



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
19.10.94 Patentblatt 94/42

⑤ Int. Cl.⁵ : **F41G 7/22**

① Anmeldenummer : **88120227.9**

② Anmeldetag : **03.12.88**

④ **Endphasengelenktes Geschoss.**

③ Priorität : **09.03.88 DE 3807725**

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
13.09.89 Patentblatt 89/37

④ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
19.10.94 Patentblatt 94/42

④ Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB IT

⑤ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 233 080
DE-A- 3 438 544
DE-C- 3 644 456
US-A- 4 155 521
US-A- 4 500 051

⑦ Patentinhaber : **Bodenseewerk Gerätetechnik
GmbH**
Alte Nussdorfer Strasse 15
Postfach 1120
D-88662 Überlingen (DE)

⑦ Erfinder : **Dulat, Bernd**
Primelweg 5
D-7770 Überlingen (DE)
Erfinder : **Moebes, Hellmuth**
Im Betzen 12
D-7771 Frickingen (DE)

⑦ Vertreter : **Weisse, Jürgen, Dipl.-Phys. et al**
Bökenbusch 41
Postfach 11 03 86
D-42531 Velbert (DE)

EP 0 331 804 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung**Technisches Gebiet**

5 Die Erfindung betrifft ein endphasengelenktes Geschöß zum Abschuß aus einer Kanone.

Zugrundeliegender Stand der Technik

10 Die DE-C-36 44 456 zeigt ein Geschöß mit einem optisch durchlässigen Fenster und einem zentralen Spitze.

Die US-A-4 500 051 zeigt ein aus einer Kanone abgeschossenes Geschöß mit einem luftgelagerten Sucher. Das Geschöß hat eine Heckstabilisierung und Mittelflügel, die von Detektorsignalen gesteuert sind.

Die DE-A-34 38 544 zeigt einen optischen Sucher mit Cassegrain-System.

15 Die US-A-4 155 521 zeigt ein Geschöß mit einem kardanisch aufgehängten Sucher und einem luftgelagerten Kreisel.

Offenbarung der Erfindung

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Geschöß, das aus einer Kanone, insbesondere einer Panzerkanone, verschossen wird, in der Endphase auf ein bewegliches Ziel zu lenken.

Diese Aufgabe bietet eine Reihe recht erheblicher Probleme. Das Geschöß wird beim Abschuß kurzzeitig extrem stark beschleunigt. Lenkmittel müssen diese hohe Beschleunigung aushalten. In der Lenkphase muß eine hohe Querbeschleunigung erreichbar sein. Dabei darf aber der Luftwiderstand des Geschosses nicht so beeinträchtigt werden, daß dies zu Lasten der Einsatzweite des nach dem Abschuß antriebslosen Geschosses geht. Zur Erfüllung eines anspruchsvollen Lenkgesetzes müssen die Lenkmittel eine inertielle Referenz aufweisen. Für die Lenkmittel steht nur ein kleines Volumen zu Verfügung. Die hohe Geschwindigkeit des Geschosses im Überschallbereich führt zur Erwärmung.

Nach der Erfindung wird die gestellte Aufgabe gelöst durch die Kombination der nachstehenden Maßnahmen:

- 30 (a) Ein optischer Sucher enthält einen luftgelagerten Kreisel.
 (b) Auf dem luftgelagerten Kreisel sind ein optischer Detektor sowie ein Cassegrain-System als optisches Abbildungssystem angeordnet, welches ein Gesichtsfeld mit einer kreisenden Abtastbewegung abtastet.
 (c) Das Geschöß ist an der Spitze durch einen optisch durchlässigen Keil abgeschlossen, der von Planflächen begrenzt ist.
 35 (d) Der optisch durchlässige Keil trägt einen zentralen Spitze.
 (e) Das Geschöß weist eine Heckstabilisierung und eine Mittelflügelsteuerung auf, die von Signalen des Detektors über Signalverarbeitungsmittel und einen Stellantrieb verstellbar ist.
 (f) Das Geschöß wird aerodynamisch zu einer stetigen Rollbewegung veranlaßt. letzten Absatz von Anspruch 1 einfügen.
 40 (g) Die Geometrie des Spikes (14) und der Abbildungsoptik (42) wird in Anpassung an den begrenzten Schielwinkel des Suchers (12) ausgelegt, so daß Strahlungsverluste durch Abschattung durch den Spike (14) weitgehend vermieden werden können.

