

19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 691 704 A5

51 Int. Cl.⁷: F 41 G 007/26

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01099/95

22 Anmeldungsdatum: 13.04.1995

30 Priorität: 07.05.1994 DE A4416211.1

24 Patent erteilt: 14.09.2001

45 Patentschrift
veröffentlicht: 14.09.2001

73 Inhaber:
TZN Forschungs- und Entwicklungszentrum
Unterlöss GmbH, Neuensothriether Strasse 20,
D-29345 Unterlöss (DE)
Rheinmetall W & M GmbH,
Heinrich-Ehrhardt-Strasse 2,
D-29345 Unterlöss (DE)

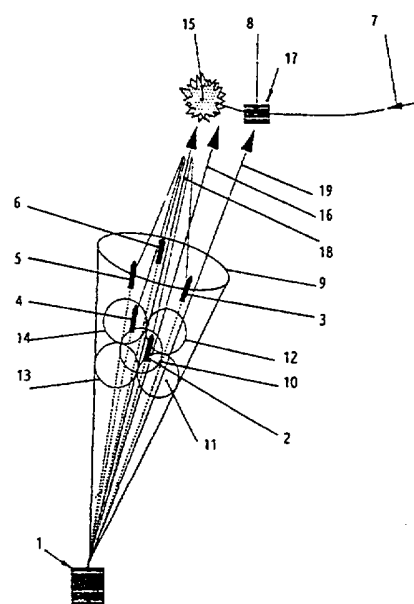
72 Erfinder:
Romer, Rudolf,
Kaarst (DE)
Wollmann, Gerd, Dr.,
Oberhausen (DE)
Misoph, Helmut, Prof. Dr.-Ing.,
Lauf a. d. Pegnitz (DE)

74 Vertreter:
E. Blum & Co. Patentanwälte,
Am Vorderberg 11, 8044 Zürich (CH)

54 Verfahren und Vorrichtung zur Flugbahnkorrektur von Geschossen.

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Flugbahnkorrektur von Geschossen mithilfe eines Leitstrahles (9), wobei in einem der Abfeueereinrichtung (1) zugeordneten Feuerleitsystem laufend Zieldaten, wie Geschwindigkeit, Entfernung und Bewegungsrichtung, erfasst und zu der den Leitstrahl (9) erzeugenden Laservorrichtung (21) übertragen werden, und wobei die Geschosse jeweils eine den Leitstrahl (9) empfangende Empfangsvorrichtung (31) enthalten.

Um sowohl einzelne Geschosse als auch mehrere zeitlich dicht aufeinander folgende Geschosse mit unterschiedlichen Ablagen auf einfache Weise durch eine Impulskorrektur zu korrigieren, schlägt die Erfindung vor, den Leitstrahl (9) auf den aufgrund der Zieldaten errechneten Kollisionspunkt (15) zu richten und in mindestens vier Leitstrahlsegmente (11–14) aufzuteilen, die um ein zentrales auf den Kollisionspunkt (15) ausgerichtetes Leitstrahlsegment (10) herum angeordnet sind. Jedes Leitstrahlsegment (10–14) wird unterschiedlich moduliert. Mithilfe der Empfangsvorrichtung (31) ermittelt das jeweilige Geschoss dann aus der Modulation des Leitstrahlsegmentes (10–14), in dem es sich gerade befindet, die für die Korrektur erforderliche Winkellage in Bezug auf den Kollisionspunkt (15).



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Flugbahnkorrektur von Geschossen mithilfe eines Laserleitstrahles nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zur Durchführung der Erfindung.

Zur Erhöhung der Trefferwahrscheinlichkeit, insbesondere bei der Bekämpfung sich bewogender Ziele, ist neben einer optimalen Feuerleitung und einer geringen Flugzeit auch eine Korrektur der Flugbahn der Geschosse, vor allem bei gesteigerter Reichweite, unumgänglich. Es ist bekannt, zu einer derartigen Zielbekämpfung Suchzündergeschosse, die in der Geschosspitze eine entsprechend aufwändige Sensorik aufweisen, oder leitstrahlgelenkte Geschosse zu verwenden. Bei den leitstrahlgelenkten Geschossen kann der Leitstrahl entweder das Ziel beleuchten – und das Geschoss muss wiederum eine entsprechend aufwändige Sensorik in der Geschosspitze aufweisen – oder der Leitstrahl ist auf den Flugkörper gerichtet und lenkt diesen entsprechend der mit dem Feuerleitsystem gewonnenen Daten in das Ziel.

