

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 270 395 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz:

4(51) G 06 F 3/033

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 06 F / 313 960 5

(22) 24.03.88

(44) 26.07.89

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Institut für Hochenergiephysik, Platanenallee 6, Zeuthen, 1615, DD  
 (72) Schiller, Halmut, Prof. Dr. sc. nat.; Kirst, Hans, Dipl.-Ing., DD

(54) Rollkugel-Steuervorrichtung für die Manipulation räumlicher Bilddarstellungen, insbesondere deren Drehung, auf rechnergesteuerten Bildschirmgeräten

(55) Rollkugel, trackball, computer mouse, Eingabevorrichtung, Bildschirmarbeitsplatz, räumliche Darstellung, CAD, Bilddrehung  
 (57) Die Erfindung betrifft ein Eingabegerät für Bildschirmarbeitsplätze, das als Rollkugel, trackball usw. für den zweidimensionalen Einsatz bekannt ist. Aufgabe der Erfindung ist es, unter Benutzung bekannter oder neuer Wirkprinzipien und der Ausnutzung der Möglichkeiten der modernen Rechentechnik ein solches Gerät für die dreidimensionale Eingabe, insbesondere für die Steuerung der Drehung dreidimensionaler Objekte auf Bildschirmen, zu schaffen. Anwendungsgebiete sind die Elementarteilchenphysik bei der Untersuchung komplizierter räumlicher Zerfallsgebilde, aber auch die Molekularbiologie, Medizin, Konstruktion (CAD). Da die bei Rollkugeln üblicherweise zur Meßwertgewinnung benutzten Reibräder vom Prinzip her eine Beschränkung auf 2 Freiheitsgrade aufweisen und daher ungeeignet sind, werden teilweise neue magnetische, akustische und optische Lösungen der berührungslosen Meßwertgewinnung in Verbindung mit einem Mikroprozessor für die Steuerung mit 3 Freiheitsgraden angegeben. Fig. 1