Die angeführten Maßnahmen sind zum großen Teil an sich bekannt: Es sind luftgelagerte Kreisel bekannt. Es sind Sucher mit einem Cassegrain-System bekannt. Es ist bekannt, durch einen Keil eine Bildrotation und damit in Verbindung mit einer weiteren, kreisenden Abtastbewegung eine Rosettenabtastung eines Gesichtsfeldes vorzunehmen. Es sind Spikes bei Flugkörpern hoher Geschwindigkeit bekannt. Es ist bei Flugkörpern sowohl eine Heckstabilisierung als auch eine Mittelflügelsteuerung bekannt. Und es ist bekannt, einem Geschöß eine Rollbewegung (Drall) zu erteilen.

50 Durch die beanspruchte Kombination von Maßnahmen wird jedoch die Aufgabe gelöst, unter den vorstehend geschilderten ungünstigen Bedingungen eine Endphasenlenkung für ein durch eine Kanone abgeschossenes Geschöß zu schaffen. Die erwähnten Maßnahmen der Erfindung wirken dabei zur Lösung der gestellten Aufgabe zusammen.

Der Sucher ist als Kreisel ausgeführt, damit eine inertielle Referenz für die Lenkung zur Verfügung steht. Da das Geschöß beim Abschuß extremen Beschleunigungen unterworfen ist, ist der Kreisel luftgelagert. Jede andere Lagerung würde bei den hohen Beschleunigungen zerstört. Es hat sich aber gezeigt, daß ein luftgelagerter Kreisel diese Beschleunigungen übersteht und dann funktionsfähig ist. Ein luftgelagerter Kreisel läßt aber nur begrenzte Schielwinkel zu. Das Geschöß muß daher recht genau auf das Ziel ausgerichtet sein. Die bei der Zielverfolgung auftretenden Querbeschleunigungen dürfen nicht wie bei manchen anderen Flugkörper-

pern durch einen Anstellwinkel des Geschosses aufgebracht werden. Ein solcher Anstellwinkel könnte nämlich dazu führen, daß der Sucher wegen des begrenzten Schielwinkels das Ziel verliert. Deshalb erfolgt die Lenkung mittels einer Mittelflügelsteuerung gelenkt. Eine solche Mittelflügelsteuerung besteht aus paarweise gekoppelten Flügeln in Kreuzanordnung im Schwerpunktbereich des Geschosses. Diese Flügel sind von Lenksignalen über Stellmotoren verschwenkbar. Es hat sich gezeigt, daß bei Anwendung einer solchen Mittelflügelsteuerung die für die Lenkung des Geschosses ins Ziel erforderlichen Querschleunigungen aufgebracht werden können, ohne daß der Sucher mit seinem durch den luftgelagerten Kreisel begrenzten Schielwinkel das Ziel verliert.

Diese Mittelflügelsteuerung gestattet auch die Verwendung eines Spikes. Im Vergleich zu üblichen Sucherdomen bringt der Spike eine erhebliche Verminderung des Strömungswiderstandes. Das ist bei den hohen Geschwindigkeiten des Geschosses sehr wesentlich und ermöglicht es überhaupt, ein solches Geschöß mit einem Sucher zu versehen. Voraussetzung für die Verwendung eines Spikes ist allerdings, daß das Geschöß in der Lenkphase ohne nennenswerten Anstellwinkel fliegt. Anderenfalls würde sich der Spike aerodynamisch ungünstig auswirken. Dieses Verhalten wird aber schon wegen des begrenzten Schielwinkels des Suchers so-wieso durch die Mittelflügelsteuerung erreicht.

Ein Spike hat den Vorteil, daß die Stautemperatur an dem Fenster des Suchers gesenkt wird, indem der Spike den geraden Verdichtungsstoß mit hoher Umwandlung von kinetischer Energie in Wärmeenergie in einen schrägen Stoß verwandelt. Das führt zu geringerer Thermoschockbelastung des Fenstermaterials. Außerdem ist die geringere

Temperatur am Fenster des Suchers günstig für Detektoren, die auf infrarote Strahlung ansprechen und verbessert die Auffaßweite des Systems.

