



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 952 422 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.05.2003 Patentblatt 2003/22

(51) Int Cl.7: **F41A 33/00, F42B 8/20**

(21) Anmeldenummer: **98810345.3**

(22) Anmeldetag: **20.04.1998**

(54) **Simulator für Vorderlader-Rohrwaffen**

Simulator for muzzle loading gun

Simulateur d'une arme du type mortier

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IT LI NL PT SE

(72) Erfinder: **Lazecki, René**
9468 Sax (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.10.1999 Patentblatt 1999/43

(74) Vertreter:
AMMANN PATENTANWAELTE AG BERN
Schwarztorstrasse 31
3001 Bern (CH)

(73) Patentinhaber: **RUAG Electronics**
3014 Bern (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 453 821 **US-A- 2 801 586**
US-A- 2 809 624

EP 0 952 422 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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Simulator für Vorderlader-Rohrwaffen gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie dafür geeignete Munition.

[0002] Simulationssysteme für das Training der Bedienung militärischer Waffensysteme bieten verschiedene Vorteile und gewinnen daher zunehmend an Interesse. U. a. sind deutlich geringere bis keine Sicherheitsmassnahmen mehr nötig, während beim Üben an realen, weitreichenden Waffensystemen neben den strengen Sicherheitsmassnahmen für die Übenden auch noch grosse Gebiete, die je nachdem nur schwierig zu finden sind, abgesperrt werden müssen, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Schliesslich ist das Üben in der Regel an Simulatoren auch mit geringeren Kosten verbunden und kann daher intensiver durchgeführt werden. Auch können mit Simulatoren Situationen geübt werden, die in der Realität nur mit grossem Aufwand oder überhaupt nicht geübt werden können z.B. der Einfluss des Wetters, Schiessen im überbautem Gebiet. Bei Waffensystemen mit relativ teurer Munition, wie z. B. Vorderlader-Rohrwaffen, wozu u. a. Minen-, Granat- und Raketenwerfer zählen, ist ein besonderer Vorteil eine wiederverwendbare Munition.

[0003] Bekannte Projekte für Minenwerfersimulatoren leiden u. a. daran, dass die Simulation in entscheidenden Punkten nicht der Realität entspricht, wodurch dann gefährliche Bedienungsfehler an Echtsystemen provoziert werden. Nach dem Durchführen eines Abschusses befindet sich bei den bekannten Konstruktionen der Schuss, d. h. die Mine, Granate, Beleuchtungsgranate usw., im Abschussrohr und muss daraus entfernt werden. Dazu wird vorgeschlagen, den Schuss mittels eines geeigneten Werkzeugs wieder nach oben aus dem Rohr herauszuziehen. Zum einen ist diese Manipulation in der Realität ausserordentlich gefährlich, zum anderen ist es mit einem solchen Minenwerfersimulator auch nicht möglich, Schnellfeuer zu üben, bei dem die Schüsse so schnell als möglich hintereinander abgefeuert werden.

[0004] Ein anderer Vorschlag besteht in dem automatischen Herausschleudern der Granaten. Eine Möglichkeit besteht im Vorsehen einer sehr schwachen Treibladung, eine andere darin, eine Feder, pneumatische oder hydraulische Zylinder o. ä. vorzusehen. Erstere Möglichkeit ist mit Lärmentwicklung und mit Verbrauch von Treibladungen verbunden, die andere verlangt das manuelle oder motorische Spannen der Feder bzw. das Erzeugen des pneumatischen oder hydraulischen Drucks. Ein motorisches Spannen bzw. Druckerzeugen verlangt seinerseits eine relativ starke Energiequelle, die beim realitätsnahen Üben im Gelände in der Regel nicht zur Verfügung steht. Alle Auswurftechniken verlangen jedenfalls wieder Sicherheitsmassnahmen, da jede Granate einige Meter weit weggeschleudert wird. Es besteht auch die Gefahr, dass die teure Simulationsgranate bei ungünstiger Landung, z. B. auf der Heckflosse,

bis zur Unbrauchbarkeit beschädigt wird. Aber auch die in der Spitze angeordneten Zünder können bei regulärer Landung beschädigt werden. Schliesslich ist nicht zu vergessen, dass die Übungsminen/granaten nach der Übung wieder zeitaufwendig gesucht und eingesammelt werden müssen.

[0005] Das Patent US-2,801,586 beschreibt einen Einsatz in einen Mörser, um das Kaliber zu verkleinern. Für den Einsatz wird weiter ein Schuss des verringerten Kalibers angegeben, der mit dem Einsatz abgeschossen werden kann. Der Schuss ist mit einer Treibladung im Innern versehen. Durch Verändern der Auslässe für das Treibgas ist die Flugbahn und -weite einstellbar.

[0006] Eine Aufgabe vorliegender Erfindung besteht darin, einen Simulator für Vorderlader-Rohrwaffen anzugeben, der ein realitätsnahes Üben der Bedienung unter Vermeidung mindestens eines der oben genannten Nachteile erlaubt.

[0007] Ein solcher Simulator für Vorderlader-Rohrwaffen ist im Anspruch 1 angegeben, die weiteren Ansprüche definieren bevorzugte Ausführungsformen und speziell für den erfindungsgemässen Simulator geeignete Munition.

[0008] Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Figuren erläutert werden.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Seitenansicht eines Minenwerfersimulators ;

Fig. 2 zeigt die Auswertungseinheit;

Fig. 3 zeigt schematisch einen Teilschnitt durch einen Minenwerfersimulator;

Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht eines Schusses für den Minenwerfersimulator;

Fig. 5 zeigt eine Ansicht von unten des Minenwerfersimulators gemäss Figur 4;

Fig. 6 zeigt das Blockschema der Elektronik in einem Simulationsschuss; und

Fig. 7 zeigt das Blockschema der Elektronik im Minenwerfersimulator.

[0009] Der erfindungsgemässe Minenwerfersimulator 1 gleicht äusserlich einem "echten" Minenwerfer: Auf der Grundplatte 2 steht schwenkbar das Abschussrohr 3. Der obere Teil des Abschussrohrs 3 ist über eine Visier- und Justiereinheit 4 beweglich an einer Stütze 5 angebracht. Da für die Simulation die Ausrichtung des Abschussrohrs 3 u. a. durch einen elektronischen Kompass in der Ausrichtungsmesseinheit 6 gemessen wird, besteht der Simulator im Bereich des Kompasses weitgehend aus antimagnetischem Material, insbesondere die Grundplatte 2 und das Abschussrohr 3, um das Erdmagnetfeld nicht zu stören. Als ein solches Material kann z. B. Aluminium, eine Legierung davon oder Messing dienen.

[0010] Das Abschussrohr 3 weist am unteren Ende die Ausfallöffnung 7 auf, aus der die Granate 8, nachdem sie oben vom Übenden eingeschoben wurde, wie-

der aus dem Abschussrohr 3 unten herausfällt. Die geringe Fallhöhe vermeidet dabei weitgehend Beschädigungen der Granate 8. Zusätzlich kann unter der Ausfallöffnung 7 eine Polsterung, z. B. eine Matte, ausgelegt werden, um die Gefahr für die Granaten 8 weiter zu verringern.

[0011] Die bereits erwähnte Ausrichtungsmesseinheit 6 umfasst einen elektronischen Magnetkompass für die Richtung (Azimuth) und Winkelmesser (Inklinometer) zur Bestimmung der Elevation und der Verkippung des Abschussrohrs 3. Die Ausrichtungsmesseinheit befindet sich zusammen mit einer Funkdatenübermittlungseinheit 9 und einer GPS-Einheit 10 zur Bestimmung der Position des Simulators auf einem Träger 11, der am Abschussrohr 3 angebracht ist.

