(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 452 825 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.09.2004 Patentblatt 2004/36

(51) Int Cl.[7]: **F42C 17/04**

(21) Anmeldenummer: **03028938.3**

(22) Anmeldetag: **17.12.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(30) Priorität: **26.02.2003 CH 2982003**

(71) Anmelder: **Oerlikon Contraves Pyrotec AG**
8050 Zürich (CH)

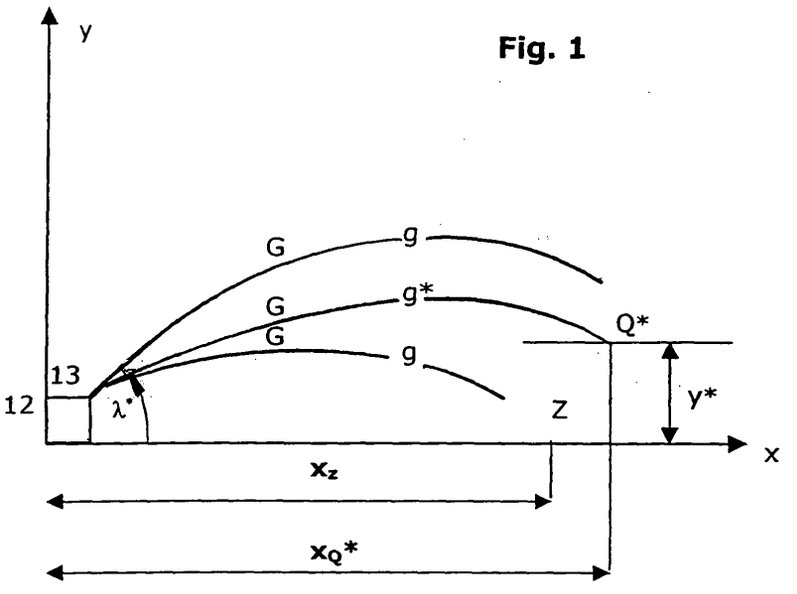
(72) Erfinder:
- **Ettmüller, Peter**
  8184 Bachenbülach (CH)
- **Münzel, Klaus**
  5313 Klingnau (CH)

(74) Vertreter: **Dietrich, Barbara**
c/o Rheinmetall AG,
Zentrale Patentabteilung,
Rheinmetall Allee 1
40476 Düsseldorf (DE)

(54) Verfahren zur Programmierung der Zerlegung von Projektilen und Rohrwaffen mit Programmiersystem

(57) Verfahren zur Programmierung der Zerlegung von Projektilen (G) und Waffe (12) mit Programmiersystem (14, 16, 18). Mit den Projektilen wird ein Ziel (Z) bekämpft, wozu sie längs stark gekrümmter Trajektorien abgeschossen werden und an einem Zerlegungsort (Q*) nahe beim Ziel detonieren sollen. Hierzu werden der Längenabstand (x_z) des Zieles von der Waffe gemessen und die Elevation (λ) eingestellt, wobei eine vorbekannte Mündungsgeschwindigkeit ($v_0(0)$) und der Längenabstand eine vorgegebene optimale Höhe (y*) des Zerlegungsortes berücksichtigt werden. Die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) wird ermittelt und eine Berechnung für die Programmierung durchgeführt, wobei die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit berücksichtigt und die optimale Höhe des Zerlegungsortes beibehalten werden. Die entsprechende Programmierung wird an das Projektil übertragen. Der Waffe ist ein Programmiersystem zugeordnet, um die Projektile entsprechend zu programmieren. Das Programmiersystem weist v_0-Messmittel (14) zur Ermittlung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit, Berechnungsmittel (16) zur Berechnung der Programmierung der Projektile sowie Übertragungsmittel zur Übertragung der Programmierung an die Projektile auf.

Fig. 1



EP 1 452 825 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Programmierung der Zerlegung von Projektilen nach dem Anspruch 1 und eine Rohrwaffe mit einem Programmiersystem nach dem Anspruch 6. Beansprucht wird die Priorität des Schweizer Patentgesuches Nr. 2003 0298/03 vom 26. Februar 2003.

[0002] Unter dem Begriff Rohrwaffen sollen im Zusammenhang mit der Erfindung solche Rohrwaffen verstanden werden, die sich zum Abschuss von Projektilen, insbesondere von Granaten, eignen, deren Trajektorien stark gekrümmt sind und vorzugsweise in der unteren Winkelgruppe liegen. Die Fallwinkel der Projektile, die mit solchen Rohrwaffen in Sinne der Erfindung verschossen werden, liegen in einem Bereich der grösser als etwa 5° ist. Solche Rohrwaffen werden im Allgemeinen zur Bekämpfung von Land- und Seezielen eingesetzt.

[0003] Um mit einem zerlegbaren Projektil eine optimale Waffenwirkung zu erhalten, muss die Zerlegung des Projektils im nahen räumlichen Umfeld des zu bekämpfenden Zieles erfolgen. Damit dies zutrifft, werden Projektile mit programmierbaren Zündern, die im Allgemeinen als programmierbare oder tempierbare Projektile bezeichnet werden, eingesetzt. Das Ziel der Programmierung ist es, zu erreichen, dass an sich gleiche Projektile, die mit gleicher Elevation abgeschossen werden und die somit grundsätzlich längs derselben Trajektorie fliegen, je nach der Lage des Zieles in Bezug zur Rohrwaffe an unterschiedlichen Zerlegungsorten detonieren.

[0004] Herkömmlicherweise werden durch die Programmierung die Projektile nicht direkt so programmiert, dass sie an einem bestimmten Zerlegungsort detonieren. Programmiert wird vielmehr der Zeitpunkt der Zerlegung bzw. die Flugdauer der Projektile zwischen Waffe und Zerlegungsort. Dafür kann entweder die Flugdauer direkt programmiert werden, oder es werden eine Anzahl Projektilrotationen bis zur Detonation vorgegeben.