Die Verwendung eines Spikes bedingt aber die Verwendung einer Abbildungsoptik des Suchers, die durch den Spike nicht gestört wird. Eine solche Abbildungsoptik ist ein Cassegrain-System. Bei geeigneter Auslegung der Geometrie des Spikes und der Abbildungsoptik in Anpassung an den begrenzten Schielwinkel des Suchers können Strahlungsverluste durch Abschattung weitgehend vermieden werden. Ein Cassegrain-System besitzt außerdem eine relativ hohe Beschleunigungsfestigkeit.

Es ergibt sich dann noch die Frage, wie eine Abtastung des Gesichtsfeldes erfolgen soll. Komplizierte Abtastmechanismen müssen wegen der hohen Beschleunigungen entfallen. Es wird dabei die Tatsache ausgenutzt, daß alle Geschosse, wenn sie nicht mit besonderem Regelaufwand rollagestabilisiert sind, eine mehr oder weniger starke Rollbewegung ausführen. Dies wird nach der Erfindung für die Gesichtsfeldabtastung ausgenutzt. Eine relativ schnelle Abtastbewegung führt die auf dem Kreisel montierte Abbildungsoptik aus. Das geschieht zweckmäßigerweise dadurch, daß der luftgelagerte Kreisel zu einer kontrollierten Nutationsbewegung erregt wird. Eine zweite, langsamere Abtastbewegung wird durch die Rollbewegung des Geschosses erhalten. Zu diesem Zweck ist statt des üblichen Domes als optisches Fenster ein Keil vorgesehen, der von zwei ebenen Flächen begrenzt ist. Dieses quasi-ebene Fenster trägt den Spike. Es ergeben sich damit bessere Abbildungseigenschaften und eine kreisende Bildbewegung relativ zu dem Detektor, die sich mit der Bewegung der Abbildungsoptik zu einer Rosettenabtastung ergänzt.

Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 ist eine Seitenansicht, teilweise im Schnitt, eines Geschosses mit Endphasenlenkung.

Fig. 2 zeigt einen Längsschnitt des Suchers.

Fig. 3 veranschaulicht schematisch die Bewegung des Suchers zur Abtastung des Gesichtsfeldes.

Fig. 4 veranschaulicht die rosettenförmige Abtastung des Gesichtsfeldes durch Kombination der Abtastbewegung des Suchers und der Rollbewegung des Geschosses.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Das Geschöß 10 weist an der Spitze einen Sucher auf. Der Sucher 12 trägt einen Spike 14. Hinter dem Sucher 12 ist die Gasversorgung 16 für die Luftlagerung eines Kreisels 18 angeordnet. Der Kreisel 18 bildet einen wesentlichen Teil des Suchers 12. Hinter der Gasversorgung 16 sitzt eine Batterie 20 für die Stromversorgung. An die Batterie 20 schließt sich eine Baugruppe 22 an, die ein Ruderstellsystem und die zugehörige Leistungselektronik enthält. Dahinter sitzt die Sucherelektronik 24. Im Endteil des Geschosses 10 sind ein Sprengkopf 26 und ein Zünder 28 angeordnet. Die Batterie 20 speist den Sucher, die Leistungselektronik und das Ruderstellsystem sowie die Sucherelektronik. Durch Leitwerke 30 im Bereich des Endteils wird eine Heck-

stabilisierung erreicht. Im Bereich der Baugruppe 22 des Ruderstellensystems sind Steuerflächen 32 in Kreuzflügelanordnung vorgesehen, die eine Mittelflügelsteuerung bewirken. Die Steuerflächen 32 sind beim Abschluß eingezogen und werden in der Lenkphase ausgefahren. Da die Steuerflächen im Bereich des Schwerpunktes des Geschosses 10 sitzen, können damit Querkräfte für die Lenkung erzeugt werden, ohne daß dabei ein wesentlicher Anstellwinkel des Geschosses auftritt. In der Lenkphase werden die Steuerflächen 32 von dem Ruderstellensystem in Baugruppe 22 betätigt, das über die Leistungselektronik von der Sucherelektronik 24 gesteuert ist. Die Sucherelektronik 24 erhält und verarbeitet Signale von dem Sucher 12.