Bei dem letztgenannten Verfahren ist es mit vertretbarem Aufwand nur möglich, mit dem jeweiligen Leitstrahl ein einziges Geschoss in das Ziel zu lenken. Derartige Verfahren werden daher in der Regel nur zur Lenkung grosskalibrierter Flugkörper (Artillerie- oder Panzergeschosse) verwendet.

Aus der DE 2 543 606 C2 ist ein Verfahren zur Flugbahnkorrektur rotierender Geschosse bekannt. Dabei erfolgt mittels einer dem Waffenträger zugeordneten optischen Einrichtung zunächst eine Ablagemessung des jeweiligen Geschosses. Anschliessend werden dann die Daten zur Auslösung eines entsprechenden Korrekturimpulses mithilfe des Laserleitstrahles auf das Geschoss übertragen, wobei der Rollagewinkel des Geschosses mittels einer entsprechenden Auswertevorrichtung in dem Geschoss selbst bestimmt wird.

Nachteilig ist auch bei diesem Verfahren, dass jeweils die Flugbahn nur eines einzigen und nicht mehrerer zeitlich dicht hintereinander fliegender Geschosse korrigiert werden kann. Die quasi gleichzeitige Korrektur von Geschossen einer Maschinenkanonen-Salve (Schwarm) ist daher mit dieser bekannten Vorrichtung nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Flugbahnkorrektur anzugeben, bei dem sowohl einzelne Geschosse als auch mehrere zeitlich dicht aufeinander folgende Geschosse mit unterschiedlichen Ablagen auf einfache Weise durch eine Impulskorrektur korrigiert werden können. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 7 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung offenbaren die abhängigen Patentansprüche.

Im Wesentlichen liegt der Erfindung der Gedanke

zu Grunde, den Leitstrahl nicht auf das jeweilige Geschoss, sondern auf das Ziel zu richten und diesem nachzuführen. Dabei entnehmen sich die einzelnen Geschosse die für ihre Korrekturen erforderlichen Daten zu einem von ihnen bestimmten Zeitpunkt autonom dem Leitstrahl selbst.

Hierzu setzt sich der Leitstrahl aus einem zentralen Leitstrahlsegment, welches auf das Ziel gerichtet bleibt, und mindestens vier äusseren um das zentrale Segment herum angeordneten Leitstrahlsegmenten zusammen. Das Licht der einzelnen Leitstrahlsegmente ist unterschiedlich moduliert, so dass die im Leitstrahl befindlichen Geschosse aufgrund der jeweils empfangenen Modulation ihre Ablage bestimmen können und wissen, in welcher Richtung sie korrigiert werden müssen. Entspricht überdies der Abstand zwischen den Mittelpunkten der einzelnen äusseren Leitstrahlsegmente und dem inneren Leitstrahlsegment der maximalen Korrektur und ist der Richtungswinkel der Korrektur in dem jeweiligen äusseren Leitstrahlsegment konstant, so liegt die Geschossachse nach der Korrektur immer innerhalb des zentralen Leitstrahlsegmentes. Mithilfe einer in dem jeweiligen Geschoss befindlichen Auswerteelektronik wird mit diesen Informationen der optimale Auslösezeitpunkt für die entsprechende Korrekturladung ermittelt.

Das erfindungsgemässe Verfahren weist ferner den Vorteil auf, dass das gesamte System vom Ziel her optisch praktisch nicht stöbar ist, da keine Informationen vom Geschoss zur Bodenstation gesendet werden. Ausserdem entfällt das Scannen und das Zuordnen einzelner Informationen zu bestimmten Geschossen.