[0012] Die Bestimmung der geographischen Position und von Elevation und Verkippung kann mit marktgängigen Bauteilen problemlos mit genügender Genauigkeit erfolgen. Problematisch ist dagegen die Bestimmung der Richtung. In zahlreichen Tests konnte bisher eine ausreichende Genauigkeit nur mit dem angegebenen Magnetkompasssensor erzielt werden. Dies schließt jedoch nicht aus, dass zukünftig andere Sensortypen zum Einsatz gelangen, gegebenenfalls auch unter entsprechender Verringerung der Anforderungen. Als Grenze für die Zielgenauigkeit wurden 10 Artillerie-% angenommen entsprechend einer Streuung ≤ 10 m auf 1 km Schussweite oder $\frac{1}{2}^\circ$ Winkelauflösung am Abschussrohr.

[0013] Im Inneren des Abschussrohrs 3 befindet sich die Auswertungseinheit 12 mit Dejustiereinrichtung und eine Batterie 13 als Stromversorgung des Minenwerfersimulators. Alle diese Mess- und Steuermodule 6, 9, 10, 12, 13 sind untereinander durch Stromversorgungs-, Signal- und Datenleitungen 21 verbunden.

[0014] Die Dejustiereinrichtung, z. B. in der Art eines Exzentergetriebs, stellt zugleich die Verbindung zwischen Abschussrohr 3 und der Lagerkugel 14 dar, die auf der Grundplatte 2 aufliegt. Nach einem Abschuss wird die Dejustiereinrichtung von der Auswertungseinheit 12 aktiviert, um die Ausrichtung des Abschussrohrs zu verändern. Damit wird die Dejustierung, d. h. die Wirkung der Erschütterung eines echten Minenwerfers beim Abschuss, simuliert.

[0015] Von der Werferauswertungseinheit 12 ermittelte Daten werden drahtlos von der Sendeeinheit 15 bei einem Abschuss an ein Auswertungsgerät 16 (Fig. 2) übermittelt. Das Auswertungsgerät 16 befindet sich in der Regel in der Obhut des Übungsleiters und dient zum einen der Überwachung der korrekten Bedienung des Minenwerfersimulators und führt zum anderen die Berechnung der Flugbahn und des virtuellen Auftreffpunktes des Schusses durch. Das Gerät 16 kann z. B. ein mit einer entsprechenden Empfangseinheit versehener tragbarer Computer ("Laptop") sein.

[0016] Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt des Minenwerfersimulators 1 in vergrößerter Darstellung. Im Abschussrohr 3 befindet sich eine gerade herabgleitende Granate

8. Sie trägt an ihrem unteren Ende einen optischen Sender 17, über den die in der Granate 8 enthaltene Schusssteuerung Daten als Lichtsignale 18 aussenden kann. Die Lichtsignale 18 werden vom optischen Empfänger 19 erfasst und an die Werfersteuerung 12 zur Auswertung weitergeleitet. Da der Sender 17 einen Lichtkegel von geeignet gewähltem Öffnungswinkel aussendet, steigt die Intensität des vom Empfänger 19 erfassten Lichtsignals mit der Annäherung der Granate 8. Diese Entfernungsabhängigkeit der Intensität wird dazu benutzt, eine im Rohr 3 herabgleitende Granate zu erkennen (im Gegensatz zu einer vor dem Abschuss in das Rohrende eingeführten, aber noch festgehaltenen Granate). Das Verschwinden des Lichtsignals beim Herausfallen der Granate 8 aus der Ausfallöffnung 7 kann als Auslöser für die Simulation des Abschusses dienen, d. h. als Äquivalent zur Zündung des Treibsatzes einer echten Granate.

[0017] Im Bereich der Ausfallöffnung 7 befinden sich Leitbleche 20, die die Granate 8 auch bei nahezu senkrechter Ausrichtung des Abschussrohrs 3 aus dem Rohr hinausleiten. Die Leitbleche 20 weisen für das Lichtsignal 18 einen Durchgang oder ein Fenster auf.

[0018] Die Figg. 4 und 5 zeigen vergrößert eine Granate 8. Sie besteht im wesentlichen aus dem Körper 31, dem Zünder 32 und dem Leitwerk 33 mit Zusatzladungsplättchen 34. Der Zünder 32 ist, wie bei einer echten Granate, im Körper 31 eingeschraubt. Über eine Markierung an dem Zünderende, das in den Körper 31 hineingeschraubt ist, kann die im Körper 31 angeordnete Schusssteuerung 35 (Fig. 7) erkennen, welcher Zündertyp vorliegt (Aufschlag-, Verzögerungs-, Zeitzünder usw.). Es können damit mit einem und demselben Granatentyp die üblichen Munitions- und Anwendungsarten dargestellt werden, wobei gegebenenfalls durch die Schusssteuerung 35 oder im Auswertungsgerät 16 auch unerlaubte Kombinationen erkannt werden, z. B. ein Aufschlagzünder in einer Beleuchtungsgranate.

[0019] Die Zusatzladungsplättchen 34, die beim Simulationsschuss einfache, bevorzugt Zusatzladungen nachgebildete Plättchen sind, können jeweils in Aufnahmen zwischen je zwei Leitflügel 36 eingesteckt werden. Damit die Schusssteuerung 35 erkennen kann, wieviele Zusatzladungsplättchen aufgesteckt wurden, woraus die Flugweite berechnet wird, befindet sich zwischen je zwei Leitflügeln 36 ein Sensor 37 für die Zusatzladungsplättchen. Die Sensoren 37 können z. B. optisch (Reflexlichtschranke) oder induktiv arbeiten. Im Fall induktiver Sensoren bestehen die Plättchen 34 aus Metall oder aus einem metallisierten Trägermaterial

[0020] Am unteren Ende des Leitwerks 33 ist der Sender 17 angeordnet.

[0021] Aus der Darstellung dieses beispielhaften Simulationsschusses ergibt sich auch, dass ein Auswerfen durch verringerte Treibladung auf zusätzliche Schwierigkeiten stößt: Selbst eine verringerte Treibladung würde hohe Temperaturen im Leitwerk erzeugen, die nach dem Pulverabbrand entstandenen Treibgase

sind sehr heiss und stehen unter hohem Druck und die Schusssteuerung 35 in der Granate ist einer grossen Beschleunigung ausgesetzt, wodurch die Schusssteuerung 35, die Sensoren 37 und der Sender 17 in Mitleidenschaft gezogen werden könnten und entsprechend mit hohem Aufwand temperatur-, druck- und beschleunigungsfest ausgeführt werden müssten.

[0022] Fig. 6 zeigt ein Blockschaltbild der Schusssteuerung 35. Sie umfasst eine Zentraleinheit 41, die im wesentlichen aus einem Mikrocontroller besteht. Als Energiequelle 43 dient ein Kondensator extrem hoher Kapazität, z. B. an sich bekannte *Gold-Cap*-Kondensatoren. Wegen der doch geringen zur Verfügung stehenden Energie wird die Schusssteuerung erst durch einen Neigungssensor 42 eingeschaltet, wenn die Granate einen Winkel zur Horizontalen einnimmt, der im Bereich der Elevation des Minenwerfersimulators liegt (z. B. 45° bis 90°).

[0023] Die Energiequelle wird bevorzugt während der Aufbewahrung der Granate in einem speziellen Transportbehälter (nicht dargestellt) aufgeladen. Der Transportbehälter verfügt dazu u. a. über eine Batterie. Die Energieübertragung kann durch elektrische Kontakte an der Granate 8 und im Behälter oder z. B. drahtlos auf induktivem Weg erfolgen.