[0005] Damit die Projektile eine optimale Wirkung entfalten, müssen bezüglich des Zerlegungsortes mehrere Bedingungen eingehalten werden. Die Zerlegung der Projektile soll in einer optimalen Distanz in Bezug auf das Ziel stattfinden. Der Grund dafür ist der Folgende: Bei der Zerlegung bzw. Detonation solcher Projektile entstehen zahlreiche Fragmente bzw. Splitter. Diese Splitter besitzen im Allgemeinen eine nur geringe Masse, aber eine hohe anfängliche Geschwindigkeit. Allerdings vermindert sich diese Geschwindigkeit infolge des Luftwiderstandes rasch. Die Splitter bewegen sich, ausgehend vom Detonationsort, in einem Splitterraum, der zum Beispiel als Streukegel bezeichnet werden kann. Die Wirksamkeit der Splitter ist im Wesentlichen eine Funktion ihrer Masse, ihres Materials, ihrer Form sowie ihrer Geschwindigkeit im Ziel. Diese Wirkung vermindert sich mit abnehmender Geschwindigkeit, oder, mit anderen Worten, mit zunehmendem Abstand vom Zerlegungsort beträchtlich. Der räumliche Wirkungsbereich von solchen Granaten bzw. Projektilen mit Explosivstoff ist demzufolge eng begrenzt. Für den optimalen Zerlegungsort der Granate in Splitter sind daher zwei wichtige Bedingungen zu beachten: Erstens sollte die Zerlegung möglichst nahe beim Ziel stattfinden, um eine hohe Wirkung im Ziel zu entfalten; bei Erdund Seezielen heisst das, dass die Granate im Umfeld des Zieles detonieren muss. Zweitens muss zur Erreichung einer guten Trefferwahrscheinlichkeit der Splitter die Zerlegung in einem nicht zu kleinen Abstand in Bezug auf das Ziel erfolgen. Die Flugzeit bis zur Zerlegung muss jedoch unbedingt so festgelegt werden, dass die Zerlegung vor dem Aufschlag erfolgt. Die genannten Bedingungen setzen enge Grenzen für den optimalen Bereich des Zerlegungsortes und insbesondere für den Höhenbereich des Zerlegungsortes.

[0006] Kanonen werden im Allgemeinen zur Bekämpfung von Zielen in gestrecktem Schuss verwendet. Die Projektiltrajektorien der hierbei verschossenen Projektile sind also gestreckt bzw. verhältnismässig wenig überhöht und weisen daher überall einen nur geringen Höhenabstand über dem Boden und den bekämpfenden Zielen auf. Die Projektile werden dabei herkömmlicherweise so programmiert, dass sie in einem bestimmten Längenabstand von der Waffe detonieren. Infolge der gestreckten Flugbahnen detonieren die Projektile hierbei auf jeden Fall in geringer Höhe über dem Ziel.

[0007] Andere Rohrwaffen, insbesondere Rohrwaffen in der Art von Granatwerfern, verschiessen Projektile bzw. Granaten längs Trajektorien, die stärker überhöht bzw. gewölbt sind als die Trajektorien der oben erwähnten Kanonenprojektile. Erfolgt bei solchen Projektilen die Programmierung in gleicher Weise wie bei Kanonenprojektilen, so berücksichtigt die Programmierung die wichtige Bedingung nicht, dass der Detonationsort der Projektile in einer bestimmten, möglichst geringen, Höhe über dem Ziel liegen soll.

[0008] Zwar sind verschiedene Möglichkeiten bekannt, um die Projektile an optimaler Stelle detonieren zu lassen, wobei bei der entsprechenden Programmierung der Projektile die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit bzw. die Abweichung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit von einer vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit berücksichtigt wird. Die US-5,814,756 beispielsweise beschreibt, wie die Zerlegungszeit so korrigiert werden kann, dass die horizontale Zerlegungsdistanz vor dem Ziel möglichst konstant bleibt. Auch die US-5,894,102 beschreibt eine Methode zum Korrigieren der Zerlegungszeit zwecks Einhaltung einer konstanten Zerlegungsdistanz zwischen Waffe und Zerlegungsort. Ein anderes Verfahren zur Zerlegung einer Granate in einer bestimmten horizontalen Distanz von der Waffe ist mit der US-2002/088367 bekanntgeworden, wobei aber keine Messung der Mündungsgeschwindigkeit und keine Programmierung des Projektils erfolgt, sondern die Detonation durch ein Ra-

darsignal ausgelöst wird. Alle drei erwähnten Dokumente beschreiben also Verfahren, mit welchem eine Detonation der Projektile in einer vorbestimmbaren horizontalen Distanz erfolgt.

[0009] Offensichtlich liegt der Nachteil der Anwendung des herkömmlichen, ursprünglich für das gestreckte Schiessen bestimmten Programmierverfahrens auf Projektile, die längs stark gekrümmter Trajektorien verschossenen werden, darin, dass diese Projektile wegen ihrer überhöhten Trajektorien nicht in der optimalen Höhe über dem Ziel detonieren und somit keine befriedigende Wirkung haben.

[0010] In Wirklichkeit erfolgt die Detonationen der Projektile ohnehin nicht oder nur zufällig an genau denjenigen Orten, an denen sie gemäss der Programmierung stattfinden sollten, da, wie schon erwähnt, aus verschiedenen Gründen stets eine gewisse Streuung eintritt. Ein wesentlicher Grund für die Streuung liegt darin, dass die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit der Projektile von der theoretisch berechneten Mündungsgeschwindigkeit der Projektile abweicht, dass aber die Programmierung auf Grund der theoretischen Mündungsgeschwindigkeit erfolgte.

[0011] Es ist nun Aufgabe der Erfindung,

- ein Verfahren anzugeben, mit welchem die Wirkung von Projektilen verbessert wird, deren Trajektorien nicht gestreckt sind, auch wenn eine Abweichung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit der Projektile von der theoretischen Mündungsgeschwindigkeiten vorhanden ist; und
- eine Rohrwaffe mit einem Programmiersystem vorzuschlagen, welches zur Durchführung des Verfahrens geeignet ist.

[0012] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäss

- für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1; und
- für die Rohrwaffe mit dem Programmiersystem durch die Merkmale des Anspruchs 6.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens und dieser Rohrwaffe mit dem neuen Programmiersystems sind durch die jeweiligen abhängigen Ansprüche definiert.

[0014] Das neue Verfahren wird insbesondere, aber nicht ausschliesslich, auf Rohrwaffen, im Weiteren als Waffen bezeichnet, angewendet, mit denen in der unteren Winkelgruppe geschossen wird. Die Projektile werden durch Übertragung einer Programmierung bzw. eines entsprechenden Signals programmiert. Die Berechnungen für die Programmierung erfolgen unter Berücksichtigung der Lage des Zieles, aussen- und endballistischer Kriterien, einer vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit, einer tatsächlichen bzw. gemessenen Mündungsgeschwindigkeit mindestens eines der Projektile und der Randbedingung, dass die Detonation an einem Zerlegungsort stattfinden soll, der in einer optimalen Höhe über dem Ziel liegt.

[0015] Bei einer Vorberechnung wird die vorbekannte theoretische Mündungsgeschwindigkeit benutzt. Bei einer definitiven Berechnung werden zwei Gedanken kombiniert, nämlich die Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit, welche durch eine Messung ermittelt wird, und die Einhaltung der optimalen Höhe des Zerlegungsortes.

[0016] Hierbei kann die Vorberechnung vor der Messung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit durchgeführt werden, und nach der Messung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit kann eine Berechnungskorrektur und damit die endgültige Berechnung durchgeführt werden; oder die gesamte endgültige Berechnung kann nach Bestimmung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit stattfinden.