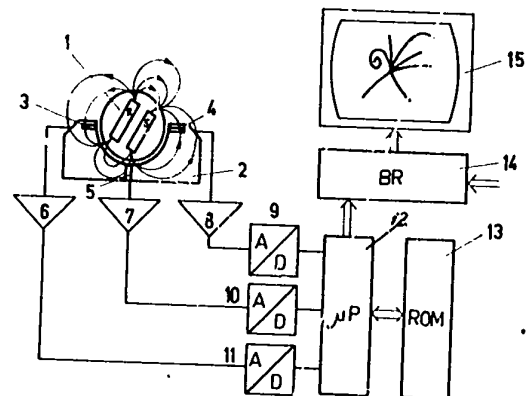


Fig.1

**Patentansprüche:**

1. Rollkugel-Steuervorrichtung für die Manipulation räumlicher Bilddarstellungen, insbesondere deren Drehung auf rechnergesteuerten Bildschirmgeräten, wobei Richtung und Drehwinkel der handbedienten Rollkugel proportional zu Richtung und Drehwinkel des dargestellten Objektes auf einem Bildschirm sind, **gekennzeichnet durch die Verwendung einer an sich bekannten Rollkugel aus Glas, Plaste und/oder Metall sowie berührungslosen Gebern und Empfängern, wobei die Anzahl letzterer mindestens auf 3 zu erhöhen ist, und nachgeschalteten Verstärkern, Analogdigitalwandlern und einem vorzugsweise separaten Mikroprozessor oder anderweitigen Rechner zur Umrechnung der Meßwerte in die räumlichen Steuergrößen für den das Bild generierenden Rechner unter Benutzung bereits abgespeicherter Eichdaten und Interpolationsverfahren.**
2. Rollkugel-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß als Geber in der Rollkugel 2 Stabmagnete und als Empfänger außerhalb der Rollkugel mindestens 3 Hallgeneratoren angeordnet sind, die eine Umwandlung der magnetischen Feldstärkewerte in elektrische Spannungen bewirken, wobei rechentechnisch aus den Spannungswerten und den Spannungsverhältnissen der einzelnen Hallgeneratoren auf die Drehrichtung und die Änderung des Drehwinkels geschlossen werden kann.**
3. Rollkugel-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
  - daß als Geber im Rollkugelgehäuse mindestens drei Elektromagnete mit je einem Polpaar nahe der Rollkugel räumlich verteilt angeordnet sind, die mit Gleichstrom oder zeitlich versetzten Impulsen oder mit unterschiedlichen Frequenzen oder Phasen erregt werden,
  - daß sich im magnetischen Kreis der Elektromagneten Magnetfeldmeßeinrichtungen befinden und
  - daß die Rollkugel teilweise aus einem magnetisch leitendem Material bestimmter geometrischer Form besteht, so daß sich für jeden Raumwinkel der Rollkugel andere Werte des Magnetflusses in den 3 Magnetkreisen einstellen, wobei rechentechnisch aus den Spannungen an den Empfängern der Raumwinkel ermittelt wird.
4. Rollkugel-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß als Geber außerhalb der Rollkugel Ultraschallsender und als Empfänger Ultraschallempfänger angeordnet sind und in der Rollkugel sich Ultraschallreflektoren befinden, wobei rechentechnisch aus den Amplituden oder Phasen und deren Verhältnissen zueinander auf die Drehrichtung und aus den Änderungen auf die Drehwinkel geschlossen werden kann.**
5. Rollkugel-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß die Rollkugel aus einem glasklaren Material besteht und im Innern diffus reflektierende Flächen enthält,**
  - daß mehrere Lichtgeber und Lichtempfängerpaare räumlich verteilt in dem Rollkugelgehäuse untergebracht sind, wobei je nach Winkelstellung der Kugel unterschiedliche und weiterverarbeitbare Helligkeitswerte an den Lichtempfängern auftreten und
  - daß die Lichtgeber- und -empfängerpaare auf unterschiedliche Wellenlängen oder Zeitpunkte von Lichtimpulsen abgestimmt sind, wobei rechentechnisch aus den Spannungen an den Empfängern der Raumwinkel ermittelt wird.
6. Rollkugel-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
  - daß die Rollkugel aus glasklarem Material besteht und im Innern mit einem optischen Reflektor versehen ist und
  - daß mindestens 3 Paar Lichtgeber und Lichtempfänger außerhalb der Rollkugel angeordnet und die Lichtgeber mit Polarisationsfiltern ausgestattet sind, wobei rechentechnisch aus den Spannungen an den Empfängern der Raumwinkel ermittelt wird.
7. Rollkugel-Steuereinrichtung nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß mittels Umschalteneinrichtungen, die mit dem Rechner verbunden sind, ein Übergang auf die Steuerung mit einem oder zwei von drei Freiheitsgraden ermöglicht wird.**

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet

Das Anwendungsgebiet der Erfindung sind Bildschirmarbeitsplätze mit räumlicher Bildarstellung, wobei die Steuerung der dargestellten Objekte — beispielsweise eine Drehung um eine beliebige Raumachse — durch eine dazu proportionale Drehung einer Rollkugel erreicht wird.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Rollkugel-Steuervorrichtungen sind seit über 20 Jahren bekannt als Steuerelemente (speedball, trackball) für die manuelle Spurverfolgung und das Messen von Teilchenspuren z. B. in der Elementarteilchenphysik/1/ und auch in der Radartechnik. Hierbei wie auch bei der in neuerer Zeit für die Ansteuerung von Funktionen auf Bildschirmen dienenden sog. „Computermouse“ handelt es sich um eine zweidimensionale Eingabevorrichtung. Rollkugeln sind meist luftgelagert, die Messung der Rollkugeldrehung erfolgt aber über 2 mitlaufende Reibrädchen, die im direkten Eingriff mit der Rollkugel stehen und deren Drehachsen zueinander senkrecht sind. Beim Drehen der Rollkugel werden die Reibrädchen entsprechend den Richtungskomponenten mehr oder weniger stark mitbewegt, wobei aber konstruktiv der Fall verhindert wird, daß am Eingriffspunkt die Bewegungsrichtung von Kugeloberfläche und Reibrad genau senkrecht steht, da dies zu einer Zerstörung des Reibrades führen kann. Damit ist vom Prinzip eine Rollkugel-Eingabevorrichtung mit Reibrädchen für 3 Freiheitsgrade nicht realisierbar. Bei der „Computermouse“, die von Hand über eine Fläche gerollt wird, gibt es Methoden der berührungslosen Meßwertbildung über optische Elemente, bei der bestimmte Muster auf der Kugel unterschiedlich reflektieren, oder über magnetische Feldstärkemessung mittels Hallsonden (Feldsonden), bei der die Kugel mit magnetischen Mustern durchsetzt bzw. die Oberfläche einer ferromagnetischen Schicht entsprechend gestaltet ist/2, 3, 4.