[0024] Da die Energie der Energiequelle 43 so ausgelegt ist, dass sie im wesentlichen nach einem Abschuss aufgebraucht ist, wird die realitätsfremde, sofortige Wiederverwendung der Granate nach deren "Abschuss" verhindert. Vielmehr muss dann eine Granate nach dem Abschuss wieder in den Transportbehälter zurückgelegt und solange darin belassen werden, bis die Energiequelle wieder aufgeladen ist.

[0025] Im Falle von Energiequellen höherer Kapazität ist es für eine realistische Simulation nötig, dass sich die Granate entweder nach einem Abschuss deaktiviert oder ein spezielles Signal erzeugt, das anzeigt, dass die Granate wiederverwendet wurde.

[0026] Die Zentraleinheit 41 steuert für die Datenübertragung den Sender 17 an, der die Lichtsignale 18 erzeugt.

[0027] Es können noch weitere, optionale Sensoren 44 vorhanden sein. Z. B. könnte ein Helligkeitssensor durch die Dunkelheit im Rohr 3 dazu dienen, einen Abschuss in Zusammenarbeit mit dem Neigungssensor 42 zu erkennen, oder ein Beschleunigungssensor, der den "Abschuss" durch das Aufprallen der Granate 8 am Werferrohrboden, der Ableiteinrichtung oder der Grundplatte mit oder ohne Kombination mit dem Neigungsmesser 42 erkennt. Im weiteren ist es auch denkbar, andere in der Granate eingebaute Sensoren, z. B. Schalter, optische, induktive oder kapazitive Sensoren, allein oder in Kombination zu verwenden, um zu detektieren, ob sich die Granate im Abschussrohr befindet. .

[0028] Die Werfersteuerung 51 (Fig. 7) besteht aus der Auswertungseinheit 12, an die die Sensoren für Position 10 (GPS-Einheit), Elevation/Kippung 52 (Inklinometer) und Richtung 53 (Kompass) angeschlossen

sind. Dem Empfang der Lichtsignale einer Granate 8 im Abschussrohr 3 dient der Lichtdetektor 19, dessen Ausgangssignale sowohl ein Mass für die Entfernung der Granate 8, d. h. deren Position im Abschussrohr 8, als auch die Informationen über die Granate tragen, die von der Schusssteuerung ausgesendet werden.

[0029] Die Abschussdaten, also alle Daten, die benötigt werden, um den Abschuss zu berechnen, werden über die Sendeeinheit 15 zum Auswertungsgerät 16 übertragen. Als Energiequelle 54 dient eine Batterie oder ein Akku.

[0030] Der Minenwerfersimulator kann über die Bedieneinheit 55 noch auf verschiedene, reale Werfertypen eingestellt werden, die z. B. durch das Kaliber charakterisiert sind.

[0031] Es soll noch ein typischer Übungsablauf dargestellt werden: Der Minenwerfersimulator wird aufgestellt und auf ein Ziel gerichtet. Der Übungsleiter kontrolliert dabei kontinuierlich das Geschehen mittels der Daten, die vom Auswertungsgerät angezeigt werden. Je nach (virtuellem) anzupeilendem Ziel und den Schussvorgaben wird der Minenwerfersimulator ausgerichtet und die nötige Anzahl Granaten wird vom Schützen bereitgelegt. Das Anheben der Granaten und Schrägstellung entsprechend der Rohrneigung führt zur Aktivierung der Schusssteuerung 35, allerdings erst, wenn auch ein Zünder eingeschraubt und (virtuell) scharf ist. Während des Hinabgleitens im Abschussrohr 3 werden die charakteristischen Daten der Granate an die Werfersteuerung 51 übermittelt, die diese zusammen mit den Daten über die Ausrichtung des Abschussrohrs an das Auswertungsgerät 16 übermittelt. Das Auswertungsgerät berechnet anhand dieser Daten die Flugbahn und den Einschlag und/oder gibt bei unerlaubten Betriebszuständen eine Meldung aus.

[0032] Das Herausfallen der Granate aus der Ausfallöffnung 7 führt zu deren Desaktivierung, sei es durch Energiemangel oder dadurch, dass sich die Schusssteuerung nach dem Simulieren eines Schusses selbst blockiert. Denkbar ist dabei, dass auch eine Datenübertragung insbesondere zu diesem Zweck vom Minenwerfersimulator auf die Granate im Abschussrohr stattfindet.

[0033] Da der beschriebene Minenwerfersimulator weder ein Abschussgeräusch erzeugt - auch wenn dies für realitätsnahe Simulation gegebenenfalls, wenn auch mit wesentlich reduzierter Lautstärke, durch einen Geräuschgenerator erzeugt werden kann - noch Granaten ausgeschleudert werden, kann mit diesem Gerät an praktisch jedem Ort geübt werden, z. B. auch in bebautem Gebiet oder in Hallen.

[0034] Bei einem realen Minenwerfer werden die Granaten im Abschussrohr durch ein Luftpolster gebremst, das sich unter ihnen im Abschussrohr wegen dem notwendigerweise relativ dichten Abschluss mit der Rohrwand bildet. Wegen der Auswurföffnung kann sich ein solches Luftpolster im Simulator nicht ausbilden. Für eine realistischere Gleitzeit der Granaten im Rohr, insbe-

sondere für das Üben von Schnellfeuer, kann die Reibung der Granaten an der Rohrwand durch geeignete Massnahmen erhöht werden, wie z. B. zumindest stellenweise engere Passung, spezielle Materialpaarung oder Anbringen bzw. Einpassen von beispielsweise Filzflächen o. ä. Material auf bzw. in die Oberflächenpartien der Granaten, die mit der Rohrwand in Kontakt kommen, und/oder in die Rohrwand. Es ist zudem denkbar, die Ausfallöffnung 7 mit einem Deckel verschlossen zu halten, die Granate auf dem Werferrohrboden gebremst oder ungebremst aufprallen zu lassen und den Deckel vorzugsweise nach Ablauf der typischen Verzögerungszeit zwischen Einwurf und Zündung der Granate zu öffnen. Das Öffnen des Deckels kann z. B. durch Einwirkung des Eigengewichts der Granate, mit einem Hilfsantrieb (Motor) oder der gespeicherten Energie der herabgleitenden Granate erfolgen. Durch eine geeignete Form des Deckels kann dieser zudem dazu dienen, die Granate relativ sanft und definiert aus dem Werferrohr zu entfernen.

[0035] Der Deckel kann auch durch einen Elektromagneten geschlossen gehalten werden, so dass die Steuerung des Minenwerfersimulators durch ein elektrisches Signal den Deckel freigeben kann. Unter dem Gewicht der Granate, gegebenenfalls verstärkt durch deren Bewegungsenergie, wird der Deckel aufgedrückt, und die Granate gleitet heraus. Durch eine Rückholfeder wird der Deckel danach selbsttätig wieder geschlossen.

[0036] Eine mögliche Alternative zur kontrollierten Öffnung könnte darin bestehen, dass die Schliessfeder so ausgelegt ist, dass sich der Deckel von selbst unter dem Eigengewicht der Granate öffnet. Es ist im übrigen ausreichend, wenn der Deckel die Ausfallöffnung nur soweit schliesst, dass die Granaten nicht mehr aus dem Rohr herausfallen können.

[0037] Bei Simulatoren für Minenwerfer, die nicht selbsttätig feuern, sondern bei denen von aussen eine im Abschussrohr befindliche Granate abgeschossen wird, z. B. über eine Reissleine, muss ein solcher Deckel oder eine äquivalente Verschlussvorrichtung vorhanden sein. Erst durch Betätigen des Auslösers wird zum einen die Simulation ausgelöst, zum anderen der Deckel freigegeben, so dass die Granate herausfallen kann.

