

(19)



(11)

**EP 2 989 409 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.06.2019 Patentblatt 2019/23**

(51) Int Cl.:  
**F41G 5/16 (2006.01) F41G 5/22 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14718619.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/058132**

(22) Anmeldetag: **22.04.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/173892 (30.10.2014 Gazette 2014/44)**

(54) **ADAPTIVE BESCHLEUNIGUNGSBEGRENZUNG**

ADAPTIVE ACCELERATION LIMITING MEANS

LIMITATION ADAPTATIVE D'ACCÉLÉRATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **23.04.2013 DE 102013006939**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.03.2016 Patentblatt 2016/09**

(73) Patentinhaber: **Rheinmetall Waffe Munition GmbH 29345 Unterlüss (DE)**

(72) Erfinder:  
• **KROLL, Florian**  
**72355 Schöenberg (DE)**  
• **STENZEL, Udo**  
**97708 Bad Bocklet (DE)**

(74) Vertreter: **Dietrich, Barbara**  
**Thul Patentanwaltsgesellschaft mbH**  
**Rheinmetall Platz 1**  
**40476 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 102 664 US-A- 4 387 624**  
**US-A1- 2002 074 486**

**EP 2 989 409 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung beschäftigt sich mit einer Beschleunigungsbegrenzung von geschützträgerinduzierten Bewegungen, hervorgerufen durch beispielsweise Seegang, auf eine Waffe, wie beispielsweise einer Maschinenkanone.

**[0002]** Die Ausregelung von geschützträgerinduzierten Bewegungen im Sinne einer Stabilisierung der Maschinenkanonen-Rohrseelenachse setzt die Verwendung von zum Teil empfindlichen Messsystemen, z.B. Gyroskopen, voraus. Speziell während der Feuerstöße, insbesondere bei längeren Feuersequenzen, werden diese Messsysteme je nach Anbringungsort in starkem Ausmaß von auftretenden Rückstoßkräften der Waffe beeinflusst. Das Messsystem misst dadurch fälschlicherweise eine trägerinduzierte Bewegung, auch wenn das Geschütz bzw. die Waffe beim Feuerstoß auf einer unbewegten Plattform befestigt ist. Diese fälschlich gemessene Bewegung führt zu einer Überreaktion in der Geschützregelung, d.h., wenn diese bei der Geschützregelung berücksichtigt werden. Das wiederum bewirkt eine Verschlechterung des Trefferbildes derart, dass es bei einem Feuerstoß zu einer unerwünschten Zunahme der Streuung (sigma-Wert der Standardabweichung) führt.

**[0003]** Aus der DE 32 29 819 A1 ist ein integriertes Navigations- und Feuerleitsystem für Kampfpanzer bekannt. Dabei werden die für das Feuerleitsystem vorhandenen Kreisel für die Navigation mit ausgenutzt. Beschleunigungsmesser und Wendekreisel, die an der Waffe sitzen, erzeugen Signale zur Auswertung. Dabei wird auch ein Roll-Nick-Ausgleich vorgenommen.

**[0004]** Mit einem weiteren Roll-Nick-Ausgleich befasst sich die DE 103 08 308 A1. Hierbei werden für eine gegenüber einem Inertialsystem verdrehbare Plattform der Azimut- und der Elevationswinkel bezüglich der Plattform ermittelt und berücksichtigt.

**[0005]** Eine Schiffsbewegungs-Vorhersagevorrichtung offenbart die DE 603 18 394 T2 (EP 1 474 326 B1). Die DE 38 82 347 T2 (EP 0 321 127 B1) bezieht sich auf ein elektronisches Neigungsmesssystem. Ein Stabilisierungssystem für ein Gewehr ist der DE 698 32 339 T2 (EP 0 898 144 B1) entnehmbar.

**[0006]** Aus der US 4,387,624 A ist eine Beschleunigungsvorrichtung von Geschützträger induzierten Bewegungen auf eine Waffe bekannt, die auf einem sich mit einem Objekt bewegenden Träger installiert ist.

