschlossen und nur im
Nutzbereich unterbrochen, um den Durchtritt des
Geschosses 2 zu ermöglichen. Mit dem in der Fig.
4 dargestellten Verlauf von mit 14 bezeichneten
Feldlinien im Nutzbereich bei Durchgang eines fer-
ro-magnetischen Geschosses wird die für die Mes-
sung erforderliche Änderung des magnetischen
Flusses deutlich gemacht.

Gemäss den Fig. 5 und 6 sind die beiden Sen-
soren 3 um einen Sensor-Versatzwinkel von 90° um
die verlängerte Rohrachse 6 gegeneinander ver-
dreht an einer durch strichpunktierte Linien symbo-
lisierten Halterung 15 angeordnet. Durch diese
Massnahme wird erreicht, dass die magnetischen
Felder der beiden Sensoren 3 im Nutzbereich senk-
recht zueinander verlaufen, sodass die residuelle
Kopplung weiter reduziert und die durch den relativ
geringen Abstand der beiden Sensoren 3 bewirkte
Feldverzerrung bezüglich der für die Geschossde-
tektion ausgewerteten Feldkomponente nochmals
vermindert wird.

Die vorstehend beschriebene Massnahme ist für
Geschosse, die grössere Abweichungen von der

Rotationssymmetrie aufweisen nicht geeignet. In
diesem Fall können die beiden magnetischen Krei-
se 5 bevorzugt um genau den Sensor-Versatzwin-
kel gegeneinander verdreht montiert werden, der
der Zunahme des Drallwinkels bzw. einem Zusatz-
drallwinkel zwischen durch strichpunktierte Linien
symbolisierte Mittelebenen 16 der magnetischen
Kreise 5 entspricht.

Sind die Geschosse aus ferromagnetischem Ma-
terial mit relativ grosser Hysterese gefertigt, so
kann die beschriebene Verdrehung auch dazu be-
nutzt werden, eine allfällig negative Wirkung des
durch den in Geschossrichtung ersten Sensor 3
(Startsensor) erzeugten remanenten Feldes auf
dem Geschoss beim zweiten Sensor 3 (Stoppsen-
sor) zu minimieren.

Es ist auch möglich die magnetischen Felder in
den beiden magnetischen Kreisen der Sensoren 3
gleich oder auch entgegengesetzt zu polen.

In der Fig. 7 ist mit 20 ein Tragrohr bezeichnet,
an dessen Enden Flansche 21, 22 vorgesehen
sind. Die Flansche 21, 22 weisen Vertiefungen 23,
24 auf, in welche die Sensoren 3 eingesetzt sind.
Der erste Flansch 21 ist mittels Schrauben 27 mit
einem Flansch 26 eines Bremsteiles 25 verbunden.
Das Bremsteil 25 weist einen konischen Teil 28 und
einen zylindrischen Teil 29 auf. Der konische Teil
28 ist als Mündungsbremse ausgebildet und weist
zu diesem Zweck radiale Öffnungen 30 und Prall-
platten 31 auf. Betreffend die Wirkungsweise der
Mündungsbremse wird auf die bereits genannte EP-
A-0 108 973 hingewiesen. Der zylindrische Teil 29
ist mit einem Innengewinde 32 versehen, mittels
welchem er und damit auch das Tragrohr 20 am
Geschützrohr befestigt werden kann.

Der zweite Flansch 22 ist mittels Schrauben 33
und einem Klemmring 34 mit einem weiter nicht
dargestellten und beschriebenen Programmerteil 35
verbunden, dessen allgemeine Bedeutung aus der
eingangs zitierten Druckschrift OC 2057 d 94 er-
sichtlich ist. Mit 36 ist ein lediglich schematisch dar-
gestelltes Rohr bezeichnet, das für die Führung von
elektrischen Leitern für die Spulen 4 der Sensoren
3 bestimmt ist.