Mit der Entwicklung immer schnellerer Rechenmaschinen ist es nun auch möglich, räumliche Darstellungen auf Bildschirmen zu erzeugen. Auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik wird bei der Untersuchung räumlicher Zerfallsgebilde eine Drehung dieser Gebilde um beliebige räumliche Achsen erforderlich. Gleiches kann auch für die medizinische Diagnostik in der Molekularbiologie, bei Design-Entwürfen (CAD), bei Manipulatoren, bei der Roboterprogrammierung (Gewinnung der Daten) notwendig sein.

Eine x-y-Eingabevorrichtung/5/ weist eine Rollkugel auf, deren Drehung über Reibräder abgetastet wird, wobei aber das für die Lagerung der Rollkugel dienende Gehäuse zusätzlich drehbar ist, so daß man damit eine Fahrriechung einstellen kann und der Drehwinkel der Rollkugel dem Abstand entsprechen würde. Die zweite Drehrichtung der Rollkugel könnte damit für die Eingabe der 3. Koordinate dienen, was aber nicht beansprucht wird.

Zur Programmierung von Robotern sind Steuerknüppel für die Einstellung eines beliebigen räumlichen Punktes bekannt, bei denen noch eine Hohlkugel am Ende angeordnet ist für die Steuerung der Drehung in 3 Drehachsen; hierbei wird die aufgewendete Kraft über Drehungsmeßstreifen im Innern gemessen, die dem gewünschten Drehwinkel proportional ist/6/. In/7/ wird eine bewegliche „Maus“ geschützt, die auf einem Tisch gefahren werden kann und Sensoren in x, y und z besitzen soll, wobei die Erzeugung der Digitalwerte über elektrostatische Effekte geschehen soll.

Weiterhin sind noch Eingabevorrichtungen für x, y, z bekannt, bei denen entweder eine Rollkugel für die x-y-Eingabe und ein Schieber für die z-Eingabe bzw. auch 3 Schieber für die x-, y-, z-Eingabe benutzt werden.

Schließlich ist eine Rollkugel-Eingabeeinrichtung für x und y unter der Bezeichnung „Cursor-Control-Device“/8/ geschützt, bei der mittels einer Taste die Umschaltung der Genauigkeit der Eingabe im Verhältnis 1:15 verändert werden kann.