**[0007]** Die vorgenannten Lösungen weisen den Nachteil auf, dass sie sehr aufwändig sind. Zudem berücksichtigt keine der Lösungen das Treffverhalten bzw. das aus einer Feuersequenz resultierende Trefferbild.

**[0008]** Hier stellt sich die Erfindung die Aufgabe, die vorgenannten Nachteile zu vermeiden.

**[0009]** Gelöst wird die Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, das Treffverhalten bzw. das Trefferbild auf die trägerinduzierten Be-

wegungen zu optimieren bzw. zu adaptieren. Es wird ein optimierter Kompromiss zwischen der Stabilisierungsperformance und dem Treffverhalten von Maschinenkanonen auf Geschützen (Träger) während der Feuersequenzen angestrebt. Dazu wird von einer historienbasierten, adaptiven Beschleunigungsbegrenzung der vom Messsystem(en) gemessenen Daten ausgegangen.

**[0011]** Während der Zeit, in der kein Waffeneinsatz erfolgt, also auch keine Feuersequenz gestartet wird, werden kontinuierlich die Messdaten des/der Messsystems/(e) gespeichert. Sind diese älter als einige Sekunden, können diese Daten gelöscht und nicht weiter verwendet werden, so dass stets eine aktualisierte Historie an Daten des Messsystems vorhanden und gespeichert ist, die für die Beschleunigungsbegrenzung verwendet werden.

**[0012]** Aus den Messdaten werden die während der Historie maximal auftretenden Beschleunigungen ermittelt. Der somit auf die jeweilige Trägerbewegung kontinuierlich adaptierte Maximalwert der Beschleunigung wird während jeder Feuersequenz verwendet, um die Messdaten des/der Messsystems(e) in Form einer Beschleunigungsbegrenzung zu limitieren und damit indirekt auch die Reaktion der Geschützregelung, d.h., die Stabilisierung der Rohrseelenachse.

**[0013]** Bei der Feuersequenz der Waffe bzw. Maschinenkanone von einem unbeweglichen Geschütz-Träger werden die durch die Rückstoßkräfte induzierten Störungen des Messsystems komplett unterdrückt, da in diesem Fall der Maximalwert der adaptiven Beschleunigungsbegrenzung bei Null liegt. Damit kann keine falsche Reaktion der Geschützregelung erfolgen.

**[0014]** Bei der Feuersequenz der Waffe bzw. Maschinenkanone von einem beispielsweise durch Seegang bewegten Geschütz-Träger werden alle Störungen des Messsystems unterdrückt, die über der zuletzt gemessenen Anregung (Seegang) liegen.

**[0015]** Dadurch wird insgesamt der Zugewinn an Stabilisierungsperformance durch den Einsatz einfacher Messsysteme an die jeweiligen Randbedingungen in optimaler Weise adaptiert, ein hinsichtlich dieser Einflüsse bestmögliches Trefferbild (kleinstmöglicher sigma-Wert der Standardabweichung) bei Feuerstößen erzielt.

**[0016]** Vorgeschlagen wird eine Beschleunigungsbegrenzung von geschützträgerinduzierten Bewegungen auf eine Waffe, die auf einem sich bewegenden Träger (z.B. Schiff, Fahrzeug, Hubschrauber etc.) installiert ist. Um zu verhindern, dass derartige Bewegungen in eine Geschützregelung der Waffe eingehen, ist vorgesehen, dass die Bewegung des Trägers während der Zeit, in der kein Einsatz der Waffe erfolgt, gemessen wird. Diese kontinuierlich gemessenen Daten werden gespeichert und daraus einer Historie der maximal auftretenden Beschleunigungen des Trägers ermittelt. Während einer Feuersequenz der Waffe werden dann diese Messdaten für die Geschützregelung berücksichtigt.

**[0017]** Es entfallen zusätzliche Messsysteme zur Verbesserung der Stabilisierung bei trägerinduzierten Be-

wegungen, die dazu dienen, derartige Bewegungen herausfiltern etc. oder Maßnahmen zur Reduktion der Einflüsse von den Rückstoßkräften der Waffe auf das Messsystem während einer Feuersequenz. Der Anteil der durch diese Kräfte verfälschten Messdaten wird schlicht und einfach während dieser Phase "ignoriert".