Die vorstehend beschriebene Vorrichtung arbeitet
wie folgt: Beim Durchgang des Geschosses 2 durch
die beiden Sensoren 3 wird aufgrund der dabei auf-
tretenden Änderung des magnetischen Flusses kurz
hintereinander in jedem Spulenpaar der Sensoren 3
ein Impuls erzeugt. Die Impulse werden der Aus-
wertelektronik 13 zugeführt, in welcher aus dem
zeitlichen Abstand der Impulse voneinander und der
Länge der Messbasis die Geschosseschwindigkeit
 v_0 errechnet wird. Aus der Geschosseschwindig-
keit v_0 und einem anderweitig ermittelten Abstand
zu einem abzuwehrenden Objekt wird ein Zeitwert
gebildet, der wie auch aus der eingangs erwähnten
Druckschrift OC 2057 d 94 bekannt, einer Program-
mierspule für die Programmierung eines im Ge-
schoss 2 eingebauten Zünders zugeführt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung der Geschossge-
schwindigkeit an der Mündung eines Waffenrohres

- eines Geschützes hoher Kadenz, wobei zwei in einem Abstand (a) voneinander an einem Tragrohr (20) angeordnete, auf Veränderung eines magnetischen Flusses ansprechende Sensoren (3) vorgesehen sind, die je eine Spule (4) aufweisen und mit einer Auswerteelektronik (13) in Verbindung stehen, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Sensor (3) eine weitere Spule (4) und einen, in einer senkrecht zur verlängerten Längsachse des Waffenrohres (6) des Geschützes verlaufenden Ebene angeordneten, aus ferro- oder ferrimagnetischem Material bestehenden, geschlossenen magnetischen Kreis (5) aufweist, an dem die zwei Spulen (4) des Sensors (3) um einen Spulen-Versatzwinkel von 180° gegeneinander versetzt angeordnet sind. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der magnetische Kreis (5) als runde Scheibe ausgebildet ist und zwei Ansätze (7) für die Festhaltung der Spulen (4) und eine Durchlassöffnung (8) für die Geschosse (2) aufweist, wobei die Durchlassöffnung (8) einen Nutzbereich für die Messung darstellt. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der aus ferro- oder ferrimagnetischem Material bestehende magnetische Kreis (5) aus einem Stück Blech oder aus einem Paket geschichteter Bleche hergestellt ist. 15
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sensoren (3) um einen Sensor-Versatzwinkel von 90° um die Längsachse (6) des Waffenrohres gegeneinander versetzt sind, sodass die magnetischen Felder der beiden Sensoren (3) im Nutzbereich senkrecht zueinander verlaufen. 20
5. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sensoren (3) um einen Sensor-Versatzwinkel gegeneinander versetzt sind, der gleich gross ist wie der Zusatzdrallwinkel des Geschosses, um den sein Drallwinkel auf seiner Flugbahn zwischen den beiden Sensoren (3) zunimmt, sodass die magnetischen Felder der beiden Sensoren (3) im Nutzbereich um den Zusatzdrallwinkel gegeneinander verdreht sind. 25
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die magnetischen Felder in den beiden magnetischen Kreisen (5) der Sensoren (3) gleich gepolt sind. 30
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die magnetischen Felder in den beiden magnetischen Kreisen (5) der Sensoren (3) entgegengesetzt gepolt sind. 35
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tragrohr (20) mit einer am Mündungsbereich (1) des Waffenrohres des Geschützes befestigten Mündungsbremse (28, 30, 31) verbunden ist. 40
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (a) zwischen den beiden Sensoren (3) 18 cm beträgt. 45