Die Mängel der beschriebenen, nur für x-y-Koordinaten vorgesehenen Eingabevorrichtungen/1, 2, 3, 4, 5/ bestehen im fehlerhaften 3. Freiheitsgrad. Die Mängel der als „Computermouse“ bezeichneten Einrichtungen bestehen darüber hinaus in der Notwendigkeit des Führens derselben über eine ebene Platte, die in einzelnen Fällen mit speziellen Mustern ausgestattet oder/und magnetisch sein muß, was aus Platzgründen und im Hinblick auf Verschmutzungsmöglichkeit nicht optimal ist. Bei/6/ wiederum muß ständig eine Kraft aufrechterhalten werden beim Erreichen einer Koordinate oder eines Winkelausschlags, was unvorteilhaft für die vorgesehene Anwendung ist.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer leichtgängigen, kleinen, stationären Steuervorrichtung, insbesondere für Drehbewegungen mit 3 Freiheitsgraden für eine dreidimensionale Bildschirmdarstellung.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die o. g. Mängel vorhandener Eingabeeinrichtungen auszuschalten und unter Ausnutzung anderer physikalischer Größen und Effekte unter Einbeziehung der Rechentechnik für die räumliche Steuerung in 3 Freiheitsgraden, insbesondere der Drehbewegung, vorteilhafte neue Lösungen anzugeben.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß eine stationäre Rollkugel aus Glas, Plaste und/oder Metall und berührungslose Geber und Empfänger, wobei die Anzahl letzterer mindestens 3 sein muß, verwendet werden. Über nachgeschaltete Verstärker, Analog-Digitalwandler und einen vorzugsweise dazu zugeordneten Mikroprozessor oder auch anderen Rechner werden die Meßwerte der Empfänger mit bereits abgespeicherten Eichdaten verglichen und unter Benutzung von Interpolationsmethoden daraus räumliche Steuergrößen für einen das Bild generierenden Rechner erzeugt, so daß die Bewegungsrichtung bzw. der Drehwinkel des dargestellten Objektes auf dem Bildschirm weitgehend proportional zur Bewegungsrichtung und dem Drehwinkel der handbedienten Rollkugel werden. Eine erfindungsgemäße technische Lösung für die Geber und Empfänger nach Anspruch 2 stellen zwei in der Rollkugel untergebrachte Stabmagneten und außerhalb derselben angeordnete 3 Hallgeneratoren dar. Die bei der Umwandlung der magnetischen Feldstärkewerte in den Hallgeneratoren entstehenden elektrischen Spannungen werden rechentechnisch in Werte für die räumlichen Drehwinkel u. a. weiterverarbeitet.

In einer weiteren technischen Lösung nach dem magnetischen Prinzip ist gemäß Anspruch 3 vorgesehen, im Rollkugelgehäuse 3 oder mehr Elektromagnete mit je einem Polpaar nahe der Rollkugel anzuordnen, die mit Gleichstrom oder zeitlich versetzten Impulsen oder mit Wechselspannung unterschiedlicher Frequenz oder Phase gespeist werden und in den Magnetkreisen gleichfalls Magnetfeldmeßeinrichtungen unterzubringen, wobei die Rollkugel zu einem Teil aus magnetisch leitendem Material besteht. Dadurch wird erreicht, daß sich für jeden Raumwinkel der Rollkugel unterschiedliche Amplituden an den Meßeinrichtungen ergeben, die rechentechnisch weiterverarbeitet werden können.

Weiterhin wird erfindungsgemäß ein für die Rollkugel neuartiges Meßverfahren unter Benutzung eines Ultraschallgebers und mindestens dreier Ultraschallempfänger außerhalb und eines oder mehrerer Reflektoren im Innern der Rollkugel angegeben, wobei die Weiterverarbeitung der Meßwerte analog zum erstgenannten Verfahren erfolgt.

Weitere erfindungsgemäße Anordnungen sind unter Ausnutzung optischer Effekte möglich. Gemäß Anspruch 4 wird eine Rollkugel-Steuerinrichtung geschützt, bei der die Rollkugel aus einem glasklaren Material besteht und im Innern diffus reflektierende Flächen enthält. Es sind mehrere Lichtgeber- und -empfängerpaare im Gehäuse außerhalb der Rollkugel angeordnet, die auf unterschiedlichen Wellenlängen oder bei impulsförmigem Betrieb und einer Wellenlänge zeitlich versetzt arbeiten. Die Meßwerte an den Lichtempfängern sind von der Winkelstellung der Rollkugel abhängig und können in der in Anspruch 1 beschriebenen Weise weiterverarbeitet werden.