Im Falle der Impulskorrektur rotierender Geschosse kann die für den genauen Korrekturzeitpunkt erforderliche Rollage des Geschosses vorzugsweise dadurch ermittelt werden, dass das zentrale Leitstrahlsegment mithilfe eines holografisch optischen Elementes phasenmoduliert wird, d.h., es wird eine definierte Phasenstruktur im Leitstrahl erzeugt. Da die Information nun als Phasen-Information im Leitstrahl gespeichert ist, ist es nicht erforderlich, den entsprechenden Empfangsdetektor in dem jeweiligen Geschoss coaxial zum Leitstrahl auszurichten. Der Empfangsdetektor kann sich vielmehr an irgendeiner Stelle innerhalb des Leitstrahles befinden, wobei allerdings vorausgesetzt werden muss, dass er in bestimmten Grenzen achsparallel zum Leitstrahl orientiert ist.

Die Laservorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens besteht im Wesentlichen aus dem Laser selbst und einer Strahlteileranordnung mit Modulatoren zur Erzeugung einer vorgegebenen Anzahl unterschiedlich modulierter Leitstrahlsegmente.

Das Geschoss besitzt in seinem heckseitigen Teil eine Empfangsvorrichtung, die im Wesentlichen aus einer Empfangsoptik mit einem als Polarisator ausgebildeten holografischen Element, zwei Empfangsdetektoren und einer Auswerteeinheit besteht. Der eine Empfangsdetektor dient dabei in Verbindung mit dem holografischen Element zur Messung der Rollage des Geschosses. Der zweite Empfangsdetektor dient zur Bestimmung der Ablagemessung

durch Bestimmung der Modulation sowie gegebenenfalls auch zur Messung des von der Laservorrichtung übertragenen Zielabstandes.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den folgenden anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2a bis 2e Impulsdigramme zur Erläuterung der Modulation der Leitstrahlsegmente;

Fig. 3 schematisch eine Laservorrichtung zur Erzeugung modulierter Leitstrahlsegmente und

Fig. 4 schematisch den Aufbau der im heckseitigen Teil eines Geschosses angeordneten Empfangsvorrichtung.

In Fig. 1 ist mit 1 schematisch eine Maschinenwaffe mit einem integrierten Feuerleitsystem zur Zieldatenerfassung und einer Laservorrichtung zur Erzeugung eines Leitstrahles angedeutet. Aus der Maschinenwaffe wurde eine Salve von fünf Geschossen 2-6 (Schwarm) auf ein sich in Pfeilrichtung 7 bewegendes Ziel 8 abgefeuert.

Die Laservorrichtung erzeugt einen Leitstrahl 9, der sich aus fünf Leitstrahlsegmenten 10-14 zusammensetzt, wobei in Fig. 1 die einzelnen Leitstrahlsegmente durch in die Betrachterebene geklappte Strahlquerschnitte (Kreise) dargestellt sind. Dabei umgeben die äusseren Leitstrahlsegmente 11-14 das zentrale Leitstrahlsegment 10.

Aufgrund der von dem Feuerleitsystem ermittelten Zieldaten wird der Leitstrahl 9 auf einen errechneten Kollisionspunkt 15 gerichtet und die Geschosse 2-6 entsprechend korrigiert. Dabei ist in Fig. 1 mit 16 die Flugrichtung des Schwarms vor der Korrektur aufgrund des am Ort 17 befindlichen Zieles und mit 18 die Mittelachse des Leitstrahles 9 und damit auch des zentralen Leitstrahlsegmentes bezeichnet. Der das Ziel 8 abtastende Strahl des Feuerleitsystems ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 19 versehen.

Zur Messung der Ablage der einzelnen Geschosse des Schwarms sind die Leitstrahlsegmente 11-14 unterschiedlich moduliert. Dieses ist in den Fig. 2a bis 2e schematisch dargestellt, wobei mit I die Intensität und mit T die Zeit bezeichnet sind. Fig. 2a zeigt dabei den Intensitätsverlauf des Leitstrahlsegmentes 10 und die Fig. 2b bis 2e die entsprechenden Intensitätsverläufe der Segmente 11-14.

Das Leitstrahlsegment 10 deckt vorzugsweise flächenmässig die Zielfläche für eine vorgegebene Zielentfernung (z.B. 4000 m) ab. Im Bereich der Korrektur (z.B. 1000 bis 2000 m) muss der Abstand der Mittelpunkte der äusseren Leitstrahlsegmente 11-14 zu dem Mittelpunkt des zentralen Leitstrahlsegmentes 10 der maximal möglichen Korrektur entsprechen.