60

65

5

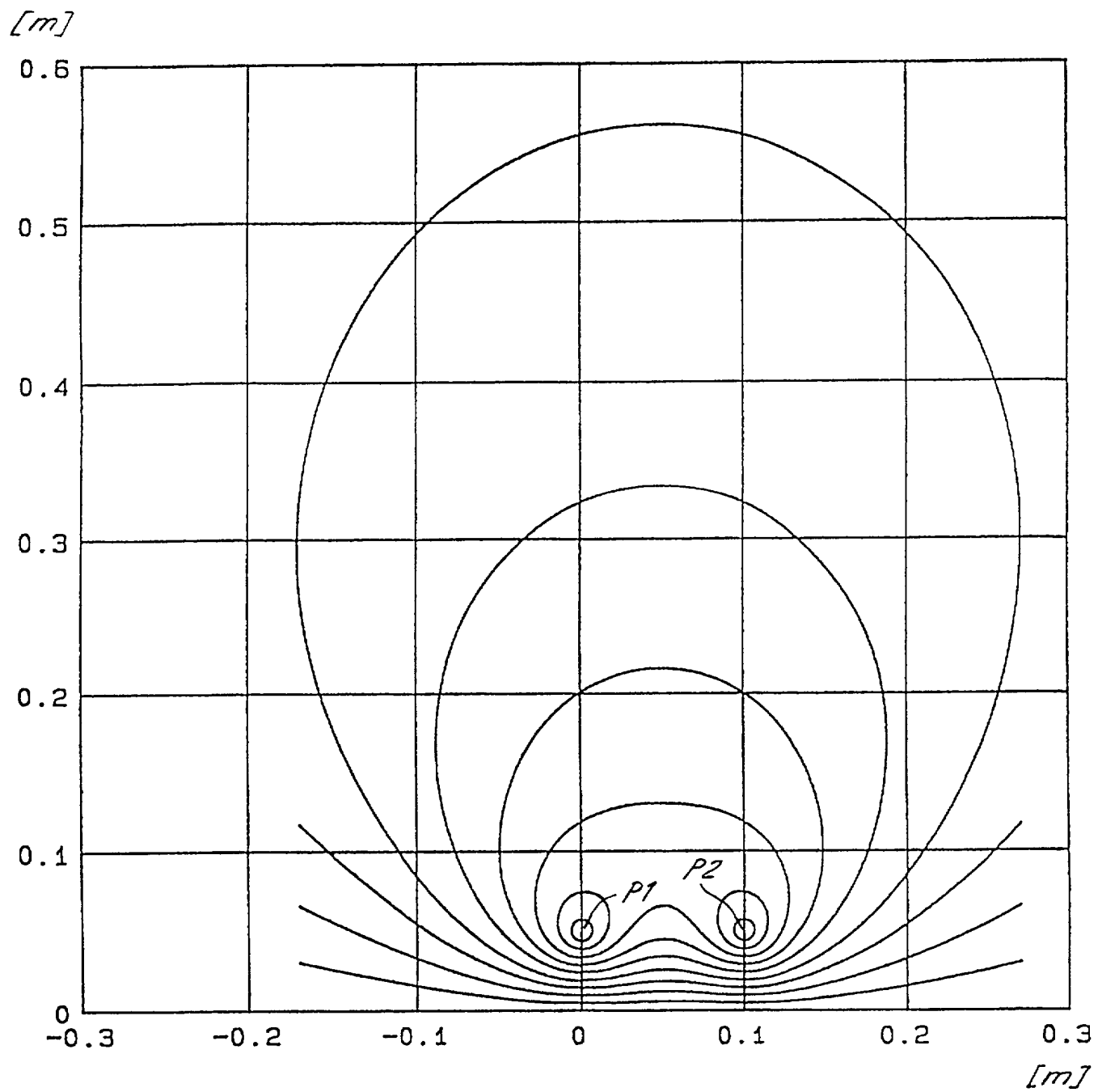
Fig.1

Fig. 2