[0038] Zum Abbremsen der Granate beim Herausfallen kann das Rückholfederelement so stark ausgelegt werden, dass sich eine effektive Bremswirkung auf die Granate durch Einklemmen zwischen Abschussrohr und Klappe ergibt. Zusätzlich kann der Deckel noch eine Art Führung, z. B. in der Art eines kurzen Rohrstücks, und/oder eine die Reibung vergrössernde Auskleidung (Filzstreifen; Federstreifen) aufweisen, um die Fallgeschwindigkeit der Granaten zu vermindern.

[0039] Varianten der beispielhaft angegebenen Ausführungsform sind dem Fachmann aus der Beschreibung zugänglich, ohne den Bereich der Erfindung wie beansprucht zu verlassen.

[0040] Denkbar ist beispielsweise, zusätzlich eine

nach einem Echoverfahren, z. B. mittels Ultraschall, arbeitende Detektionseinheit im Rohr anzuordnen, die die Anwesenheit und Bewegung einer Granate im Abschussrohr unabhängig festzustellen gestattet, und/oder auch induktive Sensoren hierfür am Abschussrohr.

[0041] Im Hinblick auf die verschiedene äussere Form verschiedener Munitionsarten, insbesondere zwischen Leucht- und Sprengmunition, kann es auch von Vorteil sein, den Körper veränderbar zu gestalten, z. B. durch einen auswechselbaren Mantel.

[0042] Die am Simulator vorhandenen Mess- und Auswertungseinheiten können auch anders angeordnet sein, denkbar ist beispielsweise die Anordnung aller Teile im Abschussrohr, so dass, wenn überhaupt, nur noch die Antenne der Sendeeinheit 15 ausserhalb angebracht werden muss. Denkbar ist auch, den Kompass an einem anderen geeigneten Ort zu montieren z. B. der Grundplatte 2, dann muss jedoch mit einer geeigneten Messeinrichtung, z. B. einem optischen Drehgeber zwischen der Grundplatte 2 und der Lagerkugel 14 des Werferrohrs, die Winkeldifferenz gemessen und in der Auswertung berücksichtigt werden. Denkbar ist auch, dass bei der Reaktivierung bzw. Aufladung der Granaten, z. B. wie vorgeschlagen im Transportbehälter, auch die Möglichkeit besteht, die Granaten umzuprogrammieren, z. B. als Spreng- oder Leuchtmunition. Damit würde nur eine einzige, programmierbare Munition für die Simulation aller möglichen, realen Munitionsarten genügen. Die Programmierung, gegebenenfalls sogar der Anschluss einer frischen Energiequelle, könnte auch durch Wechseln des Mantels (siehe oben) des Körpers erfolgen.

35 Patentansprüche

1. Simulator (1) für Vorderlader-Rohrwaffen, bevorzugt für Minen- oder Granatwerfer, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abschussrohr (3) am unteren Ende eine Ausfallöffnung (7) aufweist, um das Herausfallen eines Schusses (8) zu ermöglichen.
2. Simulator (1) gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausfallöffnung (7) mit einer Verschlussvorrichtung mindestens soweit verschlossen ist, dass eine Granate nicht durch die Ausfallöffnung hindurchfallen kann, und eine Freigabevorrichtung, durch die die Verschlussvorrichtung und damit die Ausfallöffnung (7) geöffnet werden kann, an der Verschlussvorrichtung vorhanden ist.
3. Simulator (1) gemäss Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschlussvorrichtung im geöffneten Zustand durch Druckmittel, bevorzugt federelastische Elemente, in die verschlossene Position gedrückt wird und/oder Mittel aufweist, die eine bremsende Wirkung auf die herausfallende Gra-

- nate ausüben, um eine kontrolliertes Herausgleiten der Granate aus der Ausfallöffnung (7) zu gewährleisten.
4. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Leitmittel (20), insbesondere in der Art einer auf das untere Ende der Ausfallöffnung (7) zulaufenden Rampe, vorhanden ist, um ein störungsfreies Herausfallen eines Schusses (8) aus der Ausfallöffnung sicherzustellen. 5
5. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Abschussrohr (3) Bremsmittel angeordnet sind, insbesondere mindestens eine Stelle oder Stellen erhöhter Reibung und/oder Verengungen, um die Fallzeit eines Schusses (8) im Abschussrohr (3) an reale Verhältnisse anzugleichen. 10 15
6. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Abschussrohr (3) und/oder am Gestell (2) des Minenwerfers Messmittel, insbesondere eine oder mehrere von 20
- einer Positionsmess-Vorrichtung (10), insbesondere eine nach dem GPS-Verfahren arbeitende, zur Bestimmung der geografischen Position, 25
 - einer Neigungsmessvorrichtung (6; 52) zur Bestimmung der Elevation des Abschussrohres und 30
 - einer Richtungsmessvorrichtung (6; 53), bevorzugt eine nach dem Kompass-Prinzip arbeitende, 35
- vorhanden sind, um die aktuelle Ausrichtung des Abschussrohres (3) feststellen zu können.
7. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** innen am unteren Ende des Abschussrohres Empfangsmittel (19) für Datensignale vorhanden sind, insbesondere für elektromagnetische, akustische und/oder optische Strahlung (18), um ein von einem im Abschussrohr befindlichen Schuss (8) ausgesandtes Datensignal auffangen zu können. 40 45
8. Simulator (1) gemäss Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Empfangsmittel (19) ein Signal erzeugbar ist, das in mindestens einer Grösse, insbesondere der Amplitude, von der Position des Schusses (8) im Rohr und/oder der Anwesenheit eines Schusses (8) im Abschussrohr abhängig ist, um eine Abschussimulation durch Detektieren eines im Abschussrohr herabgleitenden Schusses auszulösen. 50 55
9. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schussdetektionsmittel (19) vorhanden sind, bevorzugt innerhalb des Abschussrohres am unteren Ende, um die Anwesenheit und bevorzugt auch die ungefähre Position und/oder Bewegung eines Schusses im Rohr zu bestimmen.
10. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Abschussrohr (3) eine Verstellvorrichtung angebracht ist, so dass das Abschussrohr (3) dejustierbar ist und so die Auswirkung eines realen Schusses auf die Ausrichtung simulierbar ist.
11. Simulator gemäss einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Kontrollvorrichtung (51) vorhanden ist, durch die mindestens ein Betriebszustand, bevorzugt alle folgenden Betriebszustände feststellbar sind:
- die Durchführung eines Abschusses,
 - die Ausrichtung des Abschussrohres, insbesondere Elevation, Verkipfung und/oder Richtung,
 - die geografische Position,
 - die Art der bei einem Schuss verwendeten Munition.
12. Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Feststellung der Richtung des Abschussrohres ein mit dem Abschussrohr (3) gekoppelter Sensor für das Erdmagnetfeld vorhanden ist und die metallischen Teile des Simulators mindestens zum grössten Teil aus antimagnetischem Material, insbesondere Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, bestehen, um eine lokale Störung des Erdmagnetfelds zu vermeiden.
13. Schuss (8) für einen Simulator gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Sendemittel (17) und eine Kontrolleinheit (41) aufweist, wobei die Kontrolleinheit mittels der Sendemittel Datensignale (18) aussenden kann, deren Inhalt die Art der durch den Schuss (8) zu simulierenden Munition angibt.
14. Schuss (8) gemäss Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** er im Wesentlichen aus Leitwerk (33), Körper (31) und Zünder (32) besteht, wovon wenigstens der Zünder lösbar angebracht ist, so dass durch Auswechseln von Körper (31) und/oder Zünder (33) verschiedene Munitionsarten für Minenwerfer in Funktion und/oder Formgebung simulierbar sind.
15. Schuss (8) gemäss Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Intensität des abge-

strahlten Datensignals (18) mit der Entfernung von dem Schuss (8) abnimmt, um den Abstand des Schusses (8) von einem Empfangsmittel (19) für diese Daten bestimmen zu können.