Der Sucher 12 ist in Fig.2 in vergrößertem Maßstab dargestellt. Der Kreisel 18 des Suchers 12 ist in einer sphärischen Lagerfläche 34 mittels einer Luftlagerung gelagert. Die Luftlagerung ist eine bekannte Technik und daher hier nicht im einzelnen beschrieben. Es wird ein Druckgasstrom in die Lagerfläche eingeleitet, so daß der Kreisel 18 mit seiner sphärischen Außenfläche auf einer Luftschicht schwebend gehalten wird. Der Kreisel 18 wird durch eine Statorwicklung 36 elektrisch oder pneumatisch angetrieben. Der Kreisel 18 rotiert um eine geschoßfeste Detektorsäule 38. Auf der Stirnfläche der Detektorsäule 38 sitzen infrarotempfindliche Detektoren 40. Die Detektorsäule 38 enthält eine Kühlvorrichtung, mittels derer die Detektoren 40 gekühlt werden.

Der Kreisel 18 trägt, wie aus der schematischen Fig.3 am besten ersichtlich ist, eine Abbildungsoptik 42 in Form eines Cassegrain-Systems mit einem ringförmigen Hohlspiegel 44 als Primärspiegel und einem im Abstand davor angeordneten Spiegel 46 als Sekundärspiegel. Der Strahlengang der Abbildungsoptik 42 verläuft, wie in Fig.3 dargestellt, vom Objekt, das praktisch im Unendlichen liegt, über den ringförmigen Hohlspiegel 44 und den Spiegel 46 auf den Detektor 40. Der Spiegel 46 ist über einen stabilen Spiegelträger 48 an dem Kreisel 18 gehalten.

Wie aus Fig.3 ersichtlich ist, führt die Abbildungsoptik 42 eine kreisende Abtastbewegung aus. Das wird dadurch erreicht, daß der Kreisel 18 mit der Abbildungsoptik zu einer kontrollierten Nutationsbewegung angeregt wird.

Der Sucher 12 ist durch ein planes Fenster 54 abgeschlossen. Das Fenster 54 besteht aus infrarotdurchlässigem Material. Das Fenster ist keilförmig ausgebildet und wird durch Planflächen 58 und 60 begrenzt.

Die Steuerflächen 32 sind mit einer Verwindung versehen, derart, daß das Geschöß eine stetige Rollbewegung ausführt. Wie aus Fig.3 ersichtlich ist, wird dabei der Strahlengang für die Abbildungsoptik 42 abgelenkt und damit der von dem Detektor 40 jeweils erfaßte Punkt des abgetasteten Gesichtsfeldes verändert. Wenn das Geschöß seine Rollbewegung ausführt, würde ohne die Abtastbewegung der Abbildungsoptik 42 ein ringförmiger Bereich des Gesichtsfeldes um die Geschößachse abgetastet. Diese durch die Rollbewegung des Geschosses hervorgerufene relativ langsame Abtastbewegung wird jedoch der schnellen Abtastbewegung der Abbildungsoptik 42 überlagert. Es resultiert eine Rosettenabtastung, wie sie in Fig.4 angedeutet ist. Durch die Nutationsbewegung des Kreisels 18 und die dadurch bedingte relativ schnelle Abtastbewegung der Abbildungsoptik 42 werden die einzelnen "Blätter" 62 der Rosette durchlaufen. Die Rollbewegung des Geschosses 10 bewirkt durch den damit umlaufenden Keil eine überlagerte langsamere Drehung längs des Abtastkreises 64. Dadurch, daß mehrere Detektoren 40 vorgesehen sind, wird mit jedem Blatt 62 der Rosette, also bei jedem Nutationsumlauf des Kreisels 18 ein ringförmiger Streifen 66 abgetastet, wie in Fig.4 dargestellt ist.

Das Fenster 54 trägt den Spike 14. Dadurch wird der Strömungswiderstand des Geschosses 10 vermindert. Die Strömung wird von dem Fenster 54 teilweise abgelenkt, wodurch die Erwärmung vermindert wird.

Patentansprüche

1. Endphasengelenktes Geschöß zum Abschuß aus einer Kanone oder Start aus Launcher, **gekennzeichnet durch die Kombination der nachstehenden Merkmale**

(a) Ein optischer Sucher (12) enthält einen luftgelagerten Kreisel (18).

