

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 267 141 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

18.12.2002 Patentblatt 2002/51

(51) Int Cl.7: **F42B 10/48, F41G 9/00**

(21) Anmeldenummer: **02013120.7**

(22) Anmeldetag: **14.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **15.06.2001 DE 10129043**

(71) Anmelder: **Diehl Munitionssysteme GmbH & Co.
KG**

90552 Röthenbach (DE)

(72) Erfinder:

- **Kautzsch, Karl**
90596 Schwanstetten (DE)
- **Leininger, Jürgen**
91217 Hersbruck (DE)
- **Reindler, Albrecht**
91367 Weissenhohe (DE)

(74) Vertreter: **Hofmann, Gerhard, Dipl.-Ing.**

Patentassessor et al
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtungen zum Bestimmen des Auslösens einer Bremseinrichtung für die zielbezogene Korrektur der ballistischen Flugbahn eines Projektils**

(57) Die apparativ und energetisch sehr aufwendige Satelliten-Navigationseinrichtung an Bord eines drallstabilisiert verschossenen Projektils, zur Bestimmung eines Bremsauslösepunktes für zielbezogene Korrektur seiner zunächst noch über das Ziel hinaus weisenden ballistischen Flugbahn, wird erfindungsgemäß gestützt auf oder sogar ersetzt durch an Bord des Projektils bewegungsabhängig, wie insbesondere aus dem Projektil-Drall, gewinnbare Informationen. Vorzugsweise wird

der Bremsauslösepunkt dadurch vorgegeben, daß das Projektil eine unter Berücksichtigung des Dralls bei Verlassen des Abschußrohres vorgegebene Anzahl an Umdrehungen akkumuliert hat, was an Bord des Projektils einfach mittels des Ansprechens eines Schwerkraftpendels oder eines Erdmagnetfeld-Sensors detektierbar ist.

EP 1 267 141 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen gemäß den Oberbegriffen der Hauptansprüche.

[0002] Derartige Maßnahmen sind aus der WO 98/01719 bekannt. Sie beruhen darauf, mittels einer Satelliten-Navigationseinrichtung an Bord des ballistisch verbrachten Projektils die aktuell geflogene, über das Ziel hinaus reichende Bahnkurve zu bestimmen und aus deren Vergleich mit einer zielloptimiert vorgegebenen Bahnkurve bei Erreichen eines vorgegebenen Bahnpunktes aerodynamische Bremsvorrichtungen freizugeben, damit die dann tatsächlich geflogene Bahn möglichst zielgenau verkürzt wird.

[0003] Für die praktische Realisierung solcher Maßnahmen problematisch ist es jedoch, daß der für die laufende Positionsbestimmung an Bord des Projektils vorzusehenden Satelliten-Empfänger wegen der harten Anforderungen an seine Abschlußfestigkeit sehr kostspielig ist. Außerdem steht an Bord eines Artillerieprojektils in der Regel die Leistung nicht ohne weiteres zur Verfügung, die für den Betrieb einer Satelliten-Navigationseinrichtung zur wenigstens quasikontinuierlichen Vermessung der aktuellen Flugbahn erforderlich ist. Das gilt selbst dann noch, wenn der an Bord des Projektils erforderliche Rechenaufwand dadurch eingeschränkt wird, daß der Navigationseinrichtung beim Abschluß möglichst viele Informationen über den Beginn der Bahnkurve und über die momentane Satellitenkonstellation extern, etwa aus einer entsprechend erweiterten Feuerleitanlage, vorgegeben werden; wobei aber die praktische Schwierigkeit besteht, daß diese aktuellen Datenmengen während des kurzen Ladevorganges gar nicht ohne weiteres im wünschenswerten Umfang übermittelt werden können. Außerdem wirkt sich negativ aus, daß die Satellitennavigation während der kurzen Flugzeit des Projektils relativ instabil ist, nämlich anfällig gegen Abreißen des Sichtkontaktes zu den Satelliten etwa infolge des Stabilisierungsdralls des Geschosses, infolge atmosphärischer Störungen und bei flacher Flugbahn auch infolge umweltbedingt vorübergehender Abschattungserscheinungen.