Schließlich wird erfindungsgemäß eine lichtdurchlässige Rollkugel mit einem optischen Reflektor geschützt, bei der ein außerhalb der Kugel angebrachter Geber polarisiertes Licht aussendet und mindestens 3 Lichtempfänger benötigt werden. Auch hier erfolgt die Weiterverarbeitung der Meßdaten in analoger Weise wie in den vorhergehenden Verfahren.

Es ist weiterhin erfindungsgemäß vorgesehen, durch mit dem Rechner verbundene Umschaltvorrichtungen einen Übergang auf die Steuerung mit 1 oder 2 aus 3 Freiheitsgraden zu ermöglichen.

Damit wird die Ansteuerung eines Punktes in der x-y-Ebene oder in Z-Richtung mittels Rollkugel erreicht.

### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen schematisch Rollkugel-Steuerinrichtungen, und zwar

Fig. 1: in der Gesamtanordnung mit Mikroprozessor, Bildschirmrechner und Bildschirm, wobei als Meßwertempfänger Hallsonden und als Geber Dauermagneten in der Rollkugel dienen,

Fig. 2: mit elektromagnetischen Gebern und Meßwertempfängern im Gehäuse der Rollkugel,

Fig. 3: mit Ultraschallgeber, -reflektor und -empfängern,

Fig. 4: mit optischen Gebern, Reflektor und Empfängern.

Eine Rollkugel-Steuerinrichtung für die räumliche Bilddarstellung gemäß Anspruch 1 und 2 weist eine Rollkugel 1 auf, die in einem Gehäuse 2 auf Kugeln oder Druckluft reibungsarm gelagert ist. Als Geber befinden sich im Innern der Rollkugel gemäß Anspruch 2 zwei Stabmagnete, deren Kraftlinien die berührungsfreien Meßwertempfänger 3, 4 und 5 vom Typ Hallsonde durchsetzen und an ihnen Spannungen entstehen lassen, die proportional der magnetischen Induktion  $B$  und dem durch die Hallsonden geschickten Strömen  $I$  sind. Über die nachfolgenden Verstärker 6, 7, 8 und Analog-Digitalwandler 9, 10, 11 werden die Meßwerte vorzugsweise auf einen separaten Mikroprozessor 12 gegeben, der dieselben mit den in einem extra ROM-Speicher 13 in Tabellenform niedergelegten Eichdaten unter Ausnutzung von Iteration vergleicht und die Raumwinkel errechnet, die an den Bildschirmrechner 14 weitergeleitet werden und eine Manipulation, z. B. Drehung des dargestellten Objektes auf dem Bildschirm 15 um die 3 Achsen proportional zur Drehung der Rollkugel, hervorruft.

Eine Rollkugel-Steuerinrichtung gemäß Anspruch 3 (Fig. 2) ist gekennzeichnet durch einen im Innern der Rollkugel 1 untergebrachten ferromagnetischen Körper bestimmter geometrischer Form 16, der beim Verdrehen der Kugel in den magnetischen Stromkreisen 17, 18, 19 und den darin enthaltenen magnetischen Flußsonden (Förstersonde, Hallsonde) 20, 21, 22 zu unterschiedlichen Magnetflüssen und damit Spannungen führt, woraus mittels der angeschlossenen Schaltkreise gemäß Fig. 1 die Raumwinkel gewonnen werden können.

Eine Rollkugelsteuerinrichtung gemäß Anspruch 4 unter Verwendung eines Ultraschallgebers 23 in Fig. 3 besitzt einen Ultraschallreflektor 24 im Innern der Rollkugel 1, der den Schall in unterschiedlicher Stärke und Phasenlage auf die Ultraschallempfänger 25, 26, 27 reflektiert. Aus diesen Meßwerten kann wiederum auf die räumlichen Größen geschlossen werden unter Benutzung einer ähnlichen Schaltkreisanordnung wie in Fig. 1.