(b) Auf dem luftgelagerten Kreisel (18) ist ein Cassegrain-System als Abbildungsoptik (42) angeordnet, welche Zielstrahlung auf einem optischen Detektor (40) abbildet und ein Gesichtsfeld mit einer kreisenden Bewegung abtastet.

(c) Das Geschöß (10) ist an der Spitze durch ein optisch durchlässiges planes Fenster (54) abgeschlossen.

(d) Das optisch durchlässige Fenster (54) trägt einen zentralen Spike (14).

(e) Das Geschöß (10) weist eine Heckstabilisierung und Mittelflügel auf, die von Signalen des Detektors (40) und des Kreisels (18) über Signalverarbeitungsmittel (24) und einen Stellantrieb (22) angesteuert werden.

(f) Das Geschöß (10) wird aerodynamisch zu einer stetigen Rollbewegung veranlaßt.

(g) Die Geometrie des Spikes (14) und der Abbildungsoptik (42) wird in Anpassung an den begrenzten Schielwinkel des Suchers (12) ausgelegt, so daß Strahlungsverluste durch Abschattung durch den Spike (14) weitgehend vermieden werden können.

- 5 **2.** Endphasengelenktes Geschoß nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung einer kreisenden Abtastbewegung der Kreisel (18) zu einer kontrollierten Nutationsbewegung anregbar ist.
- 3.** Endphasengelenktes Geschoß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer kreisenden Abtastbewegung das optische Fenster (54) keilförmig ausgebildet ist.
- 10 **4.** Endphasengelenktes Geschoß nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Detektor (40) ein Infrarotdetektor und das Fenster (54) für infrarote Strahlung durchlässig ist.
- 5.** Endphasengelenktes Geschoß nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Detektor (40) gekühlt ist.
- 15 **6.** Endphasengelenktes Geschoß nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Detektor (40) mehrere Detektorelemente enthält, so daß bei jedem Umlauf der kreisenden Abtastbewegung ein ringförmiger Streifen (66) des Gesichtsfeldes abgetastet wird.

20

Claims

1. Projectile for launching from a cannon or launcher which projectile is steered onto a target during the end phase of its trajectory and which is **characterized by the combination of the following features**
- 25 (a) An optical seeker (12) contains an air supported gyro (18).
 (b) A Cassegrain system constituting an imaging optical system (42) is arranged at the air supported gyro (18), said imaging optical system imaging target radiation at an optical detector (40) and scanning a field of view using a gyrating motion.
 (c) The projectile (10) is closed at the tip by means of an optically transparent, planar window (54).
 (d) The optically transparent window (54) carries a central spike (14).
 (e) The projectile (10) comprises tail stabilization and mid-portion wings controlled by signals which are produced by the detector (40) and the gyro (18) via signal processing means (24) and servo motor means (22).
 (f) The projectile (10) is aerodynamically caused to carry out a continuous rolling movement.
 (g) The geometry of the spike (14) and the imaging optical system (42) is designed in adaptation to the limited squint angle of the seeker (12) such that radiation losses due to shadowing by the spike (14) can be avoided to a large extent.
- 30 **2.** Projectile which is steered during the end phase of its trajectory, according to claim 1, **characterized in that** the gyro (18) is energisable to carry out a controlled nutational motion in order to generate a gyrating scanning motion.
- 3.** Projectile which is steered during the end phase of its trajectory, according to claim 1, **characterized in that** the optical window is constructed in a wedge shape for generating a gyrating scanning motion.
- 45 **4.** Projectile which is steered during the end phase of its trajectory, according to claim 1 to 3, **characterized in that** the detector (40) is an infrared detector and the window (54) is transparent for infrared radiation.
- 5.** Projectile which is steered during the end phase of its trajectory, according to claim 4, **characterized in that** the detector (40) is cooled.
- 50 **6.** Projectile which is steered during the end phase of its trajectory, according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the detector (40) contains a plural number of detector elements so that an annular strip (66) of the field of view is scanned during each revolution of the gyrating scanning motion.