Die in den Fig. 2a bis 2e gestrichelt eingezeichnete Impulsfolge 20 charakterisiert die mithilfe des Feuerleitsystems bestimmte Entfernung zwischen der Laservorrichtung 1 und dem Ziel 8, die zur Bestimmung des Zündzeitpunktes der Korrekturladung des jeweiligen Geschosses zusätzlich zur Winkelab-

lage und Rollwinkellage des Geschosses erforderlich ist. Diese Information ist in allen fünf Leitstrahlsegmenten 10-14 vorhanden.

In Fig. 3 ist schematisch eine Laservorrichtung 21 zur Erzeugung der einzelnen Leitstrahlsegmente dargestellt, wobei aus Übersichtlichkeitsgründen lediglich die Erzeugung der drei Segmente 10-12 (Fig. 1) wiedergegeben wurde. Im Wesentlichen setzt sich die Laservorrichtung 21 aus dem eigentlichen Laser 22, einer der Zahl der äusseren Leitstrahlsegmente entsprechenden Anzahl von Strahlenteilern 23, 24, einer entsprechenden Anzahl von Modulatoren 25-27 sowie einer entsprechenden Anzahl von Umlenkspiegeln 28, 29 zusammen.

Ferner kann bei einer gewünschten Impulskorrektur rotierender Geschosse (z.B. drallstabilisierten Geschossen) ein holografisches Element 30 vorgesehen werden, welches das Leitstrahlsegment 10 zusätzlich phasenmoduliert. Durch dieses Verfahren ist in Verbindung mit einem weiteren holografischen Element in der Empfangsvorrichtung des jeweiligen Geschosses eine absolute Winkelbestimmung (Rolllagebestimmung) möglich.

Eine entsprechende Empfangsvorrichtung 31 eines Geschosses ist in Fig. 4 dargestellt. Sie wird nach aussen hin durch eine Schutzkappe, die nach Verlassen des Rohres abgetrennt wird, oder eine optisch durchlässige Abdeckplatte 32 geschützt und besteht im Wesentlichen aus einer Linse 33, dem weiteren holografischen Element 34, welches randseitig mit dem Geschossboden 35 verbunden und gleichzeitig als Polarisator ausgebildet ist, sowie zwei Empfangsdetektoren 36, 37 und einer Auswerteelektronik 38.

Im Folgenden wird die Funktionsweise der Empfangsvorrichtung beschrieben:

Nach dem Abschuss wird beispielsweise bis zu einer Entfernung von ca. 1000 m die Rolllage des jeweiligen Geschosses mithilfe des holografischen Elementes 34 und des Empfangsdetektors 37 bestimmt. Anschliessend kann dann die Rolllage des Flugkörpers durch Extrapolation unter Heranziehung der Intensitätsänderungen durch Verwendung eines Polarisationsfilters (welches bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ebenfalls durch das holografische Element 34 gebildet wird) in dem jeweiligen Geschoss ermittelt werden.

Bei Erreichen eines vorgegebenen Entfernungsbereiches von z.B. 1000 bis 2000 m wird durch die Auswerteelektronik 38 in dem jeweiligen Geschoss der Empfangsdetektor 36 zur Bestimmung der Ablage aktiviert. Aufgrund der Modulation der empfangenen Signale ermittelt die Auswerteelektronik 38, in welchem Leitstrahlsegment 10-14 sich das jeweilige Geschoss befindet. Befindet es sich im Leitstrahlsegment 10, wird keine Korrektur ausgelöst. Befindet es sich in einem der Leitstrahlsegmente 11-14, dann wird aufgrund der Modulation die Richtung ermittelt, in welcher eine Geschosskorrektur erfolgen muss.

Da in dem vorgegebenen Entfernungsbereich die maximale Korrektur dem Abstand der Mittelpunkte der jeweils äusseren Leitstrahlsegmente 11-14 zu dem zentralen Leitstrahlsegment 10 entspricht und der Richtungswinkel der Korrektur im jeweiligen

äusseren Leitstrahlsegment 11–14 konstant ist (in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in jedem Quadranten 45°), liegt die Geschossachse nach der Korrektur immer innerhalb des Leitstrahlsegmentes 10 (d.h. jeder Punkt der äusseren Kreisfläche wird parallelverschoben auf die innere Kreisfläche 10 (Fig. 1). Mithilfe der Auswerteelektronik 38 wird mit diesen Informationen der optimale Auslösezeitpunkt für die Korrekturladung ermittelt.

