

BESCHREIBUNG

Verfahren zur Flugbahnkorrektur eines insbesondere endphasengelenkten Geschosses sowie Geschoss zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung beschäftigt sich in erster Linie mit der Codierung einer entfernungsabhängigen Auslösung insbesondere endphasengelenkter Geschosse im Mittelkaliberbereich und betrifft bevorzugt ein Leitstrahlverfahren als eine Methode zur Erkennung der Ablagengröße des Geschosses.

Gerade endphasengelenkte Geschosse müssen in der Regel in ihrer Flugbahn geändert werden bzw. diese selber ändern können. Das geschieht entweder durch aerodynamische oder Impuls erzeugende Stellantriebe. Die Information zur Lenkung werden autonom im Geschoss bzw. mittels Suchkopf ermittelt oder alternativ vom Boden nachgesendet (Leitstrahlverfahren).

Die DE 44 16 210 A1 betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung der Rollwinkelage auf der Basis von Laserlicht. Hier wird mit Hilfe eines holographischen optischen Elementes ein phasenkodierter Laserlichtstrahl erzeugt. Dieser wird mittels eines weiteren holographischen Elementes am Flugkörper dekodiert. Das dabei erzeugte Signal dient dann zur Korrektur.

Aus der DE 44 16 211 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Flugbahnkorrektur von Geschossen bekannt. Um sowohl einzelne Geschosse als auch mehrere zeitlich dicht aufeinander Geschosse mit unterschiedlichen Ablagen zu korrigieren wird vorgeschlagen, einen Leitstrahl – Laser – in mindestens fünf Teilstrahlen bzw. Segmente aufzuteilen, die um ein zentrales auf den Kollisionspunkt ausgerichtetes Leitstrahlsegment herum angeordnet sind. Jedes Leitstrahlsegment wird dabei unterschiedliche moduliert. Mit Hilfe der Empfangsvorrichtung im Geschoss ermittelt dieses dann aus der Modulation des Leitstrahlsegmentes die für die Korrektur erforderliche Winkellage in Bezug auf den Kollisionspunkt.

Die EP 2 083 243 A2 beinhaltet ein Verfahren zur Ermittlung der Rollwinkellage eines Flugkörpers. Das Verfahren umfasst dabei das Erzeugen eines bewegten Laserstrahlmusters über einen Raumwinkel eines Laserstrahls, innerhalb dem sich der Flugkörper befindet. Diesem Schritt schließt sich die Erfassung des Laserlichts am Flugkörper durch eine seitlich zu dessen Rotationsachse befindliche Erfassungsstelle sowie der Abgriff des Laserstrahlmusters an der jeweiligen Position der Erfassungsstelle und Ermittlung der momentanen Rollwinkellage auf Grundlage der Dopplerverschiebung an. Das Laserstrahlmuster wird hierbei durch Streifen erzeugt, die sich mit einer vorgegebenen Frequenz über den Raumwinkel des Laserstrahls bewegen.

Die EP 2 128 555 beschreibt ein Verfahren zur Ermittlung der Rollwinkellage eines rotierenden Geschosses bzw. Flugkörpers. Von einer Feststation wird dabei ein vom Flugkörper empfangender Lichtstrahl ausgesendet, der im Heck des Flugkörpers mit Hilfe eines optischen Elementes den Lichtstrahl auf einen Sensor fokussiert. Die Fokussierung ist dabei abhängig von der Winkellage des Flugkörpers im Raum.

Aus der WO 2009/085064 A2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem die Programmierung durch Nachsenden von Lichtstrahlen vorgenommen wird. Dazu weist das Geschoss umfangsseitig optische Sensoren auf.