55

Revendications

1. Projectile dirigé en phase finale destiné au lancement d'un canon ou au départ d'un lanceur, caractérisé par la combinaison des **caractéristiques suivantes**
- 5 (a) Un chercheur optique (12) comprend un gyroscope (18) logé en air (18).
 (b) Un système Cassegrain est disposé comme système optique de reproduction (42) sur le gyroscope (18) logé en air, système Cassegrain qui reproduit la radiation de cible sur un détecteur optique (40) et qui explore un champ de vision avec un mouvement circulaire.
 (c) Le projectile (10) est fermé sur la pointe par une fenêtre (54) plane optiquement transparente.
 10 (d) La fenêtre (54) optiquement transparente porte un spike (14) central.
 (e) Le projectile (10) présente une stabilisation à l'arrière et des ailes centrales commandées par des signaux du détecteur (40) et du gyroscope (18) par des moyens de traitement de signal (24) et un entraînement de commande (22).
 (f) Le projectile (10) est incité aérodynamiquement à un mouvement de roulis permanent.
 15 (g) La géométrie du spike (14) et du système optique de reproduction (42) est dimensionnée en adaptation à l'angle bigle du chercheur (12) de sorte que des pertes de radiation peuvent être largement supprimées par l'obscurcissement par le spike (14).
2. Projectile dirigé en phase finale selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**afin de provoquer un mouvement circulaire d'exploration, le gyroscope (18) peut être incité à un mouvement de nutation contrôlé.
- 20 3. Projectile dirigé en phase finale selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'**afin de provoquer un mouvement circulaire d'exploration, la fenêtre optique (54) est en forme de coin.
- 25 4. Projectile dirigé en phase finale selon la revendication 1 à 3, **caractérisé par le fait que** le détecteur (40) est un détecteur infrarouge et la fenêtre (54) est transparente à la radiation infrarouge.
5. Projectile dirigé en phase finale selon la revendication 4, **caractérisé par le fait que** le détecteur (40) est refroidi.
- 30 6. Projectile dirigé en phase finale selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** le détecteur (40) comprend plusieurs éléments de détecteur de sorte que pour chaque rotation du mouvement circulaire d'exploration, une bande annulaire (66) du champ de vision est explorée.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