Bezugszeichenliste

- 1 Maschinenwaffe, Feuerleitsystem, Laservorrichtung
- 2–6 Geschosse einer Salve (Schwarms)
- 7 Bewegungsrichtung des Zieles
- 8 Ziel
- 9 Leitstrahl, Laserleitstrahl
- 10–14 Leitstrahlsegmente
- 15 Kollisionspunkt
- 16 Flugrichtung des Schwarms
- 17 Zielort
- 18 Mittelachse des Leitstrahls
- 19 Abtaststrahl des Feuerleitsystems
- 20 Impulsfolge
- 21 Laservorrichtung
- 22 Laser
- 23, 24 Strahlteiler
- 25–27 Modulatoren
- 28, 29 Umlenkspiegel
- 30 holografisches Element
- 31 Empfangsvorrichtung
- 32 Abdeckplatten
- 33 Linse
- 34 holografisches Element
- 35 Geschossboden
- 36, 37 Empfangsdetektoren
- 38 Auswerteelektronik

Patentansprüche

1. Verfahren zur Flugbahnkorrektur von Geschossen mithilfe eines Leitstrahles, wobei in einem einer Abfeuereinrichtung (1) zugeordneten Feuerleitsystem (1) laufend Zieldaten, wie Geschwindigkeit, Entfernung und Bewegungseinrichtung, erfasst und zu einer den Leitstrahl erzeugenden Laservorrichtung (21) übertragen werden, und wobei die Geschosse jeweils eine den Leitstrahl empfangende Empfangsvorrichtung (31) enthalten, gekennzeichnet durch die Merkmale

a) der Leitstrahl (9) wird auf einen aufgrund der Zieldaten errechneten Kollisionspunkt (15) gerichtet;

b) der Leitstrahl (9) wird in mindestens vier Leitstrahlsegmente (11–14) aufgeteilt, die um ein zentrales auf den Kollisionspunkt (15) ausgerichtetes Leitstrahlsegment (10) herum angeordnet sind

c) jedes Leitstrahlsegment wird unterschiedlich moduliert;

d) mithilfe der Empfangsvorrichtung (31) ermittelt das jeweilige Geschoss aus der Modulation des Leitstrahlsegmentes, in dem es sich gerade befindet, die für die Korrektur erforderliche Winkellage in Bezug auf den Kollisionspunkt (15).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangsvorrichtung (31) des

Geschosses die Winkellage durch Auswertung der Modulation nur in einem vorgegebenen Korrekturbereich ermittelt und danach die Korrektur auslöst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zentrale Leitstrahlsegment (10) derart gewählt wird, dass es flächenmässig eine vorgegebene Zielfläche für eine vorgegebene Zielentfernung abdeckt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in einer vorgegebenen Entfernung der Abstand der Mittelpunkte der einzelnen äusseren Leitstrahlsegmente (11–14) zum Mittelpunkt des zentralen Leitstrahlsegmentes (10) derart gewählt wird, dass er der maximal möglichen Korrektur entspricht.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturbereich des Geschosses durch ein Zeitglied in einen definierten Entfernungsbereich, z.B. zwischen 1000 und 2000 m gelegt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zentrale Leitstrahlsegment (10) phasenmoduliert wird und dass mithilfe eines entsprechenden Demodulators in dem jeweiligen Geschoss dessen jeweilige Rolllage ermittelt wird.