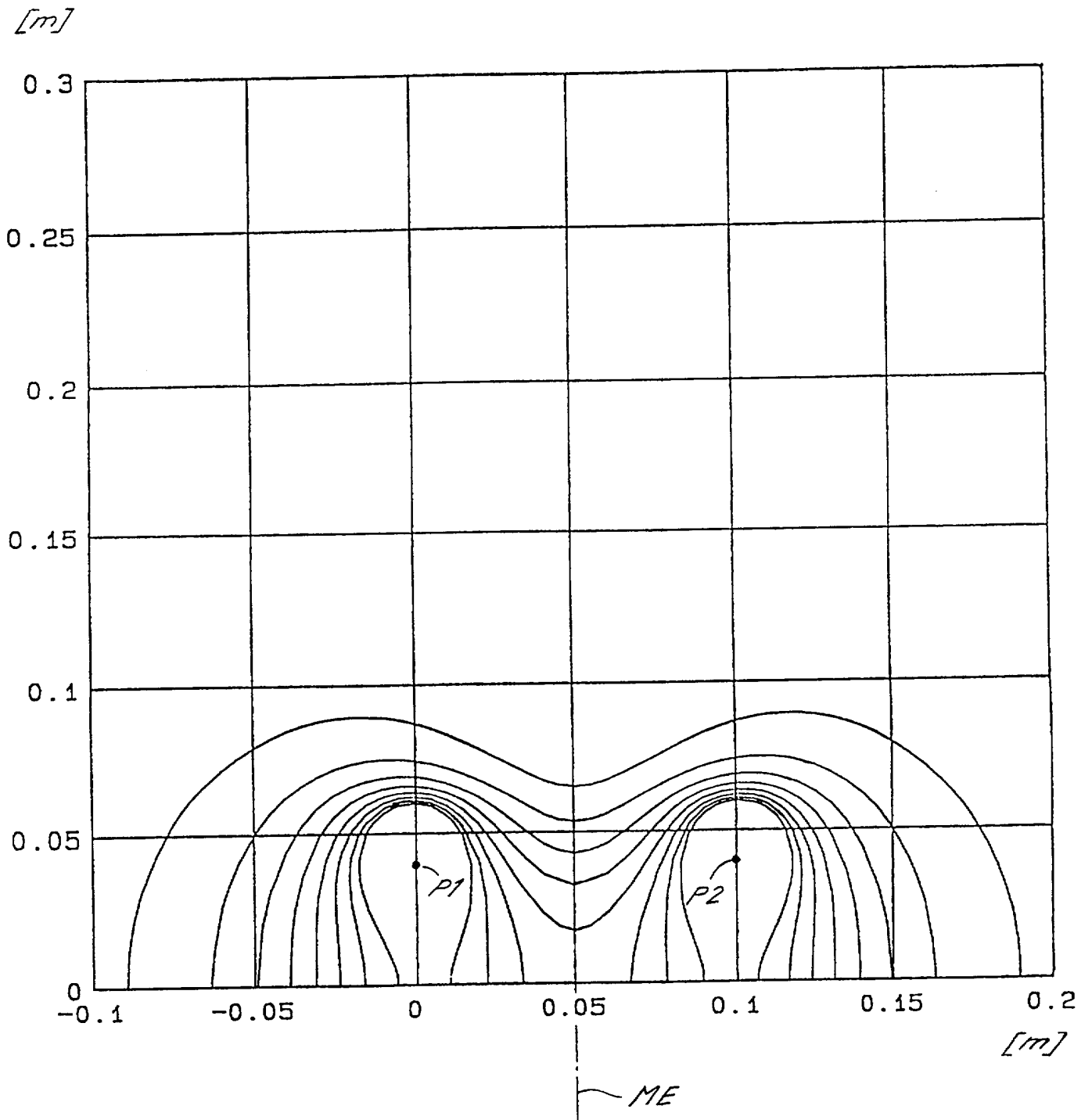


Fig. 3