16. Schuss (8) gemäss einem der Ansprüche 13 bis 15 oder für einen Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mindestens eine Vorrichtung, bevorzugt 4 bis 8 Vorrichtungen, aufweist, die Zusatzladungssimulationseinheiten (34) aufnehmen kann und über Detektionsmittel (37) für die Zusatzladungssimulationseinheiten verfügt, um die Anzahl der angebrachten Zusatzladungssimulationseinheiten (34) feststellen zu können.

17. Schuss (8) gemäss Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zusatzladungssimulationseinheiten (34) im Wesentlichen aus einem Plättchen bestehen, das am Leitwerk (33) bzw. am Hals des Schusses anbringbar ist, der Schuss Anbringungsmöglichkeiten für eine bestimmte Maximalzahl von Zusatzladungssimulationseinheiten (34) aufweist und für jede Anbringungsmöglichkeit ein Detektor (37), insbesondere ein induktiver, kapazitiver oder optischer, vorhanden ist, so dass das Vorhandensein einer Zusatzladungssimulationseinheit in der jeweiligen Anbringungsmöglichkeit feststellbar ist.

18. Schuss (8) gemäss einem der Ansprüche 13 bis 17 oder für einen Simulator (1) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schuss (8) eine Schusskontrolleinheit (41) und Detektionsmittel (42, 44) aufweist, wobei durch die Detektionsmittel (42, 44) ein simulierter Abschuss des Schusses detektierbar und der Schusskontrolleinheit (41) mitteilbar ist, dass der Schuss erste Sendemittel (17) für ein Signal (18) aufweist, und dass die Schusskontrolleinheit (41) bei der Durchführung eines ersten Abschusses ein erstes Signal aussendet und bei jedem zweiten und/oder weiteren Schuss eine Information, die von der Signalisierung bei dem ersten Abschuss abweicht, oder kein Signal aussendet, so dass feststellbar ist, ob derselbe Schuss (8) mehrfach in Folge verwendet wird.

19. Schuss (8) gemäss Anspruch 18 und Behälter für mindestens einen Schuss, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schusskontrolleinheit in den Zustand vor einem ersten Abschuss versetzbar ist, indem der Schuss in den Behälter eingelegt wird, der über zweite Verbindungsmittel verfügt, die mit komplementären, dritten Verbindungsmitteln in dem Schuss in Kontakt treten können, und durch die Kontaktaufnahme und/oder die dabei ausgetauschte Signale zwischen zweiten und dritten Verbindungs-

dingungsmitteln der Rücksetzvorgang auslösbar ist.

Claims

5

1. Simulator (1) for front-loaded barrel weapons, preferably for mine or grenade launchers, **characterised in that** the lower end of the launcher tube (3) is provided with an outlet opening (7) allowing a respective projectile (8) to drop out.

10

2. Simulator (1) according to claim 1, **characterised in that** the outlet opening (7) is closed by a closure device at least to such a degree that a grenade cannot fall through the outlet opening, and **in that** the closure device is provided with a release device which allows to open the closure device and thus the outlet opening (7).

15

20

3. Simulator (1) according to claim 2, **characterised in that** the closure device in the open condition is pushed into the closed position by pressure means, preferably by elastic spring elements, and/or comprises means which exert a braking action on the exiting grenade in order to ensure a controlled drop-out of the grenade from the outlet opening (7).

25

30

4. Simulator (1) according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** at least one guiding means (20) is provided, more particularly in the form of a ramp extending to the lower end of the outlet opening (7), in order to ensure a disturbance-free drop-out of the projectiles (8) from the outlet opening.

35

40

5. Simulator (1) according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** braking means, more particularly at least one area or several areas providing increased friction, or restrictions are disposed in the launcher tube (3) in order to adapt the falling time of a projectile (8) in the launcher tube (3) to realistic conditions.

45

6. Simulator (1) according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the launcher tube (3) and/or the support (2) of the mine thrower are provided with measuring means, more particularly with one or several among:

- a position measuring device (10), more particularly one which operates according to the GPS method, in order to determine the geographic position;
- an inclination measuring device (6; 52) in order to determine the elevation of the launcher tube; and
- a direction measuring device (6; 53), preferably one that operates according to the compass principle;

55

in order to determine the actual alignment of the launcher tube (3).

7. Simulator (1) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** receiving means (19) for data signals are provided at the lower end of the launcher tube, particularly for electromagnetic, acoustic, and/or optical radiation (18), in order to receive a data signal transmitted by a projectile (8) in the launcher tube.
8. Simulator (1) according to claim 7, **characterised in that** the receiving means (19) are capable of generating a signal at least one parameter of which, particularly the amplitude, is a function of the position of the projectile (8) in the tube and/or of the presence of a projectile (8) in the launcher tube, in order to release a firing simulation by the detection of a projectile descending in the launcher tube.
9. Simulator (1) according to one of claims 1 to 8, **characterised in that** means (19) for the detection of a projectile are provided, preferably within the launcher tube at the lower end thereof, in order to determine the presence and preferably also the approximate position and/or movement of a projectile in the tube.
10. Simulator (1) according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the launcher tube (3) is provided with a displacing device allowing to disadjust the launcher tube (3) and thus to simulate the effect of real fire with respect to the alignment.
11. Simulator (1) according to one of claims 1 to 10, **characterised in that** a control device (51) is provided which allows to monitor at least one and preferably all of the following operating conditions:
- the firing of a projectile;
 - the alignment of the launcher tube, particularly its elevation, tilting and/or direction;
 - the geographic position;
 - the type of ammunition used for each shot.
12. Simulator (1) according to one of claims 1 to 11, **characterised in that** a sensor responding to the magnetic field of the earth is coupled to the launcher tube (3) in order to determine the direction of the tube, and **in that** the metallic parts of the simulator are at least preponderantly made of an antimagnetic material, more particularly of aluminum or of an aluminum alloy, in order to avoid a local perturbation of the earth magnetic field.
13. Projectile (8) for a simulator (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** it comprises transmitting means (17) as well as a control unit

(41), the control unit being capable of transmitting data signals (18) by means of the transmitting means whose content indicates the type of ammunition simulated by the projectile (8).

14. Projectile (8) according to claim 13, **characterised in that** it is essentially composed of the tail surfaces (33), the body (31), and of the fuse (32), of which at least the fuse is detachably mounted, thus allowing to simulate the function and/or the shape of different types of ammunition for mine throwers by exchanging the body (31) and/or the fuse (33).
15. Projectile (8) according to claim 13 or 14, **characterised in that** the intensity of the emitted data signal (18) decreases as the distance of the projectile (8) increases, thus allowing to determine the distance of the projectile (8) from a receiving means (19) of the data.
16. Projectile (8) according to one of claims 13 to 15 or for a simulator (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** it includes at least one device, preferably 4 to 8 devices which are capable of receiving additional charge simulation units (34), and comprises means (37) for the detection of the additional charge simulation units in order to be able to determine the number of attached additional charge simulation units (34).
17. Projectile (8) according to claim 16, **characterised in that** the additional charge simulation units (34) essentially consist of small plates that are attachable to the tail surfaces (33) resp. to the neck of the projectile, **in that** the projectile comprises attachments for a certain maximum number of additional charge simulation units (34), and **in that** a detector (37), more particularly an inductive, capacitive, or optical detector, is provided for each attachment, thus allowing to detect the presence of an additional charge simulation unit (34) in each respective attachment.
18. Projectile (8) according to one of claims 13 to 17 or for the simulator (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** the projectile (8) comprises a projectile control unit (41) and detection means (42, 44), the detection means (42, 44) allowing to detect a simulated firing of the projectile and to transmit the corresponding information to the projectile control unit (41), **in that** the projectile comprises first transmitting means (17) for the transmission of a signal (18), and **in that** the projectile control unit (41) transmits a first signal when fired for the first time, and an information which differs from the signal transmitted at the first shot, or no signal, when fired for the second time and/or consecutively, thus allowing to determine whether the same pro-

jectile (8) is being used several times in succession.