7. Vorrichtung zur Flugbahnkorrektur von Geschossen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einer der Abfeuervorrichtung (1) der Geschosse zugeordneten Laservorrichtung (21) zur Erzeugung eines Leitstrahles (9), mit einem das Ziel (8) verfolgenden Feuerleitsystem (1) und mit einer in dem jeweiligen Geschoss angeordneten Empfangsvorrichtung (31), die zur Veränderung der Flugbahn des Geschosses mit einer entsprechenden Korrektureinrichtung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Laservorrichtung (21) mittels entsprechender Signale des Feuerleitsystems (1) derart bewegbar ist, dass ein Strahl (19) des Feuerleitsystems (1) kontinuierlich das Ziel (8) verfolgt, dass ein Leitstrahl (9) auf einen aufgrund der Zieldaten errechneten Kollisionspunkt (15) gerichtet ist und sich aus mindestens vier um ein zentrales Leitstrahlsegment (10) herum angeordneten Leitstrahlsegmenten (11–14) zusammensetzt, und dass in der Laservorrichtung (21) Modulatoren (25–27) vorgesehen sind, die jedem Leitstrahlsegment (10–14) eine unterschiedliche Modulation aufprägen, sodass die Empfangsvorrichtung (31) des jeweiligen Geschosses dem Leitstrahl (9) die für die Korrektur erforderlichen Daten entnehmen kann.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Laservorrichtung (21) aus einem Laser (22) und einer der Anzahl der Leitstrahlsegmente entsprechenden Anzahl von Strahlenteilern (23, 24) besteht, dass auf der dem Laser (22) abgewandten Seite der Strahlenteiler (23, 24) zur Modulation der Leitstrahlsegmente Modulatoren (25–27) angeordnet sind, und dass Umlenkspiegel (28, 29) vorgesehen sind, mittels der die äusseren modulierten Leitstrahlsegmente (11–14) derart ausrichtbar sind, dass in einer vorgebbaren Entfernung der Abstand der Mittelpunkte der äusseren Leitstrahlsegmente (11–14) von dem Mittelpunkt des

zentralen Leitstrahlsegmentes (10) der maximal möglichen Korrektur entspricht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Flugbahnkorrektur von rotierenden Geschossen die Laservorrichtung (21) zusätzlich einen Modulator (30) zur Modulation des zentralen Leitstrahlsegmentes (10) aufweist, wobei die Modulation dieses Leitstrahlsegmentes (10) zur Rolllagebestimmung des jeweiligen Geschosses herangezogen wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulation des zentralen Leitstrahlsegmentes (10) mithilfe eines optischen Elementes, insbesondere eines holografischen optischen Elementes (30) erfolgt, wobei in der Empfangsvorrichtung (31) des jeweiligen Geschosses ein entsprechendes holografisches Element (34) angeordnet ist, welches mit dem Geschoss verbunden ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