Die nicht vor veröffentlichte DE 10 2009 024 508.1 beschäftigt sich mit einem Verfahren zur Korrektur der Flugbahn einer endphasengelenkte Munition, speziell mit der Geschossprägung dieser Geschosse bzw. Munition im Mittelkaliberbereich. Hierbei wird vorgeschlagen, nach einem Feuerstoß (Dauerfeuer, schnelles Einzelfeuer) jedes einzelne Geschoss separat anzusprechen und dabei zusätzliche Informationen für das Einzelgeschoss für die Richtung des Erdmagnetfeldes zu übermitteln. Die Geschossprägung erfolgt auf dem Prinzip der Leitstrahlenlenkung von Geschossen. Jedes Geschoss liest dabei nur den für das Geschoss bestimmten Leitstrahl und kann anhand weiterer Informationen seine absolute Rolllage im Raum bestimmen, um so zur richtigen Auslösung des Korrekturimpulses zu gelangen. Diese Prägung wird beispielsweise in Anlehnung an das AHED-Verfahren mit einer Induktionsspule an der Rohrmündung dem Geschoss übermittelt (CH 691 143 A5). Alternative Übertragungsmöglichkeiten, beispielsweise mittels Mikrowellensender, sind dem Fachmann beispielsweise aus der EP 1 726 911 A1 herleitbar.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein einfaches Flugbahnkorrekturverfahren anzugeben, das effektiv wirkt.

Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungen widerspiegeln sich in den Unteransprüchen.

Der Erfindung liegt, auf der Grundidee des Leitstrahlverfahrens für jedes Geschoss aufbauend, die Idee zugrunde, eine Laserstrahlbündel so um das Zentrum des momentanen Sollkurses des Geschosses zu führen bzw. zu drehen, dass das Geschoss seine Ablage selbst erkennt und dann eine Selbstkorrektur vornimmt. Es wird praktisch ein von Suchköpfen bekanntes Verfahren mit dem des Leitstrahlverfahrens ohne Suchkopf kombiniert. Auch andere elektro-magnetische Signalformen wie Licht, Radar, Mikrowellenstrahlung in ausreichend gebündelter und gerichteter Form können verwendet werden; auch in Kombination miteinander. Nachfolgend wird ein Laser beispielhaft für eine gerichtete Informationsübertragung verwendet.

Das Geschoss wird dazu nach Verlassen des Rohres auf seiner Bahn durch Sensoren, beispielsweise Radar- oder optronischer Art, verfolgt und laufend die Ist- Flugbahn mit der Soll-Flugbahn verglichen. Eine Korrektur kann auch dadurch vonnöten sein, dass das Ziel seine prognostizierte Flugbahn verändert; in diesem Fall wird die Soll-Flugbahn des Geschosses der veränderten Zielflugbahn nachgeführt. Befindet sich das Geschoss im zentralen Kreisbereich, ist es auf Sollkurs. Bei einer festgestellten Ablage vom Sollkurs, wenn sich das Geschoss außerhalb dieses Bereiches befindet, muss die Flugbahn korrigiert werden. Für die Korrektur wird bei dem Leitstrahlverfahren ein optional modulierte Laserstrahlbündels um das Zentrum des Geschosses dem Geschoss nachgesendet.

Für Flächenziele reicht eine Standardkorrektur sicherlich aus. Für kleinere Ziele hingegen ist eine präzisere und dosierte Korrektur erforderlich. Dazu könnte entweder das/die Impulstriebwerk(e) in seiner (ihrer) Wirkungsstärke variabel ausgelegt werden oder aber ein/die Impulstriebwerk(e) mit fester Impulsleistung zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Bezug auf den erwarteten Auftreffpunkt auf das Ziel gezündet werden. Auch eine Kombination dieser Optionen ist möglich. Wird eine kleinere Ablagekorrektur erwünscht, zündet das/die Impulstriebwerk(e) erst kurz vor dem berechneten Auftreffpunkt auf das Ziel, bei einer größeren Korrektur wird das Triebwerk entsprechend früher gezündet bei kürzerer oder längerer Restflugzeit.

Damit die Prozedur initiiert werden kann, wird ein erster Laserblitz über einen bestimmten Bereich ausgelöst, der bevorzugt gleichzeitig den Beginn einer Zeitzählung auslöst. Ein zwei-

ter Laser rotiert dann mit einer bevorzugt festen Rotationsfrequenz um einen Zentralkreis herum. Das Geschoss erkennt den zweiten Laser nach einer bestimmten Zeit. Diese Zeit entspricht einer Lager bzw. Winkel um den Zentralkreis. Nach Erkennung seiner geostationären Lage im Raum wird dann über einen Sensor wenigstens ein Impulstriebwerk (wenn mehrere eingebunden sind, auch diese) so initiiert, dass es sich im Ziel wieder auf Sollkurz befindet und somit das Ziel trifft.