[0017] Mit dem neuen Verfahren erreicht man, dass die Zerlegung von Projektilen in der Art von Granaten, die längs stark gekrümmter Trajektorien verschossen werden, in optimaler Höhe über dem Ziel stattfindet, und dass die sonst übliche, durch Abweichung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit von der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit verursachte, Streuung praktisch vermieden wird durch die Berücksichtigung der tatsächlichen bzw. gemessenen Mündungsgeschwindigkeit. Neu ist die Berücksichtigung der tatsächlichen bzw. gemessenen Mündungsgeschwindigkeit zur Optimierung der Höhe des Detonationsortes, denn herkömmlicherweise wurde durch die Berücksichtigung der tatsächlichen bzw. gemessenen Mündungsgeschwindigkeit die Schusslänge, das heisst der Längenabstand des Detonationsortes von der Waffe, optimiert.

[0018] Das neue Verfahren und das neue Programmiersystem sind, wie schon mehrfach erwähnt, insbesondere für Rohrwaffen, zum Beispiel Infanteriewaffen bzw. Maschinenkanonen, bestimmt, welche zum Abschuss von Projektilen längs stark gekrümmter Trajektorien und vorzugsweise in der unteren Winkelgruppe geeignet sind, wobei die Fallwinkel relativ zur Horizontalen etwa 5° übersteigen.

[0019] Im Allgemeinen handelt es sich bei den Rohrwaffen, die im Rahmen der Erfindung benutzt werden, um mindestens halbautomatische oder automatische Rohrwaffen, insbesondere um Granatwerfer oder Maschinenkanonen. Die Programmierung nach dem erfindungsgemässen Verfahren kann aber auch durchgeführt werden für im Einzelschuss abgegebene Projektile.

[0020] Zur Durchführung des Verfahrens wird eine Rohrwaffe mit einem Programmiersystem benutzt. Das Programmiersystem weist erfindungsgemäss v_0-Messmittel, Berechnungsmittel, einschliesslich Speichermitteln, zur Berechnung von Daten für die Programmierung, und Übertragungsmittel zum Übertragen der Programmierung bzw. entsprechender Signale an die Projektile auf.

[0021] Vorzugsweise sind integrierte Distanz-Messmittel vorgesehen, um den Längenabstand des Zieles von der Rohrwaffe zu vermessen. Es können hierfür aber auch externe Distanz-Messmittel eingesetzt werden, und in gewissen Fällen kann der erwähnte Längenabstand auch mit Hilfe topographischer Karten ermittelt werden.

[0022] Die Ausbildung der Rohrwaffe mit dem Programmiersystem ist bevorzugt so, dass die Abgabe von Projektilen blockiert wird, wenn als Ergebnis der Berechnungen zur Programmierung ein Zerlegungsort resultieren würde, der innerhalb eines Sicherheitsfeldes um die Rohrwaffe liegen würde. Das Sicherheitsfeld ist im Wesentlichen abhängig von den Projektilen bzw. ihres Wirkungsbereiches.

[0023] Rohrwaffen zur Abgabe von Projektilen in Seriefeuer und mit dem neuen Programmiersystem sind vorzugsweise so ausgebildet, dass eine Serie bzw. ein Feuerstoss von einem Schützen initiiert wird und sich so lange fortsetzt, bis eine Unterbrechung durch den Schützen erfolgt.

[0024] Es ist günstig, wenn bei einer Unterbrechung von Seriefeuer gewisse Einstellungen erhalten bleiben, insbesondere, falls dasselbe Ziel weiter bekämpft werden soll, die mit dem Längenabstand des Zieles zusammenhängenden Einstellungen. Eine weitere Serie bzw. ein weiterer Feuerstoss zur Bekämpfung desselben Zieles kann dann ohne weitere Eingaben erfolgen, und erst bei der Bekämpfung eines neuen Zieles müssen die entsprechenden Einstellungen geändert werden. Die Rohrwaffe kann aber auch so ausgebildet sein, dass bei der Beendigung einer Serie bzw. eines Feuerstosses die eingestellten Werte gelöscht werden.

[0025] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand von Beispielen und mit Bezug auf die Zeichnung ausführlich beschrieben. Die Zeichnungen sind nicht masstäblich. Es zeigen:

Fig. 1 das Flugverhalten zerlegbarer Projektile, zur Erläuterung von im Rahmen der Beschreibung verwendeten Begriffen;

Fig. 2 eine Rohrwaffe und ein zu bekämpfendes Ziel, zur Erläuterung der Festlegung geeigneter Einstellungen, in schematischer Darstellung;

Fig. 3 eine Rohrwaffe und ein Ziel sowie Flugbahnen gleicher Projektile mit gleicher Programmierung, wobei nur Berechnungen zur Vorprogrammierung aber nicht zur Korrektur der Letzteren erfolgten, in gleicher Darstellung wie Fig. 2;

Fig. 4 eine Rohrwaffe und ein Ziel sowie Flugbahnen gleicher Projektile, wobei Berechnungsschritte zur Vorberechnung und zur definitiven Berechnung erfolgen, in gleicher Darstellung wie Fig. 2 und 3; und

Fig. 5 eine Rohrwaffe mit einem Programmiersystem nach der Erfindung, in schematischer Darstellung.

[0026] Einleitend werden verschiedene an sich bekannte Begriffe, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung stehen und die ggfs. im nachfolgenden Text oder in den Fig. 1 bis 4 erscheinen, erläutert.

[0027] Einsatz-spezifische Grössen sind eine Bekämpfungsdistanz bzw. ein Längenabstand x_Z eines Zieles Z, ein Längenabstand x_Q eines Zerlegungsortes Q und ein optimaler Längenabstand x_Q^* eines optimalen Zerlegungsortes Q* von einer Rohrwaffe 12, ferner tz, das heisst die Zünderlaufzeit, welche mit der Zündung der Projektile G zu laufen beginnt und bei deren Ende die Zerlegung der Projektile G an Zerlegungsorten Q erfolgt. Mit x und y sind jeweils laufende Koordinaten bezeichnet.

[0028] Weitere Einflussgrössen sind, jeweils für bekannte Typen von Projektilen G sind erstens die Wirkdistanz w einer Granate G; die eine Funktion des Granattyps und über die Bekämpfungsdistanz x bzw. einen Bereich des Längenabstandes praktisch konstant ist; zweitens die Ungenauigkeitsdistanz u; drittens die Höhe y bzw. die Überhöhung in y-Richtung des Detonationsortes Q für ein bestimmtes Ziel Z; viertens das Fehlerbudget-System E.

[0029] Noch weitere Einflussgrössen sind eine vorbekannte oder Norm-Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ der Projektile G und eine tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit $v_0(\text{eff})$ der Projektile G. Für eine Vorberechnung wird die vorbekannte bzw. vorbestimmte bzw. Norm-Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ benutzt, es wird festgesetzt, dass die Zerlegung zu einer Zeit t stattfindet, welche errechnet werden kann aus verschiedenen Einflussgrössen. Die effektive Mündungsgeschwindigkeit $v_0(\text{eff})$ weicht im Allgemeinen von der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ ab und muss daher gemessen werden. Für die endgültige Berechnung wird die effektive Mündungsgeschwindigkeit $v_0(\text{eff})$ berücksichtigt. Wird nur mit der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ gerechnet, so erfolgt die Zerlegung der Projektile G auf Grund eines zu übertragenden Signals nach einer Flugdauer t. Wird bei der endgültigen Berechnung mit der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit $v_0(\text{eff})$ gerechnet, so muss das den Projektilen G zu übertragende Signal, welches die Flugzeit bis zur Zerlegung bestimmt, so verändert werden, dass die Zerlegung bzw. Detonation nach der Flugdauer $t + \Delta t$ stattfindet; Δt ist ein Zeitfehler und kann positive oder negative Werte annehmen; Δt sollte möglichst gering sein.