19. Projectile (8) according to claim 18 and container for at least one projectile, **characterised in that** the condition of the projectile control unit prior to being fired for the first time is restored when the projectile is placed in the container, the latter comprising second connecting means that are capable of contacting complementary third connecting means in the projectile, and **in that** the resetting procedure is enabled by the contact and/or the signals exchanged during the contact of the second and the third connecting means.

Revendications

1. Simulateur (1) d'armes à canon à chargement frontal, préférablement de lance-mines ou lance-grenades, **caractérisé en ce que** le tube de lancement (3) comporte à son extrémité inférieure une ouverture de rejet (7) afin de permettre l'éjection d'un projectile (8).
2. Simulateur (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite ouverture de rejet (7) est fermée au moyen d'un dispositif de fermeture à tel point au moins qu'une grenade ne peut pas tomber par l'ouverture de rejet, et que ledit dispositif de fermeture comporte un dispositif de déblocage permettant d'ouvrir le dispositif de fermeture et donc l'ouverture de rejet (7).
3. Simulateur (1) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit dispositif de fermeture à l'état ouvert est amené en position fermée par des moyens de pression, préférablement des éléments élastiques à ressort, et/ou qu'il comporte des moyens exerçant un effet freinant sur la grenade rejetée afin d'assurer un rejet contrôlé de la grenade de l'ouverture de rejet (7).
4. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** présente un moyen de guidage (20) au moins, plus particulièrement sous forme d'une rampe conduisant à l'extrémité inférieure de l'ouverture de rejet (7) afin d'assurer le rejet sans dérangements d'un projectile (8) de l'ouverture de rejet.
5. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** des moyens de freinage sont agencés dans le tube de lancement (3), plus particulièrement au moins un endroit ou des endroits à friction accrue et/ou des restrictions, afin d'adapter le temps de chute d'un projectile (8) dans le tube de lancement (3) aux conditions réelles.

6. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le tube de lancement (3) et/ou le bâti (2) du lance-mines comporte des moyens de mesure, plus particulièrement l'un ou plusieurs parmi

- un dispositif de mesure de la position (10), plus particulièrement un dispositif fonctionnant selon le procédé GPS, pour la détermination de la position géographique,
- un dispositif de mesure de l'inclinaison (6; 52) pour la détermination de l'élévation du tube de lancement et
- un dispositif de mesure de la direction (6; 53), préférablement un dispositif fonctionnant selon le principe de la boussole,

afin de pouvoir déterminer l'orientation actuelle du tube de lancement (3).

7. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des moyens de réception (19) de signaux de données sont agencés à l'intérieur de l'extrémité inférieure du tube de lancement, plus particulièrement de réception de rayonnements électromagnétiques, acoustiques et/ou optiques (18), afin de pouvoir recevoir un signal de données émis par un projectile (8) dans le tube de lancement.
8. Simulateur (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de réception (19) sont capables de générer un signal dont un paramètre au moins, plus particulièrement l'amplitude, est une fonction de la position du projectile (8) dans le tube et/ou de la présence d'un projectile (8) dans le tube de lancement, afin de déclencher une simulation du lancement par la détection d'un projectile descendant dans le tube de lancement.
9. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de détection (19) d'un projectile, préférablement à l'intérieur et à l'extrémité inférieure du tube de lancement, afin de déterminer la présence et préférablement également la position approximative et/ou le mouvement d'un projectile dans le tube.
10. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'**au tube de lancement (3) est agencé un dispositif de désajustement permettant le désajustement du tube de lancement (3) et de simuler ainsi l'effet d'un lancement réel sur l'orientation.
11. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif de contrôle (51) permettant de détecter au moins

une, préférablement toutes les conditions de service suivantes:

- l'exécuti d'un lancement,
- l'orientation du tube de lancement, en particulier l'élévation, le tangage et/ou la direction,
- la position géographique,
- le type de munition utilisé dans le lancement.

12. Simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'**il comporte un détecteur du champ magnétique terrestre accouplé au tube de lancement (3) pour la détermination de la direction du tube de lancement, et que les éléments métalliques du simulateur consistent, du moins en majeure partie, en matière antimagnétique, plus particulièrement en aluminium ou en un alliage d'aluminium, afin d'éviter une perturbation locale du champ magnétique terrestre. 10
13. Projectile (8) pour un simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**il comporte des moyens émetteurs (17) et une unité de contrôle (41), l'unité de contrôle pouvant émettre, par l'intermédiaire des moyens émetteurs, des signaux de données (18) dont le contenu indique le type de munition simulé par le projectile (8). 25
14. Projectile (8) selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**il est essentiellement composé de l'empennage (33), du corps (31) et de la fusée (32), dont au moins la fusée est fixée de manière détachable, de sorte que différents types de munitions pour lance-mines sont capables d'être simulés quant à la fonction et/ou la forme par l'échange du corps (31) et/ou de la fusée (33). 35
15. Projectile (8) selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'intensité du signal de données (18) émis diminue avec la distance du projectile (8) afin de pouvoir déterminer la distance du projectile (8) par rapport à un moyen récepteur (19) de ces données. 40
16. Projectile (8) selon l'une des revendications 13 à 15 ou pour un simulateur (1) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**il comporte au moins un dispositif, préférablement 4 à 8 dispositifs pouvant loger des unités de simulation (34) de charges additionnelles, et dispose de moyens de détection (37) des unités de simulation de charges additionnelles afin de pouvoir déterminer le nombre d'unités de simulation (34) de charges additionnelles mises en place. 45
17. Projectile (8) selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** les unités de simulation (34) de charges additionnelles consistent en une plaquette pouvant

être fixée à l'empennage (33) resp. au cou du projectile essentiellement, que le projectile comporte des emplacements de fixation pour un certain nombre maximum d'unités de simulation (34) de charges additionnelles, et qu'un détecteur (37), plus particulièrement un détecteur inductif, capacitif ou optique est pourvu pour chaque emplacement de fixation, permettant ainsi de détecter la présence d'une unité de simulation (34) de charge additionnelle dans l'emplacement de fixation correspondant.

18. Projectile (8) selon Tune des revendications 13 à 17 ou pour un simulateur (1) selon Tune des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le projectile (8) comporte une unité de contrôle (41) du projectile et des moyens de détection (42, 44), les moyens de détection (42, 44) permettant la détection d'un lancement simulé du projectile et d'en informer l'unité de contrôle (41) du projectile, que le projectile comporte des premiers moyens émetteurs (17) d'un signal (18), et que l'unité de contrôle (41) du projectile émet un premier signal lors du premier lancement et lors de chaque deuxième lancement et/ou lancement suivant une information différente de la signalisation lors du premier lancement ou aucun signal, permettant ainsi de détecter une utilisation successive répétée du même projectile.
19. Projectile (8) selon la revendication 18 et récipient pour au moins un projectile, **caractérisés en ce que** l'unité de contrôle du projectile est capable d'être remise à l'état avant un premier lancement en plaçant le projectile dans le récipient, lequel dispose de deuxièmes moyens de connexion pouvant entrer en contact avec des troisièmes moyens de connexion complémentaires dans le projectile, et que la procédure de remise à l'état initial est capable d'être déclenchée par le contact et/ou les signaux échangés à ce moment entre les deuxièmes et les troisièmes moyens de connexion.