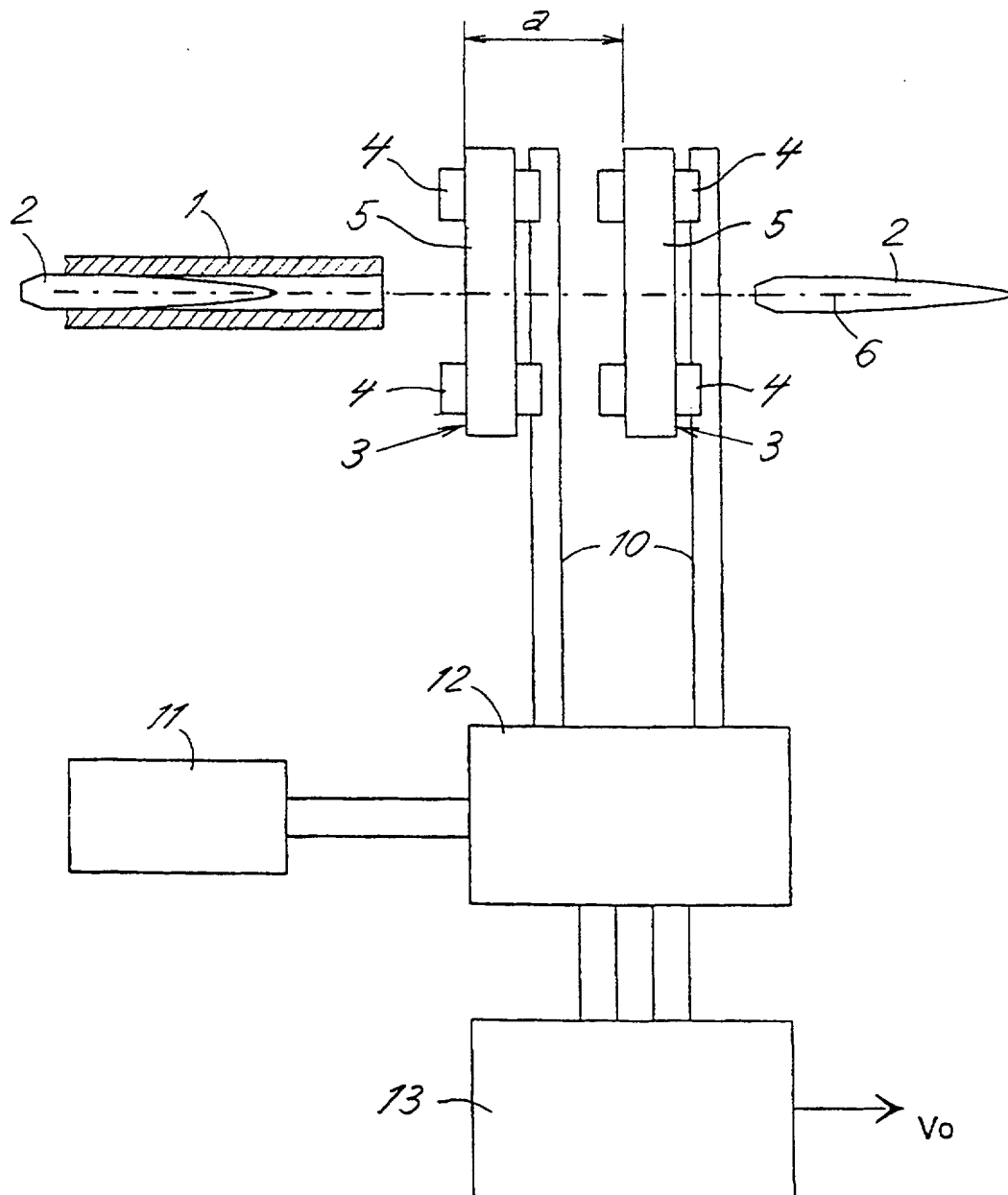


Fig. 4

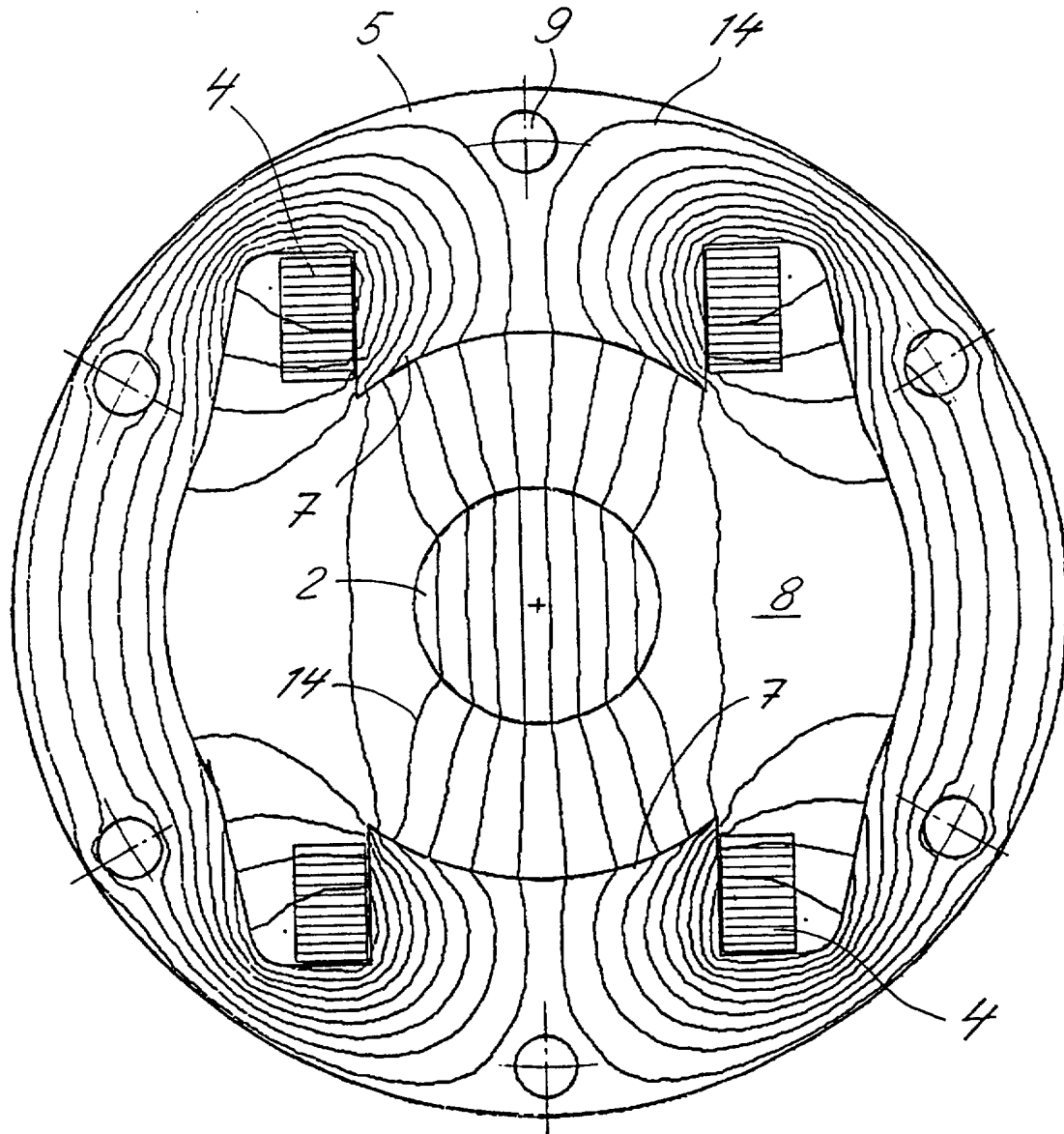