[0004] In Erkenntnis dieser Gegebenheiten liegt vorliegender Erfindung die technische Problemstellung zugrunde, die gattungsgemäßen Maßnahmen dahingehend weiterzubilden, daß die Satellitennavigation an Bord des Projektils, nämlich zur Bestimmung des Bremsauslösepunktes auf der aktuell geflogenen Flugbahn in Bezug auf das tatsächlich avisierte Ziel, durch ergänzende Maßnahmen entscheidend gestützt und unter Umständen sogar ersetzt werden kann.

[0005] Als solche ergänzenden Maßnahmen können gemäß den Merkmalskombinationen der Hauptansprüche erfindungsgemäß Navigationsinformationen in Betracht gezogen werden, die aus einem Inertialsystem abgeleitet und in die Auswertung der Satellitennavigation eingespielt werden. Allerdings sind die dafür erforderlichen Sensorplattformen noch teurer, als eine ab-

schußfeste Satelliten-Navigationseinrichtung, weshalb diese Stützungsmaßnahme zum Härten der Satellitennavigation nur ernsthaft in Betracht kommt, wenn das Inertialsystem ohnehin an Bord des Projektils betrieben wird.

[0006] Bevorzugt wird deshalb im Rahmen vorliegender Erfindung die Bremsauslösung bei Erreichen eines vorgegebenen Punktes auf der bis dahin ballistischen Verbringungsbahn mittels einer Zähleinrichtung gestützt oder sogar ersetzt, welche den, den Stabilisierungsdrall des Projektils beschreibenden, Drehwinkel- oder Drehzahlverlauf über der Flugzeit auf der ballistischen Bahn als Auslösekriterium enthält. Für diese Lösung ist davon ausgegangen, daß die Abgangsdrehzahl eines Artillerieprojektils beim Verlassen des Waffenrohres systembedingt quantitativ bekannt ist, und die durch den Staudruck auf der ballistischen Bahn bedingte Abnahme dieser Anfangsdrehzahl über der Flugzeit bzw. über der Entfernung vom Abschlußort wenigstens qualitativ. Deshalb ist die momentane Drehrate und damit auch die momentan akkumulierte Anzahl an Umdrehungen seit Verlassen des Waffenrohres ein Maß für die momentane Lokalisierung des Projektils auf seiner berechneten ballistischen Flugbahn. Da andererseits (wie in unserer älteren Anmeldung 199 57 363.8 vom 29.11.1999 näher dargestellt) aus der Überhöhung der Bahnkurve und der ballistischen Bremswirkung am Projektil der Punkt längs der Flugbahn vorbestimmt ist, in dem die Bremsvorrichtung für eine Flugbahnverkürzung ins tatsächlich avisierte Ziel freigegeben werden muß, läßt sich erfindungsgemäß dieser Bahnpunkt für die bekannten Abgangsbedingungen auch durch das Absinken des Dralls auf eine bestimmte Rest-Drehrate oder - besser noch, da genauer auswertbar - durch die Summe der seit dem Abschluß des Projektils vollzogenen Umdrehungen definieren.

[0007] Dafür braucht an Bord des Projektils nur zusätzlich zur Funktion der Satelliten-Navigationseinrichtung für die fortlaufende Positionsbestimmung längs der ballistischen Flugbahn - oder sogar gänzlich unter Ersatz einer Satelliten-Navigationseinrichtung - über einen Drehratensensor oder über einen Umdrehungszähler festgestellt zu werden, daß der durch die abgesunkene Drehrate bzw. durch die akkumulierte Umdrehungszahl vorgegebene Bremsauslösepunkt auf der aktuell noch ballistisch geflogenen Bahn erreicht ist, um zur genaueren Zielakquisition nun das Abbremsen in eine verkürzte, steiler absteigende Bahnkurve freizugeben.

[0008] Es braucht so erfindungsgemäß die Flugbahn selbst nicht mehr aktuell (online) an Bord des Projektils bestimmt zu werden. Vielmehr wird wie bisher vorab (offline) aus einer Flugbahnsimulation der günstigste Bremsauslösepunkt bestimmt und nun zusätzlich (ebenfalls schon offline vorab) der Restdrall (z.B. das Absinken von anfänglich 300 Hz auf 180 Hz) bzw. die akkumulierte Umdrehungszahl ab Verlassen des Waffenrohres (z.B. 20.000 Umdrehungen) für diesen Punkt

auf der noch über das Ziel hinaus weisenden anfänglichen, ballistischen Flugbahn bestimmt. Als Bremsauslösekriterium braucht an das Projektil dann nur noch ein einziger Zahlenwert für die Rest-Drehrate oder für die aufsummierten Umdrehungen vorgegeben zu werden, was z.B. im Zuge des Ladevorganges problemlos realisierbar ist.