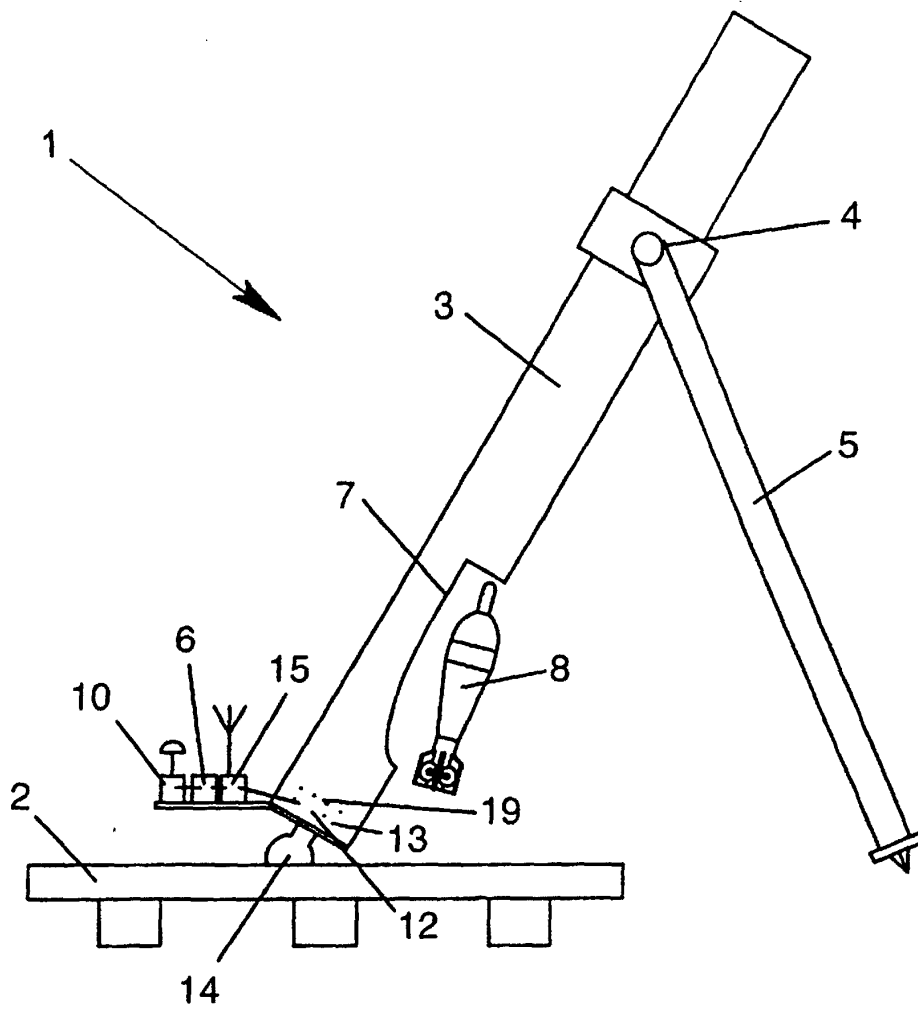


Fig 1

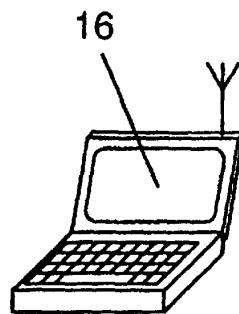


Fig 2

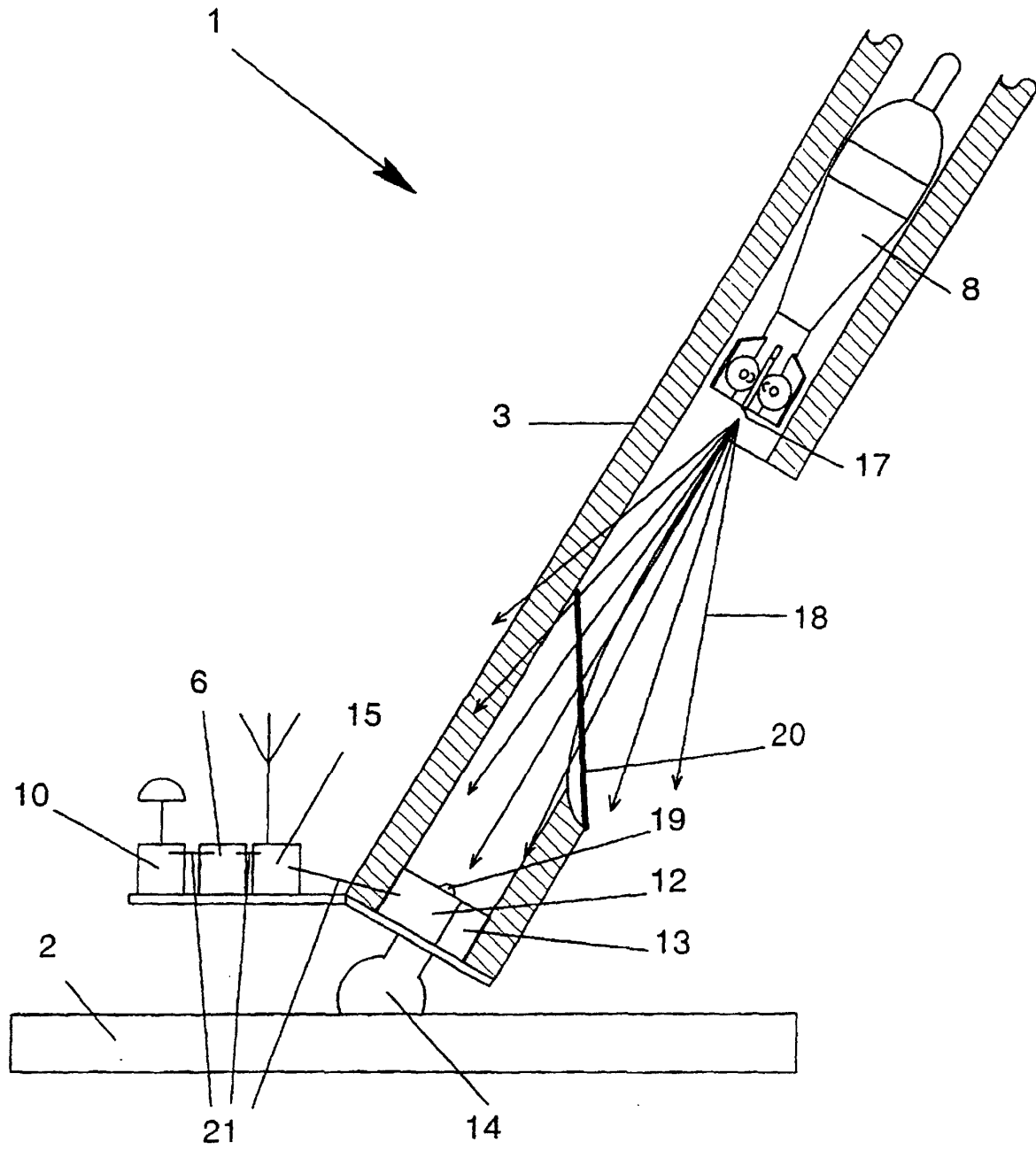


Fig 3

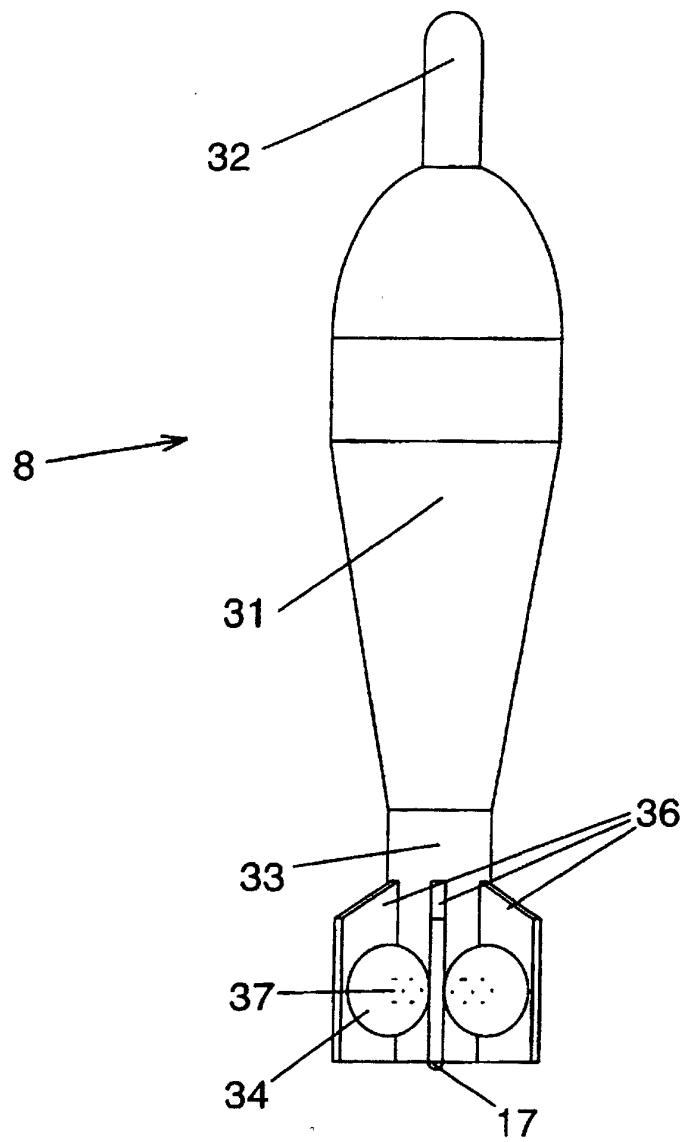