Fig. 5

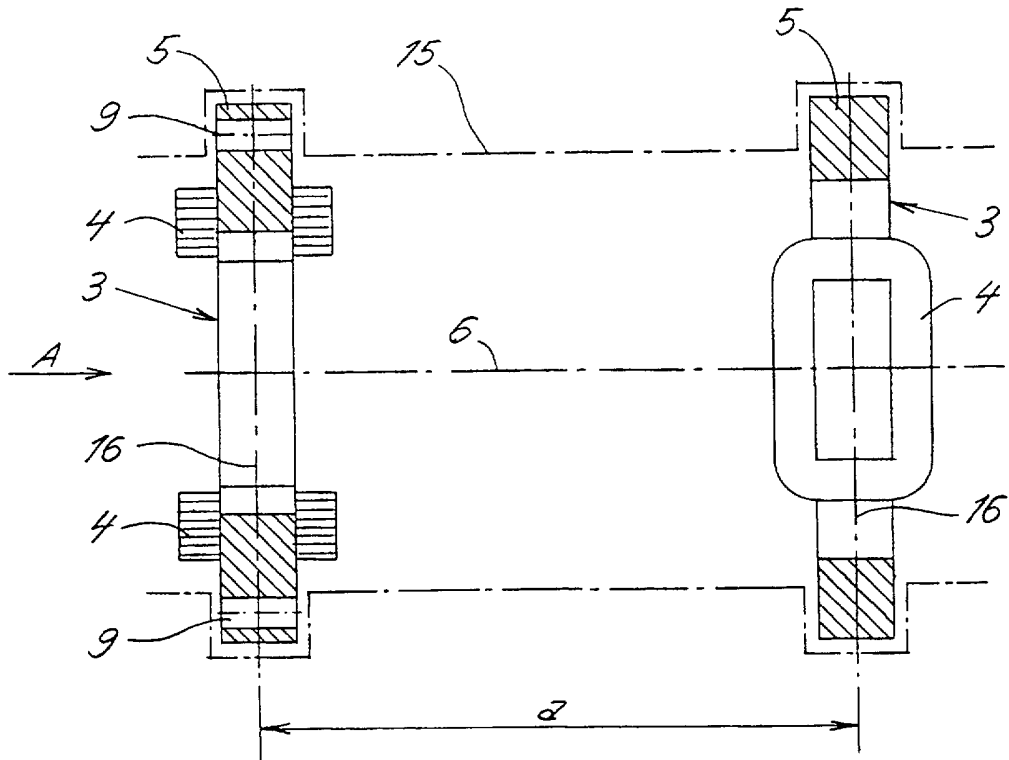