**[0018]** Anhand eines in Blockbild vereinfacht dargestellten Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert werden.

**[0019]** Dargestellt ist eine Waffe bzw. Waffenstation oder ein Geschütz 1 mit wenigstens einem Waffenrohr 2, die / das auf einem Träger 3 befestigt ist. Auf dem Träger oder der Plattform 3 ist zudem wenigstens ein Messsystem 4 integriert. Der Träger 3 ist seinerseits auf einem Deck 5 eines Schiffes (oder einem Fahrzeug oder dergleichen) fest angebracht. Bedingt durch die Bewegung des Schiffes, hervorgerufen durch Seegang, umfasst das System eine nicht näher dargestellte, jedoch bekannte Geschützregelung, um die Waffe auf ein Ziel während des Seeganges konstant bzw. zielgerichtet ausrichten zu können. Das Messsystem 4 kann ein Gyroskop sein. Dieses wird in der Praxis bereits zur Geschützregelung selbst genutzt.

**[0020]** Die Funktion ist wie folgt:

Während der Zeit, in der kein Einsatz der Waffe 1 erfolgt, werden kontinuierlich Messdaten des Messsystems 4 ermittelt. Diese werden in einen Rechner 6 geschrieben und gespeichert. Aus den Messdaten werden die während der aufgezeichneten Historie maximal auftretenden Beschleunigungen (Beschleunigungswerte) ermittelt.

**[0021]** Wird nun eine Feuersequenz gestartet, werden diese Messdaten als kontinuierlich adaptierter Maximalwert aus dem Rechner 6 herangezogen, die dann für die Begrenzung der Messdaten des Messsystems 4 verwendet werden. Damit werden, die während der Feuersequenz im Messsystem 4 auftretenden Rückstoßkräfte, die wesentlich größer sind als die trägerinduzierten Bewegungen, in der Geschützregelung nicht berücksichtigt. Diese durch die Rückstoßkräfte verfälschten Daten werden erfindungsgemäß während der Feuersequenz mit dem Maximalwert der gespeicherten Messdaten begrenzt.

**[0022]** Wie bereits angedeutet, ist die Lösung nicht nur auf den Einsatz auf Schiffen begrenzt, sondern kann auch bei Fahrzeugen in Bewegung, insbesondere im Gelände, etc. Anwendung finden.

## Patentansprüche

1. Beschleunigungsbegrenzung von geschützträgerinduzierten Bewegungen auf eine Waffe (1), die auf einem sich mit einem Objekt bewegendem Träger (3) installiert ist, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:

a) messen der Bewegung des Trägers (3) während der Zeit, in der kein Einsatz der Waffe (1)

erfolgt,

b) speichern der kontinuierlich gemessenen Daten des Messsystems,

c) ermitteln einer Historie der maximal auftretenden Beschleunigungen des Trägers (3),

d) verwenden dieser maximal auftretenden Beschleunigungen für die Begrenzung der in der Geschützregelung verwendeten aktuellen Messdaten des Messsystems während einer Feuersequenz der Waffe (1).

2. Beschleunigungsbegrenzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die während der Feuersequenz aufgenommenen Messsignale des Messsystems (4) nicht unterdrückt oder gefiltert, sondern basierend auf der Historie begrenzt werden.

3. Beschleunigungsbegrenzung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Feuersequenz alle Störungen des Messsystems (4) unterdrückt werden, die über der zuletzt gemessenen Anregung liegen.

4. Beschleunigungsbegrenzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Messdaten des Messsystems (4), die älter als einige Sekunden sind, gelöscht und nicht weiter verwendet werden.