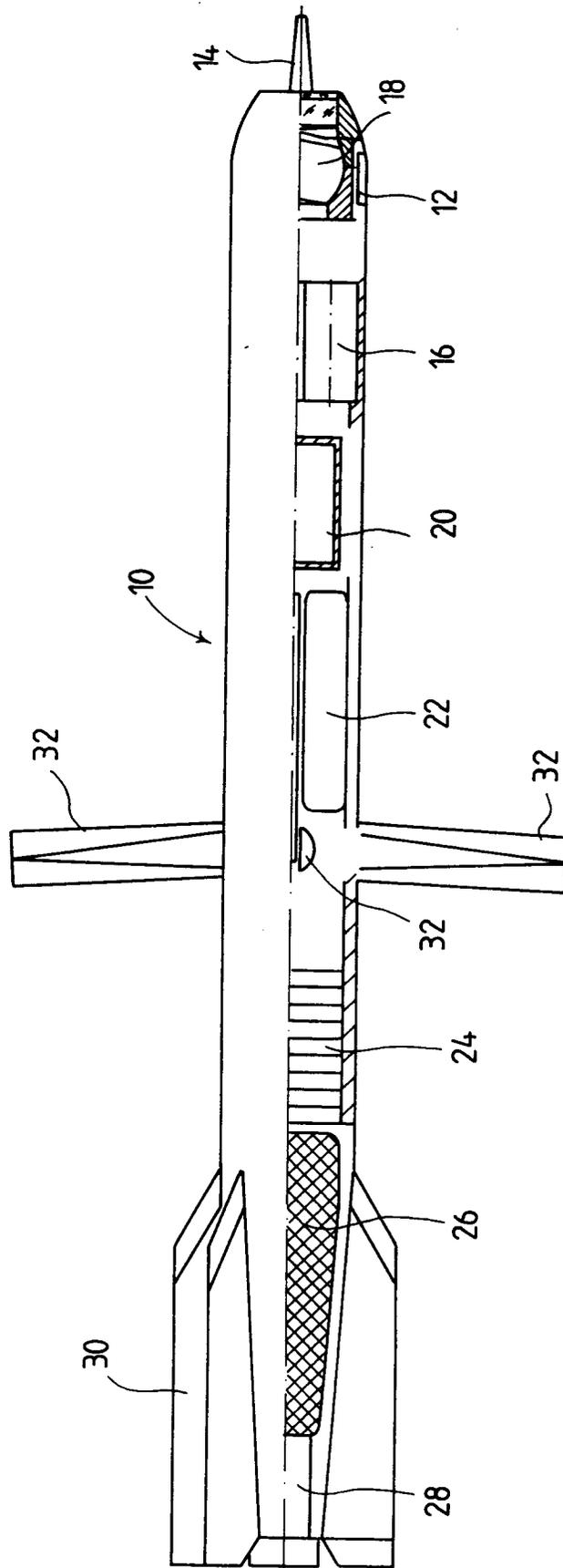


Fig.1

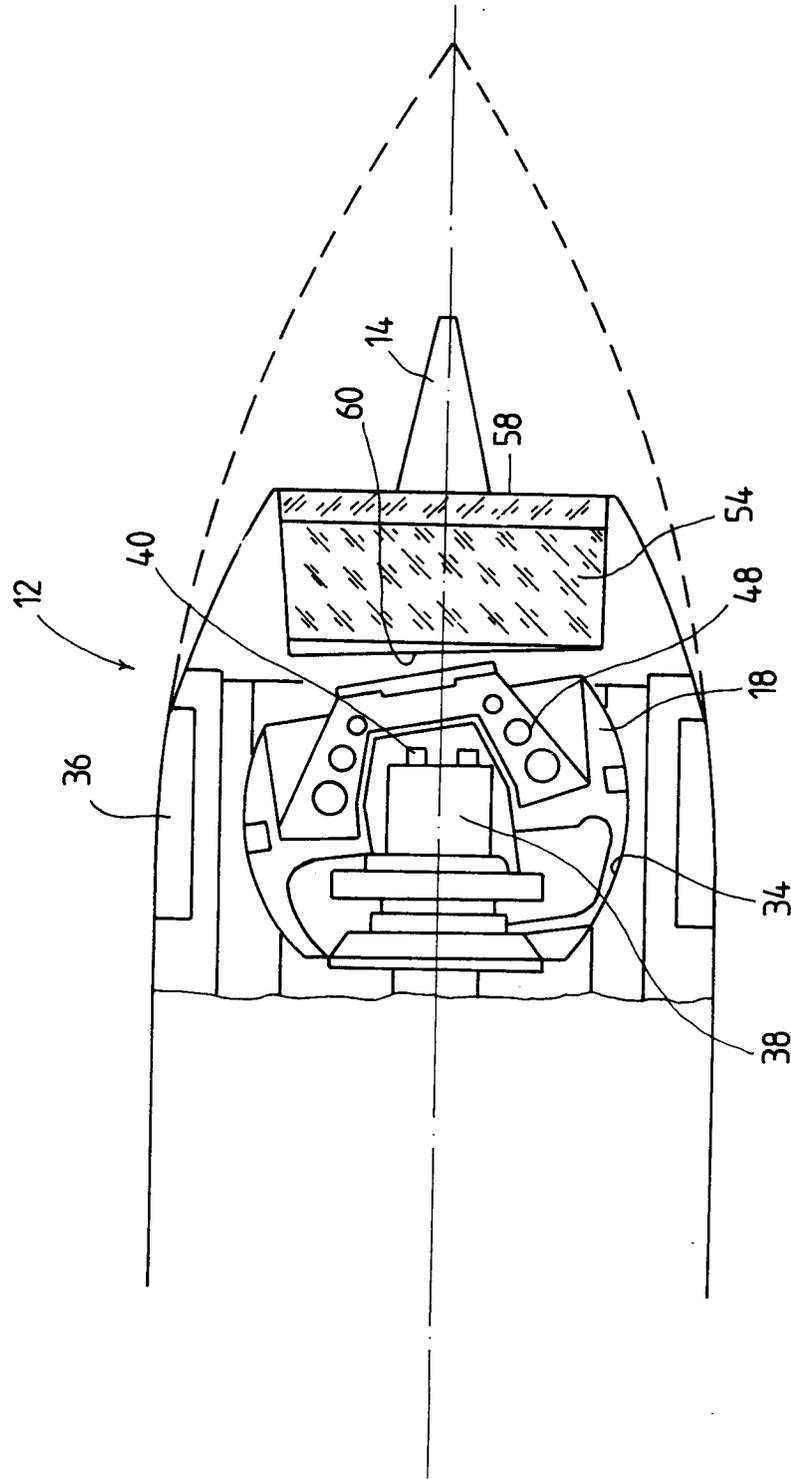


Fig. 2