[0030] Bei rasch bewegten Zielen Z muss in diesen Berechnungen auch die Zielgeschwindigkeit v_z berücksichtigt werden, insbesondere dann, wenn sich rasch bewegte Ziele der Röhrwaffe nähern; im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird aber angenommen, dass die Zielgeschwindigkeit Null oder vernachlässigbar klein ist.

[0031] Die Elevation λ des Waffenrohres 13 der Rohrwaffe 12 wird vor dem Abschuss der Projektile G eingestellt; sie folgt aus der Lösung der bekannten ballistischen Grundgleichung, mit welcher die Flugdauer bestimmt wird.

[0032] Fig. 1 zeigt die Rohrwaffe 12 mit einem Waffenrohr 13 und ein zu bekämpfendes Ziel Z in einem Längenabstand x_z von der Rohrwaffe 12. Die Projektile G, mit welchen das Ziel Z zu bekämpfen ist, bewegen sich in Abhängigkeit von der eingestellten Elevation λ des Waffenrohres 13 auf unterschiedlichen Projektiltrajektorien g bzw. g*. Die geeignete Elevation λ* ist diejenige, bei welcher sich das Projektil G auf der optimalen Projektiltrajektorie g* bewegt, so dass sich das Projektil G bei seiner Zerlegung im Längenabstand x_Q* von der Rohrwaffe 12 und in einer optimalen Höhe y* über dem Ziel Z befindet. Eine optimale Programmierung hat zur Folge, dass das Projektil G in dieser optimalen Höhe y* an einem optimalen Zerlegungsort Q* detoniert. Bei der Zerlegung eines Projektils G entstehen Fragmente, die sich mit relativer Fragmentgeschwindigkeit allseitig vom Zerlegungsort entfernen. Die absolute Geschwindigkeit der Fragmente setzt sich zusammen aus der Fragmentgeschwindigkeit und der Projektilgeschwindigkeit. Das Ziel Z befindet sich optimalerweise etwa mittig in einer Fläche, in welcher sich die Ebene des Ziels Z und der Splitterraum , in welchem sich die Splitter der bei Q* detonierten Projektile G bewegen, schneiden.

[0033] In Fig. 2 ist das Verhalten von in der Theorie ballistisch gleich agierenden Projektilen G dargestellt, die bei gleicher Elevation λ und mit gleicher Programmierung abgeschossen werden; die Berechnungen zur Programmierung berücksichtigen hierbei nur die vorbekannte Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$, eine Korrektur zur Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) findet nicht statt. Der Übersichtlichkeit halber sind nur drei Projektile G dargestellt, aber in Wirklichkeit kann eine Serie weit mehr als drei Projektile umfassen. Die Rohrwaffe 12, welche das Waffenrohr 13 besitzt, schiesst die Projektile G ab, um das Ziel Z zu bekämpfen. Bei einer vorgängig berechneten und jetzt als gegeben vorausgesetzten Elevation λ des Waffenrohres 13 und unter Berücksichtigung einer bekannten Letalität der Projektile G ergibt die Vorberechnung eine Flugzeit t bis zur Detonation; diese Vorberechnung erfolgt auf Grund der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$. Die Zerlegungsorte Q der Projektile G liegen dann theoretisch in der optimalen Höhe y* über dem zu bekämpfenden Ziel Z und in einem Längenabstand x_Q* von der Rohrwaffe 12, wobei im vorliegenden Fall der Zerlegungsortes Q etwas weniger weit von der Rohrwaffe 12 liegt als das Ziel Z, das sich im Abstand x_z von der Rohrwaffe 12 befindet.

[0034] Würde die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) der Projektile G mit der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ übereinstimmen, so würden sich gemäss Fig. 3, die Abwesenheit störender Einflüsse vorausgesetzt, alle Projektile G auf einer gemeinsamen optimalen Projektiltrajektorie g* bewegen und am Zerlegungsort Q* detonieren. Im Allgemeinen weicht, wie mehrfach erwähnt, die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) der Projektile G von der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ der Projektile G ab. Dies ist die hauptsächliche Ursache dafür, dass sich die Projektile G, wie in Fig. 3 dargestellt, auch beim Abschuss mit gleicher Elevation λ, nicht oder nicht nur auf der optimalen Trajektorie g* sondern auch auf anderen Trajektorien g bewegen, und, auch bei gleicher Programmierung, nicht bzw. nicht nur nur am optimalen Zerlegungsort Q* sondern auch an anderen Zerlegungsorten Q detonieren.

[0035] Nach der Erfindung wird nun die tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) mindestens eines der Projektile G gemessen. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen, gemessenen Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) bzw. ihrer Abweichung von der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit $v_0(0)$ erfolgt die endgültige Berechnung bzw. eine Berechnungskorrektur, und auf Grund der Ergebnisse der endgültigen Berechnung erfolgt die Programmierung der Projektile. Die Trajektorien g, auf denen sich die Projektile G bewegen, sind gleich wwie in Fig. 3, das heisst gleich, wie wenn die Programmierung nur auf Grund der Vorberechnung ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) durchgeführt wird. Aber die endgültige Berechnung für die Programmierung wird so durchgeführt, dass die Zerlegungsorte Q aller Projektile G in der optimalen Höhe y* des optimalen Zerlegungsortes Q* über dem Ziel Z liegen, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

[0036] Den Vorteil der optimalen Höhe y* aller Zerlegungsorte Q erkauft man sich allerdings mit einer Längenabweichung der Detonationsorte Q von x_Q*.Wird diese Längenabweichung so gross, dass das Ziel T von vielen der Projektile G nicht mehr effizient bekämpft werden kann, so muss eine andere Elevation λ gewählt werden.

[0037] Als vorbekannte Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) kann auch der Mittelwert von gemessenen Mündungsgeschwindigkeiten bisher bzw. zuvor verschossener Projektile benutzt werden.

[0038] Um stets Zerlegungsorte Q* mit optimalen Höhen y* über dem Ziel Z zu erhalten, sollte bei jedem Projektil G eine Messung der effektiven Mündungsgeschwindigkeit v_0(eff) durchgeführt werden.

[0039] Zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ist die Rohrwaffe 12 mit einem Programmiersystem ausgerüstet. Übliche Rohrwaffen, zum Beispiel Infanteriewaffen wie Granatwerfer oder Maschinenkanonen, können ggfs. durch das neue Programmiersystem nachgerüstet werden, so dass eine Kampfwertsteigerung erreicht werden kann.