Zur Berechnung des korrekten Zündzeitpunktes in Relation zum Auftreffzeitpunkt erkennt das Geschoss nicht nur die Größe seiner Ablage, sondern auch das entsprechend frühere oder spätere Zünden des/ der Impulstriebwerkes.

Dazu wird in Weiterführung der Erfindung der Laserstrahl ablageabhängig codiert. In einer einfachsten Variante kann dies durch eine Unterteilung des Laserstrahls in Form eines Gitters in Hell- und Dunkelzonen erfolgen. Befindet sich das Geschoss außerhalb des zentralen Kernbereichs aber in der Nähe, sensiert das Geschoss mit seinem Sensor (bevorzugt Hecksensor) beispielsweise weniger Dunkellinien als im Außenbereich. Dies wird dann als größere Ablage interpretiert. Entsprechend dieser Codierung bzw. des Strahlensatzes wird dann die Größe der Ablage festgestellt und bei einer großen Ablage die Korrektur sofort, bei einer kleineren entsprechend später eingeleitet. Für die Aufgabe der Ermittlung der Ablage als auch die Einleitung der Korrektur besitzt das Geschoss einen geschosseigenen Prozessor, in dem die jeweiligen Verzögerungen vorprogrammiert bzw. gespeichert sind.

Alternative Codierungen sind dem Fachmann bekannt, sodass es sich beim Muster des Laserbildes nicht ausschließlich um Streifen handeln muss oder aber auch Strichstärken ausgewertet werden könnten. Zu dem Fachmann grundsätzlich bekannten Verfahren gehören auch z.B. zeitlich veränderliche Kodierungen, Polarisationen oder auf eine Trägerwelle aufmodulierte Signale.

Einsatz findet dieses Verfahren neben in einer Zerlegemunition ebenfalls in Hohlladungsgeschossen oder dergleichen. Dabei wird bedingt durch die hohe Durchschlagskraft und hohe Temperatur auch die Bekämpfung von Mörsergeschossen möglich.

Zusammenfassend wird also vorgeschlagen, ein Laserstrahlbündel so um das Zentrum des momentanen Sollkurses eines Geschosses zu führen bzw. zu drehen, dass das Geschoss seine Ablage selbst erkennt und dann eine Selbstkorrektur vornimmt. Dazu wird ein erster Laserstrahl über einen bestimmten Bereich um den Sollkurs des Geschosses herum aus-

gesendet, der gleichzeitig den Beginn einer Zeitzählung auslösen kann. Beispielsweise zeitgleich wird ein weiterer, rotierender Laserstrahl mit einer festen Rotationsfrequenz um den Bereich herum gelegt. Anhand dieses zweiten Laserstrahls erkennt dann das Geschoss seine Ablage gegenüber dem Sollkurs und initiiert die Korrektur aufgrund der ermittelten Ablage. Die Größe der ermittelten Ablage wird dann dazu genutzt, das zeitliche Einleiten der Korrektur vorzunehmen. Dazu sind im Geschoss Verzögerungen der Auslösung implementiert.

Anhand eines Ausführungsbeispiels mit Zeichnung soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1 einen Grundaufbau eines Geschosses für das Verfahren,

Fig. 2 einen waffenseitige Ausgestaltung des Verfahren,

Fig. 3 eine Prinzipdarstellung des Verfahrens,

Fig. 4 eine Variantendarstellung des Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein Geschoss oder Flugkörper 1 mit einem hier heckseitigen Empfangsfenster und einem Hecksensor 2, einem Sensor 3, Sprengstoff 4 sowie einem Ausstoßelement 5 als Korrekturimpulstriebwerk 6. Mit 7 ist ein bordeigener Prozessor gekennzeichnet, der funktional mit den anderen Baugruppen in Verbindung steht.