Fig. 6

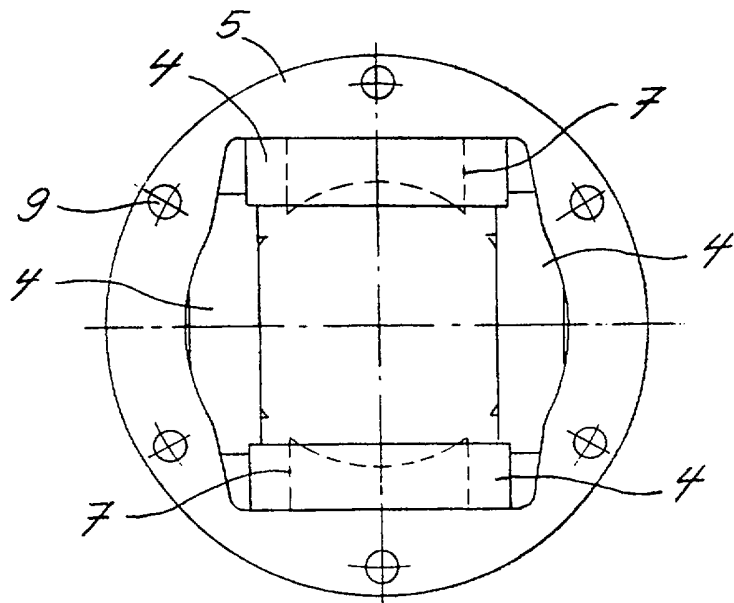


Fig. 7