[0040] Das Programmiersystem weist v_0-Messmittel 14, Berechnungsmittel 16 und Übertragungsmittel 18 zur Übertragung von berechneten Daten von den Berechnungsmitteln 16 an die Projektile G auf, einschlies-

slich einer Übertragungseinheit an der Rohrwaffe 12. Die v_0-Messmittel 14 sind im Allgemeinen im Bereich der Mündung des Waffenrohres 13, vor oder nach dem Mündungsquerschnitt, angeordnet. Die Übertragungsmittel 16 sind so ausgebildet und angeordnet, dass die Übertragung der Daten an die Projektile G, beispielsweise vor dem Abschuss der Projektile G zwischen einem Projektillager und dem Ende des Waffenrohres 13, stattfindet.

[0041] Wie schon erwähnt, hat die endgültige Berechnung nach dem neuen Verfahren zur Folge, dass die Projektile G so programmiert sind, dass sie zwar in optimaler Höhe y* über dem Ziel Z detonieren, dass aber nicht alle Projektile G im optimalen Längenabstand x_Q* von der Rohrwaffe detonieren. Dieses Problem stellte sich schon früher bei Bekämpfung von Flächenzielen, und als Lösung wurde dort das Schiessen in einem so genannten Perlenketten-Modus vorgeschlagen. Darunter ist folgendes zu verstehen: Es werden an und für sich gleiche Projektile verschossen. Diese Projektile folgen, abgesehen von der üblichen innen- und endballistisch verursachten Streuung, im Prinzip gleichen Trajektorien, die sich natürlich nur dann örtlich decken, wenn Azimut und Elevation nicht verändert werden. Diese gleichen Projektile werden nun ungleich programmiert bzw. die ihnen übertragene Programmierung wird ungleich berechnet, nämlich so, dass, vom Abschuss bis zur Zerlegung, das erste Projektil die längste Flugdauer und jedes folgende Projektil jeweils eine kürzere Flugdauer hat. Damit verändern sich die Charakteristiken der Trajektorien nicht, aber die Endpunkte der Trajektorien der unzerlegten Projektile rücken mit jedem zusätzlich abgeschossenen Projektil näher zur Rohrwaffe. Durch Abstimmung der Flugzeiten der Projektile auf die Kadenz der Rohrwaffe kann auf Wunsch sogar erreicht werden, dass eine Vielzahl von Projektilen gleichzeitig detoniert; insbesondere bei nächtlichem Schiessen bietet sich dann einem Betrachter ein Bild, das mit einer in Abständen mit Perlen besetzten Kette verglichen werden kann; hieraus wurde die Bezeichnung Perlenketten-Modus abgeleitet. Es wird aber darauf hingewiesen, dass Schiessen im Perlenketten-Modus nicht zwingend bedeutet, dass die Projektile gleichzeitig detonieren.

[0042] Kombiniert man den Gedanken der Programmierung von Projektilen G für Punktschuss-Modus nach der Erfindung, das heisst die Einhaltung der optimalen Höhe y* des Zerlegungsortes Q*, mit dem Gedanken des bekannten Perlenketten-Modus, so kann daraus ein sehr vorteilhaftes Verfahren resultieren. Dieses ermöglicht die Programmierung von Projektilen für Rohrwaffen, mit welchem Punktziele, das heisst Ziele mit bekanntem Azimut, mit stark gekrümmten Trajektorien effizient bekämpft werden können, und zwar auch bei einer beträchtlichen Längenabweichung der Detonationsorte. Hierbei muss allerdings beim grössten Teil der Projektile eine gewisse Höhenabweichung von der optimalen Höhe y* der Zerlegungsorte Q in Kauf genommen werden.

[0043] Natürlich lässt sich mit dem Perlenketten-Modus eine Verbesserung erzielen, auch wenn keine Berücksichtigung der Abweichung der effektiven von der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit und somit keine v_0-Messung erfolgt und/oder wenn das Vermessen oder Schätzen des Längenabstandes des Zieles von der Waffe ungenau durchgeführt wird.

[0044] Ein weiteres Problem, das sich im Zusammenhang mit dem Verschiessen programmierbarer Projektile mit Rohrwaffen stellt, ist das Folgende: Rohrwaffen im Sinne der Erfindung werden, wie schon erwähnt, häufig zur Bekämpfung von Flächenzielen bzw. von innerhalb einer Fläche nicht genau detektierbaren oder sich bewegenden Zielen eingesetzt. Um Treffer zu erzielen, muss hierbei die ganze Fläche mit Schüssen eingedeckt werden. Dies könnte im Punktschuss-Modus, das heisst mit einer Vielzahl gleich programmierter Projektile, erreicht werden, indem während der Abgabe einer Serie das Waffenrohr sowohl im Azimut als auch in der Elevation verschwenkt würde. Die Waffenrohre von Infanteriewaffen werden meist mit Muskelkraft gerichtet und lassen sich während der Abgabe einer Serie von Projektilen ohne weiteres im Azimut verändern. Eine Fläche kann somit im Punktschuss-Modus durch Verschwenken des Waffenrohres im Azimut in ihrer Breite mit Feuer eingedeckt werden, wobei Längsstreuungen dazu verhelfen können, die Fläche auch über eine gewisse, allerdings beschränkte Länge mit Feuer einzudecken. In dieser Weise lassen sich Flächen, die, in Schussrichtung gesehen, keine allzu grossen Abmessungen haben, in befriedigender Weise mit Feuer eindecken.

[0045] Häufig sind aber Flächen mit Feuer einzudekken, die, in Schussrichtung gesehen, relativ grosse Abmessungen aufweisen. Solche Flächen können mit dem oben beschriebenen Punktschuss-Modus, das heisst unter Abgabe von Projektilen mit gleicher Programmierung, mit oder ohne Berechnungskorrektur zur Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit, zwar ohne weiteres in ihrer Breite mit Feuer eingedeckt werden, aber nicht in ihrer ganzen Länge.

[0046] Es wurde daher auch hier versucht, das oben beschriebene, vorbekannte Verfahren des herkömmlichen Perlenketten-Modus für im Rahmen der Erfindung verwendete Rohrwaffen, für die hier der Begriff Infanterie-Rohrwaffen verwendet werden soll, zu benutzen. Damit lässt sich beim Beschuss eines Flächenzieles, dessen Längenbereich, in Schussrichtung gesehen, von der Waffe gross ist, eine befriedigendere Waffenwirkung erzielen als beim Schiessen im Punktschuss-Modus. Mit Projektilen, die in diesem herkömmlichen Perlenketten-Modus aus Infanterie-Rohrwaffen verschossen werden und die daher eine entsprechende Perlenketten-Programmierung aufweisen, kann also ein gewisses Umfeld eines nicht genau lokalisierbaren Zieles bzw. ein Flächenziel bestrichen werden, auch wenn davon ausgegangen wird, dass die Elevation während des Schiessens nicht verändert wird. Verän-

dert der Schütze während des Schiessens auch das Azimut nicht, so besteht die bestreichbare Fläche aus einem in Schussrichtung vor der Waffe liegenden Geländestreifen. Verändert der Schütze während des Schiessens das Azimut,- und das ist eigentlich bei der Bekämpfung von Flächenzielen beabsichtigt, so besteht die bestreichbare Fläche aber nur aus einem schräg vor der Waffe liegenden Geländestreifen, in welchem die Detonationsorte der nacheinander verschossenen Projektile sich schrittweise der Waffe nähern.