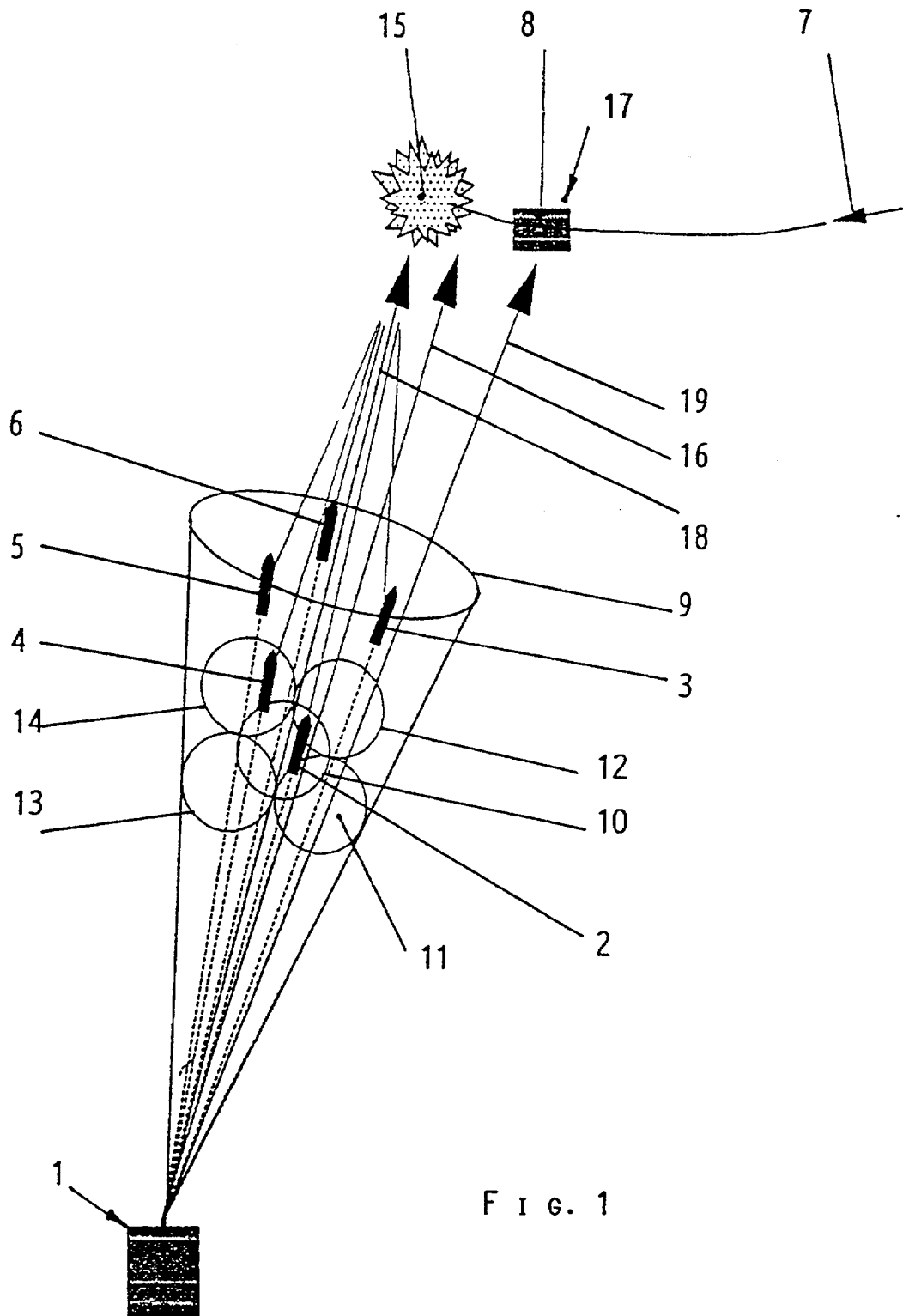
50

55

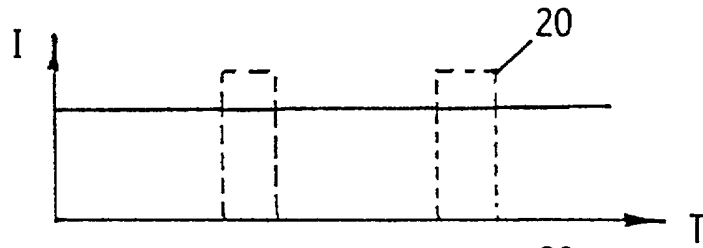
60

65

5



F I G. 2A



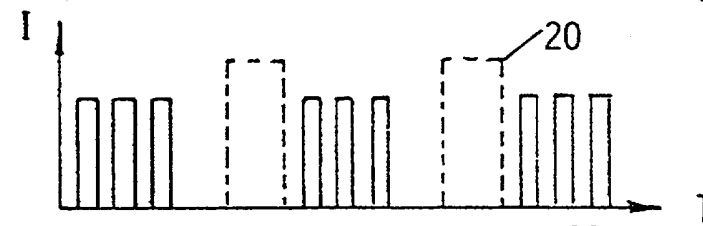
F I G. 2B