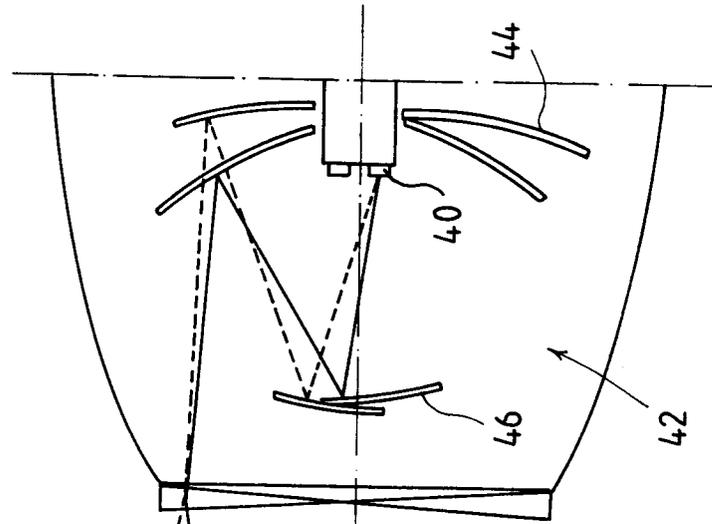


Fig. 3

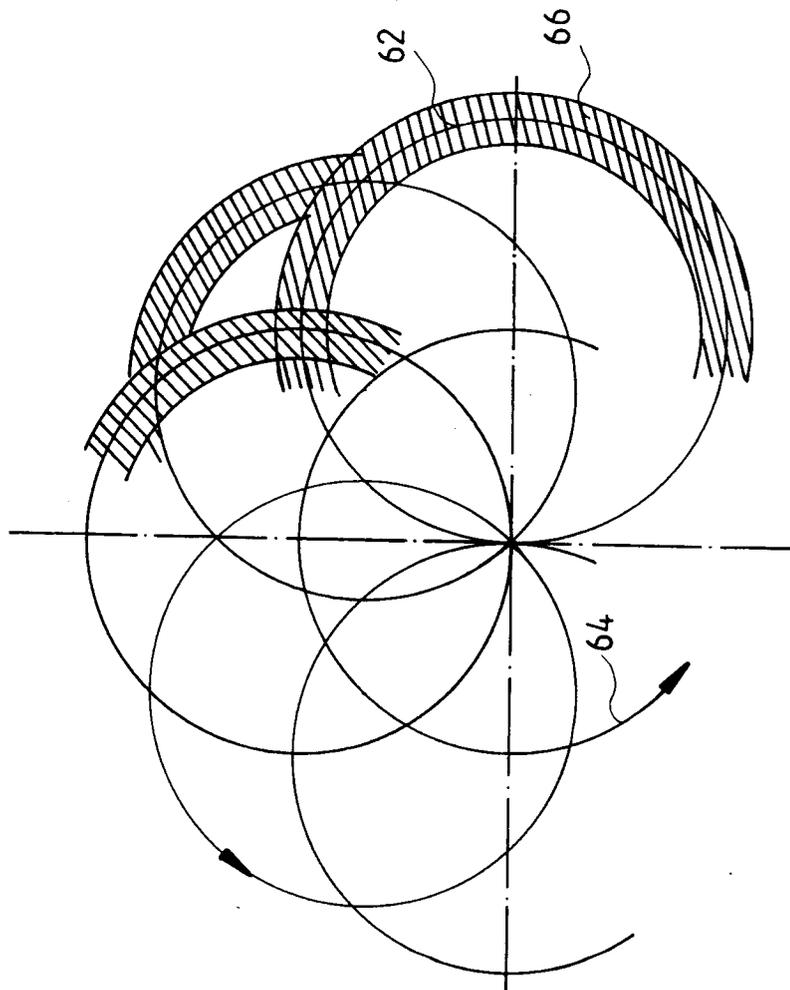


Fig. 4