[0047] Dieser Nachteil kann ausgemerzt werden durch ein Verfahren zum Schiessen mit Infanterie-Rohrwaffen in einem adaptierten Perlenketten-Modus. Hierbei werden die Projektile so programmiert, so dass sich die Detonationsorte der einzelnen Projektile schrittweise ändern, und zwar nicht nur in einer Richtung, das heisst mit sich stets verkürzenden Zerlegungszeiten, sondern abwechselnd, indem jeweils eine erste Gruppe von Projektilen einer Serie mit sich verkürzenden Zerlegungszeiten programmiert wird, eine zweite Gruppe mit sich verlängernden Zerlegungszeiten programmiert wird, und sich dies fortsetzt, indem jede Gruppe umgekehrt programmiert wird als die vorhergehende Gruppe. Die Einteilung der Projektile in Gruppen ist fiktiv und dient nur der anschaulichen Beschreibung des neuen Verfahren. Die Projektile der verschiedenen Gruppen unterscheiden sich, wie schon erwähnt, nicht in ihrem Aufbau sondern nur in ihrer Programmierung.

[0048] Üblicherweise werden die Projektile so programmiert, dass die Flugdauern der Projektile der ersten Gruppe laufend abnehmen und die Flugdauern der Projektile der zweiten Gruppe laufend zunehmen.

[0049] Die Zahl der Projektile jeder Gruppe kann vorbestimmt sein oder jeweils von Fall zu Fall bzw. von Einsatz zu Einsatz festgelegt werden.

[0050] Eine Gruppe, deren Projektile mit abnehmendem Abstand von der Waffe detonieren, ist im Prinzip beendigt, wenn die vorbestimmte bzw. festgelegte Anzahl von Projektilen verschossen ist. Vorteilhaft wird aber eine Sperre vorgesehen, um eine Gruppe zu beendigen, bevor der Detonationsort eines Projektils einen Sicherheitsabstand von der Waffe unterschreitet.

[0051] Der zweiten Gruppe von Projektilen folgen im Allgemeinen weitere Gruppen, wobei die Projektile jeweils aufeinanderfolgender Gruppen umgekehrt programmiert werden.

[0052] Während das Ende jeder Gruppe durch die Programmierung, ggfs. auch durch die Einhaltung des Sicherheitsabstandes, bestimmt wird, ist es vorteilhaft, wenn das Ende des gesamten Feuerstosses nicht nach einer bestimmten Dauer oder nach einer bestimmten Anzahl von verschossenen Projektilen erfolgt, sondern wenn der Schütze das Ende des Feuerstosses selbst bestimmen kann. Dadurch wird vermieden, dass er während der Schussabgabe vom plötzlichen Ende des Feuerstosses überrascht wird.

[0053] Die Programmierung kann so ausgebaut sein, dass eine Umprogrammierung von sich nähernden Detonationsorten auf sich entfernende Detonationsorte mit einem Verschwenken des Waffenrohres um einen bestimmten Minimalwinkel gekoppelt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Programmierung der Zerlegung von Projektilen (G), die dazu bestimmt sind, zur Bekämpfung eines Zieles (Z) von einem Rohr (13) einer Waffe (12) längs einer stark gekrümmten Trajektorie (g, g*) abgeschossen zu werden und an einem Zerlegungsort (Q*) in der Umgebung des Zieles (Z) zu detonieren, wobei

   - eine Abstandsmessung zur Ermittlung des Längenabstandes (x_z) des Zieles (Z) von der Waffe (12) durchgeführt wird,
   - das Rohr (13) auf eine geeignete Elevation (λ) eingestellt wird,

     - unter Berücksichtigung einer vorbekannte Mündungsgeschwindigkeit ($v_0(0)$) der Projektile (G) und des Längenabstandes (x_z) des Zieles (Z) von der Waffe (12) sowie
     - unter Einhaltung einer optimalen Höhe (y*) des Zerlegungsortes (Q*) über dem Ziel (Z)

   - eine tatsächliche Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) eines Projektils (G) ermittelt wird,
   - eine Berechnung für die Programmierung durchgeführt wird

     - unter Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) und
     - unter Beibehaltung der optimalen Höhe (y*) des Zerlegungsortes (Q*) über dem Ziel (Z), und

   - die Programmierung dem jeweiligen Projektil (G) übertragen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zur Berechnung der Programmierung der Projektile (G)

   - eine Vorberechnung unter Berücksichtigung der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit ($v_0(0)$) und
   - eine endgültige Berechnung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Projektile (G) einen Fallwinkel relativ zur Horizontalen haben, der den Bereich von 5° übersteigt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Flugbahnen (g, g*) der Projektile (G) in der un-

teren Winkelgruppe liegen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Projektile (G) einzeln oder in Serien verschossen werden.

6. Waffe (12) mit einem Rohr (13) zum Abschuss von Projektilen (G) längs stark gekrümmter Trajektorien (g, g*), und mit einem Programmiersystem (14, 16, 18), um die Projektile (G) so zu programmieren, dass sie im Flug an einem Zerlegungsort (Q*) detonieren, um ein Ziel (Z) zu bekämpfen, das in einem Längenabstand (x_z) von der Waffe (12) entfernt ist, welches Programmiersystem aufweist:

- v_0-Messmittel (14) zur Ermittlung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) der Projektile (G),
- Berechnungsmittel (16) zur Berechnung der Programmierung der Projektile (G)
  - unter Berücksichtigung einer vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit (v_0(0)) der Projektile (G) und des Längenabstandes (x_z) des Zieles (Z) von der Waffe (12), und
  - unter Einhaltung einer optimalen Höhe (y*) des Zerlegungsortes (Q*) über dem Ziel (Z) und), und
  - unter Berücksichtigung der gemessenen Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) der Projektile (G), sowie
- Übertragungsmittel (18) zur Übertragung der Programmierung an die Projektile (G).

7. Waffe (12) mit Programmiersystem (14, 16, 18) nach Anspruch 6, wobei die Berechnungsmittel (16) dazu ausgebildet sind,

- eine Vorberechnung unter Berücksichtigung der vorbekannten Mündungsgeschwindigkeit (v_0(0)) durchzuführen,
- eine endgültige Berechnung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Mündungsgeschwindigkeit (v_0(eff)) durchzuführen, und wobei
- den Berechnungsmitteln (16) Speichermittel zugeordnet sind, um das Ergebnis der Vorberechnung bis zur Korrekturberechnung zu speichern.