5. Vorrichtung zur Beschleunigungsbegrenzung von geschützträgerinduzierten Bewegungen einer Waffe (1), die auf einem sich mit einem Objekt (5) bewegendem Träger (3) installiert ist, mit einer Waffe (1) mit wenigstens einem Waffenrohr (2), die auf einem Träger (3) befestigt ist, **gekennzeichnet durch** ein Messsystem (4), das dazu ausgebildet ist, die Bewegung des Trägers (3) während der Zeit kontinuierlich zu messen, und einen damit verbundenen Rechner (6), der dazu ausgebildet ist, die kontinuierlich gemessenen Daten des Messsystems (4) zu speichern, die aus den während einer aufgezeichneten Historie, in der kein Einsatz der Waffe (1) erfolgt, maximal auftretende Beschleunigungswerte zu ermitteln und die maximal auftretenden Beschleunigungen für die Begrenzung der in einer Geschützregelung verwendeten aktuellen Messdaten des Messsystems (4) während einer Feuersequenz der Waffe (1) zu verwenden.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Messsystem (4) ein Gyroskop ist.

7. Objekt (5) umfassend eine Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6.

8. Objekt (5) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Objekt ein Schiff oder ein Fahrzeug

in Bewegung ist.

## Claims

1. Acceleration limiting means for gun-carrier-induced movements acting on a weapon (1) which is installed on a carrier (3) moving with an object, **characterized by** the following steps:

- a) measuring the movement of the carrier (3) during the time in which the weapon (1) is not in use,
- b) storing the continuously measured data of the measuring system,
- c) determining a history of the maximally occurring accelerations of the carrier (3),
- d) using these maximally occurring accelerations for the limitation of the current measurement data of the measuring system used in the gun control during a firing sequence of the weapon (1).

2. Acceleration limiting means according to Claim 1, **characterized in that** the measuring signals of the measuring system (4) recorded during the firing sequence are not suppressed or filtered, but are limited on the basis of the history.

3. Acceleration limiting means according to Claim 2, **characterized in that** during the firing sequence all disturbances of the measuring system (4) that lie above the last-measured excitation are suppressed.

4. Acceleration limiting means according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** measurement data of the measuring system (4) that are older than a few seconds are erased and not used any further.

5. Device for limiting the acceleration of gun-carrier-induced movements of a weapon (1) which is installed on a carrier (3) moving with an object (5), comprising a weapon (1) with at least one weapon barrel (2), which is fastened on a carrier (3), **characterized by** a measuring system (4), which is designed to measure the movement of the carrier (3) continuously during the time, and a computer (6) connected thereto, which is designed to store the continuously measured data of the measuring system (4), to determine the maximally occurring acceleration values from the during a recorded history in which the weapon (1) is not in use and to use the maximally occurring accelerations for the limitation of the current measurement data of the measuring system (4) used in a gun-control during a firing sequence of the weapon (1).

6. Device according to Claim 5, **characterized in that**

the measuring system (4) is a gyroscope.

7. Object (5) comprising a device according to Claim 5 or 6.

8. Object (5) according to Claim 7, **characterized in that** the object is a ship or a vehicle in motion.

## Revendications

1. Limitation de l'accélération de mouvements induits par un support de canon sur une arme (1) qui est installée sur un support (3) se déplaçant avec un objet, **caractérisée par** les étapes suivantes :

- a) mesurer le mouvement du support (3) pendant la période au cours de laquelle l'arme (1) n'est pas utilisée,
- b) mémoriser les données mesurées en continu du système de mesure,
- c) déterminer un historique des accélérations maximales produites du support (3),
- d) pendant une séquence de tir de l'arme (1), utiliser lesdites accélérations maximales pour la limitation des données de mesure actuelles du système de mesure, qui sont utilisées lors de la régulation du canon.

2. Limitation de l'accélération selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les signaux de mesure du système de mesure (4) acquis pendant la séquence de tir ne sont pas supprimés ou filtrés, mais sont limités sur la base de l'historique.

3. Limitation de l'accélération selon la revendication 2, **caractérisée en ce que**, pendant la séquence de tir, toutes les perturbations du système de mesure (4) qui se situent au-dessus de la dernière sollicitation mesurée sont supprimées.

4. Limitation de l'accélération selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les données de mesure du système de mesure (4) qui datent de plus de quelques secondes sont supprimées et ne sont plus utilisées.