Im Prozessor 7 hinterlegt sind einer Codierung entsprechende zeitliche Verzögerungen für das Initiieren des Impulstriebwerks 6 hinterlegt. Als Sensor 3 wird bevorzugt ein Magnetfeldsensor verwendet.

Mit 10 ist ein beispielsweise waffenseitig 100 eingebundener Sensor (Radar, optisch etc.), mit 11 und 12 zwei Laserstrahlen gekennzeichnet, die beispielsweise durch zwei Lasergeräte 13, 14 erzeugt werden (Fig. 2).

Die Funktionsweise ist wie folgt:

Der Magnetfeldsensor 3 erkennt einerseits die Drehzahl (Rollrate) des Geschosses 1 und andererseits die Richtung des grundsätzlich bekannten Erd-Magnetfeldes relativ zum Geschoss 1. Das Geschoss 1 selbst wird nach dem Verlassen eines nicht näher dargestellten

Rohres einer Waffe auf seiner Bahn durch wenigstens einen Sensor 10 verfolgt und laufend die Ist –Flugbahn mit einer Soll- Flugbahn verglichen. Wird eine Abweichung festgestellt, erfolgt das Aussenden eines optional räumlich modulierten Laserstrahlbündels 12 so um das Zentrum des momentanen Soll-Kurses herum, sodass das Geschoss 1 seine Ablage selbst erkennt und die Korrektur durch Initiieren des Impulstriebwerkes 6 vornimmt. Das Bündel 12 wird dabei vom Hecksensor 2 sensiert.

Fig. 3 zeigt das Geschoss 1 in Relation zu verschiedenen Bereichen 15, die durch das Laserbündel 11 in einer Ebene senkrecht zur Flugbahn des Geschosses gebildet werden. Befindet sich das Geschoss im zentralen, in der Fig. senkrecht schraffierten Kreisbahn 13, ist es auf dem Soll- Kurs. Befindet es sich hingegen außerhalb dieses Bereichs 13, muss die Flugbahn korrigiert werden.

In einem ersten Schritt wird dazu ein erster Laserblitz 11 über einen bestimmten Bereich 15 ausgelöst, der gleichzeitig den Beginn einer Zeitzählung auslösen kann. Ein vorzugsweise zweiter Laser sendet dann den rotierenden Laserstrahl 12 beginnend mit der Zeit $t=0$ mit einer festen Rotationsfrequenz Ω um den Bereich 15 herum (Pfeilrichtung) als Bereich 16. Das Geschoss 1, das sich im Ausführungsbeispiel im rechten unteren Bereich 17 aufhält, erkennt den zweiten Laserstrahl 12 nach einer Zeit $t=t_1$. Diese Zeit entspricht einer Lage um den Zentralkreis (13) im Raum um den Winkel α_1 . Das Geschosse 1 kann dann nach Erkennung seiner geostationären Lage im Raum über den Magnetfeldsensor 3 das Impulstriebwerk 6 so initiieren, dass es sich im Ziel (nicht näher dargestellt) wieder auf dem Soll- Kurs befindet und das Ziel trifft.

In einer Variante ist vorgesehen, dass für kleinere Ziele eine präzise und dosierte Korrektur geschaffen wird. Das kann in der einfachsten Ausführung durch die variable Wirkungsstärke des Impulstriebwerkes 6 realisiert werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass ein Impulstriebwerk mit fester Impulsleistung zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Bezug auf den erwarteten Aufschlagpunkt auf das Ziel gezündet wird.

Aufbauend auf diese Variante wird daher bei einer kleineren Ablage das Impulstriebwerk 6 erst kurz vor dem berechneten Aufschlagpunkt gezündet. Eine größere Ablage hingegen bewirkt ein früheres Zünden bei kürzerer oder längerer Restflugzeit.

Dazu wird der Laserstrahl 12 zusätzlich codiert. Die Codierung kann durch Striche (Fig. 4), Punkte (Fig. 3) sowie Kombinationen beider etc. im Laserstrahl 12 erfolgen.