8. Waffe (12) mit Programmiersystem (14, 16, 18) nach einem der Ansprüche 6 bis 7, wobei die Projektile (G) so ausgebildet und abschiessbar sind, dass ihr Fallwinkel relativ zur Horizontalen den Bereich von 5° übersteigt.

9. Waffe (12) mit Programmiersystem (14, 16, 18) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Projektile (G) längs Trajektorien (g, g*) abschiessbar sind, die in der unteren Winkelgruppe liegen.

10. Waffe (12) mit Programmiersystem (14, 16, 18) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Waffe (12) dazu ausgebildet ist, die Projektile (G) einzeln oder in Serien zu verschiessen.

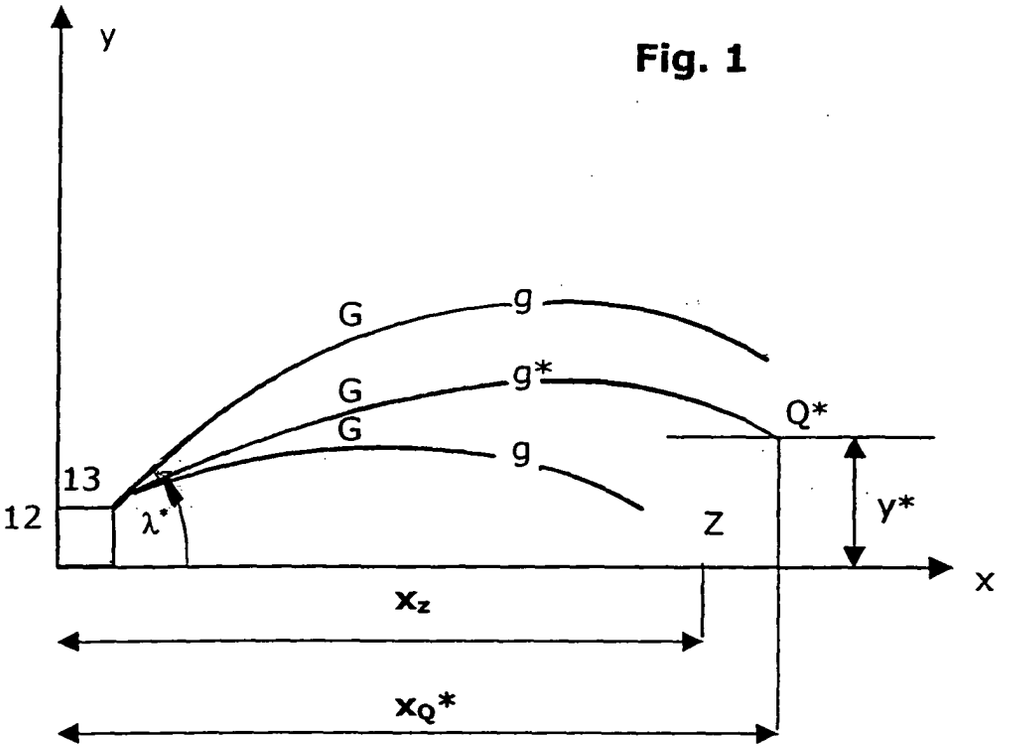


Fig. 1

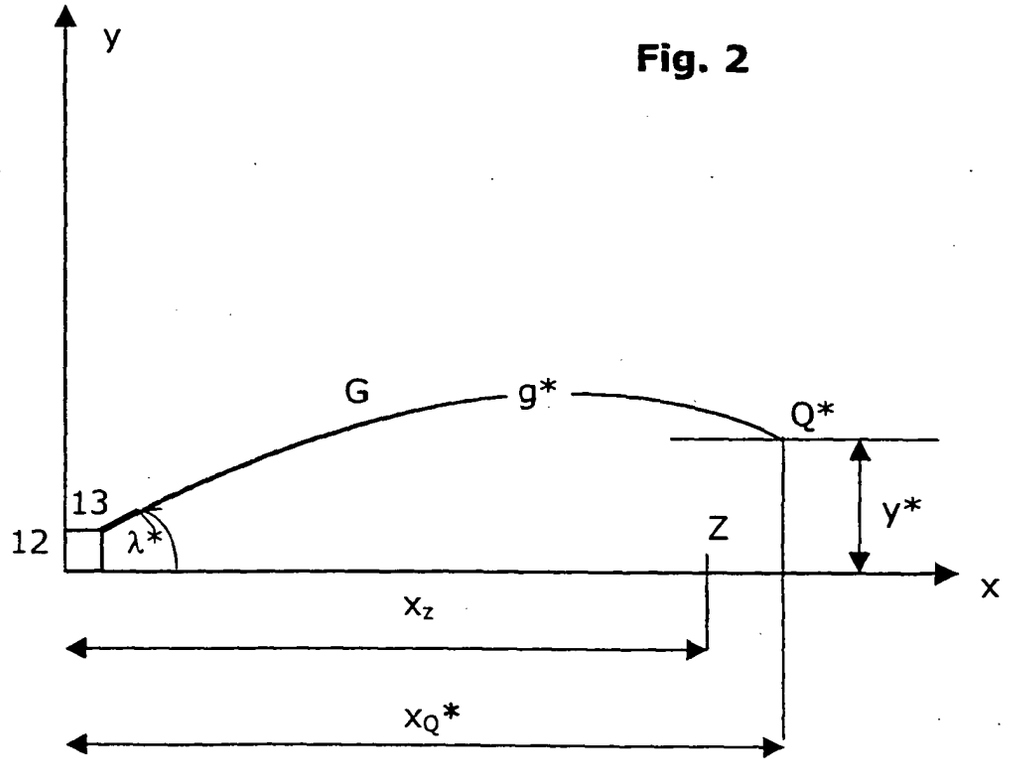


Fig. 2

Fig. 3

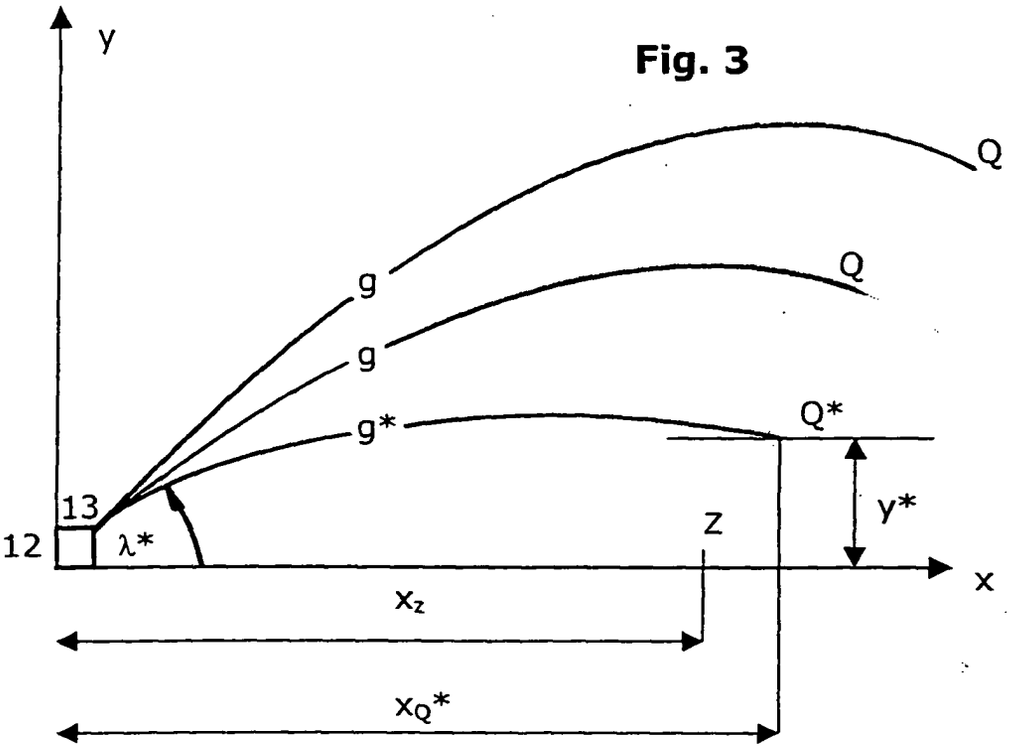


Fig. 4

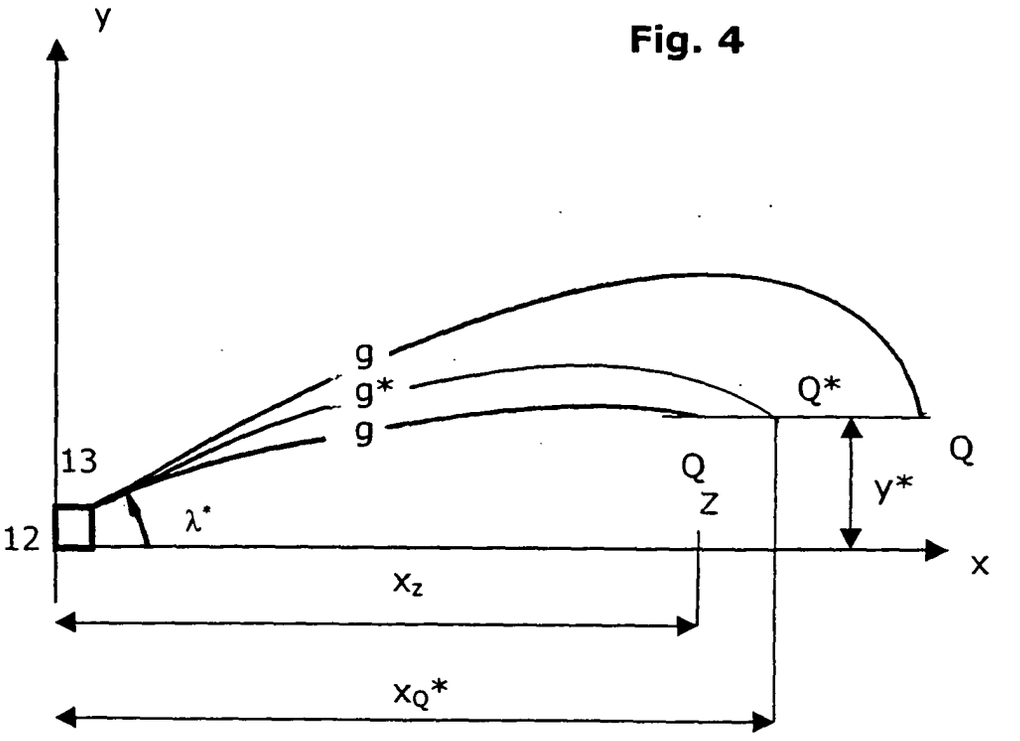
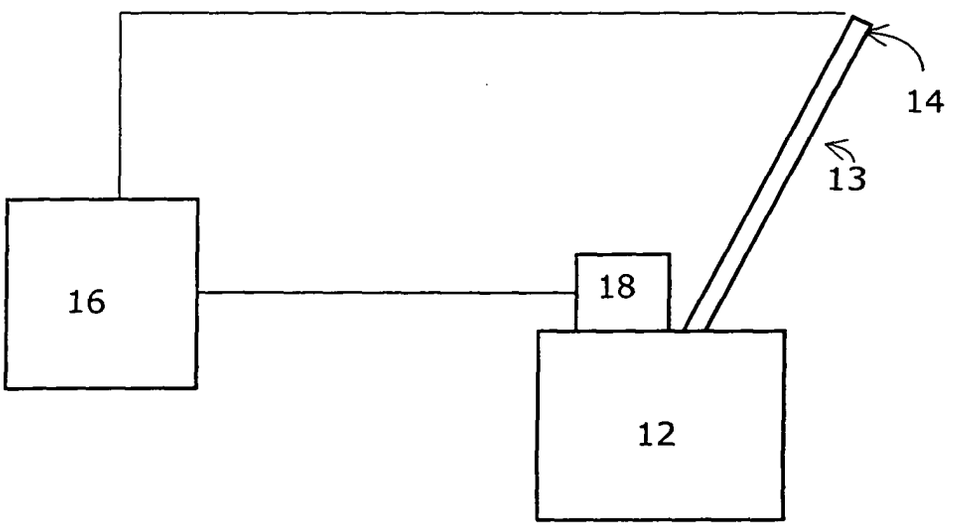


Fig. 5



10

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 02 8938

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X,D	US 5 814 756 A (BOSS ANDRE) 29. September 1998 (1998-09-29) * Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 4, Zeile 27 * * Abbildungen 1-4 *	1-10	F42C17/04