5. Dispositif pour la limitation de l'accélération de mouvements d'une arme (1) induits par un support de canon, laquelle arme est installée sur un support (3) se déplaçant avec un objet (5), comportant une arme (1) présentant au moins un canon (2), laquelle arme est fixée sur un support (3), **caractérisé par** un système de mesure (4) qui est conçu pour mesurer en continu le mouvement du support (3) dans le temps, et par un ordinateur (6) relié à celui-ci, qui est conçu pour mémoriser les données mesurées en continu du système de mesure (4), pour déterminer les va-

leurs maximales de l'accélération se produisant des pendant un historique enregistré au cours duquel l'arme (1) n'est pas utilisée et pour utiliser les accélérations maximales produite pour la limitation des données de mesure actuelles du système de mesure (4) qui sont utilisées dans une régulation du canon pendant une séquence de tir de l'arme (1). 5

6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le système de mesure (4) est un gyroscope. 10
7. Objet (5) comprenant un dispositif selon la revendication 5 ou 6.
8. Objet (5) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'objet est un navire ou un véhicule en mouvement. 15

20

25

30

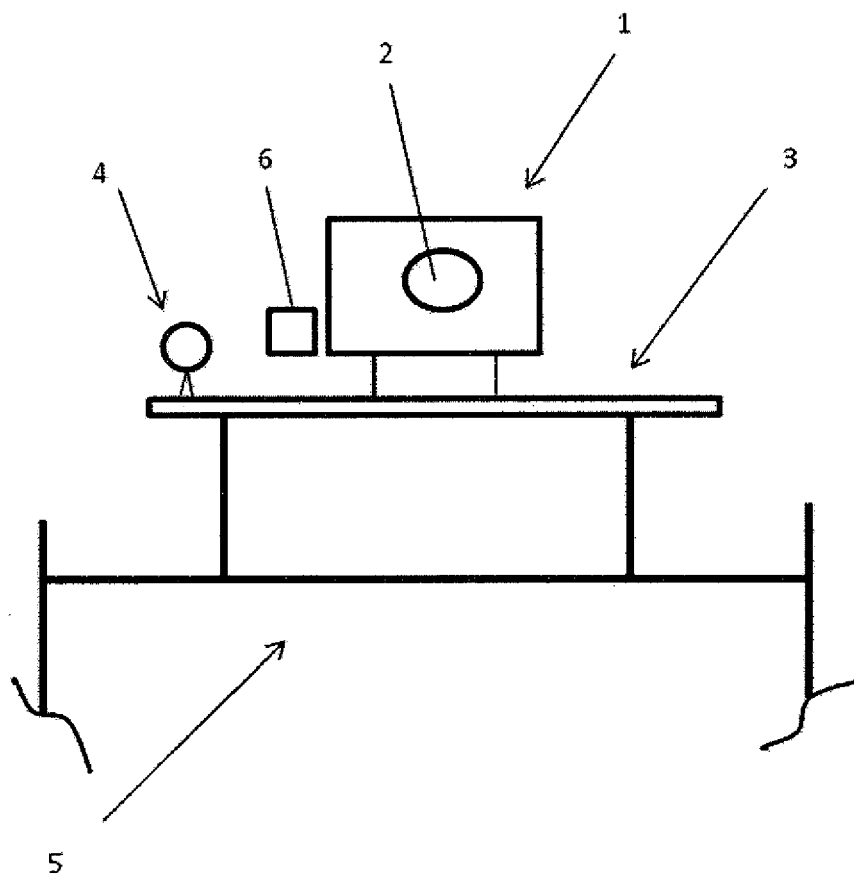
35

40

45

50

55



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 3229819 A1 **[0003]**
- DE 10308308 A1 **[0004]**
- DE 60318394 T2 **[0005]**
- EP 1474326 B1 **[0005]**
- DE 3882347 T2 **[0005]**
- EP 0321127 B1 **[0005]**
- DE 69832339 T2 **[0005]**
- EP 0898144 B1 **[0005]**
- US 4387624 A **[0006]**