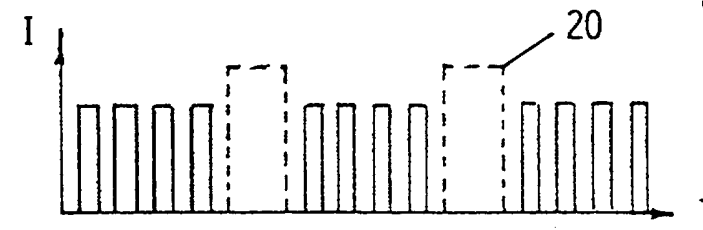
F I G. 2C

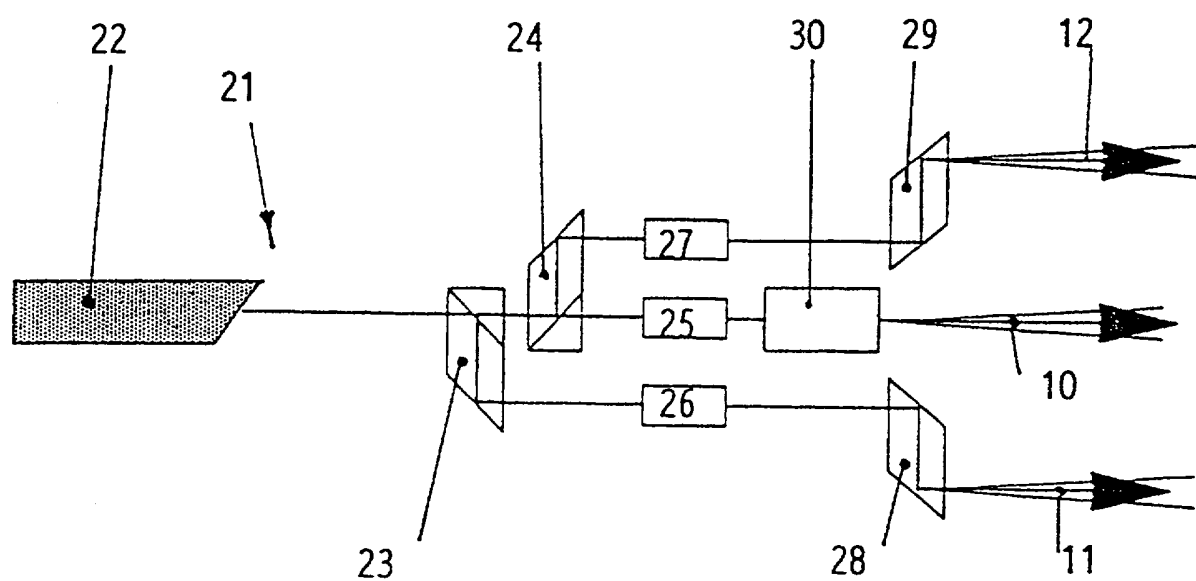


F I G. 2D

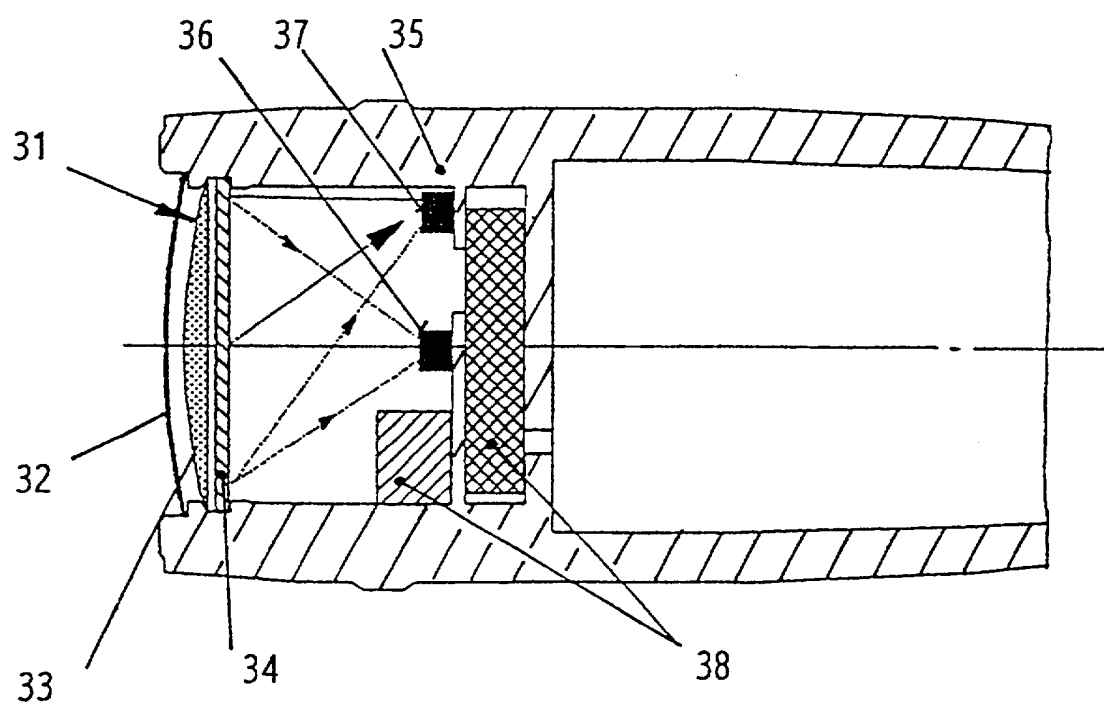


F I G. 2E





F I G. 3



F I G. 4