[0009] Die Drehung infolge des Projektildralls zur Bestimmung der Drehrate bzw. der akkumulierten Umdrehungsanzahl läßt sich an Bord des Projektils apparativ wenig aufwendig und funktional sehr zuverlässig etwa mittels eines auf das Erdgravitationsfeld ansprechenden mechanischen Pendels oder mittels eines auf das Erdmagnetfeld ansprechenden induktiven Sensors bestimmen, weil solche Systeme pro Umdrehung des Projektils gerade genau ein digital auszuwertendes Signal liefern. Die Signalfrequenz ist die Drehrate bzw. die Signalsumme ist die Umdrehungsanzahl, deren Erreichen eines vorgegebenen Wertes über der Flugzeit wie geschildert als Kriterium zur Auslösung der Bremseinrichtung dient.

[0010] Hinsichtlich zusätzlicher Weiterbildungen der Erfindung wird auch auf die Unteransprüche verwiesen. Die apparativ und energetisch sehr aufwendige Satelliten-Navigationseinrichtung an Bord eines drallstabilisiert verschossenen Projektils, zur Bestimmung eines Bremsauslösepunktes für zielbezogene Korrektur seiner zunächst noch über das Ziel hinaus weisenden ballistischen Flugbahn, wird also erfindungsgemäß gestützt auf oder sogar ersetzt durch an Bord des Projektils bewegungsabhängig, wie insbesondere aus dem Projektil-Drall, gewinnbare Informationen. Vorzugsweise wird der Bremsauslösepunkt dadurch vorgegeben, daß das Projektil eine unter Berücksichtigung des Dralls bei Verlassen des Abschlußrohres vorgegebene Anzahl an Umdrehungen akkumuliert hat, was an Bord des Projektils einfach mittels des Ansprechens eines Schwerkraftpendels, eines Erdmagnetfeld-Sensors oder eventuell auch eines Lagekreisels pro Projektildrehung um seine Längs- oder Rollachse detektierbar ist. Weil die Basis dieser Umdrehungsinformation, nämlich die Rollrate des Projektils, wie die Flugbahn vom Staudruck und somit auch von insbesondere atmosphärischen Umwelteinflüssen wie der Luftdichte beeinflusst wird, ist durch Vorgabe einer Umdrehungsinformation zugleich eine entsprechende Unabhängigkeit des Bremsauslösepunktes von solchen Störeinflüssen erzielt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Auslösens einer Bremseinrichtung für die zielbezogene Korrektur der ballistischen Flugbahn eines Projektils, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Satelliten-Navigation zur Positionsbestimmung an Bord des Projektils aus an Bord gewonnenen Informationen über die fortschreitende Ver-

änderung der Bewegung des Projektils gestützt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stützung der Satelliten-Navigation aus einem Inertialsystem erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stützung der Satelliten-Navigation aus wenigstens einer Umdrehungsinformation des drallstabilisiert verschossenen Projektils erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stützung der Satelliten-Navigation aus einer Veränderung der Drehrate des Projektils erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stützung der Satelliten-Navigation aus einer akkumulierten Drehzahl des Projektils erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein drallabhängiger Bremsauslösepunkt auf der ballistischen Flugbahn des Projektils vorgegeben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Absinken auf einen in Bezug auf eine anfängliche Drehrate vorgegebenen Endwert der Drehrate als Bremsauslösekriterium vorgegeben wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine vorgegebene Summe von Umdrehungen des Projektils als Bremsauslösekriterium vorgegeben wird.
9. Vorrichtung zum Bestimmen des Auslösens einer Bremseinrichtung für die zielbezogene Korrektur der ballistischen Flugbahn eines drallstabilisiert verschossenen Projektils, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein auf erdbezogene Einflüsse wie insbesondere die Schwerkraft oder das Magnetfeld ansprechender Umdrehungssensor an Bord des Projektils vorgesehen ist.