Fig 4

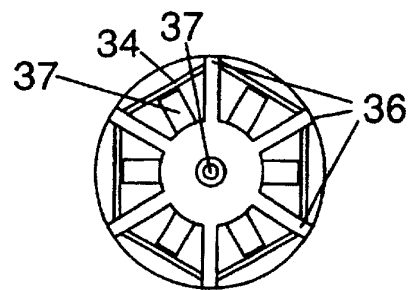


Fig 5

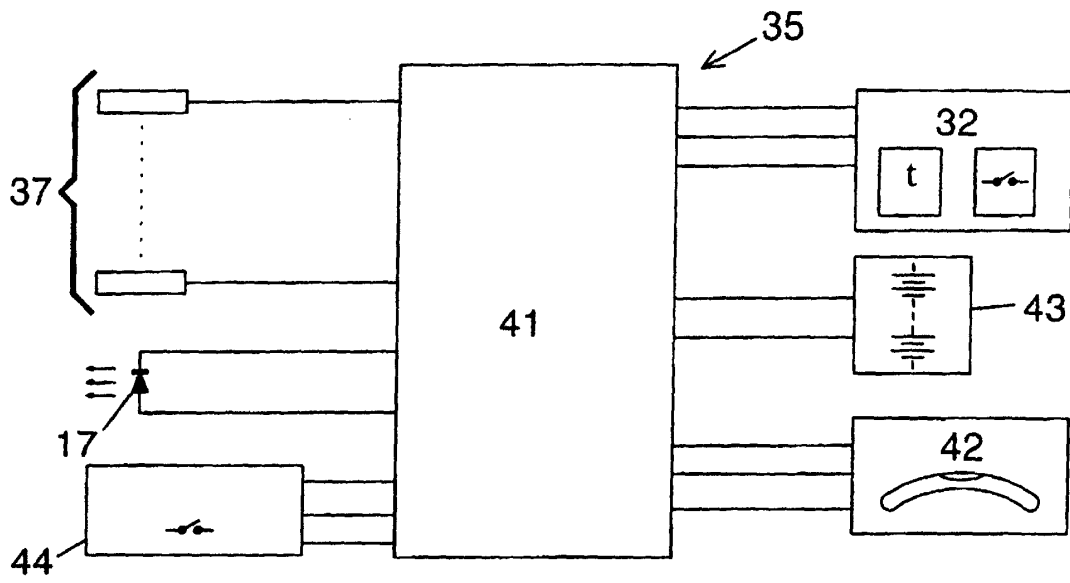


Fig 6

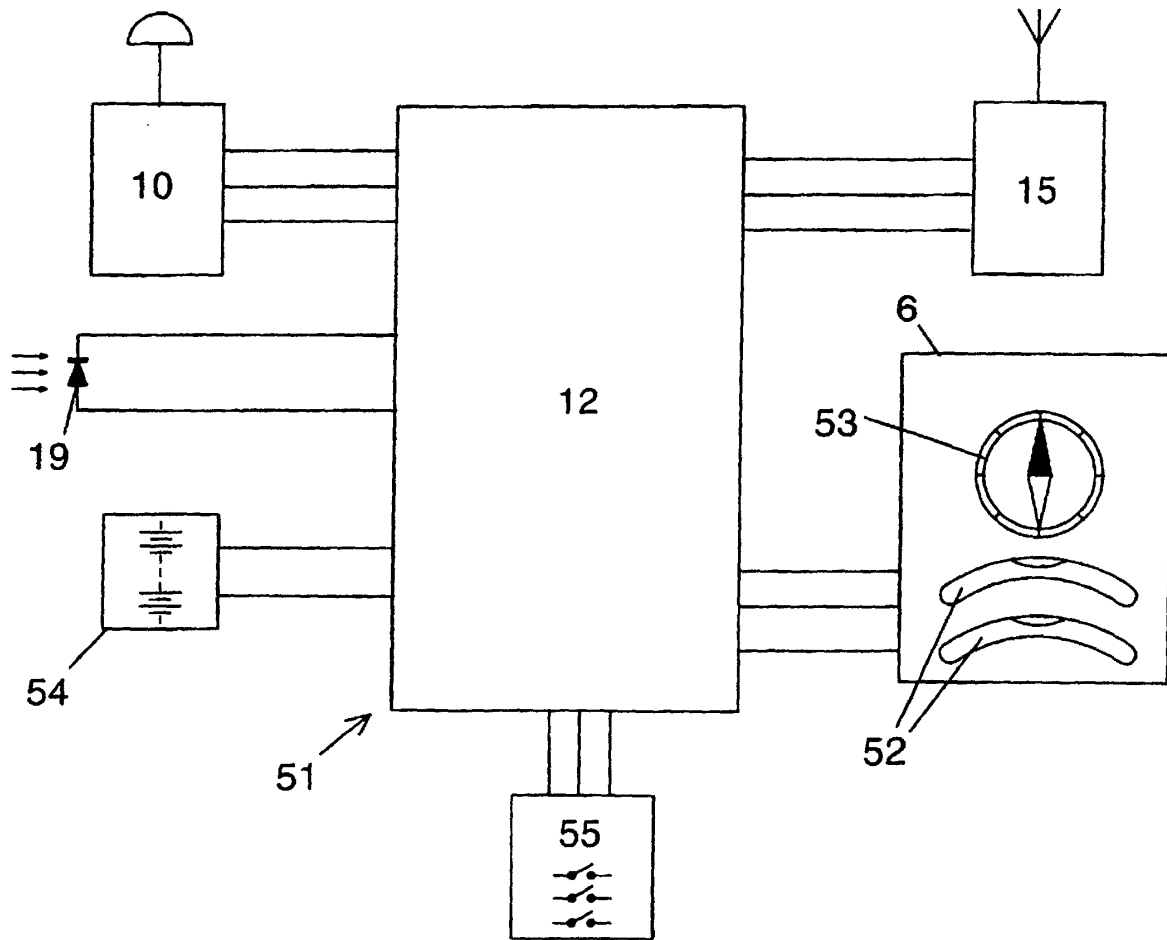


Fig 7