Eine Rollkugel-Steuerinrichtung gemäß Anspruch 5 besteht nach Fig. 4 aus einer Rollkugel 1 aus glasklarem Material, in deren Innern diffus streuende Flächen z. B. in Form eines Hexaeders 28 angeordnet sind. Räumlich verteilt sind 3 Lichtgeber-Lichtempfängerpaare 29-30, 31-32, 33-34, die vorteilhafterweise zeitlich versetzt getaktet oder mit verschiedenen Wellenlängen betrieben werden, um die Auswertung der Amplitudenwerte in Abhängigkeit vom Drehwinkel der Rollkugel zu vereinfachen.

Eine Rollkugel-Steuerinrichtung ebenfalls auf optischem Prinzip gemäß Anspruch 6 weist wie in Fig. 4 eine Rollkugel 1 aus glasklarem Material auf, bei der aber anstelle des diffus streuenden Hexaeders 28 eine reflektierende Anordnung aus Tripelspiegeln eingesetzt wird. Vor die Lichtgeber 29, 31, 33 sind Polarisationsfilter mit solcher Ausrichtung eingefügt, daß sich ebenfalls eine Amplitudenänderung des Lichts in Abhängigkeit vom Raumwinkel der Rollkugel ergibt.

Gemäß Anspruch 7 wird die vorzugsweise für die räumliche Manipulation, insbesondere Drehung, geeignete Rollkugel-Steuerinrichtung durch zusätzliche Ausrüstung oder Benutzung von Tastenschaltern umgeschaltet auf einen oder 2 von 3 Freiheitsgraden, wie er bei der Positionierung eines Punktes (Cursor) im Raum, z. B. auf einen charakteristischen Punkt des dargestellten Objektes, und bei anderen Manipulationen erforderlich sein kann. Die Tastenschalter sind elektrisch mit dem Rechner verbunden.