Fig. 4 zeigt eine weitere ablagenabhängige Positionsermittlung. Der rotierende Laserstrahl 12 ist (in der Ablage) unsymmetrisch (d.h. in radialer Richtung um die Soll-Flugbahn herum veränderlich geprägt, z.B. spitz zulaufend zum äußeren Rand hin oder wie dargestellt – spitz zulaufend zum Zentrum hin) und wird durch ein Gitter 18 in Hell- und Dunkelzonen 19, 20 unterteilt. Befindet sich das Geschoss 1 außerhalb des zentralen Kernbereichs 13 aber in der Nähe, sensiert das Geschoss 1 mit seinem Hecksensor 2 beispielsweise zwei bis drei Dunkellinien. Befindet sich das Geschoss 1 jedoch im Außenbereich, werden mehr Dunkellinien (beispielsweise fünf) sensiert, was im Prozessor 7 als eine größere Ablage interpretiert wird. Entsprechend der Codierung muss daher das Geschoss 1 bei einer großen Ablage die Korrektur früher oder sogar sofort einleiten, während die bei einer kleineren Ablage zeitlich später erfolgen kann. Diese Informationen sind beispielsweise aus Vergleichen früherer gleicher Situationen im Prozessor 7 hinterlegt, d.h., im Prozessor 7 sind die jeweiligen Verzögerungen entsprechend vorprogrammiert.

Die Verwendung des Verfahrens ist nicht auf Geschosse oder Munition im Mittelkaliberbereich eingeschränkt, vielmehr ist die Nutzung kaliberunabhängig.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Flugbahnkorrektur eines insbesondere endphasengelenkten Geschosses (1) insbesondere nach Erkennen einer Ablage des Geschosses (1) durch einen insbesondere waffenseitigen Sensor (10) mit den Schritten:
 - Auslösen eines erster Laserstrahls (11) über einen bestimmten Bereich (15) um den Sollkurs des Geschosses (1) herum, der gleichzeitig den Beginn einer Zeit-zählung auslösen kann,
 - Senden eines weiteren, rotierenden Laserstrahls (12) mit einer festen Rotationsfrequenz (Ω) um den Bereich (15) herum,
 - Erkennen des zweiten Laserstrahls (12) durch das Geschoss (1),
 - Ermitteln der Ablage des Geschosses (1) gegenüber seines Sollkurses,
 - Initiieren der Korrektur aufgrund der ermittelten Ablage.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der rotierenden Laserstrahl (12) mit der Zeit $t=0$ beginnt, wobei das Geschoss (1) den zweiten Laserstrahl (12) nach einer Zeit $t=t_1$ erkennt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer großen Ablage die Korrektur früher oder sogar sofort eingeleitet wird, während die bei einer kleineren Ablage zeitlich später erfolgen kann.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für das Einleiten der Korrektur in Abhängigkeit der ermittelten Ablage im Geschoss (1) Verzögerungen gespeichert sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der rotierende Laserstrahl (12) codiert ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierung mittels Striche (19, 20), Punkte, Kombinationen beider oder dergleichen erfolgen kann.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der rotierende Laserstrahl (12) unsymmetrisch in radialer Richtung um die Soll-Flugbahn

hrum veränderlich geprägt, beispielsweise spitz zulaufend zum äußeren Rand hin oder spitz zulaufend zum Zentrum (13) hin, ausgebildet sein kann.

8. Geschoss (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 gekennzeichnet zumindest durch einen Hecksensor (2), Sprengstoff (4), einem Ausstoßelement (5) als Korrekturimpulstriebwerk (6) sowie einem Prozessor (7) zur Ermittlung der Ablage des Geschosses (1) vom Sollkurs, wobei der Hecksensor (2) Laserstrahlen (11, 12) empfangen kann.
9. Geschoss nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer Magnetfeldsensor (3) einerseits die Drehzahl (Rollrate) des Geschosses (1) und andererseits die Richtung des Magnetfeldes relativ zum Geschoss (1) erkennt.
10. Geschoss nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass Verzögerungen im Prozessor (7) vorprogrammiert bzw. gespeichert sind, durch die in Abhängigkeit der Größe der ermittelten Ablage die Korrektur zeitrelevant eingeleitet wird