X,D	US 2002/088367 A1 (MACALEESE GREGORY B ET AL) 11. Juli 2002 (2002-07-11) * Absätze [0029]-[0038] *	1-10	
X,D	US 5 894 102 A (OBERLIN RICHARD P ET AL) 13. April 1999 (1999-04-13) * Spalte 2, Zeile 46-62 * * Abbildung 4 * * Anspruch 1 *	6-10	
A		1	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)

F42C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	18. Mai 2004	Lostetter, Y

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 03 02 8938

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5814756 A	29-09-1998	AT 197091 T	15-11-2000
		AU 716410 B2	24-02-2000
		AU 7172996 A	23-10-1997
		CA 2190385 A1	20-10-1997
		DE 59606026 D1	23-11-2000
		EP 0802392 A1	22-10-1997
		JP 9280799 A	31-10-1997
		NO 964755 A	20-10-1997
		SG 83656 A1	16-10-2001
		TR 9600951 A1	21-11-1997
		ZA 9609542 A	17-06-1997
US 2002088367 A1	11-07-2002	AU 4990300 A	17-11-2000
		AU 7328400 A	12-12-2000
		EP 1190205 A2	27-03-2002
		WO 0066861 A1	09-11-2000
		WO 0071965 A2	30-11-2000
		US 2002166350 A1	14-11-2002
US 5894102 A	13-04-1999	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82