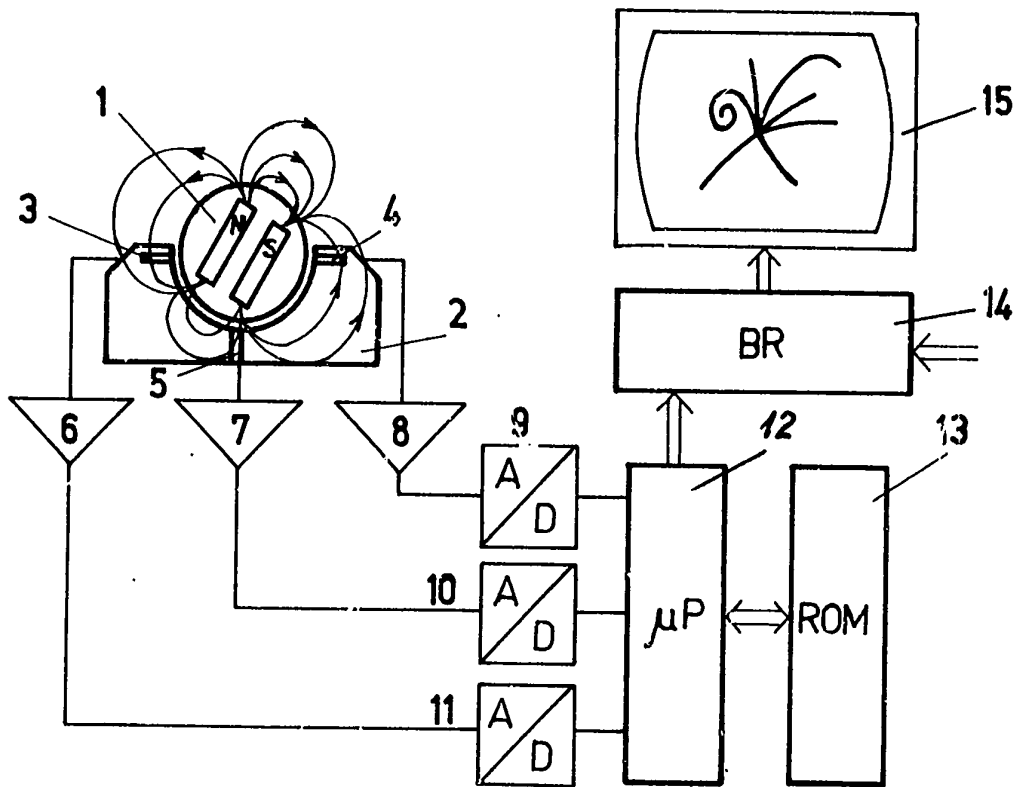


Fig.1

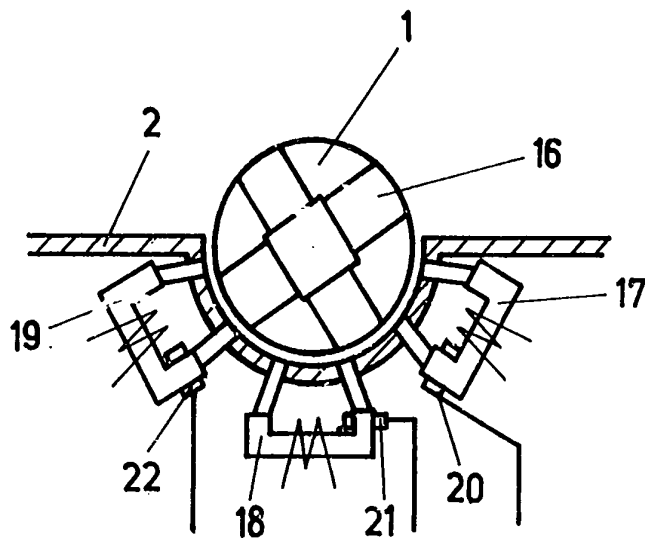


Fig. 2

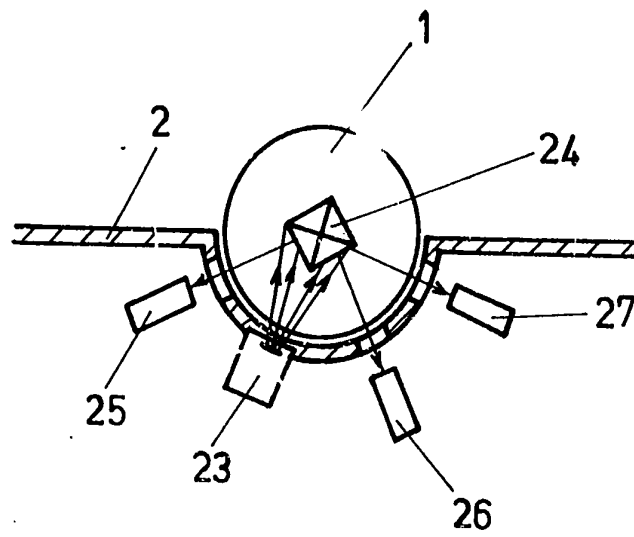


Fig. 3

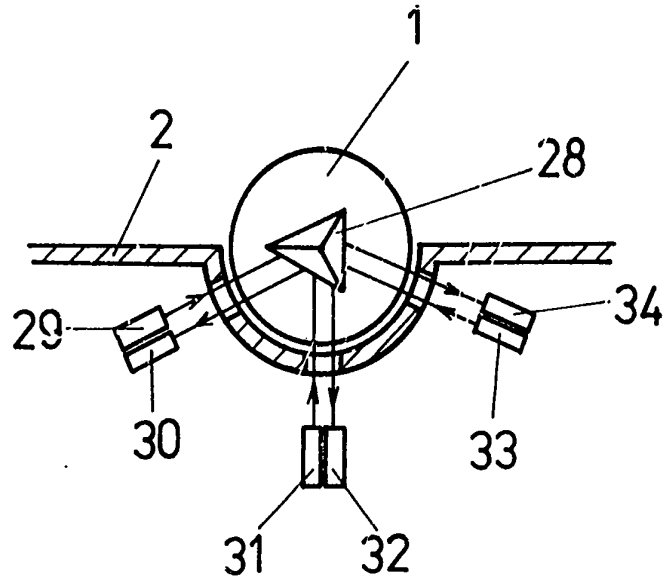


Fig. 4